

GUTACHTEN

**Analyse, Beurteilung und Sanierungsempfehlung
einer vorhandenen und vermutlich feuchten
Außenfassade, im Zuge der geplanten Umnutzung
eines leer stehenden Nebengebäudes zu
Gewerbezwecken**



Objekt: Nebengebäude 3 (Teilobjekt 3)
der Gaststätte "Zur Krone"
Oberdorf 66
37308 Reinholerode

Auftraggeber: Freies Gutachten

**Auftragnehmer /
Bearbeiter:** Baustudio24
Ingenieure & Sachverständige
Dipl.-Ing. Michael Mehler
Kirschweg 2
37308 Heilbad Heiligenstadt

Umfang: Gutachten: 43 Seiten
Anlagen: 7

Verteiler: EIPOS – Europäisches Institut für postgraduale
Bildung GmbH

Nummer: 2012/1

Inhalt

| | |
|---|----|
| Inhalt | 2 |
| Abbildungsverzeichnis | 3 |
| Formelverzeichnis..... | 4 |
| Tabellenverzeichnis | 4 |
| 1. Veranlassung des Auftrages /Aufgabenstellung..... | 5 |
| 1.1 Grund des Gutachtens..... | 5 |
| 1.2 Zweck des Gutachtens | 5 |
| 1.3 Bearbeitungsgegenstand | 6 |
| 2. Grundlagen zur Gutachtenerstellung..... | 6 |
| 2.1 allgemeine Baubeschreibung des Nebengebäude 3 | 6 |
| 2.1.1 Lage des Gebäudes | 6 |
| 2.1.2 Bauart des Gebäude..... | 7 |
| 2.1.3 bisherige Nutzung: (geschichtlicher Abriss)..... | 7 |
| 2.2 Beschreibung des geplanten Nutzungskonzeptes..... | 8 |
| 2.3 Ortstermine | 8 |
| 2.4 verwendete Normen, Richtlinien und Literaturquellen | 10 |
| 2.5 Unterlagen, Akteneinsicht, Befragungen | 10 |
| 3. Beschreibung des IST- Zustandes und Schadensbilder | 11 |
| 3.1 Untersuchungsbereich 1 (UB1): Bereich des Lagerraumes und der ehemaligen Poststelle..... | 11 |
| 3.2 Untersuchungsbereich 2 (UB2): Bereich der ehemaligen Milchannahmestelle mit Stahlbetonrampe | 16 |
| 3.3 Untersuchungsbereich 3 (UB3): Torhaus bis zum angrenzenden Gebäude | 20 |
| 4. Untersuchungen und Untersuchungsmethoden | 22 |
| 4.1 Vorbemerkungen | 22 |
| 4.2 Vorgehensweise für die Ermittlung der Feuchtebelastung und Feuchteverteilung im Mauerwerk..... | 22 |
| 4.2.1 Bestimmung des Wassergehaltes | 23 |
| 4.2.2 Bestimmung des maximalen Wassergehaltes | 24 |
| 4.2.3 Feststellung des kapillaren Durchfeuchtungsgrades | 24 |
| 4.2.4 Feststellung der Restsaugfähigkeit..... | 25 |
| 4.2.5 Feststellung der hygrokopischen Feuchte | 25 |
| 4.3 Vorgehensweise zur Bestimmung des Salzgehaltes im Mauerwerk | 25 |
| 5. Bewertung der Untersuchungsergebnisse | 27 |
| 5.1 Bewertung der Erkenntnisse aus der Voruntersuchung | 27 |
| 5.2 Bewertung der Erkenntnisse aus der örtlichen Probeentnahme..... | 29 |
| 5.3 Bewertung der Erkenntnisse aus den labortechnischen Untersuchungen | 31 |
| 5.3.1 Bewertung der Feuchtebilanzen | 31 |
| 5.3.2 Bewertung der Salzkonzentrationen | 32 |
| 5.4 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse | 33 |
| 6. Sanierungsmaßnahmen und Sanierungsempfehlungen | 36 |
| 6.1 Sanierungsempfehlungen zum Sandsteinsockel..... | 36 |
| 6.2 Sanierungsempfehlungen zum Mauerwerk | 37 |
| 7. Kostenschätzung der Sanierungs- bzw. Neubaumaßnahmen | 39 |
| 7.1 Kostenschätzung für die Sanierung des Sandsteinsockels | 39 |
| 7.2 Kostenschätzung für die Sanierung der Außenfassade..... | 40 |
| 7.3 Kostenschätzung Abbruch und Neubau der Außenfassade | 41 |
| 7.4 Bewertung der Kostenschätzungen | 41 |
| 8. Geltungsdauer / Schlussbestimmungen..... | 42 |
| 9. Anlagenverzeichnis | 43 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Überblick Untersuchungsbereich 1 (UB1) | 11 |
| Abbildung 2: UB1; Überblick linke Gebäudeecke | 12 |
| Abbildung 3: UB1; Detailansicht Salzausblühung auf Oberfläche | 12 |
| Abbildung 4: UB1; Detailansicht Verkrustung der Steinoberfläche und Fehlstellen der Fugenausbildung | 12 |
| Abbildung 5: UB1; Detailansicht Verkrustung der Steinoberfläche sowie Auswitterung und Fehlstellen der Fugenausbildung | 12 |
| Abbildung 6: UB1; Überblick Sockelbereich | 13 |
| Abbildung 7: UB1; Detailansicht Fugenausbruch | 13 |
| Abbildung 8: UB1; Detailansicht Betonbalken Sandsteinsockel | 14 |
| Abbildung 9: UB1; Detailansicht Fußbodenaufbau mittlerer Raum (ehemalig Post- und Vereinsraum) | 14 |
| Abbildung 10 : UB1; Überblick vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung linkes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum | 14 |
| Abbildung 11: UB1; Detailansicht vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung linkes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum | 14 |
| Abbildung 12: UB1; Überblick vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung rechtes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum | 15 |
| Abbildung 13: UB1; Detailansicht vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung rechtes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum | 15 |
| Abbildung 14: Überblick Untersuchungsbereich 2 (UB2) | 16 |
| Abbildung 15: UB2; Überblick linker Anfang der ehemaligen Stahlbeton-Kragplatte | 17 |
| Abbildung 16: UB2; Detailansicht Betonausbruch links | 17 |
| Abbildung 17: UB2; Überblick rechtes Ende der ehemaligen Stahlbeton-Kragplatte | 17 |
| Abbildung 18: UB2; Detailansicht Betonausbruch rechts | 17 |
| Abbildung 19: UB2; Überblick der Salzausblühungen unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte | 18 |
| Abbildung 20: Detailansicht der Salzausblühungen unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte | 18 |
| Abbildung 21: UB2; Detailansicht Fugenbild Sandsteinsockel | 19 |
| Abbildung 22: UB2, Detailansicht maximale Fugentiefe Sandsteinsockel | 19 |
| Abbildung 23: UB2; Detailansicht Lückenfüllung mit Ziegelmaterial im Sandsteinsockel | 19 |
| Abbildung 24: UB2; Detailansicht Verwitterung und Abplatzungen Oberfläche Sandsteinsockel | 19 |
| Abbildung 25: Überblick Untersuchungsbereich 3 (UB3) | 20 |
| Abbildung 26: UB3; Überblick Schadensbereiche der untersuchten Ziegelmauer | 21 |
| Abbildung 27: UB3; Detailansicht Auswitterung der Fugen | 21 |
| Abbildung 28: UB3; Detailansicht horizontale Dichtung | 21 |
| Abbildung 29: UB3; Detailansicht Trennriss und unterbrochene horizontale Dichtung | 21 |
| Abbildung 30: UB3; Detailansicht beschädigter Auflagerbereich des Holzpfeilens | 21 |
| Abbildung 31: Auswertung der Voruntersuchung mit Darstellung der relativen Feuchteverteilung an der Außenfassade | 27 |
| Abbildung 32: UB1; Ansicht 1: Lage der Probe-entnahmestellen Außen | 30 |
| Abbildung 33: UB1; Ansicht 2: Lage der Probe-entnahmestellen Innen | 30 |
| Abbildung 34: Darstellung des Wandquerschnitts | 30 |
| Abbildung 35: UB2; Ansicht 3: Lage der Probeentnahmestellen | 30 |
| Abbildung 36: Feuchteprofil der Wandkonstruktion im Untersuchungsbereich (UB1) | 34 |

Formelverzeichnis

| | |
|---|----|
| Formel 1: Bestimmung des Wassergehaltes..... | 23 |
| Formel 2: Bestimmung des maximalen Wassergehaltes | 24 |
| Formel 3: Feststellung des Durchfeuchtungsgrades | 24 |
| Formel 4: Feststellung der Restsaugfähigkeit | 25 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Hygrokopische Ausgleichsfeuchten von Ziegelsteinen; Auszug aus Tabelle 7, WTA- Merkblatt 4-5-99/D "Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerksdiagnostik" | 25 |
| Tabelle 2: Bewertung der schadensverursachenden Wirkung verschiedener Salzionen in Mauerwerkskörpern; Tabelle 8, WTA- Merkblatt 4-5-99/D "Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerksdiagnostik" | 26 |
| Tabelle 3: Bewertung der relativen Feuchteverteilung mit Hilfe der Bedienungsanleitung GANN Hydromette RTU600 für Mauerwerk mit einer Rohdichte bis 1800 kg/m ³ | 27 |
| Tabelle 4: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur Feuchtebilanz | 31 |
| Tabelle 5: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur Salzanalyse | 33 |
| Tabelle 6: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur pH-Wert Analyse..... | 33 |

1. Veranlassung des Auftrages /Aufgabenstellung

1.1 Grund des Gutachtens

Im Rahmen der Weiterbildung des Bearbeiters bzw. Unterzeichners Herrn Dipl.-Ing. Michael Mehler zum "Sachverständigen für Bautenschutz und Gebäudesanierung" ist zum Leistungsnachweis ein Sanierungsgutachten zu einem Objekt seiner Wahl zu erarbeiten. Das von Ihm zu begutachtende Objekt soll im Rahmen eines Architektenwettbewerbes umgebaut bzw. saniert werden. Das Planungsbüro vom Verfasser diese Gutachtens nimmt selbst am Architektenwettbewerb teil. Die zu klärende Fragestellung zielt inhaltlich auf das Planungskonzept des Unterzeichners ab und ist in diesem Zusammenhang frei erfunden und dient ausschließlich zu Übungszwecken und trägt keine Rechtsgültigkeit. Der Verfasser übernimmt für das vorliegende Gutachten keine Haftung auf Richtigkeit und Vollständigkeit.

1.2 Zweck des Gutachtens

Die Gemeinde Reinholerode beabsichtigt im Rahmen eines Architektenwettbewerbes das in Ihrem Eigentum befindliche Gesamtobjekt Oberdorf 66 in 37308 Reinholerode in mehreren Teilen und Bauabschnitten zum Gemeindetreff umzubauen und zu sanieren.

Im Zuge dieser Gesamtbauamaßnahme soll das direkt an der Hauptstraße gelegene ungenutzte und leer stehende Nebengebäude 3 zu Ferien- bzw. Gästeunterkünften umgebaut werden. Dabei ist es dem örtlichen Gemeinderat wichtig, dass das äußere Gesamterscheinungsbild bzw. die momentane Straßenansicht erheblich verbessert wird. Die Gemeinde strebt dabei aus Kostengründen eine Erhaltung der vorhandenen Gebäudehülle (speziell Fassade) an. Dabei soll sich die zu sanierende Fassade städtebaulich und architektonisch in den vorhandenen Gebäudekomplex und zur umliegenden Bebauungen eingliedern. Denkmalpflegerische Aspekte sind hier für dieses Teilobjekt nicht zu beachten.

1.3 Bearbeitungsgegenstand

Der Bauherr möchte im Vorfeld einer noch zu beauftragenden Sanierungsplanung, im Zuge einer geplanten Umnutzung des Nebengebäudes 3 zu Gewerbezwecken, die vermutlich feuchte Bausubstanz der Außenfassade analysieren und beurteilen lassen. Dabei ist zu klären, ob der Sanierungsumfang in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen liegt, oder ein Abriss der vorhandenen Fassade mit anschließendem Wiederaufbau zu favorisieren ist.

2. Grundlagen zur Gutachtenerstellung

2.1 allgemeine Baubeschreibung des Nebengebäude 3

Eigentümer und Bauherr: Gemeinde Reinholerode
Schulgasse 75
37308 Reinholerode

Standortangaben:

| | |
|--------------------------|--|
| Land: | Freistaat Thüringen |
| Landkreis: | Eichsfeld |
| Gemeinde: | Reinholerode |
| PLZ: | 37308 |
| Straßen: | Oberdorf 66 |
| Gemarkung: | Reinholerode |
| Flur: | 9 |
| Flurstück: | 42 |
| anstehendes Grundwasser: | kein anstehendes Grundwasser in Höhe des Gründungshorizontes |

2.1.1 Lage des Gebäudes

Die Lage des Nebengebäude befindet sich unmittelbar an der Hauptstraße bzw. der Ortsdurchfahrt von Reinholerode in Richtung des nächstgelegenen Ortes Günterode, in Mitten des zentralen dörfischen Zentrums. Das Nebengebäude 3 ist wie auf dem Lageplan erkennbar (Anlage 4), Teil eines Gesamtkomplexes (5-Seiten Hof) mit zentralem Innenhof. Zum Gesamtkomplex gehören weiterhin das Haupthaus mit der örtlichen Gaststätte "Zur Krone", der angrenzende Gemeindesaal, das Nebengebäude 1 mit der Toilettenanlage und die Scheune als Nebengebäude 2.

2.1.2 Bauart des Gebäude

Das Nebengebäude 3 ist ein eineinhalbgeschossiges massives Gebäude aus Ziegelmauerwerk. Der Sockel des Gebäudes (strassenseitig) besteht aus unterschiedlich großen Sandsteinquadern, die sichtbar in 2 Reihen übereinander aufgeschichtet sind. Das Gebäude besitzt eine gewölbte Massivdecke (Decke EG) aus Ziegel, die auf Stahlträgern auflagern. Die Stahlträger haben untereinander ca. einen Abstand von 1,00 m und sind in die Außenlängswände eingebunden. Das Erdgeschoss im Nebengebäude 3 (Anlage 1) ist im wesentlichen in drei nicht miteinander verbundene Räume unterschiedlicher Größe aufgeteilt. Im Bereich der Verbindung zum Haupthaus ist eine offene Durchfahrt zum Innenhof angeordnet. Im Dachgeschoss des Nebengebäudes befindet sich ein durchgehender Raum, der als Lagerfläche für verschiedene Dinge genutzt wurde. Der Kniestock besteht aus einem zurückgesetzten Holzständer -Fachwerk, deren Gefache halbsteinig ausgemauert sind. (Anlage 2) Der Dachstuhl ist ein Pfettendachstuhl aus First-, Mittel- und Fußpfette in Form eines Pultdaches. Die Sparren und Pfetten des Dachstuhls sind aus gehobelten Rundhölzern gefertigt. Der Dachbelag (Dachziegel) und die Dachentwässerung (Dachrinne, Verblechungen und Fallrohre), sind bereits in den letzten Jahren erneuert wurden.

2.1.3 bisherige Nutzung: (geschichtlicher Abriss)

Die Errichtung des Nebengebäudes erfolgte bereits vor dem 19. Jahrhundert. Eine genauere Datierung der Erbauung ist aus den zugänglichen Unterlagen nicht möglich. Seit ca. 1930-1950 wurde das Nebengebäude als Stallgebäude für Schweine und Pferde genutzt. Im Jahre 1965 bis 1991 diente das Gebäude nach einer Umbaumaßnahme als überregionale zentrale Milchannahmestelle und zur Lagerung und Kühlung von Milch. Aus alten Fotos ist ersichtlich, dass die äußere Gebäudehülle beim Umbau nicht verändert wurde und sich die Umbaumaßnahmen weitestgehend auf das Gebäudeinnere konzentrierte (Anlage 5). An der Straßenfassade wurden lediglich verschiedene Fenster- und Türöffnungen geändert bzw. eingebaut, sowie für die Milchannahme eine Rampe (auskragende Stahlbetonplatte im mittleren Gebäudeteil) errichtet. Nachdem im Jahre 1993-1995 der mittlere von insgesamt drei Räumen von der Post genutzt wurde, ist die Rampe zur Milchannahme wieder entfernt und der Milchannahmeraum zur Waschküche umgebaut worden. Momentan ist nur noch

eine abgetrennte Betonkragplatte in der Fassadenansicht erkennbar. Bis zum Jahr 2000 diente der ehemalige Posträum verschiedenen Vereinen als Vereins- und Versammlungsraum. Seit dem Jahr 2000 ist das Nebengebäude 3 nicht genutzt und steht leer.

2.2 Beschreibung des geplanten Nutzungskonzeptes

Im Rahmen des Architektenwettbewerbes soll konzeptionell das Nebengebäude 3 zu Gewerbezwecken für Ferien- und Gästewohnungen ausgebaut werden. Dabei wird angestrebt, auf der zur Verfügung stehenden Erdgeschossfläche drei separate Unterkünfte mit jeweils Kochnische, WC mit Dusche und Aufenthaltsraum anzurichten. Im Dachgeschoss sind jeweils die Schlafzimmer zu jeder Wohneinheit vorgesehen, die direkt über eine offene Treppe vom Erdgeschoss erreicht werden können. Die vorhandene Tordurchfahrt soll als zukünftiger Haupteingang für den Saal und den Biergarten dienen. An der Ansicht des Gebäudes werden straßenseitig gleichmäßig verteilt pro Wohneinheit jeweils zwei Fensteröffnungen vorgesehen, wobei möglichst vorhandene bzw. ursprüngliche Öffnungen genutzt werden sollen. Die äußere Hülle des Nebengebäudes soll als Putzfassade ausgeführt werden.

2.3 Ortstermine

1. Ortstermin

| | |
|-------------------------|---|
| Datum: | 11.04.2012 |
| Teilnehmer: | Sachverständiger Dipl.-Ing. Michael Mehler Gaststättenpächter Herr und Frau Thüne |
| Zweck: | 1. orientierende Objektbegehung 2. maßliche Bestandsaufnahme der zu untersuchenden Fassade 3. maßliche Bestandsaufnahme der angrenzenden Räume im Grundriss Der Zweck des 1. Ortstermin dient zur Erstellung von Bestandsplänen und zur Planung und Festlegung der weiteren Vorgehensweise |
| Wetterbedingungen: | bewölkt, Nieselregen, Temperatur 8°C |
| Uhrzeit: | 10-13 Uhr |
| Geräte und Hilfsmittel: | Laser- Messgerät, Zollstock, Digitalkamera |
| sonstiges: | - |

2. Ortstermin

Datum: 12.04.2012
Teilnehmer: Sachverständiger Dipl.-Ing. Michael Mehler
Zweck: 1. Bestands- und Schadensaufnahme zur Kartierung des Ist-Zustandes und zur weiteren Festlegung von Untersuchungsmethoden und Untersuchungspunkten an der Fassade

Wetterbedingungen: teilweise sonnig, trocken, Temperatur 10°C
Uhrzeit: 10-13 Uhr
Geräte und Hilfsmittel: Digitalkamera, Zollstock, Stechbeitel, Messer, Handschaufel
sonstiges: -

3. Ortstermin

Datum: 24.04.2012
Teilnehmer: Sachverständiger Dipl.-Ing. Michael Mehler
Zweck: 1. rasterförmige Voruntersuchung des Feuchtegehaltes der Außenfassade mit Hilfe von zerstörungsfreien elektrisch hochfrequenten Verfahren
2. Festlegung der Entnahmestellen der Materialproben zur labortechnischen Bestimmung des Absolutwertes an Wassergehalt

Wetterbedingungen: wolzig, teilweise trocken, Temperatur 13,4°C, 63,5% r.LF
Uhrzeit: 10-12 Uhr
Geräte und Hilfsmittel: Hydromette GANN RTU 600
sonstiges: -

4. Ortstermin

Datum: 26.04.2012
Teilnehmer: Sachverständiger Dipl.-Ing. Michael Mehler
Zweck: 1. Probeentnahme mittels Kernbohrung über den Wandquerschnitt
2. Laboranalyse der entnommenen Proben zur absoluten Bestimmung der Mauerwerksfeuchte und halbquantitativen Salzbestimmung

Wetterbedingungen: heiter bis wolzig, trocken, Temperatur 16°C
Uhrzeit: 13-16 Uhr
Geräte und Hilfsmittel: Kernbohrgerät, Bohrkrone DN100
sonstiges: -

2.4 verwendete Normen, Richtlinien und Literaturquellen

- [1] WTA- Merkblatt 3-5-98/D Natursteinrestaurierung nach WTA I: Reinigung
- [2] WTA- Merkblatt 3-8-95/D Natursteinrestaurierung nach WTA II:
Handwerklicher Steinaustausch
- [3] WTA- Merkblatt 3-11-97/D Natursteinrestaurierung nach WTA III:
Steinergänzung mit Restauriermörteln und Steinersatzstoffen
- [4] WTA- Merkblatt 3-12-99/D Natursteinrestaurierung nach WTA IV: Fugen
- [5] WTA- Merkblatt 4-5-99/D Beurteilung von Mauerwerk: Mauerwerksdiagnostik
- [6] WTA- Merkblatt 4-11-02/D Messung der Feuchte von mineralischen Baustoffen
- [7] WTA- Merkblatt 2-9-04/D Sanierputzsysteme
- [8] Jürgen Weber/Volker Hafkesbrink, Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung, 2. Auflage 2008
- [9] Kompetenz Bauen im Bestand, Almanach, 2006

2.5 Unterlagen, Akteneinsicht, Befragungen

Unterlagen:

Vom o.g. Auftraggeber sind zur Bearbeitung des Gutachtens keine Unterlagen übergeben worden.

Akteneinsicht:

Am 11.04.2012 führte der Unterzeichner eine Akteneinsicht in die Archivakte zum o.g. Bauobjekt durch. Dieses fand auf der Bauaufsichtsbehörde des Landratsamtes Eichsfeld in Gegenwart des Sachbearbeiters Herrn Lippold, in der Leinegasse 11 in 37308 Heilbad Heiligenstadt, statt. Nach Durchsicht der wenigen verfügbaren Unterlagen zum Gebäudekomplex konnten jedoch keine näheren Informationen zu dem zu untersuchenden Teilobjekt gewonnen werden.

Befragungen:

Am 13.04.2012 führte der Unterzeichner ein Gespräch mit der Ortschronistin Frau Simon in der örtlich ansässigen Heimatstube bzw. Museum. Im Gespräch mit Frau Simon wurde die bisherige Nutzung des Nebengebäudes geschichtlich erörtert. Frau Simon konnte dem Unterzeichner verschiedene Fotos (Ansichten, Postkarten) in digitaler Form übergeben.

3. Beschreibung des IST- Zustandes und der Schadensbilder

Die Fassadenansicht auf der Straßenseite lässt sich im wesentlichen in 3 markante Untersuchungsbereiche unterteilen (Anlage 3).

3.1 Untersuchungsbereich 1 (UB1): Bereich des Lagerraumes und der ehemaligen Poststelle



Abbildung 1: Überblick Untersuchungsbereich 1 (UB1)

Der Untersuchungsbereich 1 ist augenscheinlich und fühlbar durchfeuchtet (**Abbildung 2**). Besonders stark ist die Durchfeuchtung des Mauerwerks auf der Wandfläche unterhalb der Fensteröffnung des Lagerraumes und im Sockelbereich unterhalb der Abdichtung (ca. 33 cm von OK Sandsteinsockel). In diesen Bereichen kommt es zu sichtbaren Salzausblühungen auf der Steinoberfläche (**Abbildung 3**).

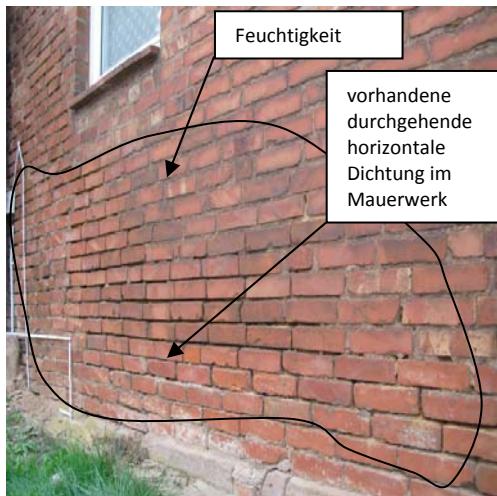


Abbildung 2: UB1; Überblick linke Gebäudeecke



Abbildung 3: UB1; Detailansicht
Salzausblühungen auf der Oberfläche

In weiten Bereichen ist die Steinoberfläche stark verkrustet und die Oberfläche der Steine ist z. T. abgeblättert und abgeplatzt (**Abbildung 4**).

Das Fugenmaterial ist in einigen Bereichen stark ausgewittert, entfestigt und zerfallen, sowie teilweise bis zu einer Tiefe von 25 cm nicht mehr existent und durch erhebliche Fehlstellen gekennzeichnet (**Abbildung 5**). In einer Höhe von ca. 33 cm von OK Sandsteinsockel (4. Steinreihe) ist eine horizontale Abdichtung erkennbar. Diese ist in den meisten Bereichen oberflächlich sehr spröde und z. T. zerfallen.



Abbildung 4: UB1; Detailansicht Verkrustung
der Steinoberfläche und Fehlstellen
der Fugenausbildung



Abbildung 5: UB1; Detailansicht Verkrustung
der Steinoberfläche sowie Auswitterung und
Fehlstellen der Fugenausbildung

Der Sockelbereich der Außenfassade besteht aus Natursteinmauerwerk mit regelmäßigen Schichthöhen aus Sandsteinquadern, jedoch mit unterschiedlichen und variablen Steinbreiten (**Abbildung 6:** UB1; Überblick Sockelbereich). Der Sandsteinsockel ist als hammerrechtes regelmäßiges Schichtenmauerwerk mit engen Fugen im Verband aufeinandergeschichtet. In einzelnen Bereichen sind die Stoßfugen zweier benachbarter Sandsteinblöcke z.T. erheblich verwittert und entfestigt, so dass partiell einzelne lückenhafte Abschnitte mit nur losen Fugenbestandteilen erkennbar sind. Die ergründbaren Fugentiefen betragen bis zu 30 cm tiefe, Fugenbreiten liegen zwischen 10-15 cm (**Abbildung 7:** UB1; Detailansicht Fugenausbruch). Einige Fugenlücken sind bereits provisorisch mit Ziegelsteinen oder Beton geschlossen.



Abbildung 6: UB1; Überblick Sockelbereich



Abbildung 7: UB1; Detailansicht Fugenausbruch

Beginnend von der linken Gebäudeecke wurde über eine Länge von ca. 7-8 m ein Betonbalken am Fuß des Natursteinsockels anbetoniert. Der Balken hat eine Breite und Höhe von jeweils ca. 20 cm und ist nur bis ca. 10 cm im Boden gegründet (**Abbildung 8**).

Die Höhe des Fußbodenaufbau des mittleren Raumes beträgt nur 3-4 cm, gemessen von der horizontalen Abdichtung im Mauerwerk (**Abbildung 9:** UB1; Detailansicht Fußbodenaufbau des mittleren Raums (früher Post- und Vereinsraum))



Abbildung 8: UB1; Detailansicht anbetonierter Betonbalken des Sandsteinsockel



Abbildung 9: UB1; Detailansicht Fußbodenaufbau des mittleren Raums (früher Post- und Vereinsraum)

Im Bereich des linken Fensters vom ehemaligen Post- und Vereinsraum verläuft im Bereich des Fenstersturzes (Betonsturz) vom oberen Ende der Aufmauerung (Gesims) dem Fugenverlauf folgend vertikal ein Riss (**Abbildung 10 und Abbildung 11**). Die Rissbreite liegt in einigen Bereichen deutlich über 5 mm.



Abbildung 10 : UB1; Überblick vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung linkes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum

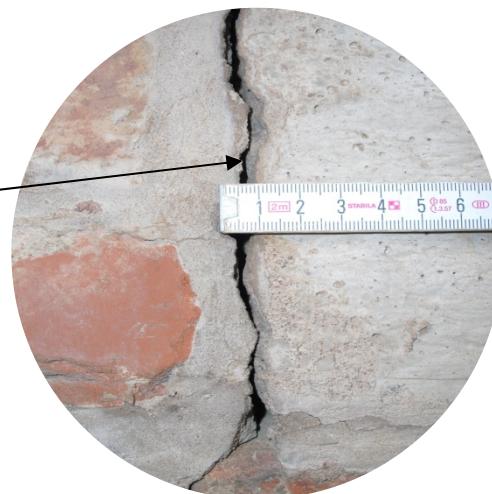


Abbildung 11: UB1; Detailansicht vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung linkes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum

Ein weiterer vertikal verlaufender Riss ist am rechten Fenster des ehemaligen Post- und Vereinsraum zu sehen (**Abbildung 12**). Dieser beginnt dem Fugenverlauf folgend unterhalb vom Betonsturz der angrenzenden Tür. Unterhalb der Sohlbank des rechten Fensters verläuft dieser Riss im Fugenverlauf weiter, teilweise auch als Trennriss durch vereinzelte Steinlagen

und endet im Bereich des Sandsteinsockels (**Abbildung 13**). Auch hier sind erhebliche Rissbreiten von bis zu 2,5 mm feststellbar.

Der Fenstersturz des rechten Fensters besteht aus einem Ziegel- Flachsturz mit Aufmauerungen aus Ziegelsteinen. Alle Fenster- und Türöffnungen im UB1 sind im Laufe der Zeit durch verschiedene Veränderungen, Anpassungen und Ergänzungen mit unterschiedlich verwendeten Materialien (Ziegel, Mörtel, Beton) gekennzeichnet und stellen einen sehr inhomogenen Materialmix im Fassadenbereich dar.

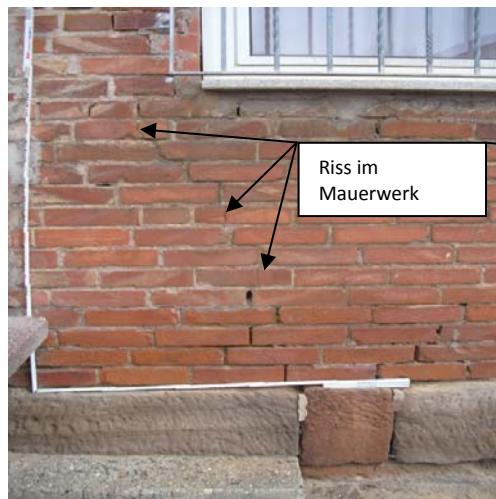


Abbildung 12: UB1; Überblick vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung rechtes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum

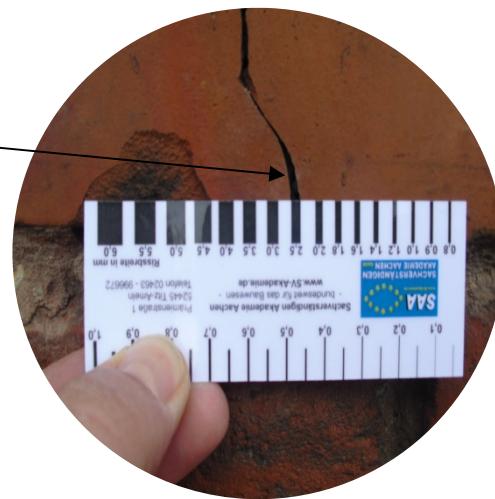


Abbildung 13: UB1: Detailansicht vertikaler Rissverlauf Fenstersturz und Leibung rechtes Fenster ehemalig Post- und Vereinsraum

3.2 Untersuchungsbereich 2 (UB2): Bereich der ehemaligen Milchannahmestelle mit Stahlbetonrampe



Abbildung 14: Überblick Untersuchungsbereich 2 (UB2)

Dieser Untersuchungsbereich des Nebengebäudes 3 ist im Laufe der Nutzungszeit besonders stark durch verschiedene Umbaumaßnahmen verändert worden. Die Außenfassade ist seit dem Umbau zur Milchannahmestelle komplett umgestaltet und entspricht nicht mehr dem historischen Originalzustand. Öffnungen von Türen und Fenstern sind mehrfach verändert, verbreitert und geschlossen worden. Diese wird auch im verwendeten Materialmix aus historischen Ziegeln, aus moderneren Ziegeln und Beton als Betonstürze, sowie unterschiedlich erkennbare Mörtel deutlich.

Im Sockelbereich kragte ehemals eine Stahlbetonplatte aus. Diese ist in Außenwandebene abgeschnitten bzw. zurückgebaut. Die Betonoberfläche ist sehr uneben, rau und scharfkantig, Bewehrungsstäbe liegen frei und sind korrodiert. Am linken Anfang und am rechten Ende der Betonplatte sind jeweils größerere Betonausbrüche und Hohlräume zu erkennen. Unter der Betonplatte ist eine Schicht aus Hochlochziegel gemauert, darunter wurde eine horizontale Abdichtungsbahn als Trennung zum angrenzenden Sandsteinsockel angeordnet. Der äußere Rand der Abdichtungsbahn ist verwittert, porös und bröckelig (**Abbildung 15 bis Abbildung 18**: UB2; Detailansicht Betonausbruch rechts).

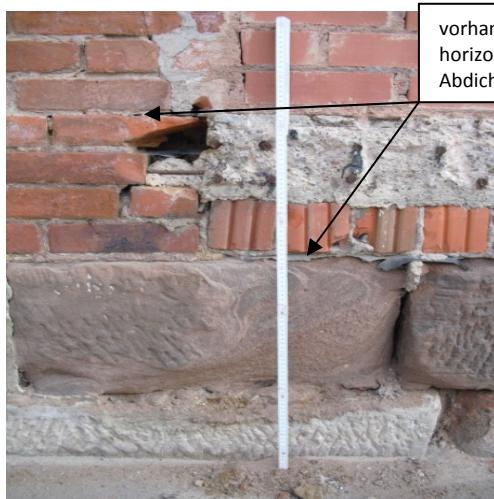


Abbildung 15: UB2; Überblick linker Anfang der ehemaligen Stahlbeton- Kragplatte



Abbildung 16: UB2; Detailansicht Betonausbruch links



Abbildung 17: UB2; Überblick rechtes Ende der ehemaligen Stahlbeton- Kragplatte



Abbildung 18: UB2; Detailansicht Betonausbruch rechts

Augenscheinlich und fühlbar ist der Feuchtezustand des Mauerwerkes im Untersuchungsbereich 2 oberhalb der abgebrochenen Stahlbetonplatte als fühlbar trocken einzustufen. Unterhalb der ehemaligen Stahlbetonplatte ist die Steinschicht aus Hochlochziegel als sichtbar feucht einzustufen. Auf der Oberfläche sind vereinzelt, flächig über die gesamte Steinhöhe verteilt, Salzausblühungen zu erkennen (**Abbildung 19 bis Abbildung 20: UB2;** Detailansicht der Salzausblühungen unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte).

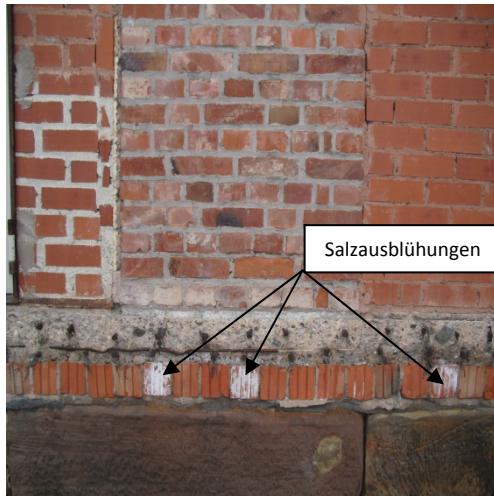


Abbildung 19: UB2; Überblick der Salzausblühungen unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte



Abbildung 20: UB2; Detailansicht der Salzausblühungen unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte

Der Sockelbereich der Außenfassade wird wie im Untersuchungsbereich 1 durch ein Natursteinmauerwerk mit regelmäßig angeordneten Schichten aus Sandsteinquadern gebildet. In einzelnen Bereichen sind die Stoßfugen zweier benachbarter Sandsteinblöcke z.T. erheblich verwittert und entfestigt, so dass zum einen teilweise einzelne lückenhafte Abschnitte mit nur losen Fugenbestandteilen erkennbar sind und zum anderen die Oberfläche absandet und es zu Schuppen- und Schalenbildung kommt. Einige Fugen sind noch mit mineralischen Mörteln verfüllt, bzw. im Laufe der Zeit provisorisch vermörtelt worden. Die ergründbaren Fugentiefen betragen z. T. zwischen 30 bis zu 45 cm, Fugenbreiten liegen zwischen 10-15 cm. Einige breitere Fugenlücken sind bereits provisorisch mit Ziegelsteinen oder Beton geschlossen (**Abbildung 21 bis Abbildung 24**).



Abbildung 21: UB2; Detailansicht Fugenbild Sandsteinsockel



Abbildung 22: UB2; Detailansicht maximale Fugentiefe Sandsteinsockel



Abbildung 23: UB2; Detailansicht Lückenfüllung mit Ziegelmaterial im Sandsteinsockel



Abbildung 24: UB2; Detailansicht Verwitterung und Abplatzungen Oberfläche Sandsteinsockel

3.3 Untersuchungsbereich 3 (UB3): Torhaus bis zum angrenzenden Gebäude



Abbildung 25: Überblick Untersuchungsbereich 3 (UB3)

Im Untersuchungsbereich 3 ist das Torhaus mit Durchgangsmöglichkeit zum Innenhof angeordnet. Rechts vom Tor ist eine halbsteinige Ziegelmauer zu erkennen (**Abbildung 26**). Bis in eine Höhe von ca. 90cm von Oberkante Sandsteinsockel ist das Mauerwerk, speziell die Mauerwerksfugen, stark geschädigt. Das Fugenmaterial ist stark ausgewittert, entfestigt und zerfallen, sowie teilweise durch erhebliche Fehlstellen gekennzeichnet (**Abbildung 27**). In einer Höhe von ca. 9 cm von OK Sandsteinsockel (1. Steinreihe) ist eine horizontale Abdichtungsbahn erkennbar (**Abbildung 28**). Diese ist in den meisten Bereichen sehr spröde und ist z. T. zerfallen. In einzelnen Steinen sind Trennrisse zu erkennen (**Abbildung 29**) und die Steinoberfläche z. T. abgeblättert und abgeplatzt. Der untere entfestigte Bereich des Mauerwerks weist augenscheinlich deutliche Durchfeuchtungsspuren auf.

Der Sockel wird gebildet durch eine Kombination von einem Sandsteinquader und Ziegelmauerwerk aus historischen und nachträglich ergänzten Ziegeln. Am rechten Rand der Ziegelmauer steht ein Holzpfeiler zur Abstützung des hölzernen Torriegels. Dieser tragende Pfosten steht direkt auf dem angrenzenden Ziegelmauerwerk auf und ist im unteren Aufstandsbereich bis in eine Höhe von ca. 20 cm durch Feuchtigkeitseinwirkung stark beschädigt und wird seiner statischen Funktion als tragendes Bauteil nicht mehr gerecht (**Abbildung 30**).



Abbildung 26: UB3; Überblick
Schadensbereiche der untersuchten
Ziegelmauer



Abbildung 27: UB3; Detailansicht Auswitterung
der Fugen



Abbildung 28: UB3; Detailansicht horizontale
Dichtung



Abbildung 29: UB3; Detailansicht Trennriss und
unterbrochene horizontale Dichtung



Abbildung 30: UB3; Detailansicht beschädigter
Auflagerbereich des Holzpfostens

4. Untersuchungen und Untersuchungs- methoden

In den augenscheinlich stark durchfeuchteten Mauerwerksbereichen im Untersuchungsbereich UB1 und UB2, werden zur Beurteilung des Feuchte- und Salzgehaltes des Mauerwerkes zur Aufstellung eines Abdichtungs- und Sanierungskonzeptes weiterführende aufschlussreiche örtliche und labor-technische Untersuchungen notwendig.

4.1 Vorbemerkungen

Eine zweifelsfreie nachvollziehbare Einschätzung zur Feuchteverteilung und die darauf basierende hauptsächliche Ursache kann nur über eine Feuchtemessung bzw. Analyse über den vollen Wandquerschnitt erfolgen, die sachdienliche und aussagekräftige Ergebnisse liefert. Durch die Erstellung eines Feuchteverteilungsprofils in der Fläche und über den Querschnitt können die festgestellten Ergebnisse mit den bekannten Feuchte- Querschnittsverteilungen (Wasserbeanspruchung durch 1. seitlich eindringende Feuchtigkeitsbelastung z.B. Regen, 2. aufsteigende Feuchtigkeit, 3. hygrokopische Feuchtigkeitsbelastung, 4. Kondensation) verglichen und ausgewertet werden.

Nicht nur das Wissen um eine Feuchtigkeitsbelastung in Art und Umfang ist von Bedeutung, sondern gleichermaßen die Kenntnis der Salzbelastung in Art und Konzentration. Für die Erarbeitung eines schlüssigen und funktionierenden Sanierungskonzeptes sind zusammenfassend die Feuchte- und Salzverteilung die grundlegenden Parameter.

4.2 Vorgehensweise für die Ermittlung der Feuchtebelastung und Feuchteverteilung im Mauerwerk

Für die Beurteilung der Feuchtebelastung sind im allgemeinen die Bestimmung des Wassergehaltes, der Sättigungsfeuchte und der hygrokopisch bedingten Ausgleichsfeuchte erforderlich. Aus diesen Parametern kann der Durchfeuchtungsgrad rechnerisch bestimmt werden. Die Ermittlung der hygrokopisch bedingten Ausgleichsfeuchte wird hier in dieser Untersuchung nicht labortechnisch ermittelt, sondern stützt sich auf die Angaben nach DIN V 4108-4 und WTA- Merkblatt, Tabelle 7 aus [5].

Als Voruntersuchung zur labortechnischen Feuchtebestimmung an mineralischen Baustoffen (Mauerwerk) wird die Feuchtigkeitsverteilung durch Rastermessung auf der Wandoberfläche (oberflächennahe Schichten) mit Hilfe von zerstörungsfreien elektrisch hochfrequenten Verfahren vorbestimmt. Anschließend wird an noch festzulegenden Stellen am Mauerwerk eine Probeentnahme zur Bestimmung des Absolutwertes an Wassergehalt mit der Darr- Methode durchgeführt. Zur Probenentnahme stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Als Untersuchungsumfang zur Erfassung der Feuchte- und Salzbelastung wird die Ermittlung an 6 Einzelproben durchgeführt. Die Einzelproben werden an mindestens 3 Stellen unterschiedlicher Höhenlage und mindestens 2 dazugehörenden Tiefenlagen entnommen. (vgl. Absatz 7.4 aus [5]) Der Wassergehalt wird üblicherweise durch Trocknung des zu untersuchenden Baustoffes im Wärmeschrank mit einer Temperatur von 105°C durchgeführt, wobei das gesamte freie und physikalisch gebundene Wasser freigesetzt wird. Dieses wird durch Trocknung bis zur Massekonstanz erreicht. Die Konstanz der Masse ist erreicht, wenn die Massendifferenz aufeinanderfolgende Wägungen nach mindestens 24 Stunden kleiner als 0,1% ist. (vgl. Absatz 4.1 aus [6])

4.2.1 Bestimmung des Wassergehaltes

Der Wassergehalt u_m stellt das Verhältnis der Masse des trockenen Baustoffes zur Masse des physikalischen und freien Wassers dar. Der Wassergehalt u_m wird in Masse-% angegeben. Durch die Bestimmung des Wassergehaltes kann relativ schnell eingeschätzt werden, ob ein mineralischer Baustoff über seine Ausgleichsfeuchte mit Wasser belastet ist. Weiterhin wird der Wassergehalt für die Berechnung des Durchfeuchtungsgrades benötigt.

$$u_m = \frac{m_{\text{Baustoff, feucht}} - m_{\text{Baustoff, trocken}}}{m_{\text{Baustoff, trocken}}} \times 100\%$$

Formel 1: Bestimmung des Wassergehaltes

u_m = Wassergehalt in Masse-%

$m_{\text{Baustoff,feucht}}$ = Masse des feuchten Baustoffes

$m_{\text{Baustoff,trocken}}$ = Masse des trockenen Baustoffes

4.2.2 Bestimmung des maximalen Wassergehaltes

Die maximale Wasseraufnahme eines Baustoffes erfolgt bei der maximalen Wasseraufnahme unter Druck oder bei langfristiger Lagerung unter Wasser. Das gesamte Porengefüge der Makroporen (Kapillar-, Sack-, Flaschenhalzporen) des Baustoffes ist mit Wasser gefüllt und eine weitere Wasseraufnahme ist nicht mehr möglich. Die maximale Wasseraufnahme wird für die Berechnung des Durchfeuchtungsgrades benötigt. Nach DIN 51056 sollte die Feststellung der Sättigungsfeuchte mit einer 24-stündigen Wasserlagerung beginnen, folgend mit einem anschließenden Kochvorgang von 120 Minuten und einer abschließenden 4-stündigen Wasserlagerung. Das Haftwasser ist vor dem Wiegen abzutupfen.

$$U_{\max} = \frac{m_{\text{Baustoff, gesättigt}} - m_{\text{Baustoff, trocken}}}{m_{\text{Baustoff, trocken}}} \times 100\%$$

Formel 2: Bestimmung des maximalen Wassergehaltes

u_{\max} = maximale Wasseraufnahme in Masse-%
 $m_{\text{Baustoff, gesättigt}}$ = Masse des gesättigten Baustoffes
 $m_{\text{Baustoff, trocken}}$ = Masse des trockenen Baustoffes

4.2.3 Feststellung des kapillaren Durchfeuchtungsgrades

Der kapillare Durchfeuchtungsgrad gibt den prozentualen Anteil des mit Wasser gefüllten zugänglichen Porenvolumens zum Zeitpunkt der Entnahme der Materialprobe aus dem Bauteil an. Das bedeutet, der Durchfeuchtungsgrad gibt das Verhältnis zwischen dem mit Wasser gefüllten und dem mit Luft gefüllten Porenvolumen an. Der Durchfeuchtungsgrad ist ein wesentlicher Wert zur Festlegung des anwendbaren Sanierungsverfahrens.

$$\text{DFG} = \frac{u_{\max}}{u_m} \times 100\%$$

Formel 3: Feststellung des Durchfeuchtungsgrades

DFG = Durchfeuchtungsgrad in %
 u_{\max} = maximale Wasseraufnahme in Masse-%
 u_m = Wassergehalt in Masse-% bei Materialentnahme am Objekt

4.2.4 Feststellung der Restsaugfähigkeit

Die Restsaugfähigkeit ist die Differenz zwischen der maximalen Wasseraufnahme und dem tatsächlichen Feuchtegehalt der Materialprobe.

$$R = U_{\max} - U_m$$

Formel 4: Feststellung der Restsaugfähigkeit

R = Restsaugfähigkeit in %

U_{\max} = maximale Wasseraufnahme in Masse-%

U_m = Wassergehalt in Masse-% bei Materialentnahme am Objekt

4.2.5 Feststellung der hygrokopischen Feuchte

Jeder mineralische Baustoff steht in Wechselwirkung zu seinem Wassergehalt und der relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft. Bei einer bestimmten relativen Luftfeuchte der den Baustoff umgebenden Luft stellt sich im Baustoff selbst ein zugehöriger Wassergehalt ein. Dabei handelt es sich um die hygrokopische Feuchte, welche auch Ausgleichs- bzw. Gleichgewichtfeuchte genannt wird.

| Baustoff | Hygrokopische Ausgleichsfeuchte in Masse-% (entsprechende Luftfeuchte LF) |
|---|--|
| historische Vollziegel | < 2 - 3 (75% rel. LF) |
| Vollziegel (Rohdichte 1900) | < 1 (80% rel. LF) |
| porosierter Hochlochziegel (Rohdichte 800) | 0,75 (80% rel. LF) |

Tabelle 1: Hygrokopische Ausgleichsfeuchten von Ziegelsteinen; Auszug aus Tabelle 7, WTA-Merkblatt 4-5-99/D "Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerksdiagnostik"

4.3 Vorgehensweise zur Bestimmung des Salzgehaltes im Mauerwerk

Unterschieden werden die Salzbestimmungsverfahren in qualitative und quantitative Untersuchungen. Für die Bauwerksuntersuchung als Basis für z.B. eine Mauerwerkstrockenlegung ist immer eine quantitative Untersuchung sinnvoll. Allerdings kann für bestimmte Untersuchungen eine chemisch exakte Analyse der Salzkonzentration (Anionen und Kationen) erforderlich sein.

Für die Beurteilung der Salzbelastung sind in der Regel Untersuchungen zum Gehalt an wasserlöslichen Salzen ausreichend. Der Nachweis des Gehaltes wasserlöslicher Sulfat-, Chlorid- und Nitrationen erfolgt halbquantitativ als Schnelltest mittels Teststreifen der Firma Quantofix. Jeweils 10 g einer Probe werden zerkleinert und mit 100 ml destilliertem Wasser verdünnt und erhitzt. Nach dem Filtrieren werden die Salzgehalte der Lösungen mit Teststreifen bestimmt. Durch die Farbumschläge auf den Teststäbchen können dann die Werte mittels Farb- Vergleichsmaßstab grob abgelesen werden. Zusätzlich zur Bestimmung des Salzgehaltes werden die pH-Werte der Lösungen ermittelt. Dieses erfolgt ebenfalls über das Prinzip des Farbvergleiches handelsüblicher Indikatorpapiere. Die Ergebnisse aller Proben werden übersichtlich in Tabellenform zusammengetragen.

In nachstehender Tabelle sind gemäß WTA- Merkblatt, Tabelle 8 aus [5], tabellarisch Konzentrationen bauschädlicher Salze bewertet, die hinsichtlich der Erstellung eines Sanierungskonzeptes wichtige Aussagen liefern.

| Salze | | Salzgehalte in Masse-% | | |
|---|--|---|--|--|
| Chloride (Cl ⁻) | <0,2 | 0,2 bis 0,5 | >0,5 | |
| Nitrate (NO ³⁻) | <0,1 | 0,1 bis 0,3 | >0,3 | |
| Sulfate (SO ²⁻) | <0,5 | 0,5 bis 1,5 | >1,5 | |
| Bewertung | Geringe Belastung | Mittlere Belastung | Hohe Belastung | |
| Maßnahmen | Maßnahmen im Ausnahmefall erforderlich | Maßnahmen im Einzelfall erforderlich Weitergehende Untersuchungen zum Gesamtsalzgehalt (Salzverbindung, Kationenbestimmung) erforderlich | Maßnahmen sind erforderlich Weitergehende Untersuchungen zum Gesamtsalzgehalt (Salzverbindung, Kationenbestimmung) erforderlich | |
| Der ermittelte höchste Gehalt an Salz- Ionen (unabhängig der einzelnen Salzart) ist maßgebend | | | | |

Tabelle 2: Bewertung der schadensverursachenden Wirkung verschiedener Salzionen in Mauerwerkskörpern; Tabelle 8, WTA- Merkblatt 4-5-99/D "Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerksdiagnostik"

5. Bewertung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Bewertung der Erkenntnisse aus der Voruntersuchung

Die Rastermessung der Feuchteverteilung aus der Voruntersuchung (siehe Punkt 4.2) ergibt erste Hinweise zur Feuchteverteilung auf der Wandoberfläche bzw. oberflächennaher Schichten. Die Messung ist eine relative Messung, d.h. es wird der Unterschied zwischen dem trockenen und dem feuchten Baustoff dargestellt. Der Einfluss vorhandener Salzkonzentrationen im Mauerwerk wirkt sich stark auf die Meßergebnisse aus.

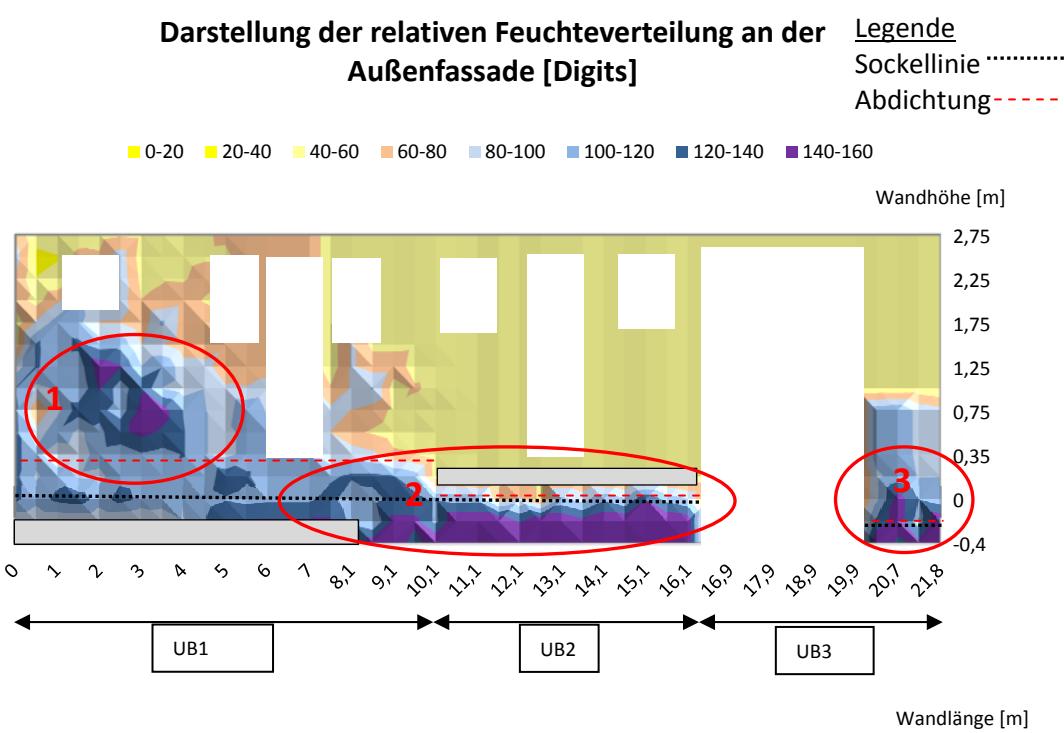


Abbildung 31: Auswertung der Voruntersuchung mit Darstellung der relativen Feuchteverteilung an der Außenfassade

Höhe 0,00 bezieht sich auf OK Natursteinsockel!

| Messergebnisse in [Digits] | Bewertung |
|----------------------------|----------------|
| 0-40 | sehr trocken |
| 40-60 | normal trocken |
| 60-80 | halb trocken |
| 80-100 | feucht |
| 100-120 | sehr feucht |
| über 120 | naß |

Tabelle 3: Bewertung der relativen Feuchteverteilung mit Hilfe der Bedienungsanleitung GANN Hydromette RTU600 für Mauerwerk mit einer Rohdichte bis 1800 kg/m³

Anhand der Grafik (**Abbildung 31**) ist deutlich die Feuchteverteilung auf der Wandfläche aus der Voruntersuchung, die mit Hilfe von zerstörungsfreien elektrisch hochfrequenten Verfahren ermittelt wurde, zu erkennen. Im rot eingekreisten Bereich 1 ist eine starke Durchfeuchtung "sehr feucht" bis "naß" zu erkennen. In diesem Mauerwerksabschnitt des UB1 ist das vorhandene Fugenbild des Mauerwerks stark verwittert und zersetzt sowie durch erhebliche Fehlstellen gekennzeichnet. Bei einer Schlagregenbeanspruchung tritt das auf der Oberfläche der Wand auftreffende Regenwasser ungehindert direkt von der Steinoberfläche in die offenen Fugen des Mauerwerkverbandes ein und breitet sich dort kapillar im angrenzenden Mauerwerksbereich aus.

Oberhalb einer Wandhöhe (ca. 1,75 m bis 2,00 m) ist das Mauerwerk als relativ trocken zu beurteilen ("halb trocken" bis "normal trocken"). Weiterhin ist zu erkennen, dass die Funktion der vorhandenen horizontalen Abdichtung im unteren Wandsockelbereich (oberhalb der 4. Steinlage, gekennzeichnet durch eine rote gestrichelte Linie), in ihrer Funktionswirkung zum Abdichten gegen aufsteigende Feuchtigkeit nach DIN 18195-4 gestört ist. Die Bereiche ober- und unterhalb dieser Abdichtung sind durch eine Feuchtebelastung gekennzeichnet. Im rot eingekreisten Bereich 2 ist eine deutliche Feuchtekonzentration im Bereich des Natursteinsockels (schwarze gepunktete Linie) und den darüber liegenden Mauerwerksschichten zu erkennen. Die vorhandene Stahlbetonplatte dichtet das aufgehende Mauerwerk gegen aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Natursteinsockel ab. Oberhalb der Stahlbetonplatte ist das vorhandene Mauerwerk als "normal trocken" zu bewerten. Auch hier ist die unmittelbar auf dem Natursteinsockel verlegte horizontale Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit zum Teil funktionslos.

Im rot eingekreisten Bereich 3 ist ebenfalls eine deutliche Feuchtekonzentration im Bereich des zum Teil aus Naturstein und ergänzten Mauerwerk bestehenden Sockelbereichs (schwarze gepunktete Linie) und den darüber liegenden Mauerwerksschichten zu erkennen. Auch hier ist das vorhandene Fugenbild des aufgehenden Mauerwerks stark verwittert und zersetzt, sowie durch erhebliche Fehlstellen gekennzeichnet. Hier tritt analog Bereich 1 bei einer Schlagregenbeanspruchung das auf die Oberfläche der Wand auftreffende Regenwasser ungehindert direkt von der Steinoberfläche in die offenen Fugen des Mauerwerkverbandes ein und breitet sich dort kapillar im angrenzenden Mauerwerksbereich aus. Auch hier ist die unmittelbar oberhalb der 1. Steinlage befindlichen horizontalen Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit zum Teil

funktionslos. Ab einer Wandhöhe von ca. 1,0 m ist das vorhandene Mauerwerk als "normal trocken" zu bewerten.

5.2 Bewertung der Erkenntnisse aus der örtlichen Probeentnahme

Durch die graphische Darstellung der gemessenen Feuchtigkeitskennwerte (**Abbildung 31**: Auswertung der Voruntersuchung mit Darstellung der relativen Feuchteverteilung an der Außenfassade) werden zur weiteren labortechnischen Analyse, örtliche Stellen zur Probeentnahme mittels zerstörerischen Verfahren lokal bestimmt bzw. vom Sachverständigen festgelegt. Ziel ist es, den absoluten Feuchtegehalt mit der Verteilung über den Wandquerschnitt und eine halbquantitative Aussagen zur Salzart und deren Salzkonzentration zu bestimmen. In der Bestandszeichnung mit Schadenkartierung sind die einzelnen Stellen zur Probeentnahme dargestellt und vermaßt.

Durch die Entnahme der ersten Probe am Untersuchungspunkt 1.0 (UP1.0) (**Abbildung 32**) ist gleichzeitig der Aufbau des Mauerwerks untersucht worden. Hier konnte festgestellt werden, dass das untersuchte Mauerwerk aus 2 separaten Wandschalen mit einer Wanddicke von je 11,5 cm und einer dazwischen befindlichen ruhenden Luftsicht von ca. 8,0 bis 10,0 cm besteht (**Abbildung 34**). Die Entnahme der nachfolgenden Proben am Untersuchungspunkt UP2.0 und UP3.0 (**Abbildung 32**) bestätigen, dass es sich im vorliegenden Fall um eine halbsteinige zweischichtige Hohlwand, mit einer Wanddicke von ca. 32 cm, handelt. Zur weiteren Beprobung des gesamten Wandquerschnitts wurden aus Gründen der Zweischaligkeit des Mauerwerks zusätzlich zwei versetzte Probeentnahmestellen UP4.0 und UP5.0 (**Abbildung 33**) an der inneren Wandschale festgelegt. Es ist darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieses Gutachtens nicht zweifelsfrei davon ausgegangen werden kann, dass der Mauerwerksaufbau der gesamten Außenfassade der oben beschriebenen Wand entspricht. Zur weiteren Erkundung sind daher weitere Untersuchungspunkte zu wählen, die nicht Bestandteil dieses Gutachtens sind.

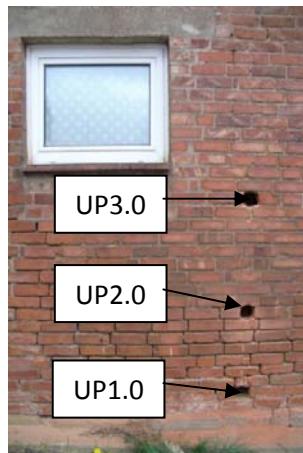


Abbildung 32: UB1;
Ansicht 1: Lage der
Probeentnahmestellen
Außen

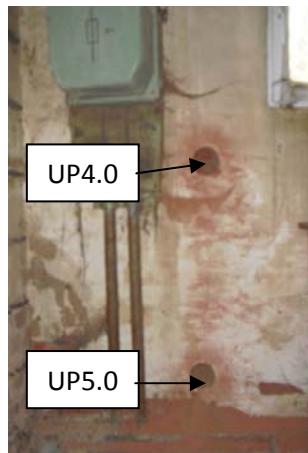


Abbildung 33: UB1;
Ansicht 2: Lage der
Probeentnahmestellen
Innen

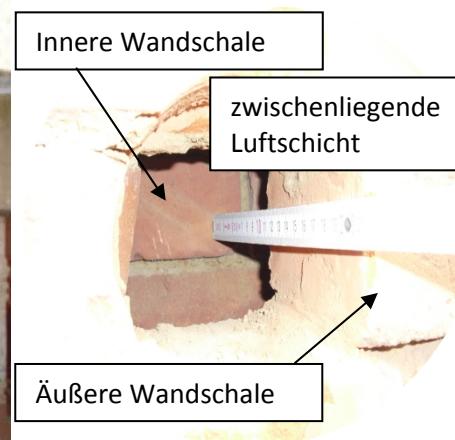


Abbildung 34: Darstellung des
Wandquerschnitts der Hohlwand

Im Untersuchungsbereich 2 (UB2) sind unterhalb der Stahlbetonplatte im Bereich der sichtbaren Salzausblühungen (**Abbildung 35**) oberflächennahe Proben (UP6.1 und UP6.2) und im Bereich des Sandsteinsockels (UP7.1, UP7.2 und UP7.3) zur weiteren labortechnischen Analyse entnommen worden.

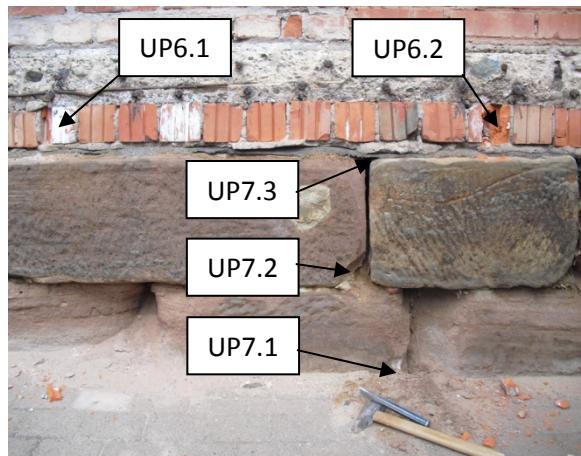


Abbildung 35: UB2; Ansicht 3: Lage der
Probeentnahmestellen

Im Untersuchungsbereich 3 (UB3) wurden keine Proben zur labortechnischen Analyse entnommen.

5.3 Bewertung der Erkenntnisse aus den labortechnischen Untersuchungen

5.3.1 Bewertung der Feuchtebilanzen

| Proben- nummer | Bestimmung des Wassergehaltes massebezogene Feuchtigkeit | Bestimmung des max. Wassergehaltes massebezogene maximale Feuchtigkeit | Feststellung des kapillaren Durchfeuchtungsgrad DFG |
|-------------------|---|---|--|
| | U_m in M-% | U_{max} in M-% | DFG in % |
| 1.1 | 1,73 | 18,22 | 9,47 |
| 1.2 | 1,35 | 18,17 | 7,44 |
| 2.1 | 0,64 | 13,69 | 4,66 |
| 2.2 | 0,63 | 14,94 | 4,20 |
| 3.1 | 0,43 | 15,33 | 2,83 |
| 3.2 | 0,40 | 14,31 | 2,81 |
| 4.1 | 0,49 | 13,85 | 3,55 |
| 4.2 | 0,55 | 14,07 | 3,90 |
| 5.1 | 0,60 | 13,46 | 4,44 |
| 5.2 | 0,41 | 14,03 | 2,94 |
| 6.1 | 5,71 | 7,10 | 80,43 |
| 6.2 | 5,39 | 9,19 | 58,63 |
| 7.1 | 1,84 | 4,63 | 39,75 |
| 7.2 | 3,37 | 5,13 | 65,61 |
| 7.3 | 3,84 | 12,91 | 29,76 |

Tabelle 4: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur Feuchtebilanz

Die Ergebnisse (**Tabelle 4**), aus den labortechnischen Untersuchungen zur Feuchtebilanz der zu untersuchenden Außenwand zeigen, dass im Untersuchungsbereich 1 (UB1) die Proben 1.1-5.2, die mittels Kernbohrung gewonnen wurden, eine massebezogene Feuchtigkeit (U_m) von 0,4-1,73 M-% aufweisen. Dieser Wassergehalt (U_m) entspricht dem Wassergehalt der hygrokopischen Ausgleichsfeuchte für Ziegelsteine, mit der jeder Baustoff in Wechselwirkung mit der ihn umgebenden Luft (abhängig von der rel. Luftfeuchte) steht. Gemäß **Tabelle 1**: Hygrokopische Ausgleichsfeuchten von Ziegelsteinen; Auszug aus Tabelle 7, WTA- Merkblatt 4-5-99/D "Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerksdiagnostik" beträgt die hygrokopische Ausgleichsfeuchte von historischen Ziegelsteinen <2-3 M-% und bei Vollziegeln <1 M-%. Die Durchfeuchtungsgrade liegen im Bereich von 2,81% bis 9,47%, das heißt sie sind deutlich unter einem Wert von 20%, was nach baupraktischer Bewertung zur Festlegung für nachträgliche horizontale Bauwerksabdichtung als vernachlässigbar gilt.

Die direkt an der Oberfläche entnommenen Mauerwerksproben (6.1 und 6.2) und Sandsteinproben (7.1 bis 7.3) im Untersuchungsbereich 2 (UB2), die mittels

abschlagen mit Hammer und Meißel gewonnen wurden, weisen eine wesentlich höhere massebezogene Feuchtigkeit (U_m) von 5,39-5,71 M-% auf. Die hygrokopische Ausgleichsfeuchte beträgt für Hochlochziegel (**Tabelle 1**) <0,75 M-%. Die Durchfeuchtungsgrade liegen im Bereich von 29% bis 80%, was nach baupraktischer Bewertung als mittel bis extrem hoch zu beurteilen ist.

5.3.2 Bewertung der Salzkonzentrationen

| Probe | Chloride (Cl^-) in mg/L | Chloride (Cl^-) in mg/kg (Faktor 10) | Chloride(Cl^-) in M-% (: 1000) | Bewertung der Belastung |
|-------|---|---|--|----------------------------|
| 1.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 1.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 2.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 2.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 3.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 3.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 4.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 4.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 5.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 5.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 6.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 6.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 7.1 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 7.2 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| 7.3 | <500 | <5000 | <0,5 | mittel |
| Probe | Sulfate (SO_4^{2-}) in mg/L | Sulfate (SO_4^{2-}) in mg/kg (Faktor 10) | Sulfate (SO_4^{2-}) in M-% (: 1000) | Bewertung der Belastung |
| 1.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 1.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 2.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 2.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 3.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 3.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 4.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 4.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 5.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 5.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 6.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 6.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 7.1 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 7.2 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| 7.3 | <200 | <2000 | <0,2 | gering |
| Probe | Nitrate (NO_3^-) in mg/L | Nitrate (NO_3^-) in mg/kg (Faktor 10) | Nitrate (NO_3^-) in M-% (: 1000) | Bewertung der Belastung |
| 1.1 | 50 | 500 | 0,05 | gering |

| | | | | |
|-----|-----|------|------|--------|
| 1.2 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 2.1 | 250 | 2500 | 0,25 | mittel |
| 2.2 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 3.1 | 100 | 1000 | 0,1 | mittel |
| 3.2 | 100 | 1000 | 0,1 | mittel |
| 4.1 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 4.2 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 5.1 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 5.2 | 50 | 500 | 0,05 | gering |
| 6.1 | 500 | 5000 | 0,5 | hoch |
| 6.2 | 500 | 5000 | 0,5 | hoch |
| 7.1 | 500 | 5000 | 0,5 | gering |
| 7.2 | 500 | 5000 | 0,5 | hoch |
| 7.3 | 50 | 500 | 0,05 | gering |

Tabelle 5: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur Salzanalyse

| Probe | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 4.2 | 5.1 | 5.2 | 6.1 | 6.2 | 7.1 | 7.2 | 7.3 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| pH-Wert | 8 | 8 | 8 | 8,5 | 8 | 8 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7 | 7 |

Tabelle 6: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur pH-Wert Analyse

Die Ergebnisse (**Tabelle 5**: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur Salzanalyse) aus der labortechnischen Untersuchung zur Feststellung der Salzart und der halbquantitativen Salzkonzentration zeigt bei allen entnommenen und analysierten Proben 1.1 bis 7.3 eine mittlere Chloridkonzentration und eine geringe Sulfatkonzentration. Auffallend ist die Nitratkonzentration bei einzelnen Proben, die eine mittlere bis hohe Belastung darstellt. Diese hohe Belastung an Nitraten ist auf eine landwirtschaftliche Nutzung des Gebäudes (siehe **2.1.3 bisherige Nutzung: (geschichtlicher Abriss)**) zurückzuführen. Der ermittelte pH-Wert (**Tabelle 6**: Zusammenfassung der labortechnischen Untersuchung zur pH-Wert Analyse) der entnommenen Proben liegt im Bereich von 7,0 bis 8,5, d.h. im neutralen bis leicht basischen Bereich.

5.4 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Die Erkenntnisse aus der Voruntersuchung und den labortechnischen Analysen zeigen deutlich, dass im Untersuchungsbereich 1 (UB1) vornehmlich eine hygrokopische Wasseraufnahme, verursacht durch eine mittlere Salzbelastung von Chloriden und Nitraten, stattfindet.

In (**Abbildung 36**) sind die Feuchtigkeitsprofile mit der Feuchtigkeitsverteilung im Wandquerschnitt des UB1 (Probeentnahme Kernbohrung UP1-UP5) mit einer

Verteilung über die Wandhöhe und -tiefe dargestellt. Es ist eine typische Feuchtigkeitsverteilung für eine hygrokopische Feuchtebeanspruchung zu sehen, bei dem die Feuchte von der Oberfläche zum Kern abfällt, da die Salzkonzentration an der Oberfläche größer ist als im Kern. Auf der Außenschale ist weiterhin eine deutlich höher Konzentration an Nitraten festzustellen als auf der Innenschale der untersuchten Wandkonstruktion.

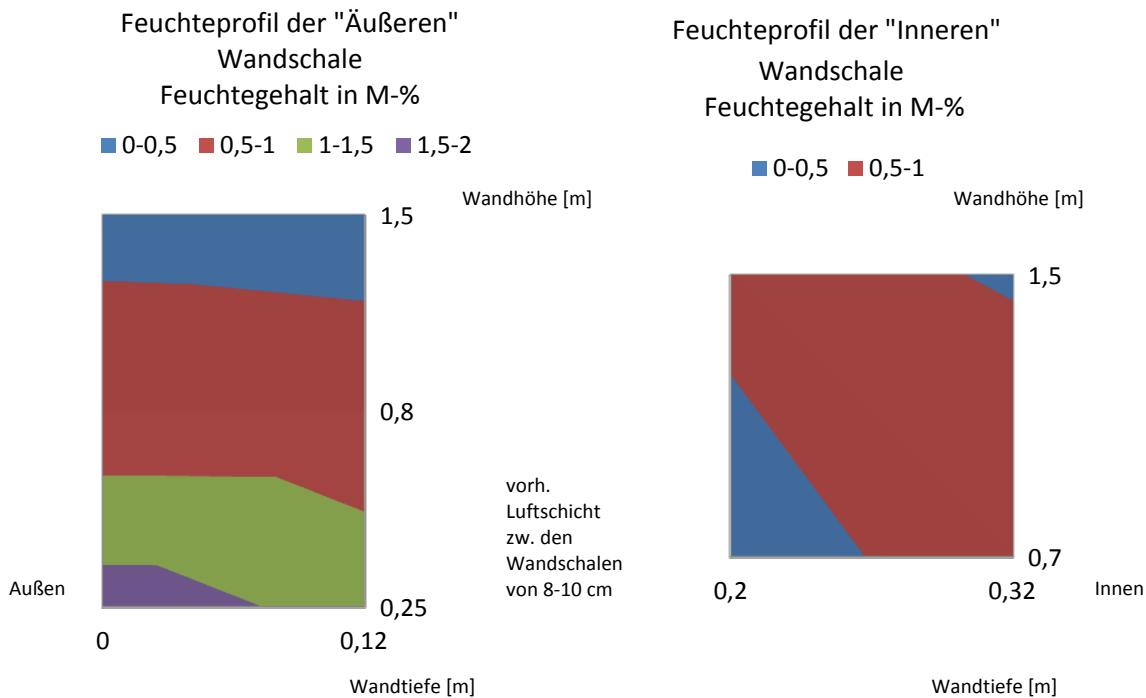


Abbildung 36: Feuchteprofil der Wandkonstruktion im Untersuchungsbereich (UB1)

Nitrate sind sehr stark hygrokopisch, so dass eine Feuchteaufnahme aus der umgebenden Luft bereits ab 50% rel. Luftfeuchte stattfindet. Das durch Schlagregenbeanspruchung seitlich in das gestörte Fugenbild eindringende Niederschlagwasser, fördert verstärkt die kapillare Ausbreitung der gelösten Salze. Nitrate sind dabei unter den Salzen am löslichsten und können bei einem entsprechenden Wasserangebot am schnellsten vom kristallinen in den flüssigen Zustand wechseln. Die Ergebnisse aus der Messung mit dem elektrisch hochfrequenten Verfahren zeigen im mittleren Wandbereich des Untersuchungsbereich 1 (**Abbildung 31**: Auswertung der Voruntersuchung mit Darstellung der relativen Feuchteverteilung an der Außenfassade) eine auf den ersten Blick deutlich hohe Feuchtekonzentration. Diese Feuchtekonzentration auf der Oberfläche, die vornehmlich durch die nachgewiesenen Nitraten mit einer mittleren Salzkonzentration in Verbindung mit hygrokopischen

Wasseraufnahme-mechanismen hervorgerufen werden, sind durch die labortechnische Analysen bestätigt. Ein Wassergehalt, der über den Wassergehalt der hygrokopischen Ausgleichsfeuchte des Mauerwerkes hinaus geht, kann über den gesamten Wandschalenquerschnitt in den beprobteten Bereichen nicht festgestellt werden. Weiterhin kann im Untersuchungsbereich 1 aus den Feuchtebilanzen der entnommenen Proben abgeleitet werden, dass eine Feuchtebelastung aus aufsteigender Feuchte, verursacht durch eine fehlende, defekte und wirkungslose horizontal Sperre, ausgeschlossen werden kann. Diese Annahme wird durch die unterhalb der vorhandenen Horizontalsperre entnommenen Probe 1.1 (massebezogene Feuchtigkeit zwischen 1,35-1,73 M-%) bestärkt. Jedoch ist es an dieser Stelle nicht möglich, eine Aussage zur vollen Funktionstüchtigkeit der existierenden Horizontalsperre im gesamten Fassadenbereich zu treffen. Hier ist es notwendig, dass weitere Probenahmen mit einer labortechnischen Bewertung erfolgen.

Im Untersuchungsbereich 2 (UB2) ist eine deutliche Steigerung der massebezogenen Feuchtigkeit und eine wesentlich höhere Salzkonzentration an Nitratsalzen gegenüber dem UB1 festzustellen. Der für Wasser zugängliche Porenraum, ist wie der hohe Durchfeuchtungsgrad von 58-80 % zeigt, stark mit Wasser angereichert. Die Konzentrationen der Nitrate sind als hoch einzustufen. Auch hier wird, wie im UB1 die Feuchtekonzentration durch hygrokopische Wasseraufnahmemechanismen hervorgerufen, die ebenfalls bei einer Schlagregenbeanspruchung verstärkt werden. Durch die Stahlbetonplatte, die hier als zusätzliche horizontal Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit dient, erfolgt jedoch keine nachweisbare kapillare Ausbreitung der Feuchtigkeit im darüber aufgehenden Mauerwerksbereich. Dieser Sachverhalt wird aus der Messung mit dem elektrisch hochfrequenten Verfahren bestätigt und ist anschaulich in der **Abbildung 31:** Auswertung der Voruntersuchung mit Darstellung der relativen Feuchteverteilung an der Außenfassade dargestellt. Die Funktionstüchtigkeit der direkt auf dem Sandsteinsockel verlegten horizontalen Abdichtungslage ist aufgrund der hohen Feuchtigkeits- und Salzbelastung in der darüber aus Hochlochsteinen bestehenden Steinschicht gestört. Die unmittelbar darüber befindliche Stahlbetonplatte dient im UB2 als primäre Horizontalsperre mit abdichtender Wirkung gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit. Für beide Untersuchungsbereiche UB1 und UB2 gilt, dass aufgrund der mittleren bis hohen Salzkonzentration an Nitraten weitergehende Untersuchungen zum Gesamtsalzgehalt (Salzverbindung, Kationenbestimmung) erforderlich werden.

6. Sanierungsmaßnahmen und Sanierungsempfehlungen

6.1 Sanierungsempfehlungen zum Sandsteinsockel

Grundlage für eine exakte restauratorische Untersuchung und Planung von Sanierungsmaßnahmen ist eine schonende Reinigung des Sandsteinsockels. Darunter zählen insbesondere das Entfernen des optisch störenden vorbetonierten Betonbalkens und das Lösen und Entfernen von losen und provisorisch verfüllten und brüchigen Fugenmaterial. Zur Reinigung der Sandsteinoberflächen sollten nur trockene Verfahren eingesetzt werden. Die Beseitigung von leichten Verunreinigungen und losen Bestandteilen auf der Steinoberfläche hat von Hand durch Abbürsten und Abschleifen zu erfolgen. Von einer Reinigung mit trockenen Strahlverfahren, sowie Nasse Verfahren ist hier auf Grund der nur sehr geringen Oberflächenverschmutzung abzuraten.

Die Restaurierung des Sandsteinsockels erfolgt in traditioneller Steinmetztechnik mittels direktem Steinersatz bzw. Steinaustausch bei stark geschädigten oder gar fehlenden Werkstücken. Dabei sollen im Bereich der Lücken ganzformatige Werkstücke eingepasst werden. Bei Reparaturen von einzelnen Steinen sollen Steinergänzungsstücke (Vierungen bzw. teilformatige Werkstücke) eingesetzt werden. Die neuen eingepassten ganzformatigen und teilformatigen Steinergänzungen sollen möglichst in chemischer und physikalischer Eigenschaft, sowie in Farbe und Körnung mit dem verbleibenden Steinen übereinstimmen. Bei Schwierigkeiten ein passendes Ersatzgestein zu finden, sind erfahrene Geologen oder das deutsche Natursteinarchiv zu Rate zu ziehen. Partielle Beschädigungen der Sandsteinoberfläche wie starkes Absanden, Abschalen und Abblättern sowie kleinere Risse und Fehlstellen, sind mit Restauriermörteln und Steinersatzstoffen zu ergänzen und ggf. nachzumodellieren. Für die Auswahl des Restauriermörtels sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften genau zu beachten und auf die Eigenschaften des zu ergänzenden Sandsteins abzustimmen. Poröse und stark saugende Oberflächenbereiche des Sandsteins sind mit einer gezielten Oberflächenbehandlung durch eine hydrophobierende Imprägnierung und ggf. bei stark entfestigten Oberflächenbereichen durch eine festigende Imprägnierung zu behandeln. Sämtliche entfestigte und fehlende Lager- und Stoßfugen des Sandsteinsockels sind fachgerecht zu reparieren bzw. zu erneuern.

6.2 Sanierungsempfehlungen zum Mauerwerk

Bei der untersuchten Außenwand haben wir es gemäß Beurteilung der Voruntersuchung und labortechnischer Analysen vornehmlich mit einer hygrokopischen Feuchtigkeitsaufnahme auf Grund der im Mauerwerk erheblich Konzentration an Nitratsalzen zu tun. Der Einbau einer nachträglichen Horizontalsperre bzw. der Austausch und Erneuerung der vorhandenen Horizontalsperre scheint hier im vorliegenden Fall als primäre Sanierungsmethode nicht sinnvoll. Zur Sanierung der Außenwand wird hier primär die Anwendung eines Sanierputzes-WTA empfohlen. Hierbei ist für die Planung und Ausführung unbedingt das WTA- Merkblatt [7] zu berücksichtigen. Sanierputze dienen zum Verputzen feuchter und/oder salzhaltiger Mauerwerke. Sanierputze haben die entscheidende Eigenschaft, aufgrund ihrer hohen Porosität und hohen Wasserdampfdurchlässigkeit bei gleichzeitig erheblich verminderter kapillarer Leitfähigkeit, Salze im Putzgefüge einzulagern und zur Austrocknung des Mauerwerkes beizutragen.

Voraussetzung für den Auftrag des Sanierputzes-WTA ist ein tragfähiger Putzgrund. Mörtelreste, Schlämme, Anstriche, Verkrustungen und Ablagerungen müssen zur Putzgrundvorbereitung sorgfältig und vollständig entfernt werden. Mürbe Mauerwerksfugen sind freizulegen. Das Mauerwerk ist schonend unter Anwendung von trockenen Verfahren zu reinigen. Das Entfernen von Verunreinigungen und losen Bestandteilen auf der Mauerwerksoberfläche kann durch Abbürsten und Abschleifen von Hand oder ggf. unter Maschineneinsatz erfolgen. Von einer Reinigung mit nassen Verfahren ist auf Grund der zusätzlichen Feuchteintragung und durch eine nur sehr geringe Oberflächenverschmutzung abzuraten.

Fehlstellen in den Mauerwerksfugen sind mit einer auf den Bestand abgestimmten Mörtelrezeptur neu zu verfugen. Marodes, brüchiges und entfestigtes Bestandsmauerwerk ist als sekundäre Sanierungsmethode in Teilbereichen Zug um Zug auszuwechseln. Als positiver Nebeneffekt wäre dabei zwangsläufig die Beseitigung von schadhaft eingelagerten Schadsalzen zu nennen. Ein Mauerwerksaustausch wird für besonders mit Salzen belastete Bereiche im UB1 auf der äußeren Wandschale, weiterhin unterhalb der ehemaligen Stahlbetonkragplatte im UB2 im Bereich der Hochlochziegel und im unteren Drittel des UB3 vorgeschlagen. Im UB2 wird beim Austausch des Bestandsmauerwerkes auch gleichzeitig die horizontale Abdichtung gem. DIN

18195-4 erneuert. Die genaue örtliche Festlegung muss unbedingt in Absprache mit dem Unterzeichner und ggf. mit einem Statiker erfolgen.

Der vorliegende Putzgrund ist zum Teil durch ein sehr inhomogenes Mauerwerk gekennzeichnet. Dadurch wird hier der Einsatz eines geeigneten, korrosionsbeständigen Putzträgers empfohlen und der Putzauftrag ist mehrlagig aufzubringen. Da im vorliegenden Fall der Versalzungsgrad mittel bis hoch nachgewiesen ist, muss grundsätzlich der Putzauftrag mehrlagig mit den erforderlichen Mindestschichtdicken erfolgen. Eventuell später aufzubringende Beschichtungen, Anstriche oder mineralische Oberputze dürfen das Sanierputzsystem nicht beeinträchtigen.

Die erforderlichen Sanierungsarbeiten sollten entweder von einem erfahrenen Fachbetrieb ggf. geplant und ausgeführt werden, oder es ist ein Fachplaner zur detaillierten fachgerechten Planung und Ausschreibung der Sanierungsarbeiten zu beauftragen.

7. Kostenschätzung der Sanierungs- bzw. Neubaumaßnahmen

7.1 Kostenschätzung für die Sanierung des Sandsteinsockels

| Position | Leistung als Kurztext | Menge | Einheit | Einheitspreis | Gesamtpreis |
|------------------------|--|-------|----------------|---------------|-------------------|
| 1 | Untergrund reinigen Naturwerkstein lose Verunreinigung Schleifen | 7,50 | m ² | 9,06 € | 67,95 € |
| 2 | Zusätzl. Oberflächenbeh. Naturwerkstein festigen Kieselsäureester | 7,50 | m ² | 8,56 € | 64,20 € |
| 3 | Oberflächenbeh. Betonwerkstein hydrophobieren Hydrophobierungsm. | 7,50 | m ² | 3,74 € | 28,05 € |
| 4 | Fuge ausräumen Zement-Fugenmörtel Sandstein B 25-30mm T 30mm | 7,50 | m ² | 24,33 € | 182,48 € |
| 5 | Fuge füllen Fugenmörtel MGI Sandstein B 25- 30mm T 30-40mm | 7,50 | m ² | 33,60 € | 252,00 € |
| 6 | Schichtenmauerwerk großflächig sanieren Sockel einseitig D 30cm Sandstein H bis | 2,50 | m ² | 229,65 € | 574,13 € |
| 7 | Steinersatz profiliert bis 400cm ² | 4,00 | Stück | 31,90 € | 127,60 € |
| 8 | Steinvierungen profiliert bis 400m ² | 2,00 | Stück | 59,50 € | |
| 9 | Risse und Schalen sichern | 2,00 | m | 42,50 € | 85,00 € |
| 10 | Abbruch und Entsorgen Betonsockel | 8,50 | m | 12,44 € | 105,74 € |
| 11 | Baustelleneinrichtung und sonstiges | 1,00 | psch | 250,00 € | 250,00 € |
| Nettosumme | | | | | 1.737,14 € |
| zzgl. MwSt. 19% | | | | | 330,06 € |
| Bruttosumme | | | | | 2.067,20 € |

7.2 Kostenschätzung für die Sanierung der Außenfassade

| Position | Leistung als Kurztext | Menge | Einheit | Einheitspreis | Gesamtpreis |
|------------------------|--|-------|----------------|---------------|-------------------|
| 1 | Gerüst für Putzerarbeiten, 1 Monat Standzeit | 65,00 | m ² | 4,60 € | 299,00 € |
| 2 | Abbruch Mauerwerk, Dicke 11,5cm inkl. Entsorgung | 2,00 | m ² | 13,75 € | 27,50 € |
| 3 | Mauerwerk NF, Außenwand Dicke 11,5 mit Stoßfugenvermörtelung | 2,00 | m ² | 51,73 € | 103,46 € |
| 4 | Steine austauschen im Läufermauerwerk inkl. Steine, Mörtel und verfugen | 50,00 | Stück | 7,87 € | 393,50 € |
| 5 | Fugen auskratzen bis 5cm Tiefe mit Reinigung und Entsorgung | 5,00 | m ² | 26,73 € | 133,65 € |
| 6 | Verfugen Mauerwerk mit Fugenmörtel bis 5cm Tiefe | 5,00 | m ² | 14,40 € | 72,00 € |
| 7 | waagerechte Abdichtung gegen Bodenfeuchte erneuern | 10,00 | m | 6,99 € | 69,90 € |
| 8 | Putzgrund reinigen, lose Verunreinigung entfernen, Trockenverfahren | 45,00 | m ² | 2,89 € | 130,05 € |
| 9 | Putzträger, Stahl nicht rostend, freitragend gespannt | 45,00 | m ² | 9,27 € | 417,15 € |
| 10 | Fenster und Türleibungen bis 15cm putzen | 25,00 | m | 9,25 € | 231,25 € |
| 11 | WTA- Sanierputz aus Grundputz und zweilagiger Sanierputzauftrag , Dicke bis 40 mm, gescheibt | 45,00 | m ² | 48,93 € | 2.201,85 € |
| 12 | Putzschienen und Profile aus Stahl nicht rostend | 45,00 | m | 5,31 € | 238,95 € |
| 13 | Baustelleneinrichtung und sonstiges | 1 | psch | 500,00 € | 500,00 € |
| Nettosumme | | | | | 4.818,26 € |
| zzgl. MwSt. 19% | | | | | 915,47 € |
| Bruttosumme | | | | | 5.733,73 € |
| | | | | | |

7.3 Kostenschätzung Abbruch und Neubau der Außenfassade

| Position | Leistung als Kurztext | Menge | Einheit | Einheitspreis | Gesamtpreis |
|------------------------|---|-------|----------------|---------------|--------------------|
| 1 | Gerüst für Putzerarbeiten, 1 Monat Standzeit | 65,00 | m ² | 4,60 € | 299,00 € |
| 2 | bauzeitliche Sicherung des Obergeschosses und des Dachtragwerkes | 16,00 | m | 50,00 € | 800,00 € |
| 3 | Abbruch Mauerwerk, Dicke 24,0 cm mit Geräteeinsatz inkl. Entsorgung | 45,00 | m ² | 28,31 € | 1.273,95 € |
| 4 | waagerechte Abdichtung gegen Bodenfeuchte erneuern | 16,00 | m | 6,99 € | 111,84 € |
| 5 | Mauerwerk Dicke 30cm, Ziegel mit integrierter Wärmedämmung | 45,00 | m ² | 83,17 € | 3.742,65 € |
| 6 | Fensteröffnungen beim Aufmauern herstellen Breite bis 1,01m Höhe bis 1,51m | 6,00 | Stück | 14,95 € | 89,70 € |
| 7 | Türöffnungen beim Aufmauern herstellen Breite bis 1,01m Höhe bis 2,13m | 2,00 | Stück | 17,53 € | 35,06 € |
| | Öffnungen überdecken Ziegelsturz Breite 2x17,5cm | 8 | Stück | 47,37 | 378,96 € |
| 8 | Außenputz aus Unter- und Oberputz PII, Dicke UP 20 mm, Oberfläche gescheibt | 45,00 | m ² | 18,73 € | 842,85 € |
| 9 | Armierungsputzlage 3-5mm, Gewebestreifen | 45,00 | m ² | 12,75 € | 573,75 € |
| 10 | Fenster und Türleibungen bis 15cm putzen | 25,00 | m | 9,25 € | 231,25 € |
| 11 | Abgleichen Mauerwerk An-und Abschlüsse | 32,00 | m | 5,18 | 165,76 € |
| 12 | Putzschenen und Profile aus Stahl nicht rostend | 50,00 | m | 5,31 € | 265,50 € |
| 13 | Baustelleneinrichtung und sonstiges | 1 | psch | 500,00 € | 500,00 € |
| Nettosumme | | | | | 9.310,27 € |
| zzgl. MwSt. 19% | | | | | 1.768,95 € |
| Bruttosumme | | | | | 11.079,22 € |

7.4 Bewertung der Kostenschätzungen

Die Variante Abbruch und Neubau der Außenfassade ist in der Summe etwa doppelt so teuer wie die Sanierungsvariante. Da seitens der Gemeinde unter dem Gesichtspunkt minimaler Kosten das Bauwerk umgebaut bzw. saniert werden soll, ist die Sanierungsvariante von den Kosten her die effektivere und wirtschaftlichere Maßnahme.

8. Geltungsdauer / Schlussbestimmungen

Die Beschreibung des Zustandes im Gutachten gilt nur für den Zeitraum der durchgeführten Untersuchungen und für die untersuchten Bereiche. Eine Änderung der Rahmenbedingungen und eine fortschreitende Schädigung sind grundsätzlich nicht ausgeschlossen. Das Gutachten ist unvollständig und ersetzt keine fachgemäße Planung und Ausschreibung der empfohlenen Sanierungsempfehlungen. Das Gutachten darf nur für den angegebenen Zweck verwendet werden und nur im geschlossenem Umfang und ungekürzt an Dritte ausgehändigt werden, da Textteil und Zeichnungen sich gegenseitig ergänzen. Bei Unklarheiten und offenen Fragen über die im Gutachten beschriebenen Sachverhalte und Erkenntnisse, sowie bei örtlich festzulegenden Maßnahmen ist unbedingt Rücksprache mit dem Unterzeichner zu halten. Die Urheberrechte verbleiben beim Unterzeichnenden. Das Gutachten wurde speziell für Ausbildungszwecke erstellt.

Ort/Datum:.....

Unterschrift / Stempel

Sachverständiger:.....

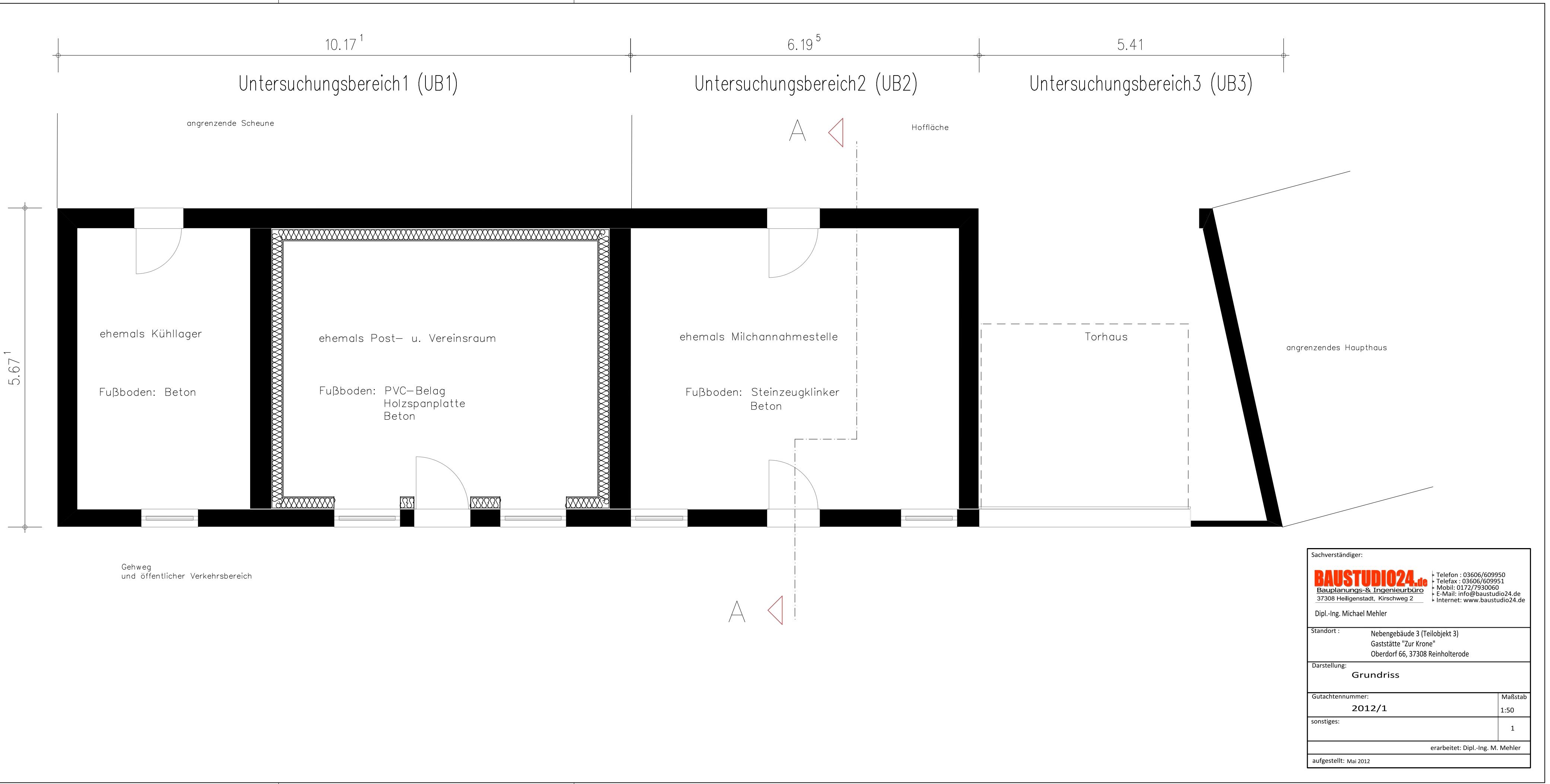
9. Anlagenverzeichnis

Zeichnungen:

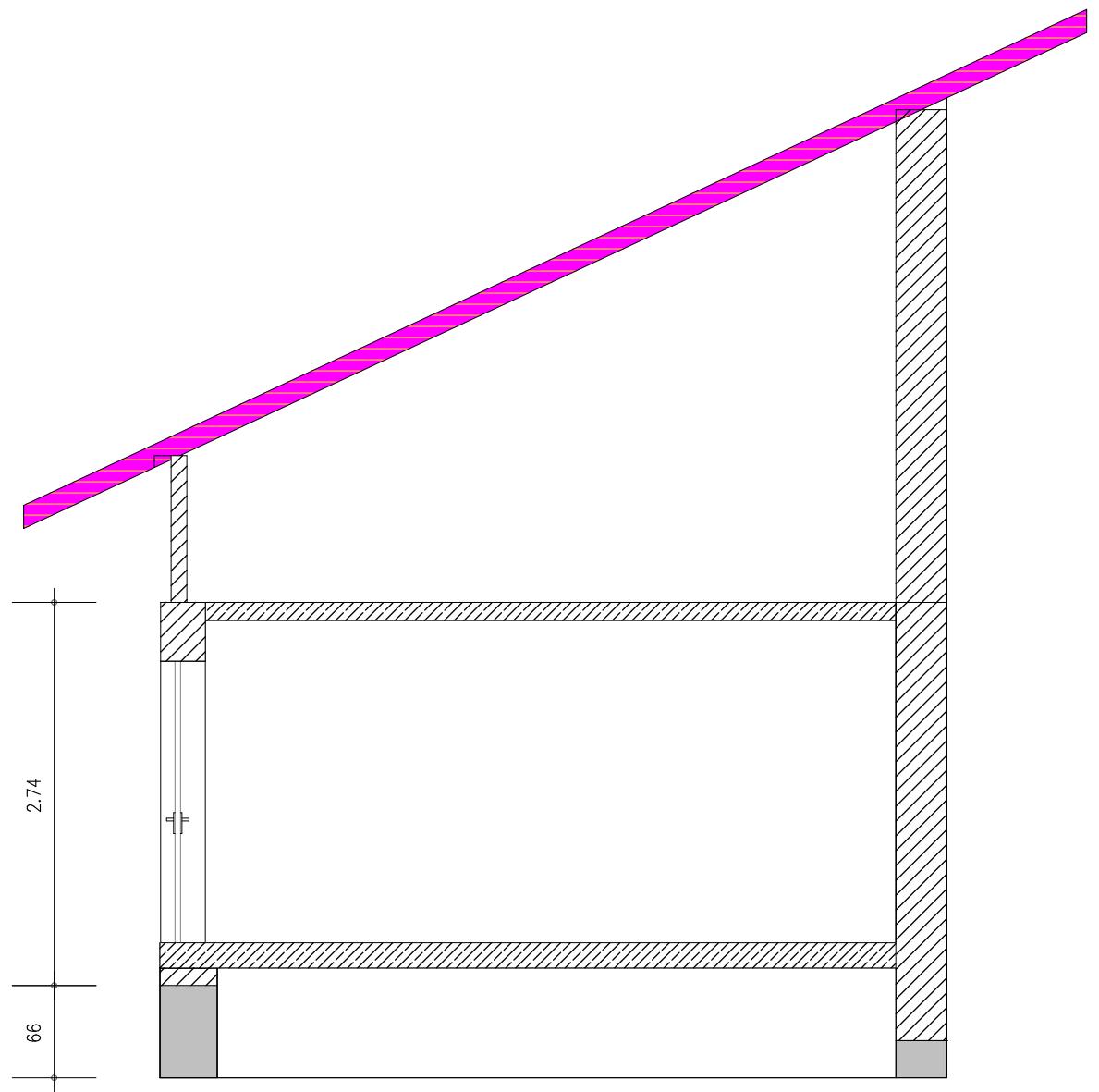
- Anlage 1: Grundriss Nebengebäude 3
- Anlage 2: Schnitt Nebengebäude 3
- Anlage 3: Fassadenansicht und Schadenskartierung Nebengebäude 3
- Anlage 4: Lageplan
- Anlage 5: Bestandsfotos mit Gegenüberstellung "Früher" zu "Heute"

Protokolle und Dokumente:

- Anlage 6: Protokoll zur gravimetrischen Bestimmung des Feuchtegehaltes (Darr-Methode) und Bestimmung des maximalen Wassergehaltes unter Druck
- Anlage 7: Protokoll zur Aufstellung der Feuchtebilanzen



| | | | |
|---|--|---------|------|
| Sachverständiger: | | | |
| BAUSTUDIO24.de Bauplanungs- & Ingenieurbüro 37308 Heiligenstadt, Kirschweg 2 | Telefon : 03606/609950 Telefax : 03606/609951 Mobil: 0172/7930060 E-Mail: info@baustudio24.de Internet: www.baustudio24.de | | |
| Dipl.-Ing. Michael Mehler | | | |
| Standort : | Nebengebäude 3 (Teilobjekt 3) Gaststätte "Zur Krone" Oberdorf 66, 37308 Reinholterode | | |
| Darstellung: | Grundriss | | |
| Gutachtennummer: | 2012/1 | Maßstab | 1:50 |
| sonstiges: | | | 1 |
| erarbeitet: Dipl.-Ing. M. Mehler | | | |
| aufgestellt: Mai 2012 | | | |



Sachverständiger:

BAUSTUDIO24.de
Bauplanungs- & Ingenieurbüro
37308 Heiligenstadt, Kirschweg 2

► Telefon : 03606/609950
► Telefax : 03606/609951
► Mobil: 0172/7930060
► E-Mail: info@baustudio24.de
► Internet: www.baustudio24.de

Dipl.-Ing. Michael Mehler

Standort : Nebengebäude 3 (Teilobjekt 3)
Gaststätte "Zur Krone"
Oberdorf 66, 37308 Reinholterode

Darstellung:

Schnitt A-A

Gutachtennummer:

2012/1

Maßstab

1:50

sonstiges:

Blatt-Nr.

2

erarbeitet: Dipl.-Ing. M. Mehler

aufgestellt: Mai 2012

Legende

- [Light Red Box] historisches bzw. ursprüngliches Mauerwerk
- [Dark Red Box] nachträgliche Übermauerung mit historischem bzw. ursprünglichem Mauerwerk
- [Pink Box] zeitgemäße Ausbesserungen mit zeitgemäßem Mauerwerk (Normalformat)
- [White Box] Beton
- [Yellow Box] Sandstein
- [Dotted Yellow Box] Sandstein entfestigt und Fugen stark beschädigt
- [Hatched Yellow Box] Sandstein Lücke (Stein fehlt)
- [Orange Box] Holzteile (nicht begutachtet)
- [Red Box] Fachwerk, Ausfachung Sichtmauerwerk (nicht begutachtet)
- [Brick Pattern Box] Sichtmauerwerk
- [Blue Box] sichtbare Feuchtigkeit
- [Plus Box] Verkrustung und Entfestigung der Oberfläche
- [Yellow Box] sichtbare Salzablagerungen
- [Downward Box] Löcher uns Ausbrüche
- [Purple Box] Fugenbild sehr gestört, teilweise nicht vorhanden
- [Black Line] vorhandene Dichtungsbahn
- [Blue Line] Rissverlauf
- [Green Line] Geländeverlauf
- [Dashed Green Line] Untersuchungsstrecke
- [Black Circle] UP

10.17¹

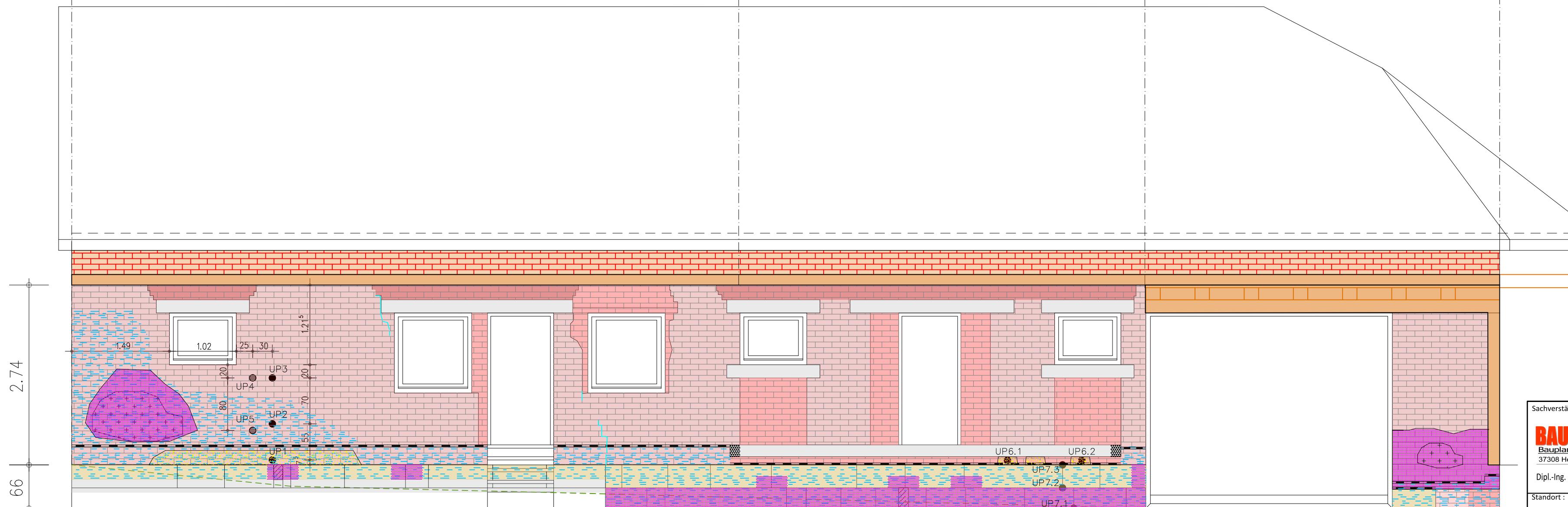
Untersuchungsbereich1 (UB1)

6.19⁵

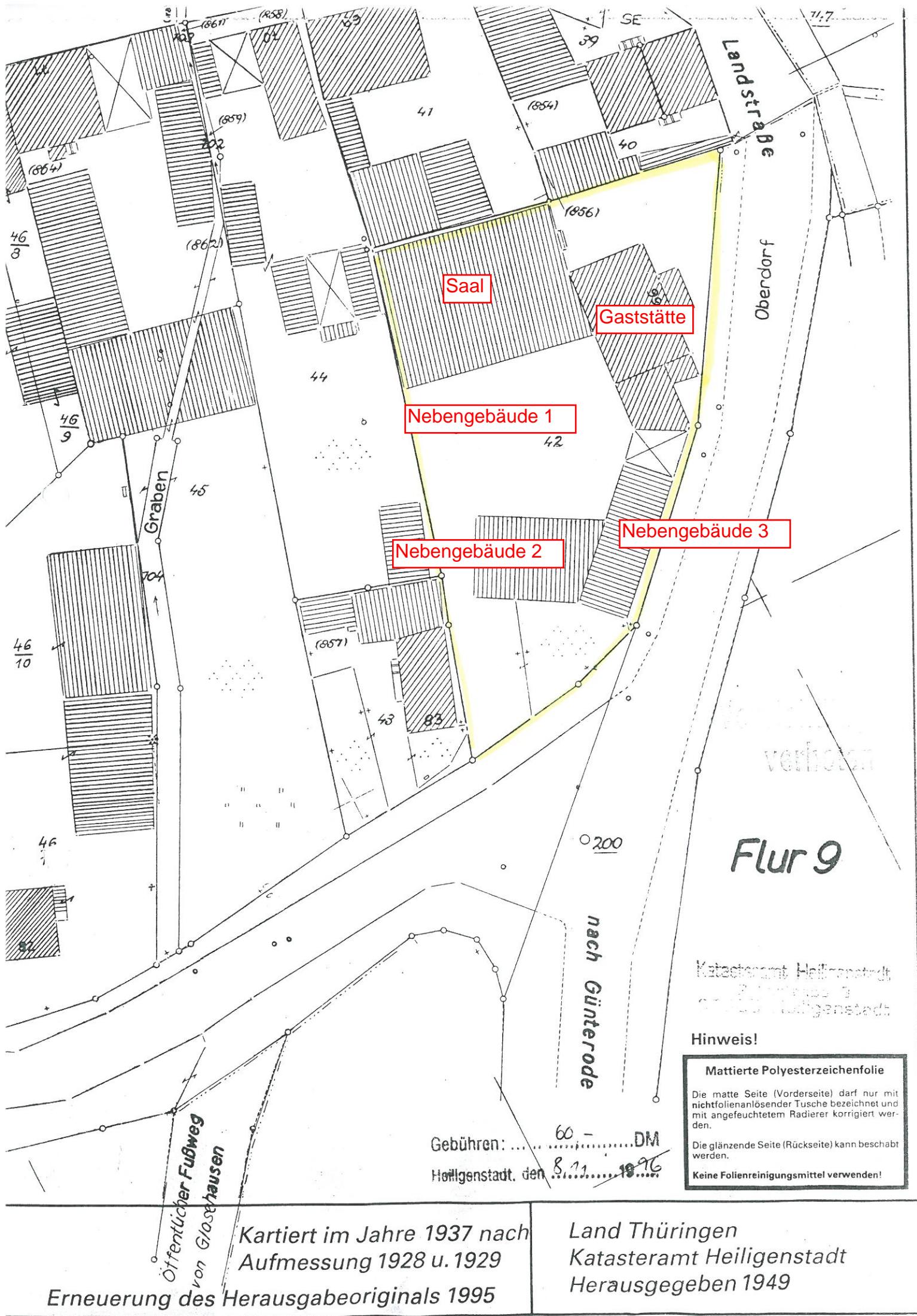
Untersuchungsbereich2 (UB2)

5.41

Untersuchungsbereich3 (UB3)



| | | |
|---------------------------|---|--|
| Sachverständiger: | BAUSTUDIO24.de Bauplanungs- & Ingenieurbüro 37308 Heiligenstadt, Kirschweg 2 | Telefon : 03606/609950 Telefax : 03606/609951 Mobil: 0172/7930060 E-Mail: info@baustudio24.de Internet: www.baustudio24.de |
| Dipl.-Ing. Michael Mehler | | |
| Standort : | Nebengebäude 3 (Teilobjekt 3) Gaststätte "Zur Krone" Oberdorf 66, 37308 Reinholterode | |
| Darstellung: | Fassadenansicht und Schadenskartierung | |
| Gutachtennummer: | 2012/1 | Maßstab 1:50 |
| sonstiges: | | Blatt-Nr. 3 |
| | | erarbeitet: Dipl.-Ing. M. Mehler |
| | | aufgestellt: Mai 2012 |



Bestandsfotos mit Gegenüberstellung "Früher" zu "Heute"



Bild Nebengebäude 3 vor 1950
Quelle: Heimatverein Reinholerode



Bild Nebengebäude 3 im April 2012
Quelle: Michael Mehler

| Protokoll zur gravimetrischen Bestimmung des Feuchtegehaltes (Darr-Methode) und Bestimmung des maximalen Wassergehaltes unter Druck | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|--|-------------------|--|---|-------|---|-------|--|
| Objekt: Nebengebäude Teilobjekt 3, Oberdorf 66, 37308 Reinholterode Bearbeiter: Michael Mehler | | | | | | Gutachtennummer: 2012/1 Datum Probe: 26.04.2012 | | | | |
| Nummer Probe | Höhe der Probe- entnahme [m] | Bemerkungen | Probe feucht, inkl. Verpackung [g] | Verpackung [g] | Probe feucht m Baustoff, feucht [g] | Trocknung 1, nach 24 h m Baustoff, trocken (24h) [g] | | Trocknung 2, nach 48 h m Baustoff, trocken (48h) [g] | | Masse des gesättigten Baustoffes m Baustoff, gesättigt [g] |
| 1.1 | 0,25 | Schichttiefe 0-6cm | 326,36 | 5,13 | 321,23 | 315,87 | 1,67% | 315,78 | 0,03% | 373,33 |
| 1.2 | 0,25 | Schichttiefe 6-12cm | 248,99 | 5,13 | 243,86 | 240,64 | 1,32% | 240,61 | 0,01% | 284,32 |
| 2.1 | 0,8 | Schichttiefe 0-6cm | 347,22 | 5,13 | 342,09 | 339,95 | 0,63% | 339,92 | 0,01% | 386,45 |
| 2.2 | 0,8 | Schichttiefe 6-12cm | 293,65 | 5,13 | 288,52 | 286,8 | 0,60% | 286,72 | 0,03% | 329,57 |
| 3.1 | 1,5 | Schichttiefe 0-6cm | 347,54 | 5,13 | 342,41 | 341,02 | 0,41% | 340,93 | 0,03% | 393,19 |
| 3.2 | 1,5 | Schichttiefe 6-12cm | 297,73 | 5,13 | 292,60 | 291,51 | 0,37% | 291,43 | 0,03% | 333,12 |
| 4.1 | 1,5 | Schichttiefe 0-6cm (raumseitig) | 282,76 | 5,13 | 277,63 | 276,4 | 0,44% | 276,27 | 0,05% | 314,53 |
| 4.2 | 1,5 | Schichttiefe 6-12cm (raumseitig) | 199,33 | 5,13 | 194,20 | 193,16 | 0,54% | 193,14 | 0,01% | 220,31 |
| 5.1 | 0,7 | Schichttiefe 0-6cm (raumseitig) | 314,61 | 5,13 | 309,48 | 307,72 | 0,57% | 307,64 | 0,03% | 349,05 |
| 5.2 | 0,7 | Schichttiefe 6-12cm (raumseitig) | 102,58 | 5,13 | 97,45 | 97,06 | 0,40% | 97,05 | 0,01% | 110,67 |
| 6.1 | | Oberfläche links | 46,25 | 5,13 | 41,12 | 38,91 | 5,37% | 38,9 | 0,03% | 41,66 |
| 6.2 | | Oberfläche rechts | 96,89 | 5,13 | 91,76 | 87,14 | 5,03% | 87,07 | 0,08% | 95,07 |
| 7.1 | | Sandstein unten | 111,29 | 5,13 | 106,16 | 104,3 | 1,75% | 104,24 | 0,06% | 109,07 |
| 7.2 | | Sandstein mitte | 36,74 | 5,13 | 31,61 | 30,59 | 3,23% | 30,58 | 0,03% | 32,15 |
| 7.3 | | Sandstein oben | 25,40 | 5,13 | 20,27 | 19,53 | 3,65% | 19,52 | 0,05% | 22,04 |

Protokoll zur Aufstellung der Feuchtebilanzen

Objekt: Nebengebäude Teilobjekt 3, 37308 Reinholerode
Bearbeiter: Michael Mehler

Gutachtennummer: 2012/1
Datum Probe: 26.04.2012

| Nummer | Bemerkungen | Probe feucht m Baustoff, feucht [g] | Trocknung 2, nach 48 h m Baustoff, trocken [g] | Masse des gesättigten Baustoffes m Baustoff, gesättigt [g] | Bestimmung des Wassergehaltes massebezogene Feuchtigkeit Um in M-% | Bestimmung des max. Wassergehaltes massebezogene maximale Feuchtigkeit Umax in M-% | Feststellung des kapillaren Durchfeuchtungsgrad DFG DFG in % | Feststellung der Restsaugfähigkeit R in % |
|--------|----------------------------------|---|--|--|--|--|--|---|
| 1.1 | Schichttiefe 0-6cm | 321,23 | 315,78 | 373,33 | 1,73 | 18,22 | 9,47 | 16,50 |
| 1.2 | Schichttiefe 6-12cm | 243,86 | 240,61 | 284,32 | 1,35 | 18,17 | 7,44 | 16,82 |
| 2.1 | Schichttiefe 0-6cm | 342,09 | 339,92 | 386,45 | 0,64 | 13,69 | 4,66 | 13,05 |
| 2.2 | Schichttiefe 6-12cm | 288,52 | 286,72 | 329,57 | 0,63 | 14,94 | 4,20 | 14,32 |
| 3.1 | Schichttiefe 0-6cm | 342,41 | 340,93 | 393,19 | 0,43 | 15,33 | 2,83 | 14,89 |
| 3.2 | Schichttiefe 6-12cm | 292,60 | 291,43 | 333,12 | 0,40 | 14,31 | 2,81 | 13,90 |
| 4.1 | Schichttiefe 0-6cm (raumseitig) | 277,63 | 276,27 | 314,53 | 0,49 | 13,85 | 3,55 | 13,36 |
| 4.2 | Schichttiefe 6-12cm (raumseitig) | 194,20 | 193,14 | 220,31 | 0,55 | 14,07 | 3,90 | 13,52 |
| 5.1 | Schichttiefe 0-6cm (raumseitig) | 309,48 | 307,64 | 349,05 | 0,60 | 13,46 | 4,44 | 12,86 |
| 5.2 | Schichttiefe 6-12cm (raumseitig) | 97,45 | 97,05 | 110,67 | 0,41 | 14,03 | 2,94 | 13,62 |
| 6.1 | Oberfläche links | 41,12 | 38,9 | 41,66 | 5,71 | 7,10 | 80,43 | 1,39 |
| 6.2 | Oberfläche rechts | 91,76 | 87,07 | 95,07 | 5,39 | 9,19 | 58,63 | 3,80 |
| 7.1 | Sandstein unten | 106,16 | 104,24 | 109,07 | 1,84 | 4,63 | 39,75 | 2,79 |
| 7.2 | Sandstein mitte | 31,61 | 30,58 | 32,15 | 3,37 | 5,13 | 65,61 | 1,77 |
| 7.3 | Sandstein oben | 20,27 | 19,52 | 22,04 | 3,84 | 12,91 | 29,76 | 9,07 |