

# Ergebnisse petrographischer Untersuchungen von Mörtelproben aus dem frühchristlichen Pilgerheiligtum und der spätantiken Siedlung vom Hemmaberg/Kärnten

Sabine LADSTÄTTER und Roman SAUER<sup>1</sup>

## Izvleček

Članek podaja rezultate petrografske analize 21 vzorcev malte iz zgodnjekrščanskega romarskega središča in poznoantične naselbine na Sv. Hemi na Koroškem (*sl. 1-3*). Dodatno so zbrani vzorci peska iz področja Globasnice, rimskega vicusa Iuenna (*sl. 6*). Zbruski in analiza težkih mineralov dokazujejo, da so uporabljali gradivo iz Globasnice in ne, kot je bilo pričakovati, s hriba (*sl. 4, 5, 7*). Večina izmed vzorcev si je podobna (tipi malte B, D, E) razlikujejo se le nekateri (tipi malte A, C, F). Ob arheoloških in zgodovinskih argumentih tako tudi rezultati petrografske analize poudarjajo sočasnost dvojnih cerkva in hiš namenjenih romarjem (vzorci 2-14; 16-18; 20-21). Drugačna je malta iz starejše cerkve (vzorec 1), zidu na terasi (vzorec 15) in s tubulov v hiši Q (vzorec 19).

## 1. EINLEITUNG

Seit 1978 werden am Hemmaberg systematische Ausgrabungen durchgeführt, im Zuge derer ein komplexes frühchristliches Pilgerheiligtum sowie eine zugehörige Siedlung des 5. und 6. Jhs.n.Chr. freigelegt wurde.<sup>2</sup> Während sich die Forschungsaktivitäten der ersten beiden Jahrzehnte in er-

## Abstract

The article contains results of petrographical analyses on 21 mortar samples of the early christian pilgrim centre and the late roman settlement on the Hemmaberg in Carinthia (*Fig. 1-3*). Supplementary sand samples in the area of Globasnitz, the roman vicus Iuenna, were collected (*Fig. 6*). The thin-section and heavy mineral analyses proof, that the raw material sources were situated in Globasnitz and not as expected on the hill (*Fig. 4, 5, 7*). While most of the samples are very similar (mortar types B, D, E), some of them are characterized by differences (mortar types A, C, F). In addition to the archaeological and historical arguments also the results of petrographical analyses emphasize the chronological equality of the double churches and the pilgrim houses (samples 2-14; 16-18; 20-21). Different are the mortars of the elder church (sample 1), of the terracell wall (sample 15) and of the tubuli in house Q (sample 19).

ster Linie auf die Freilegung und Dokumentati-on der Objekte sowie die Befundanalyse konzentrierten, kam es in den letzten Jahren zu einer Schwerpunktverlagerung hin zu einer umfassenden kontextorientierten Fundbearbeitung in Kombination mit naturwissenschaftlichen Analysen.<sup>3</sup> In diesem Zusammenhang wurden Mörtelproben aus Bruchsteinmauern beinahe aller

<sup>1</sup> Für die Mitarbeit danken wir Herrn Ing. J. Haiden, Institut für Silikatchemie und Archäometrie an der Hochschule für Angewandte Kunst in Wien, sehr herzlich. Herrn W. Kogoj, Globasnitz, sei für viele ortskundliche Hinweise gedankt.

<sup>2</sup> F. Glaser, *Das frühchristliche Pilgerheiligtum auf dem Hemmaberg*, Aus *Forschung und Kunst* 26 (1991); Ders., *Archäologisch-historische Ergebnisse im Lichte der letzten Ausgrabungen in St. Peter in Holz/Teurnia und auf dem Hemmaberg/Iuenna*, *Arh. vest.* 45, 1994, 165-173; Ders., *Kirchenbau und Gotenherrschaft. Auf den Spuren des Arianismus in Binnennorikum und in Rätien II*, *Der Schlern* 70/2, 1996, 83-100; Ders., *Frühes Christentum im Alpenraum* (Graz, Wien, Köln 1997).

<sup>3</sup> S. Schretter, *Von Noricum Mediterraneum zur provincia sclaborum*, unpubl. Diss. (Wien 1997); H. Rodriguez, *Die Zeit vor und nach der Schlacht am Fluvius Frigidus (394 n. Chr.) im Spiegel der südostalpinen Gebrauchskeramik*, *Arh. vest.* 48, 1997, 153-177; S. Ladstätter-Schretter, *Neue Forschungsergebnisse zum Pilgerheiligtum auf dem Hemmaberg/Kärnten*, *MiChA* 4, 1998, i.D.

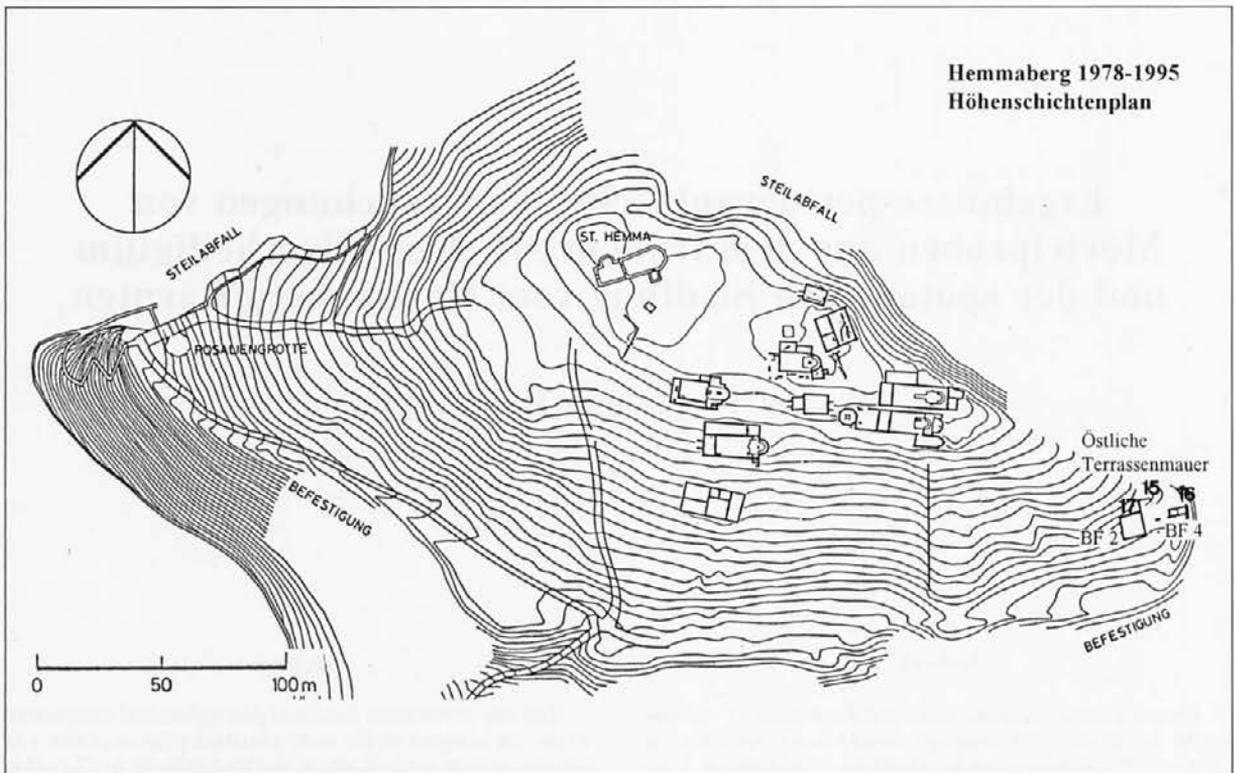


Abb. 1: Höhenstufenplan vom Hemmberg (F. Glaser). Nr. 15-17 markieren die Probenentnahmestellen im östlichen Siedlungsabschnitt.<sup>7</sup>

Gebäude am Hemmberg entnommen und diese petrographisch analysiert (Abb. 1, 2).

Die diesen Untersuchungen zugrunde gelegten Fragestellungen betrafen in erster Linie die Zusammensetzung der einzelnen Zuschlagstoffe des verwendeten Mörtels. Da insbesondere bei der westlichen Doppelkirchenanlage sowohl Mörtel aus den Fundamenten,<sup>4</sup> dem aufgehenden Mauerwerk<sup>5</sup> und den halbhohe Brüstungsmauern der Hallen<sup>6</sup> beprobt wurde, war von Interesse, ob bei konstruktiv unterschiedlichen Bedürfnissen verschiedene Roh- und Zuschlagstoffe zur Verwendung kamen.

Die spätantike Siedlung am Hemmberg wurde in den letzten Jahrzehnten des 4. Jhs. gegründet. Entweder gleichzeitig mit Siedlungsbeginn oder kurz danach wurde auch eine erste Kirche am Plateau des Hemmberges errichtet.<sup>7</sup> Im Gegensatz dazu entstand die frühchristliche Pilgeranlage, bestehend aus zwei Doppelkirchenanlagen

mit jeweils einem Baptisterium und mehreren Pilgerhäusern, erst am Beginn des 6. Jhs.<sup>8</sup> Zwischen der Erbauung der älteren sog. Westkirche und den beiden Doppelkirchen liegen somit knapp hundert Jahre. Daher lag die Frage nahe, ob sich diese Differenz auch im verwendeten Mörtel nachweisen läßt, bzw. ob der Mörtel der gleichzeitigen Doppelkirchenanlagen und der Pilgerhäuser ident ist.

Im Gebäude Q, das aufgrund seines Grundrisses und der funktionalen Bestimmung der einzelnen Räume als Pilgerhaus bezeichnet wurde, konnten aufgrund des guten Erhaltungszustandes Detailanalysen gemacht werden.<sup>9</sup> So war ursprünglich die Ostmauer des Raumes Q 1 flächendeckend mit Tubuli versehen, die Heißluft aus einem Y-förmigen Heizkanal aufnahmen. Diese Tubuli waren vor die Bruchsteinmauer gesetzt und an der Innenseite mit mehreren Lagen Feinverputz verkleidet. Aus Raum Q 1 wurden folge-

<sup>4</sup> MP 8.

<sup>5</sup> MP 9.

<sup>6</sup> MP 7.

<sup>7</sup> S. Schretter, Die westliche Doppelkirchenanlage auf dem Hemmberg, *Arch. Österr.* 8/1, 1997, 54-61.

<sup>8</sup> F. Glaser, Eine weitere Doppelkirchenanlage auf dem Hemmberg und die Frage ihrer Interpretation, *Carinthia* I 183, 1993, 165-186; S. Schretter, Fibeln vom Hemmberg: Ausgrabungen 1990-1992, *Carinthia* I 183, 1993, 187-203.

<sup>9</sup> S. Schretter, Die Ausgrabung auf dem Hemmberg 1995, *MiChA* 2, 1996, 28-36.

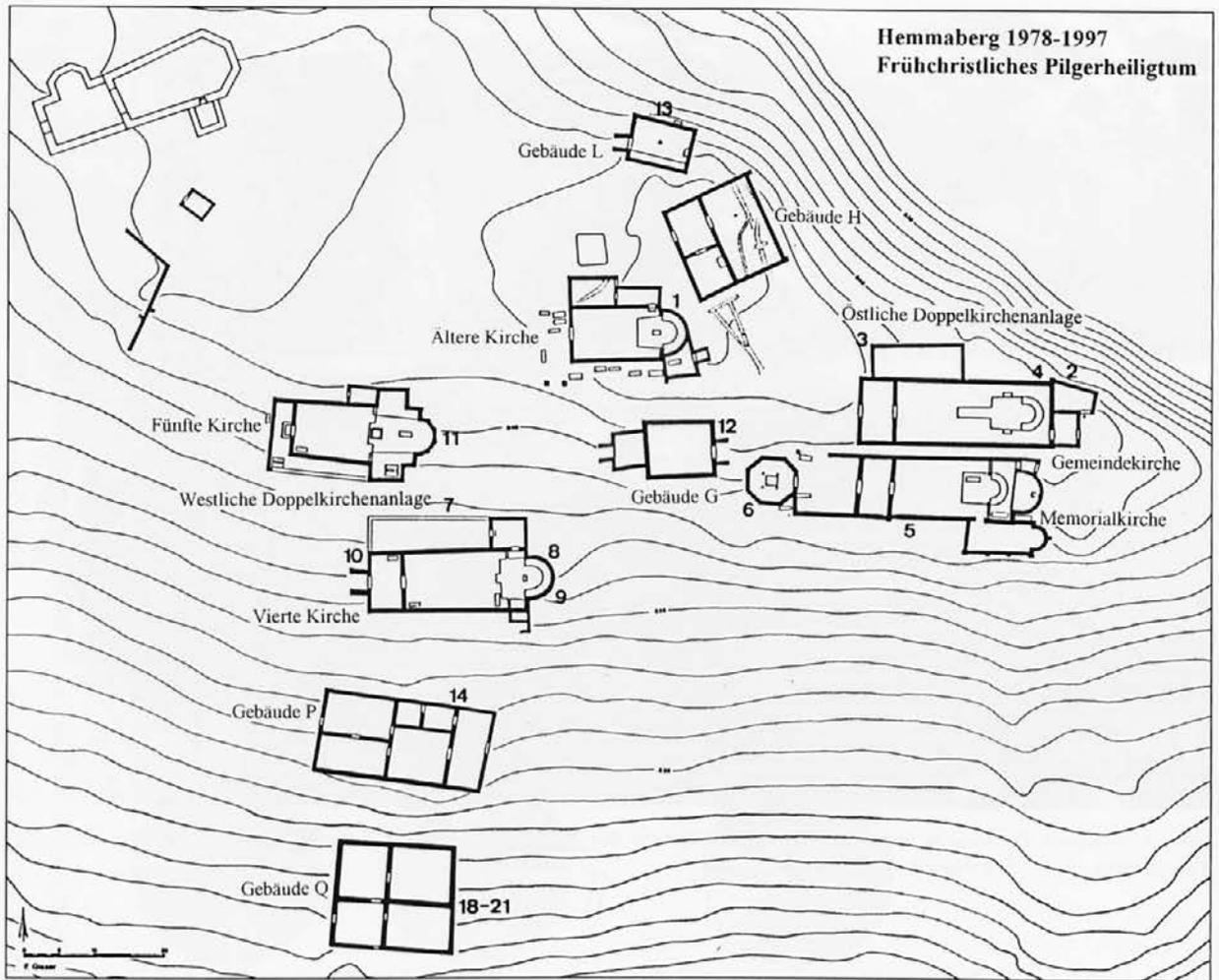


Abb. 2: Das frühchristliche Pilgerheiligtum auf dem Hemmaberg (F. Glaser, S. Ladstätter). Nr. 1-14 und 18-21 markieren die Probenentnahmestellen.

richtig der Mörtel der Ostmauer, der Feinverputz und der Mörtel zwischen sowie unter den Tubuli untersucht (Abb. 3).

Die Gebäude am östlichen Abschnitt der Befestigungsanlage ließen sich bislang absolut-chronologisch nicht einordnen, da charakteristisches Fundmaterial fehlte (Abb. 1).<sup>10</sup> Lediglich unter dem Estrich von Gebäude BF 4 konnten bei Untersuchungen 1995 neben lokal gefertigter Grobkeramik ein Armreifen mit stilisierten Tierkopffenden und eine Münze der 2. Hälfte des 4. Jhs. geborgen werden, die an einer spätantiken Datierung des Baues keinen Zweifel lassen.<sup>11</sup> Im Gegensatz zur Pilgeranlage handelt es sich bei

den Gebäuden am östlichen Abschnitt der Befestigungsanlage um einfache Wohnbauten. Mörtelproben wurden sowohl aus den Wohnbauten, als auch aus der davon nördlich gelegenen Terrassenmauer, deren chronologische Einordnung unsicher ist, genommen.

## 2. METHODE

Nach der makroskopischen Beschreibung wurden von den Mörtelbrocken sowohl petrographische Dünnschliffe als auch Schwermineralanalysen angefertigt. Zusätzlich wurden in der Umgebung

<sup>10</sup> F. Glaser, Die Ausgrabung Hemmaberg 1985, *Carinthia* I 176, 1986, 131-134; Ders., Ausgrabungen auf dem Hemmaberg 1988, *Carinthia* I 179, 1989, 47-50.

<sup>11</sup> Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind noch unpubliziert und sollen im Rahmen einer Publikation der Befestigungsanlage vorgelegt werden.



Abb. 3: Gebäude Q. Ansicht von Süden auf die Ostmauer des Raumes Q1 mit der Tubulatur und dem darüberliegenden Feinverputz (Foto: S. Ladstätter).

vorkommende Sande beprobt, analysiert und mit den Zuschlagstoffen des Mörtels verglichen.

### 2.1. Dünnschliffanalyse

Von sämtlichen ausgewählten Proben wurden petrographische Dünnschliffe angefertigt. Der Porenraum wurde vorher mit blauem Kunstharz imprägniert, um ihn besser sichtbar zu machen. Mit den Dünnschliffen erfolgte zunächst eine Bestimmung des Verhältnisses von feinkörniger Kalkmatrix zu Sand sowie den im Mikroskop sichtbaren Poren. Für diese Bestimmung wurde die Punktzählmethode gewählt und jeweils 200-300 Punkte gezählt. Die Analyse der mineralogischen Sandzusammensetzung erfolgte durch Kornzählung (Kornprozent), wobei aufgrund der Grobkörnigkeit der Mörtelproben meist weniger als 200 Körner ausgezählt werden konnten. Der Vorteil letzterer Methode gegenüber der Punktzählmethode liegt vor allem in der Zeitersparnis und der höheren Aussagekraft bei matrixreichen Proben. Es wäre mit der Punktzählmethode praktisch nicht möglich, in einem Dünnschliff eine ausreichend

große Anzahl von Sandpartikel zu erfassen. Die Ergebnisse der Dünnschliffanalysen wurden ursprünglich in Exceltabellen dokumentiert und für diesen Bericht in Form von Kreisdiagrammen zusammengefaßt (Abb. 4). Typische Dünnschliffe der Mörteltypen sind auf Abb. 5 abgebildet.

### 2.2. Schwermineralanalyse

Von den Mörtelproben wurden auch Schwermineralanalysen angefertigt. Um eine quantitative Bestimmung der Schwermineralzusammensetzung vornehmen zu können, müssen die Schwerminerale vorerst angereichert werden. Dazu wurden zunächst sämtliche Proben in einem Mörser zerkleinert und mit Salzsäure entkalkt. Die daraus durch Naßsiebung gewonnene Kornfraktion 0,125-0,04 mm wurde dann zur Schwerretention herangezogen, wobei der Schwermineralanteil mittels Bromoform (spez. Gewicht 2,85) in Scheidetrichtern abtrennt wurde. Die so gewonnenen Schwermineralfraktionen wurden auf Objektträger in Kunstharz eingebettet, polarisationsmikroskopisch analysiert und die Anteile der

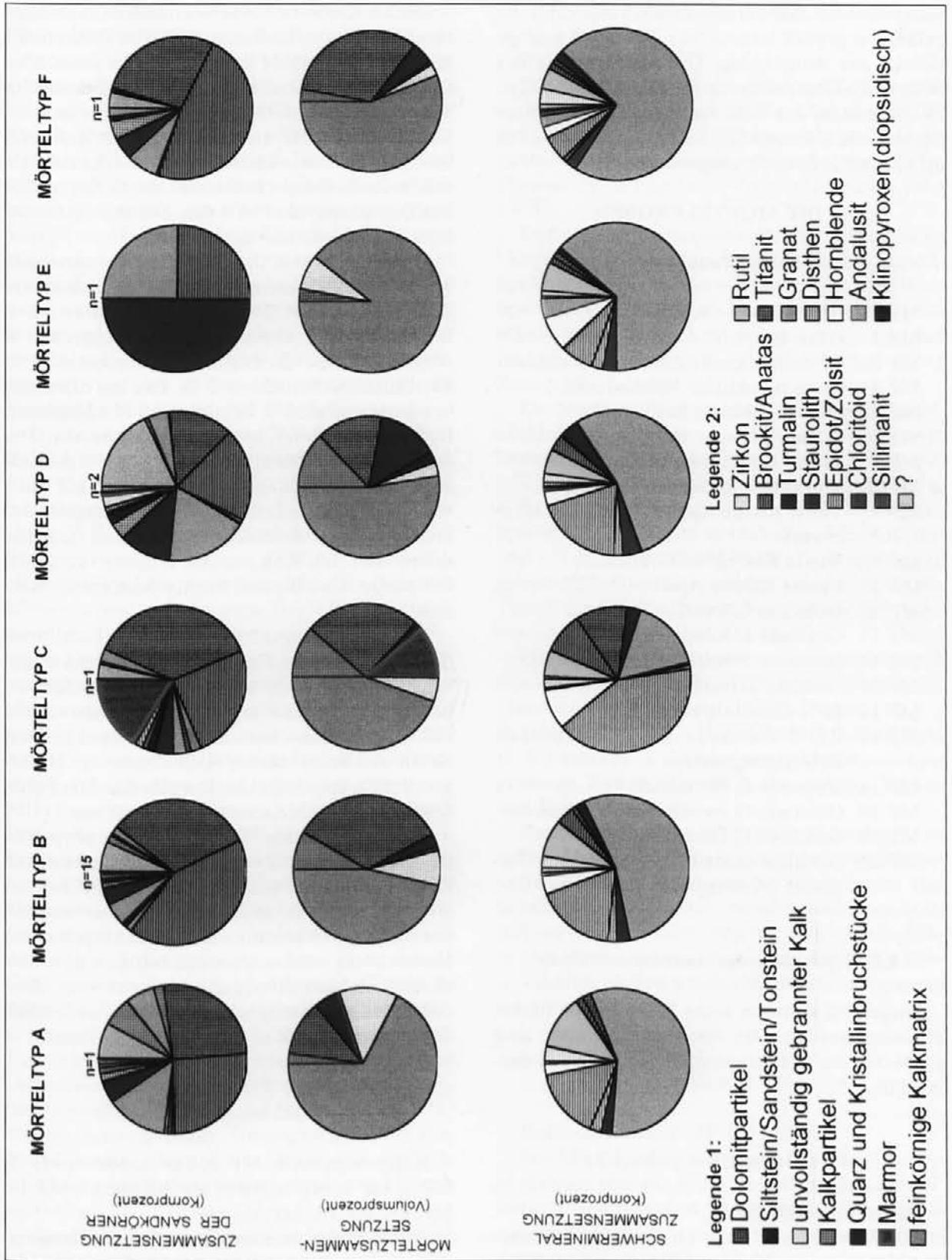


Abb. 4: Zusammensetzung der Mörtelproben (Graphik: R. Sauer). Legende 1: Sandanteile in Volumsprozent. Legende 2: Schwerminerale (Zu den Sandanteilen in Kornprozent vgl. Abb. 7, Legende 3).

verschiedenen Schwermineralien ausgezählt. Es gelangten jeweils mindestens 200 durchsichtige Körner zur Auszählung. Die Aufbereitung der Sedimentproben erfolgte in gleicher Art und Weise. Die Resultate der Schwermineralanalysen wurden wie die Dünnschliffproben in Exceltabellen erfaßt und graphisch ausgewertet.<sup>12</sup>

### 3. DIE MÖRTELPROBEN

#### 3.1. Probenauswahl (Abb. 1-3)

- MP 1 Ältere Kirche Apsis
- MP 2 Gemeindekirche nördlicher Anbau
- MP 3 Gemeindekirche Zisternenwestmauer
- MP 4 Gemeindekirche Nordostecke
- MP 5 Memorialkirche Südmauer
- MP 6 Memorialkirche Baptisterium
- MP 7 Vierte Kirche Nordhalle
- MP 8 Vierte Kirche Apsis Fundament
- MP 9 Vierte Kirche Apsis aufgehendes Mauerwerk
- MP 10 Vierte Kirche Vestibülmauer
- MP 11 Fünfte Kirche Apsis
- MP 12 Gebäude G Ostvestibül
- MP 13 Gebäude L Nordmauer
- MP 14 Gebäude P Nordmauer
- MP 15 Östliche Terrassenmauer
- MP 16 BF 4 Gebäude unter Wall
- MP 17 BF 2 Gebäude an der östlichen Befestigungsanlage
- MP 18 Gebäude Q Ostmauer
- MP 19 Gebäude Q zwischen den Tubuli
- MP 20 Gebäude Q Feinverputz
- MP 21 Gebäude Q Steinlage parallel zur Ostmauer (Auflager für Tubuli)

#### 3.2. Ergebnisse der Analysen (Abb. 4)

Insgesamt konnten sechs Mörteltypen unterschieden werden. Die Analyseergebnisse sind graphisch und fotografisch (Abb. 4 und 5) dargestellt.

##### 3.2.1. Mörteltyp A (Abb. 5/1)

Referenzprobe: MP 1.

Die Mörtelprobe weist ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 33:67 auf. Im „Sandanteil“ ist ein Anteil (etwa 40 %) von nicht vollständig ge-

brannten Karbonatkörnern enthalten, der nicht zum zugesetzten Sand gehört. Die im Dünnschliff festgestellte sichtbare Porosität beträgt etwa 20 %. Der zugesetzte Sandanteil setzt sich volumsmäßig hauptsächlich aus Dolomitpartikel zusammen. Untergeordnet treten zusätzlich noch Kalk und Quarzkörner sowie Kristallinbruchstücke auf. Die maximale im Dünnschliff beobachtete Körngröße der Dolomitpartikel ist 4 mm. Die durchschnittliche Körngröße beträgt 0,9 mm.

Unabhängig von ihrer Größe (Kornprozent) bestehen die Sandkörner aus 53 % Dolomitkörnern, 22 % Kalkpartikel (14 % Sparit, 6 % Mikrit, 2 % Biomikrit), 13 % monokristallinen Quarzen, 5 % polykristallinen Quarzen, 1 % Hornstein, 2 % Kristallinbruchstücken, 2 % Ton bis Siltsteinbröckchen, sowie 1 % Feldspat und 1 % Muskovit. In Spuren kommen Marmorbröckchen vor. Die Dolomitkörner bestehen zum Großteil aus z.T. angerundeten fein- bis mittelkörnigen z.T. auch sehr grobkörnigen Dolospariten (Kristallgröße bis etwa 0,5 mm). Dolomikritkörner sind dagegen selten. Bei den Kalkpartikel können vereinzelt Pelsparite bzw. Biolithitkörner beobachtet werden.

Vereinzelt kommen Pflanzenreste (Hohlformporen) und in der Kalkgrundmasse Relikte unvollständig gebrannter Kalkkörner vor. Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Granatvormacht (57 %) gekennzeichnet. Daneben treten Epidot/Zoisit und Rutil stärker in Erscheinung. Untergeordnet kommen Zirkon, Hornblende, Staurolith, Disthen, Brookit/Anatas und Titanit vor.

*Zusammenfassung:* Typisch für Mörteltyp A ist der hohe Gehalt an unvollständig zersetzten Kalkkörnern in der Kalkgrundmasse. Als Zuschlagstoff wurde ein dolomitreicher Sand verwendet, der nicht mit den untersuchten, unmittelbar am Hemmaberg vorkommenden Sanden übereinstimmt. Als Herkunftsquellen bieten sich vor allem dolomitreiche Sande aus der Gegend südöstlich des Hemmaberges an (Bereich Krupicbach).

##### 3.2.2. Mörteltyp B (Abb. 5/2)

Referenzproben: MP 2; MP 3; MP 4; MP 5; MP 6; MP 7; MP 8; MP 9; MP 10; MP 11; MP 12; MP 13; MP 14; MP 16; MP 21.

Die Mörtelproben weisen ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 54:46 auf. Im Sandanteil ist zusätzlich noch ein Anteil von etwa 15 % an nicht

<sup>12</sup> Die Probenaufbereitung für die Schwermineralanalysen hat dankenswerter Weise Ing. J. Haiden organisiert.

vollständig gebrannten Karbonatkörnern enthalten. Die im Dünnschliff festgestellte Porosität schwankt sehr stark (3-25 %). Der Mörteltyp B könnte aufgrund der unterschiedlichen Porositäten in 2 Untergruppen aufgeteilt werden. Wahrscheinlich hängen aber die beobachteten Porositäten nur von primären Unterschieden von Verdichtung und Wassergehalt des Mörtels ab. Einige Proben zeigen anscheinend auch einen verschiedenartigen Verwitterungsgrad. Der sehr schlecht sortierte zugesetzte Sand- bis Feinkiesanteil besteht volumsmäßig hauptsächlich aus Dolomitpartikel, sowie untergeordnet Kalk, Quarz und Kristallinbruchstücken. Die maximale im Dünnschliff beobachtete Korngröße schwankt bei den Dolomitpartikel von 5 bis 14 mm. Die durchschnittliche Korngröße beträgt 1,5 mm (0,6-2,6 mm).

Der Sandanteil besteht aus 77 % Dolomit (hauptsächlich Dolosparit, nur untergeordnet Dolomikrit), 11 % Kalkpartikel (10 % Sparit, 1 % Mikrit), 5 % monokristallinem Quarz, 4 % polykristallinem Quarz, 1 % Kristallinbruchstücken, 2 % Ton und Siltstein, sowie in Spuren Feldspat, Muskovit, Hornstein und Marmorbröckchen. Die Dolomitkörner setzen sich aus zum Teil fein- bis mittelkörnigen Dolospariten sowie aus sehr grobkörnigen Dolospariten (Kristallgröße bis 0,5 mm) zusammen. Vereinzelt können auch Schatten von Mikrofossilien erkannt werden. Selten kommen auch teilweise dedolomitierte Dolosparite und sehr selten ostracodenführende Dolomikritkörner vor. Bei den Kalkpartikel lassen sich neben den Mikrospariten bis Spariten vereinzelt auch Pelsparite und mikrofossilführende Biosparite (z.T. Dasycladaceenreste) beobachten. Die sehr seltenen Kristallinbruchstücke bestehen überwiegend aus Quarzit (z.T. glimmerführend) bzw. Quarz-Chloritaggregaten. Sehr vereinzelt können auch verkohlte Pflanzenreste, Knochen, sowie Gastropodenschalenreste beobachtet werden. In der Grundmasse treten manchmal stark zersetzte (unvollständig gebrannte) Marmorkörner auf. Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Granatvormacht (54 %) gekennzeichnet. Daneben treten Epidot/Zoisit (18 %) und Rutil (8 %) stärker in Erscheinung. Untergeordnet sind Zirkon, Turmalin, Hornblende, Staurolith, Andalusit, Sillimanit, Disthen, Brookit/Anatas und Titanit vertreten.

**Zusammenfassung:** Typisch für Mörteltyp B sind der hohe Gehalt an z.T. angerundeten Dolomitpartikel und die extrem schlechte Sortierung der beigemengten Sande. Als Herkunftsquelle bieten sich vor allem dolomitreiche Sande aus der Gegend südöstlich des Hemmaberges an (Krupicbach).

### 3.2.3. Mörteltyp C (Abb. 5/3)

Referenzprobe: MP 15.

Die Mörtelprobe weist ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 55:45 auf. Im „Sandanteil“ ist ein Anteil von etwa 10 % an nicht vollständig gebrannten Karbonatkörnern enthalten. Die im Dünnschliff festgestellte Porosität beträgt etwa 18 %.

Der zugesetzte Sandanteil setzt sich volumsmäßig hauptsächlich aus Dolomitpartikel, untergeordnet Kalk und Marmor sowie Quarz und Kristallinbruchstücken zusammen. Die maximale im Dünnschliff beobachtete Korngröße beträgt bei den Dolomitpartikel 9 mm, die durchschnittliche Korngröße 2,2 mm.

Der Sandanteil besteht aus 65 % Dolomit (hauptsächlich Dolosparite, nur untergeordnet Dolomikrit), 16 % Marmorbröckchen, 3 % Sparit, 3 % Mikrit, 3 % monokristallinen Quarzkörnern, 4 % polykristallinem Quarz, 1 % Kristallinbruchstücken, 2 % Ton und Siltstein, 2 % Muskovit und 1 % Feldspat. Die Marmorbröckchen zeigen gelegentlich Mineraleinschlüsse (Muskovit, Quarz, Titanit etc.). Die seltenen Kristallinbruchstücke bestehen hauptsächlich aus Quarzit.

Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Epidot/Zoisitvormacht (41 %) gekennzeichnet. Daneben treten Granat (16 %), Titanit (11 %), Brookit/Anatas (9 %), Hornblende (9 %) und Rutil (8 %) stärker in Erscheinung. Untergeordnet kommen Zirkon, Turmalin, Staurolith, Disthen und Diopsid vor.

**Zusammenfassung:** Typisch für Mörteltyp C ist neben dem hohen Gehalt an Dolomitpartikel der auffällig erhöhte Zusatz von Marmorkörnern. Das Schwermineralspektrum weicht außerdem deutlich von den restlichen Mörtelproben ab (erhöhte Gehalte an Titanit, Zoisit und Diopsid). Diese Minerale dürften aus den Marmorbeimengungen stammen.

### 3.2.4. Mörteltyp D (Abb. 5/4)

Referenzproben: MP 17; MP 18.

Die Mörtelproben weisen ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 45:55 auf. Der „Sandanteil“ enthält einen Anteil von etwa 10 % an nicht vollständig gebrannten Karbonatkörnern. Die im Dünnschliff feststellbare Porosität schwankt von 20-25 %. Der zugesetzte Sandanteil setzt sich volumsmäßig hauptsächlich aus Dolomitpartikel, Kalk, Quarz und Kristallinbruchstücken sowie Silt/Tonsteinbröckchen zusammen. Die maximale im

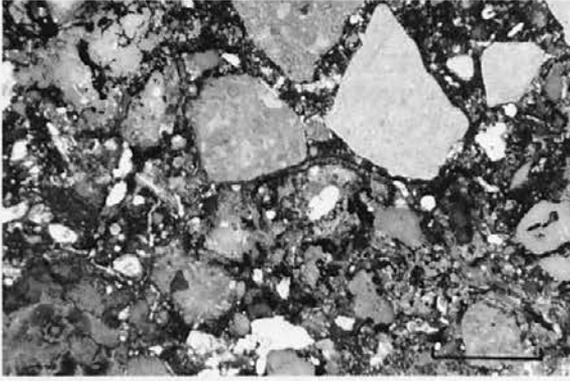


Abb. 5/1: Mörteltyp A (MP 1). Bemerkenswert ist der hohe Gehalt an schlecht gebrannten Karbonatpartikel sowie ein hoher Anteil von feinkörnigem Kalkbindemittel.

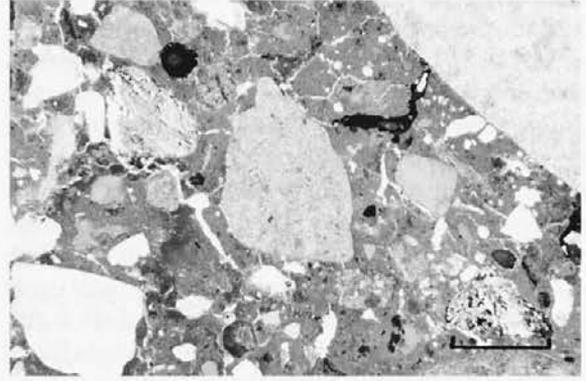


Abb. 5/2: Mörteltyp B (MP 5). Mörtelprobe mit relativ geringer Makroporosität. Typisch ist der Zuschlag von dolomitreichem Sand.

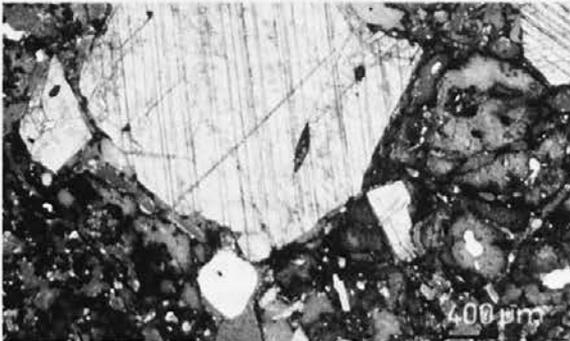


Abb. 5/3: Mörteltyp C (MP 15). Charakteristisch für Mörteltyp C ist der Zusatz von zum Teil grobkörnigen Marmorbröckchen. Im groben Marmorkorn sind Mineraleinschlüsse kenntlich (Titanit).

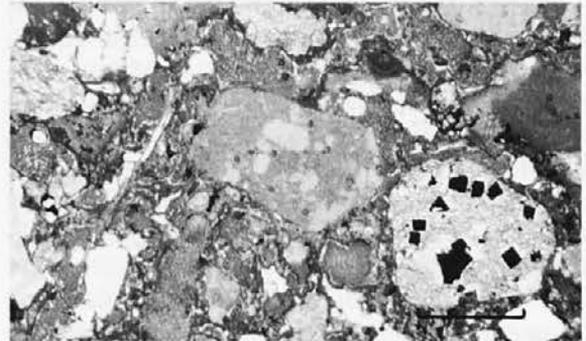


Abb. 5/4: Mörteltyp D (MP 17). Der Mörteltyp D ist neben der Häufigkeit an Dolomitkörnern durch erhöhte Gehalte an Siliziklastika und Kalkkörnern gekennzeichnet.



Abb. 5/5: Mörteltyp E (MP 19). Mörteltyp E ist gekennzeichnet durch eine feinkörnige Kalkgrundmasse mit grober Pflanzenmagerung. Die ursprüngliche Pflanzenzugabe läßt sich durch Hohlformporen, die aus den länglichen Pflanzenresten entstanden sind, nachweisen.

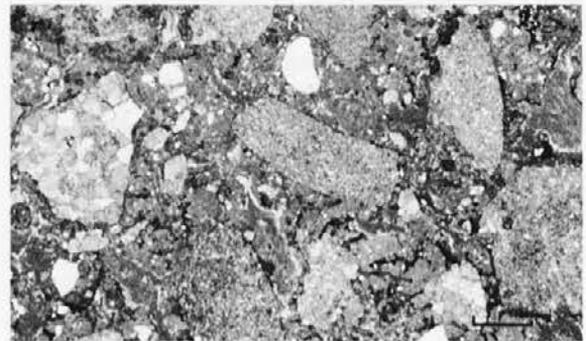


Abb. 5/6: Mörteltyp F (MP 20). Sichtbar sind hauptsächlich grobe Dolosparitkörner neben feinerem siliziklastischen Material.

Dünnschliff beobachtete Korngröße der Dolomitpartikel schwankt von 5 bis 7 mm. Die durchschnittliche Korngröße beträgt 1,4 mm (0,9-1,8 mm).

Der Sandanteil besteht aus 35 % Dolomit (hauptsächlich Dolosparite, nur untergeordnet Dolomikrit), 23 % Kalkpartikel (19 % Sparit, 4 % Mikrit), 18 % monokristallinem Quarz, 11 % polykristallinem Quarz, 4 % Kristallinbruchstücken, 3 % Ton und Siltstein, sowie 2 % Feldspat, 1 % Muskovit, 1 % Marmorbröckchen, 1 % Schwermineralien und Spuren von Hornstein und Schalenresten. Die Kristallinbruchstücke bestehen hauptsächlich aus Quarzit (z.T. chloritführend) und Quarz-Kalifeldspataggregaten. Vereinzelt lassen sich, unregelmäßig verteilt, Hohlformporen ehemaliger Pflanzenreste beobachten. Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Granatvornacht (54 %) gekennzeichnet. Daneben treten Epidot/Zoisit (19 %) und Rutil (6 %) stärker in Erscheinung. Untergeordnet kommen Turmalin, Brookit/Anatas, Staurolith, Hornblende, Disthen, Zirkon, Andalusit, Sillimanit und Titanit vor.

*Zusammenfassung:* Typisch für Mörteltyp D ist neben dem Dolomitanteil der erhöhte Gehalt an siliziklastischen Beimengungen und Kalkpartikel. Die Zusammensetzung der Sandzuschlagstoffe weist große Ähnlichkeiten mit Sandproben aus dem Bereich des Krupicbaches auf.

### 3.2.5. Mörteltyp E (Abb. 5/5)

Referenzprobe: MP 19.

Die Mörtelprobe weist ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 10:90 auf. Im Sandanteil ist ein Anteil von etwa 73 % an nicht vollständig gebrannten Karbonatkörnern enthalten. Die im Dünnschliff festgestellte Porosität beträgt etwa 20 %.

Der sehr geringe, vielleicht auch nur unabsichtlich zugesetzte Sandanteil (Verunreinigung) besteht aus Dolomit, Quarz und Mikrit. Die maximale im Dünnschliff beobachtete Korngröße ist 1,5 mm (Dolomitpartikel). Typisch ist das Auftreten von z.T. länglichen Grobporen, die Hohlformporen ehemaliger Pflanzenreste sind.

Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Granatvornacht (63 %) gekennzeichnet. Daneben treten Epidot/Zoisit (7 %), Hornblende (7 %) und Rutil (6 %) stärker in Erscheinung. Untergeordnet kommen Andalusit, Turmalin, Staurolith, Disthen, Brookit/Anatas, Zirkon und Titanit vor.

*Zusammenfassung:* Typisch für Mörteltyp F ist die Verwendung von sehr feinem Kalkmörtel mit Pflanzenzusatz. Es kann aus der vorliegenden Probe nicht entschieden werden, ob überhaupt bewußt Sand zugesetzt wurde.

### 3.2.6. Mörteltyp F (Abb. 5/6)

Referenzprobe: MP 20.

Die Mörtelprobe weist ein Sand/Kalkmatrixverhältnis von ca. 44:56 auf. Im Sandanteil ist ein Anteil von etwa 6 % an nicht vollständig gebrannten Karbonatkörnern enthalten. Die im Dünnschliff festgestellte Porosität beträgt 13 %. Der zugesetzte Sandanteil setzt sich volumsmäßig hauptsächlich aus Dolomitpartikel, untergeordnet Kalk sowie Quarz und Kristallinbruchstücken und etwas Tonstein zusammen. Die maximale im Dünnschliff beobachtete Korngröße der Dolomitpartikel ist 2,7 mm. Die durchschnittliche Korngröße beträgt 0,9 mm.

Im Sandanteil findet man 76 % Dolomit (hauptsächlich Dolosparite, nur untergeordnet Dolomikrit), 5 % Kalkpartikel (4 % Sparit, 1 % Mikrit), 7 % monokristalline Quarze, 5 % polykristalline Quarze, 4 % Kristallinbruchstücke, 2 % Schwermineralien, 1 % Ton und Siltstein sowie Feldspat.

Die Schwermineralzusammensetzung ist durch Granatvornacht (72 %) gekennzeichnet. Daneben treten Epidot/Zoisit (5 %) und Rutil (4 %) stärker in Erscheinung. Untergeordnet kommen Zirkon, Turmalin, Hornblende, Staurolith, Andalusit, Sillimanit, Disthen, Brookit/Anatas und Titanit sowie Klinopyroxene vor.

*Zusammenfassung:* Typisch für Mörteltyp F ist die Verwendung von etwas feinerem und besser sortiertem Sand.

## 4. DIE SANDPROBEN

Um die Rohstoffquellen für die Mörtelzuschlagstoffe zu definieren, wurde Sand vom Hemmaberg und den umliegenden Bächen in der Ebene um die Ortschaften Globasnitz, Altendorf und Kristendorf entnommen und analysiert (Abb. 6).<sup>13</sup> Es wurden von der Fraktion <2 mm Dünnschliffe angefertigt und die Kornzusammensetzung mittels Zählung von 200 Körnern abgeschätzt. Die Analyseergebnisse sind auf Abb. 7 zusammengefaßt.

<sup>13</sup> Die Probenauswahl umfaßte auch Erd- und Lehmproben, die bei der vorliegenden Analyse unberücksichtigt bleiben.

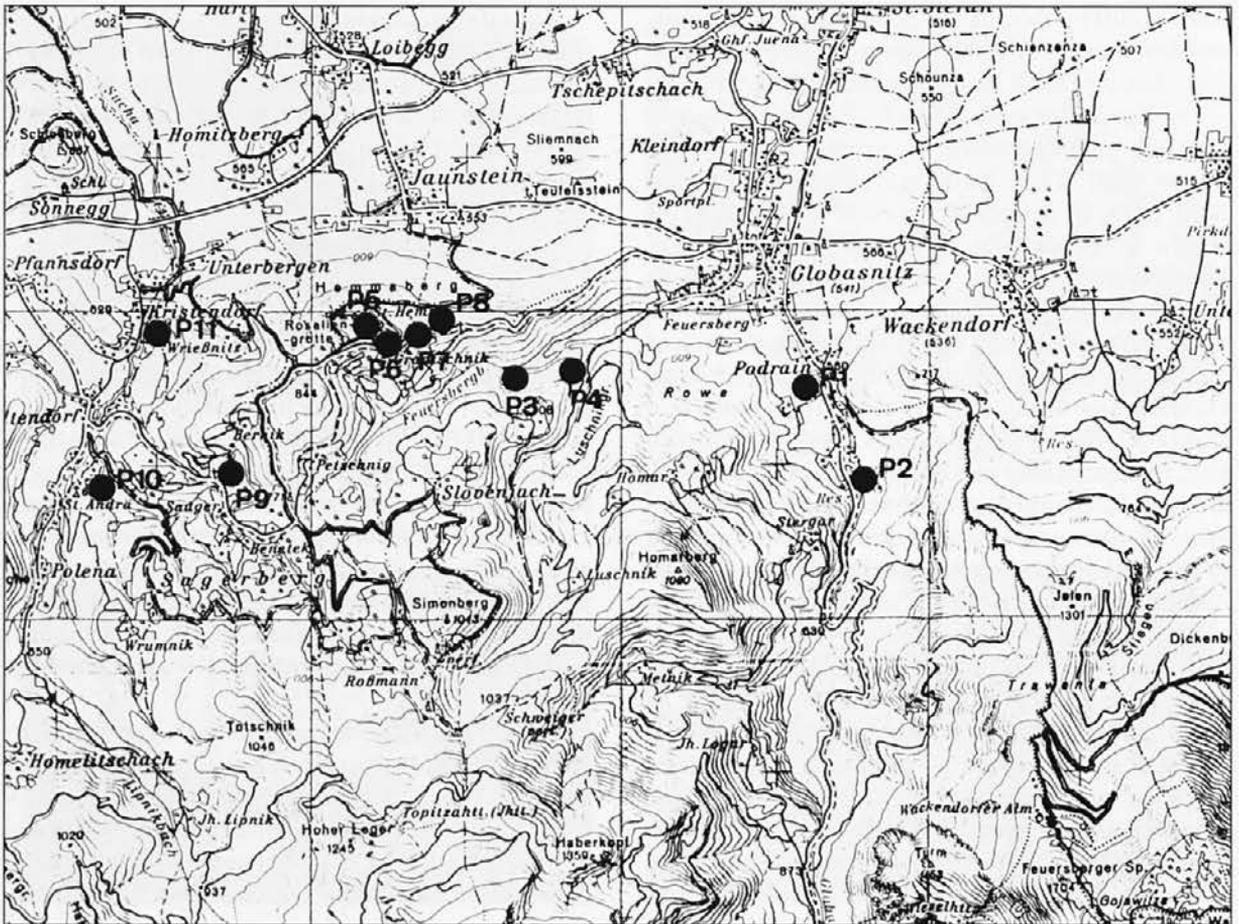


Abb.6: Kartierung der Sandproben im Bereich von Globasnitz, Hemmaberg, Altendorf und Kristendorf (Graphik: S. Ladstätter).

#### 4.1. Probenauswahl (Abb. 6)

Nr.	Ortschaft	Entnahmestelle	Probenart
P 1	Podrain	Globasnitzbach	Sand
P 2	südlich von Podrain	Globasnitzbach	Sand
P 3	Globasnitz	Krupicbach West	Sand
P 4	Globasnitz	Krupicbach Ost	Sand
P 5	Hemmaberg	Bereich Befestigungsanlage West	Erde
P 6	Hemmaberg	Höhe Gradischinig-Hof	Sand
P 7	Hemmaberg	Höhe Gradischinig-Hof	lehmiger Sand
P 8	Hemmaberg	Höhe Gradischinig-Hof	Lehm
P 9	Saagerberg	Bernikbach	Sand
P 10	Altendorf	Suchabach	Sand
P 11	Kristendorf	Golavcnikbach	Sand

#### 4.2. Ergebnisse der Analysen (Abb. 7)

##### 4.2.1. Globasnitzbach

Referenzproben: P 1; P 2.

Die beiden Sandproben bestehen überwiegend aus Dolomit (meist Dolomite unterschiedlicher

Kristallgröße) und Tonsteinpartikel. Nur untergeordnet kommen auch Kalkpartikel (Sparite, Pelsparit, Mikrit) sowie siliziklastische Körner vor.

Die Dolomitkörner stammen vermutlich aus dem Hauptdolomit. Die auffällig dunklen Tonsteinpartikel dürften karnischen Carditaschichten entsprechen. Die geringen Beimengungen von

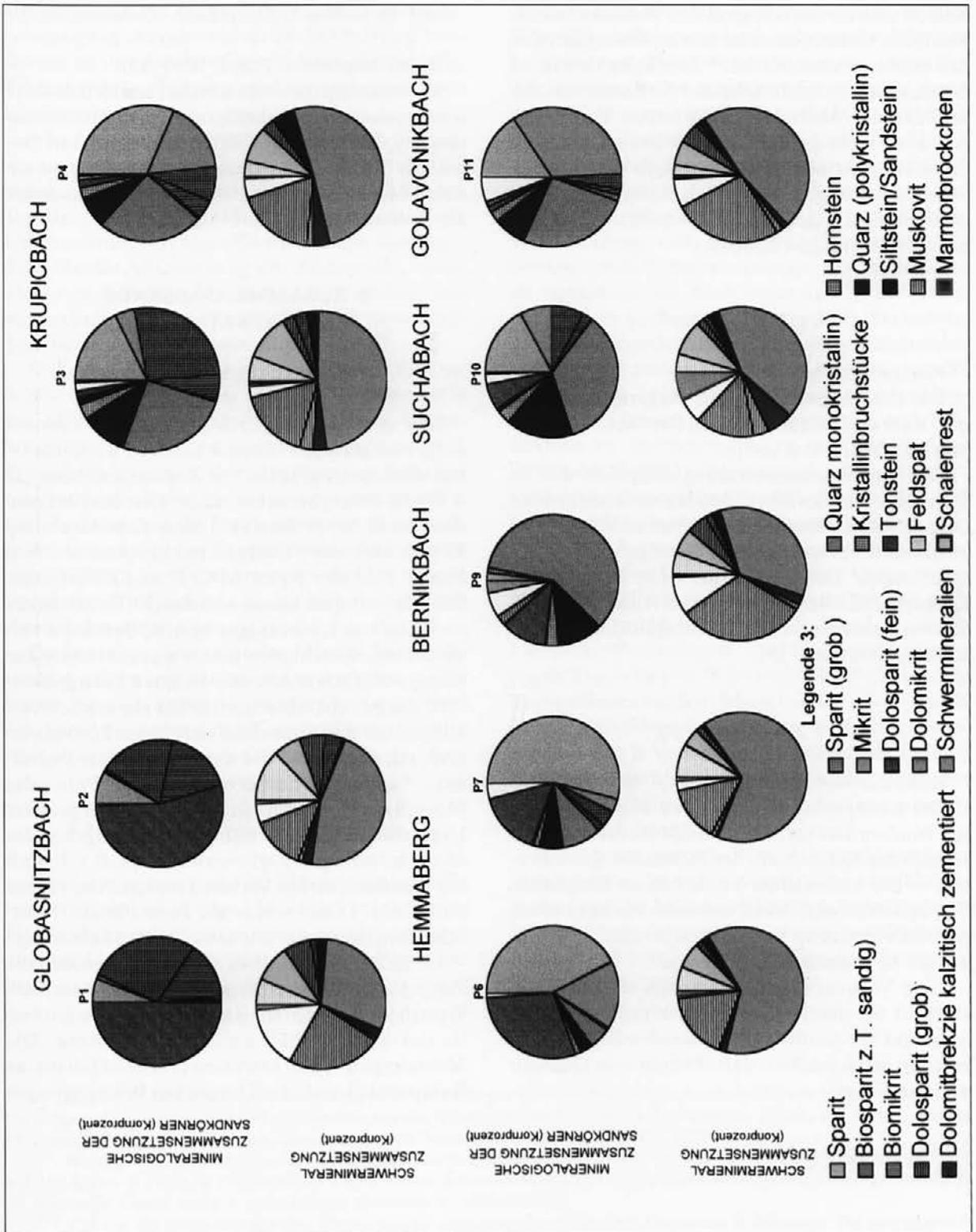


Abb. 7: Zusammensetzung der Sandproben (Graphik: R. Sauer). Legende 3: Sandanteile in Kornprozent (Zu den Schwermineralien vgl. Abb. 4, Legende 2).

Kalken sind vermutlich größtenteils Wettersteinkalk. Sämtliche Gesteinsarten stehen im Einzugsbereich des Globasnitzbaches an.<sup>14</sup> Der hohe Gehalt an Tonsteinpartikel unterscheidet die Sande von den verwendeten Mörtelzuschlagstoffen. Es ist derzeit aber nicht geklärt, ob der hohe Gehalt an dunklen Tonsteinpartikel auch in den älteren Sandablagerungen des Globasnitzbaches in gleicher Häufigkeit auftritt oder ob es sich um rezente Einschwemmungen handelt.

#### 4.2.2. Krupicbach

Referenzproben: P 3; P 4.

Die Proben bestehen überwiegend aus Dolomit, Kalk und siliziklastischen Partikel. Tonsteinpartikel fehlen fast völlig.

Die Sandzusammensetzung entspricht den im Einzugsgebiet des Krupicbaches vorkommenden Gesteinsarten.<sup>15</sup> Der erhöhte Gehalt an Siliziklastika entstammt vermutlich den sandigen Tertiärablagerungen. Die Sande aus dem Bereich des Krupicbaches weisen die größte Ähnlichkeit mit den verwendeten Mörtelzuschlagstoffen auf (besonders Mörteltyp D).

#### 4.2.3. Hemmaberg

Referenzproben: P 6; P 7.

Die Sandproben entstammen dem verwitterten Bindemittel tertiärer Konglomerate, die unterhalb der Kalkscholle des Hemmaberges anstehen.<sup>16</sup> Die kalkreichen Sande führen hauptsächlich Sparitkörner, siliziklastische Partikel sowie gelblich verwitterte Ton-Siltsteinpartikel. Dolomitkörner treten nur sehr selten auf.

Eine Verwendung dieser Sande als Zuschlagstoff für die untersuchten Mörtelproben kommt aufgrund der deutlich abweichenden Zusammensetzung insbesondere dem Fehlen von Dolomit nicht in Frage.

#### 4.2.4. Bernikbach, Suchabach, Golavcnikbach

Referenzproben: P 9; P 10; P 11.

Diese Sandproben unterscheiden sich in ihrer schwermineralogisch-petrographischen Zusammensetzung, insbesondere durch den erhöhten Gehalt an Siliziklastika eindeutig von den verwendeten Mörtelzuschlagstoffen und kommen daher als Rohstoffquelle nicht in Frage.

## 5. ZUSAMMENFASSENDE INTERPRETATION

### 5.1. Petrographische Interpretation

Die untersuchten 21 Mörtelproben konnten aufgrund geringer Unterschiede in der mineralogischen-petrographischen Zusammensetzung in 6 Typen untergliedert werden. Die überwiegende Anzahl der Proben (15) entspricht Mörteltyp B, vom Mörteltyp D liegen zwei Proben vor. Nur einmal sind die Typen A, C, E und F vertreten. Die Mörteltypen lassen sich durch Unterschiede im Gehalt an feinkörniger Matrix, durch die verwendeten, verschieden zusammengesetzten Zuschlagstoffe sowie den variierenden Korngrößenverteilungen charakterisieren. Die starken Schwankungen der im Dünnschliff sichtbaren Porositäten sind, mit Ausnahme der durch zugesetzte organische Zuschlagstoffe hervorgerufenen Poren des Mörteltyps E, vermutlich größtenteils durch primäre Unterschiede in Verdichtung und Wassergehalt des Mörtels bedingt. Möglicherweise spielt z.T. auch der verschiedenartige Verwitterungsgrad der Proben eine Rolle. Daher wurde die Porosität als Unterscheidungsmerkmal nur sekundär berücksichtigt.

Grundsätzlich sind bei allen Mörtelproben die Zuschlagstoffe durchwegs sehr schlecht sortiert. Typisch für die meisten untersuchten Mörtelproben ist der hohe Gehalt an Dolomitkörnern. Die Mörteltypen A und D weisen erhöhte Gehalte an Kalkpartikel und siliziklastischen Beimengungen

<sup>14</sup> F. Bauer, *Geologische Karte der Karawanken 1:25 000, Ostteil, Blatt 2* (Wien 1981); F. Bauer, I. Cerny, H. L. Holzer, D. Van Husen, J. Loeschke, G. Suetter, F. Tessensohn, *Erläuterungen zur geologischen Karte der Karawanken 1:25 000* (Wien 1983); D. van Husen, Zur Schichtfolge und Tektonik des Jungtertiärs zwischen Rechberg und Homarow-Berg und seine Beziehung zur Hebung der Karawanken, *Carinthia* II 86, 1976, 113-126; Ders., Synsedimentäre Gleitschollen großen Ausmaßes im terrestrischen Jungtertiär der Karawanken, *Geol. Rundschau* 73, 1984, 433-445.

<sup>15</sup> Wie Anm. 14.

<sup>16</sup> Wie Anm. 14.

auf, wogegen Typ C durch die typische Marmorbeimengung charakterisiert ist. Mörteltyp E wiederum ist durch überwiegend feine Kalkmatrix, Pflanzenhäckselbeigabe und nur sehr geringen Sandzusatz gekennzeichnet.

Als etwas problematisch erwiesen sich die teilweise sehr groben Sand- bzw. Schotterbeimengungen einiger Mörtelproben (bis 14 mm bei Typ B). Bei diesen grobkörnigen Proben ist die Untersuchung nur eines Dünnschliffes, insbesondere für die Abschätzung der Korngröße, meist nicht repräsentativ. Bei solchen Korngrößen sind wesentlich größere Proben für eine statistisch gesicherte Aussage notwendig.

Der Vergleich mit den untersuchten lokalen Sandvorkommen zeigte, daß die Zuschlagstoffe der Mörtel nicht aus der unmittelbaren Umgebung der Bauwerke am Hemmberg stammen.<sup>17</sup> Sie ähneln Sedimentablagerungen aus dem Bereich südöstlich des Hemmberges, wo entsprechende dolomitreiche Sande vorkommen, wie z.B. in der Umgebung des Krupicbaches. Die übrigen untersuchten Sandvorkommen scheiden wegen deutlicher Unterschiede in der mineralogischen Zusammensetzung aus.

Da in einigen Mörtelproben eindeutig unvollständig gebrannte Marmorbestandteile in der Kalkmatrix nachgewiesen werden konnten, liegt die Annahme nahe, daß z.T. auch Marmorabfälle zu Kalk gebrannt wurden.<sup>18</sup>

## 5.2. Archäologische Interpretation

Die Zusammensetzung der Mörtelzuschlagstoffe verdeutlicht, daß das Material nicht vom Hemmberg selbst entnommen wurde, sondern aus der Gegend südöstlich des Berges im Umkreis des heutigen Ortes Globasnitz, dem römi-

schen Iuenna stammt. Zusätzlich wurde bei der Mörtelproduktion zu Kalk gebrannter Marmor beigemischt. Nachweislich waren römische Architekturglieder, meist von Grabbauten stammend, nicht nur als Spolien innerhalb der Gebäude vermauert,<sup>19</sup> sondern erfuhren auch eine Umarbeitung und Adaption zu spätantiken Ausstattungselementen<sup>20</sup> bzw. Geräten.<sup>21</sup> Zudem charakterisiert eine Magerung mit Marmor- bzw. Marmorkörnern die lokal gefertigte, spätantike Grobkeramik.<sup>22</sup> Marmortesserae fehlen hingegen im Spektrum der Bodenmosaiken in den frühchristlichen Kirchen am Hemmberg. Da zusätzlich Tesserae aus lokal am Hemmberg anstehenden Kalksteinen nachweislich auch nicht verwendet wurden und kein charakteristisches Abschlagmaterial gefunden werden konnte, ist eine Produktion der Steinchen vor Ort im Zuge der Verlegung der Mosaikböden auszuschließen. Vielmehr kann davon ausgegangen werden, daß die Steinchen bereits am Abbauort behauen wurden.<sup>23</sup>

Erfreulicherweise konnte sowohl die aufgrund archäologischer Kriterien postulierte Unterschiedlichkeit der älteren Kirche (Mörteltyp A) als auch die Uniformität des Materials aus den beiden Doppelkirchenanlagen und den gleichzeitigen, zugehörigen Bauten in petrographischer Hinsicht nachgewiesen werden (Mörteltyp B). Als zeitgleich ist auch Mörteltyp D anzusehen, da dieser gemeinsam mit Typ B Verwendung im Gebäude Q fand. Analoge Zuschlagstoffe beinhaltete auch der Feinverputz (Mörteltyp F), die jedoch etwas besser sortiert und feiner gesiebt wurden.

Weiters ist festzuhalten, daß im Mörtel der Fundamente, des aufgehenden, tragenden Mauerwerkes und der halbhohen Brüstungsmauern keine Unterschiede festzustellen waren, sondern vielmehr das gleiche Material in allen drei Bereichen Verwendung fand.

<sup>17</sup> Auch die Mosaiksteine, die in den Doppelkirchenanlagen Verwendung fanden, wurden nicht aus anstehendem Material hergestellt, sondern stammen größtenteils aus der Umgebung von Globasnitz. Vgl. dazu: E. Flügel, Ch. Flügel, *Applied Microfacies Analysis: Provenance Studies of Roman Mosaic Stones*, *Facies* 37, 1997, 1-48.

<sup>18</sup> Bisher konnten am Hemmberg keine Kalkbrennöfen nachgewiesen werden, vgl. aber z.B. dazu die spätantiken Befunde auf dem Kučar: J. Dular, S. Ciglencič, A. Dular, *Kučar. Železnodobno naselje in zgodnjekrščanski stavbni kompleks na Kučarju pri Podzemlju*, *Opera Instituti archaeologici Sloveniae* 1 (1995) 125-128.

<sup>19</sup> Vgl. v.a. die in der Sakristei der vierten Kirche vermauerte Inschrift eines Duumvirn: S. Schretter, *Die Grabinschrift eines Virunenser Duumvirn vom Hemmberg*, *Carinthia* I 182, 1992, 47-50.

<sup>20</sup> Vgl. dazu grundlegend: G. Gruber, *Die Marmor Ausstattung frühchristlicher Kirchen im Ostalpenraum*, unpubl. Diss. (Wien 1997).

<sup>21</sup> Aus Marmor wurden z.T. sogar Spulen, die in der Wollproduktion Verwendung fanden, hergestellt (unpubl.).

<sup>22</sup> A. Gastgeb, *Mineralogisch-sedimentpetrologische Untersuchungen an spätrömischen Grobkeramiken der Ausgrabungen Teurnia und Hemmberg in Kärnten*, *Carinthia* I 185, 1995, 205-249.

<sup>23</sup> Flügel, Flügel, wie Anm. 17, 30-32.

\* Alle Abbildungen: Archiv des Landesmuseums f. Kärnten (F. Glaser).

Mörteltyp E kam gezielt als Bindemittel zwischen den Tubuli an der Ostmauer von Gebäude Q zum Einsatz. Um das Gewicht möglichst zu reduzieren, wurden dem Mörtel hauptsächlich Pflanzenreste beigemischt, die bei der Erhitzung der Wand ausbrannten und Hohlräume hinterließen.

Petrographisch eindeutig unterschiedlich ist der Mörtel der östlichen Terrassenmauer (Mörteltyp C), deren chronologische Einordnung und die Verbindung zur Befestigungsanlage bislang unklar ist. Hier könnten gezielte feldarchäologische Untersuchungen zu einer Klärung der relativen Bauabfolge führen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen eine Definition der Rohstoffquellen für die Zuschlagstoffe des in der spätantiken Siedlung

am Hemmaberg verwendeten Mörtels erbrachten. Zudem konnten zwei Haupttypen bestimmt werden (in erster Linie Mörteltyp B und sekundär D), die bei einem Großteil der Gebäude zur Verwendung kamen. Unterschiedlich davon sind der Mörtel aus der älteren Kirche, der Terrassenmauer und jener zur Festigung der Tubulatur.

Es steht außer Zweifel, daß petrographische Analysen keine Bestätigung für eine aufgrund archäologischer und historischer Kriterien getroffene relative Bauabfolge sein können. Die Untersuchungen an Mörtelproben vom Hemmaberg zeigen aber ganz deutlich, daß durch Kombination von archäologischer Fragestellung, gezielter Probenentnahme und petrographischer Analyse eine interpretative Auswertung möglich ist.

Dr. S. Ladstätter  
Forschungsstelle Archäologie  
Österr. Akademie der Wissenschaften  
Postgasse 7/4/1  
A-1010 Wien

Dr. R. Sauer  
Institut für Silikatchemie und Archäometrie  
Hochschule für Angewandte Kunst  
Salzgries 14/1  
A-1010 Wien