

Abschlussbericht zum DBU - Projekt:

Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fussbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude am Beispiel der Propstei des Klosters St. Marienthal



gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Projekt AZ 34200 / 01 - 45



Berichterstattung:
Institut für Diagnostik und Konservierung
an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Löther
Dipl.-Rest. Sven Taubert
B. Eng. Felix Vaterodt

Inhaltverzeichnis

1	Kurzfassung des Gesamtvorhabens	3
2	Antragsteller und Projektträger	4
3	Kooperationspartner	4
4	Einordnung des Gebäudes in den bau- und kunsthistorischen Zusammenhang	5
5	Gegenstand des Projektes	5
6	Umweltrelevanz	6
7	Ziel des Vorhabens	7
8	Innovativer Charakter des Projektes	8
9	Strukturierte Schritte zur Umsetzung der Maßnahmen	8
9.1	Einteilung der Erdgeschossräume in Nutzungskategorien	8
9.2	Variantenvergleich der Fußbodenaufbauten	9
9.3	Erarbeitung von unterschiedlichen Varianten für Fußbodenaufbauten	10
9.4	Zuweisung von Temperier-/ und Heizsystem	12
10	Zielsetzung des Vorhabens und erfolgte Maßnahmen	12
10.1	P-EG 10: baulicher Ablauf mit Drainage-Estrich / Bilddokumentation	13
10.2	P-EG 13 - Korridor: baulicher Ablauf mit Porenbeton und Zement-Estrich	17
10.3	P-EG 15 - Herrenzimmer: baulicher Ablauf mit Gussasphalt-Estrich	21
10.4	geologische Untersuchungen / Erkundung Schichtenaufbau	26
10.5	raumklimatische Untersuchung im Fußboden und Wandbereich	29
10.6	materialspezifische Untersuchungen am Porenbeton	48
11	Ergebnisse / Empfehlungen	52
12	Desiderat	53
13	Literatur / Quellen	54
14	Berichte, Dokumentationen Datenblätter	55

1 **Kurzfassung des Gesamtvorhabens**

Das Klosterstift St. Marienthal befindet sich in Ostritz im Bundesland Sachsen, unmittelbar an der Neiße gelegen. Nach starken Regenfällen trat im August 2010 die Lausitzer Neiße innerhalb kürzester Zeit über ihre Ufer. Am Samstag, dem 07. August 2010, bricht zudem ca. 6 km flussabwärts der nur für ca. 5 Mio. m³ ausgelegte Witka-Staudamm nach einer Gesamtbelastung von über 30 Mio. m³ Wasser. Nach Rückgang des Wassers vom Sonntag zum Montag, dem 09. August 2010, waren sämtliche Gebäude des Klosters bis zu einer Höhe von etwa 2,30 m vom Wasser berührt und vor allem alle waagerechten Flächen mit einer starken Schlammschicht unbestimmbarer Zusammensetzung bedeckt. Der Wasserstand übertraf das bisher höchste in St. Marienthal überlieferte Hochwasser vom 30. Juli 1897.

Zum historischen Gebäudekomplex des Klosters, und ebenfalls vom Hochwasser betroffen, gehört die Propstei, welche im Osten über einen Verbindungstrakt (Propsteigang) mit der Sakristei und Klosterkirche verbunden ist. Die Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal plant nach dieser Flutkatastrophe umfassende Instandsetzungs-, Sanierungs- sowie Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen in den Räumen der Propstei und deren Ausstattung. Dabei handelt es sich um Arbeiten an einem herausragenden Baudenkmal von nationaler Bedeutung. Inhalt des geplanten Projektes ist es, Fußbodensysteme auszuwählen und praktisch vor Ort zu testen. Der Aufbau der Fußböden sollte in der Lage sein, den durch zukünftige hohe Grundwasserstände oder Hochwasserereignisse auftretenden hohen Feuchtebelastungen standzuhalten, ohne danach ausgebaut werden zu müssen. Der zukünftige Ressourcenschutz und eine kostengünstige Ertüchtigung der ausgewählten Fußbodensysteme stehen im Vordergrund dieses Projektes.

Hochwasser in den Flüssen nehmen aufgrund hydrogeologischer Gesetzmäßigkeiten erheblichen Einfluss auf den Grundwasserspiegel. Vor diesem Hintergrund ergeben sich auch zunehmend Probleme für historische Gebäude, die zwar nicht direkt im Überflutungsbereich der Flüsse stehen, wohl aber durch Grundwasserhochstände betroffen sind, die ihrerseits zu Schäden führen können. Die unmittelbare Abhängigkeit beider Wasserkörper ist in der Hydrogeologie Gegenstand der Forschung bzw. Stand des Wissens. Allerdings ist dieser direkte Zusammenhang bei Entscheidungsträgern im Bereich des Kulturgüterschutzes nicht in ausreichendem Maße bekannt. Hier sollen die Ergebnisse des Projektes einerseits bei der Aufklärung unterstützen und andererseits Maßnahmen zur Schadensprävention aufzeigen.

2 **Antragsteller und Projektträger**

Zisterzienserinnenabtei

Klosterstift St. Marienthal

St. Marienthal 1

02899 Ostritz

Ansprechpartner: Äbtissin Sr. M. Elisabeth Vaterodt OCist

3 **Kooperationspartner**

Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen
und Sachsen-Anhalt e.V.

Schlossplatz 1

01067 Dresden

www.idk-denkmal.de

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Löther

Tel.: 0351 / 48435409

ibwv KG

Ingenieurbüro Werner Vaterodt

Industriestraße 1

37355 Deuna

www.ibwv.de

Ansprechpartner: B. Eng. Felix Vaterodt

Tel.: 036076 / 46214

STENZEL & TAUBERT

Büro für Bauforschung Denkmalpflege Restaurierung

Altkaditz 23A

01139 Dresden

www.stenzel-taubert.de

Ansprechpartner: Dipl.-Rest. Sven Taubert (VDR)

Tel.: 0351 / 8385701

4 Einordnung des Gebäudes in den bau- und kunsthistorischen Zusammenhang

„Nördlich der Kirche befindet sich die Propstei, durch eine kleine Mauer von ihr getrennt ...

Die Propstei, als großer, zweigeschossige Baukörper auf L-förmigem Grundriss gebildet im Westen Dreieckgiebel über sechs Achsen, zwei kleine Altane auf Pfeilern seitlich der beiden mittleren Achsen. Im Innern eine sehr schöne, lange Diele mit Balkendecke, an ihrem Ende dreiteiliges Treppenhaus. Im zweiten Geschoss große Halle, an deren Nordwand die großflächigen Gemälde einer Ordensheiligenapotheose sowie des hl. Nepomuk als Almosengeber, beide 18. Jh.“ [1]

Die Erdgeschoßräume der Propstei weisen die Raumstruktur des 18. Jh.s auf, der Zeit- und Stilepoche, in der das im Kern ältere Gebäude nach mehreren vorangegangenen Überformungen und Erweiterungen gestaltet und konstruiert ist. Die Räume sind über einen großzügigen, hallenartigen Flurbereich zu erschließen, in dem sich großflächig die barockzeitlichen Sandsteinplatten erhalten haben. Teilflächen weisen noch einfache Terrakottplatten auf, die in Sand gelegt sind (vgl. Abb. 2). Ein Großteil der Fußböden in den (Wohn-) Räumen selbst waren bereits vor dem Hochwasser 2010 erneuert (Beton, Mineralwolle-Isolation e.t.c.).

5 Gegenstand des Projektes

Ereignisse wie das Hochwasser von 2010 können sich in mehr oder weniger großen Abständen wiederholen. Hochwasserschutzberechnungen sind relativ, wie das Beispiel von Marienthal zeigt, wo es seit 2007 eine von der Talsperrenverwaltung Sachsen modernisierte Hochwasserschutzanlage gibt. Der Umstand, dass Zisterzienserklöster traditionell in die Tiefe von Flusstälern hinein gebaut worden sind, ist ursächlich dafür, dass eine latente Grundfeuchte im Untergrund messbar ist, die mit dem naturgemäß relativ hohen Grundwasserspiegel zusammenhängt.

Durch das Hochwasserereignis im August 2010 kam es zu einer starken Durchfeuchtung der betroffenen Gebäudeabschnitte in der Propstei mit ihren zahlreichen Räumen im Erdgeschoss (Abb. 1). Im Zuge anstehender Sanierungsmaßnahmen sollten demnach bauliche Konstruktionen und Systeme gefunden werden und zur Anwendung kommen, die sowohl mit dem erhöhten Feuchteangebot im Boden funktionieren als auch eine sich eventuell wiederholende Flutung durch Hochwasser tolerieren und nach einer solchen ohne Materialaustausch in situ belassen und getrocknet werden können.



Abb. 1 Kloster St. Marienthal, Propstei, Blick in einen hochwassergeschädigten Flurbereich

6 Umweltrelevanz

Im Projekt erfolgte eine Auswahl verschiedener Fußbodensysteme. Der Einsatz dieser angepassten Fußbodenaufbauten, die einer erhöhten Feuchtebelastung aus dem Untergrund oder einem Hochwasserereignis standhalten, ohne ihre bauliche Funktion zu verlieren, war ein maßgebliches Auswahlkriterium. Eine selbstständige Trocknung dieser Fußbodensysteme, teilweise unterstützt durch Fußbodenheizungen oder Wandsockeltemperierungen, sollte angestrebt werden.

Der Hauptpunkt für die Umweltrelevanz liegt in der nachhaltigen Nutzung der neuen Fußbodensysteme, die nach einer Durchfeuchtung nicht ausgebaut und erneuert werden müssen.

Das Kloster St. Marienthal und sein umfangreicher Gebäudebestand sind durch die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels im Bestand gefährdet. Die Folgen der zunehmenden Starkregen- und Hochwasserereignisse müssen durch Anpassungen der baulich-konstruktiven Situation des Gebäudebestandes gemildert werden.

7 Ziel des Vorhabens

Das Hauptziel dieses Projektes liegt in der Findung und Anpassung eines Fußbodenaufbaus, der mit den Belastungen und daraus resultierenden Schäden aus steigenden Grundwasserständen und Hochwasserereignissen so bestehen kann, dass Schäden durch eine dauerhafte bzw. langfristige Durchfeuchtung von Fußböden und Wandsockelbereichen unterbunden werden. Feuchteschäden mit Schadsalzausblühungen und Feuchteflecken an Materialien und Schimmelpilzbildungen sollen größtmöglich verhindert werden.

Die Aufbauten der Fußböden in den jeweils unterschiedlich genutzten Räumen (Nutzungskategorien) sollen entsprechend den jeweiligen Anforderungen gestaltet werden.

Durch die Neuordnung der Wärmeabgabeflächen und durch effiziente Heiztechniken soll der Energieverbrauch in der Propstei reduziert werden, ohne dabei die Nutzung zu beeinträchtigen. Diskutiert werden musste, das Gebäude mit Temperieranlagen auszustatten, welche die Wärme überwiegend als Strahlungswärme abgeben. Geeignet hierfür sind der Fußboden der betreffenden Räume sowie die Wandsockelbereiche. Bei einer gleichmäßigen Wärmeabgabe kann dabei die Raumlufttemperatur abgesenkt werden, sodass sich dies gut auf die Regulierung der relativen Luftfeuchte auswirkt.

Ziel der Temperierung ist vor allem die Reduzierung von Materialfeuchte im kritischen Wandsockelbereich während der „normalen“ Raumnutzung. Bei einer erhöhten Feuchtebelastung durch steigende Grundwasserstände oder nach einem Hochwasserereignis soll die Sockeltemperierung und die Fußbodenheizung, in Kombination mit einer kontrollierten Raumlüftung, schnellstmöglich eine Feuchtereduzierung erreichen, um langfristige Schäden durch die eingebrachte Feuchtigkeit zu unterbinden. Diese schnelle Abtrocknung des Erdgeschossbereiches hat positive Auswirkungen auf das Gesamtgebäude, da die Raumluftfeuchten auch in den oberen Etagen deutlich günstiger bleiben werden. Hier ist es bei früheren Feuchtebelastungen auch zu Schimmelpilzbefall an Wandoberflächen und Kunstgegenständen gekommen.

Bei der Umsetzung der verschiedenen Lösungen waren höchste Ansprüche an den Denkmalschutz zu stellen. Das bedeutet, dass eine Temperieranlage nur dann umsetzbar ist, wenn das Denkmal hierdurch nicht beeinträchtigt wurde. Da die Fußböden stark geschädigt waren und sich ihr Ersatz notwendig machte, wurden Fußbodenheizungen in den Räumen eingesetzt. Sämtliche Leitungswege verlaufen in den Fußbodenbereichen und schonen damit die historische Bausubstanz. Der durch das Hochwasser durchfeuchtete Putzbereich (bis zu einer Höhe von ca. 1,8 m) war bereits abgenommen und wurde durch einen Rein-Kalkputz wiederhergestellt. Dabei wurden in den Sockelbereichen der Außenwände (Höhe ca. 50cm) eine elektrische

Heizmatte eingelegt. Durch die eingebrachte Wärme wird die Kapillarsogwirkung im Mauerwerk unterbrochen und ein Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Boden verhindert.

8 Innovativer Charakter des Projektes

Nicht nur Zisterzienserklösteranlagen sind in teilweise unvorteilhafte Flusstallagen hinein gebaut worden. Für zahlreiche profane Wohngebäude trifft dies ebenso zu. Die differenzierte Herangehensweise hinsichtlich der Planung und Umsetzung der Fußboden-Aufbauten und Heizungs- bzw. Temperierungssysteme soll ermöglichen, dass die raumklimatische und heizungstechnische Situation in den Erdgeschossräumen der Propstei verbessert wird. Die Ergebnisse wurden herausgearbeitet, dokumentiert und sollen Vorbildfunktion für vergleichbare Problemfälle übernehmen.

Im Projektverlauf wurden dabei Grundlagen ermittelt. Dazu zählen die Bestimmung des Ist-Zustandes und sich ändernde Zustände hinsichtlich der Feuchtelast im Baugrund. Der Mauerwerksaufbau wurde untersucht und Möglichkeiten sowie Risiken des Feuchtetransports über das Mauerwerk eruiert und in Beziehung zum jeweiligen Fußbodenaufbau gesetzt. Der Einfluss von Wandtemperierungen (Sockelbereich) sollte dabei ebenfalls berücksichtigt und untersucht werden.

Die Ergebnisse dieses Projektes werden mit Erkenntnissen aus einem weiteren von der DBU geförderten Projekt mit dem Titel „Strategien zur Vermeidung von Schäden an Objekten des kulturellen Erbes im Zusammenhang mit hochwasserabhängigen Grundwasseranstiegen“ verglichen. Dieses bereits laufende Projekt beinhaltet den Versuch einer Evaluierung verschiedener Formen von Vertikalsperren aus dem Bereich der Denkmalpflege für den Zeitraum der vergangenen 15 Jahre [2].

9 Strukturierte Schritte zur Umsetzung der Maßnahmen

Im Folgenden werden stichpunktartig die strukturierten Schritte zur Umsetzung der baulichen Maßnahmen vorgestellt:

9.1 Einteilung der Erdgeschossräume in Nutzungskategorien

Festgelegt wurden folgende Nutzungskategorien für den Erdgeschossbereich der Propstei:

- Kategorie A: Wohnräume,
- Kategorie B: Nebenräume und Sanitärbereiche,
- Kategorie C: Verkehrsflächen,
- ohne Kategorie: ungenutzter Raumbereich/ historischer Fußbodenaufbau;

In Abb. 2 werden die vergebenen Kategorien für den Erdgeschossbereich der Propstei und die eingesetzten Fußbodenaufbauten vorgestellt.

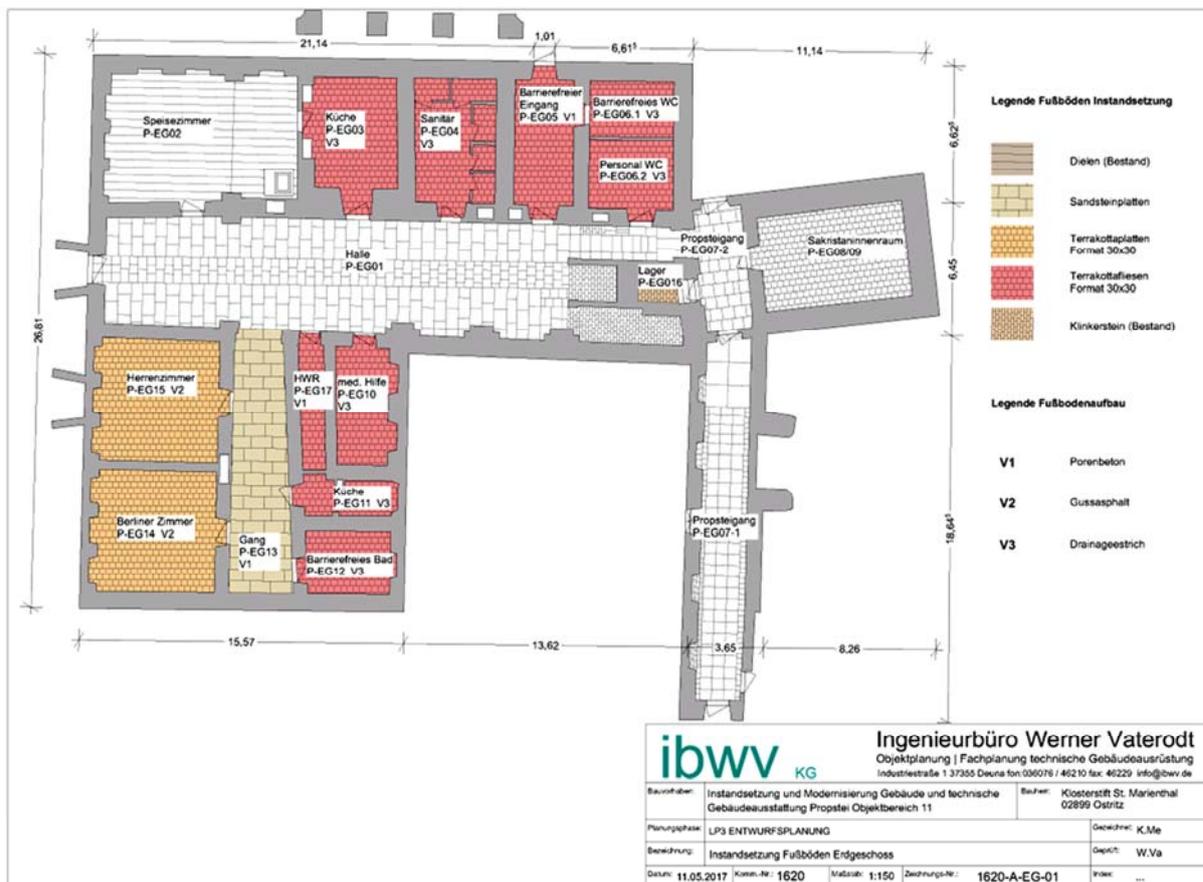


Abb. 2 Grundriss der Propstei mit Darstellung des Erdgeschosses, Eintragungen der Fußbodenaufbauten und Oberflächenmaterialien

Für diese Nutzungskategorien konnten danach verschiedene Fußbodenaufbauten (Materialität, Heizsystem, Oberflächenmaterial) festgelegt und denkmalpflegerisch bewertet werden.

9.2 Variantenvergleich der Fußbodenaufbauten

Der planerische Aufwand ist für alle drei Fußbodenvarianten gleich. Unterschiede gibt es allein in der baulichen Ausführung. Ziel in diesem Projekt war es einen nachhaltigen baulichen Aufbau zu finden, der mit der speziellen Hochwasser- und Grundwassersituation im Bereich der Neiße umgehen kann. Neben der nachhaltigen Materialauswahl waren die Wärmedämmung zum Erdreich hin und ein wasserunempfindlicher Aufbau ein wesentliches Auswahlkriterium. Aus diesem Grund schied EPS-Dämmung aus und es kam im Porenbeton die geschlossenzellige XPS-Dämmung zum Einsatz. Der Einbau von Leichtbeton und Estrich erfolgte mittels Pumpentechnik.

Um die Diffusionsoffenheit durch alle Schichten hindurch bei der Drainageestrich-Variante zu erhalten, wurde die Dämmebene durch eine gebundene Blähglasgranulatschicht in 20 cm Stär-

ke hergestellt. Darauf wird die Fußbodenheizung aufgebracht und in den Drainageestrich eingebettet. Sowohl Estrich-, als auch Blähglasschicht sind mit VOC-freiem Kunstharz gebunden, d.h. absolut wasserunempfindlich und für den Inneneinbau geeignet, da es keine löslichen organischen Substanzen enthält. Die Komponenten für den Aufbau sind auch durch jeden Fachbetrieb einzubauen.

Lediglich für den Einbau des Gussasphalt-Estrichs ist eine Spezialfirma notwendig, da der Gussasphalt mit einer Temperatur zwischen 200°C - 230°C eingebracht werden muss. Durch diese hohen Temperaturen sind auch sämtliche Systemkomponenten darauf abzustimmen. So muss hitzebeständige Dämmung eingesetzt werden. In der Propstei wurden Schaumglasplatten als Dämmung verwendet. Für die Fußbodenheizung wurden anstatt Kunststoffrohrleitungen - Kupferrohrleitungen verwendet. Der Vorteil des Gussasphalts liegt in einer geringeren Wärmeleitfähigkeit als Zementestrich. Damit ist er fußwarm und bietet als Heizestrich eine gleichmäßige Wärmeverteilung an der Oberfläche. Ein weiterer Vorteil liegt im schnellen Baufortschritt, da der wasserfreie Estrich in zwei bis drei Stunden getrocknet ist. Die eigentliche Nutzschicht kann bei allen Varianten je nach Bedarf gewählt werden.

9.3 Erarbeitung von unterschiedlichen Varianten für Fußbodenaufbauten

Folgende Varianten für einen angepassten Fußbodenaufbau in der Propstei wurden ausgewählt:

Variante 1:

Porenbeton

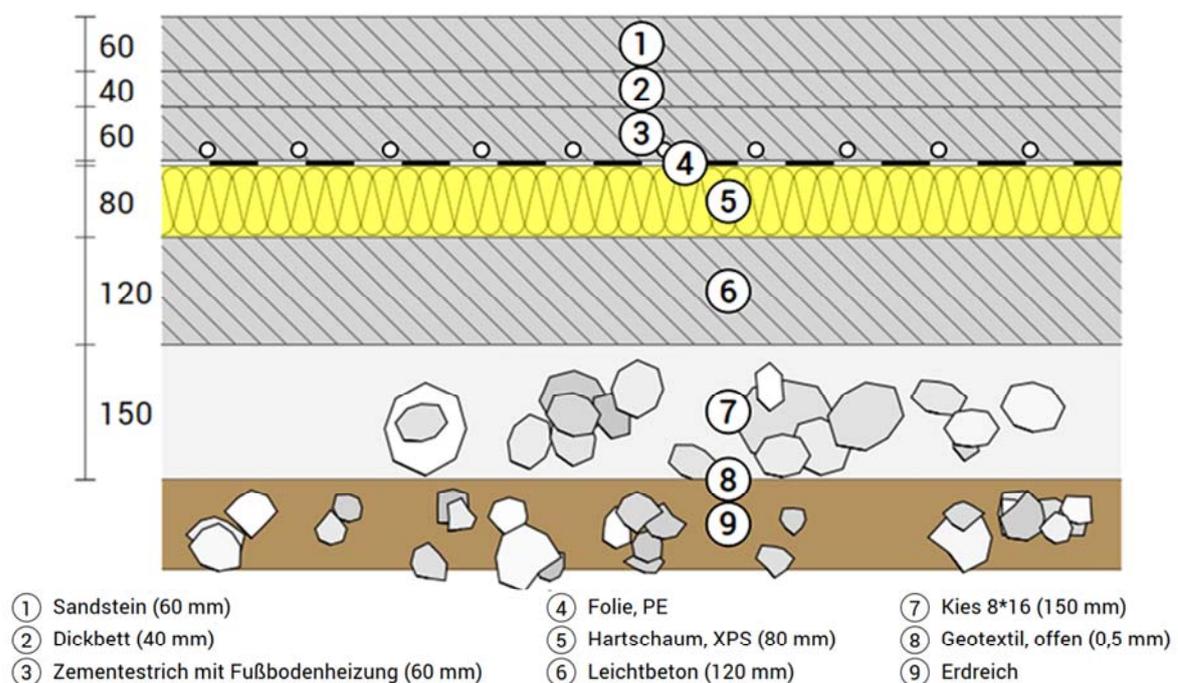


Abb. 3 Variante V01-Porenbeton

Zum Einsatz kam der Liapor-Thermobeton als zementgebundene Ausgleichschüttung des Herstellers Liapor mit einer Körnung 4/8. Die Verarbeitung erfolgte gemäß den Herstellervorschriften. (Datenblatt im Anhang des Berichtes).

Variante 2: Gussasphalt

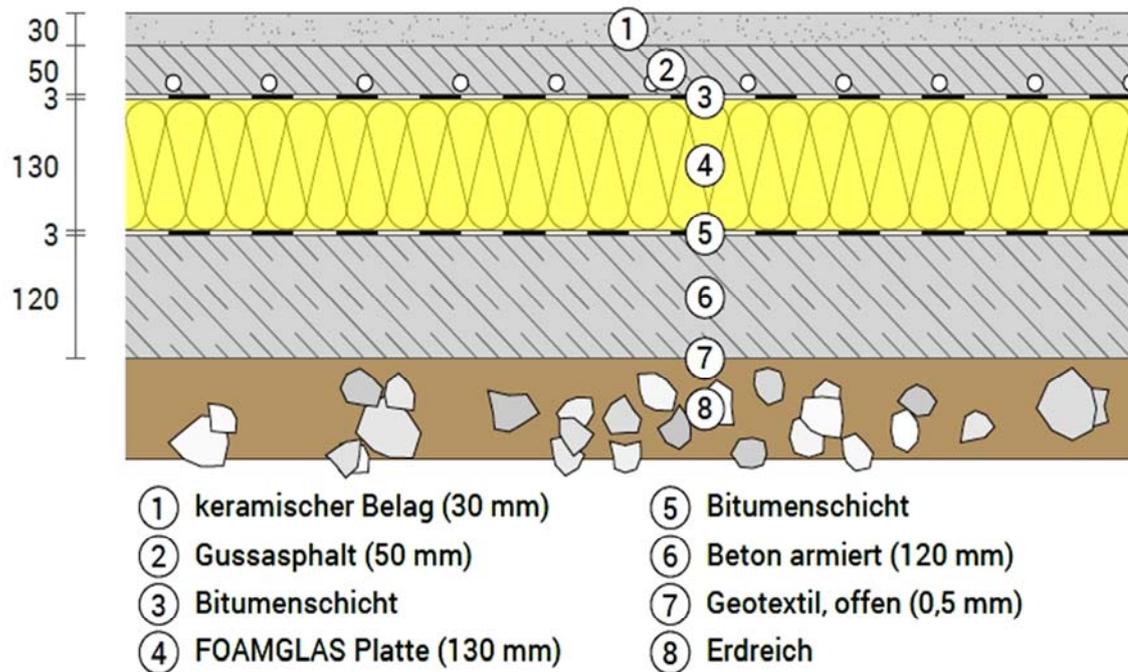


Abb. 4 Variante V02-Gussasphalt-Estrich

Zum Einsatz kam Schaumglasdämmung des Herstellers FOAMGLAS. Die Verarbeitung erfolgte gemäß den Herstellervorschriften. (Datenblatt im Anhang des Berichtes).

Variante 3: Drainageestrich

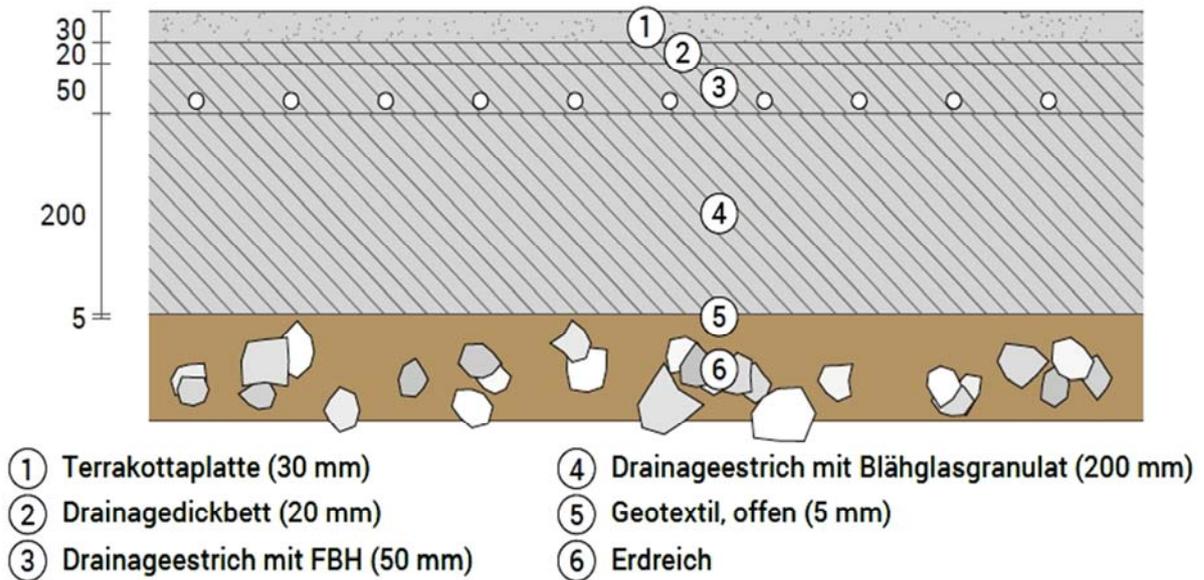


Abb. 5 Variante V03-Drainage-Estrich

Zum Einsatz kam ein Blähglasgranulat mit Quarzsand und Kunstharz-Bindemittel des Herstellers eskaDrain. Die Verarbeitung erfolgte gemäß den Herstellervorschriften.

9.4 Zuweisung von Temperier-/ und Heizsystem

Zu den jeweiligen Fußbodenaufbauten in den verschiedenen Raumnutzungskategorien wurden auch angepasste Lösungen für die Raumheizung gefunden. Vor allem konnten Fußbodenheizungen baulich eingesetzt werden. An den Außenwänden erfolgte der Einsatz einer elektrischen Wandsockeltemperierung. Diese Form der Temperierung konnte gewählt werden, weil das Kloster durch eine eigene Wasserkraftanlage Strom für die präventive Maßnahme herstellen kann. Teurer Strom muss daher nicht zugekauft werden. Auch haben bereits verbaute Sockeltemperierungen im Klosterareal ihren Nutzen bewiesen und aufgezeigt, dass dadurch eine Trocknung bzw. Trockenhaltung von Wandsockelbereichen erfolgreich erreicht werden kann.

10 Zielsetzung des Vorhabens und erfolgte Maßnahmen

Zur Erreichung dieser Ziele sind folgende baulichen Maßnahmen in den einzelnen Raumbereichen durchgeführt worden:

10.1 P-EG 10: baulicher Ablauf mit Drainage-Estrich / Bilddokumentation

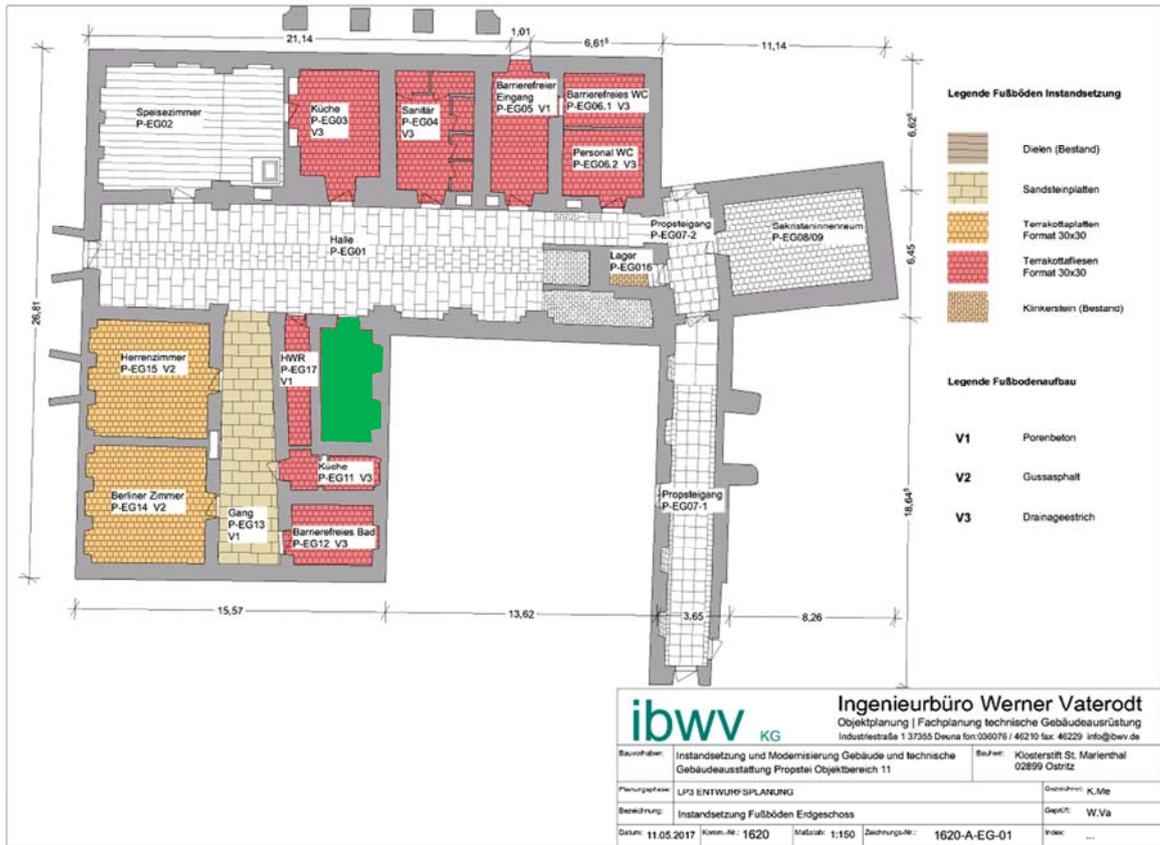


Abb. 6 Grundriss Propstei mit Markierung des Raumes P-EG 10 / Drainage-Estrich



Abb. 7 Vorgefundener Bestand



Abb. 8 Abbruch der geschädigten Bestandsfußböden



Abb. 9 Einbau der Sensoren unterhalb des Fußbodenaufbaus (im Bild an markierter Stelle)



Abb. 10 Einbau des Rohfußbodens zur anschließenden Installation von Leitungen



Abb. 11 Installation der Fußbodenheizung



Abb. 12 Fertiggestellter Drainage-Estrich



Abb. 13 Fertiggestellter Bodenbelag

10.2 P-EG 13 - Korridor: baulicher Ablauf mit Porenbeton und Zement-Estrich

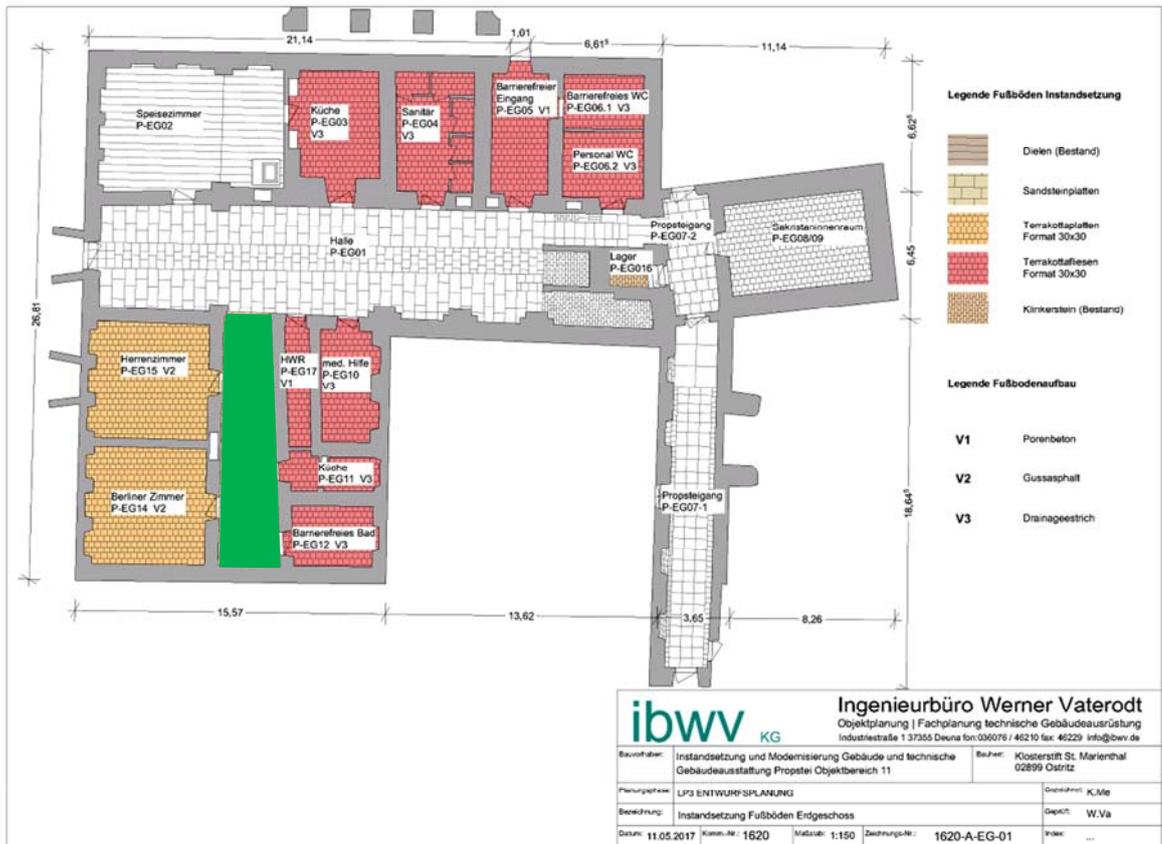


Abb. 14 Grundriss Propstei mit Markierung des Raumes P-EG 13 / Porenbeton und Zement-Estrich



Abb. 15 Vorgefundener Bestand



Abb. 16 Abbruch der geschädigten Bestandsfußböden



Abb. 17 Einbau der Sensoren unterhalb des Fußbodenaufbaus (im Bild an markierter Stelle)



Abb. 18 Einbau des Rohfußbodens aus Porenbeton zur anschließenden Installation von Leitungen



Abb. 19 Installation der Fußbodenheizung



Abb. 20 Fertiggestellter Zement-Estrich



Abb. 21 Fertiggestellter Bodenbelag

10.3 P-EG 15 - Herrenzimmer: baulicher Ablauf mit Gussasphalt-Estrich

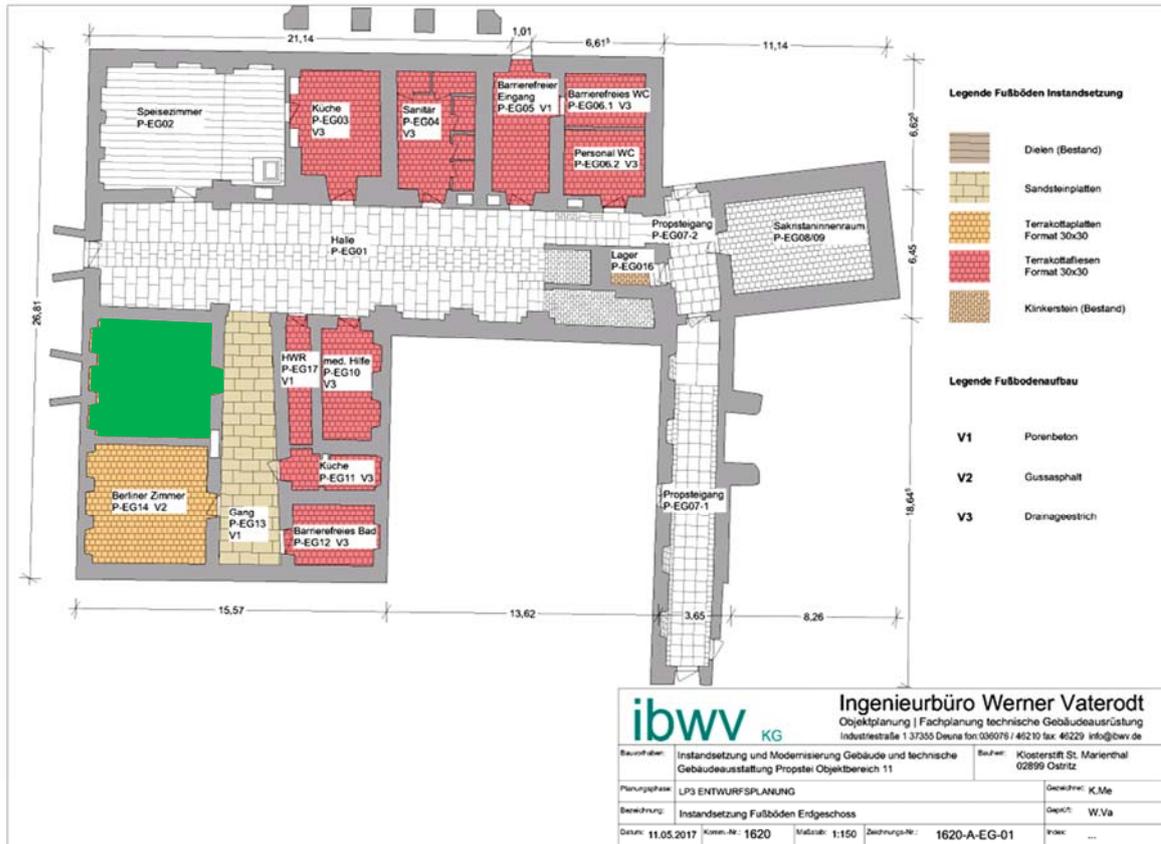


Abb. 22 Grundriss Propstei mit Markierung des Raumes P-EG 15 / Gussasphalt-Estrich



Abb. 23 Vorgefundener Bestand



Abb. 24 Abbruch der geschädigten Bestandsfußböden



Abb. 25 Einbau der Sensoren unterhalb des Fußbodenaufbaus (im Bild an markierter Stelle)



Abb. 26 Einbau des Rohfußbodens zur anschließenden Installation von Leitungen



Abb. 27 Eingebaute und verklebte FOAMglas-Platten



Abb. 28 Eingebauter Sensor im Fußbodenaufbau



Abb. 29 Installation der Fußbodenheizung



Abb. 30 Fertiggestellter Estrich



Abb. 31 Fertiggestellter Bodenbelag

10.4 geologische Untersuchungen / Erkundung Schichtenaufbau

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der geologischen Untersuchungen der Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH auszugsweise vorgestellt. Die beiden im Untersuchungszeitraum erstellten Untersuchungsberichte befinden sich in der Anlage dieses Abschlussberichtes.

Lage und Topographie

Das Kloster St. Marienthal liegt am linken Ufer der Neiße im Ortsteil Marienthal der Stadt Ostritz. Das Propsteigebäude befindet sich im östlichen Bereich der Klosteranlage. Die minimale Entfernung zwischen Propsteigebäude und Lausitzer Neiße beträgt ca. 90 m. Die absoluten Höhen liegen im Außenbereich des Propsteigebäudes zwischen ca. 208,60 m NHN und 210,00 m NHN.

Geologie und Hydrogeologie

Gemäß dem geologischen Kartenwerk (/U 2/ bis /U 5/) liegt das Untersuchungsgebiet innerhalb der Aue der Lausitzer Neiße. Es stehen holozäne Bildungen an, die in der Regel aus fluviatilen Ablagerungen bestehen. Diese gliedern sich in Auelehm (Schluff bzw. Ton, feinsandig) sowie Flussschotter und -sande (Übergang Weichselkaltzeit – Holozän). In der GK 25 /U 3/ ist der Auelehm als Tallehm (weichselkaltzeitliche Ablagerungen des Pleistozäns) ausgewiesen. Der Tallehm wird als umgelagerter Löss- und Gehängelehm charakterisiert. Die Mächtigkeit wird mit 0,50 m bis 1,50 m angegeben.

Die Basis der quartären Schichten bilden das Festgestein (Biotitgranit). Der Biotitgranit steht westlich des Untersuchungsabschnittes im Bereich einer Prallhanglage der Lausitzer Neiße oberflächennah an. Aussagen zur Höhenlage des Biotitgranits am Standort des Klosters waren dem Kartenmaterial nicht zu entnehmen.

Der Aue- bzw. Tallehm ist hydrogeologisch als Deckstauer einzustufen. Die quartären Sande und Kiese im Liegenden des Aue- bzw. Tallehms fungieren als quartärer Grundwasserleiter (GWL 1 - S2n-Ho). Die Mächtigkeit des quartären GWL 1 wird in der HK 50 /U 4/ mit > 2 m bis 5 m angegeben. Die Durchlässigkeit ist mit $> 1 \cdot 10^{-3}$ m/s verzeichnet. Der Biotitgranit bildet den liegenden Grundwasserstauer.

Die Grundwasserverhältnisse am Standort werden im Wesentlichen durch die Lausitzer Neiße als Hauptvorfluter bestimmt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach N bzw. NO, lokal jedoch zur Neiße, gerichtet.

Untersuchungsergebnisse

Im Folgenden werden die wesentlichen Untersuchungsergebnisse vorgestellt. Alle Informationen sind in den beiden Untersuchungsberichten im Anhang dieses Berichtes enthalten.

Baugrundverhältnisse Gebäudebereich Propstei

Direkt unter dem Fußboden folgen aufgefüllte grob- bis gemischtkörnige Böden der Schicht S 1.2 mit einer Mächtigkeit zwischen 0,30 m und 0,80 m. Darunter stehen aufgefüllten bindigen Böden der Schicht S 1.1, die eine Mächtigkeit zwischen 0,60 m und 1,30 m erreichen, an. In der RKS 3 wird die Schicht S 1.1 von Böden der Schicht S 1.2 mit einer Mächtigkeit von 0,70 m unterlagert. Die Gesamtmächtigkeit der Auffüllung liegt zwischen 1,20 m und 1,70 m. Häufig finden sich in den aufgefüllten Böden Ziegel- und Magerbetonreste. Vor allem innerhalb der Schicht S 1.2 treten diese mineralischen Fremdbestandteile mit Anteilen von > 10% in Erscheinung. Mit der RKS 3 wurden innerhalb der Schicht S 1.2 Schlackereste erbohrt. Die bindigen Böden der Schicht S 1.1 weisen größtenteils eine steife Konsistenz auf. Eine Ausnahme bildet der Aufschluss RKS 4. Hier sind die Böden der Schicht S 1.1 zwischen 0,85 m und 1,50 m unter GOK mit einer weichen bis breiigen Konsistenz erkundet worden.

Im Liegenden der aufgefüllten Böden folgt der Aue- bzw. Tallehme (Schicht S 2.1). Die Mächtigkeit dieser bindigen Schicht liegt zwischen 1,50 m in RKS 1 und 2,20 m in RKS 4. Bezogen auf die Oberkante des Fußbodens im Propsteigebäude verläuft die Unterkante der Schicht S 2.1 zwischen ca. 3,35 m in RKS 1 und 3,80 m in RKS 3.

Unter den Aue- bzw. Tallehmen folgen fluviatile Kiese (Schicht S 3.2 und S 4.2). Die Basis dieser fluviatilen Kiese ist mit den Erkundungstiefen von 4 m unter GOK nicht erreicht worden.

Außenbereich Propstei

In den angrenzenden Außenbereichen des Propsteigebäudes wurden 2 Rammkernsondierungen ausgeführt.

In der RKS 5 (Wiese Bleichgarten, südöstlich des Propsteigebäudes) und RKS 6 (Wiese Propsteigarten, nördlich des Propsteigebäudes) ist ein in Bezug auf das Propsteigebäude vergleichbarer Schichtenaufbau erkundet worden. Unter den aufgefüllten Böden der Schichten S 1.1 und S 1.2 (nur in RKS 5 mit 0,9 m Mächtigkeit erbohrt) folgt der Aue- bzw. Tallehm (Schicht 2.1) sowie die Sande und Kiese (S 3.2 bzw. S4.2) der Neißeschotter. In der RKS 5 wurde innerhalb des Tallehms ein grobkörniges Zwischenmittel (S 3.2) mit einer Mächtigkeit von 0,3 m nachgewiesen. In der RKS 6 wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen. Die Gesamtmächtigkeit der bindigen Böden (S1.1 und S 2.1/2.2) beträgt zwischen 2,6 und 3,25 m, wenn man das grobkörnige Zwischenmittel nicht berücksichtigt.

Grundwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten wurde das Grundwasser nur in der RKS 6 (Wiese Propsteigarten) in einer Tiefe von 3,40 m unter GOK (= ca. 205,25 m NHN) angetroffen. Die Grundwasserführung erfolgt in den Kiesen der Schichten S 3.2 und S 4.2. Da die Grundwasserstände stark vom nahen Vorfluter der Lausitzer Neiße beeinflusst werden, wurde der Wasserstand der Neiße am 06.12.2017, gemessen mit Lichtlot in Bezug auf die Böschungsoberkante, mit erfasst. Der Wasserstand lag bei 4,30 m unter Böschungsoberkante bzw. einer absoluten Höhe von ca. 205,04 m NHN. Eine Recherche der Wasserstände des Pegels Zittau ergab zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten einen leicht erhöhten Mittelwasserstand der Neiße (Pegelstand 1,07 m am 06.12.2017 – 12:00 Uhr, MW = 0,80 m, MHW = 2,62 m).

Ausgehend von den Wasserständen der Neiße ist damit zu rechnen, dass die am 06.12.2017 und am 30.10.2019 in der RKS 6, RKS 7 und RKS 8 gemessenen Grundwasserstände einen mittleren Grundwasserstand repräsentiert.

Zusammenfassung

Aus den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann abgeleitet werden, dass der ursprüngliche Schichtenaufbau im Bereich des Schnittes A in Folge der Bautätigkeit oberflächennah anthropogen verändert wurde. Der Deckstauer (Auelehm) wurde teilweise anthropogen überprägt bzw. durch nicht bindige Auffüllung ersetzt. Prinzipiell ist jedoch eine ausreichend mächtige Schicht natürlichen Auelehms erhalten geblieben, die den Gebäudekomplex vor aufsteigendem Grundwasser bei einem Hochwasser in der Neiße schützt.

Im Bereich des Schnittes B scheinen die natürlichen Lagerungsverhältnisse der Bodenschichten erhalten geblieben zu sein. Auch hier ist, trotz des Auftretens einer Wechsellagerung von Grundwasserstauer und Grundwasserleiter, eine ausreichend mächtige Auelehmschicht vorhanden, die das Areal vor aufsteigendem Grundwasser schützt.

Eine Überflutung des Gebietes mit Oberflächenwasser wird durch die ausgeführten Hochwasserschutzmaßnahmen wirksam verhindert.

Eine Aussage zur flächenhaften Verbreitung der Grundwasser stauenden und Grundwasser führenden Schichten in den Außenbereichen wäre für die Planung eines diesbezüglichen Schutzes gegenüber Schichtenwasserzutritten zum Gebäudekomplex dienlich, ist jedoch mit den ausgeführten punktuellen Aufschlüssen nicht möglich. Insbesondere ist auch nicht sicher, ob die bindigen Böden nicht teilweise fehlen oder durch Baumaßnahmen durchbrochen wurden und somit keine Schutzwirkung gegenüber einem Hochwasser in der Neiße bei einem Wasserzufluss über den Grundwasserleiter gegeben ist.

10.5 raumklimatische Untersuchung im Fußboden und Wandbereich

Messaufbau

Um die Einflüsse von aufsteigender Feuchtigkeit oder einer „normalen“ Feuchtebelastung durch die Nähe zur Neiße an den verschiedenen Fußbodenaufbauten erfassen und bewerten zu können, erfolgte der Einbau von Klima- und Feuchtesensoren in verschiedenen Einbautiefen unter den drei Fußbodenvarianten und an zwei Wandabschnitten. Bei den Wänden wurden eine Innen- und eine Außenwand messtechnisch erfasst. In den Abbildungen Abb. 32, Abb. 33 und Abb. 34 werden die Installationspunkte in der Propstei grafisch vorgestellt.

Als Messzeitraum konnte der Zeitraum vom 05.12.2018 bis zum 05.02.2020 erfasst werden. Der Messtakt lag über die gesamte Untersuchungszeit bei fünf Minuten. Als Sensoren kamen Klimafühler vom Typ DKRF 400 (Abb. 35, Abb. 36) der Firma Driesen+Kern GmbH für die Erfassung der relativen Luftfeuchte und Lufttemperatur in den Wänden und oberen beiden Fußbodenschichten zum Einsatz. In den beiden tieferen Fußbodenschichten wurden Temperatur- und Materialfeuchtesensoren Trime Pico 64 (Abb. 37) der Firma IMKO Micromodultechnik GmbH verbaut.

Diese installierten Klimamessungen in den Fußböden und Wänden werden auch nach dem Projekt weitergeführt und regelmäßig bewertet. Somit können diese Messungen zu einer langfristigen Bewertung dieser Fußbodenvarianten beitragen und sie stehen für weitere Untersuchungen zur Verfügung.

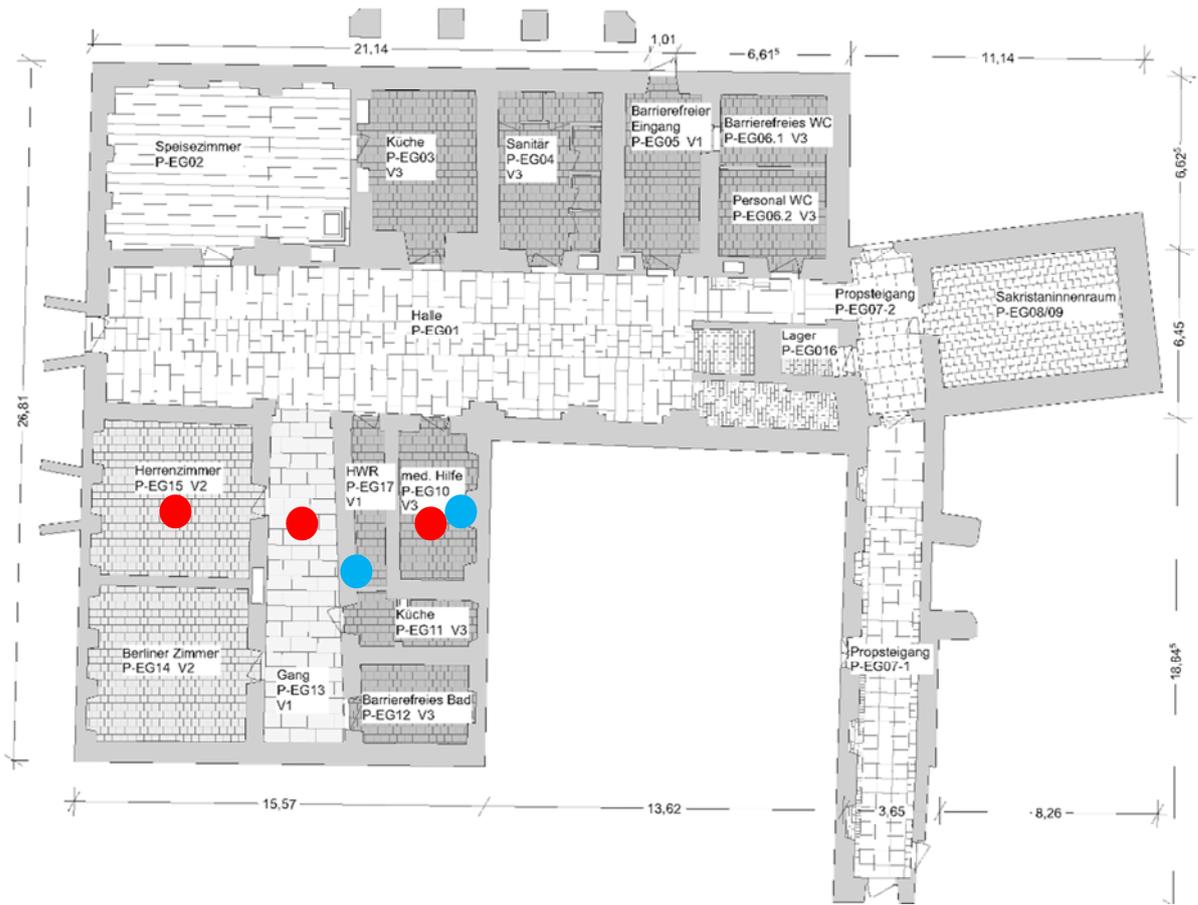


Abb. 32 Grundriss der Propstei mit den Messpunkten für die Klimaentwicklung im Fußboden (rote Punkte) und Wandbereichen (blaue Punkte)

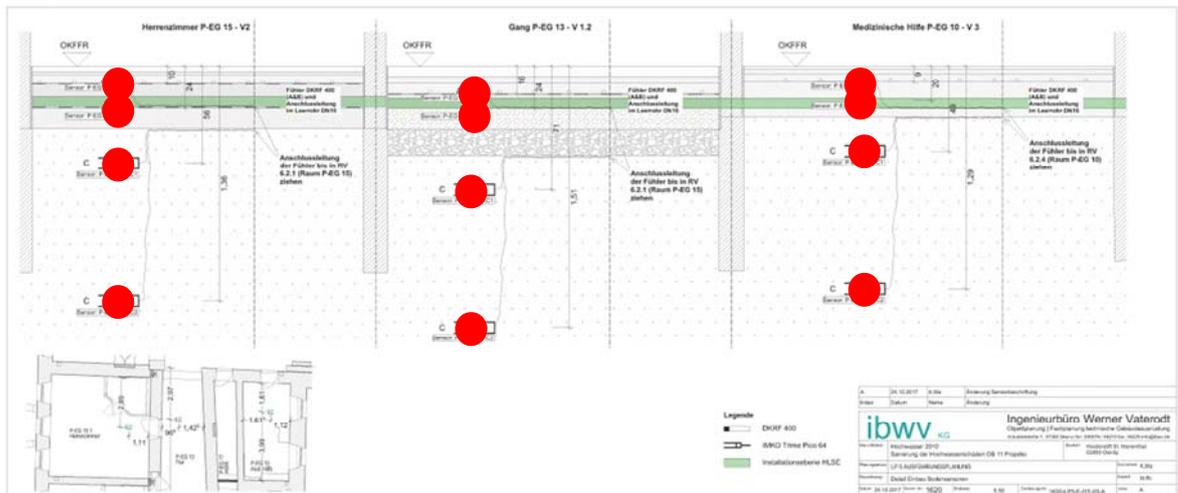


Abb. 33 Schnitt durch den Messbereich der Propstei mit Markierung der Klimamesspunkte im Fußboden

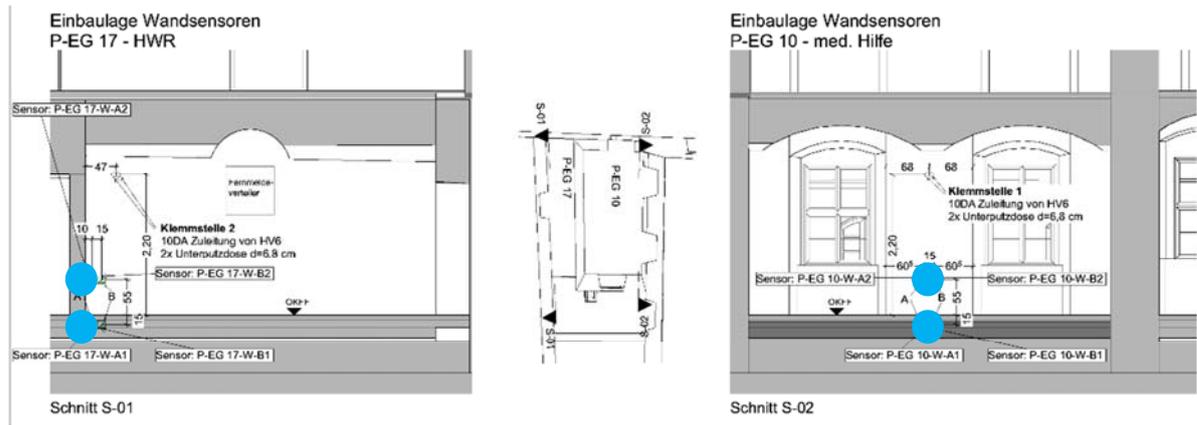


Abb. 34 Schnitt durch die Räume mit den Wandmesspunkten in Propstei



Abb. 35 Klimasensor der Firma Driesen+Kern GmbH im eingebauten Zustand im Fußboden



Abb. 36 Klimasensor der Firma Driesen+Kern GmbH im eingebauten Zustand in der Wand. Die Kreise markieren die vier Messpunkte



Abb. 37 Materialfeuchtefühler Trime Pico 64 () der Firma IMKO Micromodultechnik GmbH (Abbildung: www.imko.de)

Ergebnisse der Klima- und Materialfeuchtemessungen im Fußbodenaufbau

Im folgenden Abschnitt werden für die drei Fußbodenvarianten die Messergebnisse erläutert, in Diagrammform vorgestellt und auf Besonderheiten hingewiesen. Die Zuordnung zu den Kurven befindet sich im oberen Diagrammbereich.

P-EG 10: Drainage-Estrich

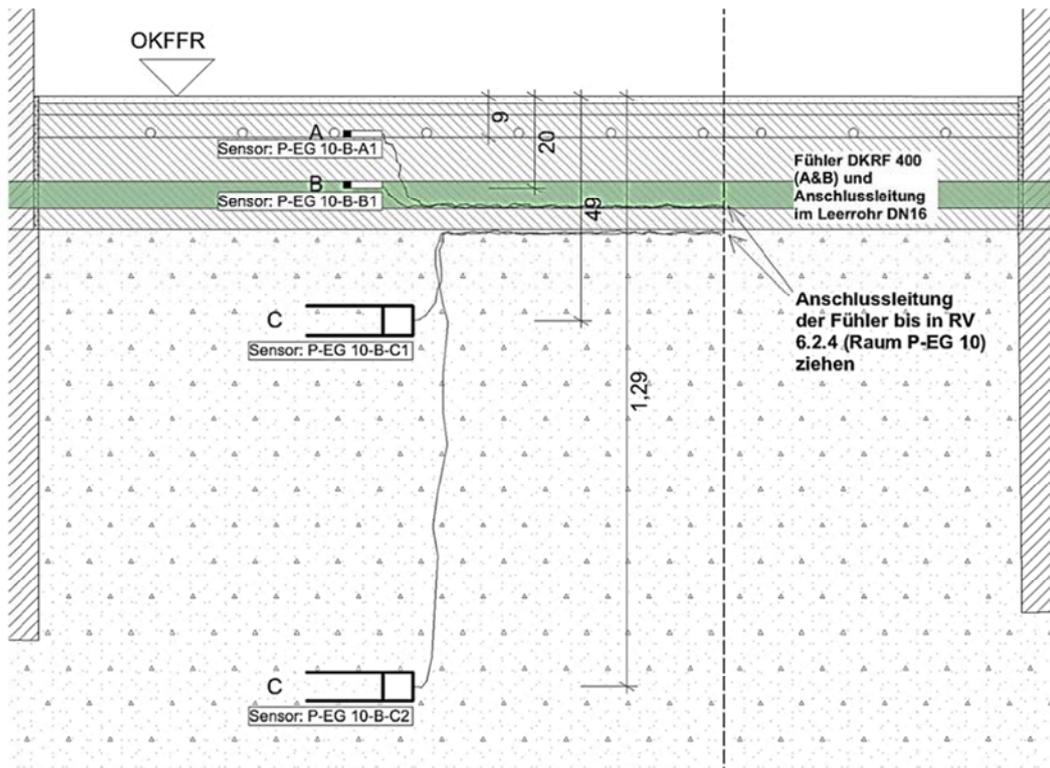


Abb. 38 Schnitt durch den Fußbodenaufbau Drainage-Estrich mit den verorteten Klimamesspunkten

Messergebnisse

Im oberen Bereich des Fußbodenaufbaus sind die Beeinflussungen aus der Fußbodenheizung in der Heizperiode deutlich in den Diagrammen (Abb. 39, Abb. 40) zu erkennen. Bei einem Betrieb der Heizung kommt es am Messpunkt -9 cm zu einer Temperaturerhöhung und somit zu einer Reduzierung der relativen Luftfeuchte (rote Kurven). Diese Feuchtereduzierung aus dem Fußboden wird jedoch bestimmt eine Zunahme der Raumluftfeuchte bewirken und sollte kontrolliert abgelüftet werden. Bereits am Messpunkt -20 cm (grüne Kurven) sind kaum noch Auswirkungen aus der Fußbodenheizung erkennbar. Der gemittelte Messwert der relativen Luftfeuchte am Messpunkt -20 cm liegt bei ca. 80 % rel.LF und zeigt im Untersuchungszeitraum keine dauerhafte Auffeuchtung. Die Materialfeuchtwerte der Auffüllungen (Messpunkte: -49 cm und -129 cm) liegen in einem normalen Bereich für solche Bodenschichten.

- Eine Auffeuchtung oder starke Feuchteschwankungen sind im Aufbau des Fußbodens mit Drainage-Estrich und Fußbodenheizung nicht erkennbar.

13.03.2020 12:58:18 Seite 1/1

D:\Aktuelle Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Klimadaten\Bearbeitet\Klima_PEG	K:2 %	Min:	Max:	Mit:
St. Marienthal, Propstei, Drainageestrich / Zeitraum: 05.12.2018 - 05.02.2020	K:4 %	62.40	90.20	81.28
rot - rel.LF Fußbodenschicht Drainageestrich (-9 cm OKFFR)	K:6 %	31.40	87.50	62.29
grün - rel.LF Fußbodenschicht Drainageestrich (-20 cm OKFFR)	K:8 %	10.00	19.80	15.35
dunkelblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-49 cm OKFFR)		9.80	19.80	15.24
hellblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-129 cm)				

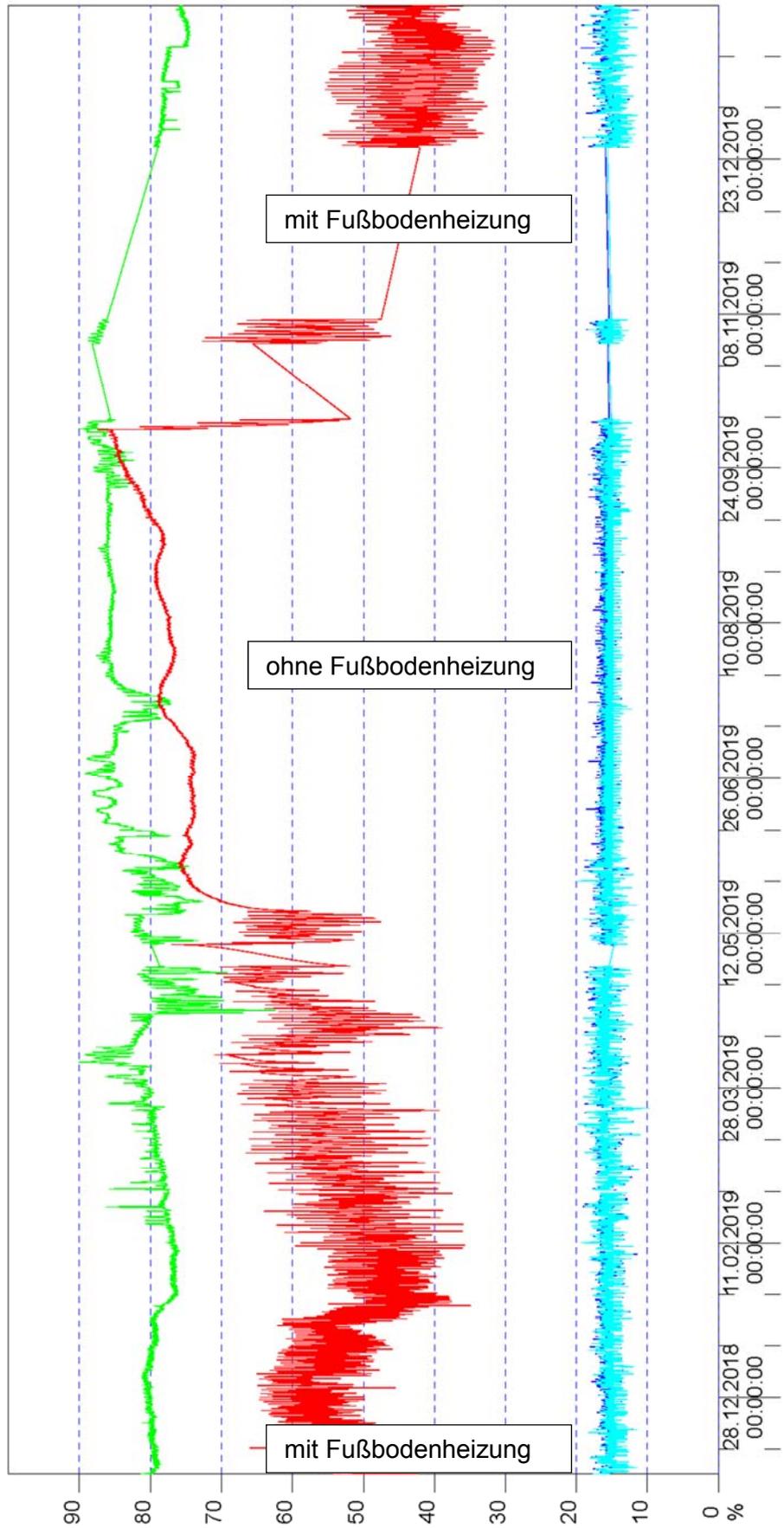


Abb. 39 Klimadaten (rel.LF) im Fußbodenaufbau Drainage-Estrich

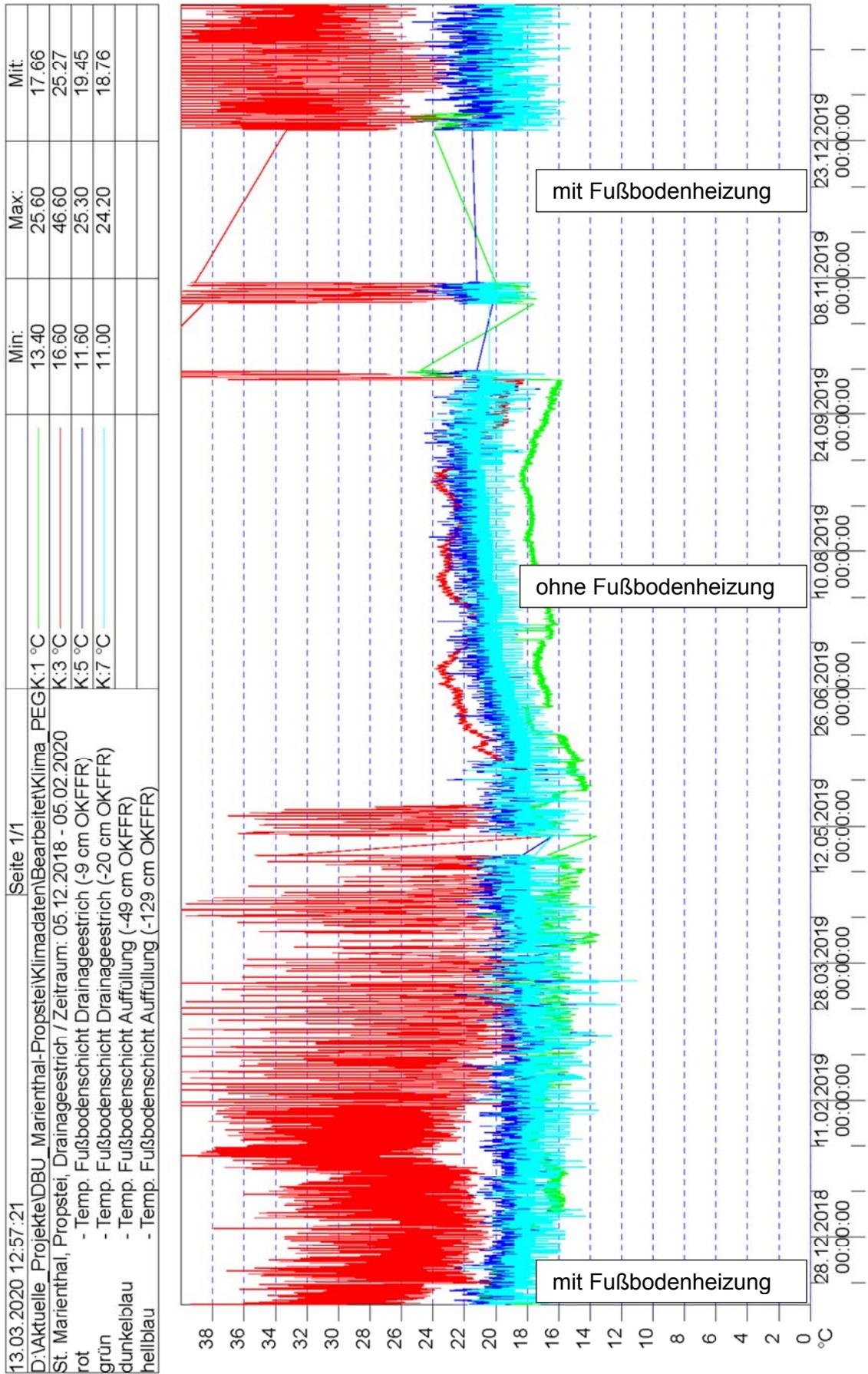


Abb. 40 Klimadaten (Temperatur) im Fußbodenaufbau Drainage-Estrich

P-EG 13: Porenbeton und Zement-Estrich

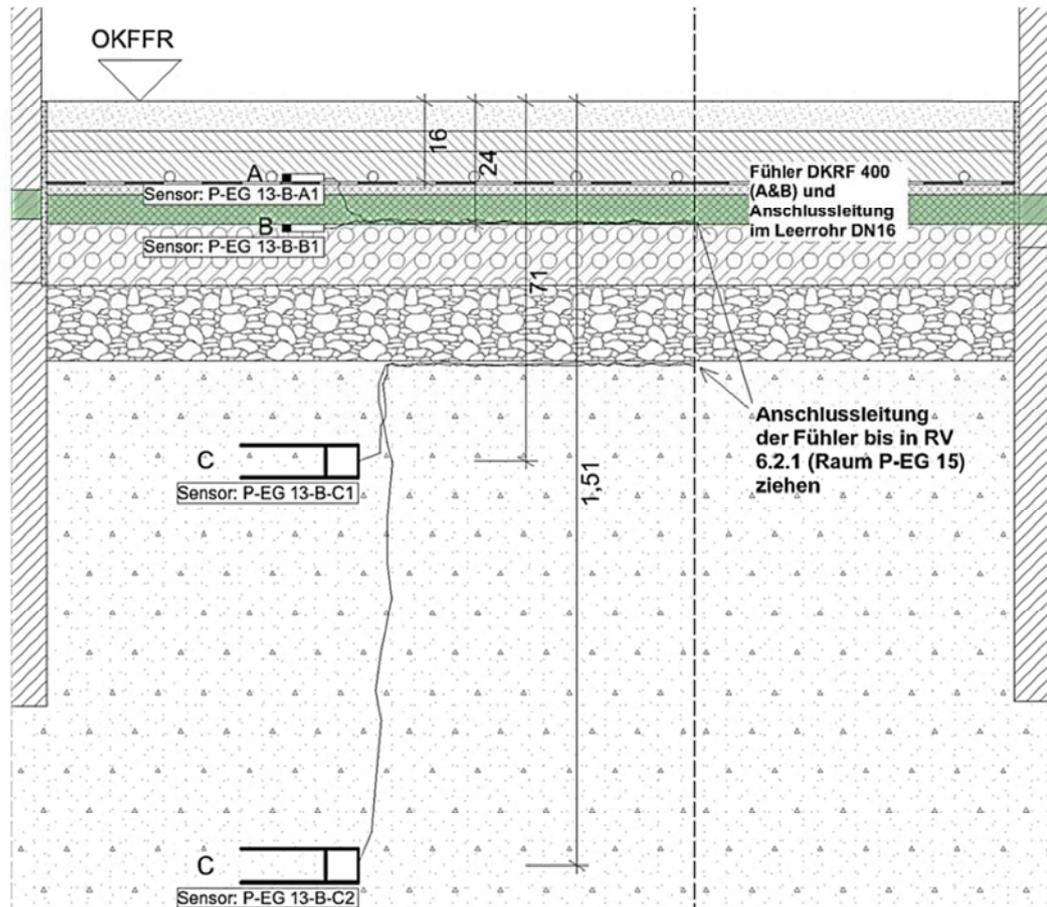


Abb. 41 Schnitt durch den Fußbodenaufbau Porenbeton mit Zement-Estrich mit den verorteten Klimamesspunkten

Messergebnisse

Im oberen Bereich des Fußbodenaufbaus, über der Dämmung, sind die Beeinflussungen aus der Fußbodenheizung nur an zwei kurzen Zeiträumen in den Diagrammen (Abb. 42, Abb. 43) zu erkennen. Bei diesem kurzzeitigen Betrieb der Heizung kommt es am Messpunkt -16 cm zu einer Temperaturanhebung aber auch zu einer leichten Anhebung der relativen Luftfeuchte (rote Kurven). Diese Feuchteerhöhung kann aus gespeicherter Materialfeuchte im Fußboden stammen. Am Messpunkt -20 cm (grüne Kurven), unter der Dämmung) beträgt der gemittelte Messwert der relativen Luftfeuchte ca. 95 % rel.LF und zeigt im Untersuchungszeitraum keine dauerhafte Auffeuchtung. Die Materialfeuchtwerte der Auffüllungen (Messpunkte: -71 cm und -151 cm) liegen in einem normalen Bereich für solche Bodenschichten, wenn auch höhere Messwerte erfasst werden als im Fußboden mit dem Drainage-Estrich.

- Eine Auffeuchtung oder starke Feuchteschwankungen sind im Aufbau des Fußbodens mit Porenbeton mit Zement-Estrich und Fußbodenheizung nicht erkennbar.

13.03.2020 13:07:23		Seite 1/1	
D:\Aktuelle Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Klimadaten\Bearbeitet\Klima_PEG	K:2 %	Min:	Max:
St. Marienthal, Propstei, Porenbeton / Zeitraum: 05.12.2018 - 05.02.2020	K:4 %	85.10	97.90
rot - rel.LF Fußbodenschicht Porenbeton (-16 cm OKFFR)	K:6 %	56.00	75.90
grün - rel.LF Fußbodenschicht Porenbeton (-24 cm OKFFR)	K:8 %	17.10	23.20
dunkelblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-71 cm OKFFR)		15.40	21.00
hellblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-151 cm OKFFR)			
			Mit:
			94.48
			66.01
			19.12
			16.84

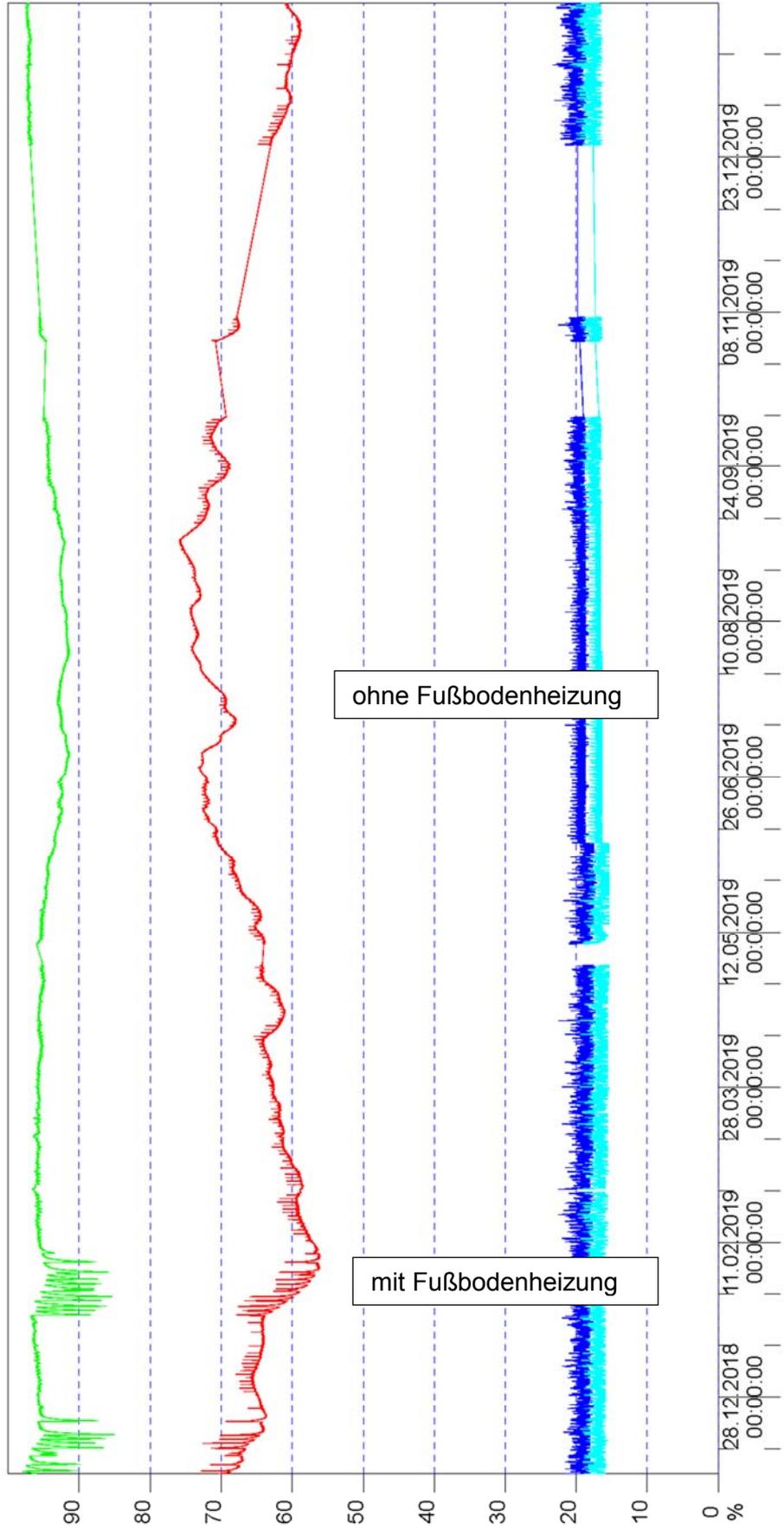


Abb. 42 Klimadaten (rel.LF) im Fußbodenaufbau Porenbeton mit Zement-Estrich

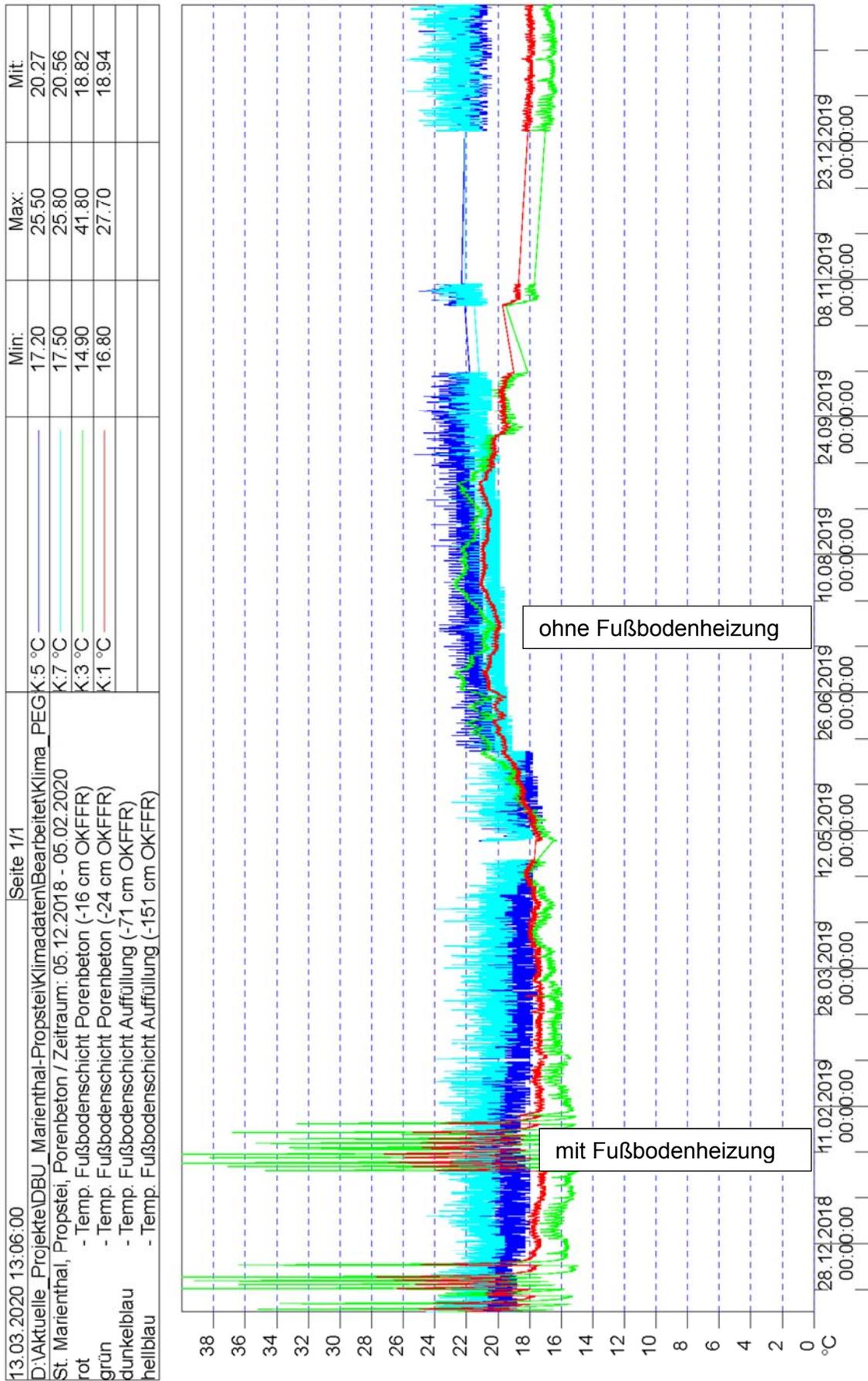


Abb. 43 Klimadaten (Temperatur) im Fußbodenaufbau Porenbeton mit Zement-Estrich

P-EG 15: Gussasphalt-Estrich

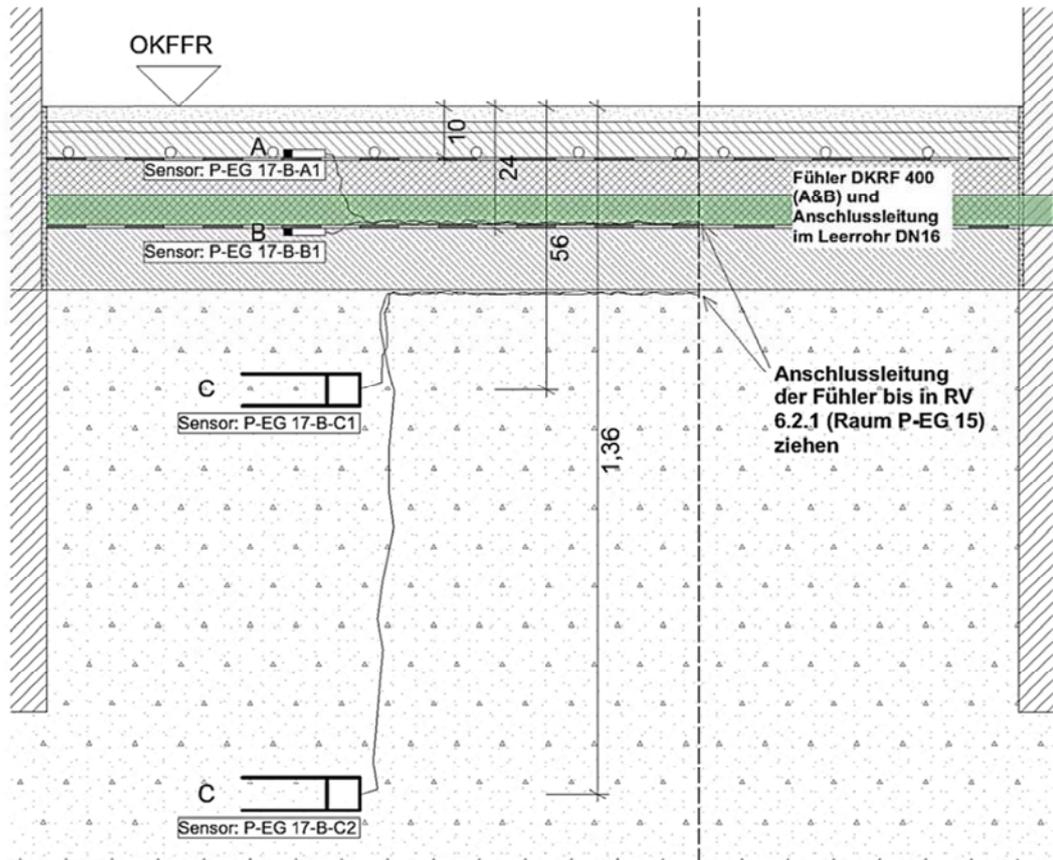


Abb. 44 Schnitt durch den Fußbodenaufbau Gussasphalt-Estrich mit den verorteten Klimamesspunkten

Messergebnisse

Der Bereich im oberen Fußbodenaufbau (-10 cm) konnte wegen einem Sensorausfall nicht erfasst werden. Der Messpunkt -24 cm (grüne Kurve), unter der Dämmung, zeigt einen positiven Zustand bei der relativen Luftfeuchte. (Abb. 45, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). In Zeiten ohne einen Heizbetrieb kommt es zu einer leichten Anhebung der relativen Luftfeuchte unterhalb der Dämmung. Eine Beeinflussung aus der Fußbodenheizung ist in den Diagrammen an allen Messpunkten durch leicht stärkere Feuchteschwankungen bzw. Temperatursprünge erkennbar. Am Messpunkt -20 cm (grüne Kurven), unter der Dämmung, beträgt der gemittelte Messwert der relativen Luftfeuchte ca. 70 % rel.LF und zeigt im Untersuchungszeitraum keine dauerhafte Auffeuchtung. Die Materialfeuchtwerte der Auffüllungen (Messpunkte: -71 cm und -151 cm) liegen in einem normalen Bereich für solche Bodenschichten, wenn auch höhere Messwerte erfasst werden als im Fußboden mit dem Drainage-Estrich.

- Eine Auffeuchtung oder starke Feuchteschwankungen sind im Aufbau des Fußbodens mit Gussasphalt-Estrich und Fußbodenheizung nicht erkennbar.

13.03.2020 13:21:19	Seite 1/1								
D:\Aktuelle Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Klimadaten\Bearbeitet\Klima_PEG	K:6 %		Min:	Max:	Mit:				
St. Marienthal, Propstei, Gussasphalt / Zeitraum: 05.12.2018 - 05.02.2020	K:8 %		12.70	25.60	15.13				
rot - Sensor defekt Fußbodenschicht Gussasphalt (-10 cm OKFFR)	K:2 %		17.10	29.50	19.19				
grün - rel.LF Fußbodenschicht Gussasphalt (-24 cm OKFFR)			63.30	73.90	69.35				
dunkelblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-56 cm OKFFR)									
hellblau - Materialfeuchte Fußbodenschicht Auffüllung (-136 cm OKFFR)									

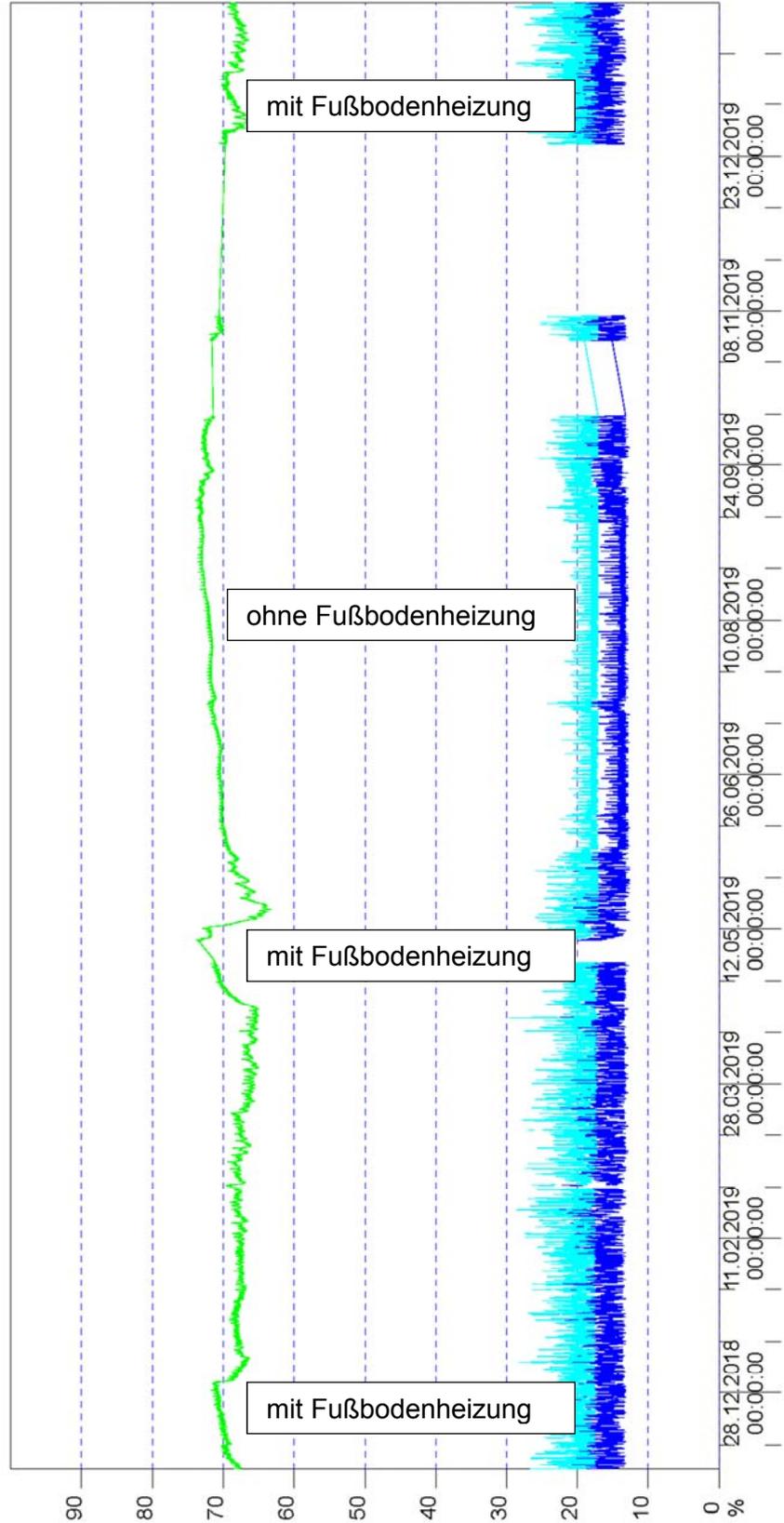


Abb. 45 Klimadaten (rel.LF) im Fußbodenaufbau Gussasphalt-Estrich

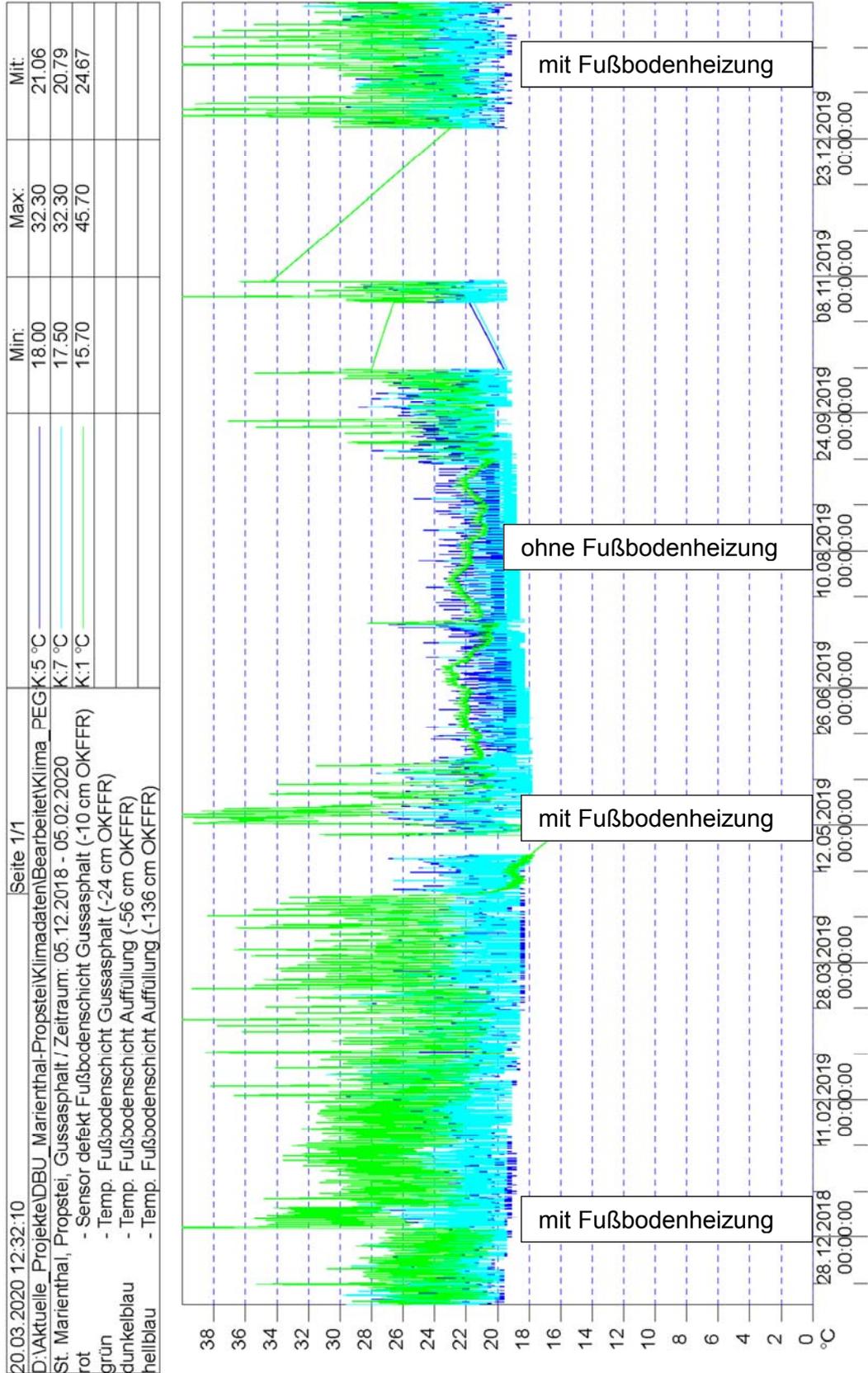


Abb. 46 Klimadaten (Temperatur) im Fußbodenaufbau Gussasphalt-Estrich

Ergebnisse der Klimamessungen im Wandaufbau

Im folgenden Abschnitt werden für zwei Wandabschnitte die Messergebnisse erläutert, in Diagrammform vorgestellt und auf Besonderheiten hingewiesen. Die Zuordnung zu den Kurven befindet sich im oberen Diagrammbereich.

P-EG 10: Drainage-Estrich

Einbaulage Wandsensoren P-EG 10 - med. Hilfe

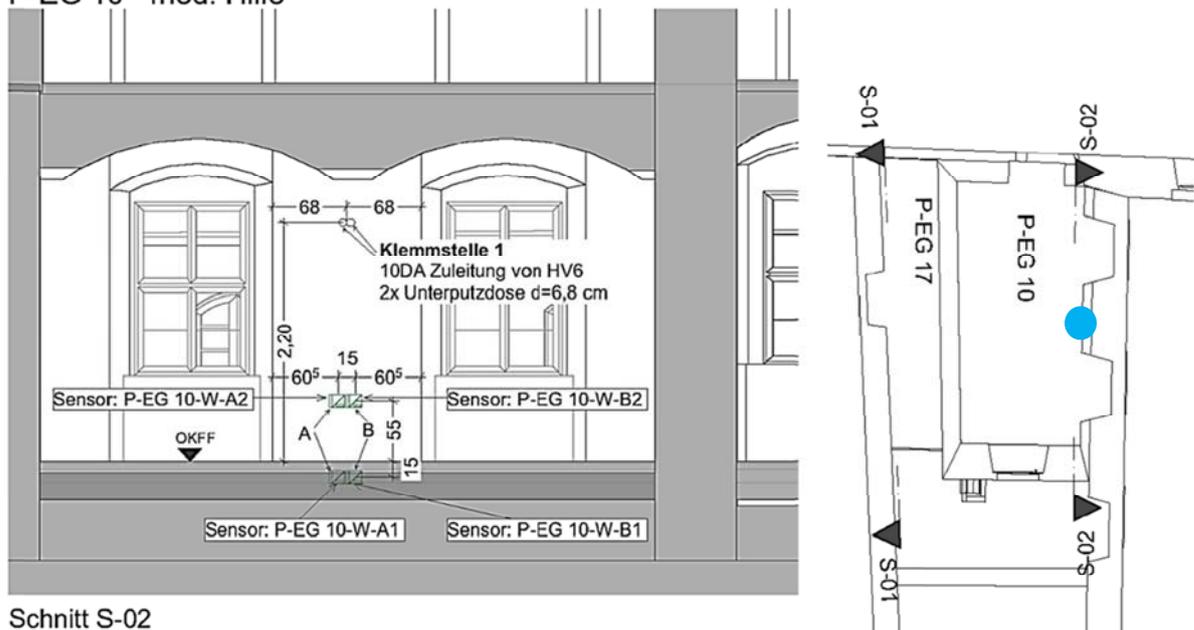


Abb. 47 Verortung der Klimamesspunkte der Außenwand im Bereich des Drainage-Estrich

Messergebnisse

Die Messwerte der relativen Luftfeuchte liegen an allen erfassten Messpunkten an diesem Außenwandabschnitt, ober- und unterhalb des Fertigfußbodens, in einem guten trockenen Bereich und zeigen keine Anzeichen für eine langsame Auffeuchtung (Abb. 48). Bei der Temperatur der Bohrlöcher konnte leider nur ein Datensatz eines Messpunktes ausgewertet werden (Abb. 49). Dieser Messpunkt zeigt jedoch einen normalen jahreszeitlich beeinflussten Temperaturverlauf über den Untersuchungszeitraum mit einer Beeinflussung aus der Raumheizung / Sockeltemperierung (grüne Kurve).

- Eine Auffeuchtung oder starke Feuchteschwankungen sind im Wandsockelbereich der Außenwand nicht erkennbar.

13.03.2020 14:41:15	Seite 1/1				
D:\Aktuelle_Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Klimadaten\Bearbeitet\Klima_PEG	K:4 %	Min:	Max:	Mit:	
St. Marienthal, Propstei, Wand Drainageestrich / Zeitraum: 12.06.19 - 05.02.20	K:6 %	44.30	54.70	49.53	
rot - rel.LF Wand Drainageestrich (Höhe: +50cm / Tiefe: 5cm)	K:8 %	44.70	54.40	49.68	
grün - Sensor defekt / Drainageestrich (Höhe: +50cm / Tiefe: 30cm)		1.00	54.50	47.93	
dunkelblau - rel.LF Wand Drainageestrich (Höhe: -15cm / Tiefe: 5cm)					
hellblau - rel.LF Wand Drainageestrich (Höhe: -15cm / Tiefe: 30cm)					

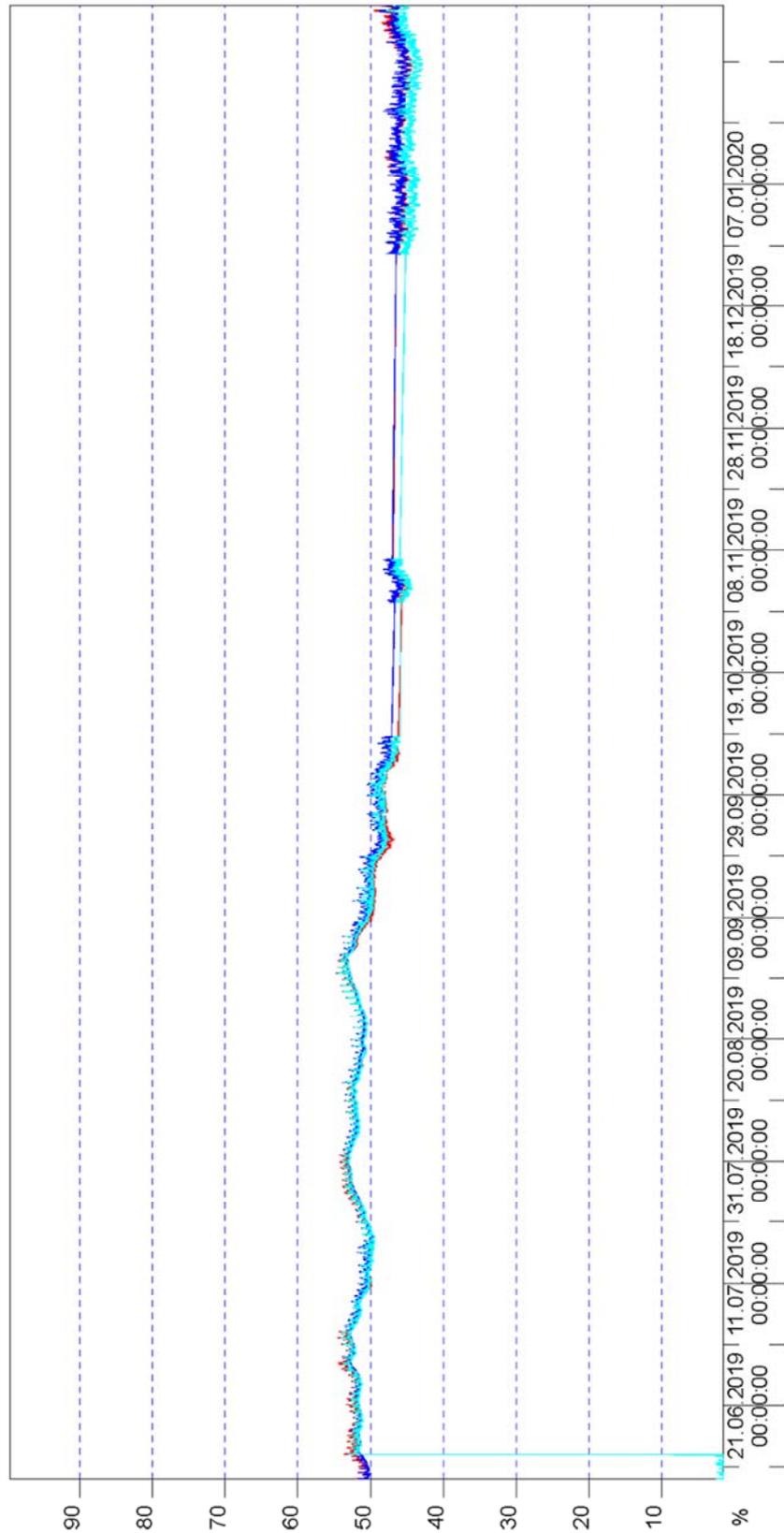


Abb. 48 Klimadaten (rel.LF) in der Außenwand im Bereich des Drainage-Estrich

P-EG 17: Porenbeton und Zement-Estrich

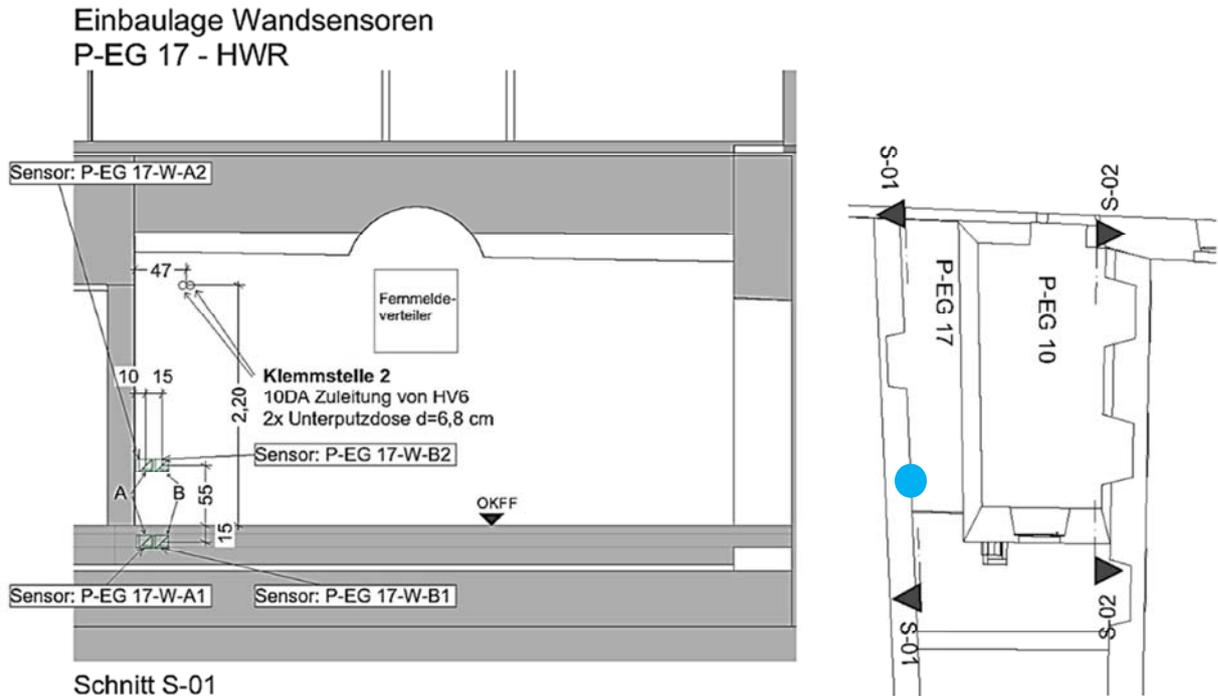


Abb. 50 Verortung der Klimamesspunkte der Innenwand im Bereich des Porenbeton mit Zement-Estrich

Messergebnisse

An diesem Wandabschnitt ist es leider zu einem größeren Ausfall von Messsensoren gekommen, so dass nur ein Messpunkt für die relative Luftfeuchte ausgewertet werden konnte. Der erfasste Messpunkt zeigte mit Werten von ca. 85 % rel.LF eine erhöhte Feuchtesituation an. Diese kann auf eine Restfeuchte aus der Bauzeit zurückgeführt werden, da ab Mitte 2019 die Messwerte unter 80 % rel.LF gefallen sind (Abb. 51).

Bei der Temperatur der Bohrlöcher konnten mehrere Messpunkte ausgewertet werden (Abb. 52). Die Messpunkte zeigen einen normalen jahreszeitlich beeinflussten Temperaturverlauf über den Untersuchungszeitraum mit einer Beeinflussung aus der Raumheizung.

- Eine Auffeuchtung oder starke Feuchteschwankungen sind im Wandsockelbereich der Innenwand nicht erkennbar.

13.03.2020 14:56:57	Seite 1/1					
D:\Aktuelle Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Klimadaten\Bearbeitet\Klima_PEGK 6 %						
St. Marienthal, Propstei, Wand Porenbeton / Zeitraum: 12.06.19 - 05.02.20			Min:	Max:	Mit:	
rot	- Sensor defekt Porenbeton (Höhe: +50cm / Tiefe: 5cm)		76.10	88.90	83.18	
grün	- Sensor defekt / Porenbeton (Höhe: +50cm / Tiefe: 30cm)					
dunkelblau	- rel.LF Wand Porenbeton (Höhe: -15cm / Tiefe: 5cm)					
hellblau	- Sensor defekt Porenbeton (Höhe: -15cm / Tiefe: 30cm)					

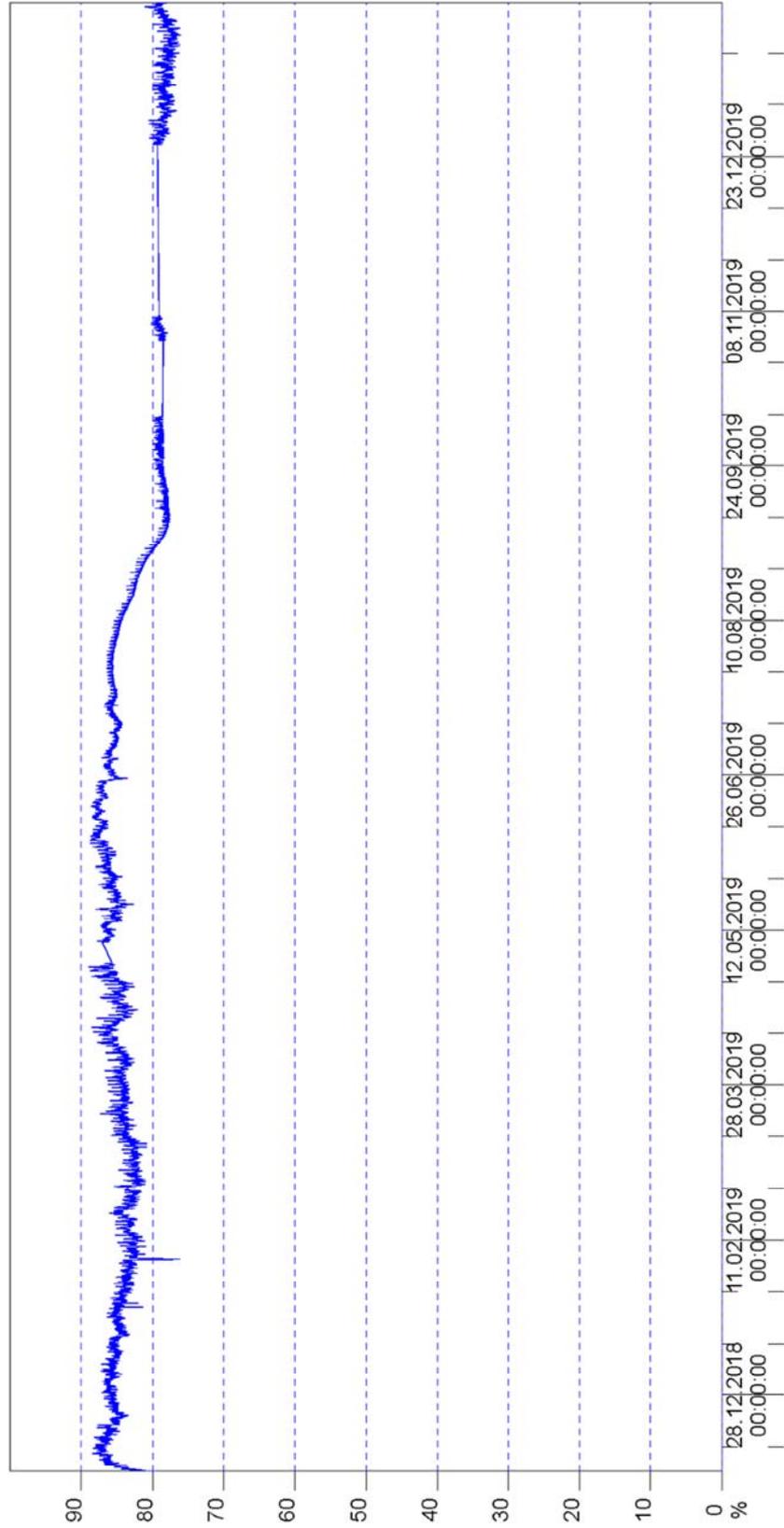


Abb. 51 Klimadaten (rel.LF) in der Innenwand im Bereich des Porenbeton mit Zement-Estrich

10.6 materialspezifische Untersuchungen am Porenbeton

Da der Porenbeton in den letzten Jahren vermehrt als Fußbodenunterbau in historischen Gebäuden zum Einsatz gekommen ist, sollte in diesem Projekt auch ein Schwerpunkt auf diesem Material liegen. Um Aussagen zur Materialeigenschaften des Porenbetons zu erhalten wurden im Labor des IDK folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Dichtebestimmung nach dem Archimedisches Prinzip,
- maximaler Feuchtegehalt (Darrmethode),
- Wasseraufnahme an Probewürfeln (Wasserlagerung).

Dichtebestimmung

<u>Probekörper</u>	<u>Trockenmasse m_d [g]</u>	<u>Masse in Wasser m_w [g]</u>	<u>Volumen V [cm³]</u>	<u>Dichte ρ_d [g/cm³]</u>
TB_5	225	220	220	1,023
TB_6	250	210	210	1,190
			$\rho_d =$	1,107

maximaler Feuchtegehalt

<u>Probekörper</u>	<u>Max. Feuchtegehalt [m%]</u>
TB_1	35,05
TB_2	43,75
TB_3	34,04
TB_4	40,96
	38,45

praxisnahe Wasseraufnahme an Probewürfeln

Die Wasseraufnahme wurde in einem Laborversuch an vier Probewürfeln (ca. 10 cm x 10 cm x 10 cm) durchgeführt, um eine Aussage zur Feuchteaufnahme bei einer Feuchtebelastung aus dem Untergrund zu erhalten. Dazu erfolgte die Lagerung von vier präparierten Probekörpern in einem durchfeuchteten Sandbett. Innerhalb eines Zeitraumes von 12 Tagen wurden pro Tag je zwei Gewichtsmessungen an den Probekörpern durchgeführt. In Abb. 53 bis Abb. 55 wird der Ablauf dieser Untersuchung dargestellt.



Abb. 53 zugeschnittene Probekörper ohne Randabsperungen (Unterseite liegt oben)



Abb. 54 mit einer Dichtschlamme versehene Probekorper (Unterseite liegt oben)



Abb. 55 Probekörper in einem durchfeuchteten Sandbett gelagert

Der Verlauf der Feuchtezunahme wird im folgenden Diagramm (Abb. 56) dargestellt.

25.03.2020 10:22:36		Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Aktuelle_Projekte\DBU_Marienthal-Propstei\Materialuntersuchungen\Feuchte	K.5 g	—	—	0.00	137.30	97.67
Feuchteaufnahme an Probekörpern Porenbeton nach 11 Tagen Wasserlagerung	K.6 g	—	—	0.00	131.35	101.64
	K.7 g	—	—	0.00	131.90	98.11
	K.8 g	—	—	0.00	134.80	105.31

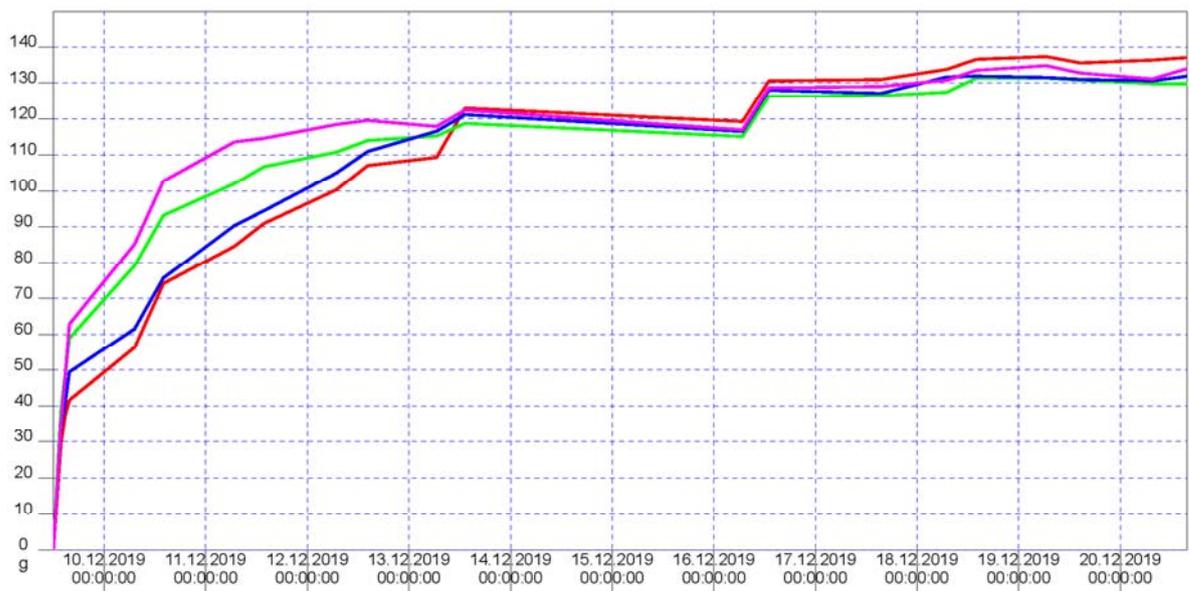


Abb. 56 Gewichtszunahme der Probekörper [in g] im Messzeitraum von 12 Tagen

Als gemittelte Gewichtszunahme der vier Probekörper nach 12 Tagen Lagerung auf einem durchfeuchteten Sandbett kann ein Wert von 133,2 g angegeben werden. Dies entspricht einem Feuchtegehalt von 16,9 M-%. Dies entspricht ca. die Hälfte des vorab ermittelten max. Feuchtegehaltes der Probekörper von 38,45 M-%.

Anhand dieser Untersuchung konnte festgestellt werden, dass nach ca. 10 Tagen keine weitere signifikante Feuchtezunahme an den vier Probekörpern gemessen werden konnte. Eine sichtbare Feuchtebelastung an den Oberflächen konnte nicht festgestellt werden. Somit bestätigte diese Untersuchung die Wirkung des Porenbetons als kapillarbrechende Schicht, bei einer ausreichenden Schichtdicke von mindestens 10 cm. Porenbeton kann somit in einem temporär feuchtebelasteten Untergrund zum Einsatz kommen.

Bedacht werden muss jedoch, dass es durch den Betrieb einer Fußbodenheizung, Wandsockeltemperierung oder anderer Raumheizungen zu einer Feuchteabgabe an die Raumluft kommt. Dieser Feuchtetransport kann im Wandsockelbereich und bei porösen Fußbodenmaterialien zu Feuchteflecken und auch zu Salzausblühungen führen. Die Erhöhte Raumluftfeuchte muss unbedingt abgeführt werden. Hier bieten sich kontrollierte Lüftungssysteme oder Fensterfalzlüftungssysteme an.

11 Ergebnisse / Empfehlungen

Im Folgenden werden die gewonnenen Ergebnisse und Empfehlungen stichpunktartig vorgestellt:

- Die Auswahl der Raumkategorien und der Fußbodenvarianten erfolgte in einer engen Absprache zwischen den Planern, Bauherren, Denkmalpflegern und Bauklimatikern. Somit konnten frühzeitig und gemeinsam „Problempunkte“ erkannt und geändert werden.
- Der Einbau der Fußbodenvarianten erfolgte in enger Betreuung durch alle Projektbeteiligten. Somit konnten sehr schnell Anpassungen vorgenommen werden, die beim „Bauen im Bestand“ regelmäßig notwendig werden.
- Die erfolgten geologischen Untersuchungen im Bereich der Propstei und im baulichen Umfeld haben ergeben, dass dieser Gebäudekomplex nicht auf einer großflächigen Auffüllung steht, sondern vielmehr auf einem gewachsenen Flussbett mit lokal begrenzten Auffüllungsbereichen. Durch aufsteigendes Grund- oder Hochwasser können diese Auffüllungsbereiche durchnässt werden und geben diese Feuchtigkeit dann an Gebäudgrundmauern oder tiefer gelegene Fußbodenschichten ab.
- Die Ergebnisse der Klimamessungen in Wänden und Fußböden haben im Untersuchungszeitraum keine negativen Durchfeuchtungen durch anstehendes Grundwasser gezeigt. Jedoch wurde deutlich, dass sich die Feuchtesituationen innerhalb des Fußbodens der Propstei sehr schnell ändern können. Feuchtigkeit kann sehr schnell in Poren der Baumaterialien aufgenommen und gespeichert werden. Eine Abgabe an den Untergrund oder die Raumluft dauert dann jedoch entschieden länger.
- Anhand der Untersuchungen zur praxisnahen Feuchteaufnahme konnte festgestellt werden, dass nach ca. 10 Tagen keine weitere signifikante Feuchtezunahme an den eigens dafür eingesetzten Probekörpern gemessen werden konnte. Eine sichtbare Feuchtebelastung an den Oberflächen konnte nicht festgestellt werden. Somit konnte diese Untersuchung bestätigen, dass Porenbeton als kapillarbrechende Schicht, bei einer ausreichenden Schichtdicke von mindestens 10 cm, in einem temporär feuchtebelasteten Untergrund eingesetzt werden kann.
- Die eingesetzten Fußbodenheizungen haben in den Heizzeiten eine trocknende Wirkung auf die oberen Fußbodenschichten. Bedacht werden muss jedoch, dass es durch den Betrieb einer Fußbodenheizung, Wandsokeltemperierung oder anderer Raumheizun-

gen zu einer Feuchteabgabe aus den Fußböden und Wandssockelbereichen an die Raumluft kommt. Dieser Feuchtetransport kann im Wandssockelbereich und bei porösen Fußbodenmaterialien zu Feuchteflecken und auch zu Salzausblühungen führen. Die erhöhte Raumluftfeuchte muss schnellstmöglich abgeführt werden. Hier bieten sich kontrollierte Lüftungssysteme oder Fensterfalzlüftungssysteme an.

- Das abgeschlossene Projekt hat wertvollen Informationszuwachs zu bautechnischen Details des historischen Gebäudes der Propstei erbracht. Gleichwohl konnten wichtige Erkenntnisse zum Baugrund unter der Propstei, aber auch zum umgebenden Gelände gewonnen werden, die von den bisher vorherrschenden Vorstellungen des Geländeaufbaus und der damit verbundenen geohydrologischen Mechanismen abweichen. Die hier angelegten Bodensondagen – so muss einschränkend bemerkt werden – haben allein wegen ihrer begrenzten Anzahl keine statistische Relevanz. Hierzu wäre es wünschenswert, weitere Messsondagen anzulegen und somit das Datennetz zu verdichten.
- Die Ergebnisse im Gebäude selbst können als erfolgreich beschrieben, die Technologie weiter empfohlen werden. Die Nutzungsqualität in den instandgesetzten Räumen ist um ein Vielfaches gestiegen.
- Diese installierten Klimamessungen in den Fußböden und Wänden werden auch nach dem Projekt weitergeführt und regelmäßig bewertet. Somit können diese Messungen zu einer langfristigen Bewertung dieser Fußbodenvarianten beitragen und sie stehen für weitere Untersuchungen zur Verfügung.

12 Desiderat

Die in Mariantal vorzufindende bauliche, geohydrologische und geomorphografische Situation ist für zisterziensische Besiedelungen typisch. Tief in das Tal gebaut, am Flusslauf gelegen, findet man die klösterlichen Anlagen der Zisterzienser europaweit. Es wäre wünschenswert und von hohem fachlichem Interesse, weitere Nutzer, Verwalter und Eigentümer solcher Anlagen zusammenzurufen und in Austausch über die in diesem Projekt behandelten Themen kommen zu lassen.

Das Zusammenführen der hier gewonnenen Forschungsergebnisse mit verschiedenen anderen Erfahrungen und Erkenntnissen könnte sie für zukünftig anstehende Sanierungsmaßnahmen in vergleichbaren Projekten übertragbar machen und diese somit vervielfältigen und nachhaltig beeinflussen.

13 Literatur / Quellen

[1] Dehio, Georg: Handbuch der deutschen Kunstdenkmäler, Sachsen I, Regierungsbezirk Dresden

[2] Strategien zur Vermeidung von Schäden durch hochwasserabhängige Grundwasseranstiege am Beispiel national bedeutender Kirchen in Sachsen-Anhalt, Projektlaufzeit: 10.03.2015 - 20.12.2018, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Projekt AZ 32576/01

[3] DIN – Taschenbuch 409, „Erhaltung des Kulturen Erbes“, 1. Auflage 2014, Beuth Verlag Berlin

14 **Berichte, Dokumentationen Datenblätter**

Übersichtslageplan der geotechnischen Aufschlüsse der Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH

Untersuchungsbericht der Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH

Erkundung Schichtenaufbau Propstei

25 Seiten

Februar 2018

Untersuchungsbericht der Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH

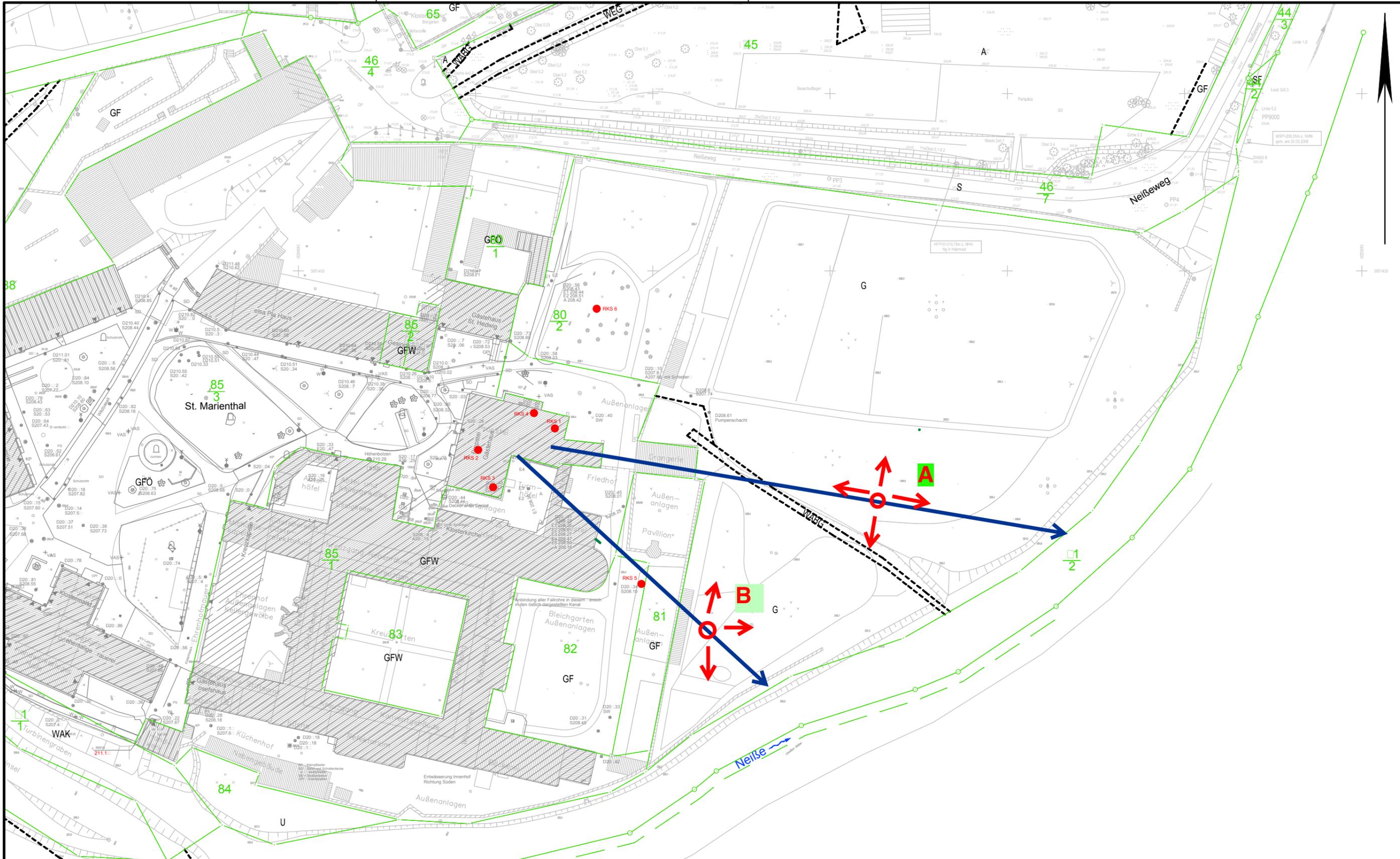
Erkundung Schichtenaufbau Propstei - Außenbereich

25 Seiten

Dezember 2019

Datenblatt der Firma Liapor zum Porenbeton

Datenblatt der Firma FOAMGLAS zur Schaumglasdämmung



Plan-Nr.: Anlage 1.1	
Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen	
Erkundung Schichtenaufbau Propstei	
Übersichtslageplan der geotechnischen Aufschlüsse	
Lagebezug: -	Höhenbezug: -
Datum: 17-07-14	Maßstab: 1 : 1.000
Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, An der Pikardie 8, 01277 Dresden	

Grundlage dieser Zeichnung:
 - Lageplan "Lageplan Leitungsbestand",
 Stand: 01.11.2012
 ARADIS DE S HLAND GMH,
 Wallstraße 18, D-09599 Freiberg

Februar 2018



Auftragsnummer (AG): A004_DBU-2017_OB11
Projektnummer (AN): G-10150

Klosterstift St. Marienthal

Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude am Beispiel der Propstei des Klosters St. Marienthal

Erkundung Schichtenaufbau Propstei

Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal
Äbtissin Sr. Elisabeth M. Vaterodt Ocist.
Marienthal 1, 02899 Ostritz

Auftragnehmer:



An der Pikardie 8, 01277 Dresden

☎ 0351 / 21 683 – 30

Projektleiter: Dr. R. Lewis

Bearbeiter: Geol.-Techn. T. Müller

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	2
2.	Unterlagen.....	3
3.	Örtliche Verhältnisse	3
3.1	Lage und Topographie	3
3.2	Geologie und Hydrogeologie	3
4.	Untersuchungsprogramm	4
4.1	Geotechnische Felduntersuchungen	4
4.2	Laboruntersuchungen	5
5.	Untersuchungsergebnisse.....	5
5.1	Allgemeiner Schichtenaufbau.....	5
5.2	Bodenklassifikation.....	6
6.	Schichtenbeschreibung	6
6.1	Baugrundverhältnisse.....	6
6.2	Grundwasserverhältnisse	7
7.	Zusammenfassung.....	7
8.	Schlussbemerkungen	9
	Anlagenverzeichnis.....	9
	Abkürzungsverzeichnis	9
	Tabellenverzeichnis	9
	Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen	10

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Am Standort der Propstei des Klosters St. Marienthal soll zur Reduzierung künftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude ein innovativer Fußbodenaufbau entwickelt und getestet werden.

Für die erforderlichen Planungen sind Aussagen zum Schichtenaufbau unterhalb des derzeit vorhandenen Fußbodens der Propstei erforderlich. Durch das Büro STENZEL&TAUBERT (Vertreter Auftraggeber) war hierfür die Erkundung des Schichtenaufbaus im Gebäude und außerhalb des Gebäudes vorgesehen.

Die Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH wurde aufgefordert, ein Angebot für die geotechnische Erkundung auf der Grundlage der Angebotsaufforderungen vom 04.05.2017 sowie 11.05.2017 zu erstellen.

Im Rahmen der Erkundung des Schichtenaufbaus im Bereich der Propstei war folgender Leistungsumfang zu realisieren:

Vorbereitende Arbeiten

- Bohranzeige beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Erkundungsarbeiten

- Ausführung von 4 RKS zur Ermittlung des Schichtenaufbaus und zur Entnahme gestörter Bodenproben in der Propstei, geplante Endtiefen ca. 4 m unter GOK
- Ausführung von zwei RKS zur Ermittlung des Schichtenaufbaus und zur Entnahme gestörter Bodenproben außerhalb der Propstei, geplante Endtiefen ca. 4 m unter GOK
- Einmessen der Aufschlüsse nach Lage und Höhe in Bezug auf objektinterne Punkte

Laboruntersuchungen

- Ausführung von geotechnischen Laborversuchen zur Untersetzung der Bodenansprache nach Abstimmung mit dem AG, Eventualposition
 - o Bestimmung der Kornverteilung mittels Sieb- und Schlämmanalyse,
 - o Bestimmung Zustandsgrenzen und Wassergehalt

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Zusammenstellung der Ergebnisse der Erkundungs- und Laborarbeiten in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC-7 zur Baugrunderkundung mit folgendem Inhalt:

- Feld- und Ergebnisberichte der geotechnischen Erkundung
- Protokolle der Laborergebnisse
- Beschreibung der Schichtenverhältnisse

Die Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH wurde von dem Klosterstift St. Marienthal mit der Erkundung des Schichtenaufbaus auf der Grundlage der Vertragsvereinbarung /U 1/ beauftragt.

2. Unterlagen

- /U 1/ VERTRAG, A004_DBU-2017_OB11, DBU-Projekt „Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude am Beispiel der Propstei des Klosters St. Marienthal“, Erkundung Schichtenaufbau Propstei, Klosterstift St. Marienthal / Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, 12.07.2017
- /U 2/ Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete von Sachsen, Blatt Görlitz, Nr.: 2670, Maßstab 1:50.000, Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, 1. Auflage, Freiberg 1998
- /U 3/ Geologische Karte, Blatt Ostritz, Nr.: 4955, Maßstab 1:25.000, Freiberg 1938; inkl. Erläuterungen
- /U 4/ Hydrogeologische Karte, Blatt Neugersdorf/Zittau Nr. 1311-1/3, 2/4, Maßstab 1:50.000, 1. Auflage, Berlin 1984
- /U 5/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt Görlitz, Nr. 2670, Maßstab 1:50.000, Berlin 1973

3. Örtliche Verhältnisse

3.1 Lage und Topographie

Das Kloster St. Marienthal liegt am linken Ufer der Neiße im Ortsteil Marienthal der Stadt Ostritz. Das Propsteigebäude befindet sich im östlichen Bereich der Klosteranlage. Die minimale Entfernung zwischen Propsteigebäude und Lausitzer Neiße beträgt ca. 90 m. Die absoluten Höhen liegen im Außenbereich des Propsteigebäudes zwischen ca. 208,60 m NHN und 210,00 m NHN.

3.2 Geologie und Hydrogeologie

Gemäß dem geologischen Kartenwerk (/U 2/ bis /U 5/) liegt das Untersuchungsgebiet innerhalb der Aue der Lausitzer Neiße. Es stehen holozäne Bildungen an, die in der Regel aus fluviatilen Ablagerungen bestehen. Diese gliedern sich in Auelehm (Schluff bzw. Ton, feinsandig) sowie Flusskiese und -sande (Übergang Weichselkaltzeit – Holozän). In der GK 25 /U 3/ ist der Auelehm als Tallehm (weichselkaltzeitliche Ablagerungen des Pleistozäns) ausgewiesen. Der Tallehm wird als umgelagerter Löss- und Gehängelehm charakterisiert. Die Mächtigkeit wird mit 0,50 m bis 1,50 m angegeben.

Die Basis der quartären Schichten bilden das Festgestein (Biotitgranit). Der Biotitgranit steht westlich des Untersuchungsabschnittes im Bereich einer Prallhanglage der Lausitzer Neiße oberflächennah an. Aussagen zur Höhenlage des Biotitgranits am Standort des Klosters waren dem Kartenmaterial nicht zu entnehmen.

Der Aue- bzw. Tallehm ist hydrogeologisch als Deckstauer einzustufen. Die quartären Sande und Kiese im Liegenden des Aue- bzw. Tallehms fungieren als quartärer Grundwasserleiter (GWL 1 - S2n-Ho). Die Mächtigkeit des quartären GWL 1 wird in der HK 50 /U 4/ mit > 2 m bis 5 m angegeben. Die Durchlässigkeit ist mit $> 1 \cdot 10^{-3}$ m/s verzeichnet. Der Biotitgranit bildet den liegenden Grundwasserstauer.

Die Grundwasserverhältnisse am Standort werden im Wesentlichen durch die Lausitzer Neiße als Hauptvorfluter bestimmt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach N bzw. NO, lokal jedoch zur Neiße, gerichtet.

4. Untersuchungsprogramm

4.1 Geotechnische Felduntersuchungen

Die Lage der ausgeführten Aufschlüsse kann dem Übersichtslageplan des Klosters (siehe Anlage 1.1) sowie dem Detaillageplan des Propsteigebäudes (Anlage 1.2) entnommen werden.

Die RKS innerhalb des Propsteigebäudes wurden am 12.07.2017 ausgeführt. Die Lage und Höhe dieser Aufschlüsse sind in Bezug zum Fußboden sowie der Raumwände eingemessen worden. Die Bohrprofile der RKS 1 bis RKS 4 sind in der Anlage 2.1 enthalten.

Die RKS außerhalb des Propsteigebäudes sind am 06.12.2017 ausgeführt worden. Die Lage und Höhe dieser Aufschlüsse wurden in Bezug zu vorhandenen objektinternen Festpunkten (z.B. Schachtdeckel) eingemessen. Die Bohrprofile der RKS 5 und RKS 6 sind in der Anlage 2.2 dargestellt.

Die nachfolgende Tabelle 4-1 enthält eine Aufstellung der geotechnischen Aufschlüsse mit Angaben zur Lage sowie den erreichten Erkundungstiefen.

Tabelle 4-1 Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse 07+12/2017

Aufschluss	Ansatzpunkt		Tiefe (m u. GOK)	Bemerkungen
	Höhe	Lage		
RKS 1	0,25 m unter Fußboden Gang	P-EG06.2 V3	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 2	0,13 m unter Fußboden Gang	P-EG15 V2	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 3	0,18 m unter Fußboden Gang	P-EG15 V2	4,00	-
RKS 4	entspricht Fußboden Gang	P-EG04 V3	4,00	aufgeweichte Schicht von 0,85 m bis 1,50 m (defekte Wasserleitung?)
RKS 5	209,44 m NHN	Wiese, Bleichgarten	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 6	208,66 m NHN	Wiese, Propsteigarten	4,30	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis

Sämtliche Erkundungsarbeiten wurden von der Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH ausgeführt.

4.2 Laboruntersuchungen

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurden bisher keine bodenchemische oder bodenmechanische Laboruntersuchungen ausgeführt. Diese Untersuchungen stellen optionale Leistungen dar und können bei Bedarf noch realisiert werden.

5. Untersuchungsergebnisse

5.1 Allgemeiner Schichtenaufbau

Anhand der geotechnischen Felduntersuchungen (siehe Anlage 2 und Anlage 3) werden die angetroffenen Böden dem allgemeinen Schichtenmodell gemäß Tabelle 5-1 zugeordnet.

Tabelle 5-1 Allgemeiner Schichtenaufbau

Schicht	Bezeichnung	Bezeichnung DIN 4023	Boden- gruppe DIN 18196	Mächtigkeit [m]	Bemerkungen
S 1: Auffüllungen					
S 1.1	bindig	A, U, ± s, ± g	[UL, UL- UM]	bis 1,30	umgelagerter Aue- bzw. Tallehm, mineralische Fremdbestandteile: Ziegel- bzw. Betonresten Konsistenz: steif
S 1.2	gemischtkörnig, nicht bindig	A, S-G, ± u, (± x)	[SU-GU, SU*-GU*]	bis 0,80	mineralische Fremdbestandteile: Ziegel- bzw. Betonresten, Anteile häufig > 10% Lagerung: sehr locker bis mittel- dicht
S 2: feinkörnige Böden (> 40 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 2.1	Lehm leicht plastisch	U, ± s, (± g)	UL, UL- SU*, UL- UM	bis 2,20	Aue- bzw. Tallehms Konsistenz : weich-steifh
S 2.2	Lehm mittel plastisch	U, ± s	UM	1,30	Aue- bzw. Tallehms Konsistenz: steif
S 3: gemischtkörnige Böden (0-40 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 3.1	Auesand plastisch	-	-	-	nicht angetroffen
S 3.2	Kiese nicht plastisch	G, ± s, ± u	GU, GU- GU*	> 0,60	z.T. Wechsellagerung mit S 4.2, Lagerung: mitteldicht, z.T. dicht bis sehr dicht
S 4: grobkörnige Böden (0-5 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 4.1	Sande	-	-	-	nicht angetroffen
S 4.2	Kiese	G, ± s	GW	> 1,70	z.T. Wechsellagerung mit S 3.2, Lagerung: mitteldicht z.T. dicht bis sehr dicht

Die Angaben zu den Lagerungsdichten der grob- und gemischtkörnigen Böden sind aus der Bohrbarkeit abgeleitet worden.

5.2 Bodenklassifikation

Auf Grundlage der geotechnischen Erkundung erfolgte eine Bodenklassifikation gemäß DIN 18196 (Bodengruppen und ZTVE-StB 09 (Frostempfindlichkeitsklassen)).

Tabelle 5-2: Bodenklassifikation

Schicht	Bezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 09
S 1.1	Auffüllung, bindig	[UL, UL-UM]	F3
S 1.2	Auffüllung, gemischtkörnig, nicht bindig	[SU-GU, SU*-GU*]	F2...F3
S 2.1	Lehm leicht plastisch	UL, UL-SU*, UL-UM	F3
S 2.2	Lehm mittel plastisch	UM	F3
S 3.2	Kiese gemischtkörnig, nicht plastisch	GU, GU-GU*	F2...F3
S 4.2	Kiese	GW	F1

6. Schichtenbeschreibung

6.1 Baugrundverhältnisse

Gebäudebereich Propstei

Direkt unter dem Fußboden folgen aufgefüllte grob- bis gemischtkörnige Böden der Schicht S 1.2 mit einer Mächtigkeit zwischen 0,30 m und 0,80 m. Darunter stehen aufgefüllten bindigen Böden der Schicht S 1.1, die eine Mächtigkeit zwischen 0,60 m und 1,30 m erreichen, an. In der RKS 3 wird die Schicht S 1.1 von Böden der Schicht S 1.2 mit einer Mächtigkeit von 0,70 m unterlagert. Die Gesamtmächtigkeit der Auffüllung liegt zwischen 1,20 m und 1,70 m. Häufig finden sich in den aufgefüllten Böden Ziegel- und Magerbetonreste. Vor allem innerhalb der Schicht S 1.2 treten diese mineralischen Fremdbestandteile mit Anteilen von > 10% in Erscheinung. Mit der RKS 3 wurden innerhalb der Schicht S 1.2 Schlackereste erbohrt. Die bindigen Böden der Schicht S 1.1 weisen größtenteils eine steife Konsistenz auf. Eine Ausnahme bildet der Aufschluss RKS 4. Hier sind die Böden der Schicht S 1.1 zwischen 0,85 m und 1,50 m unter GOK mit einer weichen bis breiigen Konsistenz erkundet worden.

Im Liegenden der aufgefüllten Böden folgt der Aue- bzw. Tallehme (Schicht S 2.1). Die Mächtigkeit dieser bindigen Schicht liegt zwischen 1,50 m in RKS 1 und 2,20 m in RKS 4. Bezogen auf die Oberkante des Fußbodens im Propsteigebäude verläuft die Unterkante der Schicht S 2.1 zwischen ca. 3,35 m in RKS 1 und 3,80 m in RKS 3.

Unter den Aue- bzw. Tallehmen folgen fluviatile Kiese (Schicht S 3.2 und S 4.2). Die Basis dieser fluviatilen Kiese ist mit den Erkundungstiefen von 4 m unter GOK nicht erreicht worden.

Außenbereich Propstei

In den angrenzenden Außenbereichen des Propsteigebäudes wurden 2 Rammkernsondierungen ausgeführt.

In der RKS 5 (Wiese Bleichgarten, südöstlich des Propsteigebäudes) und RKS 6 (Wiese Prosteigarten, nördlich des Propsteigebäudes) ist ein in Bezug auf das Propsteigebäude vergleichbarer Schichtenaufbau erkundet worden. Unter den aufgefüllten Böden der Schichten S 1.1 und S 1.2 (nur in RKS 5 mit 0,9 m Mächtigkeit erbohrt) folgt der Aue- bzw. Tallehm (Schicht 2.1) sowie die Sande und Kiese (S 3.2 bzw. S 4.2) der Neiße. In der RKS 5 wurde innerhalb des Tallehms ein grobkörniges Zwischenmittel (S 3.2) mit einer Mächtigkeit von 0,3 m nachgewiesen. In der RKS 6 wurden keine aufgefüllten Böden angetroffen. Die Gesamtmächtigkeit der bindigen Böden (S 1.1 und S 2.1/2.2) beträgt zwischen 2,6 und 3,25 m, wenn man das grobkörnige Zwischenmittel nicht berücksichtigt.

6.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten wurde das Grundwasser nur in der RKS 6 (Wiese Prosteigarten) in einer Tiefe von 3,40 m unter GOK (= ca. 205,25 m NHN) angetroffen. Die Grundwasserführung erfolgt in den Kiesen der Schichten S 3.2 und S 4.2. Da die Grundwasserstände stark vom nahen Vorfluter der Lausitzer Neiße beeinflusst werden, wurde der Wasserstand der Neiße am 06.12.2017, gemessen mit Lichtlot in Bezug auf die Böschungsoberkante, mit erfasst. Der Wasserstand lag bei 4,30 m unter Böschungsoberkante bzw. einer absoluten Höhe von ca. 205,04 m NHN. Eine Recherche der Wasserstände des Pegels Zittau ergab zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten einen leicht erhöhten Mittelwasserstand der Neiße (Pegelstand 1,07 m am 06.12.2017 – 12:00 Uhr, MW = 0,80 m, MHW = 2,62 m).

Ausgehend von den Wasserständen der Neiße ist damit zu rechnen, dass der am 06.12.2017 in der RKS 6 gemessene Grundwasserstand einen mittleren Grundwasserstand repräsentiert.

7. Zusammenfassung

Die Schichtenverhältnisse im und außerhalb des Propsteigebäudes sind mit insgesamt 6 Rammkernsondierungen (RKS) erkundet worden. Laboruntersuchungen an Bodenproben wurden bisher nicht ausgeführt.

In Bezug auf die geplanten Sanierungsmaßnahmen am Fußbodens (innovativer Fußbodenaufbau) herrschen im Bereich der Propstei relativ günstige Baugrundverhältnisse vor, da unterhalb des Fußbodens nach einer gemischt- bis grobkörnigen Auffüllung (S 1.2, Mächtigkeit 0,3 – 0,8 m) eine sehr mächtige Lehmschicht (einschließlich der aufgefüllten bindigen Böden) ansteht. Die Dicke dieser Lehmschicht (S 1.1 und S 2.1) beträgt zwischen 2,6 und 3,3 m, wenn man von der gemischtkörnigen Auffüllung (s 1.2) in der RKS 3 absieht.

Unterhalb der Lehmschicht folgt der Grundwasserleiter, der von den Neiße- und Aue- bzw. Tallehm (S 3.2 und S 4.2) gebildet wird. Die Lehmschicht schützt den Gebäudfußboden vor aufsteigendem Grundwasser aus dem Grundwasserleiter, insbesondere auch bei Hochwasserereignissen in der Neiße.

Die ingenieurgeologischen Baugrundverhältnisse im untersuchten Außenbereich ähneln denen innerhalb des Propsteigebäudes.

Auch außerhalb des Propsteigebäudes, im südlich angrenzenden Bleichgarten wurde an der Geländeoberfläche die grob bis gemischtkörnige Auffüllung (S 1.2) erkundet (Mächtigkeit 0,9 m). Die Schicht S 1.2 weist eine deutlich höhere Wasserdurchlässigkeit als die bindigen Lehmböden auf. Bei entsprechend hohen Wasserständen der Neiße kann eine Schichtenwasserführung innerhalb dieser aufgefüllten, grob- bis gemischtkörnigen Schicht auftreten. Es ist daher möglichst durch geeignete Maßnahmen zu verhindern, dass Oberflächenwasser über diese Schicht seitlich in das Propsteigebäude und damit in den Fußbodenaufbau gelangen kann.

Eine Aussage zur flächenhaften Verbreitung der grundwasserstauenden und grundwasserführenden Schichten in den Außenbereichen wäre für die Planung eines diesbezüglichen Schutzes gegenüber Schichtenwasserzutritten dienlich, ist jedoch mit den ausgeführten punktuellen Aufschlüssen nicht möglich. Insbesondere ist auch nicht sicher, ob die bindigen Böden nicht teilweise fehlen und somit keine Schutzwirkung gegenüber einem Hochwasser in der Neiße bei einem Wasserzufluss über den Grundwasserleiter gegeben ist.

Für eine komplexe Einschätzung der flächenhaften Verbreitung grundwasserführender und grundwasserstauender Schichten wird folgendes Untersuchungsprogramm empfohlen:

- Ausführung von geophysikalischen Messungen (mehrfach überdeckende, 2-dimensionale widerstandsgeoelektrische Sondierungskartierung mit Elektrodenkonfigurationen nach WENNER) zur Abschätzung der flächenhaften Verbreitung von grundwasserleitenden und –stauenden Schichten auf mehreren Profilen,
- Erkundung des Schichtenaufbaus mittels direkten Aufschlüssen zur Untersetzung der geophysikalischen Messergebnisse, Endtiefe von 3 – 4 m (Nachweis Basis Aue- bzw. Tallehm), angenommen 3 RKS
- Bestimmung der Kornverteilungen der anstehenden Böden (Ausführung von 2 Sieb- und Schlämmanalysen) zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten,
- Ableitung der Bodenkennwerte der anstehenden Schichten aus den Baugrundaufschlüssen sowie den bodenmechanischen Laboruntersuchungen, Ergänzung und Überarbeitung des geotechnischen Berichtes.

Hinweis

Im künftigen Sanitärbereich (Raum P-EG04 V3) wurde in der RKS 4 in einer Tiefe zwischen 0,85 und 1,5 m, bezogen auf den Fußboden im Gang, eine aufgeweichte bis breiige, aufgefüllte Lehmschicht angetroffen. Die angetroffene Konsistenz der bindigen Auffüllung (S 1.1) in diesem Bereich ist wahrscheinlich auf eine defekte Wasserleitung in der Nähe der RKS 4 zurückzuführen. Es wird daher empfohlen, diesen Sachverhalt zu überprüfen.

8. Schlussbemerkungen

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Aufschlüsse punktförmigen Charakter tragen. Aufgrund des punktförmigen Charakters der Aufschlüsse müssen die daraus resultierenden Aussagen nicht auf jede Stelle des Untersuchungsgebietes zutreffen. Eventuell auftretende Abweichungen von den prognostizierten Verhältnissen sollten durch die an der Baumaßnahme Beteiligten beraten werden.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne mit Ansatzpunkten der geotechnischen Aufschlüsse
Anlage 1.1	Übersichtslageplan Kloster, M 1: 1.000
Anlage 1.2	Detallageplan Propstei, M 1: 150
Anlage 2	Dokumentation der Bohrungen, Bohrprofile nach DIN 4023
Anlage 2.1	Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 4, innerhalb Propstei
Anlage 2.2	Rammkernsondierungen RKS 5 und RKS 6, außerhalb Propstei, Fotos
Anlage 3	Ingenieurgeologischer Schnitt

Abkürzungsverzeichnis

GOK	Geländeoberkante
GWL	Grundwasserleiter
k_f	gesättigte Wasserdurchlässigkeit
KV	Korngrößenverteilung
P	Einzelprobe
RKS	Rammkernsondierung
w_n	Wassergehalt
ZG	Zustandsgrenzen

Abkürzung der Bodenarten nach DIN 4023 und der Bodengruppen nach DIN 18196

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1	Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse 07+12/2017	4
Tabelle 5-1	Allgemeiner Schichtenaufbau.....	5
Tabelle 5-2:	Bodenklassifikation	6

Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen

- /R 1/ DIN 1054: 2010-12: „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderungen A1 und A2
- /R 2/ DIN 4020: 2010-12: „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“
- /R 3/ DIN 4023: 2006-02: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen“
- /R 4/ DIN 18300: 2016-09: „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten“
- /R 5/ DIN EN 1997-1: 2014-03: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA: 2010-12
- /R 6/ DIN EN 1997-2: 2010-10: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-2/NA: 2010-12
- /R 7/ DIN EN ISO 14688-1: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 1: Benennung und Beschreibung“
- /R 8/ DIN EN ISO 14688-2: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen“
- /R 9/ DIN EN ISO 22475-1: 2007-01 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Aufschluss- und Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung“

Anlage 1

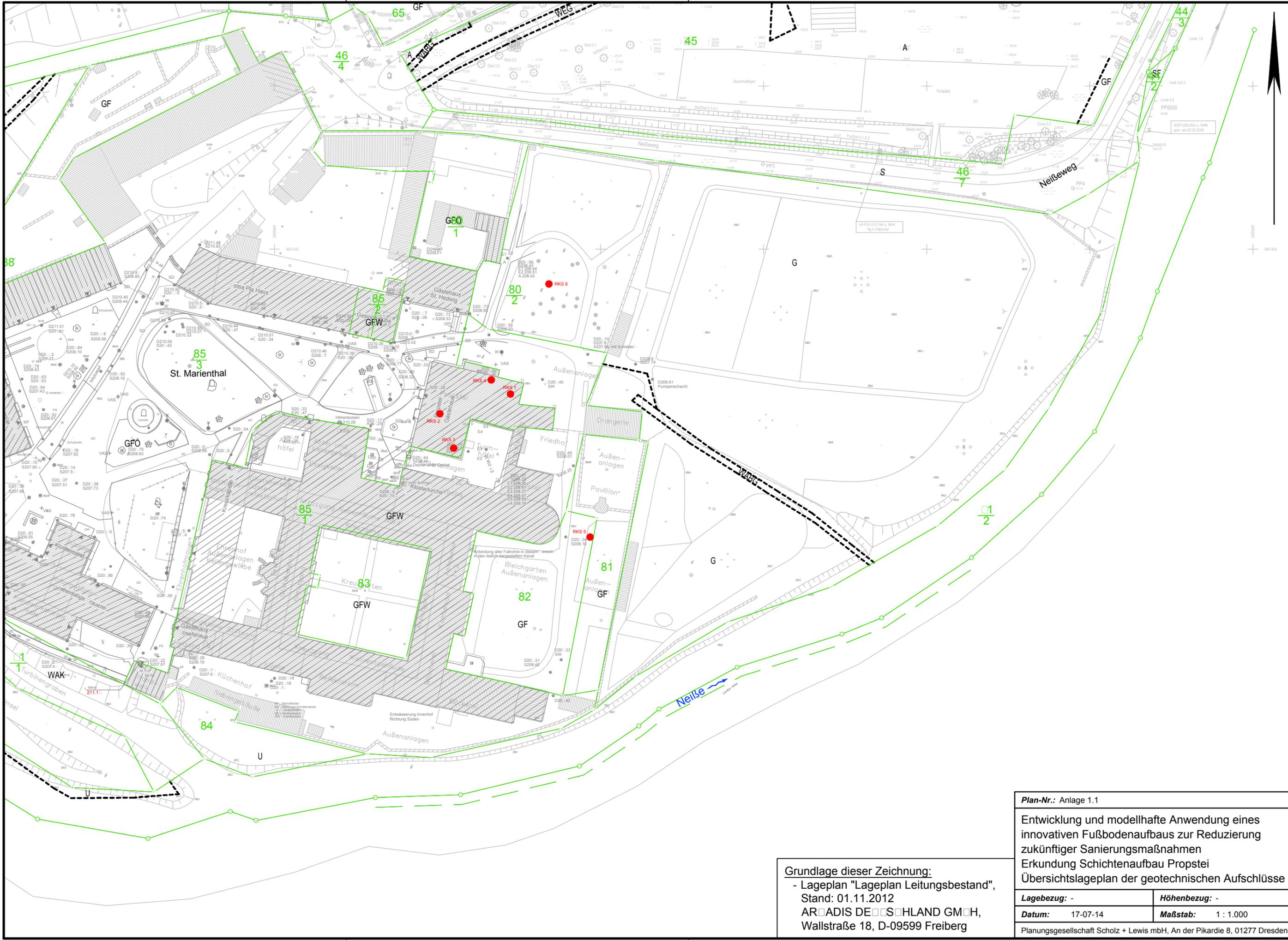
Lagepläne mit Ansatzpunkten der geotechnischen Aufschlüsse

Anlage 1.1
Übersichtslageplan Kloster, M 1: 1.000

(1 Blattschnitt)

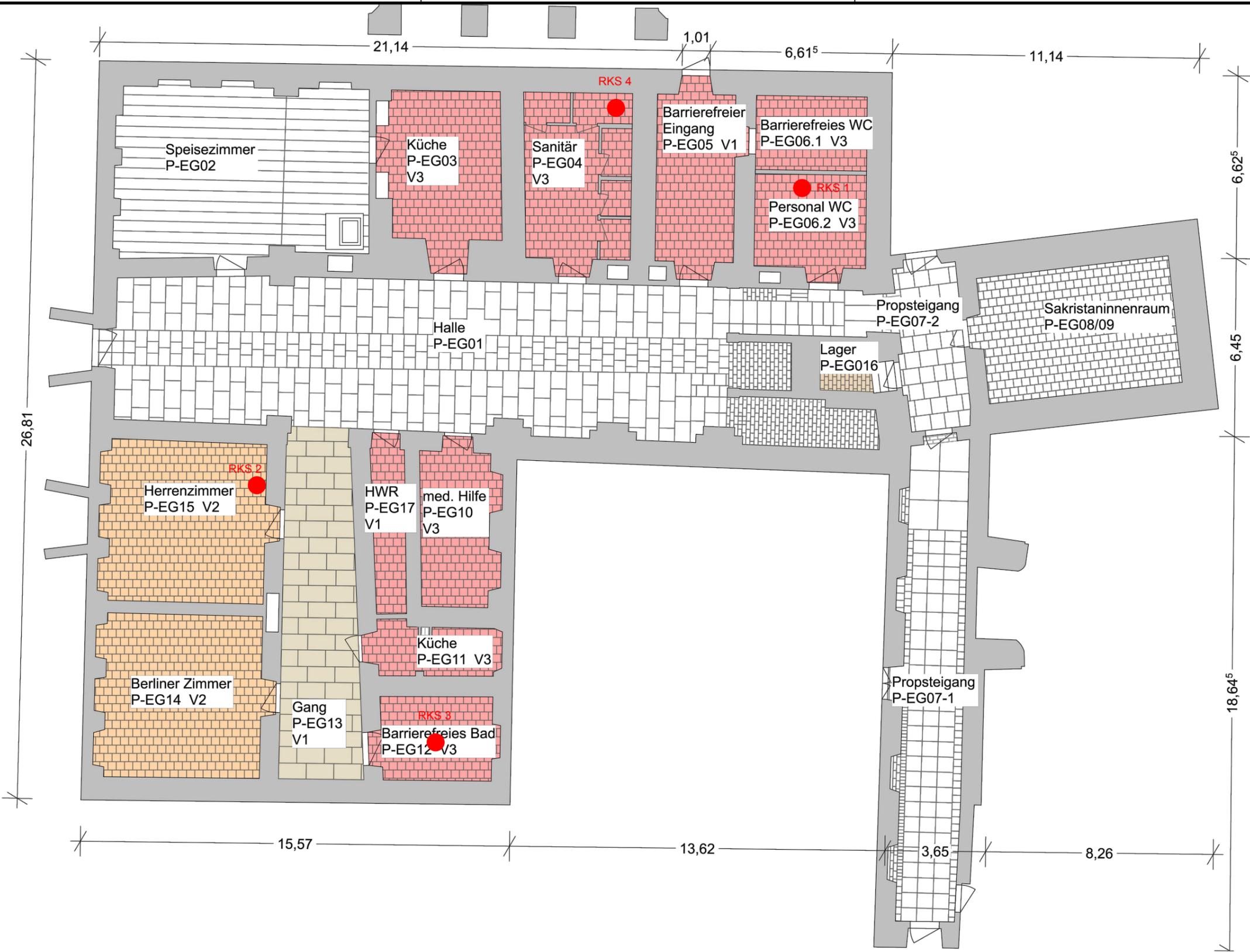
Anlage 1.2
Detallageplan Propstei, M 1: 150

(1 Blattschnitt)



Grundlage dieser Zeichnung:
 - Lageplan "Lageplan Leitungsbestand",
 Stand: 01.11.2012
 ARADIS DE S HLAND GMH,
 Wallstraße 18, D-09599 Freiberg

Plan-Nr.: Anlage 1.1	
Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen	
Erkundung Schichtenaufbau Propstei	
Übersichtslageplan der geotechnischen Aufschlüsse	
Lagebezug: -	Höhenbezug: -
Datum: 17-07-14	Maßstab: 1 : 1.000
Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, An der Pikardie 8, 01277 Dresden	



Legende Fußböden Instandsetzung

- Dielen (Bestand)
- Sandsteinplatten
- Terrakotaplatten Format 30x30
- Terrakottafliesen Format 30x30
- Klinkerstein (Bestand)

Legende Fußbodenaufbau

- V1** Porenbeton
- V2** Gussasphalt
- V3** Drainageestrich

Grundlage dieser Zeichnung:
 - Lageplan "Instandsetzung Fußböden Erdgeschoss",
 Zeichnungs-Nr.: 1620-A-EG-01, Stand: 11.05.2017
 Ingenieurbüro Werner Vaterodt,
 Industriestraße 1, 37355 Deuna

Plan-Nr.: Anlage 1.2	
Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen Erkundung Schichtenaufbau Propstei Detaillageplan der geotechnischen Aufschlüsse	
Lagebezug: -	Höhenbezug: -
Datum: 17-07-14	Maßstab: 1 : 150
Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, An der Pikardie 8, 01277 Dresden	

Anlage 2

Dokumentation der geotechnischen Aufschlüsse, Bohrprofile gemäß DIN 4023, Fotodokumentation

Anlage 2.1

Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 4, innerhalb Propstei

(4 Seiten)

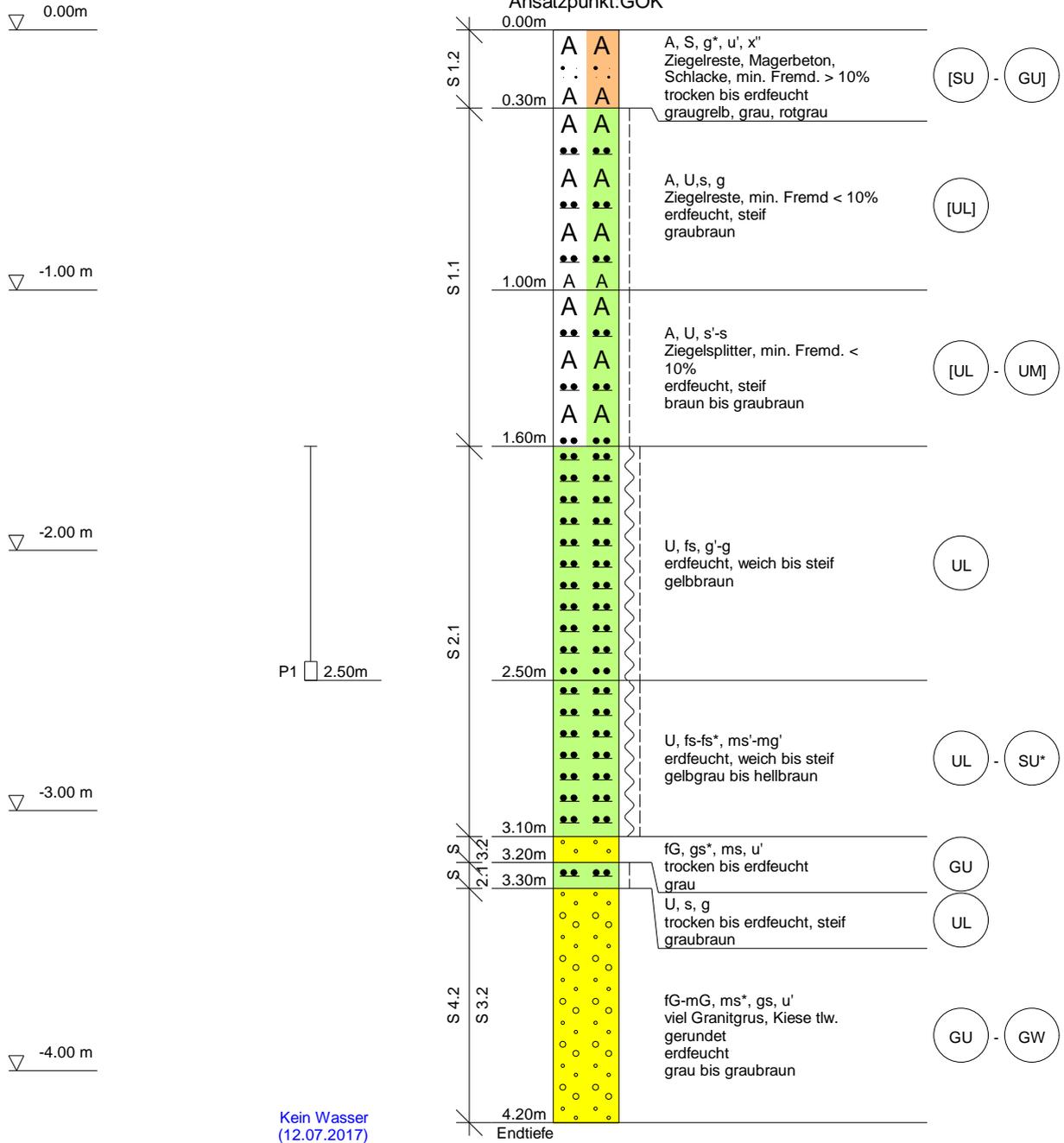
Anlage 2.2

Rammkernsondierungen RKS 5 und RKS 6, außerhalb Propstei

(4 Seiten)

RKS 1

Ansatzpunkt: GOK



RKS 2

Ansatzpunkt: GOK
0.00m

▽ 0.00m

▽ -1.00 m

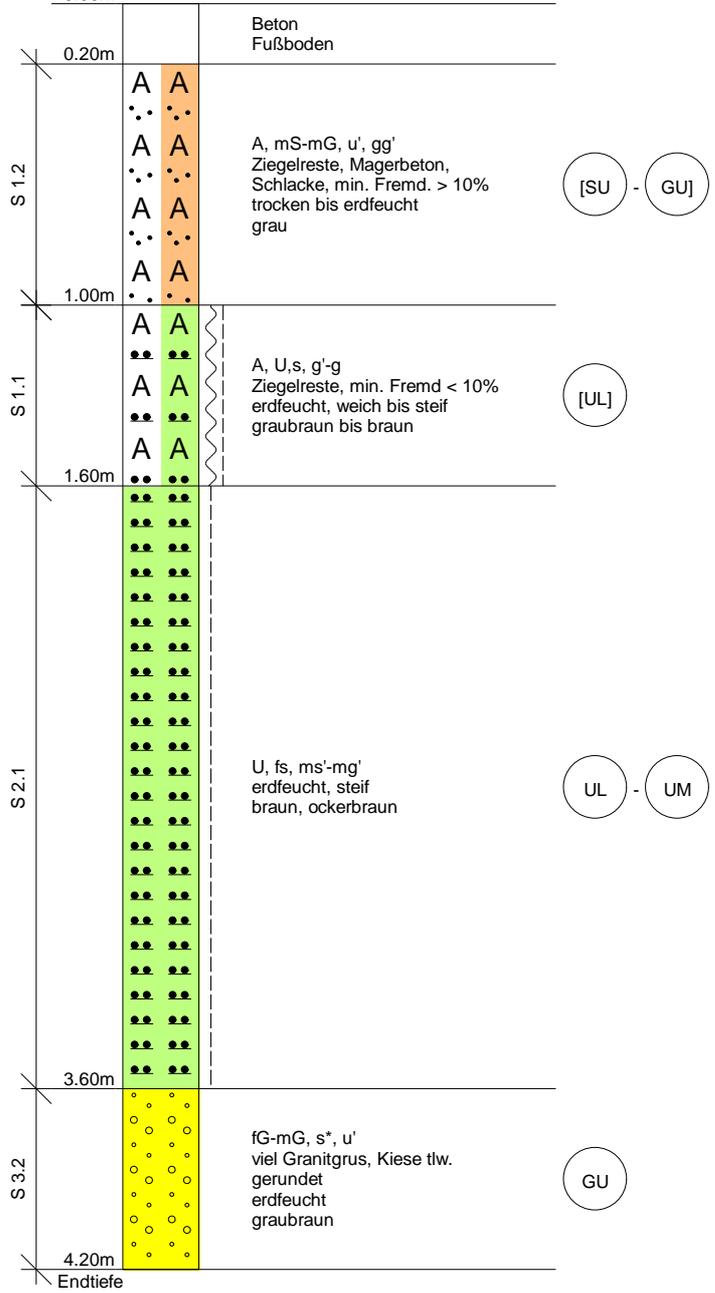
▽ -2.00 m

▽ -3.00 m

▽ -4.00 m

▽ -5.00 m

P1 1.00m

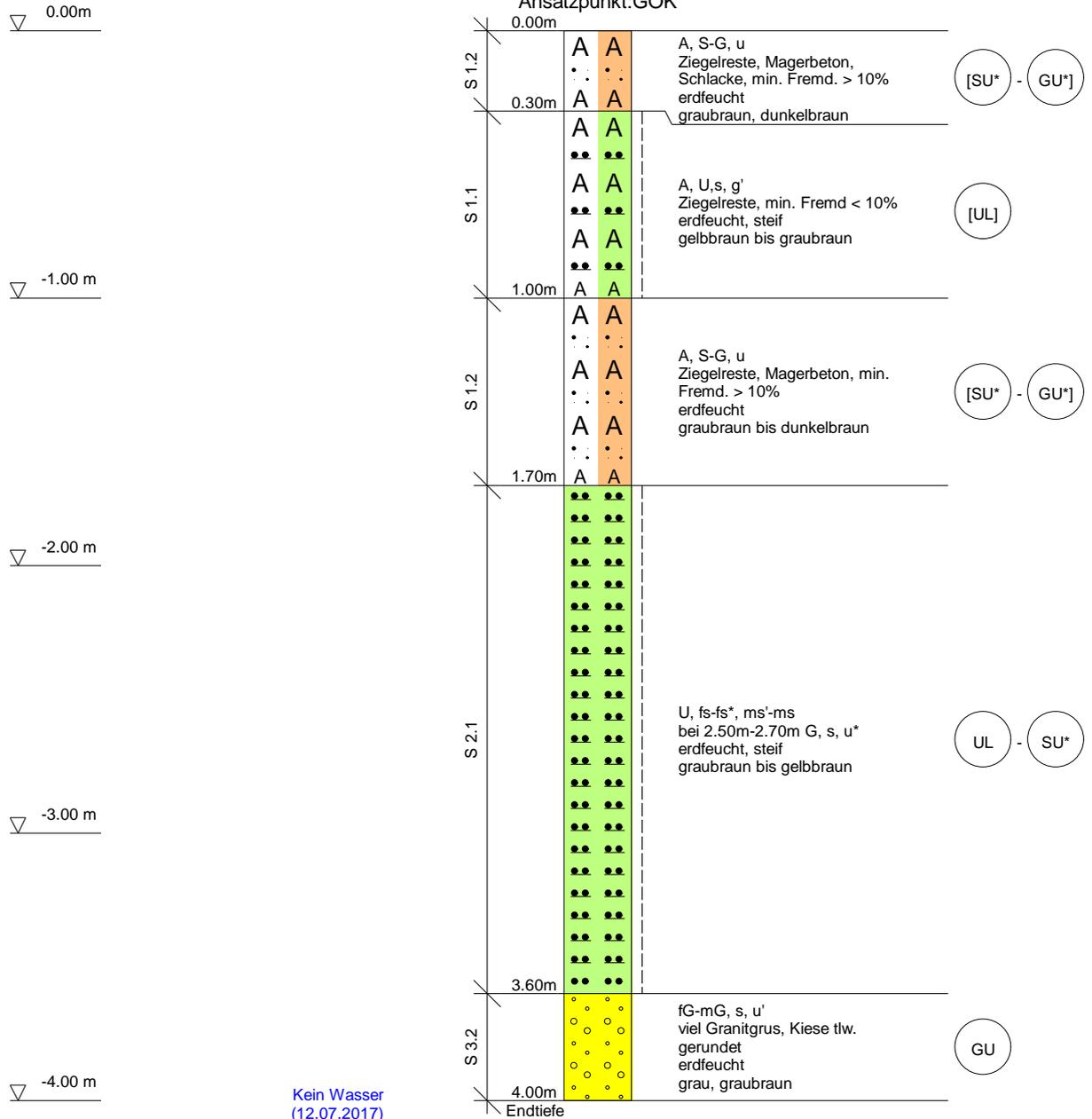


Kein Wasser
(12.07.2017)

Ansatzpunkt 0,13 m unter Fußboden Gang
kein Bohrfortschritt

RKS 3

Ansatzpunkt: GOK

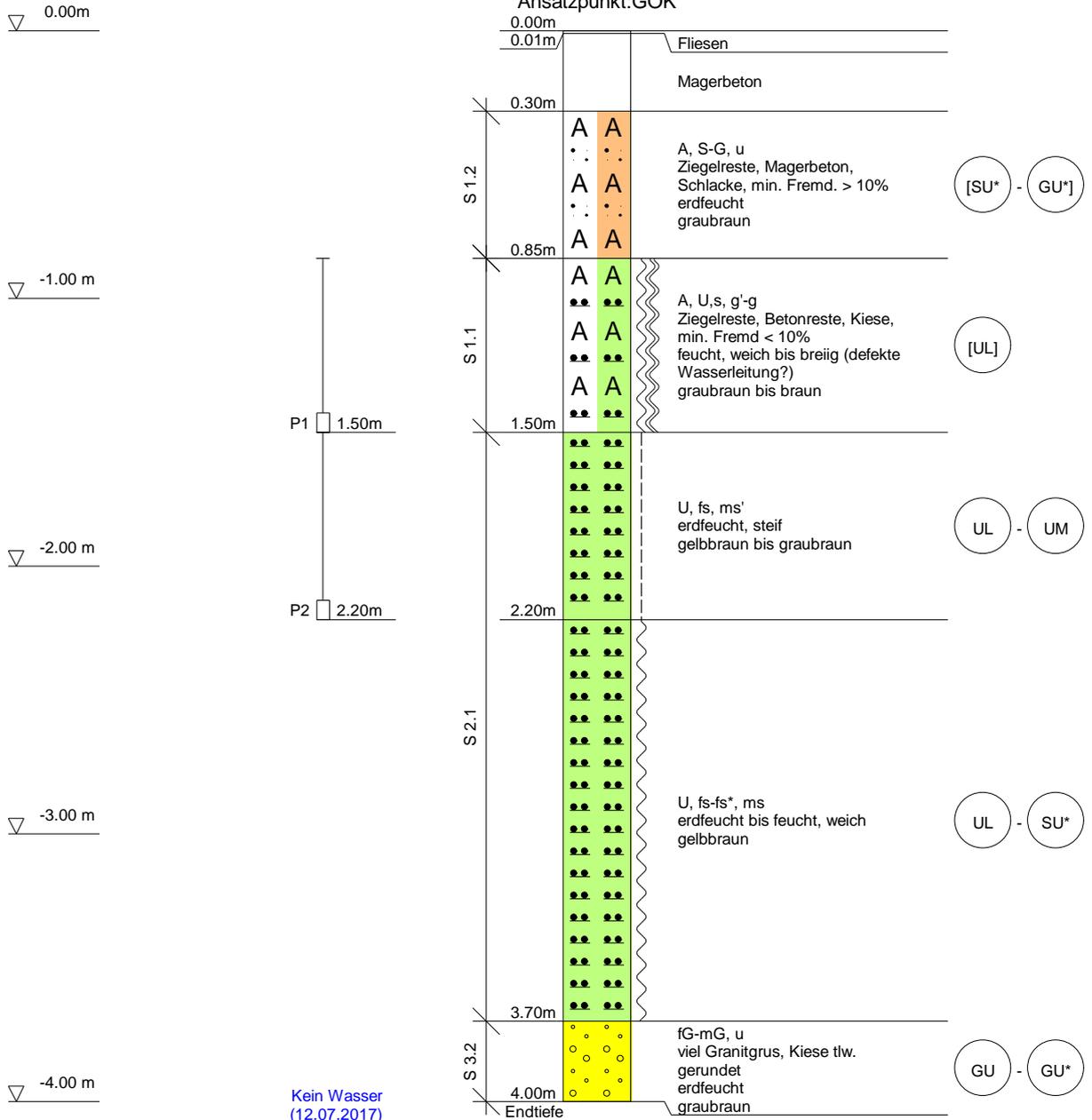


Kein Wasser
(12.07.2017)

Ansatzpunkt 0,18 m unter Fußboden Gang

RKS 4

Ansatzpunkt: GOK



Höhe Ansatzpunkt entspricht Höhe Fußboden Gang

RKS 5

Ansatzpunkt: 209.44 m NHN

209.44m NHN 0.00m

▽ 209.00m

P 1 0.55m

S 1.2

209.19 m NHN 0.25m

M u M u

Mu
Grasnarbe, bindig,
Ziegelbruchstücke,
durchwurzelt

A A

erdfeucht
dunkelgraubraun

• •

A, gS-fG, mg, u', ms

vereinzelt Ziegelreste

A A

erdfeucht
graubraun, gelbgrau

•• ••

A, U, s'-s, g, x

Ziegelbruchstücke

A A

erdfeucht, steif

graubraun bis braun

[SU] - [GU]

[UL]

▽ 208.00m

P 2 2.20m

S 2.1

208.54 m NHN 0.90m

U, fs'-fs, ms'

Tallehm

erdfeucht, steif

braun bis ockerbraun

[UL] - [UM]

▽ 207.00m

S 3.2

207.24 m NHN 2.20m

G, s*, u'

etliche Gneisbruchstücke

erdfeucht

grau bis graubraun

[GU]

206.94 m NHN 2.50m

U, fs'-fs, ms'-ms

Tallehm

erdfeucht, steif

hellbraun, rotbraun

[UM]

▽ 206.00m

S 2.2

205.64 m NHN 3.80m

G, s

erdfeucht

grau

[GW]

S 4.2

205.24 m NHN 4.20m
Endtiefe

Kein Wasser
(06.12.2017)

RKS 05

Blatt 1

0m																			1m	
1m																			2m	
2m																			3m	
3m																			4m	

Anlage 3

Ingenieurgeologischer Schnitt

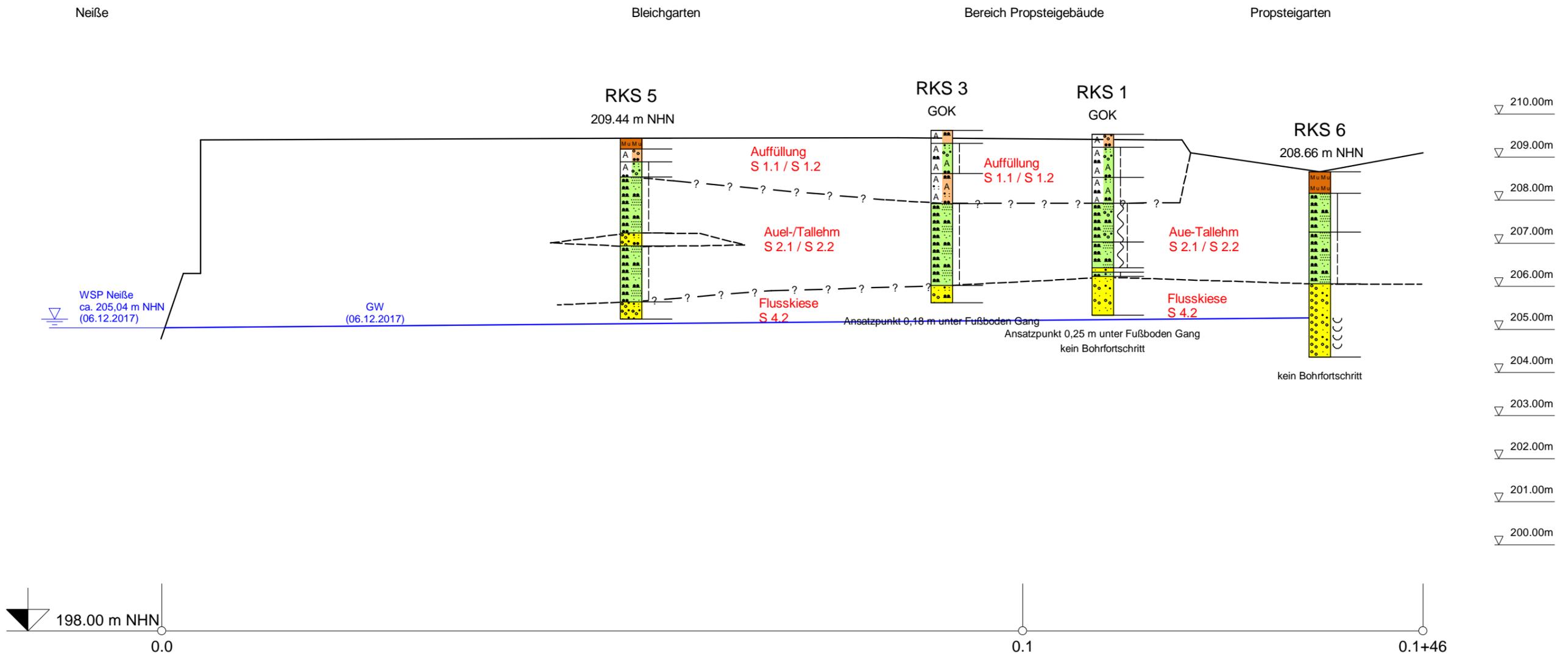
Maßstab 1:100/1:500

(1 Blattschnitt)

S

N

Ingenieurgeologischer Schnitt



Grundlagen der Schnitterstellung bilden die Erkundungsergebnisse sowie der Lageplan Leitungsbestand mit Stand vom 01.11.2012. Der Schnitt verläuft östlich des Propsteigebäudes. Die Profile der RKS 1 und RKS 3 wurden in den Schnitt projiziert.

Dezember 2019

Auftragsnummer (AG): A005_DBU-2017_OB11

Projektnummer (AN): G-10150



Klosterstift St. Marienthal

Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude am Beispiel der Propstei des Klosters St. Marienthal

Erkundung Schichtenaufbau Propstei - Außenbereich

Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal
Äbtissin Sr. Elisabeth M. Vaterodt Ocist.
Marienthal 1, 02899 Ostritz

Auftragnehmer:



An der Pikardie 8, 01277 Dresden

☎ 0351 / 21 683 – 30

Projektleiter: Dr. R. Lewis

Bearbeiter: M.Sc. N. Gorbatschow

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	2
2.	Unterlagen.....	3
3.	Örtliche Verhältnisse	3
3.1	Lage und Topographie	3
3.2	Geologie und Hydrogeologie	3
4.	Untersuchungsprogramm	4
4.1	Geotechnische Felduntersuchungen	4
4.2	Laboruntersuchungen	5
5.	Untersuchungsergebnisse.....	5
5.1	Allgemeiner Schichtenaufbau	5
5.2	Bodenklassifikation.....	6
6.	Schichtenbeschreibung	6
6.1	Baugrundverhältnisse.....	6
6.2	Grundwasserverhältnisse	7
7.	Zusammenfassung.....	7
Anlagenverzeichnis.....		9
Abkürzungsverzeichnis		9
Tabellenverzeichnis		9
Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen		10

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Am Standort der Propstei des Klosters St. Marienthal soll zur Reduzierung künftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude ein innovativer Fußbodenaufbau entwickelt und getestet werden.

Für die erforderlichen Planungen waren Aussagen zum Schichtenaufbau unterhalb des derzeit vorhandenen Fußbodens der Propstei erforderlich. Durch das Büro STENZEL&TAUBERT (Vertreter des Auftraggebers) wurden hierfür die Erkundung des Schichtenaufbaus im Gebäude und außerhalb des Gebäudes vorgesehen.

Im Jahr 2017 wurden entsprechende Erkundungsarbeiten im Probsteigebäude (4 RKS) und außerhalb (2 RKS) ausgeführt.

In Ergänzung zu den Erkundungen des Jahres 2017 wurde die Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH aufgefordert, ein Angebot für eine weiterführende geotechnische Erkundung außerhalb des Probsteigebäudes auf der Grundlage der Angebotsaufforderungen vom 16.10.2019 zu erstellen. Die Erkundungsstellen wurden gemäß der E-Mail des Büros STENZEL&TAUBERT vom 29.10.2019 festgelegt.

Im Rahmen der Erkundung des Schichtenaufbaus im Bereich des Wirtschafts- und Lustgartens war folgender Leistungsumfang zu realisieren:

Vorbereitende Arbeiten

- Bohranzeige beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Erkundungsarbeiten

- Ausführung von zwei RKS zur Ermittlung des Schichtenaufbaus und zur Entnahme gestörter Bodenproben außerhalb der Propstei, geplante Endtiefen ca. 4 m unter GOK,
- Einmessen der Aufschlüsse nach Lage und Höhe in Bezug auf objektinterne Punkte

Laboruntersuchungen

- keine

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Die Ergebnisse der Erkundungs- und Laborarbeiten werden in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC-7 zur Baugrunderkundung wie folgt zusammengestellt:

- Feld- und Ergebnisberichte der geotechnischen Erkundung,
- Zusammenstellung der Laborergebnisse (nur wenn Laboruntersuchungen vorhanden sind)
- Beschreibung der Schichtenverhältnisse.

Die Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH wurde von dem Klosterstift St. Marienthal mit der Erkundung des Schichtenaufbaus auf der Grundlage der Ergänzung zur Vertragsvereinbarung /U 1/ beauftragt.

2. Unterlagen

- /U 1/ VERTRAG, A005_DBU-2017_OB11, DBU-Projekt „Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen im Bereich hochwassergefährdeter Gebäude am Beispiel der Propstei des Klosters St. Marienthal“, Erkundung Schichtenaufbau Propstei, Klosterstift St. Marienthal / Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, 28.10.2019
- /U 2/ Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete von Sachsen, Blatt Görlitz, Nr.: 2670, Maßstab 1:50.000, Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, 1. Auflage, Freiberg 1998
- /U 3/ Geologische Karte, Blatt Ostritz, Nr.: 4955, Maßstab 1:25.000, Freiberg 1938; inkl. Erläuterungen
- /U 4/ Hydrogeologische Karte, Blatt Neugersdorf/Zittau Nr. 1311-1/3, 2/4, Maßstab 1:50.000, 1. Auflage, Berlin 1984
- /U 5/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt Görlitz, Nr. 2670, Maßstab 1:50.000, Berlin 1973
- /U 6/ Geotechnische Untersuchung zur Erkundung des Schichtenaufbaus im Bereich der Propstei des Klosterstift St. Marienthal, Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, Februar 2018

3. Örtliche Verhältnisse

3.1 Lage und Topographie

Das Kloster St. Marienthal liegt am linken Ufer der Neiße im Ortsteil Marienthal der Stadt Ostritz. Das Propsteigebäude befindet sich im östlichen Bereich der Klosteranlage. Die minimale Entfernung zwischen Propsteigebäude und Lausitzer Neiße beträgt ca. 90 m. Die absoluten Höhen liegen im Außenbereich des Propsteigebäudes zwischen ca. 208,60 m NHN und 210,00 m NHN.

3.2 Geologie und Hydrogeologie

Gemäß dem geologischen Kartenwerk (/U 2/ bis /U 5/) liegt das Untersuchungsgebiet innerhalb der Aue der Lausitzer Neiße. Es stehen holozäne Bildungen an, die in der Regel aus fluviatilen Ablagerungen bestehen. Diese gliedern sich in Auelehm (Schluff bzw. Ton, feinsandig) sowie Flusskiese und -sande (Übergang Weichselkaltzeit – Holozän). In der GK 25 /U 3/ ist der Auelehm als Tallehm (weichselkaltzeitliche Ablagerungen des Pleistozäns) ausgewiesen. Der Tallehm wird als umgelagerter Löss- und Gehängelehm charakterisiert. Die Mächtigkeit wird mit 0,50 m bis 1,50 m angegeben.

Die Basis der quartären Schichten bilden das Festgestein (Biotitgranit). Der Biotitgranit steht westlich des Untersuchungsabschnittes im Bereich einer Prallhangelage der Lausitzer Neiße oberflächennah an. Aussagen zur Höhenlage des Biotitgranits am Standort des Klosters waren dem Kartenmaterial nicht zu entnehmen.

Der Aue- bzw. Tallehm ist hydrogeologisch als Deckstauer einzustufen. Die quartären Sande und Kiese im Liegenden des Aue- bzw. Tallehms fungieren als quartärer Grundwasserleiter (GWL 1 - S2n-Ho). Die Mächtigkeit des quartären GWL 1 wird in der HK 50 /U 4/ mit > 2 m

bis 5 m angegeben. Die Durchlässigkeit ist mit $> 1 \cdot 10^{-3}$ m/s verzeichnet. Der Biotitgranit bildet den liegenden Grundwasserstauer.

Die Grundwasserverhältnisse am Standort werden im Wesentlichen durch die Lausitzer Neiße als Hauptvorfluter bestimmt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach N bzw. NO, lokal jedoch zur Neiße, gerichtet.

4. Untersuchungsprogramm

4.1 Geotechnische Felduntersuchungen

Die Lage der ausgeführten Aufschlüsse, einschließlich der Altaufschlüsse aus den Untersuchungen im Jahre 2017, sowie die Lage der ingenieurgeologischen Schnitte kann dem Übersichtslageplan des Klosters (siehe Anlage 1) entnommen werden.

Die RKS 7 und RKS 8 im ehemaligen Wirtschaftsgarten sowie Lustgarten wurden am 30.10.2019 ausgeführt. Die Aufschlusskoordinaten sind lage- und höhengerecht anhand von objektinternen Festpunkten (z.B. Schachtdeckel) eingemessen worden. Die Bohrprofile der RKS 1 bis RKS 8 sind in der Anlage 2 enthalten.

Die nachfolgende Tabelle 4-1 enthält eine Aufstellung der geotechnischen Aufschlüsse mit Angaben zur Lage sowie den erreichten Erkundungstiefen.

Tabelle 4-1 Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse 07+12/2017+10/2019

Aufschluss	Ansatzpunkt		Tiefe (m u. GOK)	Bemerkungen
	Höhe	Lage		
RKS 1	0,25 m unter Fußboden Gang	P-EG06.2 V3	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 2	0,13 m unter Fußboden Gang	P-EG15 V2	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 3	0,18 m unter Fußboden Gang	P-EG15 V2	4,00	-
RKS 4	entspricht Fußboden Gang	P-EG04 V3	4,00	aufgeweichte Schicht von 0,85 m bis 1,50 m (defekte Wasserleitung?)
RKS 5	209,44 m NHN	Wiese, Bleichgarten	4,20	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 6	208,66 m NHN	Wiese, Propsteigarten	4,30	Abbruch auf Grund Bohr- hindernis
RKS 7	208,45 m NHN	Wiese, ehem. Wirtschaftsgarten	5,00	Zusatzuntersuchung 2019
RKS 8	208,86 m NHN	Blumenbeet Lustgarten	5,00	Zusatzuntersuchung 2019

Sämtliche Erkundungsarbeiten wurden von der Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH ausgeführt.

4.2 Laboruntersuchungen

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung wurden bisher keine bodenchemischen oder bodenmechanischen Laboruntersuchungen ausgeführt. Diese Untersuchungen stellen optionale Leistungen dar und können bei Bedarf noch realisiert werden.

5. Untersuchungsergebnisse

5.1 Allgemeiner Schichtenaufbau

Anhand der geotechnischen Felduntersuchungen (siehe Anlage 2 und Anlage 3) werden die angetroffenen Böden dem allgemeinen Schichtenmodell gemäß Tabelle 5-1 zugeordnet.

Tabelle 5-1 Allgemeiner Schichtenaufbau

Schicht	Bezeichnung	Bezeichnung DIN 4023	Boden- gruppe DIN 18196	Mächtigkeit [m]	Bemerkungen
S 1: Auffüllungen					
S 1.1	bindig	A, U, ± s, ± g	[UL, UL- UM]	bis 1,30	umgelagerter Aue- bzw. Tallehm, mineralische Fremdbestandteile: Ziegel- bzw. Betonresten Konsistenz: steif
S 1.2	gemischtkörnig, nicht bindig	A, S-G, ± u, (± x)	[SU-GU, SU*-GU*]	bis 0,90	mineralische Fremdbestandteile: Ziegel- bzw. Betonresten, Anteile teils > 10% Lagerung: sehr locker bis mittel- dicht
S 2: feinkörnige Böden (> 40 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 2.1	Lehm leicht plastisch	U, ± s, (± g)	UL, UL- SU*, UL- UM	bis 2,20	Aue- bzw. Tallehms Konsistenz : weich-steif (tlw. halb- fest)
S 2.2	Lehm mittel plastisch	U, ± s	UM	1,30	Aue- bzw. Tallehms Konsistenz: steif
S 3: gemischtkörnige Böden (0-40 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 3.1	Auesand plastisch	-	-	-	nicht angetroffen
S 3.2	Kiese nicht plastisch	G, ± s, ± u	GU, GU- GU*	> 0,60	z.T. Wechsellagerung mit S 4.2, Lagerung: mitteldicht, z.T. dicht bis sehr dicht
S 4: grobkörnige Böden (0-5 % Massenanteil < 0,06 mm)					
S 4.1	Sande	-	-	-	nicht angetroffen
S 4.2	Kiese	G, ± s	GW	> 1,70	z.T. Wechsellagerung mit S 3.2, Lagerung: mitteldicht z.T. dicht bis sehr dicht

Die Angaben zu den Lagerungsdichten der grob- und gemischtkörnigen Böden sind aus der Bohrbarkeit abgeleitet worden.

5.2 Bodenklassifikation

Auf Grundlage der geotechnischen Erkundung erfolgte eine Bodenklassifikation gemäß DIN 18196 (Bodengruppen und ZTVE-StB 17 (Frostempfindlichkeitsklassen)).

Tabelle 5-2: Bodenklassifikation

Schicht	Bezeichnung	Bodenart DIN 18196	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17
S 1.1	Auffüllung, bindig	[UL, UL-UM]	F3
S 1.2	Auffüllung, gemischtkörnig, nicht bindig	[SU-GU, SU*-GU*]	F2...F3
S 2.1	Lehm leicht plastisch	UL, UL-SU*, UL-UM	F3
S 2.2	Lehm mittel plastisch	UM	F3
S 3.2	Kiese gemischtkörnig, nicht plastisch	GU, GU-GU*	F2...F3
S 4.2	Kiese	GW	F1

6. Schichtenbeschreibung

6.1 Baugrundverhältnisse

Außenbereich: Lustgarten / ehem. Wirtschaftsgarten

Im Bereich des Lustgartens (RKS 8) stehen oberflächennah 0,90 m mächtige, anthropogen überprägte Böden in Form von Auffüllungen an, die feinkörnige Eigenschaften aufweisen. In Einheit mit dem im Liegenden folgenden Aue-/Tallehm der Schicht S 2.1 bilden diese den weitgehend wasserundurchlässigen Deckstauer, punktuell mit einer Mächtigkeit von 2,20 m. Unterhalb des Deckstauers folgen die Grundwasser führenden Kiese der Schicht S 4.2. Mit der realisierten Endteufe von 5,00 m konnte die Oberkante des Liegendstauers (Biotitgranit) nicht erreicht werden.

Im Bereich des Wirtschaftsgartens (RKS 7) weist der Deckstauer eine geringere Mächtigkeit (0,70 m) im Vergleich zum Lustgarten auf. Anthropogene Böden wurden in diesem Bereich nicht angetroffen. Im Liegenden folgt eine 1,10 m mächtige Kiesschicht (S 4.2), die zum Erkundungszeitpunkt nicht Grundwasser führend war. Eine weitere 0,80 m mächtige feinkörnige Grundwasser stauende Schicht (Zwischenstauer) unterlagert die hangenden Kiese. Diese weist einen erhöhten Wassergehalt sowie eine steif bis weiche Konsistenz auf. Das könnte darauf hinweisen, dass die Kiese im Hangenden saisonal Wasser führen. Unterhalb des Zwischenstauers wurden wiederum Kiese der Schicht S 4.2 erbohrt, die jedoch Grundwasser führend waren.

Der liegende Grundwasserstauer (Biotitgranit) konnte, wie bereits am Standort Lustgarten, mit der erreichten Erkundungstiefe von 5 m nicht nachgewiesen werden.

6.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Erkundungsarbeiten im Jahre 2019 wurde das Grundwasser in der RKS 7 (Wiese, ehemaliger Wirtschaftsgarten) in einer Tiefe von 4,10 m unter GOK (= ca. 204,35 m NHN) angetroffen. In der RKS 8, im Lustgarten gelegen, wurde dieses 4,30 m unter GOK (= 204,56 m NHN) angetroffen. Die Grundwasserführung erfolgt in den Kiesen der Schichten S 3.2 und S 4.2. Da die Grundwasserstände stark vom nahen Vorfluter der Lausitzer Neiße beeinflusst werden, wurde der Wasserstand der Neiße am 30.10.2019 eingemessen. Der Wasserstand lag bei einer absoluten Höhe von ca. 204,04 m NHN. Eine Recherche der Wasserstände des Pegels Rosenthal 1 / Lausitzer Neiße (Pegelstand am 01.11.2019, 00:00 Uhr = 1,25 m, MW = 1,49 m, MHW = 2,71 m) ergab zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten einen leicht unterhalb des Mittelwassers gelegenen Wasserstand der Neiße.

Ausgehend von den Wasserständen der Neiße ist damit zu rechnen, dass die am 30.10.2019 in den RKS 7 und RKS 8 gemessenen Grundwasserstände einen mittleren Grundwasserstand repräsentieren.

7. Zusammenfassung

Die Schichtenverhältnisse im Untersuchungsgebiet wurden 2019 mit zwei zusätzlichen RKS und somit mit insgesamt 8 RKS erkundet. Laboruntersuchungen an Bodenproben wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber nicht ausgeführt.

In Ergänzung zu der Darstellung aus /U 6/ wurden zwei weitere geotechnische Längsschnitte (siehe Anlage 3) erstellt. Um eine annähernd flächendeckende Aussage zu erzielen, wurde eine parallele Schnittführung in einem Abstand von ca. 60 m gewählt (siehe Anlage 1). Der Schnitt A umfasst die RKS im Bereich des Propsteigebäudes und die RKS 5 im Bleichgarten sowie die RKS 8 im Lustgarten. Die RKS 6 und RKS 7 wurden zum Schnitt B verbunden, der die Verhältnisse im Bereich des ehemaligen Wirtschaftsgartens und Propsteigartens charakterisieren soll.

In allen Aufschlüssen des Schnittes A wurden oberflächennah anthropogene Auffüllungen angetroffen, deren Mächtigkeit zwischen 0,55 m und 1,70 m schwankt. Die bindigen Auffüllungen der Schicht S 1.1 wirken im Hochwasserfall Wasser stauend. Unter den anthropogenen Auffüllungen folgt im Liegenden ein 1,30 m bis 2,00 m mächtiger Deckstauer (Aue-/Tallehm), welcher der Schicht S 2.1 zuzuordnen ist. Der Deckstauer wird von Grundwasser führenden Kiesen und Schottern der Schicht S 4.2 unterlagert. Im Bereich des Bleichgartens wurde ein, dem Deckstauer zwischengeschalteter, geringmächtiger Kieshorizont (Schicht S 3.2) erkundet.

In den beiden Aufschlüssen des Schnittes B fehlten anthropogene Böden. Durchgehend ist ein relativ mächtiger Deckstauer (S 2.1) vorhanden, der eine Mächtigkeit von bis zu 2,20 m erreicht. Unterhalb des Deckstauers folgen die Grundwasser führenden Kiese und Schotter der Neiße (S 4.2). Wie in RKS 5 (Schnitt A) wurde in der RKS 7 (Wirtschaftsgarten) ein in den Deckstauer eingelagerter Kieshorizont (Mächtigkeit = 1,10 m) festgestellt. Bedingt durch die Mäandrierung des Flusslaufes innerhalb der Aue kommt es offenbar teilweise zu einem vertikalen Wechsel von Grundwasserstauer und Grundwasserleiter.

Aus den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann abgeleitet werden, dass der ursprüngliche Schichtenaufbau im Bereich des Schnittes A in Folge der Bautätigkeit oberflächennah anthropogen verändert wurde. Der Deckstauer (Auelehm) wurde teilweise anthropogen überprägt bzw. durch nicht bindige Auffüllung ersetzt. Prinzipiell ist jedoch eine ausreichend mächtige Schicht natürlichen Auelehms erhalten geblieben, die den Gebäudekomplex vor aufsteigendem Grundwasser bei einem Hochwasser in der Neiße schützt.

Im Bereich des Schnittes B scheinen die natürlichen Lagerungsverhältnisse der Bodenschichten erhalten geblieben zu sein. Auch hier ist, trotz des Auftretens einer Wechsellagerung von Grundwasserstauer und Grundwasserleiter, eine ausreichend mächtige Auelehm-schicht vorhanden, die das Areal vor aufsteigendem Grundwasser schützt.

Eine Überflutung des Gebietes mit Oberflächenwasser wird durch die ausgeführten Hochwasserschutzmaßnahmen wirksam verhindert.

Eine Aussage zur flächenhaften Verbreitung der Grundwasser stauenden und Grundwasser führenden Schichten in den Außenbereichen wäre für die Planung eines diesbezüglichen Schutzes gegenüber Schichtenwasserzutritten zum Gebäudekomplex dienlich, ist jedoch mit den ausgeführten punktuellen Aufschlüssen nicht möglich. Insbesondere ist auch nicht sicher, ob die bindigen Böden nicht teilweise fehlen oder durch Baumaßnahmen durchbrochen wurden und somit keine Schutzwirkung gegenüber einem Hochwasser in der Neiße bei einem Wasserzufluss über den Grundwasserleiter gegeben ist.

Für eine verlässliche Einschätzung der flächenhaften Verbreitung Grundwasser führender und Grundwasser stauender Schichten wird gemäß /U 6/ folgendes Untersuchungsprogramm empfohlen:

- Ausführung von geophysikalischen Messungen (mehrfach überdeckende, 2-dimensionale widerstandsgeoelektrische Sondierungskartierung mit Elektrodenkonfigurationen nach WENNER) zur Abschätzung der flächenhaften Verbreitung von Grundwasser leitenden und stauenden Schichten auf mehreren Profilen,
- Erkundung des Schichtenaufbaus mittels direkten Aufschlüssen zur Untersetzung der geophysikalischen Messergebnisse, Endtiefe von 3 – 4 m (Nachweis Basis Aue- bzw. Tallehm),
- Bestimmung der Kornverteilungen der anstehenden Böden (Ausführung von Sieb- und Schlämmanalysen) zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten,
- Ableitung der Bodenkennwerte der anstehenden Schichten aus den Baugrundaufschlüssen sowie den bodenmechanischen Laboruntersuchungen.

Schlussbemerkungen

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Aufschlüsse punktförmigen Charakter tragen. Aufgrund des punktförmigen Charakters der Aufschlüsse müssen die daraus resultierenden Aussagen nicht auf jede Stelle des Untersuchungsgebietes zutreffen.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne mit Ansatzpunkten der geotechnischen Aufschlüsse
Anlage 2	Dokumentation der Bohrungen, Bohrprofile nach DIN 4023
Anlage 3	Ingenieurgeologische Schnitte A und B

Abkürzungsverzeichnis

GOK	Geländeoberkante
GWL	Grundwasserleiter
k_f	gesättigte Wasserdurchlässigkeit
KV	Korngrößenverteilung
P	Einzelprobe
RKS	Rammkernsondierung
w_n	Wassergehalt
ZG	Zustandsgrenzen

Abkürzung der Bodenarten nach DIN 4023 und der Bodengruppen nach DIN 18196

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1	Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse 07+12/2017+10/2019	4
Tabelle 5-1	Allgemeiner Schichtenaufbau.....	5
Tabelle 5-2:	Bodenklassifikation	6

Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen

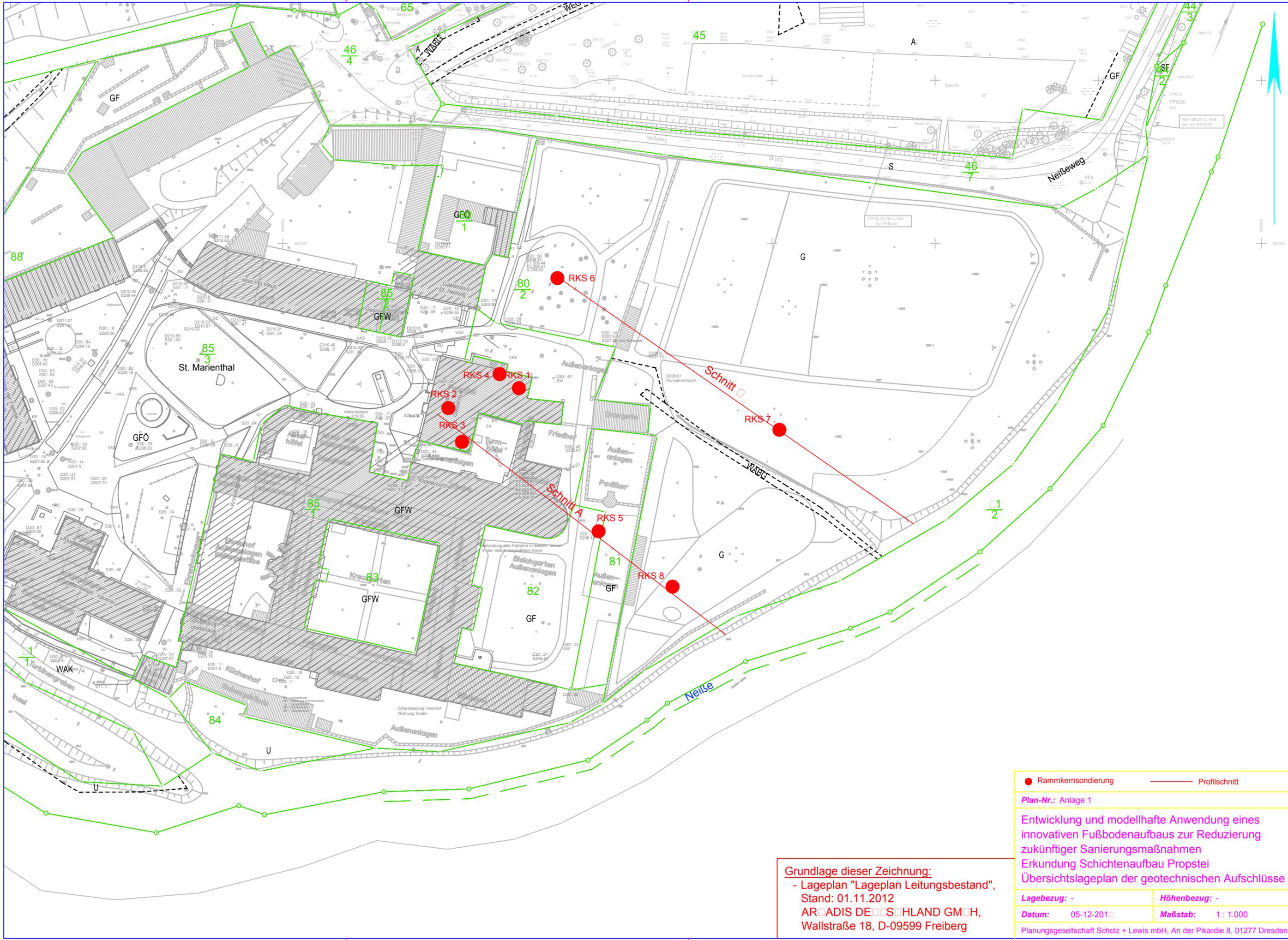
- /R 1/ DIN 1054: 2010-12: „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderungen A1 und A2
- /R 2/ DIN 4020: 2010-12: „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“
- /R 3/ DIN 4023: 2006-02: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen“
- /R 4/ DIN 18300: 2016-09: „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten“
- /R 5/ DIN EN 1997-1: 2014-03: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA: 2010-12
- /R 6/ DIN EN 1997-2: 2010-10: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-2/NA: 2010-12
- /R 7/ DIN EN ISO 14688-1: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 1: Benennung und Beschreibung“
- /R 8/ DIN EN ISO 14688-2: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen“
- /R 9/ DIN EN ISO 22475-1: 2007-01 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Aufschluss- und Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung“

Anlage 1

Lagepläne mit Ansatzpunkten der geotechnischen Aufschlüsse

Übersichtslageplan Kloster, M 1: 1.000

(1 Blattschnitt)



● Rammkernsondierung — Profilschnitt

Plan-Nr.: Anlage 1

Entwicklung und modellhafte Anwendung eines innovativen Fußbodenaufbaus zur Reduzierung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen
 Erkundung Schichtenaufbau Propstei
 Übersichtslageplan der geotechnischen Aufschlüsse

Lagebezug: - Höhenbezug: -

Datum: 05-12-2011 Maßstab: 1 : 1.000

Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, An der Pikardie 8, 01277 Dresden

Grundlage dieser Zeichnung:
 - Lageplan "Lageplan Leitungsbestand",
 Stand: 01.11.2012
 ARADIS DESSHLAND GMH,
 Wallstraße 18, D-09599 Freiberg

Anlage 2

**Dokumentation der geotechnischen Aufschlüsse,
Bohrprofile gemäß DIN 4023, Fotodokumentation**

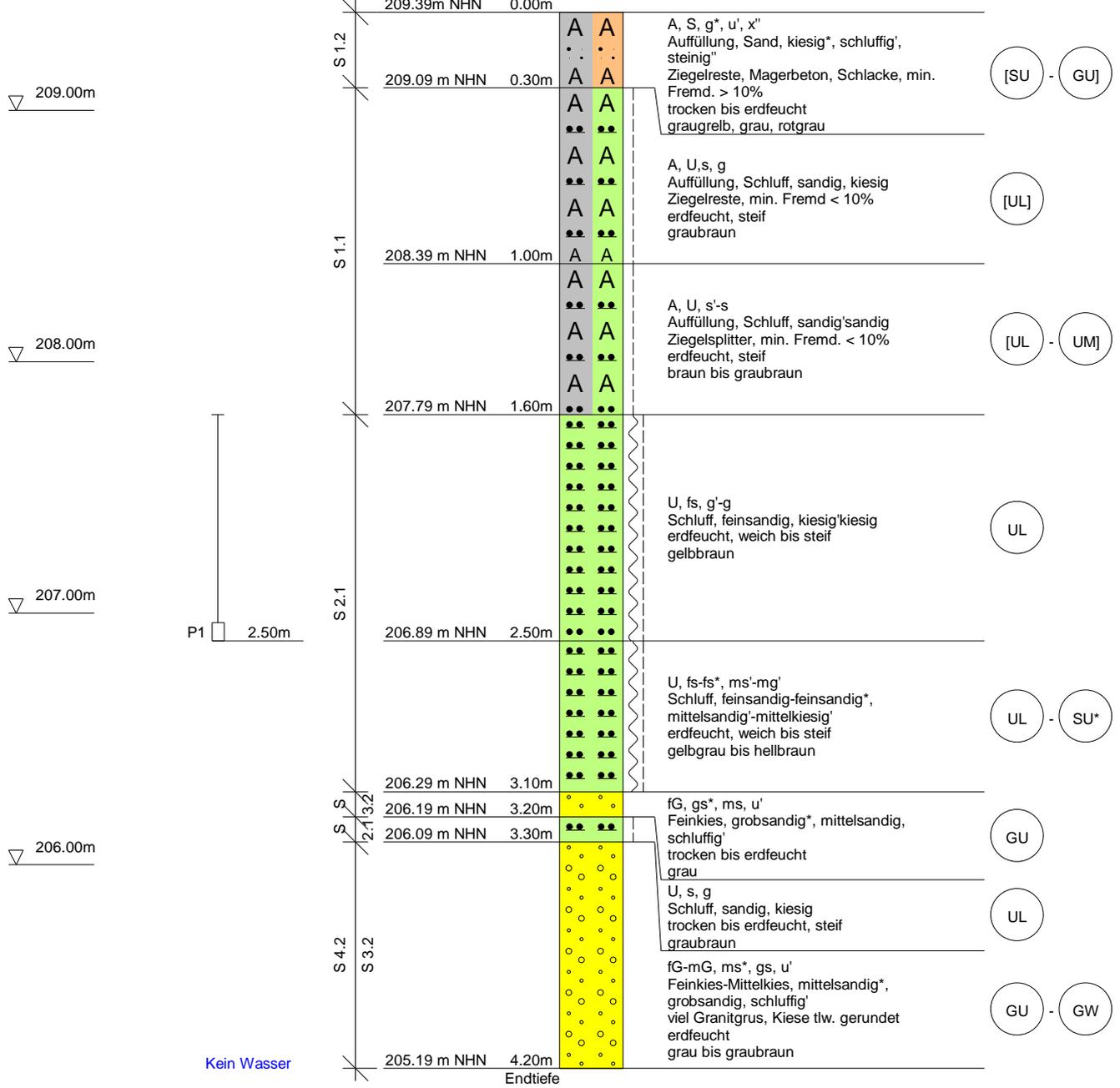
Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 8

(8 Seiten)

Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 11/2017	Station: Propstei	Lage: P-EG06.2 V3
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 5494972.0	Hochwert: 5651406.0

RKS 1

Ansatzpunkt: 209.39 m NHN



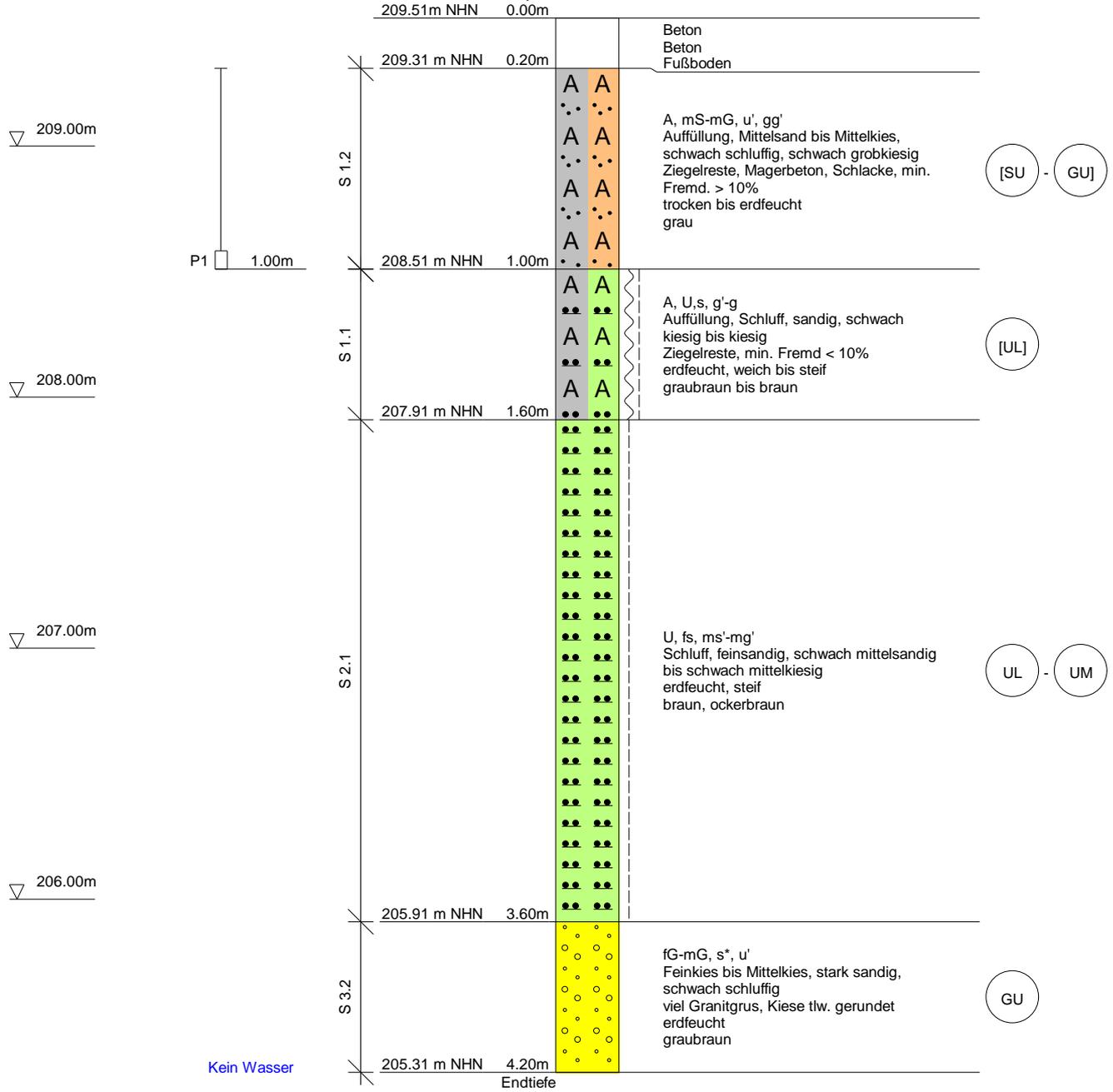
Kein Wasser

Ansatzpunkt 0,25 m unter Fußboden Gang
kein Bohrfortschritt

Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 11/2017	Station: Propstei	Lage: P-EG15 V2
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 5494951.0	Hochwert: 5651400.0

RKS 2

Ansatzpunkt: 209.51 m NHN



Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 11/2017	Station: Propstei	Lage: P-EG12 V3
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 5494955.0	Hochwert: 5651389.0

RKS 3

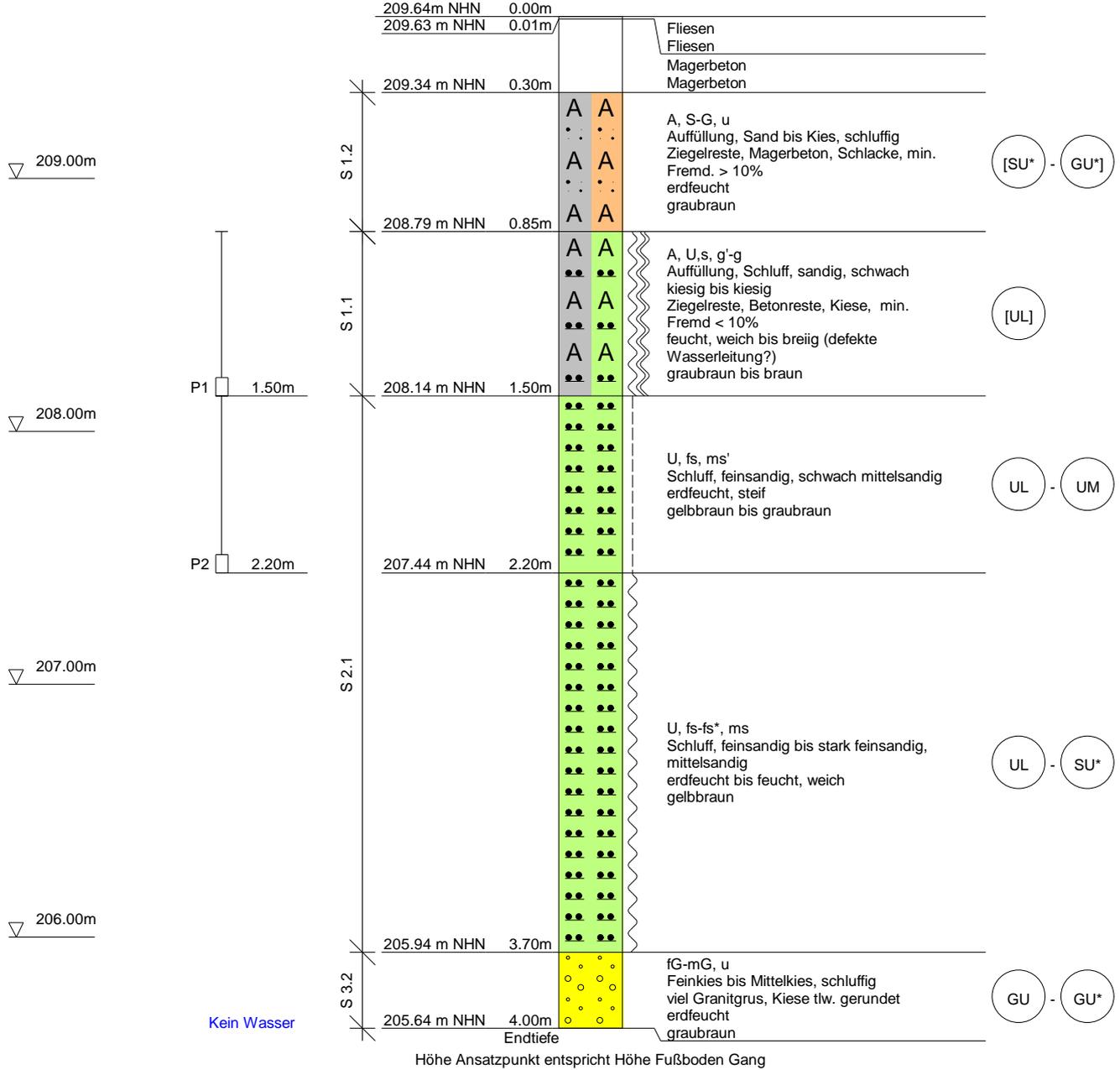
Ansatzpunkt: 209.46 m NHN



Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 11/2017	Station: Propstei	Lage: P-EG04 V3
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 5494966.0	Hochwert: 5651410.0

RKS 4

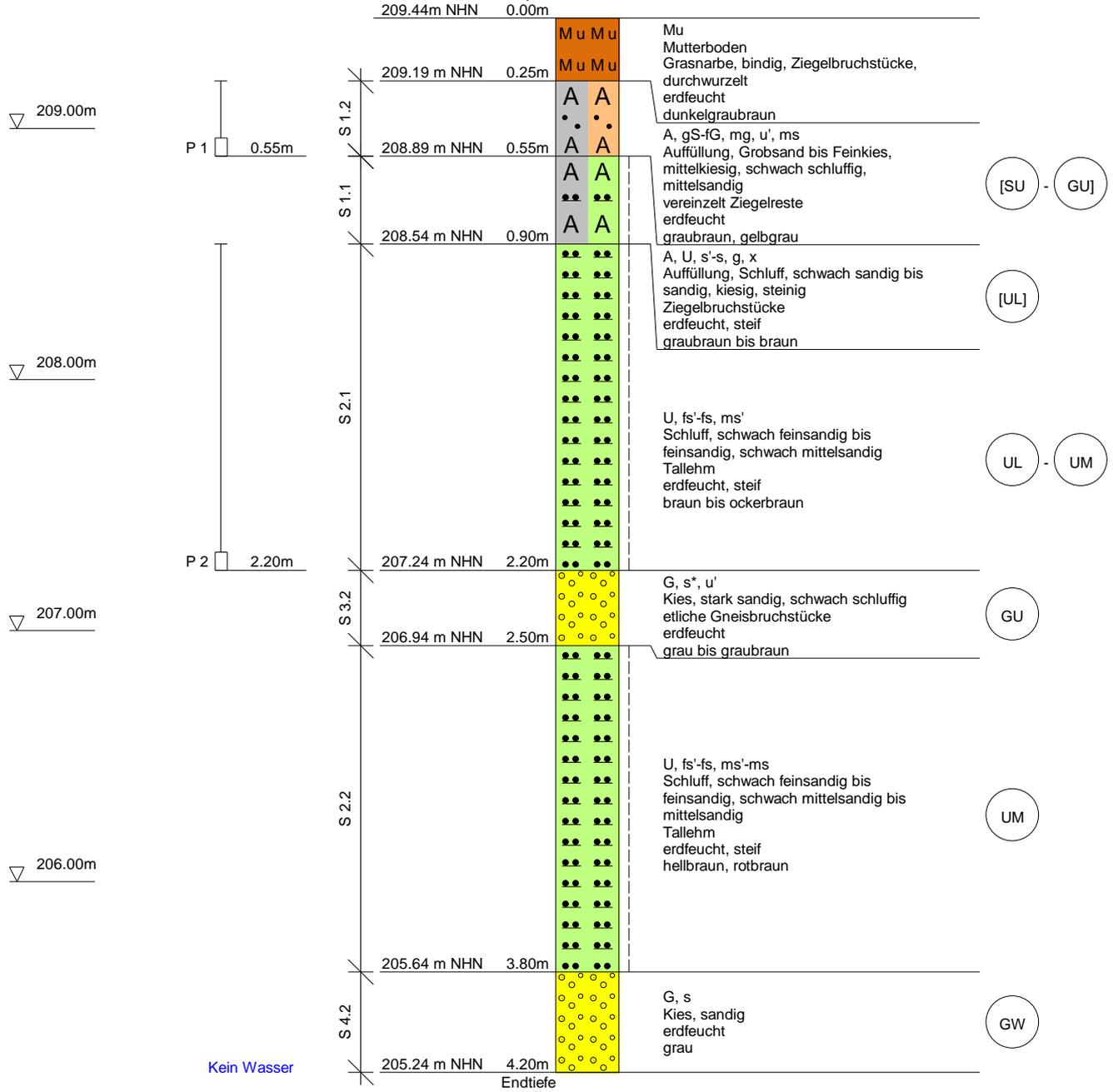
Ansatzpunkt: 209.64 m NHN



Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 12/2017	Station: Bleichgarten	Lage: Wiese
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 549497.0	Hochwert: 5651362.0

RKS 5

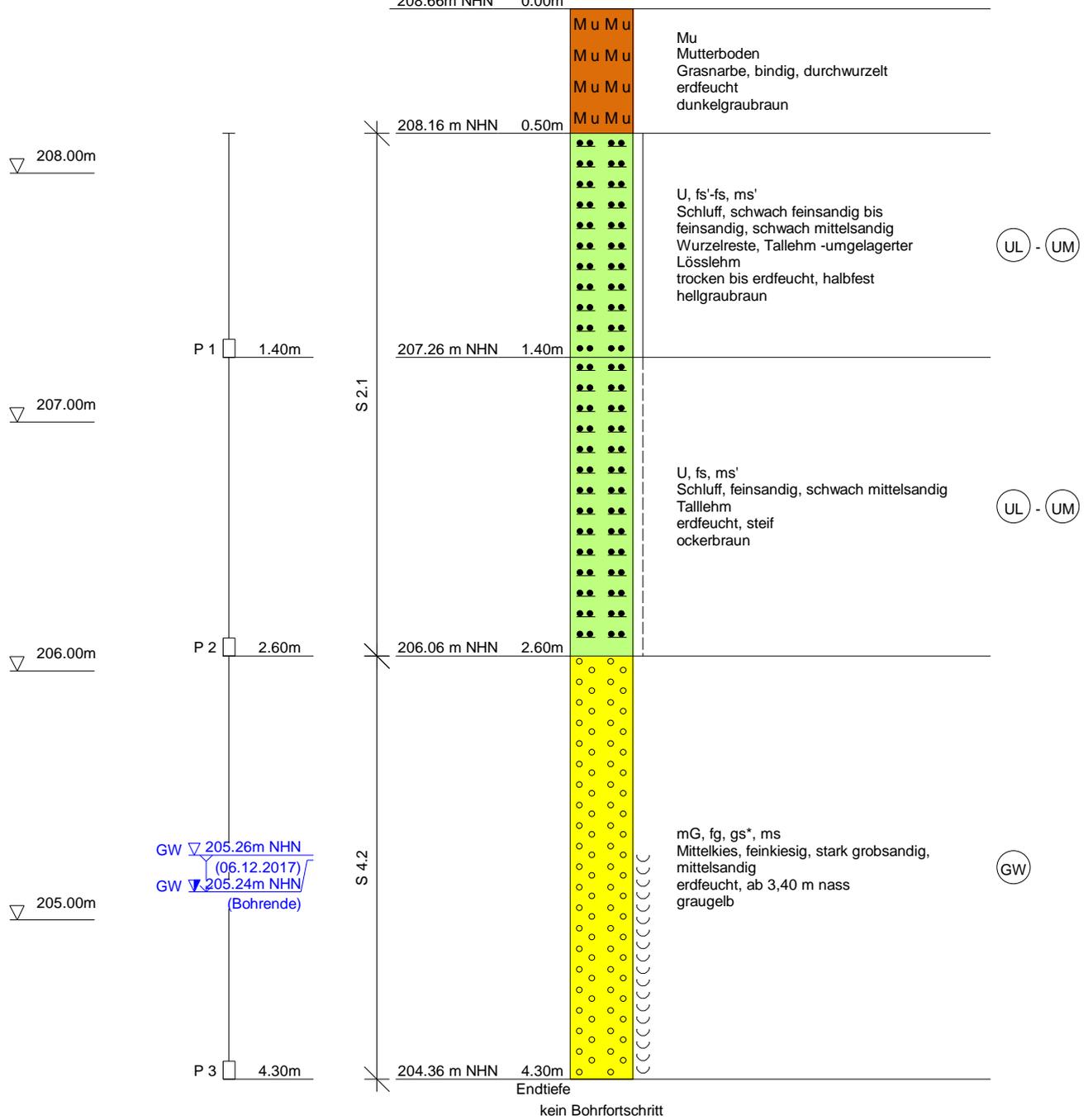
Ansatzpunkt: 209.44 m NHN



Auftraggeber: Zisterzienserinnenabtei St. Marienthal			
Projekt : Kloster St. Marienthal			
Projektnr.: G_10150			
Bearbeiter: Müller	Datum: 12/2017	Station: Propsteigarten	Lage: Wiese
Maßstab: 1: 25	Anlage: 2	Rechtswert: 5494984.0	Hochwert: 5651439.0

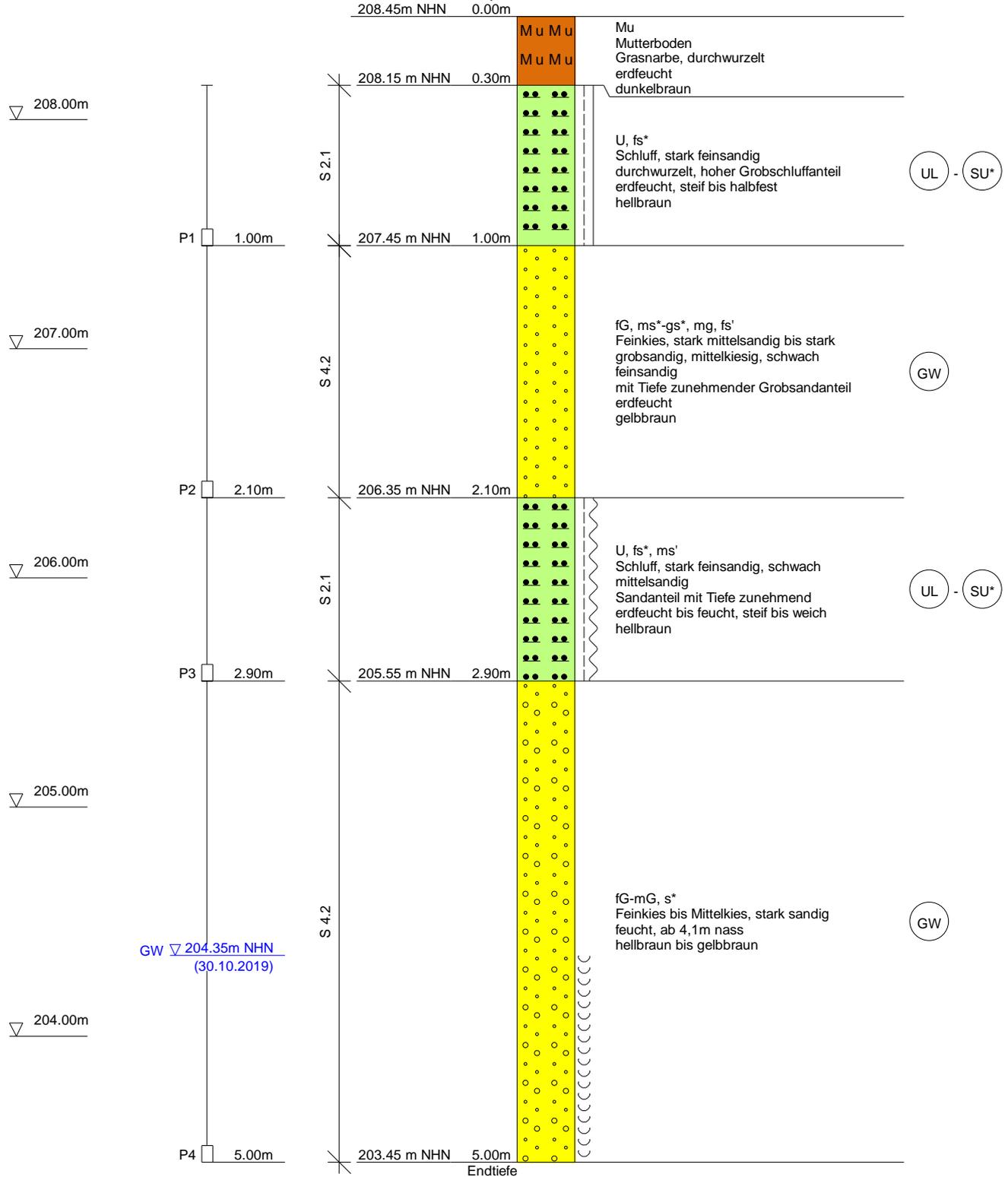
RKS 6

Ansatzpunkt: 208.66 m NHN



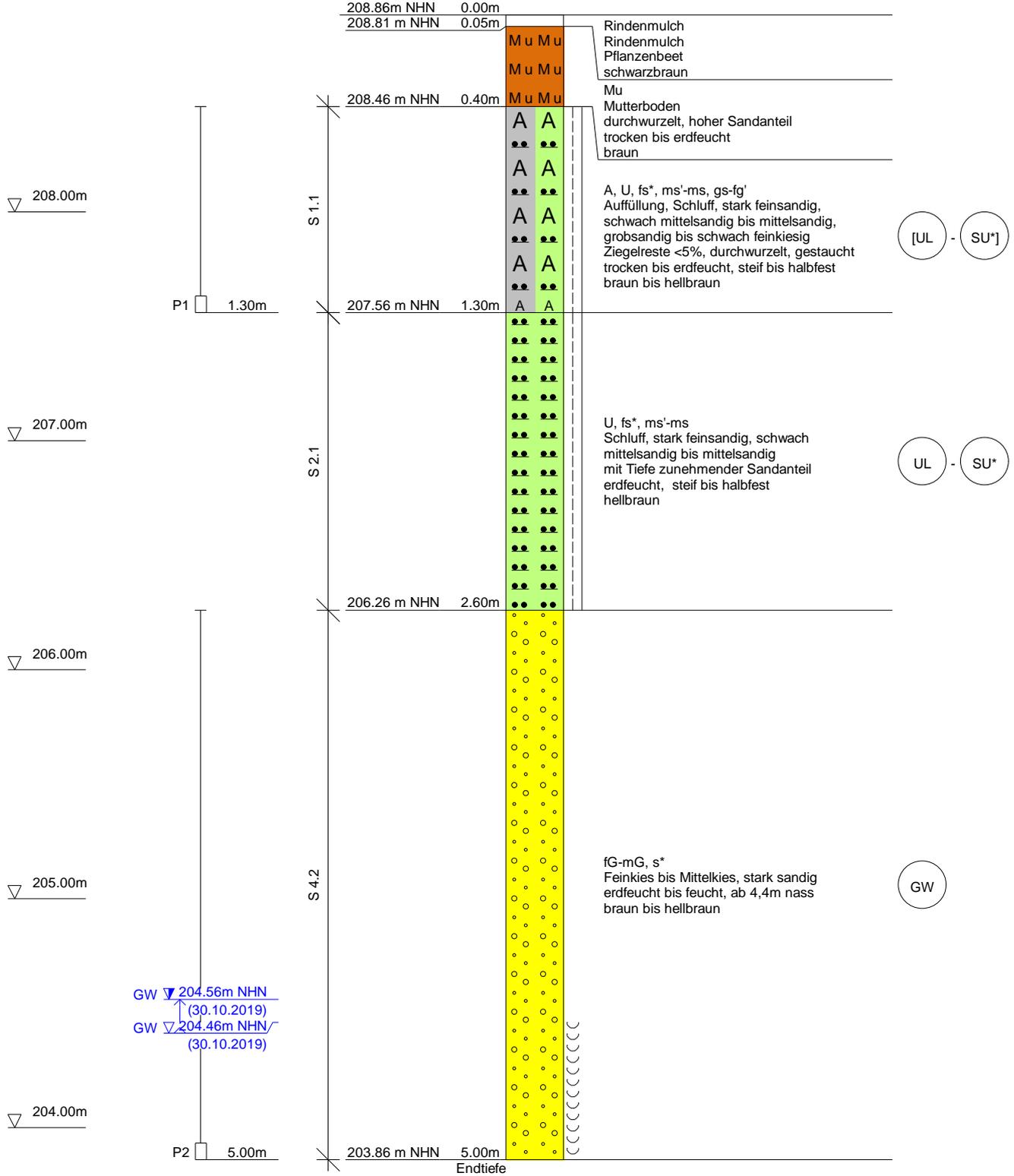
RKS 7

Ansatzpunkt: 208.45 m NHN



RKS 8

Ansatzpunkt: 208.86 m NHN



Anlage 3

Ingenieurgeologische Schnitte

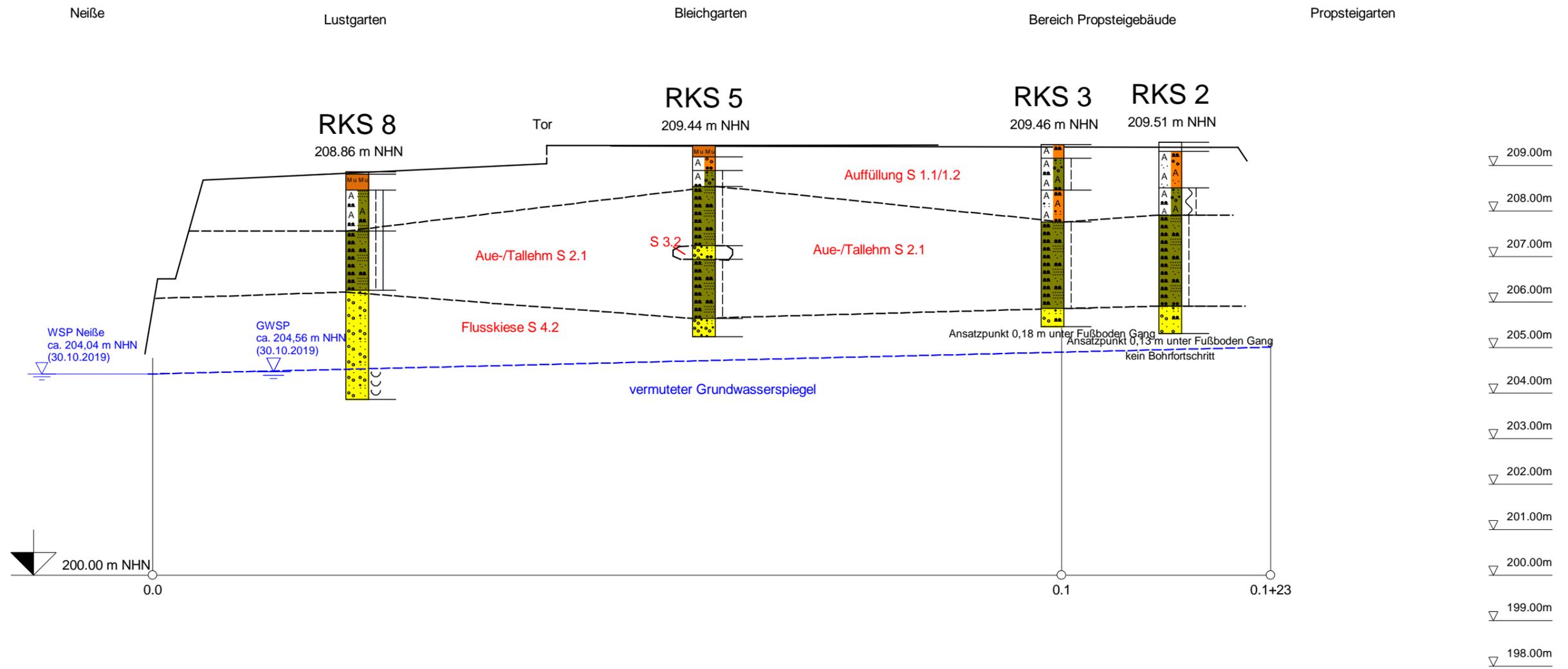
Maßstab 1:100/1:500

(2 Blattschnitte)

SE

NW

Schnitt A



Grundlagen der Schnitterstellung bilden die Erkundungsergebnisse sowie der Lageplan Leitungsbstand mit Stand vom 01.11.2012. Der Schnitt verläuft SE-NW streichend, vom Propsteigebäude in Richtung Weißer.

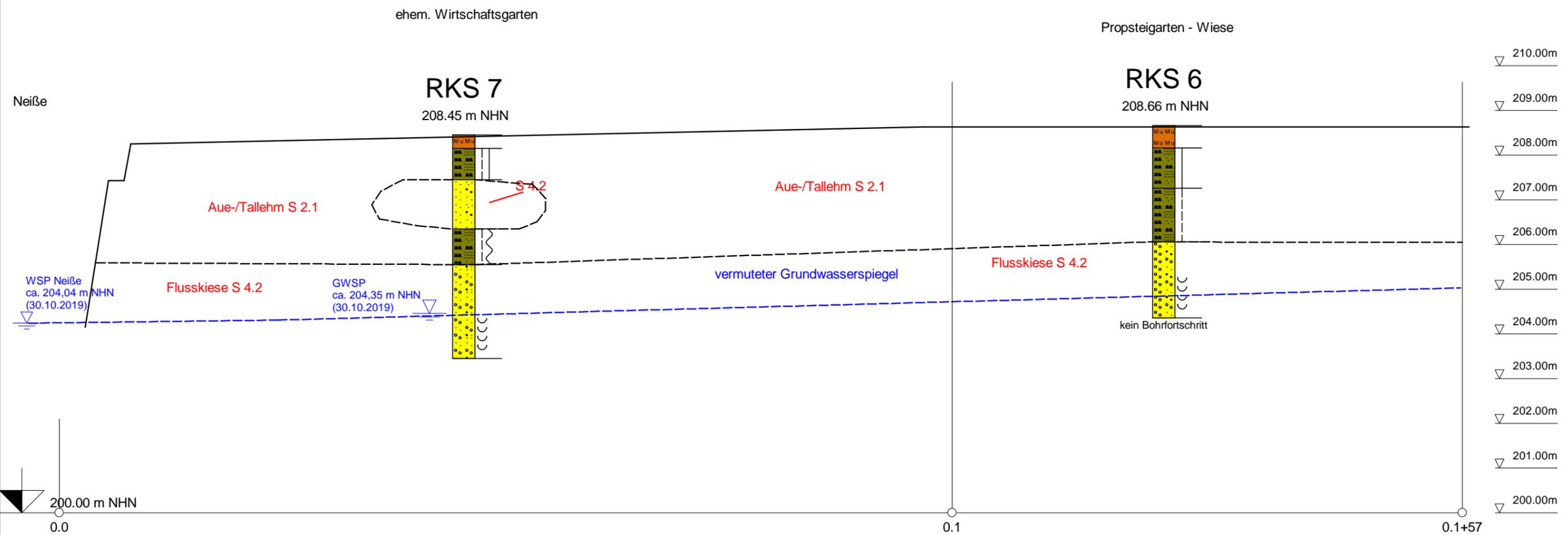
Die hier dargestellten Verläufe der Schichtgrenzen stellen lediglich eine Interpretation der punktförmigen Aufschlüsse dar.

Projekt :	Kloster Marienthal, Erkundung Schichtenauf
Projekt.-Nr. :	G_10150
Maßstab :	1:100/1:500
Datum :	11/2019
Anlage :	3

E

Schnitt B

W



Grundlagen der Schnitterstellung bilden die Erkundungsergebnisse sowie der Lageplan Leitungsbestand mit Stand vom 01.11.2012. Der Schnitt verläuft E-W streichend, vom Propsteigebäude in Richtung Neißer.

Die hier dargestellten Verläufe der Schichtgrenzen stellen lediglich eine Interpretation der punktförmigen Aufschlussdaten dar.

planungsgesellschaft
SCHOLZ+LEWIS mbH

Projekt :	Kloster Marienthal, Erkundung Schichtenauf
Projekt.-Nr. :	G_10150
Maßstab :	1:100/1:500
Datum :	11/2019
Anlage :	3

Technische Daten für Liapor 4/8 und Liapor 8/16 – gebunden

Lose Körnung		Deutschland	Österreich		Deutschland	Österreich
		Liapor 4/8			Liapor 8/16	
Korngröße	mm	4/8			8/16	
Schüttdichte trocken	Kg/m ³	325 ± 25	290 – 390		325 ± 25	260 – 360
Brandklasse		A1 (nicht brennbar nach DIN 4102)				

Zementgebundene Körnung für Liapor-Dämmbeton		Deutschland	Österreich		Deutschland	Österreich
		Liapor 4/8			Liapor 8/16	
Anwendung		Wärmedämmender Höhenausgleich, leichte Drainage				
Betonrohddichte trocken	Kg/m ³	Ca. 500			Ca. 470	
Druckfestigkeit nach 28 Tagen	N/mm ²	Ca. 1,5			Ca. 1,5	
Wärmeleitfähigkeit λ_R	W/(mK)	0,13	0,15		0,13	0,15
Wärmedurchlasswiderstand R bei einer Schichtdicke von 10 cm	(m ² K)/W	0,77	0,67		0,77	0,67
Dampfdiffusionswiderstandszahl μ		5				
Bewerte Trittschallminderung ΔL_w (bei 18,5 cm Konstruktionshöhe)	dB	bis zu 33				
Brandklasse		A1 (nicht brennbar nach DIN 4102)				

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	Pittsburgh Corning Europe NV
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-PCE-2013256-IBA2-DE
ECO EPD Ref. No.	ECO-00000218
Ausstellungsdatum	19.08.2015
Gültig bis	18.08.2020

FOAMGLAS® T4+

Pittsburgh Corning Europe NV

www.bau-umwelt.com / <https://epd-online.com>



1. Allgemeine Angaben

<p>Pittsburgh Corning Europe NV</p> <p>Programmhalter IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V. Panoramastr. 1 10178 Berlin Deutschland</p> <hr/> <p>Deklarationsnummer EPD-PCE-2013256-IBA2-DE</p> <hr/> <p>Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln: Mineralische Dämmstoffe, 07.2014 (PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat)</p> <hr/> <p>Ausstellungsdatum 19.08.2015</p> <hr/> <p>Gültig bis 18.08.2020</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><i>Horst J. Bossenmayer</i></p> <hr/> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><i>Dr. Burkhard Lehmann</i></p> <hr/> <p>Dr. Burkhard Lehmann (Geschäftsführer IBU)</p>	<p>FOAMGLAS® T4+</p> <p>Inhaber der Deklaration Pittsburgh Corning Europe NV Albertkade 1 B-3980 Tessenderlo Belgien</p> <hr/> <p>Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit 1 kg unkaschierter unbeschichteter Schaumglas-Dämmstoff FOAMGLAS® T4+</p> <hr/> <p>Gültigkeitsbereich: Dieses Dokument bezieht sich auf die Herstellung von 1 kg unbeschichtetem Schaumglas „FOAMGLAS® T4+“ hergestellt in Belgien am Produktionsstandort Tessenderlo der Firma Pittsburgh Corning Europe NV. Mit Hilfe eines Zuschlagfaktors in Höhe von 13 % ist es möglich, die Umweltwirkungen des beschichteten Produktes „FOAMGLAS® T4+“ abzuschätzen. Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.</p> <hr/> <p>Verifizierung</p> <p>Die CEN Norm /EN 15804/ dient als Kern-PCR</p> <p>Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n Dritte/n gemäß /ISO 14025/</p> <p><input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><i>Matthias Schulz</i></p> <hr/> <p>Matthias Schulz, Unabhängige/r Prüfer/in vom SVR bestellt</p>
--	---

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung

FOAMGLAS® ist ein Wärmedämmstoff aus aufgeschäumtem Glas für den Hochbau sowie für betriebstechnische Anlagen. Aus ihm werden maßhaltige Platten, Boards, Rohrschalen, Segmente und andere Spezialelemente gefertigt. **FOAMGLAS®** Platten bzw. Elemente werden vorwiegend aus hochwertigem Recyclingglas (z.B. Windschutzscheiben) sowie mineralischen Grundstoffen, wie Sand, ohne Einsatz von Bindemitteln hergestellt. Die Struktur ist geschlossenzellig. Deklariert wird das Produkt **FOAMGLAS® T4+** mit Rohdichte 115 kg/m³ (± 15 %). Die Produkte werden in Dicken zwischen 40 mm und 200 mm geliefert, beispielsweise als druckfeste Platten. Der Einsatz von beschichtetem oder unbeschichtetem **FOAMGLAS®** ist anwendungs-abhängig. Zur Innendämmung wird häufig die unbeschichtete Platte eingesetzt und mit diversen Putzen beschichtet. Bei Dächern wird **FOAMGLAS®** entweder mit Heißbitumen beschichtet bevor die Abdichtungsbahn aufgebracht wird, oder es werden spezielle Boards verwendet wie z.B. **FOAMGLAS® READY BOARD**. Diese werkseitige Beschichtung ist eine dünne Bitumenbeschichtung in Kombination mit Folie oder Vlies.

Die Produkte von **Pittsburgh Corning Europe NV** entstammen dem Werk Tessenderlo (B).

2.2 Anwendung

Der Dämmstoff **FOAMGLAS®** wird für die gesamte Gebäudehülle eingesetzt.

- Alle Anwendungsbereiche entsprechen /DIN4108/ oder anderen lokalen Anwendungsrichtlinien für die Anwendungsgebiete Dach, Wand, Decke, Perimeter und weitere Spezialanwendungen.
- Haustechnik (Luftschächte, Kaltwasser -anlagen, Kanäle).
- Technische Isolierung (Dämmung von Rohrleitungen, Behältern, Tanks und Apparaturen)
- Brandschutzelemente (Brandschutzertüchtigungen von Wänden, Anschlüssen und Rohrdurchführungen)

2.3 Technische Daten

Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Wärmeleitfähigkeit (DIN EN 13167)	0,041	W/(mK)
Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit Nur gültig für Deutschland (gem. Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung)	0,042	W/(mK)
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (DIN EN ISO 10456)	unendlich	-

Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	40000	m
Rohdichte (DIN EN 13501-1)	115	kg/m ³
Druckfestigkeit (DIN EN 826)	600	N/mm ²
Brandverhalten (DIN EN 13501-1)	nichtbrennbar A1	
Schmelzpunkt (DIN 4102-17)	> 1.000	°C

Die Angabe des Schallabsorptionsgrades ist für das Produkt FOAMGLAS® nicht relevant.

2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Für das Inverkehrbringen in der EU/EFTA gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011/ vom 9. März 2011. Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der harmonisierten Europäischen Norm /DIN EN 13167:2013-03/ und die CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen, in Deutschland die Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt für FOAMGLAS® Dämmstoffe der Deutsche FOAMGLAS® GmbH /Nr. Z-23.15-1403/.

2.5 Lieferzustand

FOAMGLAS® T4+ Platten sind in folgenden Abmessungen erhältlich: 600 x 450 mm, 300 x 450 mm. Plattendicke: 40 – 200 mm. Rohdichte: 115 kg/m³
Weitere Abmessungen auf Anfrage.

2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Durchschnittliche Zusammensetzung von FOAMGLAS® T4+:

Bezeichnung	Wert	Einheit
Glas recycelt	≥ 60	Masse-%
Feldspat	≤ 20	Masse-%
Sand	≤ 15	Masse-%
Soda (Dinatriumkarbonat)	≤ 10	Masse-%
Eisenoxid	≤ 5	Masse-%
Natriumnitrat	≤ 1	Masse-%
Natriumsulfat	≤ 1	Masse-%
Kohlenschwarz	≤ 1	Masse-%

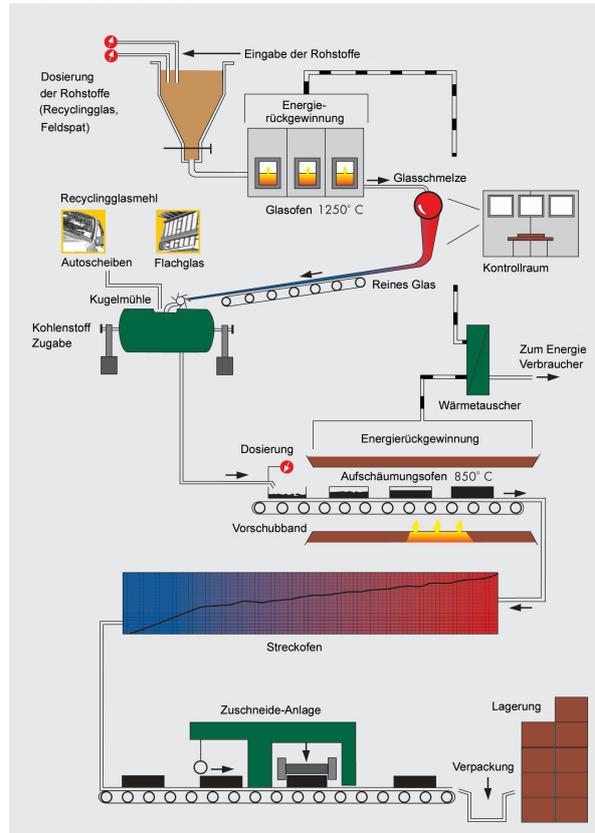
FOAMGLAS® besteht aus natürlich vorkommenden mineralischen Grundstoffen. Für den Prozess wird als Hilfsstoff z.B. Aluminiumhydroxid (≤1%) eingesetzt.

2.7 Herstellung

Im ersten Schritt werden die Rohmaterialien eingewogen, zermahlen, gemischt und im Elektrodenofen bei 1250 °C aufgeschmolzen. Die Verwendung von elektrischer Energie zum Schmelzen gewährleistet eine homogene Schmelze.

Nach Abkühlen der Schmelze wird das Glas in Kugelmühlen mit Hilfe von Korundzylindern fein zermahlen. Ein Teil des eingesetzten Recyclingglases kann ohne vorheriges Schmelzen direkt gemahlen und geschäumt werden. Es wird mit der vorbehandelten Pulvermischung vermischt und in Schäumformen aus Edelstahl gefüllt. Die Mischung durchläuft bei 850 °C einen Schäumungsprozess. Sie wird anschließend im Streckofen kontrolliert abgekühlt und nach dem spannungsfreien Auskühlen geschnitten und verpackt. Der Strombedarf wird zu 100 % über den Einkauf eines zertifizierten Strommixes aus Wasserkraftwerken garantiert.

Produktionsablauf:



Gütesicherung:

Die Gütesicherung erfolgt über Eigen- und Fremdüberwachung. Das Produkt ist konform mit der Leistungserklärung. Es trägt zusätzlich das CEN Keymark Zertifikat gemäß DIN EN 13167 und DIN EN 13172.

2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Während des gesamten Herstellungsprozesses sind keine über die rechtlich festgelegten Arbeitsschutzmaßnahmen für Gewerbebetriebe hinausgehenden Maßnahmen zum Gesundheitsschutz erforderlich.

Sicherheit- und Gesundheitsmanagement gemäß /BS OHSAS 18001:2007/.

Umweltschutz Herstellung:

Wasser/Boden:

Die bei der Herstellung und Anlagenreinigung anfallenden Wässer werden in einer werkseigenen Abwasserbehandlungsanlage mechanisch geklärt und wieder im Produktionsprozess eingesetzt. Das Abwasser entspricht den lokalen Vorschriften und darüber hinaus unterstützen die im Abwasser enthaltenen geringen Al₂O₃-Schwebstoffe die Reinigung der Abwässer.

Lärm:

Die Lärmemissionen der Produktionsanlagen an die Umgebung liegen unter den zulässigen Grenzwerten.

Die Anforderungen gem. Qualität-, Umwelt-, und Energiemanagement werden eingehalten: (/DIN EN ISO 9001:2008-12/, /DIN EN ISO

2.9 Produktverarbeitung/Installation

Die Empfehlungen zur Produktverarbeitung sind produkt- und systemabhängig und in den jeweiligen Dokumentationen und Datenblättern (verfügbar unter www.foamglas.com) beschrieben.

Das Produkt enthält keine Konzentrationen von Substanzen, die bekanntermaßen gesundheitsgefährdend sind. Der beim Sägen entstehende Staub ist inert und nicht kristallin.

FOAMGLAS® Elemente werden je nach Anforderung trocken, sonst mit mineralischen oder bituminösen Klebern installiert. Die Dämmplatten werden im Verband versetzt und je nach Feuchtigkeitsbelastung mit offenen oder verklebten Fugen verlegt und stumpf gestoßen.

Es gilt das Regelwerk der Berufsgenossenschaften. Bei der Verarbeitung der genannten Produkte sind die üblichen Arbeitsschutzmaßnahmen entsprechend Herstellerangaben einzuhalten.

Gefährdungen für Wasser, Luft und Boden können bei bestimmungsgemäßer Verarbeitung von **FOAMGLAS®** nach heutigem Erkenntnisstand nicht entstehen.

2.10 Verpackung

Als Verpackungsmaterialien dienen Holzpaletten, die wiederverwendbar sind, PE-Schrumpffolie und Kartonteile. Auf der Baustelle werden die Verpackungsmaterialien (PE-Folie und Karton) entsorgt. Es findet eine thermische Verwertung statt.

2.11 Nutzungszustand

Während der Nutzung ergeben sich keine Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung. **FOAMGLAS®** Produkte sind bei bestimmungsgemäßer Anwendung nahezu unbegrenzt gebrauchsfähig. Sie sind unempfindlich gegen Feuchte, Schädlinge, Säuren und Chemikalien.

2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Inhaltsstoffe: Keine Besonderheiten der stofflichen Zusammensetzung für den Zeitraum der Nutzung. Gemäß offiziellen Emissionsmessungen für Innenraumluft ist

FOAMGLAS® ein Dämmmaterial, bei dem nach dem Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten /AgBB Schema/ weder VOC (flüchtige organische Verbindungen) noch krebserzeugende Emissionen nach 3 und 28 Tagen nachweisbar sind (vgl. Kapitel 7.2). Emissionstest gem. /DIN EN ISO 16000-6/9/.

2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer der **FOAMGLAS®** Produkte ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht limitiert und ausschließlich begrenzt durch die Nutzungsdauer der Bauteile bzw. des vollständigen Gebäudes.

Die geschlossenzellige Struktur von **FOAMGLAS®** verhindert jegliche Wasseraufnahme im Dämmstoff. Die Funktion der Dämmleistung bleibt über die Nutzungsdauer uneingeschränkt erhalten. Die Dämmprodukte sind unempfindlich gegen Feuchte, Schädlinge, Säuren und Chemikalien.

Einflüsse auf die Alterung bei Anwendung nach den Regeln der Technik.

2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

FOAMGLAS® ist eingestuft in die Euroklasse A1 nach /DIN EN 13501-1:2010-01/ sowie Baustoffklasse A1 gem. /DIN 4102-1:1998-05/.

Bauprodukte der Klasse A1 weisen kein Gefährdungspotential bezüglich Rauchentwicklung, Entzündbarkeit und brennendem Abtropfen auf.

Die Schmelztemperatur der **FOAMGLAS® Dämmplatten** liegt über 1000 °C /DIN 4102-17/, die maximale Anwendungsgrenztemperatur bei etwa 430 °C.

Brandschutz

Bezeichnung	Wert
Baustoffklasse / Euroklasse	A1
Brennendes Abtropfen	nein
Rauchgasentwicklung	nein

Wasser

Feuchteeinwirkung kann die Dämmeigenschaften von **FOAMGLAS®** aufgrund seiner geschlossenzelligen Struktur nicht beeinträchtigen. Selbst bei lang anhaltender Wassereinwirkung (z.B. Hochwasser) bleibt der Dämmstoff intakt. Gemäß Allgemeiner /Bauaufsichtlicher Zulassung (Z-23.5-103)/ ist **FOAMGLAS®** bei drückendem Wasser bis 12m Eintauchtiefe dauerhaft funktionsfähig. **FOAMGLAS®** stellt keine Gefahr für die Umwelt dar, selbst bei anhaltendem Kontakt mit Wasser. (siehe 7.1. Eluattest).

Mechanische Zerstörung

FOAMGLAS® ist in jeglicher Hinsicht äußerst belastbar und bei bestimmungsgemäßigem Einsatz besteht keine Gefahr mechanischer Zerstörung. Es bestehen keinerlei Gefahren für die Umwelt aufgrund der mineralischen Zusammensetzung. Siehe Material-Safety-Data-Sheets (MSDS) **FOAMGLAS®** und natureplus Zertifikat).

2.15 Nachnutzungsphase

Bei sortenreiner Trennung können die deklarierten Produkte wieder aufgemahlen und als Zusatzstoff bei der Herstellung von **FOAMGLAS®** wiederverwertet werden (Materialrecycling). Ferner eignen sich ansonsten sortenreine Produkte, auch mit anhaftendem Kleber, zur Weiterverwertung als Füll- und Schüttmaterial im Tiefbau, Straßenbau oder z. B. für Lärmschutzwälle (Materialrecycling).

2.16 Entsorgung

Auf der Baustelle anfallende Schaumglas-Reste sowie solche aus Abbruch können, sofern die oben genannten Recyclingmöglichkeiten nicht praktikabel sind, aufgrund ihrer nicht auslaugenden mineralischen Inhaltsstoffe ohne Vorbehandlung problemlos auf Deponien der Deponieklasse I abgelagert werden. Die Verpackung ist thermisch verwertbar. Die Abfallschlüsselnummer gemäß Abfallverzeichnisverordnung /AVV/ für **FOAMGLAS®** (nicht verunreinigt) ist /17 06 04/. In Verbindung mit bituminösen Abdichtungsstoffen und Kleber gilt Abfallschlüsselnummer /17 09 04/ für nicht sortenreine Abfälle.

2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu **FOAMGLAS®** Dämmstoffen können im Internet auf der Herstellerseite www.foamglas.com bezogen werden.

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf den Lebenszyklus von **1kg FOAMGLAS® T4+**. Die Rohdichte des Produktes beträgt 115 kg/m³.

Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	kg
Rohdichte	115	kg/m ³

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege-bis-Werkstor

Die berechnete Ökobilanz adressiert das Lebenszyklusstadium der Produktherstellung. Die Produktherstellung umfasst die Module A1 (Rohstoffbereitstellung), A2 (Transport) und A3 (Herstellung).

Im Einzelnen wurden folgende Prozesse in das Produktstadium **A1–A3** der Herstellung einbezogen:

- Bereitstellungsprozesse von Vorprodukten und Energie
 - Transporte der Rohstoffe und Vorprodukte zum Werk
 - Herstellprozess im Werk inklusive energetischen Aufwendungen, Entsorgung von anfallenden Reststoffen und Emissionen
 - Herstellung der Verpackung
- Bei den berücksichtigten Mengen der Verpackungsmaterialien handelt es sich um Jahresverbrauchs-/Jahreszukaufmengen.

Modul A4 berücksichtigt den Transport zur Baustelle. Die Verwertung der Verpackungsmaterialien wird in Modul **A5** zugeordnet. Die Deponierung von Reststoffen ist dem Modul **C4** zugeordnet.

Aufwendungen für das Umschmelzen von *End-of-Life* Schrotten sowie Gutschriften für die im System anfallende Nettoschrottmenge und Gutschriften aus der thermischen Verwertung von Reststoffen sind dem Modul **D** zugeordnet.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Im Produktsystem wird Bruchglas von extern bzw. Altglas im Rahmen der Ökobilanz als wertfreies Vorprodukt eingesetzt. Dieses recycelte Glas gilt als ein Abfallprodukt und wird demnach als Input ohne Lasten berechnet.

Laut Angaben von Pittsburgh Corning Europe NV wurde die durchschnittliche Transportdistanz auf 350 km festgelegt.

3.4 Abschneideregeln

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung in der Bilanzierung berücksichtigt. Prozesse, deren gesamter Beitrag zum Endergebnis nach Masse kleiner als 1 % ist, wurden vernachlässigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die vernachlässigten Prozesse weniger als jeweils 5 % zu den berücksichtigten Wirkungskategorien beigetragen hätten.

In der Herstellung benötigte Maschinen, Anlagen und Infrastruktur wurden vernachlässigt.

3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus von **FOAMGLAS®** wurde das von der **thinkstep AG** entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung **/GaBi 6/** eingesetzt /GaBi6/. Die in der GaBi-Datenbank enthaltenen Datensätze sind online dokumentiert in der GaBi-Dokumentation /GaBi 6Doku/. Die Basisdaten der GaBi-Datenbank wurden für Energie, Transporte, Vorprodukte und Hilfsstoffe verwendet. Datensätze anderer Datenbanken wurden nicht verwendet. Die Ökobilanz wurde für den Bezugsraum Belgien erstellt. Dies hat zur Folge, dass neben den Produktionsprozessen unter diesen Randbedingungen auch die für Belgien relevanten Vorstufen, wie Energieträgerbereitstellung, verwendet wurden. Die Firma **Pittsburgh Corning Europe NV** bezieht Strom aus norwegischen Laufwasserkraftwerken. Dafür wurde der Strom-Mix aus Wasserkraft mit dem Bezugsjahr 2009 verwendet.

3.6 Datenqualität

Alle für die Ökobilanzen relevanten Hintergrund-Datensätze wurden der **Datenbank der Software GaBi 6** entnommen. Die letzte Revision der verwendeten Hintergrunddaten für die Bilanzierung liegt weniger als 4 Jahre zurück. Die Firma **Pittsburgh Corning Europe NV** hat aktuelle Primärdaten ihrer Produktion des Jahres 2013 zur Verfügung gestellt. Diese Produktionsdaten wurden auf ihre Plausibilität überprüft. Nach Herstellerangaben liegt eine sehr gute Repräsentativität des deklarierten Produktes vor. Für alle Vorprodukte lagen entsprechende Datensätze in der Datenbank vor. Die Datenqualität kann als sehr gut angesehen werden.

3.7 Betrachtungszeitraum

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf Primärdaten der **FOAMGLAS® T4+** Herstellung aus dem Jahr 2013 von **Pittsburgh Corning Europe NV**. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien und Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwerte von 12 Monaten berücksichtigt.

3.8 Allokation

Die anfallenden Kunststoffabfälle werden in einer MVA verbrannt. Im Modell werden diese input-spezifisch modelliert. Dabei auftretende Emissionen sind im Modell berücksichtigt (Modul A3). Entsprechend ihrer elementaren Zusammensetzung und der daraus resultierenden Heizwerte werden Gutschriften für die thermische Verwertung in Modul A3 berechnet. Im Werk wird zunächst die Masse der verbrauchten Inputs und generierten Outputs aufgenommen. Diese Produktionsdaten werden anschließend mit den Verkaufszahlen der einzelnen Produkte verrechnet, in dem man die verkauften Kubikmeter mit der Dichte des Produkts multipliziert. Dementsprechend wurde eine Allokation nach Masse angewendet.

3.9 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach /EN 15804/ erstellt

wurden und der Gebäudekontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale, berücksichtigt werden.

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Transport zu Baustelle (A4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Liter Treibstoff	1,1	l/100km
Transport Distanz	350	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%

Einbau ins Gebäude (A5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle (Papier)	0,0041	kg
Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle (Plastic)	0,0048	kg

Ende des Lebenswegs (C1-C4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Getrennt gesammelt (Schaumglas)	1	kg
Zur Deponierung (Schaumglas)	1	kg

Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D), relevante Szenarioangaben

Bezeichnung	Wert	Einheit
Thermische Verwertung Plastic aus der Verpackung	0,0048	kg

5. LCA: Ergebnisse

Mit Hilfe eines Zuschlagfaktors in Höhe von 13% sind die Umweltwirkungen des beschichteten Produktes „FOAMGLAS® T4+“ abzuschätzen. Auf Basis des GWPs und PENRT wurde dieser Zuschlagsfaktor berechnet. Dieser kann daher mit relativ großer Sicherheit auf GWP und PENRT angewendet werden. Bei den weiteren Indikatoren können sich höhere Unsicherheiten ergeben. Umweltwirkungen durch Installationsverluste sind in den LCA Ergebnissen nicht enthalten, da diese abhängig vom Bauprojekt sind und damit variieren. Zur Berechnung der zusätzlichen Umweltlasten, die durch Herstellung und Entsorgung der Installationsverlusten entstehen, können die LCA Ergebnisse für einen spezifischen Installationsverlust berechnet werden (z.B. Installationsverlust 3%, Multiplikation der LCA Ergebnisse mit 1,03).

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium			Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze		
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial	D
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 kg FOAMGLAS® T4+

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	C4	D
Globales Erwärmungspotenzial	[kg CO ₂ -Äq.]	1,32E+0	1,68E-2	1,21E-2	1,35E-2	-5,36E-3
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	2,40E-11	8,04E-14	1,46E-14	1,84E-13	-6,26E-12
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	[kg SO ₂ -Äq.]	2,92E-3	7,69E-5	2,97E-6	8,62E-5	-6,16E-6
Eutrophierungspotenzial	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	3,59E-4	1,76E-5	2,37E-7	1,18E-5	-8,78E-7
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	[kg Ethen-Äq.]	2,25E-4	-2,48E-5	1,62E-7	8,09E-6	-8,57E-7
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	7,05E-6	6,33E-10	1,74E-9	5,10E-9	-3,84E-10
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	[MJ]	2,00E+1	2,32E-1	5,64E-3	1,78E-1	-8,73E-2

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 kg FOAMGLAS® T4+

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	C4	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	9,00E+0	9,13E-3	5,86E-4	1,54E-2	-5,24E-3
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,00E+0	-	-	-	-
Total erneuerbare Primärenergie	[MJ]	9,00E+0	9,13E-3	5,86E-4	1,54E-2	-5,24E-3
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	2,05E+1	2,32E-1	6,42E-3	1,86E-1	-1,21E-1
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,00E+0	-	-	-	-
Total nicht-erneuerbare Primärenergie	[MJ]	2,05E+1	2,32E-1	6,42E-3	1,86E-1	-1,21E-1
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	4,90E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	1,53E-2	6,44E-6	2,97E-5	-7,11E-4	-1,33E-5

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

1 kg FOAMGLAS® T4+

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	C4	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	5,13E-4	5,30E-7	8,08E-7	8,36E-6	-1,08E-5
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	4,98E-2	2,92E-5	1,22E-3	1,00E+0	-2,85E-5
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	2,23E-4	3,04E-7	3,10E-7	3,25E-6	-1,33E-5
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	-
Stoffe zum Recycling	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	-
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	4,80E-3	0,00E+0	-
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	-2,34E-2
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	-5,62E-2

6. LCA: Interpretation

Den größten Beitrag zum **Treibhauspotential (GWP, 100 Jahre)** liefert mit ca. 97 % die Herstellungsphase (Modul A1-A3). Dabei gehen ca. 54 % auf die Energiezufuhr im Werk (davon 96 % durch thermische Energie) zurück. Die Vorprodukteherstellung trägt zu ca. 33 % zum GWP bei. Jeweils ca. 5 % gehen auf den Produktionsschritt selbst und die Herstellung der Hilfsstoffe zurück.

Das **Ozonabbaupotential (ODP)** wird mit 99 % von der Herstellungsphase dominiert (Modul A1-A3).

Davon gehen 36 % auf die Vorprodukttherstellung (insbesondere Eisenoxid mit 53 %), 23 % auf die Herstellung der Hilfsstoffe (besonders Aluminiumhydroxid mit 99 %), 25 % auf die Verpackungsherstellung (insbesondere Verpackungspapier mit 72 %), und 20 % auf die Energiezufuhr zurück.

Das **Versauerungspotenzial (AP)** wird zu 53 % von Modul A1 (Rohstoffe) und 42 % zu Modul A3 (Produktion) geprägt. Bei den Rohstoffen trägt mit ca.

50 % das Natriumcarbonat den größten Einfluss. Während der Produktion von **FOAMGLAS® T4+** tragen der Energieverbrauch mit 17 % und die Herstellung der Hilfsstoffe mit 11 % bei. Den größten Beitrag zum **Eutrophierungspotential (EP)** liefert die Rohstoffbereitstellung mit 62 %, besonders des Natriumcarbonats (ca. 63 %). 30 % des gesamten EP resultieren aus dem Herstellungsprozess. Dabei trägt die Energiezufuhr (98 % durch thermische Energie) mit 22 % dazu bei. Das **Sommersmogpotential (POCP)** wird von Modul A1 (Rohstoffe) zu 44 % und Modul A3 (Produktion) zu 68 % geprägt. Bei den Rohstoffen trägt mit 68% das Natriumcarbonat den größten Einfluss. Während der Produktion von **FOAMGLAS® T4+** trägt der Energieverbrauch mit 48 % (99 % durch thermische Energie) den Haupteinfluss. Insbesondere Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und die Gruppe NMVOC tragen zum POCP bei. Beim POCP führen die Transporte zu einer Gutschrift. Das liegt daran, dass Stickstoffmonoxid-Emissionen, die beim Transport auftreten, in der Wirkungsabschätzung gemäß /CML 2001/ – Stand 2013 – einen negativen Charakterisierungsfaktor haben. Daher sind für die Photooxidantienbildung nicht nur die Gutschriften sondern bereits die Aufwendungen negativ. Trotz des auf den ersten Blick paradoxen Befundes, dass mehr Transporte zu einer Vergrößerung der Gutschriften führen würden, liegt hier kein Fehler in der Modellierung vor. Andere als die gewählte Methode /CML 2010/ zur Wirkungsabschätzung der Wirkkategorie POCP (z.B. /ReCiPe/) haben, um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, daher

negative Charakterisierungsfaktoren vermieden und den Charakterisierungsfaktor von Stickstoffmonoxid zu Null gesetzt.

Der **Abiotische Ressourcenverbrauch (ADP elementar)** wird mit 96 % überwiegend durch das Modul A1 (Rohmaterialien) veranlasst. Ca. 55 % gehen auf die Herstellung des Natriumsulfats und 38 % auf Natriumcarbonat zurück.

Der **Abiotische Ressourcenverbrauch (ADP fossil)** resultiert hauptsächlich aus dem Beitrag der Vorketten in Modul A3 (65 %). Ca. 60 % des ADP fossil werden durch den Energieeinsatz (99 % durch thermische Energie) hervorgerufen. Ca. 33 % gehen auf die Produktion der Vorprodukte zurück.

Der **gesamte Primärenergiebedarf** teilt sich zwischen ca. 70 % aus nicht-erneuerbaren Energieträgern und ca. 30 % aus erneuerbaren Energien auf.

Der **gesamte erneuerbare Primärenergiebedarf (PERT)** resultiert zum Großteil (93 %) aus dem Einsatz elektrischer Energie im Produktionsprozess. Grund hierfür ist der Bezug von Strom aus Wasserkraft durch die Firma **Pittsburgh Corning Europe NV**.

Bei Betrachtung des **gesamten nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PENRT)** tragen die Vorketten der Vorprodukt-Herstellung zu ca. 34 % und der Energieeinsatz zu 58 % bei. Sowohl Eisenoxid, Kaolin als auch Natriumcarbonat (jeweils 30 %) werden mit Hilfe von nicht erneuerbaren Energieträgern hergestellt. Beim Produktionsschritt selbst wird 99 % des Energieeinsatzes aus Erdgas (thermische Energie) genutzt.

7. Nachweise

FOAMGLAS®-Eluattest

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA

Untersuchungsbericht Eluattest für **FOAMGLAS®** Nr.123544A

Verfahren: Die Prüfung der **FOAMGLAS®** Stücke gemäß Richtlinie zur /TVA/ (Technische Verordnung über Abfälle).Untersuchungsbericht Nr. 123544

Ergebnisse:

Auf der Baustelle anfallende **FOAMGLAS®** Reste sowie solche aus Abbruch können, sofern die oben genannten Recyclingmöglichkeiten nicht praktikabel sind, aufgrund ihrer nicht auslaugenden mineralischen Inhaltsstoffe ohne Vorbehandlung problemlos auf Deponien der Deponiekategorie I abgelagert werden.

FOAMGLAS® Emissionstest

Verfahren: Prüfung der Produktemissionen nach der AgBB/DIBt-Methode /DIN EN ISO 16000-6/9/.

(Prüfbericht Bremer Umweltinstitut H3989 FM sowie /Laboratoire EXCELL Nr. 2010-10-050-1/.

Ergebnisse:

Nach offiziellen Emissionsmessungen für Innenraumluft ist **FOAMGLAS®** ein Dämmmaterial, bei dem nach dem AgBB Schema weder VOC (flüchtige organische Verbindungen) noch krebserzeugende Emissionen nach 3 und 28 Tagen nachweisbar sind.

8. Literaturhinweise

PCR 2012, Teil B: Anleitungstexte für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen, Teil B: Anforderungen an die EPD für PCR Mineralische Dämmstoffe, Institut Bauen und Umwelt e.V., www.bau-umwelt.com, 2012-07 Version 1.1

GaBi 6 2013: PE INTERNATIONAL AG; GaBi 6 Software-System und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. Copyright, TM. Stuttgart, Leinfelden-Echterdingen, 1992-2013.

GaBi 6 2013D: GaBi 6: Dokumentation der GaBi 6: Datensätze der Datenbank zur Ganzheitlichen

Bilanzierung. Copyright, TM. Stuttgart, Leinfelden-Echterdingen, 1992-2013. <http://documentation.gabi-software.com/>

AgBB: Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten; Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten, Stand Juli 2004

AVV: Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2011 (BGBl. IS.3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. IS.212) geändert worden ist.

EU-Richtlinie 97/69: 1997-12:Richtlinie 97/69/EG der Kommission zur dreißigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt.
Gefahrstoffverordnung (GefStoffV): 26. November 2010, Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen.
(EU) Nr. 305/2011 Bauprodukten-Verordnung zur "Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 98/106/EWG des Rates" vom 9.3.2011 (veröffentlicht am 4.4.2011).

TA-Luft: 24. Juli 2002, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft –TA Luft).

TVA: Technische Verordnung über Abfälle (814-600) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 1. Juli 2011)

Produkt- und Sicherheitsdatenblätter für FOAMGLAS® Dämmstoffe der Pittsburgh Corning Europe NV, verfügbar unter www.foamglas.com.

DIN EN ISO 14001:2009-11 Umweltmanagementsysteme- Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2004 + Cor. 1:2009); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2004 + AC:2009.

DIN EN ISO 14040:2009-11,Umweltmanagement - Ökobilanz –Grundsätze und Rahmenbedingungen; Deutsche und Englische Fassung EN ISO14040:2006.

DIN EN ISO 14044:2006-10,Umweltmanagement - Ökobilanz -Anforderungen und Anleitungen; Deutsche und Englische Fassung EN ISO14044:2006.

DIN EN ISO 16000-6:2012-11 Innenraumluftverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA®, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2011).

DIN EN ISO 50001:2011-12 Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011). Das Ziel dieser Norm ist es, Organisationen beim Aufbau von Systemen und Prozessen zur Verbesserung ihrer Energieeffizienz zu unterstützen.

DIN EN ISO 9001:2008-12,Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen; Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2008.

DIN EN 826:1996-05,Wärmedämmstoffefür das Bauwesen –Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung; Deutsche Fassung EN 826:1996.

DIN EN 13501-1: 2010-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2007+A1:2009.

DIN EN 15804: 2012-04 + A1:2013, Nachhaltigkeit von Bau- werken –Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte; Deutsche Fassung EN 15804:2012.

DIN EN 13167:2013-03, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG)

DIN 1602:1997-01, Wärmedämmstoffe für das Bauwesen -Bestimmung der Rohdichte; Deutsche Fassung EN 1602:1996.

DIN 4102-1:1998-05,Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen-Teil1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

DIN 4108-10:2008-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden -Teil10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe- Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe.

DIN EN ISO 10456: 2010-05: Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

DIN EN12457-4:2003-01 Charakterisierung von Abfällen-Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen - Teil4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung); Deutsche Fassung EN 12457-4:2002

BS OHSAS 18001:2007 Arbeits- und Gesundheitsschutz - Managementsysteme- Anforderungen.

Allgemeine Grundsätze Allgemeine Grundsätze für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2014-12.

Zulassungen:
 Z-23.15-1403: 2014-06, Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt für **FOAMGLAS®** Dämmstoffe der **Deutsche FOAMGLAS® GmbH**.

Zertifikate und Nachweise:

natureplus Zertifikat: Die Produkte **FOAMGLAS® W+F**, **FOAMGLAS® T4+**, **FOAMGLAS® S3** und **FOAMGLAS® F** sind erfolgreich geprüft. Zertifikatsnummer 0406-1101-1

Prüfbericht Bremer Umweltinstitut H3989 FM, Teil 1 von März 2011. Prüfung der Produktemissionen nach AgBB/DIBt-Methode.

Prüfbericht Laboratoire EXCELL Nr. 2010-10-050-1 von Mai 2011. Prüfung der Produktemissionen.

Eluattest EMPA: Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA. Untersuchungsbericht **FOAMGLAS®** Eluattest Nr. 123544A

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.): Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs);

Allgemeine Grundsätze für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2013-04.

ISO 14025
 DIN EN ISO 14025:2011-10, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.

EN 15804
 EN 15804:2012-04+A1 2013, Sustainability of construction works — Environmental product

declarations — Core rules for the product category of construction products.



Herausgeber
Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com



Programmhalter
Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com



thinkstep

Ersteller der Ökobilanz
thinkstep AG
Hauptstrasse 115
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany

Tel +49 711341817-0
Fax +49 711341817-25
Mail info@thinkstep.com
Web www.thinkstep.com



Inhaber der Deklaration
Pittsburgh Corning Europe NV
Albertkade 1
B-3980 Tessenderlo
Belgium

Tel +32 (0) 13 661721
Fax +32 (0) 13 667854
Mail info@foamglas.com
Web www.foamglas.com