



## Untersuchungsbericht 05-10036-23

Paul-Feller-Str. 1  
28199 Bremen  
☎ 0421 / 53708 0  
📄 0421 / 53708 10  
[www.mpa-bremen.de](http://www.mpa-bremen.de)  
Bearbeiter: Schlütter  
☎ 0421 / 53708 43  
[schluetter@mpa-bremen.de](mailto:schluetter@mpa-bremen.de)

**Auftraggeber** Freie und Hansestadt Hamburg  
Landesbetrieb Immobilienmanagement und  
Grundvermögen  
Millerntorplatz  
20359 Hamburg

Berichtsdatum: 27.06.2023  
Anzahl der Seiten: 8  
Anlagen:  
Auftrag vom: 10.11.2022  
Probeneingang: 15.11.2022  
Prüfbeginn: 15.11.2023

### Zeichen des Auftraggebers

**Prüfgegenstand** Ziegelmauerwerk

**Objekt** Leuchtturm Neuwerk

**Inhalt des  
Auftrags**

- Feuchtebestimmung an  
Mauerwerksbruchstücken
- Bewertung und Vergleich mit den Ergebnissen  
der Feuchtebestimmungen an Bohrkernen  
(November 2021)

**Probennahme** Auftraggeber

**Aufbewahrung** Das Probenmaterial wurde teilweise zerstört.  
Restmaterialien werden nach Berichterstellung  
6 Wochen aufbewahrt

## 1 Aufgabenstellung

**Probenmaterial:** 14 Materialproben aus Wandöffnungen (Mauerwerksbruchstücke)

**Objekt:** Leuchtturm Neuwerk

**Aufgabenstellung:** 1) Ermittlung des Feuchtegehaltes  
2) Bewertung und Vergleich mit den Ergebnissen der Feuchtebestimmungen an Bohrkernen (November 2021, Untersuchungsbericht 05-10620-21 der MPA Bremen)

## 2 Untersuchungen und Ergebnisse

### 2.1 Feuchtebestimmungen

Die Feuchtebestimmung erfolgte durch gravimetrische Trocknung bis zur Gewichtskonstanz bei 40°C.

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Feuchtebestimmungen (**Mauerwerksbruchstücke**)

Probenbez. / Herkunft				Material	Feuchtegehalt [M-%]
Nr.	Expos.	Ebene			
1	Nord	E1		Mörtel	2,6
2 A	Süd	E2		Ziegel + Mörtel	6,5
2 K					8,8
3 A	Süd	E2		Ziegel + Mörtel	10,1
3 K					28,9
4 A	Süd	E5		Ziegel + w. Mörtel	0,1
4 K					22,3
5 A	West	E2		Ziegel + Mörtel	1,5
5 K					15,7
6 A	West	ZG2		Ziegel + w. Mörtel	21,5
6 K					32,7
7 A	West	E2		Ziegel + Mörtel	5,5
7 K					15,7
Ebene 5, Westwand innen	o. Bez.	k.A.	k.A.	Ziegel + Mörtel	19,7

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Ergebnisse der Feuchtebestimmungen vom November 2021  
(Bohrkernbruchstücke – Mittelwerte über die zugehörigen Segmente)

Probenbez. / Herkunft				Material	Feuchtegehalt (Mittelwerte) [M-%]
	BK	Expos.	Ebene		
Bohrkerne 11 / 2021	I A	West	E1	Ziegel + Mörtel	9,8
	I K				11,3
	II A	West	E3	Ziegel + Mörtel	12,4
	II K				8,1
	III A	West	E5	Ziegel + w. Mörtel	15,2
	III K				15,6
	IV A	Nord	E3	Ziegel + Mörtel	4,1
	IV K				1,1
	V A	Süd	E1	Ziegel + Mörtel	5,2
	V K				3,7

**Zusammenfassende Bewertung der Feuchtebestimmung an Mauerwerksbruchstücken (Entnahme November 2022) unter Berücksichtigung der Feuchtebestimmung an den Bohrkernen (Entnahme November 2021):**

- **Feuchtegehalte im Mauerwerksbruch an allen Entnahmestellen hoch bis extrem hoch**
  - Spitzenwerte (über 30 M-%) oberhalb der freien Wasseraufnahme der vorhandenen Baustoffe (→ **Folge von Sickerströmungen**)
- **An allen Entnahmestellen ist das Kernmauerwerk stärker durchfeuchtet als die Außenschale**
- **Unterschied zu den Erkenntnissen an den Bohrkernen, die vermutlich in Bereichen ohne Risse an der korrespondierenden Außenseite entnommen worden:**
  - Kernmauerwerk tendenziell bis deutlich trockener als die Außenschale (Ausnahme: stark durchfeuchtete Westseite, hier Schale und Kern annähernd gleich stark durchfeuchtet)
  - (Vermutlich rissfreie) Nord- und Südseite deutlich trockener

**Fazit:**

⇒ **Feuchteeintrag ins Kernmauerwerks wird durch die vorhandenen Risse stark begünstigt**

Dipl.-Ing. Frank Hlawatsch

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Abteilung Bauwesen

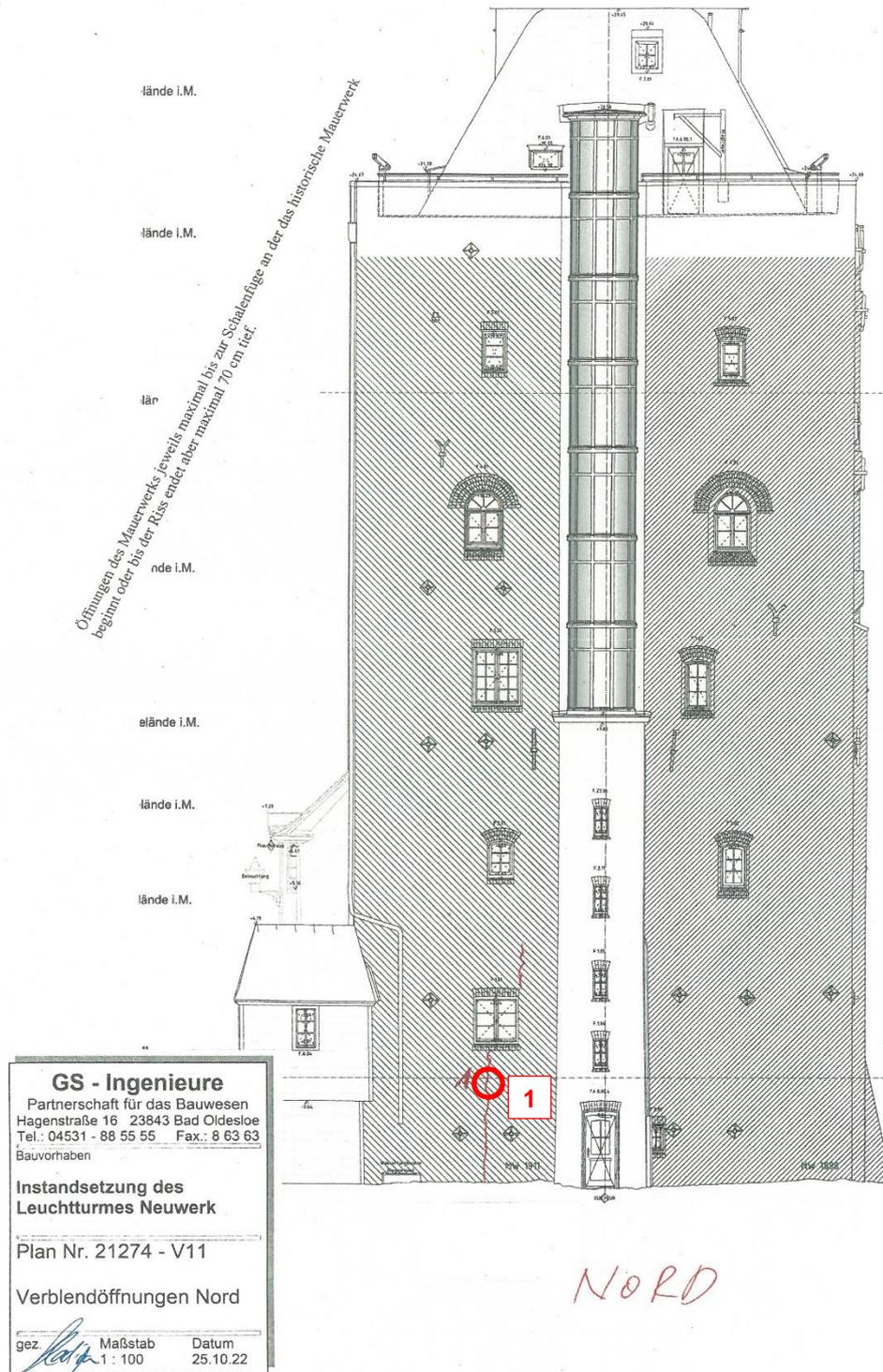
Dr. rer. nat. Frank Schlütter

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Baustoffmikroskopie und Konservierungsforschung

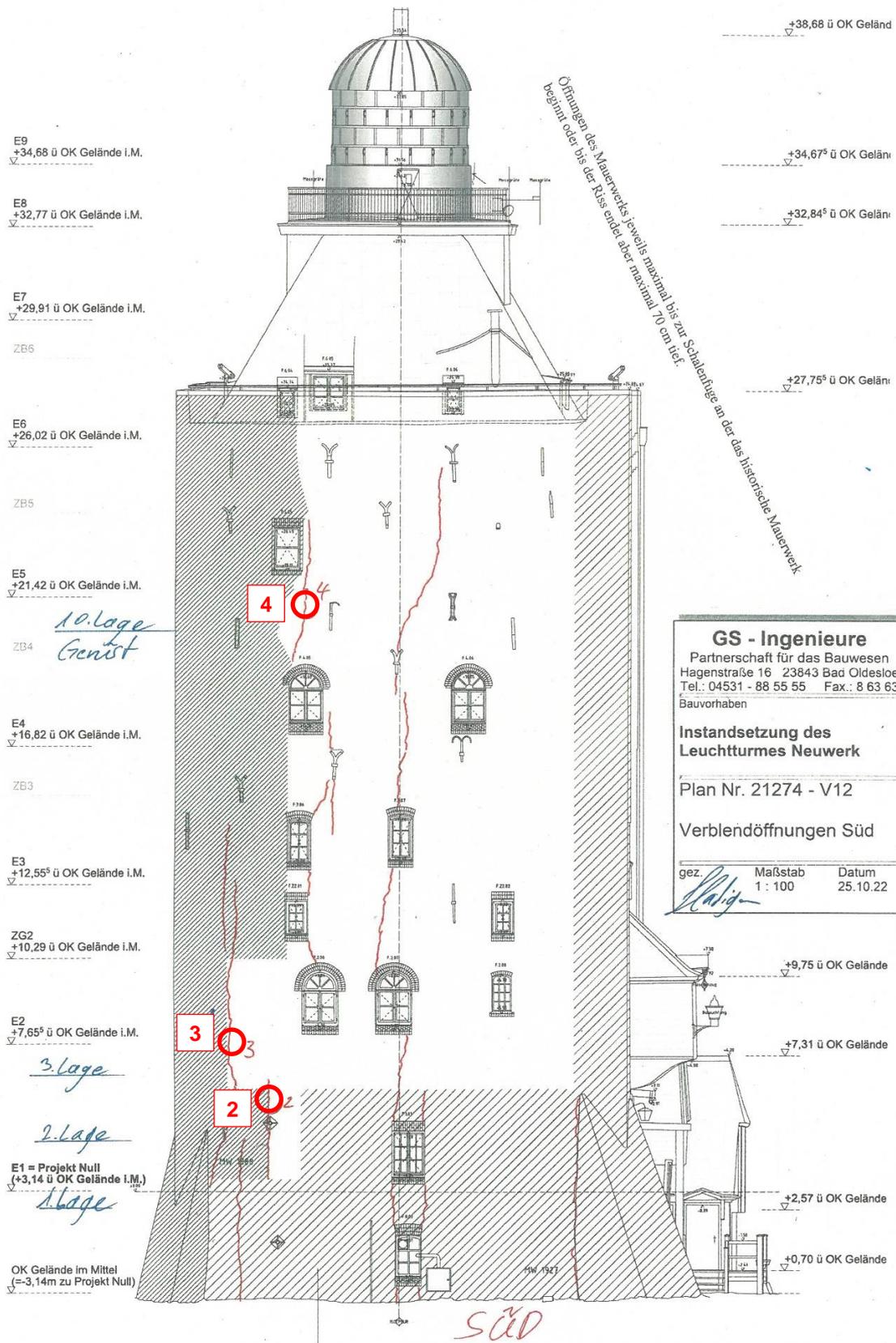
- Anlagen:    I    Lage der Wandöffnungen (Probenentnahmestellen)  
              II    Ergebnisse der gravimetrischen Feuchtebestimmungen an Bohrkernen (aus  
                          Untersuchungsbericht der MPA Bremen 05-10620-21) vom 16.11.2022

### Anlage 1:

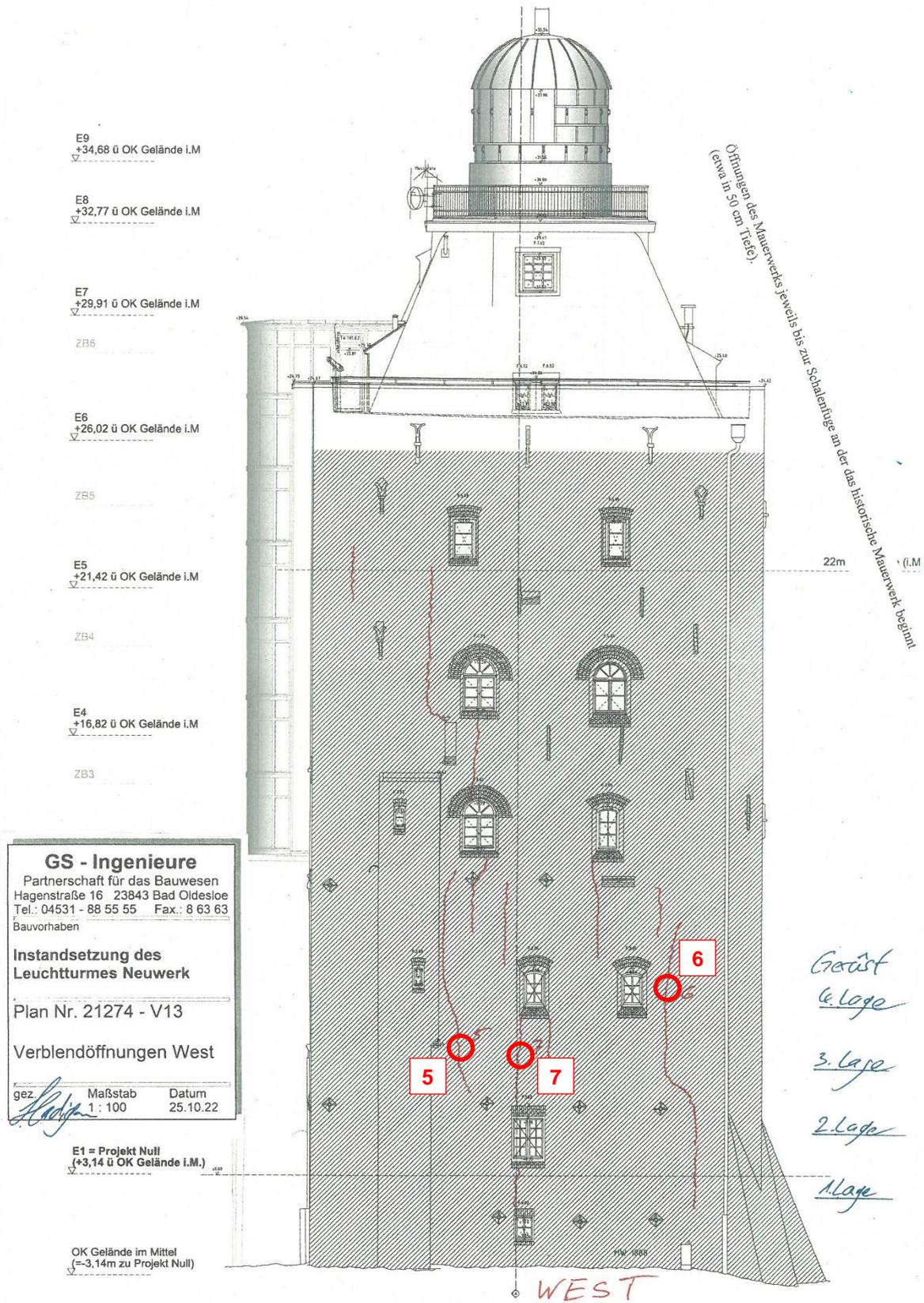
### Lage der Wandöffnungen (Probenentnahmestellen)



Entnahmestelle der **Probe 1** an der Nordseite des Turmes



Entnahmestellen der Proben 2 bis 4 an der Südseite des Turmes



*Geäst*  
*6. Lage*  
*3. Lage*  
*2. Lage*  
*1. Lage*

Entnahmestellen der Proben 5 bis 7 an der Westseite des Turmes

**Anlage 2:**

Ergebnisse der gravimetrischen Feuchtebestimmungen an Bohrkernen (aus Untersuchungsbericht der MPA Bremen 05-10620-21) vom 16.11.2022

Tabelle 2: Ergebnisse der Feuchtebestimmungen (Bohrkerne)

Bezeichnung Entnahmestelle		Segment	Material	Einwaage [g]	Feuchtegehalt [M.%]
<b>BK I</b>  <b>Ebene 1, Westseite</b> Höhe: 2,92 m OKF Wandstärke: 2,60 m Bohrtiefe: 2,40 m	<b>Innen</b> 	I/1	Ziegel + Mörtel	1640,4	5,3
		I/2	Ziegel + Mörtel	1542,6	11,3
		I/3	Ziegel + Mörtel	2136,3	10,2
		I/4	Ziegel + Mörtel	2348,5	9,7
		I/5	Ziegel + Mörtel	3076,6	8,8
		I/6	Ziegel + Mörtel	3246,1	5,7
		I/7	Ziegel + Mörtel	3408,6	11,0
		I/8	Ziegel + Mörtel	1423,0	13,3
		I/9	Ziegel + Mörtel	1545,2	8,6
		I/10	Ziegel + Mörtel	1940,0	9,0
		I/11 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	2130,7	9,3
		I/12 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	2329,6	11,4
		<b>Außen</b>	I/13 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	3649,1
<b>BK II</b>  <b>Ebene 3, Westseite</b> Höhe: 2,20 m OKF Wandstärke: 2,50 m Bohrtiefe: 2,30 m	<b>Innen</b> 	II/1	Ziegel + Mörtel	2145,3	8,2
		II/2	Ziegel + Mörtel	2225,6	10,5
		II/3	Ziegel + Mörtel	2048,3	7,4
		II/4	Ziegel + Mörtel	3201,6	7,4
		II/5	Ziegel + Mörtel	2194,0	6,2
		II/6	Ziegel + Mörtel	2092,0	8,7
		<b>Außen</b>	II/7 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	4391,2
<b>BK III</b>  <b>Ebene 5, Westseite</b> Höhe: 1,42 m OKF Wandstärke: 1,50 m Bohrtiefe: 1,25 m	<b>Innen</b> 	III/1	Ziegel + Mörtel	1923,7	16,2
		III/2	Ziegel + Mörtel	2002,8	14,4
		III/3	Ziegel + Mörtel	1747,2	15,0
		III/4	Ziegel + Mörtel	3000,2	15,3
		III/5	Ziegel + Mörtel	2182,0	17,1
		III/6 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	3042,6	14,2
		<b>Außen</b>	III/7 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	2336,1

Fortsetzung Tabelle 2: Ergebnisse der Feuchtebestimmungen (Bohrkerne)

Bezeichnung Entnahmestelle		Segment	Material	Einwaage [g]	Feuchtegehalt [M.%]
<b>BK IV</b>  <b>Ebene 3, Nordseite</b> Höhe: 1,25 m OKF Wandstärke: 2,00 m, Bohrtiefe: 1,80 m	<b>Innen</b>  <b>Außen</b>	IV/1	Ziegel + Mörtel	1733,3	<b>0,4</b>
		IV/2	Ziegel + Mörtel	1983,1	<b>0,3</b>
		IV/3	Ziegel + Mörtel	3294,2	<b>0,9</b>
		IV/4	Ziegel + Mörtel	3011,5	<b>1,8</b>
		IV/5	Ziegel + Mörtel	2200,1	<b>2,1</b>
		IV/6 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	3120,6	<b>4,7</b>
		IV/7 (Rp.)	Ziegel + Mörtel	4215,0	<b>3,5</b>
<b>BK V</b>  <b>Ebene 1, Südseite</b> Höhe 2,75 m OKF Wandstärke: 2,55 m, Bohrtiefe: 2,35 m	<b>Innen</b>  <b>Außen</b>	V/1	Ziegel + Mörtel	2554,4	<b>2,0</b>
		V/2	Ziegel + Mörtel	3408,1	<b>2,7</b>
		V/3	Ziegel + Mörtel	2194,1	<b>4,7</b>
		V/4	Ziegel + Mörtel	1982,5	<b>4,6</b>
		V/5	Ziegel + Mörtel	2810,5	<b>4,9</b>
		V/6	Ziegel + Mörtel	2322,0	<b>5,9</b>
		V/7	Ziegel + Mörtel	2944,7	<b>4,7</b>
		V/8	Ziegel + Mörtel	2308,5	<b>2,9</b>
		V/9	Ziegel + Mörtel	2258,5	<b>3,7</b>
		V/10	Ziegel + Mörtel	2826,6	<b>1,2</b>
		V/11 (Rp.)	Kalks.st. + Mörtel	3945,2	<b>5,2</b>

### Feuchtebestimmung an Bohrkernen und Bohrmehlproben aus den Ebenen 1, 3 und 5 (November 2021)

**100 mm – Bohrkern**, Trockenbohrung von Innen bis ins neue Mauerwerk (nicht durchgebohrt)  
Trocknung bei Raumtemperatur (trockene „Büroluft“) bis zur Gewichtskonstanz

**Bohrmehlproben** (6 Segmente bis 50 cm Tiefe), 14 mm - Spiralbohrung, von innen gebohrt  
Trocknung bei 40°C bis zur Gewichtskonstanz

**Salzanalysen** an den vorderen Segmenten (0-5 cm), Anionen und Kationen, IC / ICP-OES

### Feuchtegehalt / Feuchteverteilung

- **Feuchte im Mauerwerk in allen Expositionsrichtungen grundsätzlich erhöht**  
(aber: sehr große Unterschiede)
- **W-Seite** (Bohrkerne): in allen Ebenen hohe bis sehr hohe Durchfeuchtung über den gesamten Wandquerschnitt (**5 - 17 M-%**)
- **N-Seite** (1 BK, 2x Bohrmehl): <1- 7 M-%
- **O-Seite** (3x Bohrmehl): **Ebene 1: 5-12 M-%**; Ebenen 3 und 5: 1-6 M-%
- **S-Seite** (1x BK, 2x Bohrmehl): Ebene 1 und 3: 1-6 M-%; **Ebene 5: 10-21 M-%**
- **Erhöhte Feuchtegehalte auch im Reparaturabschnitt**  
→ Feuchtetransport durch die „Schale“