

Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen

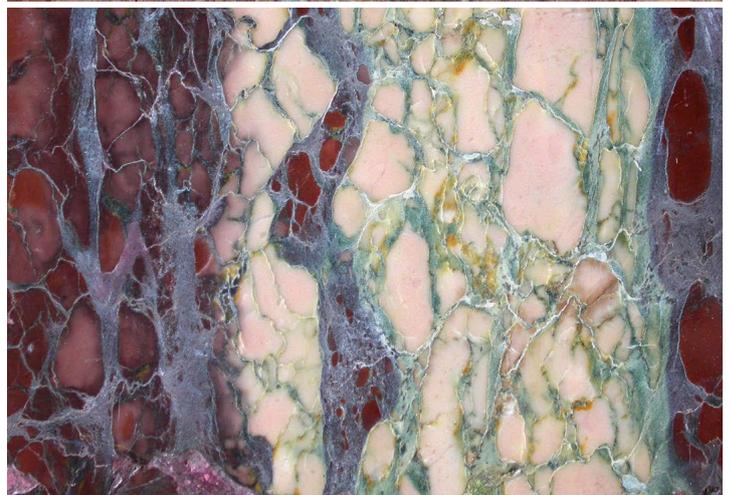
Reihe B
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Geothermie

24

Gerhard Lehrberger und Margreta Sonnenwald
(Herausgeber)

Glanz und bunte Vielfalt

Kulturgeologie der Dekorgesteine
barocker Schlösser und Kirchen
in Westböhmen und Oberfranken



Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen

Reihe B
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Geothermie

24

Gerhard Lehrberger und Margreta Sonnenwald
(Herausgeber)

Glanz und bunte Vielfalt

Kulturgeologie der Dekorgesteine
barocker Schlösser und Kirchen
in Westböhmen und Oberfranken

Bericht über die Ergebnisse des Projektes
»Modellvorhaben zur Untersuchung von
anthropogen-umweltbedingten Schadensursachen
und Entwicklung von innovativen Restaurierungsmöglichkeiten
an Objekten aus polierfähigen Karbonatgesteinen in Westböhmen
(Tschechien) und Oberfranken« (DBU Az 34330/01)
und themenbegleitende Beiträge.

Mit Beiträgen von
Gernot Arp, Teresa Dendorfer, Rainer Drewello, Ursula Drewello,
Karel Halla, Helena Jahodová, Rainer Jungbauer, Petr Kalla,
Lutz Katzschmann, Jana Knetlová, Wolfram Köhler(†), Udo Kursawe(†),
Gerhard Lehrberger, Stefan Meier, Jan Meißner, Bernhard Mintrop,
Inka Passing, Silas Ploner, Nele Priebes, Heiner Siedel, Rolf Snethlage,
Margreta Sonnenwald, Annalena Stark, Alexandra Svec und Kuroschi Thuro.

Verlag Dr. Friedrich Pfeil
München, September 2021
ISSN 0931-8739
ISBN 978-3-89937-257-1

Die **Reihe B** der **Münchner Geowissenschaftlichen Abhandlungen** bietet ein Forum für Forschungsergebnisse, Dissertationen und ausgewählte Diplomarbeiten aus der Ingenieurgeologie, Hydrogeologie und Geothermie.

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Autoren allein verantwortlich.

Herausgeber: Prof. Dr. Kurosch Thuro

Schriftleiter: Dr. Gerhard Lehrberger



Technische Universität München



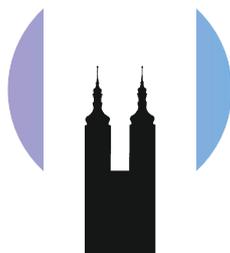
Lehrstuhl für Ingenieurgeologie
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
Arcisstraße 21, 80333 München

Tel. +49 89 289-25851, Fax +49 89 289-25852
Homepage: www.eng.geo.tum.de
E-Mail: geologie@tum.de

Die Untersuchungen im Projekt und die Drucklegung wurden von folgenden Institutionen und Firmen unterstützt:



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt



Verein der Freunde von Stift Tepl e.V.



Umschlagbilder

Links oben: Abbauwand im aufgelassenen Steinbruch für rote polierfähige Kalksteine in Horwagen (Oberfranken).

Rechts oben: Modellhafte Restaurierung verwitterter, dunkler Oberflächen am Hauptaltar der Klosterkirche Teplá.

Links unten: Wiederhergestellt! Glanz und bunte Vielfalt der böhmischen Kalksteine des Tepler Hochaltars.

Rechts unten: Variantenreichtum des oberdevonischen rot-grünen polierfähigen Kalksteins von Schwesendorf.

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie;

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Copyright © 2021 by Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München

Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Wolfratshauer Straße 27, 81379 München, Germany

Tel. +49 89 5528600-0 · Fax +49 89 5528600-4 · E-Mail info@pfeil-verlag.de

www.pfeil-verlag.de

Druckvorstufe: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München

Druck: PBtisk a.s., Příbram I – Balonka

Inhalt

Anschriften der Autorinnen und Autoren	10
Danksagung	11
Glanz und bunte Vielfalt: das interdisziplinäre Abenteuer Wissenschaft (<i>Thomas F. Hofmann</i>)	13
Wissen über Bayreuther Marmor »in Stein gemeißelt« (<i>Heidrun Piwernetz</i>)	14
Der Altar der Stiftskirche von Teplá – ein Stück Himmel auf Erden (<i>Filip Zdenek Lobkowicz, O.Praem.</i>)	15
Grenzüberschreitend, interdisziplinär und modellhaft: Kulturgüterschutz der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (<i>Alexander Bonde</i>)	16
Gemeinsam Erbe erhalten und Trennendes überbrücken (<i>Andrea Schmid und Petr Kalla</i>)	17
Bayreuther Marmor – Glanz und Pracht in Schlössern und Monumentalbauten (<i>Bernd Schreiber</i>)	18

Teil I: Projektbericht

1. Glanz und bunte Vielfalt: Ergebnisse und Durchführung des Projektes (<i>Gerhard Lehrberger, Margreta Sonnenwald und Kurosch Thuro</i>)	19
1.1 Anlass des Projektes	20
1.2 Ergebnisse des Projektes	21
1.2.1 Recherche der Gesteinsvorkommen und Abbaustellen von polierfähigen Kalksteinen und Marmoren	22
1.2.2 Gewinnung und Verarbeitung der Gesteine bis zur Politur	23
1.2.3 Bedeutung eigener Steinbrüche für die weltlichen und geistlichen Fürsten	24
1.2.4 Verwitterungsphänomene der polierten Oberflächen	25
1.2.5 Quantifizierung von Rauheit und Glanz auf Gesteinsoberflächen	25
1.2.6 Restaurierungsmethoden und Modellcharakter der Restaurierung des Hochaltars im Kloster Teplá ...	26
1.2.7 Restaurierung der Statuen des Hochaltars der Klosterkirche Teplá	28
1.3 Zeitlicher Ablauf des Projektes	28
1.4 Öffentlichkeitsarbeit und Publikationen	28
2. Metamorpher und technischer Marmor: ein nomenklatorischer Dualismus (<i>Heiner Siedel und Gerhard Lehrberger</i>)	29
2.1 Herkunft des Namens, ursprüngliche Bedeutung und Begriffsentwicklung	29
2.2 Sedimentäre Kalksteine und andere polierfähige Gesteine	33
2.3 Metamorpher, »kristalliner« Marmor	33
2.4 Technische Marmore: polychrome polierfähige Gesteine (PPG)	35
3. Die polierfähigen Kalksteine und Marmore des Barrandiums und der metamorphen Einheiten in der Umgebung von Prag (<i>Gerhard Lehrberger und Alexandra Švec</i>)	37
3.1 Das Barrandium und seine geologische Entwicklung	37
3.2 »Barrandium-Marmore«: polierfähige Kalksteine in Prag und Umgebung	39
3.3 Lochkov-Orthocerenkalkstein (Silur)	39
3.4 Polierfähige Kalksteine aus dem Unterdevon	40
3.4.1 Kosoř-Kalkstein der Lochkov-Formation	40
3.4.2 »Slivenec-Marmore« der Praha-Formation	41
3.4.3 Kalkstein-Brekzien und Gangbildungen	47
3.5 Marmore aus dem Sázava-Gebiet	48
4. Polierfähige Karbonatgesteine im ehemaligen Markgraftum Brandenburg-Bayreuth (<i>Stefan Meier und Gerhard Lehrberger</i>)	51
4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise	52
4.2 Geographie und Geologie des Untersuchungsgebietes	52
4.3 Quellen für die Kenntnis historisch wichtiger Gesteinsvorkommen	53
4.4 Vorkommen und Abbaustellen	54
4.4.1 Jura	54
4.4.2 Keuper	56
4.4.3 Mittlerer Muschelkalk	56
4.4.4 Oberer Muschelkalk	57

4.4.5	Unterkarbon	59
4.4.6	Oberdevon	64
4.4.7	Unterdevon	81
4.4.8	Silur	82
4.4.9	Kambrium	86
4.4.10	Hartgesteine	91
4.5	Tabellen der Verzeichnisse von RIEDEL (1750) und MARTIUS (1795)	91
5. Bayreuthische Dekorgesteine in historischen Sammlungen von »Marmor-Plättchen« unter besonderer Berücksichtigung der LONGOLIUS-Sammlung		
	(Stefan Meier, Gerhard Lehrberger und Margreta Sonnenwald)	95
5.1	LONGOLIUS-Sammlung des Jean-Paul-Gymnasiums in Hof	95
5.1.1	Unterbringung und Werdegang	95
5.1.2	Der Bestand der LONGOLIUS-Sammlung	98
5.2	Weitere Sammlungen polierter Gesteinsplatten	101
5.2.1	Sammlung OTTO HEINRICH TORNESI	101
5.2.2	Naturhistorisches Museum in Schleusingen (NHMS)	101
5.2.3	Naturkundemuseum Coburg	101
5.2.4	Salzmannschule Waltershausen	102
5.2.5	Sammlung STEFAN MEIER in Marktrechwitz	102
5.3	Zur Bedeutung der Musterplattensammlungen	103
5.4	Tabellen zur LONGOLIUS-Sammlung	105
6. Bearbeitung von Karbonatgesteinen in Marmorfabriken der Barockzeit und des Klassizismus		
	(Margreta Sonnenwald und Gerhard Lehrberger)	115
6.1	Zucht- und Arbeitshäuser im Barock	115
6.2	Die Marmorfabrik im Zuchthaus von St. Georgen in Bayreuth	116
6.2.1	Planstadt St. Georgen und Ordenskirche	116
6.2.2	Die Gründung des Zuchthauses und die Initiative für die Einrichtung einer Marmorfabrik	117
6.2.3	Die technische Ausstattung der Marmorfabrik	117
6.2.4	Die Marmorühle in Naila als Außenstelle der Bayreuther Marmorfabrik	120
6.2.5	Personal und Aufgaben in der Fabrik	120
6.2.6	Der Warenkatalog	121
6.2.7	Überregionale Werbung für Marmorprodukte	122
6.2.8	Ende der Marmorfabrik 1864	123
6.3	Weitere Marmorfabriken im heutigen Deutschland	123
6.3.1	Marmorfabriken in Zucht- und Arbeitshäusern	123
6.3.2	Marmorfabriken privater Unternehmer und von Klöstern	124
7. Vom Rohblock zum Glanz – das Polieren von Kalksteinen und Marmoren im 18. Jahrhundert		
	(Margreta Sonnenwald)	127
7.1	Die Quellenlage im 18. Jahrhundert	128
7.1.1	»Großes vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste«	128
7.1.2	»Oekonomische Encyclopädie oder allgemeines System der Staats- Stadt- Haus- und Landwirtschaft«	128
7.2	Arbeitsablauf der Steinbearbeitung	129
7.3	Vom Steinbruch in die Werkstatt	129
7.4	Das Sägen in den Marmormühlen	131
7.5	Drehmaschinen im Zucht- und Arbeitshaus St. Georgen	133
7.6	Schleifen und Polieren	135
7.6.1	Arbeitsvorgang Schleifen	135
7.6.2	Arbeitsvorgang Polieren	136
7.6.3	Poliermittel auf den Gesteinen	137
7.6.4	Haltbarkeit von Politur	139
8. Entstehung und Messung von Rauheit auf polierten Kalkstein- und Marmoroberflächen		
	(Wolfram Köhler(†) und Rolf Sneathlage)	140
8.1	Einführung zum Thema Rauheit und deren Messung	140
8.2	Ausbleichen durch Licht und Atmosphärien	141
8.3	Chemische Prozesse und die Entstehung von Rauheit	141
8.3.1	Sichtbare Oberflächenveränderungen	141
8.3.2	Chemische Prozesse der Oberflächenveränderung	141
8.3.3	Kinetik der Auflösung von Calcit	142

8.3.4 Zusammenfassende Betrachtung	143
8.4 Die Erfassung von Rauheit auf Kalksteinoberflächen	144
8.4.1 TRACEIT®-System für optische 3D-Messung der Oberflächenrauheit	144
8.4.2 Die Rauheitswerte bei 3D-Messungen	145
8.4.3 Interpretationsmöglichkeiten von Rauheitsmessungen mithilfe der Oberflächentopographie	146
8.5 Rauheit von Kalksteinoberflächen der Pilotobjekte in Teplá und Bayreuth	147
8.5.1 Klassifikation von Rauheit	147
8.5.2 Messungen im Sonnentempel des Neuen Schlosses der Eremitage in Bayreuth	148
8.5.3 Messungen im Marmorsaal des Alten Schlosses der Eremitage Bayreuth	149
8.5.4 Messungen am Altar der Stiftskirche Teplá	149
8.5.5 Messungen an historischen Marmorplättchen	154
8.5.6 Messungen an Musterplatten mit Werkstattpolituren	154
8.5.7 Musterflächen auf einer Platte von Slivenec-Kalkstein	157
8.6 Zusammenfassung und Ausblick	159
Anhang: Tabellen	160
9. Quantifizierung von Glanz auf polierten Steinoberflächen am Beispiel des MarmorsaaIs der Eremitage Bayreuth (Inka Passing, Silas Ploner und Margreta Sonnenwald)	163
9.1 Nutzungs- und Restaurierungsgeschichte des MarmorsaaIs	163
9.2 Die Glanzmessung der Kalksteinoberflächen	164
9.2.1 Das Glanzmessgerät IG-331	164
9.2.2 Glanzmessungen im Marmorsaal der Eremitage Bayreuth	165
9.2.3 Die Ergebnisse der Glanzmessung	165
9.2.4 Spuren von Poliermitteln und Wachsen	168
9.2.5 Interpretation der Glanzmessungen	169
9.3 Schlussfolgerung und Ausblick	170
10. Modellhafte Untersuchungen zur Verwitterung von polierten Kalksteinoberflächen (Gerhard Lehrberger, Margreta Sonnenwald, Rainer Drewello und Ursula Drewello)	171
10.1 Untersuchung am Hochaltar der Stiftskirche im Kloster Teplá	171
10.1.1 Schadensbilder auf den Steinoberflächen	173
10.1.2 Schlussfolgerungen für die Restaurierung	178
10.2 Untersuchungen in der Eremitage Bayreuth	180
10.2.1 Untersuchungen an Wandplatten im Marmorsaal des Alten Schlosses der Eremitage	180
10.2.2 Untersuchungen an einer Tischplatte aus Kohlenkalkstein	180
10.3 Untersuchungen an Objekten aus Altdorfer Kalkstein	182
10.3.1 Verwitterungsformen des Altdorfer Kalksteins	182
10.3.2 Untersuchung der verwitterten Oberflächen von Altdorfer Kalkstein	186
10.3.3 Verwitterungsmechanismus, Konservierung und Restaurierung	187
11. Die modellhafte Restaurierung des barocken Hochaltars der Stiftskirche von Teplá – Aufbau, Befund und der Umgang mit den polierten Kalksteinoberflächen (Margreta Sonnenwald und Helena Jahodová)	189
11.1 Altarraum	190
11.2 Altararchitektur	191
11.2.1 Stützmauer aus Trachyt und Ziegel	192
11.2.2 Werkstücke aus Kalkstein	193
11.2.3 Armierung und Fugen der Bauteile	194
11.2.4 Details an den Werkstücken	198
11.3 Die Restaurierungsmaßnahmen am Hochaltar in Teplá	203
11.3.1 Patenschaft für die Altarausstattung	204
11.3.2 Zielsetzung des Modellvorhabens	204
11.3.3 Befund und Schäden	205
11.3.4 Bauzeitliche Oberfläche vs. gealterter Oberfläche	206
11.3.5 Restauratorisches Vorgehen	207
11.3.6 Beurteilung des Restaurierungs- und Konservierungs-Projekts und Ausblick	209
12. Barocke Prachtausstattung mit »Bayreuther Marmoren« am Beispiel des Alten Schlosses der Eremitage in Bayreuth (Gerhard Lehrberger, Margreta Sonnenwald, Silas Ploner, Teresa Dendorfer, Bernhard Mintrop und Inka Passing)	215
12.1 Die Eremitage und das Markgraftum Bayreuth	216
12.2 Baugeschichte der Eremitage Bayreuth	216
12.3 Räume und Ausstattung des Alten Schlosses	217

12.3.1 Marmorsaal	218
12.3.2 Appartement des Markgrafen	225
12.3.3 Appartement der Markgräfin	228
12.3.4 Depot der Eremitage	232
13. Quellen	234
13.1 Monographien und Zeitschriftenbeiträge	234
13.2 Internet-Adressen	240

Teil 2: Ergänzende Beiträge

Vom Kalkstein zum Marmor –

Eine Betrachtung zu den Ursachen und Prozessen der Metamorphose

(<i>Rolf Snethlage</i>)	241
1. Einführung	241
2. Marmor: Produkt der Metamorphose	243
3. Rekristallisation von Calcit und Umorientierung des Gefüges im Marmor	244
4. Kristalleigenschaften von Calcit	245
5. Freie Oberflächenenergie und Oberflächenspannung von Calcit	247
6. Messung der Freien Oberflächenenergie	247
7. Schlussbetrachtung	248
8. Literatur	249

Vorkommen, Verarbeitung und Verwendung von Altdorfer Kalkstein

(BAUDER'scher Marmor) aus der Posidonienschiefer-Formation

(<i>Gerhard Lehrberger, Annalena Stark, Udo Kursawe(†), Jan Meißner und Gernot Arp</i>)	250
1. Altdorfer Kalkstein, Altdorfer Marmor und BAUDER'scher Marmor	250
2. Zur Person JOHANN FRIEDRICH BAUDERS (1713–1791)	252
3. JOHANN WOLFGANG VON GOETHE und der Altdorfer Kalkstein	253
4. Geologische Aspekte des Altdorfer Kalksteins	254
4.1 Stratigraphische Position	254
4.2 Paläogeographie und Entstehung	255
4.3 Verbreitung des Altdorfer Kalksteins	256
4.4 Gesteinsbeschreibung und Fossilinhalt	257
4.5 Fossilkalksteine mit vergleichbarer optischer Wirkung in polierter Form	259
5. Abbau und Verarbeitung des Altdorfer Kalksteins	259
5.1 Abbauverfahren und Abbaustellen	259
5.2 Marmorverarbeitung in Altdorf, Berg und Hagenhausen	260
5.3 Zeitliche Verbreitung der Objekte aus Altdorfer Kalkstein	261
6. Objekte aus Altdorfer Kalkstein	261
7. Marmorierungen im Stil des Altdorfer Kalksteins	290
7.1 Kirche St. Laurentius in Altdorf	290
7.2 Kirche St. Jobst in Neumarkt	290
7.3 Kirche St. Maria Dolorosa in Hagenhausen	292
7.4 Kirche St. Peter und Paul in Freystadt	292
8. Literatur und Karten	293

Vorkommen polierfähiger Kalksteine in Ostthüringen

(<i>Gerhard Lehrberger, Lutz Katzschmann und Stefan Meier</i>)	295
1. »Saalburger Marmor« aus dem ehemaligen Fürstentum REUSS	295
2. Oberdevonische Kalksteine (Knotenkalke / »Kramenzelkalke«)	301
2.1 Tegau-Pahren-Göschitz	301
2.2 Tanna und Rothenacker	303
2.3 Fischersdorf bei Saaldorf	304
3. Silurischer Ockerkalk	305
3.1 Pößnig-Bach und Eselsberg südlich Saalburg	305
3.2 Wittgendorf/Döschnitz	305
3.3 Garnsdorf bei Saalfeld	306
4. Literatur und Karten	306

Marmore und andere Dekorationsgesteine aus Sachsen

(<i>Heiner Siedel</i>)	307
1. Einführung	307
2. Geschichte der Verwendung und Gewinnung von Dekorationsgesteinen in Sachsen	308
2.1 Von den Anfängen im 16. Jahrhundert bis zum Dreißigjährigen Krieg	308
2.2 Sächsische Dekorationsgesteine im Zeitalter des Barock	311

2.3 Vom späten 18. Jahrhundert bis heute	313
3. Die Gesteine	316
3.1 Crottendorfer Marmor	316
3.2 Zöblitzer Serpentin	317
3.3 Maxener Marmor	317
3.4 Bunte Kalksteine aus dem Wildenfeser Gebiet (Kalkgrün/Grünau, Schönau)	319
3.5 Schwarze Kalksteine aus dem Wildenfeser Gebiet (»Wildenfeser Marmor«)	319
3.6 Alabaster/Gipsstein aus dem Gebiet von Weißensee (heute Thüringen)	320
4. Schluss	320
5. Literatur	321

Repolitur von historischen polychromen Kalksteinoberflächen – eine Evaluierung von Materialverlust und Glanzgrad zur Entwicklung von Restaurierungsansätzen

(<i>Nele Priebis und Silas Ploner</i>)	322
1. Kurzfassung	322
2. Einleitung	322
3. Dekorgesteine als Stilmittel	322
4. Material – Wert – Glanz	323
5. Der Marmorsaal der Eremitage Bayreuth	323
6. Restauratorische Fragestellung	323
6.1 Fragestellung, Versuchsaufbau und -durchführung	326
6.2 Kalkstein vom Eichelberg bei Hof	326
6.3 Ölandkalkstein	327
6.4 Probenauswahl	327
6.5 Poliermittel	327
6.6 Untersuchungsmethoden	329
6.7 Ergebnisse	330
6.8 Auswertung und Ausblick	332
6.9 Zusammenfassung der Ergebnisse	333
7. Literatur	333

Die barocke Umgestaltung der Stiftskirche von Teplá

(<i>Gerhard Lehrberger und Margreta Sonnenwald</i>)	335
1. Barocke Umgestaltung unter den Äbten RAIMUND WILFERT I. und HIERONYMUS AMBROS	335
2. Neuverlegung des Kirchenbodens	337
3. Verkleidung der Wandpfeiler und der Freistützen	340
4. Seitenaltäre an den Kirchenpfeilern	340
5. Altarraum/Presbyterium	341
6. Kreuzaltar	342
7. Chorschranken vor dem Presbyterium	343
8. Grabdenkmal (»Mausoleum«) des sel. Hroznata	343
9. Kapellen in den Seitenchören	345
10. Literatur	346

Das Leben und Werk der Steinmetz-Meister

JOSEF und Franz LAUERMANN im Spiegel der Archivalien

(<i>Karel Halla und Hana Knetlová</i>)	347
1. Biographie der LAUERMANN-Zwillinge	347
2. Werke der Gebrüder LAUERMANN	349
2.1 Arbeiten von FRANZ LAUERMANN	349
2.2 Arbeiten von JOSEF LAUERMANN	350
3. JOSEF LAUERMANN und das Prämonstratenserstift Teplá	354
3.1 Ausstattung von Kloster Teplá	354
3.2 Zusammenfassende Bewertung	359
4. Quellentranskripte	359
5. Literatur	360

IGNAZ FRANZ PLATZER (1717–1787): der führende Bildhauer der böhmischen Barockskulptur in der Mitte des 18. Jahrhunderts

(<i>Gerhard Lehrberger, Rainer Jungbauer und Petr Kalla</i>)	361
1. IGNAZ FRANZ PLATZERS Rolle in der Barockkunst Böhmens	361
2. Leben und Werk IGNAZ FRANZ PLATZERS	362
3. Vorlagen für die Werke: Zeichnungen und Bozetti	364
4. Kunstwerke in der Stiftskirche von Teplá	364
5. Literatur	367

Anschriften der Autorinnen und Autoren

- apl. Prof. Dr. GERNOT ARP, Georg-August-Universität Göttingen, Geowissenschaftliches Zentrum, Goldschmidtstraße 3, 37077 Göttingen;
E-Mail: garp@gwdg.de
- TERESA DENDORFER M.Sc.;
E-Mail: teresa_dendorfer@freenet.de
- Prof. Dr.-Ing. RAINER DREWELLO, KDWT – Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien, Universität Bamberg, Am Zwinger 6;
E-Mail: rainer.drewello@uni-bamberg.de
- URSULA DREWELLO, Labor Drewello & Weißmann GmbH, Naturwissenschaftliche Untersuchungen für Kunst und Denkmalpflege, Geyerswörthstraße 6b, 96047 Bamberg;
E-Mail: analyse@labor-drewello.de
- Mgr. KAREL HALLA, Státní oblastní archiv v Plzni/Státní okresní archiv Cheb, Františkánské nám. 14, 35002 Cheb, Tschechische Republik;
E-Mail: halla@soaplzen.cz
- HELENA JAHODOVÁ, Akad. Bildhauerin, Kozojedy, Tschechische Republik;
E-Mail: helena.jahodova@centrum.cz
- Dr. RAINER JUNGBAUER, Straubing;
E-Mail: info@europaeische-skulpturen.de
- Mgr. PETR KALLA, Prag;
E-Mail: kallapetr@gmail.com
- Dr. LUTZ KATZSCHMANN, Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Abteilung 8 Geologie, Bergbau, Puschkinplatz 7, 07545 Gera;
E-Mail: lutz.katzschmann@tlubn.thueringen.de
- Dipl.-Phys. WOLFRAM KÖHLER (†), Labor Köhler, Geschwister-Scholl-Straße 48, 14471 Potsdam;
E-Mail: info@laborkoehler.de
- UDO KURSAWE (†), Altdorf.
- Dr. GERHARD LEHRBERGER, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München;
E-Mail: lehrberger@tum.de
- Dipl.-Ing. (FH) STEFAN MEIER, Zweigstraße 22, 95615 Marktredwitz;
E-Mail: stefan.meier.mak@t-online.de
- JAN MEISSNER, Reckerbergstr. 7, 84048 Mainburg;
E-Mail: jan.meissner@tum.de
- BERNHARD MINTROP, Dipl.-Rest., Restaurierungszentrum, Möbelrestaurierung, Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, 80638 München;
E-Mail: bernhard.mintrop@bsv.bayern.de
- INKA PASSING B.Sc.;
E-Mail: inka.passing@gmx.de
- ALEXANDRA ŠVEC M.Sc., München;
E-Mail: alexandra.svecova@googlemail.com
- ANNALENA STARK M.Sc.;
E-Mail: annalena-stark@web.de
- Mgr. HANA KNETLOVÁ; Státní oblastní archiv v Plzni/Státní okresní archiv Cheb, Františkánské nám. 14, 35002 Cheb, Tschechische Republik.
- SILAS PLONER M.A., Restaurator, Restaurierungszentrum Wand/Stein/Stuck, Bayerische Verwaltung der staatl. Schlösser, Gärten und Seen, Schloss Nymphenburg, 80638 München;
E-Mail: silas.ploner@bsv.bayern.de
- NELE PRIEBIS B.Sc., Inselhof 11, 14478 Potsdam;
E-Mail: nele.priebs@fh-potsdam.de
- Prof. Dr. HEINER SIEDEL, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Geotechnik, Fachbereich Angewandte Geologie, 01062 Dresden;
E-Mail: heiner.siedel@tu-dresden.de
- Prof. Dr. ROLF SNETHLAGE, Konservierungsfragen in der Denkmalpflege, Wetzelstraße 24, 96047 Bamberg;
E-Mail: rolf@snethlage.net
- MARGRETA SONNENWALD M.A., Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München;
E-Mail: margreta.sonnenwald@tum.de
- Prof. Dr. KUROSCH THURO, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München;
E-Mail: thuro@tum.de

Danksagung

Bei der Durchführung des Projektes und der Erstellung dieser inhaltlich umfassenden und reich bebilderten Abschlusspublikation haben zahlreiche Personen geholfen, die in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet sind. Ihnen allen gilt der Dank für die vielfältige und sehr hilfreiche Unterstützung:

Frau ROTRAUT VON STROMER-BAUMBAUER und Herrn LOTHAR BAUMBAUER für die Bereitstellung der Informationen und Fotos zu den Objekten auf Burg und Schloss Grünsberg.

Dr. SILVIA BEER, Kaspeltshub, für die Durchsicht von Manuskripten zur Umgestaltung der Klosterkirche Teplá.

MARTIN BENTZ, Saalburger Marmorwerk, für die Werks- und Steinbruchsbesichtigung in Saalfeld und Tegau.

DR. SVEN BITTNER, Bayer. L.-Amt f. Denkmalpflege, München, für die Hinweise zu Objekten aus Altdorfer Kalkstein und die Hilfe bei der Korrektur von Manuskripten.

CORDULA BODE, Geo-Präparatorin, TUM, für Präparate der Projektproben und die Hilfe bei der Anfertigung von Karten und Grafiken.

THOMAS DANNHORN M.A., Stadtarchiv Altdorf/Kulturamt, für die Bereitstellung von Informationen zum Altdorfer Kalkstein und den Ausstellungsobjekten im Universitätsmuseum Altdorf.

Prof. Dr. GÜNTER DIPPOLD, Bayreuth, für die Hilfe bei der Klärung der Frage der Benennung des Markgraftums Bayreuth.

FLORIAN EBINGER, München, für die Hinweise auf die barocken Tischplatten im Schloss Ludwigsburg.

FRITZ Ettl, Steintechniker an der TUM, für die Unterstützung bei der Probenbearbeitung.

BIRGIT FÜRST, Bayerischer Rundfunk, für die Berichterstattung über das Projekt in Form eines Fernsehfilmbeitrags.

CONSTANZE FUHRMANN M.A., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, für die fachliche Unterstützung der Durchführung des Forschungsprojektes, auch in den schwierigen Zeiten der Corona-Pandemie.

Pfarrer MARTIN GEISLER, Kalbensteinberg, für den Zugang und die Erläuterungen zur Rieterkirche.

SIBYLLE GLÜCK (Autobahndirektion Nordbayern) für die Überlassung von Bohrkernmaterial der Talbrücke Pilsach zur wissenschaftlichen Bearbeitung, sowie Bohrmeister CAMILLO SCHULZE, Frau Dipl.-Geogr. ULRIKE HOFMANN und Herrn Diplom-Geologen HUBERT KALHAMMER für die Unterstützung vor Ort.

Dr. GÜNTER GRUNDMANN, Detmold, für die Bereitstellung historischer Postkarten aus seinem Bildarchiv.

KLAUS HAAS, langjährigem Zeichner am Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, TUM, für die Erstellung und Überarbeitung zahlreicher Diagramme und Karten für die Druckvorbereitung und zahllose Scans von Literaturquellen.

Kastellan ROLAND HACKER und Herrn RICHARD MEIER, Eremitage Bayreuth, für die Unterstützung bei der Bestandserfassung und die logistische Unterstützung der Glanzmessungen im Marmorsaal.

Prof. Dr. WOLFGANG HARDTWIG, München, für die Auskünfte zum Porträtmalerei von J. F. Bauder in Familienbesitz.

Dipl.-Geol. UDO HARTMANN, Amberg, für Unterstützung bei der Objektrecherche in Amberg.

ERNST HECKEL (†), Naila, für die Informationen über die Marmorühle und die Führung durch die Anlage.

KAREN HELM-KNAPP, Berlin, vormals Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der TUM, für die Präparation von Dünn- und Anschliffen sowie für das Mitwirken bei der Dokumentation des Altars der Klosterkirche Teplá.

HEIKE HEMMER, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, für die langjährige, konstruktive Unterstützung bei der Abwicklung von Projekten.

Dr. HUBERT HILPERT, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, für die sehr sorgfältige Gestaltung dieses Bandes.

Dr. GOTTFRIED HOFBAUER, Erlangen, für zahlreiche Hinweise zum Porträtfoto J. F. Bauders in Erlangen.

NORBERT HÜBSCH, Regierung von Oberfranken und Historischer Verein von Oberfranken, für die stete Unterstützung des Projektes mit Rat und Tat und durch die Möglichkeit, in Bayreuth Projektergebnisse öffentlich vorzustellen.

SIEGLINDE HUNGERSHAUSEN, Altdorf, für zahlreiche Hinweise zu Johann Friedrich Bauder und den Altdorfer Kalkstein.

Stadtarchivar FRANK VON JANSO, Wunsiedel, für die Bereitstellung von Archivalien zur Geschichte der Marmorsteinbrüche in Wunsiedel.

Mgr. KLÁRA JAROLÍMKOVÁ, Nationalgalerie Prag, für die Hilfe bei der Bereitstellung der Grafiken von Ignaz F. Platzer.

Kastellan ALEXANDER JUST, Schloss- und Gartenverwaltung Ansbach, für die Unterstützung bei der Dokumentation der Marmortische in der Residenz Ansbach.

Mgr. PETR KALLA, Prag, für die Hilfe bei der Objektrecherche und Kontaktaufnahme zur Nationalgalerie in Prag.

Prof. Dr. THOMAS KIRNBAUER, Bochum, für Hinweise zu den Marmorfabriken sowie zu den frühen »Steinbüchern«.

OStDir STEFAN KLEIN, Jean-Paul-Gymnasium Hof, für die Bereitstellung der LONGOLIUS-Sammlung und der dazu gehörigen Unterlagen für die Neubearbeitung der Marmor-Musterplatten.

Dr. FRIEDHART KNOLLE, Goslar, für zahlreiche Hinweise zu den Marmorvorkommen bei Rübeland im Harz.

Dipl.-Geol. RAINHARD KÖGLER für die Bereitstellung von Scans der Dekorgesteine aus Thüringen.

LARS KRAUSSE für die Zusendung des Bild- und Informationsmaterials aus dem Schloss Heidecksburg.

BRIGITTE KRAUTENBACHER M.A., für ihre Unterstützung und Organisation des Bauaufmaßes am Hochaltar in Teplá.

- Dr. PETER KRÜCKMANN, ehem. Bayerische Schlösserverwaltung, für die Anregung zur Untersuchung von Marmorobjekten in den Schlössern und die Unterstützung bei der Umsetzung des Vorhabens.
- ALMGARD und UDO (†) KURSAWE, Altdorf bei Nürnberg, für das rege Interesse an den Untersuchungen zum Altdorfer Kalkstein und zahlreiche hilfreiche Hinweise.
- Dr. BRIGITTE LANGER, Museumsdirektorin Schloss Nymphenburg, für die Unterstützung bei der Objektaufnahme.
- JOHANN LAUBER, für die Möglichkeit, die Tischplatten aus Altdorfer Kalkstein im Schloss Pertenstein zu dokumentieren.
- STELLA LEHRBERGER, Pfaffenhofen, für die geduldige Mithilfe bei der fotografischen Dokumentation.
- NICOLE LÜBKE, Schlossverwaltung Tettngang, für die Bereitstellung von Informationen und Fotos der Konsoltische.
- CHRISTINE MAGET, Verwaltungsleiterin der Schlösser und Gärten in Bayreuth, für die stets freundliche und unkomplizierte Unterstützung bei der Erfassung und Untersuchung der Marmorobjekte in den Schlössern.
- ROSEMARY MARIN-LOEBARD, Sekretariat Lst. für Ingenieurgeologie, für das Finanzmanagement des Projektes.
- Mgr. SIMONA MARKOVÁ und Mgr. ROMANA RIEGEROVÁ, NPÚ Loket, für die behördliche Projektbegleitung in Fragen des Denkmalschutzes in der Klosterkirche von Teplá.
- Dr. CORDULA MAUSS, Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, München, für die vielfältige Unterstützung der Projektarbeiten in den Schlössern Bayreuths.
- Dr. FLORIAN MENSCHIK, München, für die Mithilfe bei der fotografischen Dokumentation der Steinobjekte in Tepl.
- Dipl.-Rest. BERNHARD MINTROP, Bayerische Schlösserverwaltung, für die Unterstützung bei der Dokumentation von Steinobjekten in den Schlössern Bayreuths und in den Depots.
- MILUJE NOVOTNÁ, Teplá, für die freundliche Unterstützung bei der Organisation des Projektes in Tschechien und die Betreuung der Belange der Denkmalpflege.
- LUCA PES, Fotoarchiv der Bayerischen Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, für die unkomplizierte Genehmigung der Reproduktion zahlreicher Fotos der Marmorobjekte in den Schlössern.
- Dr. KAREL POŠMOURNY, Prag, für die Korrekturen von tschechischen Namen und Bezeichnungen.
- Dr.-Ing. MARTIN POTTEN, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, TUM, für die akribische Korrektur zahlreicher Druckfahnen.
- SABINE SCHEMMRICH, Museumsleitung, für die Daten und Fotos zu Marmorobjekten im Schloss Burgk.
- ANDREA SCHMID und dem gesamten Verein der Freunde von Stift Tepl, für die überaus großzügige finanzielle und ideelle Unterstützung des Projektes sowie die Durchführung des Patenschaftsprojektes zur Restaurierung der Skulpturen des Altars in Teplá.
- RALF SCHMIDT, Schleusingen, für die Informationen zu seinem barockzeitlichen Mosaiktisch aus »Bayreuther Marmoren«.
- CHRISTINE SCHNÖRER, Oberfrankenstiftung, Bayreuth, für die Betreuung des Projektes und die Unterstützung bei der finanziellen Abwicklung.
- Dipl.-Rest. LUTZ SCHUMMEL, Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg, für Informationen und Fotos der Tischplatten aus »Bayreuther Marmoren« in den Depots der Stiftung.
- Fa. SEBALD, Marktredwitz, für die Möglichkeit, Anschliffe von privaten Musterplatten von Stefan Meier herzustellen
- JOCHEN SPÖRL, Bad Steben-Bobengrün, für die Möglichkeit des Zugangs zum Steinbruch Horwagen und die Bereitstellung von historischen Fotografien.
- PHILIP STASTNY, Wien, für die sehr hilfreichen Korrekturen an den Manuskripten.
- WOLFGANG STOIBER, Schrobenshausen, für die Fotodokumentation von Gemälden und Steinobjekten.
- Grafen HANS-VEIT und Graf IGNAZ VON TOERRING, für die hilfreichen Informationen zu den Tischmöbeln in Pertenstein.
- HERMANN RÖMER, Kastl, für die geduldige Hilfe bei der Suche nach dem Grabmal Sutor in der Klosterburg Kastl.
- JOHANNA RUBENBAUER, JVA Bayreuth, für die Unterstützung bei der Recherche zum Zucht- und Arbeitshaus von St. Georgen und das Foto des Innenhofs des historischen Gefängnisbaus.
- MARTINA RUPPERT M.A., Historisches Museum Bayreuth, für die Bereitstellung von historischen Karten und Fotos.
- Prof. Dr. KUROSC THURO, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der TUM für die Bereitstellung der Personal- und Raum- und Labor-Ressourcen für das Projekt.
- ANDREAS VESTNER, Steinmetz, Altdorf bei Nürnberg, für die gestalterische Ausführung der Grabstele von Udo Kursawe und deren Dokumentation.
- Dipl.-Ing. SUSANNE WINTER und Dr. JÜRGEN GÖSKE, Zentrum für Werkstoffanalytik Lauf, für die Erstellung aussagekräftiger, ausgezeichneter REM-Aufnahmen und die Durchführung von EDX-Analysen.

Glanz und bunte Vielfalt: das interdisziplinäre Abenteuer Wissenschaft

Als GOTTFRIED NEUREUTHER vor etwas mehr als 150 Jahren das Hauptgebäude unserer heutigen Technischen Universität München im Stil der Neorenaissance errichtete, spielte Naturstein aus Bayern eine zentrale Rolle für die Gestaltung des repräsentativen Zentralbaus mit seiner »Prunktreppe«. Durch die Kriegszerstörungen des ehemaligen Hauptgebäudes sind die schönsten Gebäudeteile auf dem Stammgelände der TUM, die Treppenhäuser im sog. Thierschbau an der Gabelsbergerstraße. Polierter Stein vom Fußboden über die Treppen bis hin zu den Türleibungen zeigt, welchen Stellenwert das dauerhafte und edle Material gerade auch im Historismus hatte. Darin spiegeln sich Ästhetik, aber ebenso höchste Handwerkskunst wider. Das »steinreiche« Treppenhaus ist heute der repräsentative Zugang zum renovierten Wahrzeichen der TUM, nämlich dem die Münchner Stadtsilhouette mitbestimmenden Uhrenturm. Wie die Bestandsaufnahme der »Bauten und Kunst an der TUM« anlässlich des 150-jährigen Jubiläums der Universität gezeigt hat, verfügen wir an allen Standorten über zahlreiche Objekte aus Naturstein, und mit dem neuen Standort in Straubing haben wir mit der dortigen ehemaligen Klosterkirche einen würdigen Raum mit überaus reicher Steinausstattung übernommen.

Das Errichten und Erhalten von Bauwerken sind ein Kernbereich unserer Universität. Seit weit über 100 Jahren beschäftigen sich Wissenschaftler an der TUM mit den Fragen der Natursteinkonservierung und gerade in Zeiten des Diskurses über nachhaltige Materialien ist es besonders wichtig, sich dem dauerhaftesten Material der Menschheitsgeschichte, nämlich dem Naturstein zu widmen.

Der vorliegende Band enthält Untersuchungsergebnisse, die nur durch die Zusammenarbeit von Historikern, Restauratoren, Kunstexperten, Denkmalpflegern, Geologen, Mineralogen, Physikern und Chemikern erzielt werden konnten. Die Einbindung von Studierenden im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten verdeutlicht die Verschränkung von Forschung und Lehre.

Unsere TUM ist in einer Phase des Umbruchs. Die Transformation der bisherigen Strukturen unserer Fakultäten in eine Struktur mit Schools bietet gerade für den interdisziplinären Bereich der Geowissenschaften, des Bauingenieurwesens und der Architektur samt den Konservierungswissenschaften eine riesige Chance der Kooperation unter dem Dach der »TUM School of Engineering and Design«. In den entstehenden größeren Organisationseinheiten ist es besonders wichtig, »bunte und glänzende Diamanten« im Fächerportfolio zu erhalten und zu stärken. Die Vielfalt erhält die Attraktivität unserer Lehre aus der Forschung heraus. Gerade die Kulturgeologie vermittelt zwischen Naturwissenschaften, Baustoffkunde, Konservierungsfragen, Kunst- und Architekturgeschichte, aber auch wirtschafts- und technikgeschichtlichen Themenbereichen.



Ich möchte an dieser Stelle dem Projektleiter Dr. GERHARD LEHRBERGER und unserer Mitarbeiterin Frau MARGRETA SONNENWALD M.A. am Lehrstuhl für Ingenieurgeologie danken, die in idealer Weise ein Team aus einem erfahrenen Geowissenschaftler sowie einer akademisch gebildeten Restauratorin und Steinbildhauerin geformt haben.

Der Erhalt des Kulturgutes ist eine herausragend wichtige Aufgabe für die Gesellschaft und die TUM als »Dienerin der Gesellschaft«. Projekte, wie das hier vorgestellte, sind Aushängeschilder für unsere Technische Universität, weil damit – ganz im Sinne des Titels des Bandes – der »Glanz und die bunte Vielfalt« unserer Fächerkulturen erkennbar und nach außen getragen werden. Ich wünsche der Publikation große Verbreitung und viel Erfolg in der interdisziplinären Fachwelt.

Thomas F. Hofmann
Präsident
Technische Universität München

Wissen über Bayreuther Marmor »in Stein gemeißelt«

Oberfranken ist eine Region, die geprägt ist von kleinräumiger Vielfalt. Gerade auch mit dem Blick auf die Geologie hat Oberfranken als »Bayerns steinreiche Ecke« eine große Vielfalt zu bieten. Etwa achtzig Prozent aller auf der Erde vorkommenden Gesteinsarten sind hier zu finden.

Die Erze und Mineralien waren auch schon immer ein bedeutsamer Wirtschaftsfaktor in der Region. Bereits in vorgeschichtlicher Zeit wurde Eisenerz abgebaut und verhüttet. Ab dem Mittelalter wurde vor allem im Fichtelgebirge und im Frankenwald, aber auch in der Fränkischen Schweiz ein intensiver Bergbau betrieben. Vor allem Eisen, Zinn, Kupfer, aber auch Gold wurden bis Anfang des letzten Jahrhunderts aus dem »Berg« geholt.

Auch die regionalen Gesteinsvorkommen hatten große wirtschaftliche Bedeutung. Die Gesteine der Region prägen heute noch das Erscheinungsbild unserer Städte und Dörfer. Ob es die Sandsteinfassaden sind, Architekturteile aus Granit, Schieferdächer und -verkleidungen, oder das Kalkstein- oder Granitplaster unter unseren Füßen.

Was man mit Oberfranken nicht unbedingt in Verbindung bringt, ist »Marmor«. Dabei gibt es in und bei Wunsiedel mit die wichtigsten Vorkommen von kristallinem Marmor in Deutschland. Ein Grund, weshalb hier die Staatliche Fachschule für Steintechnik und Gestaltung und das Deutsche Natursteinarchiv ihren Sitz haben.

In Vergessenheit geraten ist der »Marmor«-Abbau im Landkreis Hof: Bunte Kalkgesteine, die seit der Barockzeit eine wirtschaftliche Bedeutung besonderer Art erlangt haben. Mit der Gründung der Marmorfabrik in der Bayreuther Vorstadt St. Georgen im Jahr 1734 legte der Bayreuther Markgraf Georg Friedrich Karl den Grundstein für ein mitteleuropäisches Zentrum für die Verarbeitung von bunten polierfähigen Kalksteinen. Nicht nur die fürstlichen Schlösser wurden überwiegend mit Kaminen und Tischplatten aus Gesteinen der eigenen Rohstoffquellen ausgestattet, die polierten Natursteine dienten selbst dem protestantischen Kirchenbau zur Prachtentfaltung. Wohl durch die engen familiären Bindungen der Markgrafen zum preußischen Königshaus, aber auch durch den Wechsel von Architekten und Bauhandwerkern an die Havel, fanden Tischplatten aus »Bayreuther Marmor« ihren Weg nach Potsdam. Aber auch nach Wien wurde geliefert.

Zwei erhaltene Kollektionen von Muster-Marmorplättchen sind ein seltener Informationsspeicher für die historischen Steinbrüche in Oberfranken und ein Blick auf das vielfarbige Angebot der Bayreuther Produktion.

Die 1927 vom Kreis Oberfranken errichtete Oberfrankenstiftung hat 2002 ihren Stiftungszweck um die Förderung von Wissenschaft und Forschung erweitert. Das Forschungsprojekt »Bayreuther Marmor« steht exemplarisch für ein förderwürdiges Forschungsvorhaben der Oberfrankenstiftung. Dieses Projekt hat sich erstmals diesen oberfränkischen »Bodenschätzen« mit ihren Vorkommen, ihrer Verarbeitung und der Verbreitung der Erzeugnisse



gewidmet und somit die Geologie und die Kulturgeschichte der Region in besonderer Weise interdisziplinär verknüpft. Auch freut es mich, dass in diese Publikation auch die Forschungsergebnisse zu Westböhmen – insbesondere dem Stift Tepl – aufgenommen wurden. Eine Region in Tschechien, mit der wir in regem Austausch stehen.

Möglich wurde das Projekt durch die Finanzierung seitens der Oberfrankenstiftung, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und des Vereins der Freunde von Stift Tepl e.V. – ein schönes Beispiel für die gemeinsame Stärke durch Kooperation.

Ich danke dem Leiter des Projekts, Herrn Akademischen Direktor Dr. GERHARD LEHRBERGER von der Technischen Universität München, allen beteiligten Wissenschaftlern und Mitarbeitern für die Realisierung dieser umfangreichen Forschungsarbeiten und die druckreife Aufbereitung der Ergebnisse in kurzer Zeit, so dass sie hier in den Münchner Geowissenschaftlichen Abhandlungen publiziert werden können.

Damit wird nun der »Bayreuther Marmor« auch wissenschaftlich »in Stein gemeißelt«!

Heidrun Piwernetz
Regierungspräsidentin von Oberfranken

Der Altar der Stiftskirche von Teplá – ein Stück Himmel auf Erden

Die Stiftskirche ist der älteste Teil unseres Klosters und auch dessen geistliches Zentrum. Seit über 800 Jahren feiern wir Prämonstratenser die Heilige Messe in diesem Raum und der Altar bildet dabei den Fokussierpunkt der Liturgie.

Im Laufe der vielen Jahrhunderte wurde der Altarraum von einer ursprünglich romanisch-gotischen Gestaltung über eine frühbarocke Form bis zum heute bestehenden spätbarocken Altar immer wieder dem Zeitgeschmack angepasst. Die letzte diesbezügliche Veränderung erfolgte erst vor etwa 25 Jahren, als wir den Kreuzaltar zum Volksaltar umgestalteten, um die Messe ganz nahe bei den Gläubigen feiern können.

Unsere Stiftskirche ist ein romanisch-gotisches Gebäude, aber unter meinen Vorgängern Raimund Wilfert II. (1688–1724) und Hieronymus Ambros (1742–1767) erfuhr sie im 18. Jh. eine grundlegende Umgestaltung. Das Barock versuchte die himmlische Glorie in glänzenden und bunten Architekturen und mit einer großen Schar an Heiligen und Engeln darzustellen. Böhmen entwickelte sich zu einem künstlerischen und kunsthandwerklichen Zentrum dieser Zeit. So wurde die Kirche im neuen Stil dekoriert, und es entstand der Raumeindruck, den wir auch heute noch beim Betreten der Kirche erleben.

Die reiche Ausstattung des Altarraums wurde leider nach der Auflösung des Konvents und der Beschlagnahme des Klosters im Jahr 1950 nicht mehr gepflegt und über 45 Jahre lang konnten Industrieabgase und teilweise sogar Nässe in den Altarraum dringen und entsprechende Schäden anrichten. Der Altar verfiel zusehends und erreichte schließlich einen Zustand, der von einer dicken Staubschicht und starken dunklen Verfärbungen geprägt war. Die vergoldeten Skulpturen waren abgestumpft und die Vergoldung flächig abgegangen. Vom Glanz und der bunten Vielfalt unseres Altars war nicht viel übriggeblieben.

Im Jahr 2015 hatte Dr. Gerhard Lehrberger von der Technischen Universität München einen Projektvorschlag für ein Modellvorhaben zur Restaurierung des Altars vorgelegt. Der Projektantrag konnte erfolgreich bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gestellt werden. Zugleich wurde eine Kooperation mit Institutionen in Oberfranken eingeleitet, denn unsere Kirche stellt gewissermaßen die Schnittstelle zwischen barocken Dekorgesteinen aus Zentralböhmen und solchen aus dem ehemaligen Markgraftum Brandenburg-Bayreuth und sogar Thüringens, dem ehemaligen Fürstentum Reuß dar.

In Absprache und mit Unterstützung der Denkmalschutzbehörden der Tschechischen Republik konnten wir ein Konzept entwickeln, das darauf ausgelegt war, bei minimal-invasivem Eingriff in die Denkmalsubstanz eine Restaurierung vorzunehmen, die auf die barocke Wirkung der Steinoberflächen hinsichtlich Glanz und Farbigkeit



zielen sollte. Bereits erste Versuche zeigten uns, welche Pracht hinter dem Staub und unter den dunklen Gips- und Ruß-Krusten verborgen lag.

So konnte nicht nur unser Hauptaltar in großartiger Weise durch das Team um Helena Jahodová restauriert werden, es kam auch zu einem großen Wissenszuwachs bezüglich der Herkunft der Kalksteine und ihrer Verarbeitung sowie der Gesamtkonstruktion des Altars.

Die Restaurierung der künstlerisch wertvollen, zahlreichen vergoldeten Holzstatuen Ignaz Franz Platzers auf dem Altar konnte durch eine Patenschafts- und Spendenaktion seitens des Vereins der Freunde von Stift Tepl begonnen werden. Inzwischen ist die Mehrheit der Objekte restauriert und wir sind zuversichtlich, das Projekt in den nächsten Jahren fertigzustellen. Ich bin überzeugt, dass dieses Projekt unseren Altar in einem Glanz erstrahlen lassen wird, der sich auf das gesamte Kloster, seine Konventmitglieder, aber auch auf die hoffentlich bald wieder zahlreich nach Teplá kommenden Besucher auswirken wird.

Allen Geldgebern und Mitwirkenden gilt mein Dank und der meiner Mitbrüder für die erfahrene Unterstützung.

Dem vorliegenden Band wünsche ich den verdienten Erfolg und uns allen viele neue Erkenntnisse durch die spannenden Ausführungen in so vielen Themenbereichen.

Filip Zdeněk Lobkowicz, O.Praem.
Abt der Kanonie der Prämonstratenser Teplá

Grenzüberschreitend, interdisziplinär und modellhaft: Kulturgüterschutz der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Abschlussbericht zum »Modellvorhaben zur Untersuchung von anthropogen-umweltbedingten Schadensursachen und Entwicklung von innovativen Restaurierungsmöglichkeiten an Objekten aus polierfähigen Karbonatgesteinen in Westböhmen (Tschechien) und Oberfranken (DBU-AZ 34330/01)«

Polierte Marmoroberflächen sind an vielen wertvollen Kulturgütern zu finden. Insbesondere im Barock und Klassizismus wurde eine Vielzahl von Kirchen und Schlössern durch sie in Szene gesetzt. Zum Einsatz kamen bunte Kalksteine wie kristalline Marmore, die sich durch einen besonderen Glanz auszeichneten und damit ein ideales Dekorelement für Ausstattung oder Säulen und Pfeiler waren. Der Hochaltar des Prämonstratenserklosters in Teplá, Tschechien, oder die Marmorsäle im Alten Schloss und im Sonnentempel des Neuen Schlosses in der Eremitage in Bayreuth sind dafür herausragende Beispiele aus der Mitte des 18. Jahrhunderts.

Doch durch anthropogene Umwelteinflüsse haben viele der prachtvollen Oberflächen ihren ursprünglichen Glanz und ihre Farbigkeit verloren. So finden sich vor allem in unmittelbarer Nähe zu Schwefeldioxidquellen wie Kohlekraftwerken vielerorts graufarbene Schleier auf den Objekten – dünne Gipsschichten, die sich durch kondensierte Feuchtigkeit in Kombination mit SO₂-Immissionen gebildet haben. Aber auch von Menschen eingebrachte Salze und Reinigungsmittel haben in der Vergangenheit die Gesteinsoberflächen negativ beeinflusst. Hierfür bedarf es Untersuchungen zur Klärung der Schadensmechanismen und Lösungen, die den originalen Oberflächenzustand wieder herstellen und langfristig sichern.

Mit der Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), die in ihrem Förderbereich »Umwelt und Kulturgüter« modellhafte Ansätze für einen nachhaltigen Kulturgüterschutz unterstützt, konnten diese Schadzusammenhänge erstmalig untersucht werden. Unter der Leitung des Lehrstuhls für Ingenieurgeologie der Technischen Universität München wurden innovative Restaurierungsansätze an ausgewählten Objekten aus sehr unterschiedlichen polierfähigen Karbonatgesteinen in Westböhmen und Oberfranken entwickelt.

Einerseits veranschaulicht das Projekt in ausgezeichneter Weise, wie in einem Naturraum und in einer stark entwickelten grenzüberschreitenden Industrieregion sowohl die Gemeinsamkeiten der Schadensursachen als auch die Entwicklung einer Strategie für die Restaurierung und Konservierung von Kulturgut durch die Förderung internationaler Projekte unterstützt werden können. Andererseits zeigt sich, wie wichtig die interdisziplinäre Herangehensweise bei komplexen Fragestellungen im Bereich der Kulturguterhaltung ist. Auch dafür stehen die Projekte der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Gerade in der Barockzeit entwickelten sich in ganz Mitteleuropa Techniken einer hochwertigen Steinbearbeitung. Böhmen als Teil der Habsburger Monarchie und das ehemalige Markgraftum Bayreuth waren Vorreiter in



der Bearbeitung von Marmoroberflächen und verfügten über entsprechend viele hochwertige Kunstwerke. Die in diesem Modellvorhaben erarbeiteten Grundlagen ermöglichen somit auch die Erhaltung weiterer Kulturgüter. Der Verbreitung der gewonnenen Kenntnisse dienen Publikationen von Forschungsprojekten wie diesem.

Die DBU bedankt sich herzlich bei allen Projektbeteiligten für die gelungene Zusammenarbeit. Ein besonderer Dank gilt dabei auch dem Verein der Freunde von Stift Tepl e.V., der Oberfrankenstiftung sowie der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Gärten und Seen, die neben der Technischen Universität München zum Gelingen des Vorhabens beigetragen haben.

Alexander Bonde
Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Gemeinsam Erbe erhalten und Trennendes überbrücken

Zu den Hauptanliegen der Freunde von Stift Tepl e.V. gehört die Aufgabe, gemeinsam unser Erbe zu erhalten und Trennendes zu verbinden. Für beide Bereiche, sowohl die Neu-Begegnung von Menschen, als auch bestehende bauliche Zeugnisse und gemeinsames Brauchtum und immaterielles kulturelles Erbe zu bewahren, setzen sich unsere Mitglieder und die Vorstandschaft seit der Gründung des Vereins im Jahr 1995 ein. Die Mittel unseres Vereins stammen größtenteils aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden von Einzelpersonen. Umso mehr freuen wir uns, dass getragen von vielen Schultern, bisher über 600 000 € in Projekte in und um Stift Tepl fließen konnten.

Bei der Vielzahl der vorausgegangenen Projekte, die überwiegend eine Wiederbelebung des Klosters und der Region unterstützen sollten, nimmt das im folgenden Bericht beschriebene Projekt eine besondere Stellung ein.

Das Stift Tepl, gelegen im Tepler Hochland unweit von Marienbad, ist seit jeher ein Ort mit besonderer Anziehungskraft. Das Herzstück eines Klosters ist die Klosterkirche und das Herzstück einer Klosterkirche ist der Hochaltar.

Dieser aus böhmischen polierten Kalksteinen errichtete Hochaltar der Kirche Mariä Verkündigung hatte über die Jahre an »Glanz« verloren. Im Bereich der Steinelemente des Altars waren vor allem schädliche Umwelteinflüsse und vernachlässigte Pflege in der kommunistischen Ära dafür verantwortlich. Aber auch die vergoldeten Sakralplastiken aus Holz hatten eine umfangreiche Restaurierung nötig.

Die Sanierung dieses Herzstücks der Kirche wurde im Jahr 2016 vom Verein beschlossen und im Jahr 2017 begonnen. Für die Steinteile des Altaraufbaus konnte ein Forschungsprojekt bei der DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) beantragt werden, mit dem auch ein Teil der Restaurierungsarbeiten finanziert werden konnte. Für die hölzerne, vergoldete Figurenwelt des Hochaltars jedoch gab es keine Fördermittel. Für die Figuren der Engel, Heiligen und für die Schmuckelemente aus Holz startete der Verein eine Patenschaftsaktion mit dem Ziel einer möglichst zeitnahen Restaurierung und Wiederanbringung der Figuren. Inzwischen sind die Arbeiten an den Steinobjekten abgeschlossen. Viele Engel und Heiligen haben ihre Paten schon gefunden – für weitere wird noch gesucht, damit der Altar wieder ein komplettes Glanzstück wird.

Einen bedeutenden Teil des Projektes bildet auch die Forschungsarbeit, die von Wissenschaftlern auf beiden Seiten der Staatsgrenze durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten werden in diesem Band vorgelegt. Das Projekt hat zum Beispiel bisher unbekannt Informationen über die barocke Umgestaltung der Tepler Stiftskirche ans Licht gebracht. Einiges können wir in diesem Buch auch über JOSEF LAUERMANN (Steinelemente) und IGNAZ FRANZ PLATZER (Skulpturen) erfahren. Diese beiden Persönlichkeiten gehören zu den führenden Künstlern des Spätbarocks in Böhmen. Sie haben in vielen



bedeutenden Kirchen, u.a. im Veitsdom in Prag, herausragende Kunstwerke geschaffen. Bisher wurde ihnen jedoch in der Literatur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

Natürlich lebt ein Verein wie unserer von der Außenwirkung sowie von den vorhandenen und hoffentlich neuen Mitgliedern. In den letzten eineinhalb Jahre waren unsere Möglichkeiten durch die Corona-Pandemie sehr erschwert und eingeschränkt, ganz zu schweigen von den besorgniserregenden Nachrichten aus verschiedenen Teilen unserer Länder. Gleichzeitig hat es sich gezeigt, wie schnell nicht nur die Kontrollen an den Staatsgrenzen eingeführt werden, sondern wie schnell die Staatsgrenzen sogar abgesperrt werden können. Aber wir konnten trotzdem, vor allem im Bereich dieses schönen Projektes Vieles erreichen und hoffen auf Zeiten, in denen wir wieder uneingeschränkt auch die direkte Begegnung zwischen den Menschen ermöglichen können.

Unser besonderer Dank gilt allen helfenden Händen, die an diesem Projekt geistig und handwerklich mitgearbeitet haben, vor allem Projektleiter Dr. GERHARD LEHRBERGER, Herrn Abt FILIP LOBKOWICZ und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Stift Tepl sowie Restauratorin HELENA JAHODOVÁ und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ganz herzlich möchten wir allen Spenderinnen uns Spendern unserer Patenschaftsaktion Vergelt's Gott sagen, den Mitgliedern für ihr Engagement, den unsichtbaren guten Geistern im Hintergrund und allen die uns moralisch durch Gebet und Zusprache unterstützen.

Wir sind froh, dass wir mit den Arbeiten an diesem Projekt nicht nur das 25. Jubiläum unserer Vereinsgründung, sondern auch das 900. Gründungsjubiläum des Prämonstratenser-Ordens feiern können.

Andrea Schmid und Petr Kalla
Vorsitzende des Vereins
der Freunde von Stift Tepl e.V.

Bayreuther Marmor – Glanz und Pracht in Schlössern und Monumentalbauten

Aufmerksamen Besuchern der Bayerischen Schlösser offenbart sich eine schier endlose Zahl an Objekten aus glänzenden Dekorgesteinen. Von Wandbekleidungen über Möbelplatten, Kamine bis hin zur markgräflichen Badewanne findet man die polierfähigen, polychromen Kalksteine und Marmore. Vor allem die barocken Schlösser in Bayreuth zeigen eine üppige Ausstattung mit Steinobjekten, die im ehemaligen Markgraftum Brandenburg-Bayreuth abgebaut und dann in den Marmorwerkstätten in Bayreuth und St. Georgen kunstvoll verarbeitet wurden. Bayreuther Marmore waren bekannt und begehrt und so finden sich auch in Sanspareil, in Ansbach und sogar in Potsdam Marmortischplatten aus Bayreuther Produktion.

Auch in den Königsschlössern in München und Oberbayern als auch in Denkmälern wie der Befreiungshalle in Kelheim trägt polierter Stein maßgeblich zur repräsentativen Raumwirkung bei. Umso verwunderlicher ist es, dass das Wissen zu ihrer Herkunft, den technischen Eigenschaften sowie Möglichkeiten und Grenzen der Restaurierung bis heute oftmals eher ein Schattendasein mit vielen Lücken führte.

Die in diesem Band vorgestellten Ergebnisse des grenzüberschreitenden und interdisziplinären Forschungsprojektes unter Leitung der TUM und Mitarbeit des Restaurierungszentrums der Bayerischen Schlösserverwaltung zeigen nun die vielfältigen Aspekte dieser kostbaren Werksteine. Mit der Erforschung soll einerseits eine Bestandsaufnahme von Steinobjekten erfolgen, andererseits soll die Fachwelt für das Thema sensibilisiert werden. Dankenswerterweise unterstützten die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Oberfrankenstiftung dieses Projekt großzügig.

Die beteiligten Wissenschaftler und Restauratoren konnten in mehrjähriger Arbeit die unterschiedlichsten thematischen Aspekte tiefgründig erforschen und dadurch Grundlagen zur Frage der Ansprache, Herkunft, Bearbeitung sowie Alterung und Restaurierung der Steinobjekte schaffen.

Ausgehend von konkreten Bauwerken und deren ganz eigener Fragestellung nimmt Bayreuth mit seiner historischen Bedeutung für die »Marmorbearbeitung« in Werkstätten am Hof und später in einer markgräflichen Marmorfabrik« im Zucht- und Arbeitshaus in St. Georgen bei Bayreuth einen besonderen Platz für die geowissenschaftliche und kunsttechnologische Forschung ein. Ein Schwerpunkt lag bei den Untersuchungen auf den Schlössern der Eremitage sowie dem Neues Schloss in Bayreuth, welche beide von der Bayerischen Schlösserverwaltung betreut werden.

Die Entstehung von repräsentativen Bauten, vor allem Raumkunstwerken weltlicher und kirchlicher Herrscher, ist eng mit der kunsttechnologischen Entwicklung sowie den verfügbaren Materialien verbunden. Materialität und Repräsentation bedingen einander.



Der Luxus, kostbare oder seltene Dekorgesteine für sich nutzen zu können, zeugt nicht nur vom Geschmack, sondern auch vom hohen Verständnis für die Materialität der Kunst bei den jeweiligen Bauherren. Andererseits spiegelt sich in der Auswahl der Steinsorten auch die Gesteinsmode der jeweiligen Epoche wider. Für uns als Schlösserverwaltung ist die Kenntnis der Materialien die Basis für den verantwortungsvollen Umgang mit den von uns betreuten Bau- und Kunstdenkmälern.

Ein hochwertiges Material zu erkennen – und seine Geschichte, seinen Seltenheitswert und die damit verbundenen kunsthistorischen Entwicklungslinien zu verstehen – erhöht das Bewusstsein für seine Wertigkeit sowie die tiefe Anerkennung für die handwerkliche und wirtschaftliche Leistung vergangener Generationen. All diese Aspekte werden im vorliegenden Projekt berücksichtigt und geben uns somit auch einen Leitfaden für das weitere Vorgehen bei Restaurierungsmaßnahmen.

Bernd Schreiber
Präsident der Bayerischen Schlösserverwaltung

1. Glanz und bunte Vielfalt: Ergebnisse und Durchführung des Projektes

Gerhard Lehrberger, Margreta Sonnenwald und Kurosch Thuro

Seit der Antike schätzen die Menschen polierte und bunte Natursteinoberflächen als Dekorelemente in weltlichen wie sakralen Gebäuden. In Griechenland und Italien wurden bereits in der Antike dünn geschliffene und polierte bunte Steinplatten zur Verkleidung des Mauerwerks verwendet. Diese Tradition der polierten Dekorsteinplatten wurde in Byzanz und davon ausgehend während der italienischen Renaissance weitergeführt. Mit zum Teil wiederaufgearbeiteten Platten wurden Kirchenböden und Wandflächen geschmückt, wie beispielsweise im Petersdom in Rom. Dabei wurden neben den vielfarbigen Kalksteinen auch die weitverbreiteten Marmore genutzt, aber auch Porphyre und granitische Gesteine.

Nördlich der Alpen waren es nach eher zögerlichen Anfängen während der Renaissance vor allem die Bauten des Barock, in denen bunte, polierfähige Kalksteine vielfache Verwendung fanden. Diese wurden zusammen mit den metamorphen Karbonatgesteinen, also den Marmoren i.e.S. als Marmore bezeichnet. Auf den Dualismus zwischen dem petrographischen und gesteintechnischen Begriff Marmor gehen SIEDEL & LEHRBERGER (2021, in diesem Bd., S. 29–36) ein, SNETHLAGE (2021, in diesem Bd., S. 241–249) erläutert die Metamorphose vom Kalkstein zum Marmor.

Da die Natursteinvorkommen den Bedarf für die zahlreichen Kirchenbauten nicht decken konnten, bzw. die Kosten zu hoch waren, wurden mit Stuckmarmor und Fassungen von Mauerwerk und Holz die polierfähigen polychromen Gesteine imitiert. Dabei waren oft die reellen Natursteine Vorbilder für die Gestaltung. Weitere Höhepunkte erlebte die Verwendung polierter Steinoberflächen



Abb. 1-2: Der Innenraum des Sonnentempels im Neuen Schloss der Eremitage in Bayreuth ist mit rotem Kalkstein von Horwagan und grauem Kalkstein vom Eichelberg in Bayreuth bekleidet und vermittelt einen guten Eindruck der barocken Marmorsäle. Der Fußboden ist ebenfalls mit polierten Kalksteinen aus dem Markgratrum Bayreuth belegt. Foto: G.L.



Abb. 1-1: Barocke Kanzel in der Klosterkirche von Strahov aus der Werkstätte der Gebrüder LAUERMANN in Prag. Der untere Teil besteht aus polierfähigen Kalksteinen und Marmoren aus dem Barrandium und dem Sázava-Tal. Foto: GERHARD LEHRBERGER (G.L.).

in der Architektur des Klassizismus und dann zuletzt des Historismus.

Beispiele für die umfangreiche Verwendung von polierten bunten Karbonatgesteinen lassen sich in Mitteleuropa einerseits in den barocken Kirchen (Abb. 1-1) und andererseits in den Schlössern der weltlichen Herrscher finden. Zum einen wird damit an eine jahrhundertalte Ausstattungstradition der Herrscherelite angeknüpft, zum anderen die natürlichen Ressourcen eines Herrschaftsgebiets öffentlich zur Schau gestellt.

An einer großen Zahl von Objekten der Innenraumausstattung, wandfest wie mobil, ist man mit der Problematik des Mattwerdens der Oberflächen als Folge der Einwirkung von anthropogen umweltbedingten Schäden konfrontiert. Nur an wenigen Stellen, die über lange Zeit

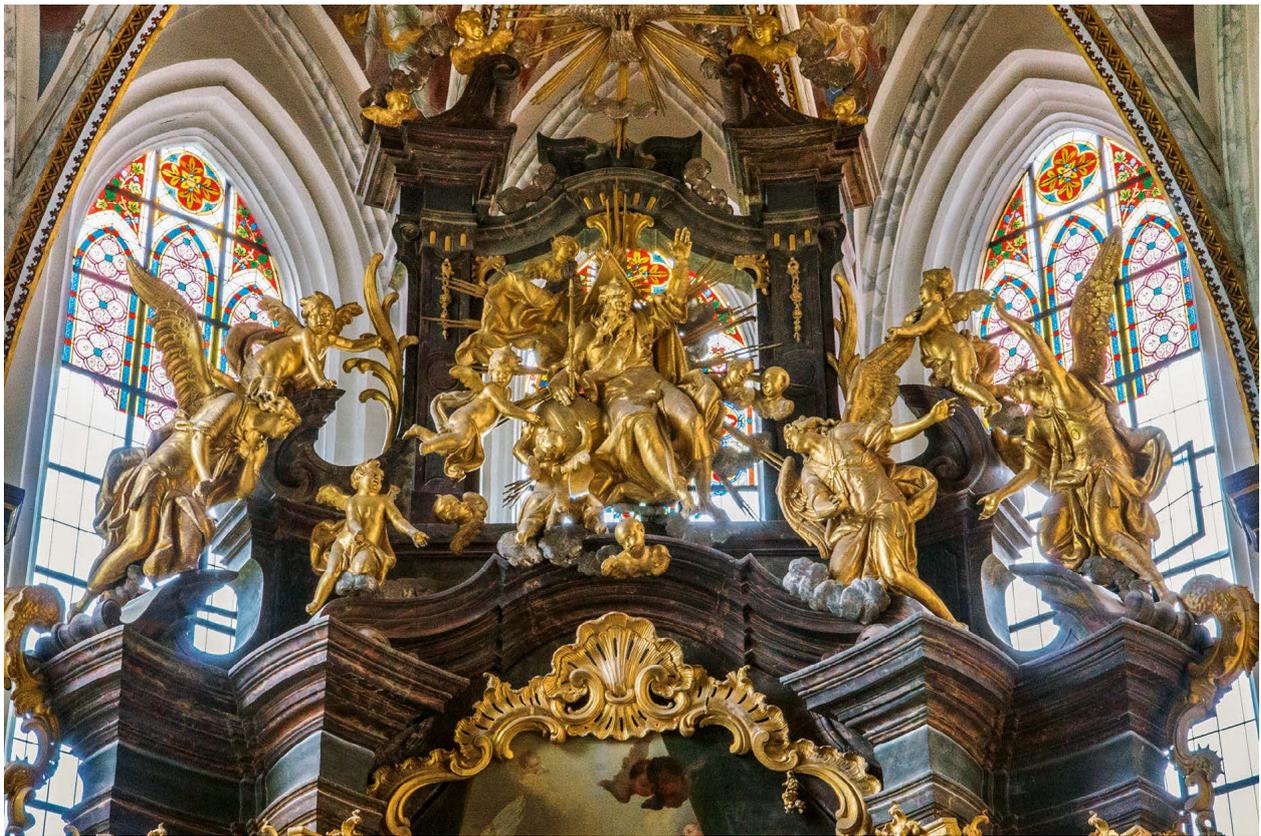


Abb. 1-3: Der obere Teil des Hochaltars der Klosterkirche von Teplá mit dunklen, matten Oberflächen. Dahinter verbergen sich bunte, hochglänzend verarbeitete Kalksteinoberflächen. Zustand im Jahr 2016 vor der Restaurierung. Foto: G.L.

beispielsweise durch Holzdekor abgedeckt waren, ist der ursprüngliche intensive Glanz und eine starke Farbwirkung erhalten geblieben. Dadurch ist zu erahnen, wie Altäre, Wandverkleidungen und Dekor- sowie Gebrauchsgegenstände im Barock ausgesehen haben. Der Verlust der Politur ist als ein Schaden an diesen Kunstwerken zu verstehen, der den Eindruck, den wir heute von dem Zeitalter haben, verfälscht.

Der Einsatz dieser Gesteine kann nicht ohne ihre spezifische Eigenschaft durch Politur Glanz und intensive Farbe anzunehmen, verstanden werden. Die Technik des Polierens, mit der Hand oder an Maschinen, konnte in diesem Projekt ansatzweise recherchiert werden, vieles liegt aber auch noch im Dunklen. Entweder handelte es sich um Alltagswissen, was keiner Verschriftlichung bedurfte oder es wurden aus geschäftlichen Gründen nicht preisgegeben.

Um die Prozesse der Verwitterung zu verstehen und um Restaurierungs-, bzw. Konservierungskonzepte zu erstellen, wurden die Projektanträge bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, bei der Oberfrankenstiftung sowie bei den Freunden von Stift Tepl e.V. unter Einbeziehung von Fachleuten sowohl aus der Natur-, als auch der Restaurierungswissenschaft sowie des steintechnischen Handwerks gestellt. Unter anderem waren folgende Institutionen, Firmen und Personen beteiligt: der Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der Technischen Universität München (Antragsteller), die Kanonie Premonstratú Teplá, die Akademische Bildhauerin und Restauratorin HELENA JAHODOVÁ, die Staatliche Verwaltung der Bayerischen Schlösser, Gärten und Seen, das Staatsarchiv Plzen in Cheb, das Labor DREWELLO & WEISSMANN, Bamberg, das Labor KÖHLER, Potsdam, die Firma SEBALD Schleifmittel, Marktredwitz, Prof. Dr. ROLF SNETHLAGE und Prof. Dr. HEINER SIEDEL (Technische Universität Dresden).

1.1 Anlass des Projektes

Dem Hochaltar der Klosterkirche von Teplá in Böhmen kommt für die Initiierung des Projekts eine zentrale Rolle zu. Er fiel bereits bei den natur- und konservierungswissenschaftlichen Untersuchungen zweier Vorgängerprojekte zu den Werkstücken aus Trachyt und den Barrois-Oolithen im Kloster Teplá auf. (LEHRBERGER & GILLHUBER: 2007: 49; LEHRBERGER et al. 2007: 82f.; LEHRBERGER & VON PLEHWE-LEISEN 2017).

Bei den damaligen Projekten lag die Aufmerksamkeit auf der Herkunft und den spezifischen Verwitterungserscheinungen der jeweiligen Gesteine. Aus dieser Perspektive wiesen auch die Gesteine des Hochaltars in der Stiftskirche Besonderheiten auf. Sie kommen nicht aus lokalem Vorkommen, sondern aus dem zentralböhmischem Gebiet in der Umgebung von Prag. Ihr zu dem Zeitpunkt mattes, teilweise sogar schwarzes Erscheinungsbild

(Abb. 1-3) verschleierte die Tatsache, dass der barocke Altar, entsprechend seiner Entstehungszeit um 1750, in satten Farben stark gegläntzt haben muss. Vor allem Vergleiche mit ähnlichen Altären des verantwortlichen Bildhauers JOSEF LAUERMANN in Prager Kirchen machten deutlich, welche starke Veränderungen im Laufe der Zeit eingetreten waren. Bei der Betrachtung des Altarraums fielen weitere nicht-heimische Gesteine ins Auge. Ein Teil dieser Bodenplatten und Treppenstufen kommt aus dem westlich von Teplá gelegenen heutigen Oberfranken bzw. aus Thüringen.

Der Versuch, diesen durch die Steine vorgegebenen historischen Zusammenhang wiederherzustellen, ließ den Projektleiter GERHARD LEHRBERGER auf eine Schrift aus dem Jahre 1787 aufmerksam werden. Hierin hat der Begründer der Geologie und Mineralogie in Bayern, MATHIAS VON FLURL, in einem Reisebericht über die vorbildliche Einrichtung einer Marmorfabrik in einem Zucht- und Arbeitshaus in St. Georgen bei Bayreuth berichtet. Dort wurde überwiegend im Frankenwald und Fichtelgebirge abgebautes Material bearbeitet. Diese vorwiegend karbonatischen Gesteine sind, wie die in Teplá am Altar eingesetzten, poliert worden, wodurch ihre auffällige Farbigkeit und Musterung zum Vorschein kam. Sie wurden in den Residenzen der Markgrafen von Brandenburg-Bayreuth, das Teil des heutigen bayerischen Regierungsbezirks Oberfranken ist, für Raumausstattungen eingesetzt. Vor Ort fiel auf, dass auch hier die Gesteinsoberflächen matt geworden und somit Glanz und Farbigkeit verloren gegangen waren.

Das die beiden Regionen verbindende Moment ist nicht nur der Einsatz von polierfähigen polychromen Karbonatgesteinen zur Ausstattung von sakralen bzw. fürstlichen Bauten, sondern es sind auch die Schäden an den Gesteinsoberflächen. Diese, so vermutete man, gehen auf eine anthropogen-umweltbedingte Ursache zurück. Das können die erhöhte Konzentration von Schadstoffen in der Raumluft sein, die an den Objekten kondensieren.

Beide Untersuchungsgebiete liegen im Einflussbereich der Industrieregion des Egertals in Tschechiens, wo über lange Zeit vor allem die Braunkohleindustrie weitgehend ohne Filterung von Abgasen tätig war. Auch die aufsteigende Feuchtigkeit aus schadstoffbelasteten Böden oder ungeeignete Schutz- und Reinigungsmittel kamen als Schadensursache in Frage. Zusätzlich verursachen auch die Besucher der Kirchen und Schlösser Schäden durch Feuchteintrag, Berührung der Steinoberflächen, aber auch den Ruß der Opferkerzen.

Grundsätzlich war die Frage zu klären, was die bauzeitlichen Originaloberflächen geschädigt hat und ob mit einer Restaurierung das barocke Erscheinungsbild wieder freigelegt und erhalten werden könnte. Zusammen mit dem Wissen um die Herkunft der Gesteine und den Einsatz von Werkzeugen, Maschinen sowie Poliermitteln zum Erzeugen des Glanzes, war es das Ziel der Antragsteller, ein Konzept für eine Wiederherstellung der ursprünglichen Oberflächenwirkung möglichst ohne die Verwendung von chemischen Substanzen zu entwickeln. In Absprache mit der Kanonie von Teplá und den tschechischen Denkmalschutzbehörden diente der Hochaltar der Kirche Mariä Verkündigung als Pilotobjekt für ein modellhaftes, diesen Ansprüchen genügendes Restaurierungsprojekt.

Zum Ende des Projekts hat sich gezeigt, dass es Möglichkeiten einer minimalinvasiven, aber doch hinsichtlich Glanz und Farbigkeit wirksamen Restaurierung gibt. Somit können qualifizierte Restaurierungskonzepte entwickelt und aufgrund der in diesem Projekt erzielten praktischen Erfahrungen auch auf polierfähige polychrome Karbonatgesteine (PPK) anderer Epochen und Regionen angewendet werden.

Mit dem Projektabschluss liegen zudem erstmals sowohl Erkenntnisse über polychrome polierfähige Bausteine aus Bayern, Böhmen, Thüringen und Sachsen, als auch über ihre spezifischen Verwitterungsformen und die Steinbearbeitung im 18. Jahrhundert vor.

1.2 Ergebnisse des Projektes

Das Projekt spannt mit seinen vielfältigen thematischen und geographischen Facetten einen weiten Bogen. Die bearbeiteten Themen umfassen die Geologie der Vorkommen polierfähiger Kalksteine im heutigen Oberfranken, Böhmen, Thüringen und Sachsen. Durch eine intensive Recherche zu den Steinbrüchen der polierfähigen und auch tatsächlich verwendeten Gesteine kann eine Übersicht gegeben werden, wie sie bisher in der Literatur nicht existiert.

Die Recherche von erschlossenen Werksteinlagen, deren spezifische Eigenschaften, Aspekte des Transports und der Verwendung in Mitteleuropa, die Untersuchung ausgewählter Pilotobjekte mit einer Charakterisierung ihrer typischen Verwitterungsformen, die Entwicklung von Technologien zur Reinigung und Erhaltung sowie die praktische Restaurierung und Konservierung von Pilotobjekten sind Inhalte des durchgeführten Forschungsprojektes.

In vielen Bereichen haben sich zusätzliche Forschungsansätze ergeben und die Untersuchungen gingen wegen der geweckten Neugier der beteiligten Forscher oft weit über den geplanten Rahmen hinaus. Insgesamt wur-

den viele völlig neue Erkenntnisse gewonnen. Vor allem bezüglich der grundsätzlichen Fragen der Verwitterung konnte gezeigt werden, dass das Stumpfwerden der Steinoberflächen in Innenräumen häufig mit feinstkristallinen Belägen, überwiegend von Gips, verursacht wird.

Aus den Erkenntnissen der naturwissenschaftlichen Untersuchungen an den Verwitterungsbildungen konnte dann in Absprache mit der Denkmalpflege in Tschechien ein Konzept für eine schonende Reinigung und Politur entwickelt werden, so dass modellhaft gezeigt werden kann, wie man mit barocken Oberflächen umgehen kann, um die ursprüngliche Wirkung wiederherzustellen. In der eigentlichen Schlussphase des Projektes waren viele Arbeiten durch die Einschränkungen durch die Coronapandemie schwierig oder nicht möglich. Trotzdem konnten die Projektziele erreicht werden.

Welche weitreichende Bedeutung die Kenntnis der Gesteinsvorkommen, der Verarbeitung, der Verwitterung und der Konservierung haben, zeigt die sowohl zeitliche wie räumliche Verbreitung von Objekten aus polychromen polierfähigen Karbonatgesteinen.

1.2.1 Recherche der Gesteinsvorkommen und Abbaustellen von polierfähigen Kalksteinen und Marmoren

Nur feinkörniges, porenfreies Gestein taugt zur Politur, wovon es sowohl in Böhmen wie in Bayern große Vorkommen gibt. Die polierfähigen polychromen Karbonatgesteine wurden in Mengen abgebaut und als großformatige Werkstücke an Altären oder als Wandverkleidungen eingesetzt. Gesteine, die häufig auf Grund der geologischen Situation nur in beschränktem Umfang verfügbar waren, wurden als Dekorelement oder Verblendung dahinterliegender Bauelemente aus nicht polierfähigen Werksteinen oder Ziegeln genutzt. Die Suche nach den Vorkommen der polierfähigen Gesteine ist die Grundlage für das Verständnis barocker Steinobjekte, deren Provenienz und ihrer Restaurierung (Abb. 1-4).

Viele dieser Gesteine sind aus überlieferten Beschreibungen des 18. und 19. Jahrhunderts, in Bayern und Thüringen auch aus historischen Musterplättchen-Sammlungen, bekannt. Gerade die »Marmorsammlungen« stellen eine bedeutende Quelle für die Herkunft der Gesteine barocker Raumausstattungen dar. Es gibt sowohl Sammlungen, die Musterplatten aus der Marmorfabrik des Zucht- und Arbeitshauses St. Georgen in Bayreuth enthalten, als auch eine umfangreiche und intakte Sammlung von PAUL DANIEL LONGOLIUS in Hof (vgl. MEIER et al. 2021, in diesem Bd., S. 95–114). Die Gesteine beider Sammlungen sind durch publizierte historische Beschreibungen und anhand der historischen Kartenbestände den Steinbrüchen zuordenbar. Als Besonderheit konnte im Laufe der



Abb. 1-4: An der Steinbruchwand von Horwagen bei Naila wird deutlich, wie komplex die Gesteinstexturen sein können. Das erschwert die Zuordnung von Objekten zu bestimmten Rohstoffvorkommen. Bildbreite: ca. 5 m. Foto: G.L.

Recherchen auch eine Mosaiktischplatte in der Residenz Ansbach gefunden werden, die einen Großteil der bekannten polierfähigen Kalksteine aus dem Markgraftum Brandenburg-Bayreuth (DIPPOLD 2020) enthält (Abb. 1-5).

So konnten im Laufe des Projekts so gut wie alle Steinbrüche lokalisiert und damit die Herkunft der Gesteine in den Sammlungen geklärt werden. Diese stellen das Vergleichsmaterial für die Zuweisung von polierten Steinobjekten zu bestimmten Rohstoffquellen dar. Ohne die historische Recherche wären viele Steinbrüche nicht mehr auffindbar gewesen, denn die alten Brüche sind durch Verfüllung kaum noch im Gelände erkennbar oder



Abb. 1-5: Bunte Vielfalt an polierfähigen Kalksteinen aus dem Markgraftum Bayreuth. Ausschnitt aus der Mosaiktischplatte in der Residenz Ansbach. Bildbreite: ca. 50 cm. Foto: G.L.

die nutzbaren Lagen sind längst abgebaut. Auch liegen oft große jüngere Steinbrüche über zwei oder drei ursprünglich separaten Abbaustellen der Barockzeit.

Leider konnten solche oben genannten Marmorsammlungen in Böhmen bisher nicht nachgewiesen werden, sollten aber grundsätzlich vorhanden sein bzw. gewesen sein. Auch in den ersten illustrierten Büchern über Marmor aus dem 18. Jahrhundert tauchen immer die Bayreuther Marmore auf, während die böhmischen Gesteine keine Rolle spielen. Das ist verwunderlich, da die »Marmor«-Regionen wirtschaftlich und kulturell verknüpft waren.

Wie die untersuchten Objekte sowohl im Markgraftum Bayreuth als auch in Kirchen in Prag und Westböhmen zeigen, haben die jeweiligen Werkstätten zwar regionales Gestein verwendet, aber in der Klosterkirche von Teplá kommt es zu einem Aufeinandertreffen beider »Gesteinsprovinzen«. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Materialien über die Grenzen hinweg Verwendung fanden, oft bedingt durch die Tatsache, dass die Steinmetze und Bildhauer auch Aufträge in den jeweils benachbarten weltlichen wie geistlichen Herrschaftsgebieten übernahmen und somit ihre Materialien mitbrachten. Dies mag auch darin begründet liegen, dass es wohl nur eine geringe Zahl an hochqualifizierten »Marmorpolierern« gab, die noch dazu große Werkstätten mit zahlreichen Mitarbeitern benötigten, um Großaufträge wie Altäre anzunehmen.

Während die polierfähigen Kalksteine in den fränkischen Gebieten über einen Zeitraum vom Silur bis zum Jura gebildet wurden (vgl. MEIER & LEHRBERGER 2021, in diesem Bd., S. 51–94), entstanden die Kalksteine in der Prager Gegend überwiegend im Silur und dem angrenzenden Unterdevon (vgl. LEHRBERGER & ŠVEC 2021, in diesem Bd., S. 37–50). Lediglich die Marmore in beiden Gebieten wurden aus älteren, möglicherweise proterozoischen bzw. kambrischen Kalksteinen gebildet.

In der Umgebung von Prag war in der Barockzeit eine große Zahl an Steinbrüchen in Betrieb. Die für eine farbige Gestaltung beliebten roten Kalksteine sind in der geologischen Einheit des Barrandiums reichlich vorhanden gewesen. Außerdem gab es schwarze und graue Kalksteinvarietäten, die das Spektrum abrundeten. Schließlich fanden noch ganz besonders dekorative fossilführende dunkle Kalksteine und metamorphe grau-weiße Marmore mit interessanten Faltenstrukturen sowie Brekzien Verwendung.

Neben den Gesteinsvorkommen in Tschechien und in Bayern wurden auch die polierfähigen Gesteine in Thüringen und in Sachsen betrachtet, um einen Überblick über das Spektrum der verfügbaren Materialien im 18. Jahrhundert zu gewinnen (vgl. LEHRBERGER et al. 2021, in diesem Bd., S. 295–306 und SIEDEL 2021, in diesem Bd., S. 307–321). Hier konnten ähnliche geologische Verhältnisse wie für Franken und Böhmen festgestellt werden.

Insgesamt zeigt sich, dass in jedem Gebiet mit den jeweiligen Rohsteinvorkommen und durch die darin angelegten Abbaue ein breites Farb- und Texturspektrum abgedeckt ist. Somit gibt es ähnliche Gestaltungsmuster in sakralen wie weltlichen Gebäuden, obwohl die Gesteinsquellen grundsätzlich unterschiedlich sind.

Der sog. Altdorfer Kalkstein, dem eine zusammenfassende Darstellung in diesem Band gewidmet ist, hat nicht nur aufgrund seines singulären Vorkommens und seiner Textur, sondern auch wegen seiner besonderen Verbreitungsgeschichte eine Sonderstellung (LEHRBERGER et al. 2021, in diesem Bd., S. 250–294). Er zählt i.w.S. zu den »Bayreuther Marmoren«, weil er vermutlich auch

in Bayreuth verarbeitet wurde und in den Gebäuden der Markgrafen häufig Verwendung gefunden hat.

1.2.2 Gewinnung und Verarbeitung der Gesteine bis zur Politur

Ein Ziel des Projektes war es, die Wege von der Gewinnung des Natursteins bis hin zum fertigen Architektur- oder Kunstobjekt zu beleuchten. Hierbei helfen sowohl Beschreibungen in lexikalischen Werken, Reiseberichte, naturkundliche und bergamts- bzw. verwaltungstechnische Aufzeichnungen sowie Abbildungen (vgl. SONNENWALD & LEHRBERGER 2021, in diesem Bd., S. 115–126 und SONNENWALD, in diesem Bd., S. 127–139).

Die Gewinnung im Steinbruch erfolgte häufig entlang von natürlichen Trennflächen wie den Schichtflächen und Klüften (Abb. 1-6). Die Zerteilung größerer Blöcke ohne Trennflächen erfolgte durch flache, mit Spitzmeißeln geschlagenen Einkerbungen, in die Spaltkeile eingesetzt wurden. Wegen der in vielen barockzeitlichen Steinbrüchen erfolgten Nutzung bis ins 19. und frühe 20. Jahrhundert sind diese frühen Abbauspuren kaum sichtbar.

Von den Steinbrüchen musste der Transport der Steinblöcke wohl überwiegend mit schweren Karren oder im Winter auch mit Schlitten erfolgen. Selten ist ein Schiffs-transport möglich und auch nachweisbar, wie es beim Altar des Klosters Marienstern der Fall ist. Hier wurde im Vertrag festgelegt, dass die fertig bearbeiteten Steine auf Risiko des Bildhauers LAUERMANNS von Prag über die Moldau und die Elbe bis nach Pirna erfolgen sollte. Von Pirna bis Marienstern blieb dann kein anderer Weg als der Landtransport mit vielspännig gezogenen schweren Wägen. Von Prag nach Teplá musste der Transport hingegen wohl vollständig über den Landweg erfolgen, wobei Böhmen vermutlich ein gut ausgebautes Netz befestigter Straßen hatte.

Der Transport aus dem Frankenwald und dem Fichtelgebirge zur einzigen Marmorproduktionsstätte des Markgraftums in Bayreuth war nur auf dem Landweg möglich,



Abb. 1-6: Steinbruch in polierfähigen Kalksteinen von Sainte-Anne bei Charleroi in Belgien. Das Fürstenpaar wird vom Steinbruchmeister empfangen. Ähnlich muss man sich wohl das Geschehen in den Steinbrüchen des Markgraftums Bayreuth vorstellen. Im Hintergrund werden die Rohblöcke bearbeitet und für den Transport vorbereitet. Quelle: Ölgemälde auf Holz, LÉONARD DEFRANCE (1791), mit frdl. Genehmigung, Musée Marmottan Monet, Paris, Inv.-Nr. 690.



Abb. 1-7: Marmorbearbeitung und typische Marmorobjekte wie eine Tischplatte und Teile eines Altars im Zucht- und Arbeitshaus von St. Georgen bei Bayreuth. Ausschnitt aus der Titelvignette des Plans der Marmorfabrik von A. RIEDEL (1750).

da es dorthin keine nutzbare Flussverbindung gibt. Diese Beschreibungen der Transportwege sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Transport in den Archivalien unterrepräsentiert ist. Möglicherweise wurde er durch »Hand- und Spanndienste« geleistet, über die keine Abrechnungen vorliegen.

Die Rohblöcke wurden zu transportierbaren und verarbeitungsfähigen Quadern gehauen und daraus Bauteile für Altäre, Wandverkleidungen und Kamine gewonnen oder zu Taufsteinen, Tischplatten und kunsthandwerklichen Objekten wie Tabatieren und Urnen verarbeitet (Abb. 1-7). Dafür wurden sie zu entsprechend großen Werkstücken zerteilt, wobei das Trennschleifen einer bedeutenden Rolle zukam. Im Zucht- und Arbeitshaus St. Georgen, das ab 1734 eine Marmorfabrik betrieb, gab es im Innenhof die sog. Schneidhütte, in der eine Gestellsäge zum Trennen der Gesteinsblöcke verwendet wurde. Die handwerklichen Prozesse der Steinbearbeitung erfahren im 18. Jahrhundert eine zunehmende Mechanisierung, sodass vielerorts sog. Schneidmühlen oder Schleifmühlen für die Steinbearbeitung eingerichtet wurden – so auch für die Marmorfabrik St. Georgen im nördlich davon gelegenen Naila. Somit konnte auch der schwierige Transport von großen Blöcken vermieden werden. Hier wurden die Kalksteinblöcke in Platten geschnitten, um den Transport



Abb. 1-8: Reste von Polierrot auf der Rückseite einer barocken Konsoltischplatte zeugen von der Verwendung des Eisenoxids als hauptsächliches Poliermittel. Foto: G. L.

ohnehin nicht zu nutzbarer Randpartien oder risshaltiger Blöcke zu vermeiden.

Die Marmorfabrik hat von Beginn an Maschinen betrieben, um rotationssymmetrische Objekte, wie Dosen oder Baluster, aber auch Säulen für Altäre zu drehen. In diesem Fall wurden die Maschinen nicht durch Wasser angetrieben wie in Naila, sondern durch die Insassen des Gefängnisses in St. Georgen. Diese haben schließlich auch die Steine geschliffen und poliert. Für das Schleifen, also das Beseitigen der steinmetzmäßig oder durch das Trennen verbliebenen Unebenheiten wurden Quarzsande eingesetzt. Für die Politur der »Marmore« gibt es in den Quellenschriften des 18. Jahrhunderts viele Rezepte, beispielsweise Tripelpulver oder Zinnasche. Erstaunlicherweise konnten an den im Projekt untersuchten Objekten häufig Polierrot, ein Eisenoxidpulver, gefunden werden, das laut den schriftlichen Quellen in der Metall- und Schmucksteinbranche seinen ursprünglichen Einsatz hatte, aber auch bei der Steinbearbeitung eingesetzt wurde (Abb. 1-8).

Polierversuche an Musterplatten konnten zeigen, dass neben dem Poliermittel vor allem die Gefügedichte des Gesteins einen maßgeblichen Einfluss auf die Polierbarkeit der Oberfläche hat (PRIEB & PLONER 2021, in diesem Bd., S. 322–334).

1.2.3 Bedeutung eigener Steinbrüche für die weltlichen und geistlichen Fürsten

Eigene Rohstoffquellen waren für das Selbstbewusstsein der adeligen und geistlichen Fürsten in der Barockzeit von größter Bedeutung. Gerade in Böhmen lässt sich feststellen, dass sowohl die Schlösser, als auch Kirchen, vor allem diejenigen der großen Orden, üppig mit Naturstein ausgestattet wurden.

Der Orden der Kreuzherren mit dem Stern, die ihr Stammkloster an der Karlsbrücke auf der Altstadt-Seite in Prag hatten, waren u. a. im Besitz des Steinbruchs Cíkanka bei Radotín südlich von Prag. Sie statteten nicht nur ihre eigene Kirche St. Franziskus in Prag fast vollständig mit rotem »Marmor« aus (vgl. LEHRBERGER & ŠVEC 2021, in diesem Bd., S. 37–50), sondern belieferten auch andere Orden, wie die Prämonstratenser von Strahov. Die Altäre der Klosterkirche von Strahov bestehen alle aus diesen bunten, polierten Kalksteinen und Marmoren, die von den besten Meistern der Marmorpolitur in der Mitte des 18. Jahrhunderts, nämlich den Gebrüdern LAUERMANN in Prag geschaffen wurden (vgl. Abb. 1-1). Die Kirchenräume waren mit Sicherheit als die Gegenstücke zu den »Marmorsälen« der Schlösser zu verstehen (vgl. Abb. 1-2).

Die weltlichen wie geistlichen Herrscher nutzten ihre eigene Marmorproduktion für repräsentative Zwecke, und die Steinbruchmeister und Meister in den Marmorhütten waren sicher angesehene Untertanen. Die Bedeutung des Marmors für die Markgrafen von Brandenburg-Bayreuth wird an der Ausstattung der Ordenskirche in St. Georgen (Abb. 1-9), dem Neuen Schloss in der Stadt Bayreuth sowie im Alten und Neuen Schloss der Eremitage deutlich (LEHRBERGER et al. 2021, in diesem Bd., S. 215–233). Hier haben sich vor allem Markgraf GEORG WILHELM und später Markgräfin WILHELMINE als besondere Kenner der einheimischen »Bayreuther Marmore« ausgezeichnet.

1.2.4 Verwitterungsphänomene der polierten Oberflächen

Polierte Oberflächen von Kalksteinen und Marmoren haben im Gegensatz zu bruchrauen, bossierten oder anderweitig steinmetzmäßig bearbeiteten Flächen eine geringere reaktive, spezifische Oberfläche für schädigende Substanzen. Dennoch verwittern sie im Freien sehr schnell. Grund ist die durch Regenwasser verursachte Kalklösung, die eine Mikroverkarstung verursacht. Dabei raut die Oberfläche auf und enthaltene Pigmente werden gebleicht oder ausgewaschen.

In Innenräumen beobachtet man allerdings ebenso ein Mattwerden der ursprünglich polierten Oberflächen. Für dieses Phänomen kommen einerseits aufsteigende Bodenfeuchte und Salzausblühungen in Frage. Andererseits tritt aber auch eine Kondensation von warmer Sommerluft an den kalten Steinoberflächen auf, wodurch reaktive Wasserfilme auf den Steinoberflächen entstehen können, die ebenfalls eine Mikroverkarstung auslösen. In Bereichen der Objekte weit über Bodenniveau finden sich aber auch ganz andere Schadensursachen.

Gerade in Westböhmen ist bekannt, dass die schwefelsauren Abgase der Braunkohle-verarbeitenden Industrie im Egerland große Schäden verursachen können (vgl. LEHRBERGER & GILLHUBER: 2007: 49; LEHRBERGER et al. 2007: 82f.; LEHRBERGER & VON PLEHWE-LEISEN 2017). Gleiches wurde dort für die polierfähigen polychromen Karbonatgesteine, die das Hauptmaterial der barocken Kirchengestaltung bilden, nachgewiesen (vgl. LEHRBERGER et al. 2021, in diesem Bd., S. 171–188). Die heute als matt wahrgenommenen Oberflächen haben alle eine unterschiedlich dick aufgewachsene Gipsschicht, in die Staub und Ruß eingebunden sind und/oder aufliegen (Abb. 1-10). Es konnten auch Staubpartikel nachgewiesen werden, die nicht aus direkter Umgebung des Altars, sondern von den auf der Tepler Hochebene liegenden landwirtschaftlichen Flächen oder aus weiter entfernt liegenden Industrieanlagen und Kraftwerken stammen.

Die Ursache für die Schäden an den polierten Stein-oberflächen liegt im Kontakt der Gesteinsoberfläche mit Schwefelionen aus der Umgebungsluft – ein im Außenbereich oft beobachtetes Phänomen. Dass auch Gesteins-oberflächen im Inneren, zumal polierte, davon beeinträchtigt werden können, wird hier erstmals ausführlicher dargestellt. Zum einen hat das mit undichten Gebäudehüllen, beispielsweise zerbrochene Glasscheiben, oder der Lagerung in Depots mit ungeeigneten Raumluftverhältnissen zu tun.

Häufig wurden daher im Laufe der Zeit Wachse oder synthetische Polymere (im 20. Jh.) eingesetzt, um sowohl die Farbtiefe und den Glanz der Gesteinsoberflächen wiederherzustellen. Beides ist für eine »originale« Wirkung essenziell, da »Marmore«, wie alle in diesem Band erwähnten polierfähigen Karbonatgesteine im 18. Jahrhundert genannt wurden, Glanz als wesentliches Merkmal aufwiesen (SONNENWALD 2021: 203–213). Allerdings unterliegen diese organischen Überzüge einer Alterung, sodass auch hier der Glanz verschwindet – eine weitere Ursache für ein stumpfes Erscheinungsbild.

Eine Kombination verschiedener analytischer Methoden, wie Licht- und Elektronenmikroskopie mit gekoppelter Röntgenanalytik (EDX) und Fourier-Transformations-Infrarot-Spektrometrie (FTIR-Spektrometrie) zur Bestimmung der in den Schadensbildern involvierten organischen Be-



Abb. 1-9: Auch in der protestantischen Ordenskirche in St. Georgen (Bayreuth) findet sich ein aufwändig gestalteter barocker Steinaltar. Die Säule aus rotem Kalkstein von Horwagen wurde gedreht. Die Gesimse bestehen aus schwarzem Kohlenkalk und die Skulpturen aus Gipsalabaster. Foto: G. L.

standteilen, hat allmählich die Komplexität der Verwitterungsmechanismen offengelegt.

Die Erkenntnisse aus der Schadenserfassung sollen dazu dienen, auch andere sakrale und profane Bauten und Denkmäler mit entsprechender Ausstattung an polierfähigen polychromen Kalksteinen und metamorphen Marmoren unter diesen Gesichtspunkten zu betrachten.

1.2.5 Quantifizierung von Rauheit und Glanz auf Gesteinsoberflächen

Mit einem optischen Verfahren zur Rauheitsmessung sollten neben einer rein beschreibend-qualitativen Einstufung des Glanzgrades bzw. des Aufrauens der Oberflächen, reproduzierbare Zahlenwerte für die Beurteilung des Ausgangszustandes, aber auch der Qualität restaurierter Oberflächen gewonnen werden.

Die vom Labor KÖHLER in Potsdam durchgeführten Messungen an offensichtlich rauen Flächen ermöglichten einen Vergleich von unterschiedlich verwitterten und dadurch matt gewordenen Oberflächen (vgl. KÖHLER & SNETHLAGE 2021, in diesem Bd., S. 140–162). Es stellte sich bei dieser Methode u.a. heraus, dass bei den durch die tonigen Fasern im Kalksteine erzeugten Rauheit, die durch die Politur noch verstärkt werden können, eine Überlagerung der Messwerte mit den durch Verwitterung entstandenen Rauheiten erfolgt. Außerdem ergaben die Untersuchungen, dass die Messung von Rauheiten nur bei deutlich aufgerauten Oberflächen funktioniert. Sind die Flächen zu glatt oder gar noch glänzend, treten Stör-

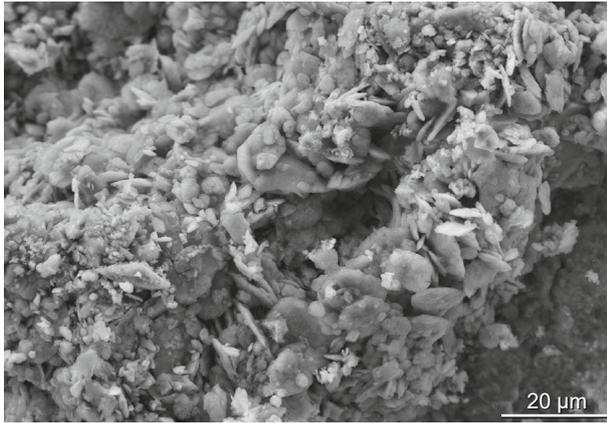


Abb. 1-10: REM-Aufnahme eines Gipsbelages auf einer ursprünglich polierten Kalksteinoberfläche.

effekte in einem Maße auf, dass eine Messung keine sinnvollen Ergebnisse liefert. Ebenso wurde festgestellt, dass die Rauheit maßgeblich durch die Anwendung von Poliermitteln beeinflusst wird, dass die ursprünglich im Gestein nach dem Schleifen vorhandenen Riefen und Furchen gewissermaßen auffüllt und somit eine Ebenheit vortäuscht, die in Wirklichkeit an der Steinoberfläche nicht vorhanden ist.

Die Glanzmessung hingegen ist eine sehr gut anwendbare Methode der Quantifizierung der Reflexion von Licht an einer polierten Fläche und somit ein verlässliches Maß für die Glattheit (PASSING et al. 2021, in diesem Bd., S. 163–170). Allerdings kann der Zustand einer Fläche nur mit einem engmaschigen Messnetz und damit mit

einer Vielzahl von Messungen über den damit gebildeten Mittelwert interpretiert werden (Abb. 1-9).

1.2.6 Restaurierungsmethoden und Modellcharakter der Restaurierung des Hochaltars im Kloster Teplá

Das Pilotobjekt hinsichtlich der Umsetzung von Restaurierungs- und Konservierungsmaßnahmen im vorliegenden Projekt ist der Hauptaltar der Kirche Mariae Verkündigung im Kloster Teplá (SONNENWALD & JAHODOVÁ 2021, in diesem Bd., S. 189–214).

Der Altar ist Bestandteil der barocken Umgestaltung der ursprünglich romanisch-gotischen Klosterkirche (LEHRBERGER & SONNENWALD 2021, in diesem Bd., S. 335–346). Er wurde 1750 bei JOSEF LAUERMANN in Prag in Auftrag gegeben. Durch eine umfangreiche Literaturrecherche konnten zahlreiche Details zu seinem Werk erarbeitet werden (HALLA & KNETLOVÁ 2021, in diesem Bd., S. 347–360). Die für den Altar verwendeten Gesteine stammen alle aus der Umgebung von Prag und wurden wohl in Prag bearbeitet (LEHRBERGER & ŠVEC 2021, in diesem Bd., S. 37–50). Vermutlich kamen die Werkstücke bereits fertig bearbeitet in Teplá an, denn es gibt keinerlei Aufzeichnungen über Steinmetzarbeiten im Kloster.

Der Vergleich des Altars von Teplá mit anderen Steinaltären der Gebrüder LAUERMANN in Böhmen zeigt, dass ein ganz enges Spektrum an Kalksteinen verarbeitet wurde, dass sich in Variationen in allen ihren Werken wiederfindet.

Der Altar besteht mit seinen 208 Werkstücken überwiegend aus den als »Slivenec-Marmor« zusammengefassten



Abb. 1-11: Systematische Glanzmessungen auf den barockzeitlich polierten Kalksteinoberflächen im Marmorsaal des Alten Schlosses der Eremitage Bayreuth. Die niedrigen Werte verdeutlichen den weitgehenden Verlust der ursprünglich hochglänzend polierten Oberfläche. Rosafarbene Punkte: Kalkstein aus Horwagen, graue Punkte: Kalkstein vom Eichelberg bei Hof. Grafik: INKA PASSING.



Abb. 1-12: Hochaltar der Klosterkirche Teplá. Verwitterte Oberfläche (links) und Musterfläche mit Farbigkeit und Glanz nach Abnahme der Gipschicht (rechts). Bildbreite: ca. 20 cm. Foto: G.L.

Kalksteinen aus dem Barrandium. Als Hauptsteinbruch ist wohl der Cíkanka-Steinbruch im Radotín-Tal anzunehmen, weil dieser bekannt war für die unterschiedlichen Kalksteine, die auf engstem Raum nebeneinander vorkamen. Besondere Steinvarietäten wie der Orthoceratenkalkstein stammen aus bekannten Steinbrüchen, ebenfalls aus dem Gebiet südlich bzw. südwestlich von Prag. Lediglich der graue Marmor stammt aus dem Tal des Flusses Sázava und musste wohl über den Wasserweg nach Prag transportiert werden.

Am Hochaltar von Teplá fanden sich glücklicherweise an von Holzornamenten verdeckten Stellen bauzeitliche »originale« Spuren der Politur als Referenzstellen für das mit der Restaurierung angestrebte Erscheinungsbild. Die nicht abgedeckten und gleichzeitig matt bis schwarz erscheinenden Gesteinsoberflächen sind aus einer Kombination von aufgewachsenem Gips, gealterten Kalkkasein-Anstrichen und verschiedenen Stäuben bedeckt, welche entfernt werden sollte.

Von den Projektbeteiligten wurde mit den Verantwortlichen für den Hochaltar im Kloster Teplá nach der Befundung und Analyse der Schäden, meist Gipskrusten, eine auf das Schadensbild angepasste Restaurierungsmethode entwickelt. Dabei sollten aus oben genannten Gründen der begrenzten Haltbarkeit keine organischen Agenzien eingesetzt werden. Gleichzeitig wurden bei der Konzeptfindung die handwerkliche Tradition der Herstellung von polierten Gesteinsoberflächen einbezogen. Das bedeutet den Einsatz von Poliermitteln auf mineralischer Basis ohne synthetische Zusätze und den Gebrauch von handgeführten Schleif- und Poliergerät, wobei das heute im Steinmetzhandwerk übliche Werkzeug Verwendung fand.

Da die Gipschicht eine Reaktion aus dem Calciumkarbonat des Gesteins und den Schwefelionen der Luft darstellt, kann bei einer Abnahme dieser Schichten die »originale« Oberfläche nicht mehr freigelegt werden. Hier wurde daher ein Kompromiss erarbeitet: Durch ein schrittweises mechanisches Dünnen, genauer, ein Schleifen, wurde die Gipschicht weitgehend reduziert, aber nicht vollkommen abgeschliffen. Damit wurde erreicht, dass die in der Schicht eingeschlossene bauzeitliche Oberfläche erhalten bleibt und trotzdem ein tiefer Farbeindruck und ein Glanz entstehen, die der barocken Wirkung nahekommt (Abb. 1-11).

Der bauzeitlich belegte tiefe Farbeindruck und Glanz hätte nur rekonstruiert werden können, wenn alle Bauteile bis unter die Gipschicht abgeschliffen und poliert worden wären. Dennoch erscheint der Altar nun wesentlich heller, die Farben der einzelnen Gesteinsvarietäten sind deutlich erkennbar und der Glanz lässt den Altar, neben seiner Formsprache, als einen barocken Hochaltar wirken.



Abb. 1-13: Endzustand – vergoldete Gott-Vater-Skulptur mit Strahlenkranz vor dem Auszug des Altars der Kirche Mariä Verkündigung im Kloster Teplá. Foto: H.J.

1.2.7 Restaurierung der Statuen des Hochaltars der Klosterkirche Teplá

Die Statuen auf dem Hochaltar stammen alle aus der Werkstatt von IGNAZ FRANZ PLATZER, dem wichtigsten Bildhauer des Barocks in der Mitte des 18. Jahrhunderts (vgl. LEHRBERGER et al. 2021, in diesem Bd., S. 361–368; ŠVECOVÁ 2017; ŠVECOVÁ & LEHRBERGER 2017).

Da für die Restaurierung der Holzskulpturen im vorliegenden Projekt keine bzw. nur sehr geringfügige Mittel bereitstanden, wurde vom Verein der Freunde von Stift Tepl e.V. eine Patenschaftsaktion ins Leben gerufen. Dabei können Einzelpersonen oder Personengruppen die Kosten für die Restaurierung einer oder mehrerer Statuen auf Spendenbasis übernehmen.

Dieses Finanzierungsmodell ist sehr erfolgreich angefallen und mehr als die Hälfte der Statuen konnte auf diese Weise bereits restauriert werden. Dabei wurde einerseits die hervorragende künstlerische Ausführung der Statuen und Dekorelemente bestätigt, andererseits stellt sich glücklicherweise heraus, dass die Statuen in der Holzsubstanz in einem sehr guten Zustand ohne Schädlingsbefall sind. Neben dem allgemeinen Staub- und Schmutzbelag auf der Oberfläche hat die Fassung der Statuen durch Feuchteinwirkung gelitten und die vergoldeten Objekte viel von ihrem ursprünglichen Glanz verloren.

Eine zurückhaltende Restaurierungsmethode wurde und wird angewendet, um zunächst den Staub und die Schmutzbeläge schonend zu entfernen. Fehlstellen in der Grundierung der Vergoldung wurden ergänzt und abstehende Schuppen der alten Fassung wieder an die Oberfläche angeheftet. Dann erfolgte eine Ergänzung der fehlenden Vergoldung mittels Auftrag von Blattgold in einem Farbton, welcher der vergoldeten Oberfläche der Statuen nahekommt. Befunde bei der Restaurierung deuten darauf hin, dass bereits eine erste Überarbeitung der Oberflächen der vergoldeten Objekte im 19. Jahrhundert stattgefunden hat.

Im Frühsommer 2021 konnte schließlich ein erster Teil der Holzskulpturen im oberen Teil des restaurierten Altars über den Säulen im Bereich des Altarauszugs wieder angebracht und das Gerüst abgebaut werden (Abb. 1-12). Somit bekommt man inzwischen einen guten Eindruck der Wirkung des Altars mit den bunten, glänzenden Steinobjekten und der zugehörigen Figurenstaffage.

Mit dem weiteren Fortschreiten des Patenschaftsprojektes sollen auch die noch verbliebenen Statuen und florale Dekorelemente sowie Rocailles restauriert und konserviert werden, so dass der Altar in absehbarer Zeit wieder völlig ohne Gerüst und mit kompletter Figurenausstattung zu sehen sein wird.

1.3 Zeitlicher Ablauf des Projektes

Das Projekt begann im Oktober 2017 mit der Genehmigung des Projektes durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die gleichzeitige Bewilligung einer Unterstützung des Projektes durch die Oberfrankenstiftung.

Der Projektablauf war wegen der ungünstigen Temperaturbedingungen im Innenraum der Klosterkirche von Teplá bereits in der ersten Projektphase verzögert worden. Bürokratischen Hürden des tschechischen Denkmalschutzes waren auch Verzögerungsfaktoren. Schließlich kam ab dem Februar 2020 noch die Corona-Pandemie als erheblich einschränkender Faktor dazu.

Aufgrund dieser unvermeidlichen Verzögerungen im Projektablauf und wegen der unvorhergesehenen Zusatzarbeiten an den Statuen wurde das Projekt ausnahmsweise von der DBU zweimal kostenneutral um jeweils ein Jahr verlängert.

Innerhalb der verlängerten Laufzeit konnten alle vorgeesehenen Ziele des Projektes erreicht und ein deutlich über die ursprüngliche Planung hinausgehendes inhaltliches Feld abgedeckt werden.

1.4 Öffentlichkeitsarbeit und Publikationen

Durch Vorträge und Publikationen konnte ein Teil der Ergebnisse schon während der Projektlaufzeit dem Fachpublikum vorgestellt werden. Die Zusammenschau erfolgt nun in diesem Abschlussband des Projektes. Hiermit soll das Wissen um die polierfähigen Kalksteine und Marmore einem breiten Personenkreis aus den Naturwissenschaften, den Konservierungswissenschaften, der Restaurierung und Kunsttechnologie bis hin zur Kunst-, Wirtschafts- sowie Technikgeschichte erschlossen werden.

Die Erkenntnisse aus dem Projekt wurden bei Tagungen und im Rahmen von Fachvorträgen vorgestellt, sie

gehen aber auch in die Hochschullehre ein und erreichen sowohl Studierende der Geowissenschaften, aber auch der Denkmalpflege. Die interessierte Öffentlichkeit wurde über mehrere populärwissenschaftliche Publikationen und einen Fernsehfilm des Bayerischen Fernsehens informiert. Auch in Zukunft werden Exkursionen zum Thema der »polychromen polierfähigen Karbonatgesteine« angeboten.

Die wissenschaftliche Weiterbearbeitung des Themas der Marmorfabriken in der Barockzeit erfolgt in nächster Zukunft durch die Doktorarbeit von MARGRETA SONNENWALD an der Technischen Universität München.

13. Quellen

13.1 Monographien und Zeitschriftenbeiträge

- ALBERTI, G. K. B. (1983): Zur Biostratigraphie und Paläontologie des kalkig entwickelten Unterdevons im Frankenwald. – Geol. Bl. NO-Bayern, Jg. 33(3/4): 91–132; Erlangen (FAU).
- ARNDT, G. (2020): Die Steinfuhrleute. – Naturstein, 12:7, Ulm.
- AURAS, M., MEINHARDT, J. & SNETHLAGE, R. (2011): Leitfaden Naturstein-Monitoring. – 301 S.; Stuttgart (Fraunhofer IRB Verlag).
- AUTORENKOLLEKTIV (2001): Lexikon der Geowissenschaften, Bd. 3: Instr–Nor. – 486 S.; Heidelberg – Berlin (Spektrum Akademischer Verlag).
- BARRANDE, J. (1852–1881): Systéme Silurien du centre de la Bohéme. – 22 Bände; Prag, Paris.
- BARTA, R. (1922): Černé mramory z okolí pražského. – Věda přír., 3, 29–31; Praha, zit. in RYBAŘÍK, V. (1992): Barrandienské mramory. – Sborník geologických věd. Ložisková geologie, mineralogie, 30: 91–123; Praha.
- BARTHELME, C. (1990): Sekt, Kaviar und Marmor. Herbert Klinger und sein roter Stein aus Horwagen: Nicht billig aber kein Luxus. – Frankenpost, 10/11.11.1990.
- BAUDER, J. F. (1754): Kurze doch eigentliche Beschreibung eines bey Altdorf im Nürnbergschen neuerlich gefundnen kostbahnen und noch nie gesehenen Ammoniten und Belemniten Marmors. – 8 S.; Altdorf.
- BAIER, A. & HOCHSIEDER, T. (1989): Zur Stratigraphie und Tektonik des SE-Randes der Münchberger Gneismasse (Oberfranken). – Geol. Bl. NO-Bayern, 39(3/4): 179–220, Erlangen.
- BAYERISCHES OBERBERGAMT (1924) (Hrsg.): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns, I. Bd. – 217 S.; München (Oldenbourg; Piloty & Loehle).
- BAYERISCHES OBERBERGAMT (1936): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns, II. Bd. – 512 S.; München (Oldenbourg; Piloty & Loehle).
- BECHER, A. (1989): Bayreuther Marmor für die Befreiungshalle in Kelheim. – Archiv für Geschichte von Oberfranken, 69: 424–436; Bayreuth (Hist. Ver. v. Oberfranken).
- BERNER, R. A. (1978): Rate Control of Mineral Dissolution under Earth Surface Conditions. – Amer. J. Sci., 278(9): 1235–1252.
- BOTHMER, C. VON (1786): Auszug des Verzeichnisses der Fossiliensammlung des Marggräflich Brandenburgischen Cammerherrn und Berghauptmanns zu Bayreuth, Carl Freyherr von Bothmer. – 47 S.; Bayreuth.
- BRAUN, J. (1924): Der christliche Altar in seiner geschichtlichen Entwicklung. – Bd. 2, 704 S., 256 Taf.; München (alte Meister Guenther Koch & Co.).
- BŘEZINOVÁ, D., BUKOVANSKÁ, M., DUDKOVÁ I. & RYBAŘÍK, V. (1996): Praha kamenná. Přírodní kameny v pražských stavbách a uměleckých dílech. – 287 S.; Praha (Národní muzeum).
- BROCKHAUS, F. A. (1932): Der Große Brockhaus. Handbuch des Wissens in zwanzig Bänden. – 15. Aufl., Bd. 12 MAI-MUD, 800 S.; Leipzig (Verlag F.A. Brockhaus).
- BRUNS, J. (2016): Brandopfer Meurer: »Die erste Woche war ein Blindflug« – Volksstimme, 14.5.2016; Magdeburg.
- BUNDSCHUH, P. & AURAS, M. (2011): Anwendung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen auf das Münchner und Mainzer Untersuchungsgebiet. – DBU Projekt: Wirkung Verkehrsbedingter Immissionen auf Baudenkmäler. Institut für Steinkonservierung, Bericht 37/2011: 47–53.
- CHLUPÁČ, I. (1993): Geology of the Barrandian. A field trip guide. – Senckenberg-Buch 69, 163 S.; Frankfurt am Main (Waldemar Kramer).
- CHLUPÁČ, I. (1998): Devonian. – In: CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK, V., KRÍŽ, J., KUKAL, Z. & ŠTORCH, P.: Paleozoic of the Barrandian (Cambrian to Devonian), 101–134; Prague (Czech geological survey).
- CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK, V., HORNÝ, R. & ŠNAJDR, M. (1958): Führer zu den geologischen Exkursionen in das Barrandium. – 169 S.; Prag (Nakladatelství Československé akademie věd).
- DAMASCHUN, F. & SCHMITT, R. T. (Hrsg.) (2019): Alexander von Humboldt. Minerale und Gesteine im Museum für Naturkunde Berlin. – 424 S.; Göttingen (Wallstein Verlag).
- DECHEN, H. VON (1855): Brief an den Geheimrat v. Leonhard vom 22. Nov. 1854. – N. Jb. Min. Geogn. Geol. u. Petrefaktenkunde, 48–55, Stuttgart.
- DENDORFER, T. (2018): Dekorgesteine des Alten Schlosses der Eremitage in Bayreuth und des Morgenländischen Baus in Sanspareil. – 80 S., unveröff. Bachelorarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2017): Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2017; Potsdam (GFZ).
- DIDEROT, D. & D'ALEMBERT, J.-B. (1765): Marbrerie. – In: Supplément à l'Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Bd. 5: Tafeln; Paris.
- DIEKMANN, K., AMT, S., FLECHTNER, M. A., MÜLLER, T. & KNOKE, H. (1998): Neues Rathaus Hannover. Bauhistorische Untersuchung. – 241 S., zahlr. Anl., unveröff. Bericht, Stadtarchiv: 4500 HB, Acc.99.575; Hannover.
- DIN-EN 12440 (2018): Naturstein – Kriterien für die Bezeichnung; Deutsche Fassung EN 12440: 2017. – 113 S.; Berlin (Deutsches Institut für Normung e.V.).
- DIN-EN 12670 (2002): Naturstein – Terminologie; Deutsche Fassung EN 12670: 2001. – 66 S.; Berlin (Deutsches Institut für Normung e.V.).
- DIPPOLD, G. (2020): Kleine Geschichte Oberfrankens. – 176 S.; Regensburg (Verlag Friedrich Pustet).
- DREWELLO & WEISSMANN (2018a): Analysebericht AN 3264/1, 05.08.2018. – 27 S., unveröff.; Bamberg.
- DREWELLO & WEISSMANN (2018b): Analysebericht AN 3264/2, 20.08.2018. – 34 S., unveröff.; Bamberg.
- DREWELLO & WEISSMANN (2020): Analysebericht AN 3469, 18.01.2020. – 19 S., unveröff.; Bamberg.
- DUBARRY DE LASALLE, J. & BARCO, S. (2000): Identifying marble. – 303 S.; Dourdan (Vial).
- EMMERT, U. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5738/5739 Rehau. – 111 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- EMMERT, U. (1977): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6035 Bayreuth. – 180 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- ENDRES, R. (2006): Die Planstadt St. Georgen und das Zucht- und Arbeitshaus. – S. 231–241 in: AUFGEBAUER, P. & VAN DER HEUVEL, C. (Hrsg.): Herrschaftspraxis und soziale Ordnungen im Mittelalter und in der frühen Neuzeit; Hannover (Verlag Hahnsche Buchhandlung).
- FAIST, C. (2018): Untersuchungen zu Steinbrüchen der Kalkstein- und Marmorgewinnung in Oberfranken. – 111 S., unveröff. Bachelorarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- FÄRBER, H., FLASSIG, R., GEILER, D., SCHLIECKMANN, O. & SUKROW, J. (Hrsg.) (1995): Steinmetzpraxis. Das Handbuch für die tägliche Arbeit mit Naturwerkstein. – 3. Aufl., 707 S.; Ulm (Ebner Verlag).
- FATTINGER, R. (1955): Liturgisch-praktische Requesitenkunde für Seelsorgeklerus, für Theologen, Architekten, Künstler, Kunst- und Paramentenwerkstätten. – 284 S.; Freiburg (Verlag Herder).
- FEITZINGER, G. (2006): Adneter Marmor – Geologie, Entstehung, Gewinnung. – 10 S.; Salzburg.

- FELDRAPP, R. (2005): Horwagener Marmor. Das Gestein »Horwagener Deutsch-Rot« war jahrzehntelang begehrtes Naturprodukt. – *Frankenwald*, 2: 23–25.
- FERBERS, J. J. (1774): Beyträge zu der Mineral-Geschichte von Böhmen. – 162 S.; Berlin.
- FIKENSCHER, M. (1811): Statistik des Fürstenthums Bayreuth. – In: Beiträge zur genauern Kunde der Königlich-Baierischen Monarchie, 385 S.; München.
- FONTAINE, L., HENDRICKX, R. & DE CLERCQ, H. (2015): Deterioration mechanism of the compact clay-bearing limestone of Tournai used in the Romanesque portals of the Tournai Cathedral (Belgium). – *Environmental Earth Sciences*, 74: 3207–3221.
- FRANK, A. (1973): Die Marmorfabrik im Zuchthaus St. Georgen. – *Fränkischer Heimatbote*, Monatsbeil. d. Nordbayerischen Kurier, Jg. 6, Nr. 8; Bayreuth.
- FRISCHHOLZ, J. (1820): Lehrbuch der Steinschneidekunst für Steinschneider, Graveurs, Steinmetzen, Bildhauer, Architekten, Mineralogen, und Jeden, welcher sich über die Veredlung der Steine zu unterrichten wünscht, 326 S., 2 Steindrucke; München (Thienemann).
- FRIZ, O. (1925): Vorkommen und Verwendung nutzbarer Kalksteine in Süddeutschland. – 279 S.; Berlin (Kalkverlag).
- FROBEL, B. (1992): Gesamtverzeichnis der Longolius-Sammlung zusammengestellt aus Spezialverzeichnissen. – 14 S., unveröff. maschinenschriftl. Text; Sonnefeld.
- FROBEL, B. (1995a): Zur Longolius'schen Mineraliensammlung des Jean-Paul-Gymnasiums in Hof. – 2 S. u. 2 kopierte Seiten eines Briefs, maschinenschriftl. Text; Sonnefeld.
- FROBEL, B. (1995b): Inhaltsverzeichnis der Schubläden des Sammlungsschrankes der Longolius-Sammlung. – 1 S., maschinenschriftl. Text, 15.7.1995; Sonnefeld.
- FROBEL, B. (2005): Kretschmann, Trommler und Longolius, drei große Mineraliensammler in Nordostbayern. – *Geol. Bl. NO-Bayern*, 55, 1–4: 139–148, Erlangen.
- FÜRST, M. (1956): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6135 Creußen. – 52 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FÜSSEL, J. M. (1787): Unser Tagbuch oder Erfahrungen und Bemerkungen eines Hofmeisters und seiner Zöglinge auf einer Reise durch einen großen Theil des fränkischen Kreises nach Carlsbad und durch Bayern und Passau nach Linz. Erster Theil. – 368 S.; Erlangen (Johann Jakob Palm).
- GÄBERT, C., STEUER, A. & WEISS, K. (1915): Die nutzbaren Gesteinsvorkommen Deutschlands. – 500 S.; Berlin (Union Deutsche Verlagsgesellschaft).
- GANDL, J. (1964): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5638 Bobenaukirchen. – 60 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- GANDL, J. (1998a): Exkursion in das Unterkarbon des Frankenwaldes (NE-Bayern) und des angrenzenden Sächsischen Vogtlandes. – Begleitmaterial zur Exkursion der Subkommission für Karbonstratigraphie in der D.U.G.W., Kronach, 7.–10. Mai 1998, 50 S.
- GANDL, J. (1998b): Neue Daten zum jüngeren Paläozoikum NE-Bayerns und angrenzender Gebiete – Faziesentwicklung und geotektonische Konsequenzen. – *Geologica Bavarica*, 103: 19–273; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- GANDL, J. (2006): Frankenwald/Nordost-Bayern (Umräumung der Münchberger Gneismasse, Bayerisches Vogtland, Südost-Flanke Teuschneider Mulde). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland VI. Unterkarbon (Mississippium), SDGG, 41: 494–504; Hannover.
- GAROFALO, B. (1738): De Antiquis Marmoribus Blasii Caryophili Opusculum. – 290+10 S.; Wien (Ghelen).
- GARY, M., MCAFEE, R. & WOLF, C. (Hrsg.) (1974): Glossary of geology. – 805+52 S.; Washington (American Geological Institute).
- GATTERER, C. W. J. (1790): Courant-Preise der bey der Marmor-Fabriku zu St. Georgen am See bey Bayreuth gefertigt werdenden Waren. – *Technologisches Magazin*, Bd. 1, 1. Stück, 172–175; Memmingen.
- GEBHARDT, G. (2015): Marmorgewinnung und -verarbeitung am Krockstein bei Rübeland (1715–1889). – *Allg. Harz-Berg-Kalender für das Jahr 2016*, 151–155; Clausthal-Zellerfeld (Papierflieger-Verlag).
- GIUSTI, A., MARIOTTINI, M. & ZONETTI, C. (2002): Sezione XV. La Fortuna e il Collezionismo. – S. 555–583 in: DE NUCCIO, M. & UNGARO, L. (Hrsg.): *I Marmi colorati della Roma imperiale*; Venedig (Marsilio Editore).
- GLINZER [O.V.] (1893): Vermischtes. – *Deutsche Bauzeitung*, Nov., Nr. 93, 569–570.
- GMELIN, J. F. (1777): Des Ritters Carl von Linne vollständiges Natursystem des Mineralreichs nach der zwölften lateinischen Ausgabe in einer freyen und vermehrten Übersetzung. Erster Theil. – 652 S.; Nürnberg (Nicolaus Raspe).
- GNIRS, A. (1932): Topographie der historischen und kunstgeschichtlichen Denkmale in den Bezirken Tepl und Marienbad. – 609 S.; Augsburg (Filsler Verlag).
- GREENBERG, M., HARTMANN, T. & HOLTMANN, M. (Hrsg.) (2002): *Elementary Instructions for Students of Sculpture by Francesco Carradori*. – 114 S., Übersetzung von M. K. AUVINEN; Los Angeles (Getty Publications).
- GRIMM, W.-D. (wiss. Ltg.) (2018): *Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland*. – 2. Aufl., Bd. I (Teil 1), Textband, 440 S.; Bd. II (Teil 2), Bildband, 536 S., Ulm (Ebner Verlag).
- GRÖGER, S. (2007): Beitrag zum ganzheitlichen Bewerten von geometrischen Strukturen mit Tastschnittgeräten bis in den Nanometerbereich. – 133 S., Dissertation Technische Universität Chemnitz; Chemnitz.
- GRÜNER, C. (1970): Anfänge der Bayreuther Industrie im 18. Jahrhundert. – unveröff. Prüfungsarbeit f. d. erste Lehrsprüfung, Pädagogische Hochschule Bayreuth.
- GÜMBEL, C. W. VON (1863): Ueber Clymenien in den Übergangsgeländen des Fichtelgebirges. – 81 S.; Cassel (Verlag Theodor Fischer).
- GÜMBEL, C. W. VON (1879): Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwald und dem westlichen Vorlande. – Neuaufl. 1998, 698 S.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- GÜMBEL, C. W. VON (1891): Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstossenden Fränkischen Keupergebiete. – Neuaufl. 1998, 763 S.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- GÜMBEL, C. W. VON (1894): *Geologie von Bayern*. – 1184 S.; Kassel (Verlag Theodor Fischer).
- HAARLÄNDER, W. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6432 Erlangen-Süd. – 146 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HABERMANN, S. (1998): Kunsthandwerk im Umkreis der Bayreuther Markgrafen. – S. 82–85 in: G. HOJER (Hrsg.): *Paradies des Rokoko*. Gallo Bibiena und der Musenhof der Wilhelmine von Bayreuth, Ausstellungskatalog; München, New York (Prestel-Verlag).
- HAHN, T. (2007): Geologische Karte von Thüringen 1:25000, Blatt 5534 Lehesten. – Thüringer Landesanstalt f. Geologie u. Umwelt, 2. Aufl.; Jena.
- HAHN, T., WUCHER, K., HEUSE, T. & MELZER, P. (2005): Neudefinition lithostratigraphischer Einheiten im Unterkarbon (Kulm) des Thüringisch-Fränkisch-Vogtländischen Schiefergebirges. – *Geowiss. Mitt. Thüringen*, 12: 19–49; Jena.
- HAMMER, K. (1967): *Lehrbuch der Physik für Ingenieurschulen*. – 8. Aufl., 412 S.; München (R. Oldenbourg Verlag).
- HÄNDEL, F. (1777): Paul Daniel Longolius. – In: *Fränkische Lebensbilder*, Bd. 7: 193–208.
- HEERWAGEN [O.V.] & SARTORIUS [O.V.] (1815): Verzeichniss der von dem ersten Director der vormaligen Kriegs- und Domänen-Kammer zu Bayreuth Herrn Otto Heinrich Tornesi hinterlassenen auserlesenen Mineraliensammlung, welche ausser den in diesem von dem Erblasser unvollendet hinterlassenen Cataloge verzeichneten Nummern noch einige tausend Stück Mineralien und insbesondere sehr viel geschnittene und polirte Steinarten als: Jaspis, Achat, Marmor etc. und eine grosse Menge der merkwürdigsten Versteinerungen und Conchylien enthält, und den

- Liebhabern gegen baare Bezahlung zum Kauf angeboten wird. – 119+3+43 S.; Bayreuth.
- HELFRECHT, J. T. B. (1799): Das Fichtelgebirge: nach vielen Reisen auf demselben beschrieben. Versuch einer geographisch-mineralogischen Beschreibung des Fichtelgebirges mit Zeichnungen und Charten. – 267 S.; Hof (G. A. Grau).
- HERING, V. & GEBEL, M. (2020): Der Marmorabbau am Krockstein bei Rübeland im 18. und 19. Jahrhundert in geognostischen Berichten und Reisebeschreibungen. – Unser Harz, 68. Jg., 9: 163–170; Clausthal-Zellerfeld (Oberharzer Druckerei).
- HERRMANN, O. (1899): Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. 428 S.; Berlin (Gebr. Borntraeger).
- HOCHHEIMER, K. F. A. (1794): Allgemeines ökonomisch-chemisch-technologisches Haus- und Kunstbuch. – 770 S.; Leipzig (Voß). Abrufbar unter: <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/id/PPN619491019>.
- HOLZHEY, G. (2014): Die historische Sammlung von Gesteinen und Mineralien sowie einiger Fossilien als Bestandteil des Naturalienkabinetts der Salzmannschule in Waltershausen-Schnepfenthal, Thüringen. – *Semana*, Bd. 29: 71–86.
- HORSTIG, G. VON (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5637 Hof. – 111 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HORSTIG, G. VON & STETTNER, G. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5636 Naila. – 192 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HORSTIG, G. VON & STETTNER, G. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:25000, Blatt Nr. 5736 Helmbrechts. – 176 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HORSTIG, G. VON & STETTNER, G. (1976): Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5735 Schwarzenbach am Wald. – 178 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HORSTIG, G. VON & VOGLER, H. (1956): Die Altersstellung der Dolomite von Hof an der Saale. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 10: 471–488; Stuttgart.
- HUMBOLDT, A. VON (1792/1959): Über den Zustand des Bergbaus und Hütten-Wesens in den Fürstentümern Bayreuth und Ansbach im Jahre 1792. – Erläuterte und transkribierte Neuausgabe von KÜHNERT, H. & OELSNER, O., Freiburger Forschungshefte, Kultur und Technik, D23: 219 S.; Berlin (Akademie-Verlag).
- HUNKEL, T., ACHTERKAMP, S. & FEDOROWICZ, A. (2006): Befund- und Restaurierungsdokumentation – Instandsetzung Raumschale: Farbfassung und Steinoberfläche. Inventar-Nr. D-BT/03/04/085. – 31 S.; München (Archiv der Hauptverwaltung der Bayerischen Verwaltung der Staatlichen Schlösser Gärten und Seen).
- HÜSKEN, T.-C. (1993): Zur Faziesausbildung und Stratigraphie (Conodonten) der oberilurisch-unterdevonischen Karbonate der Bayerischen und Thüringischen Faziesreihe des Frankenwaldes. – 187 S., Dissertation Universität Hamburg; Hamburg.
- INNOWEP GMBH (2015): TRACEIT®-Handbuch; Würzburg.
- JAHN, J. J. (1929): O přirozených kamenech použitých ve vešchrámu sv. Víta. – *Kámen*, 11: 1–2, 15–16; Praha, zit. in RYBAŘÍK, V. (1994): Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky. – 218 S.; Hořice (Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské).
- JAHOĐOVÁ, H. (2018): Präzisierte Forschung. Steinarchitektur des Altars und Restaurierung des Hauptaltars der Klosterkirche in Teplá. – 29 S., unveröff. Projekt-Bericht; Prag.
- KIRNBAUER, T. (2008): Nassau Marble (Nassauer Marmor) or Lahn Marble (Lahnarmor) – a famous Devonian dimension stone from Germany. – In: SIEGESMUND, S. & SNETHLAGE, R. (Hrsg.): *Denkmalgesteine – Festschrift Wolf-Dieter Grimm*. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 59: 187–218; Hannover.
- KIRNBAUER, T. (2016): Marmor. Abbildungen der Marmor-Arten – die frühesten bebilderten Naturwerkstein-Bücher von ADAM LUDWIG WIRSING und CASIMIR CHRISTOPH SCHMIDEL von 1775 und 1776. – In: SCHRÖDER, J. H. (Red.): *Tagungsunterl. u. Beitr. z. 11. Arbeitstagung »Steine in der Stadt«*, Mendig, 7.–10.4.2016, Abstracts der Vorträge, 17; Mendig (Dt. Vulkanol. Ges.).
- KNAPPE, H. (2021): Höhlen, Südsee, Marmorstein – unterwegs im Harz. – *Wanderungen in die Erdgeschichte*, 39: 158 S.; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- KÖHLER, W. (2018): 3D-Rauheitsmessungen für das Monitoring von Natursteinoberflächen. – DBU Projekt: Risikoziffer, Universität Bamberg KDWT, Abschlussbericht: 91–105.
- KÖNIG, R. (1992) (Hrsg.): Plinius d. Ä. – *Naturkunde*. Buch XXXVI. Die Steine. – 269 S., lateinisch-deutsch, Übersetzung von R. KÖNIG & J. HOPP; München (Artemis & Winkler).
- KOSMANN, B. (1888): Die Marmorarten des Deutschen Reichs. – 56 S.; Berlin (Verl. Leonhard Simion).
- KRAUSE, T. (1999): Geschichte des Strafvollzugs. Von den Kerkern des Altertums bis zur Gegenwart. – 151 S.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- KRETSCHMANN, J. W. (1741/1994): Sammlung zu einer Berg-Historia des Markgraftums Brandenburg-Bayreuth. – 1548 S., Faksimile, hrsg. v. VIESSMANN, H., bearbeitet v. ARZBERGER, D., HEINRICH, H. & SINGER, F. W.; Arzberg, Selb. Hof.
- KRÖNIGER, A. (2018): Das Neue Schloss der Eremitage – zerstört und vergessen. Eine Suche nach der Welt von Wilhelmine. – 83 S. u. 5 Abb.-Seiten; Bayreuth (AKRON-Verlag).
- KRÜCKMANN, P. O., ERICHSEN, J. & GRÜBL, K. (2011): Die Eremitage in Bayreuth. – 156 S., 1. Aufl. der Neufassung; München (Bayerische Verwaltung der Staatlichen Schlösser Gärten und Seen).
- KRÜNITZ, J. G. (Hrsg.) (1773–1858): *Oeconomische Encyclopädie, oder allgemeines System der Land- Haus- und Staats-Wirtschaft in alphabetischer Ordnung*. – 242 Bände.; Berlin (Pauli). Abrufbar unter: <http://www.kruenitz1.uni-trier.de/>.
- KUKAL, Z., MALINA, J., MALINOVÁ, R. & TESAŘOVÁ, H. (1989): *Man & Stone*. – 315 S.; Prague (Geological Survey).
- KURSAWE, U. (1996): Bauderscher Marmor. Vom Ausgangsgestein zum »kostbaren Ammonitenmarmor«. – In: *Geol. Bl. NO-Bayern*, 46(1/2): 53–70; Erlangen (FAU).
- KURSAWE, U. (2008): Neu entdeckte Produkte aus »Altendorfer Marmor« mit Erläuterungen und ihrer besonderen Geschichte. – *Geol. Bl. NO-Bayern*, 58(3/4): 169–187; Erlangen (FAU).
- LAGALLY, U., ROHRMÜLLER, J., GLASER, S., LOTH, G. & PÜRNER, T. (Red.) (2011): *Hundert Meisterwerke. Die schönsten Geotope Bayerns*. – 288 S.; Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- LAUBMANN, G. (1884): Longolius, Paul Daniel. – In: *Allgemeine Deutsche Biographie*, Bd. 19 (von Littrow-Lysura): 156–157; Leipzig (Verlag v. Duncker & Humblot).
- LAUBMANN, H. (1919): Mathias von Flurl, der Begründer der Geologie Bayerns. Sein vaterländisches Mineralienkabinett und sein Reisetagebuch aus dem Jahre 1787. – 97 S.; München (Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kommission des G. Franzschen Verlags; J. Roth).
- LAUBMANN, H. (1949): Die Sammlung Longolius des Hofer Jean-Paul-Gymnasiums. – *Der Siebenstern, Zeitschrift des Fichtelgebirgsvereins*, Jg. 1949: 19–21.
- LEHRBERGER, G. & GILLHUBER, S. (Hrsg.) (2007): *Teplá-Trachyt: Herkunft, Verwendung, Verwitterung und Konservierung in der Klosteranlage von Teplá in Westböhmen*. – *Münchner Geol. Hefte*, B 22: 264 S.; München (Lst. f. Ingenieurgeologie, TUM).
- LEHRBERGER, G. & HILPERT, H. (2015): Kurze Übersicht über die Bau- und Dekorgesteine der Befreiungshalle. – S. 120–123 in: MEYER, R. & SCHMIDT-KALER, H.: *Entlang der Bayerischen Donau von Ulm bis Regensburg. Wanderungen in die Erdgeschichte*, Bd. 32; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- LEHRBERGER, G. & VON PLEHWE-LEISEN, E. (Hrsg.) (2015): *Barrois-Oolithe. Vorkommen, Verwendung und Erhaltung von Kalksteinen aus der Umgebung von Savonnières-en-Perthois und Morley im Departement Meuse in Frankreich*. – *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, B: 22: 428 S., München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).

- LEHRBERGER, G., HALLER, R. & SCHINK, C. (Hrsg.) (2006): *Oleum. Die Vitriolhütte am Kleinen Schwarzbach bei Bodenmais (1797–1829). Anfänge der chemischen Industrie in Bayern.* – 148 S.: Bodenmais (Förderverein Bodenmaiser Geschichte und Kulturdenkmäler e.V.).
- LEHRBERGER, G., SCHÄFER, W. & KRENN, D.-M. (2017): *Steine erzählen Straubinger Stadtgeschichte.* – Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N.F. 99: 9–74; Stuttgart (OGV).
- LEHRBERGER, G., HILPERT, H. & SONNENWALD, M. (2019): *Bau- und Dekorgesteine der Walhalla.* – S. 31–34 in: HAUNER, U., *Bayerischer Wald vom Pfahl zur Donau. Wanderungen in die Erdgeschichte*, Bd. 37; München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).
- LEHRBERGER, G., MEIER, S., SONNENWALD, M. & SNETHLAGE, R. (2020): »Bayreuther Marmore« – Verwendung polierfähiger bunter Kalksteine und Marmore aus Oberfranken im Barock. – *Schönere Heimat*, Jg. 109, 2: 84–96; München (Bayerischer Landesverein für Heimatpfleger e.V.).
- LEHRBERGER, G., MEIER, S., SONNENWALD, M. & SNETHLAGE, R. (2021): *Bayreuther Marmore – Marmore und Kalksteine in Schlössern und Kirchen der Markgrafen von Bayreuth im Barock.* – *Arx*, Jg. 43, 1: 39–50; Bozen (Südtiroler Burgeninstitut).
- LONGOLIUS, P. D. (1752): *De Marmoribus in Curia Regnitanae Provincia et adiectis Praefecturis.* – 8 unnumm. S.; Hof (Buchhandlung von JOHANN ANDREAS HETSCHEL).
- LONGOLIUS, P. D. (1757): *Von den Arten des Marmors, die um die Stadt Hof im Brandenburg-kulmbachischen brechen.* – *Fränkische Sammlungen*, 2, 11. Stück, Nr. 10, 373–381; Nürnberg.
- LONGOLIUS, P. D. (1758a): *Fortsetzung der Beschreibung der in den Hochfürstl. Brandenburg-Culmbachischen Landen befindl. Marmor-Arten in der Landeshauptmannschaft zum Hof.* – *Fränkische Sammlungen*, 3, 17. Stück, Nr. 6: 466–477; Nürnberg.
- LONGOLIUS, P. D. (1758b): *Fortsetzung der Beschreibung der in Bayreuthischen brechenden Marmor.* – *Fränkische Sammlungen*, 3, 18. Stück, Nr. 8: 552–554, Nürnberg.
- LORZ, O. (1950): *Der devonische Flaserkalk des Frankenwaldes.* – *Der Aufschluss*, Jg. 1, 6: 101–102.
- LUBELLI, B. & NIJLAND, T. G. (2014): *Damage mechanism in Tournai limestone – The case of the tomb of Admiral Tromp in the Old Church of Delft (The Netherlands).* – *Journal of Cultural Heritage*, 15: 313–317.
- LÜSCHEN, H. (1979): *Die Namen der Steine. Das Mineralreich im Spiegel der Sprache.* – 381 S.; Thun (Ott Verlag).
- MANNONI, L. (1980): *Marmor. Material und Kultur.* – 234 S.; München (Callwey-Verlag).
- MARTIUS, E. W. (1795): *Wanderungen durch einen Theil von Franken und Thüringen.* – 15. Brief, S. 124–132, Erlangen.
- MEIER, S. (2008): *Mineralien aus dem Wunsiedler Marmor im Fichtelgebirge.* – *Lapis*, Jg. 33, 11: 22–27; München (Christian Weise Verlag).
- MEIER, S. (2012): *Eine Zeitreise in die Welt der Mineralienkabinette und Klosterschulen. Die bewegte Geschichte der Amberger Naturaliensammlung.* – *Lapis*, Jg. 37, 2: 32–38; München (Christian Weise Verlag).
- MEIER, S. (2013): *Der »Bayreuthische Marmor«. Polierte Kalksteine für Fürsten und Sammler.* – *Frankenwald*, 4: 6–13.
- MEIER, S. (2013): *Edle Quarze für die Markgrafen: Kristallbergbau im Fichtelgebirge.* – *Lapis*, Jg. 38, 3: 20–26; München (Christian Weise Verlag).
- MEIER, S. (2014): *Der »Bayreuthische Marmor«. Polierte Kalksteine für Fürsten und Sammler.* – *Der Aufschluss*, 65: 298–307.
- MEIER, S. (2021): *Bayreuther Marmor, Vorkommen – Verarbeitung – Anwendungsbeispiele.* – S. 111–125 in: ECKERT, C. & SCHMIDT-FUNKE, J. (Hrsg.): *Quadratisch – praktisch – unbekannt. Geschnittene Steine in Kunst- und Naturalienkabinetten.* Beitr. Workshop Sammlungs- und Forschungsverbund Gotha, 5.–7.9.2018, Arthistoricum; Heidelberg.
- MEIER, S. (Bearbeitungsstand 2021): *Fundstellenkataster Nordostbayern.* – unveröff.; Marktredwitz.
- MEUSEL, J. G. (1792): *Verzeichniß der in dem Naylauer Berg-Amts-Revier Fürstenthums Bayreuth befindlichen Marmor-Stein-Brüche.* – *Journal von und für Franken*, 5: 533–545; Nürnberg (Verlag Raw).
- MEYER, H. VON (1847): *Die Saurier des Muschelkalkes mit Rücksicht auf die Saurier aus buntem Sandstein und Keuper.* – 167 S.; Frankfurt am Main (Verlag H. Keller).
- MEYERS GROSSES KONVERSATIONSLERIKON (1905–1909): 6. Aufl., digitalisierte Fassung im Wörterbuchnetz des Trier Center for Digital Humanities, Version 01/21. Abrufbar unter: <https://www.woerterbuchnetz.de/Meyers>.
- MEYERS REISEBÜCHER (o. Hrsg.) (1873): Harz. – 5. Aufl., 173 S.; Leipzig (Verlag des Bibliographischen Instituts).
- MINEROPHILO (1730): *Neues und curieuses Bergwercks-Lexikon.* – 398 S.; Chemnitz (Gebr. David Stößeln).
- MÖLLER, L. (2008): *Die Enzyklopädie des Isidor von Sevilla.* – 736 S.; Wiesbaden (Marixverlag).
- MÖNNIG, E. (2021, im Druck): *Mustertafelchen aus fürstlichen Naturalienkabinetten des ehemaligen Herzogtums Sachsen-Coburg.* – S. 51–65 in: ECKERT, C. & SCHMIDT-FUNKE, J. (Hrsg.): *Quadratisch – praktisch – unbekannt. Geschnittene Steine in Kunst- und Naturalienkabinetten.* Beitr. Workshop Sammlungs- und Forschungsverbund Gotha, 5.–7.9.2018, Arthistoricum; Heidelberg.
- MÜLLER, B., PIPPIG, U. & SEBASTIAN, U. (2019): *Geotechnische Klassifikationen von Festgesteinen und Festgebirgen.* – 198 S.; Berlin (Springer Spektrum).
- MÜLLER, F. (1979): *Bayerns steinreiche Ecke. Erdgeschichte, Gesteine, Minerale, Fossile von Fichtelgebirge, Frankenwald, Münchberger Masse und nördl. Oberpfälzer Wald.* – 272 S.; Coburg (Oberfränkische Verlagsanstalt u. Druckerei).
- MÜLLER, F. (1994): *»Buntmarmor« aus deutschen Landen. Folge 1: Bunter Kalkstein aus dem Frankenwald.* – *Naturstein*, 43, 1: 61–63.
- MÜLLER, F. & KÖGLER, R. (ab 2008): *Die Internationale Naturwerksteinkartei für den aktuellen Markt (INSK).* – Lose Blattsammlung; Ulm (Ebner Verlag).
- MULZER, G. (1984): *Das Naturalienkabinett am Jean-Paul-Gymnasium.* – *Schuljahresbericht 1983/1984*, 3–5; Hof (Jean-Paul-Gymnasium).
- MÜNSTER, G. ZU (1832): *Ueber die Planuliten und Goniatiten im Uebergangs-Kalk des Fichtelgebirges.* – 38 S., 6 Tafeln; Bayreuth (F. C. Birner).
- MURAWSKI, H. & MEYER, W. (2004): *Geologisches Wörterbuch.* – 11. Aufl., 262 S.; München (Elsevier Spektrum Akad. Verlag).
- MÜSSEL, K. (1986): *Die Bayreuther Glockengießerei und ihr Werk.* – *Frankenland, Z. f. fränkische Landeskunde u. Kulturpflege*, 30–35.
- MÜSSEL, K. (2001): *Erbprinzenresidenz mit Planstadt St. Georgen am See. Ein Beitrag zum 300jährigen Jubiläum des Bayreuther Stadtteils.* – *Archiv für Geschichte von Oberfranken*, 81: 219–228; Bayreuth (Hist. Verein von Oberfranken).
- NAROZNY, R. (o.J.): *Die systematische Beurteilung wirtschaftlicher Methoden in der Bearbeitung von Naturwerkstein.* – In: SCHMID, K. (Hrsg.): *Demonstrationen. Eine Folge von Studien und Berichten zur Arbeit der Wunsiedler Fachschule*, 4; Wunsiedel.
- NEUBIG, A. (1858): *M. Paulus Daniel Longolius, Rector des Gymnasiums zu Hof, nach seinem Leben und Wirken dargestellt.* – *Archiv für Geschichte und Altertumskunde von Oberfranken*, Bd. 7, H. 2: 1–22.
- NICOLAI, F. (1783): *Beschreibung einer Reise durch Deutschland und die Schweiz, im Jahre 1781. Nebst Bemerkungen über Gelehrsamkeit, Industrie, Religion und Sitten.* – 676 S.; Berlin, Stettin.
- NUCCIO, M. DE & UNGARO, L. (2002): *I Marmi colorati della Roma imperiale.* – 643 S.; Venedig (Marsilio Editori).
- OPPEN, U. VON (1922): *Der deutsche Marmor und der sächsische Serpentinstein.* – 50 S.; München (Eduard-Pohl-Verlag).

- OSTERHAMMEL, J. (2012): Das 19. Jahrhundert. – 83 S., Informationen zur politischen Bildung, 315; Bonn (Bundeszentrale für polit. Bildung).
- PAJARES-AYUELA, P. (2002): Cosmatesque Ornament. Flat polychrome geometric patterns in architecture. – 120 S.; London (Thames & Hudson).
- PASSING, I. (2019): Untersuchungen zur Verwitterung von Kalkstein am Beispiel des Marmorsaaß im Alten Schloss in der Eremitage Bayreuth. – 33 S., unveröff. Bachelorarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- PETEREK, A. & ROTH, C. (2017): GEO-TOUR Wunsiedler Marmor. Geologie – Bergbau – Landschaft – Kulturgeschichte. – 48 S.; Wunsiedel (Landratsamt Wunsiedel).
- PILZ, O. (2010): Der Oschenberg. Wo der Bläuling flattert [Gipsbergbau]. – Sonntag in Franken (Fränkische Zeitung), 20.6.2010, Nr. 25: 16–17.
- PLATTHAUS, H.-J. (1982): Marmor aus Köstenhof in alle Welt. – Frankenpost, 06.09.1982.
- POSCHLOD, K. (2008): Ein Naturstein auf Zeit: Der Rosenheimer Granit-Marmor. Die Geschichte seiner Steinbrüche und seine technischen Eigenschaften. – In: SIEGESMUND, S. & SNETHLAGE, R. (Hrsg.): Denkmalgesteine. Festschrift W.-D. GRIMM, SDDG, 59: 66–73; Stuttgart (Schweizerbart-Verlag).
- POSCHLOD, K., PFEIFFER, R., BITTNER, S., KRUG, R., LEHRBERGER, G. & SUTTERER, V. (2017): Erfassung historischer Naturwerksteinvorkommen als Grundlage für deren umweltverträgliche Reaktivierung zwecks Restaurierung national bedeutender Kulturgüter in Bayern. – Endbericht zum DBU-Projekt Az. 31549/01-45, 485 S.; Augsburg (Bayer. L.-Amt f. Umwelt).
- PRESCHER, H. (1978): Goethes Sammlungen zur Mineralogie, Geologie und Paläontologie. – 715 + 16 S.; Berlin (Akademie-Verlag).
- PRICE, M. (2007): Decorative Stone. The Complete Sourcebook. – 288 S.; London (Thames & Hudson).
- PRÁKRYL, R. (2004): Introduction to the Czech Natural Stone Industry and Excursion Guide to the International Conference Dimension Stone. – 24 S.; Prag (Institute of Geochemistry, Mineralogy and Mineral Resources).
- PULLEN, H. W. (1894/2018): Handbook of Ancient Roman marbles. – vollst. neu bearbeitete und ergänzte Neuaufl. durch F. CROCENZI, 255 S.; Rom (Gangemi Editori).
- RABENSTEIN, W. & WERNER, R. (1994): St. Georgen. Bilder und Geschichte(n). – 204 S.; Bayreuth (Druckhaus Bayreuth).
- REHFUS, B. (1980): Marmorsäge in Bayreuth-St. Georgen. – S. 388–389 in: NERDINGER, W. (Hrsg.): Klassizismus in Bayern, Schwaben und Franken. Architekturzeichnungen 1775–1825; München (Münchner Stadtmuseum).
- REINEL, H. (1961): Gutachten zur Gesteinsammlung des Jean-Paul-Gymnasiums. – Archiv des Jean-Paul-Gymnasiums.
- REINEL, H. (1996a): Alte Sammlungen im Jean-Paul-Gymnasium. – In: 450 Jahre Jean-Paul-Gymnasium. Festschrift und Bericht über das Schuljahr 1995/96, 183–190; Hof (Jean-Paul-Gymnasium).
- REINEL, H. (1996b): Alte Sammlungen im Jean-Paul-Gymnasium. – Der Siebenstern, 6: 265–270.
- REISCH, V. (2015): Polierfähige Kalksteine aus Oberfranken. – 68 S., unveröff. Bachelorarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- REUTER, O. (1961): Die Manufaktur im Fränkischen Raum. – 213 S.; Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- RIEDEL, A. C. (1750): Beschreibung des im Fürstenthum Bayreuth zu sanct Georgen am See errichteten Zucht- und Arbeitshauses auf Befehl einer hohen Deputation – 146 S.; Bayreuth.
- ROHRMÜLLER, J., GEBAUER, D. & MIELKE, H. (2000): Die Altersstellung des ostbayerischen Grundgebirges. – Geologica Bavarica, 105: 73–84; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- ROST, W. (1992): Marmorühle gehörte dem Zuchthaus Bayreuth. Humboldt im Nailaer Bergamtsrevier, Teil 10. – In: Frankenpost, 04.11.1992.
- RYBAŘÍK, V. (1992): Barrandienské mramory. – Sborík geologických ved. Ložisková geologie, mineralogie, 30: 91–123; Prag.
- RYBAŘÍK, V. (1994): Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České Republiky. – 218 S.; Hořice (Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské).
- RYBAŘÍK, V. (2016): Kamenná katedrála. – 199 S.; Prag (Česká geologická služba).
- SANWA KENMA EUROPE GmbH (o.J.): Glanzmessgerät IG-331 Bedienungsanleitung. – 8 S.; Marktredwitz.
- SCHADWINKEL, H.-T. (1998): Die technische Fortentwicklung der Säge. – S. 58–63 in: FEUCHTMAYR, A. & NICKL, P.: Werkzeuge des Handwerks. Vom Faustkeil zum Computer, Ausstellungskatalog, Exempla '98. Sonderschau der 50. Internationalen Handwerksmesse, München, 7.–15. März 1998.
- SCHIEBLER, I. (1992): Stein – Ein Luxusmaterial der Antike. – S. 255–269 in: KÖNIG, R. (Hrsg.): Plinius d. Ä. – Naturkunde. Buch XXXVI. Die Steine; München (Artemis & Winkler).
- SCHELTER, S. (2007): Thiersheims Steinerne Chronik. – Beiträge zur Thiersheimer Heimatgeschichte, H. 2: 68 S.; Thiersheim.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1916): Über das Oberdevon von Gattendorf bei Hof a. S. – Zeitschr. d. Dt. Geol. Ges., Bd. 68, Monatsber. Nr. 1–3: 30–39.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1921): Beiträge zur Kenntnis der Kramenzelkalke und ihre Entstehung. – Geol. Rundschau, 12: 20–35; Leipzig.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1923): Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums in Oberfranken, Ostthüringen und dem Sächsischen Vogtlande. I. Stratigraphie und Ammonoitenfauna des Oberdevons von Hof a. S. – N. Jb. Mineral. etc., Beil., Bd. 49: 250–357 u. 393–509; Stuttgart.
- SCHMIDT [o.V.] (1833): Bekanntmachung über die Verpachtung des Marmorbruchs des Strafarbeitshauses nächst dem Wiesenmühlguths in Wunsiedel v. 20. März 1833. – Wunsiedler Wochen-Blatt, XV. Jg., 13. Stück, 23.03.1833, 1 S.; Wunsiedel.
- SCHMID, H. (1897): Die modernen Marmore und Alabaster. – 77 + 1 unnum. S.; Leipzig u. Wien (Verlag Franz Deuticke).
- SCHMIDT, R. (2020): »Edle Steine für Tabatieren« – Die Schmucksteinsammlung des Herzogs Anton Ulrich von Sachsen-Meiningen (1687–1763). – Sonderveröff. Naturhist. Museum Schloss Bertholdsburg, 280 S.; Schleusingen.
- SCHMIDT-KALER, H. (1974): Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6634 Altdorf. – 152 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHNETTER, G. (1997): Bereits die Markgrafen ließen Gips abbauen. Aus der Historie der Anhydritgrube. – Nordbayerischer Kurier, 16.06.1997.
- SCHRÖTER, K. (2019): Im Bodetal unterwegs. Kulturgeschichtliche Streifzüge zwischen Brocken und Quedlinburg (7). – Neue Neue Wernigeröder Zeitung, 30. Jg., 9/19: 23; Wernigerode.
- SNETHLAGE, R. (1984): Steinkonservierung. – Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Arbeitsheft 22: 48 ff.
- SONNENWALD, M. (2021): The term marble in eighteenth-century encyclopaedic literature: from colourful and exclusive to grainy and popular. – Sculpture Journal, 30(2): 203–213.
- STAEMMLER, TH. (2006): Das Steinzimmer im Schloss zu Sondershausen – Restaurierung einer Raumschale aus Alabaster und Dendritenkalkstein. – IFS-Bericht, 24, Thüringer Denkmalgesteine – Beiträge zur Konservierung und Restaurierung: 17–22; Mainz (Institut für Steinkonservierung).
- STETTNER, G. (1964): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 5837 Weißenstadt. – 194 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- STIEGLITZ, C. L. (1796): Encyclopädie der bürgerlichen Baukunst, in welcher alle Fächer dieser Kunst nach alphabetischer Ordnung abgehandelt sind; Leipzig.
- STINY, J. (1929): Technische Gesteinskunde für Bauingenieure, Kulturtechniker, Land- und Forstwirte, sowie für Steinbruchbesitzer und Steinbruchtechniker. 2. Aufl., 550 S.; Wien (Julius Springer).

- STRUNZ, H. (1951/1952): Die Mineralogie bei Albertus Magnus. – Acta Albertina, Regensburger Naturwissenschaften, 20: 19–39; Regensburg.
- STRUTZ, R. (2010): Die Gewinnung und Verarbeitung von Kalkstein auf dem Territorium der Gemeinde Hüttenrode. – In: BERGVEREIN ZU HÜTTENRODE E.V. (Hrsg.): 1000 Jahre Bergbau im Hüttenröder Revier. Der Bergbau auf Eisen- und Kupfererz sowie Schiefer- und Kalkabbau, Hüttenröder Edition 1: 187–222; Hüttenrode.
- STURM, K. CH. G. (1800): Mineralogie der Baukunst, oder Beschreibung aller zum Bauen anwendbaren Stein- und Erdarten. – 193 S.; Chemnitz (Georg Friedrich Tasche).
- STURM, L. C. (1778): Vollständige Mühlen Baukunst. – 4. Aufl., 34 S.; Augsburg (Kilian). Abrufbar unter: urn:nbn:de:vbv:210-14-013848709-7.
- SUCHAN, K.-H. (1966): Das Kalkkonglomerat (»polygene Kalkbrekzie«) der bayerischen Fazies des Frankenwaldes (Unterkarbon). – Geol. Bl. NO-Bayern, 16(4): 200–212; Erlangen (FAU).
- ŠVECOVÁ, A. (2017): Vorkommen, Verwendung und technische Eigenschaften von polierfähigen Karbonatgesteinen aus dem Barrandium. – 97 S., unveröff. Masterarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- ŠVECOVÁ, A. & LEHRBERGER, G. (2017): Polished limestone and marble in Baroque altars and monuments in the Czech Republic. – In: PŘIKRYL, R. (Hrsg.): International Conference on Natural stone for cultural heritage: local resources with a global impact, 56–57, 18.–22.09.2017; Prag.
- SVOBODA, J. & PRANTL, F. (1958): Barrandium. Geologie des mittelböhmisches Silur und Devon in Bildern. – 119 S.; Prag (Nakladatelství Československé akademie věd).
- TORNESI [o.V.] (1787): Ueber die Marmor-Arbeiten zu Bedürfnissen des Luxus; und insbesondere über die Arbeiten der Marmor-Fabrike zu St. Georgen am See bey Bayreuth. – Journal des Luxus und der Moden, Juli 1787: 223–232; Weimar.
- TOURNON, C. DE (1900): Die Provinz Bayreuth unter französischer Herrschaft (1806–1810). – 117 S., übers. und bearb. von LUDWIG v. FAHRMBACHER.; Wunsiedel (Kohler).
- VELEBILOVÁ L. & ŠARF, P. (1996): Application of microfacies analysis in the Lower Devonian of the Barrandian, central Bohemia. – J. Czech Geol. Society, 41/1-2: 105–115; Prag.
- VIOHL, G. (1961): Die Herkunft und Bedeutung des Wortes »Kramenzelkalk«. – Geol. Bl. NO-Bayern, 11(2): 111–115; Erlangen (FAU).
- VOGLER, H. (1956): Die Unterkarbonkonglomerate des Frankenwaldes und ihre paläogeographische Deutung. – Geologica Bavarica, 27: 232–272; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- VOLLMER, H. (Hrsg.) (1978): Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler von der Antike bis zur Gegenwart. – Bd. 27, 558 f.; Leipzig (Engelmann).
- WAGENBRETH, O. (1979): Technische Gesteinskunde. – Naturwissenschaftliches Grundwissen für Ingenieure des Bauwesens, 3. Aufl., Bd. 3, 192 S.; Berlin (VEB Verlag für Bauwesen).
- WEBER-KELLERMANN, I. (Hrsg.) (2016): Wilhelmine von Bayreuth, eine preussische Königstochter. – 11. Aufl., 562 S.; Frankfurt am Main (Insel Verlag).
- WEIGERT, E. (2017): Erfassung polierter Kalksteine und Marmore in barocken Schlössern Bayreuths. – 151 S., unveröff. Bachelorarbeit, Lst. f. Ingenieurgeologie, Technische Universität München; München.
- WEINHOLD, W. & SCHARY, J. (2018): Messung der Topographie, Rauheit und visuellem Eindruck von Gesteinsoberflächen historischer Statuen und Skulpturen mit dem TRACEIT®-Dokumentations- und Messgerät. – In: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR DENKMALPFLEGE UND ARCHÄOMETRIE (Hrsg.): Nachweismöglichkeiten von mikrobiologischen Besiedlungen auf Marmoroberflächen, FIDA-Arbeitshefte 1/2018: 5–10; Potsdam.
- WEINHOLD, W. P., WORTMANN, A., DIEGELMANN, C., PUMMER, E., PASCUA, N., BURKHARDT, TH. R. & GORETZKI, L. (2005): On Surfaces of Historic Buildings and Monuments Cleaned by Laser. – Proceedings of the International Conference Lacona IV, Vienna, Austria, 21.–25.09.2005.
- WEINHOLD, W. P., DIEGELMANN, C., TIANO, P., PUMMER, E. & GORETZKI, L. (2007): Mobile Measuring and Documentation of Visual Impression and Surface Topography. – Proceedings of the International Conference Lacona VII, Madrid, Spain, 17.–21.09.2007.
- WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W. (1984): Oberflächennahe mineralische Rohstoffe von Bayern. – Geologica Bavarica, 86: 563 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WELDEN, L. VON (1830): Geschichte der Errichtung des Straf-Arbeitshauses mit der damit verbundenen Marmorfabrik zu St. Georgen bei Bayreuth und seiner dermaligen Einrichtung. – 69 S.; Bayreuth.
- WERNER, M. (2000): Die Epitaphgrabplatten aus Wunsiedler Marmor. Gewinnung – Bearbeitung – Chronik der Grabplatten. – Zulassungsarbeit Lehramt, Univ. Bayreuth, Kulturwiss. Fakultät, 64 S.; Bayreuth.
- WIRSING, A. L. (1775): Marmora Et Adfines Aliqvos Lapidis Coloribus Svis Exprimi Cvravit Et Edidit Adamvs Ludovicvs Wirsing, Chalcographvs Norimbergensis. Abbildungen der Marmor=Arten und einiger verwandten Steine nach der Natur auf das sorgfältigste mit Farben erleuchtet gestochen und herausgegeben durch Adam Ludwig Wirsing, Kupferstecher und Kunsthändler in Nürnberg. Abrufbar unter: <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/wirsing1775>.
- WIRSING, A. L. (1776): Afbeelding der Marmorsoorten: volgens hunne natuurlyke koleuren naauwkeurig afgebeeld, ook met de bygevoegde Hollandsche, Hoogduitsche, Engelsche, Fransche en Latynsche Benaamingen voorzien. – 66 S., Amsterdam (Jan Christian Sepp). Abrufbar unter: urn:nbn:de:vbv:12-bsb10226532-1.
- WOLFF, B. (2009): Schwarzer Marmor vom Hartenberg. – Neue Wernigeröder Zeitung, 20. Jg., 13/09: 24; Wernigerode.
- WURM, A. (1925): Geologischer Führer durch Fichtelgebirge und Frankenwald. – Slg. geol. Führer, 31: 223 S.; Berlin (Gebr. Borntraeger).
- WURM, A. (1961): Geologie von Bayern. Brankenwald, Münchberger Gneismasse, Fichtelgebirge, Nördlicher Oberpfälzer Wald. – 2. Aufl., 555 S.; Berlin (Gebr. Borntraeger).
- ŽEBERA, K. (1939): Neolitické a středověké vápencové lomy na »Bílém kameni« u Sázavy. – Pam. archeologické, 41: 51–58, Praha, zit. in RYBAŘÍK, V. (1994): Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České Republiky. – 218 S.; Hořice (Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské).
- ZEDLER, J. H. (Hrsg.) (1731–1754): Großes vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste, welche bißhero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und vervollständigt worden. – 68 Bände.; Halle, Leipzig (Johann Heinrich Zedler). Abrufbar unter: <https://www.zedler-lexikon.de/index.html?c=startseite&l=de>.
- ZIRKEL, F. (1894): Lehrbuch der Petrographie. – 2. Aufl., 3. Bd., 805 S.; Leipzig (Verlag von Wilhelm Engelmann).

13.2 Internet-Adressen

www-01: http://zs.thulb.uni-jena.de/receive/jportal_jpjournal_00000029, zuletzt abgerufen am 29.06.2021.

www-02: <http://www.goldbergknappen.de/html/tornesi.html>, zuletzt abgerufen am 29.06.2021.

www-03: <http://www.kriminalia.de/2016/04/als-schlos-waldeck-noch-gefangnis-war-ein-beitrag-von-jochen-herzog>, zuletzt abgerufen am 29.06.2021.

www-04: [https://de.wikipedia.org/wiki/Neuwerk_\(Rübeland\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Neuwerk_(Rübeland)), zuletzt abgerufen am 29.06.2021.