rosenfelder & höfler consulting engineers GmbH & CO KG

techn. büro für physik - bauphysik
gleisdorfergasse 4, 8010 graz
tel : +43/316 84 44 00 – 0, fax.: -40
e-mail:office@diebauphysiker.at
rosenfelder@diebauphysiker at

GUTACHTEN ERMITTLUNG VON TROCKNUNGSKOSTEN WH-FAM. SCHMÖLZER NACH BRANDSCHADEN

Projekt: Ermittlung der Energie- und Trocknungskosten nach Löscheinsatz vom 6. Dezember 2001

GZ: 2015.G.015

Auftraggeber: Fam. Peter Schmölzer
Unterdorf 17-19
9812 Pusarnitz

Umfang: 12 Seiten DIN A-4 Sanierungskonzept
04 Seiten DIN A4 Beilagen

Verfasser: rosenfelder & höfler
consulting engineers GmbH & CO KG
TB für Physik - Bauphysik
Gleisdorfergasse 4, 8010 Graz
[rosenfelder]

Erstellt am: 20.07.2015

INHALTVERZEICHNIS

INHALTVERZEICHNIS 2

1 AUFTRAG 3

2 BEFUNDUNG 3
2.1 Aufbau der Deckenkonstruktion zwischen EG und OG 3
2.2 Durchfeuchtung der Gewölbekonstruktion 4

3 SIMULATION DER AUSTROCKNUNG IM LABOR 4
3.1 Versuchsaufbau 4
3.2 Messergebnisse 7

4 RECHNERISCHE ERMITTLUNG DER TROCKNUNGSKOSTEN FÜR DIE VERTIKALEN WÄNDE 8
4.1 Generelle Vorgansweise bei Wandtrocknungen 8
4.2 Kostenbetrachtung [Wände] 9

5 RECHNERISCHE ERMITTLUNG DER TROCKNUNGSKOSTEN FÜR DAS *GEWÖLBEMAUERWERK* 10
5.1 Generelle Vorgangsweise bei Gewölbetrocknung aus Steinmauerwerk 10

6 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN 11

1 AUFTRAG

Die Fa. rosenfelder & höfler consulting engineers GmbH & CO KG wurde von Fam. Peter Schmölzer beauftragt, die Trocknungskosten der durchfeuchteten Leca Schüttung nach dem Löscheinsatz, welcher anlässlich des Vollbrandes des Wohnhauses am 05.12.2001 durchgeführt wurde, zu ermitteln.
Festzuhalten ist, dass die Ermittlung der Trocknungskosten für das gesamte Objekt einen sehr großen Versuchsaufwand und damit mit sehr hohen Laborkosten verbunden wäre. Aus diesem Grund wurden vorerst nur die Energiekosten für die Trocknung der ca. 40m³ Lecaschüttung, sowie jene der Steinwände des Erdgeschoßes, welche mit einem eigenen Trocknungsverfahren getrocknet werden müssen, ermittelt. Die Bewertung der Trocknungskosten des ebenfalls durchnässten Hochlochziegelmauerwerks würde nicht durchgeführt.

2 BEFUNDUNG

2.1 Aufbau der Deckenkonstruktion zwischen EG und OG

Der Deckenaufbau ist gem. den vorliegenden Unterlagen wie folgt durchgeführt worden.
Der ehemalige Deckenaufbau wurde entfernt. Die Schüttungen, welche zur Auffüllung der Gewölbe ursprünglich vorhanden waren wurden ebenfalls entfernt und durch eine lose Lecaschüttung ersetzt. (Lecaschüttungen bestehen aus losen gebrannten Tonkugeln)
Darüber wurde eine 30,0cm starke Stahlbetonplatte betoniert, auf der die Aufstockung aufgebaut wurde.

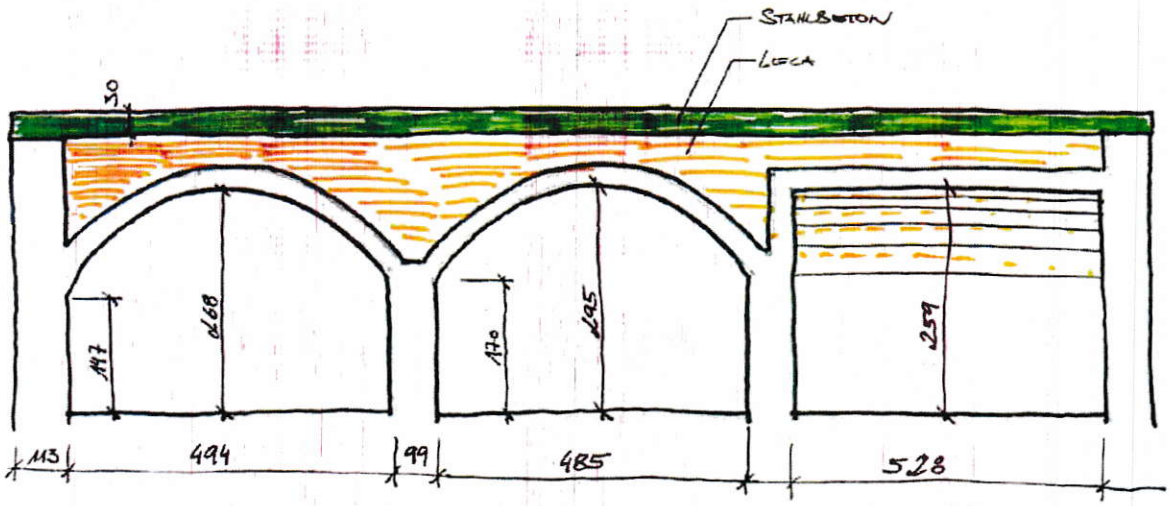


Abb.: 01 Schnitt durch Gewölbesituation

2.2 Durchfeuchtung der Gewölbekonstruktion

Am 05.12.2001, kommt es aus den bekannten Gründen im Obergeschoß zu einem Brandereignis. Im Zuge der Löscharbeiten wurden, wie die jetzt immer noch deutlich ersichtlichen Rinnspuren zeigen, sehr große Löschwassermengen in die Gewölbekonstruktion eingebracht.

(siehe Fotos 1-7, Beilage 1)

Das Löschwasser hat in weiterer Folge die lose Lecaschüttung stark durchfeuchtet. Das durch die Mörtelfugen ausgetretene Löschwasser in den nahezu allen Höhen des EG weist deutlich darauf hin, dass es sich um Staunässe gehandelt haben muss und die Schüttung daher bis zu Wassersättigung durchnässt war.

(Lecatonkugeln können in kurzer Zeit durch ihren porösen Aufbau sehr gut Wasser aufnehmen)

3 SIMULATION DER AUSTROCKNUNG IM LABOR

3.1 Versuchsaufbau

Um realistische Energieverbräuche für den Trocknungsvorgang zu bekommen, wurde folgender Versuchsaufbau im Labor für Bauphysik der TU-Graz (akkreditierte Versuchsanstalt) gewählt:

Es wurde die Lecaschüttung bis zur Wassersättigung mit Wasser beaufschlagt.

Abb.: 02, Beaufschlagung der Lecaschüttung mit Wasser

Damit kann einigermaßen die während des Löschvorgangs eingebrachte Wassermenge simuliert werden. Es sei aber darauf hingewiesen, dass

z.B. die Wassermenge der durchfeuchteten Mörtelfugen, welche in alten Gemäuern teilweise einen rel. großen Volumsanteil des Gemäuers einnehmen, nicht berücksichtigt werden können.
Nach der Wasserlagerung wurde die Schüttung in Tontöpfe eingebracht und mit einer Präzisionswaage gewogen. (die Tontöpfe wurden ebenfalls befeuchtet - dies bildet die feuchten Mörtelfugen nach) Ein Topf wurde unten mit einem Kork verschlossen, damit das Abrinnen des Wassers verhindert wird. (Analogiemodell zu tiefer liegenden Gewölbezwickel - Wassersackbildung) Danach erfolgt die Verbringung der Proben in den Trockenschrank, wo mit der Trocknung bis zu Massekonsistenz begonnen wurde.

Zur Erklärung:
Der Terminus Massekonsistenz bedeutet, dass die Probe im durchnässten Zustand gewogen werden. Danach werden diese getrocknet, wobei in regelmäßigen Abständen die Proben gewogen werden. Wenn sich die Masse nicht mehr verändert, ist die sog. Massekonsistenz der Proben erreicht.

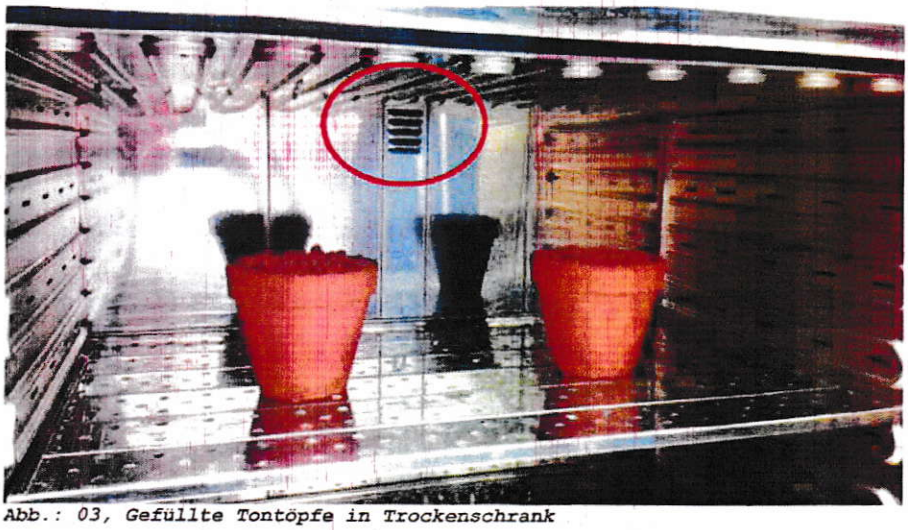


Abb.: 03, Gefüllte Tontöpfe in Trockenschrank

Abb.: 04, Gefüllter Tontopf auf Präzisionswaage

Die Temperatur des Trockenschrankes wurde, wie mit einigen Trocknungsfirmen besprochen, auf 70°C eingestellt, bei moderater Konvektion. Damit wurde das Einblasen der trockenen, warmen Luft, wie es Trocknungsfirmen tun, nachgebildet.

Entweichen konnte die feuchte Abluft durch das Abluftgitter. (siehe rote Markierung) Damit wurde auch die Absaugung, wie es Trocknungsfirmen machen, simuliert.

Die Gefäße für die Lecaschüttung wurden deshalb aus Ton gewählt, da diese annähernd denselben Diffusionswiderstand wie ein Bruchsteinmauerwerk mit Kalkmörtel haben. (my=15 (gebrannten Ton), my= 50 (Bruchsteinmauerwerk))
Damit kann ein Analogiemodell für den Austrocknungsvorgang durch die Mörtelfugen abgebildet werden.
Normalerweise müsste man auch noch eine Deckelung der Gefäße mit einer 30,0cm Stahlbetonplatte herstellen (wie im Bauwerk ausgeführt), damit das erschwerte Austrockenen nach oben ebenfalls abbilden werden kann. Es wurde aber derzeit darauf verzichtet. Es muss daher angemerkt werden, dass der Versuchsaufbau zu Ungunsten der Fam. Schmölzer gewählt wurde, da einige Austrocknungskriterien nur mit großem Aufwand berücksichtigt werden können.

Die Trocknung wurde solange betrieben, bis die sog. Massekonsistenz der Proben erreicht wurde. Gleichzeitig zu den regelmäßigen Wiegungen wurde in regelmäßigen Abständen auch der Energieverbrauch, welcher mit Zählern gemessen wurde, abgelesen und mitprotokolliert.
Daraus ergaben sich die unter 3.2 beschreiben Messergebnisse.

3.2 Messergebnisse

Im Folgenden werden die Messergebnisse (Energieaufwand) dargestellt: (siehe Beilage 2 Trocknungsprotokolle HF15-017/B15.953.004.436 u. HF15-017/B15.953.005.436)

Mittlere Dichte von Leca = 875[kg/m³]

Energieaufwand für Trocknung Probe unten offen 5,74[kWh]:
Bezogen auf 1kg Lecaschüttung ergibt dies 4,20[kWh]
Die Hochrechnung auf 40m³ (= 35.000kg) eingebrachte Schüttung ergibt einen Gesamtenergieaufwand von 147.050[kWh]
Multipliziert mit dem Arbeitspreis von 19,0Cent/kWh ergibt entstehen Kosten in der Höhe von 27.939,-- EUR)

Energieaufwand für Trocknung Probe unten geschlossen 10,25[kWh]:
Bezogen auf 1kg Lecaschüttung ergibt dies 7,78[kWh]
Die Hochrechnung auf 40m³ (= 35.000kg) eingebrachte Schüttung ergibt einen Gesamtenergieaufwand von 272.564[kWh]
Multipliziert mit dem Arbeitspreis von 19,0Cent/kWh ergibt entstehen Kosten in der Höhe von 51.878,-- EUR)

In dieser Bandbreite ist der tatsächliche Aufwand für die Trocknung im günstigsten Fall anzusetzen.

Unter Berücksichtigung der Menge von 40m³ Lecaschüttung errechnet sich daher ein Mittelwert zwischen unten offener Probe und unten geschlossener Probe von (27.939,-- + 51.878,--)/2= 39.863,-- zuzügl. 20% MWSt.

Es wird festgehalten, dass in die Berechnung der Energiekosten nur die Schüttung in den Gewölbeteilen berücksichtigt wurde. Nicht enthalten sind außerdem sämtliche Vorbereitungsarbeiten (notwendige Bohrungen durch Bruchsteinmauerwerk und Stahlbetondecke, sowie die An- und Abfahrten des Trocknungsunternehmens)
Ebenfalls in den Kosten nicht enthalten ist die Trocknung der vertikalen Mauern (Bruchstein und HLZ-Mauerwerk)

Es wurde daher versucht, die Trocknungskosten unter Zuhilfenahme der Fa. Munters für die lotrechten Wände wie folgt abzuschätzen.

4 RECHNERISCHE ERMITTLUNG DER TROCKNUNGSKOSTEN FÜR DIE VERTIKALEN WÄNDE

4.1 Generelle Vorgansweise bei Wandtrocknungen

(siehe ANLAGE I, AKT)

Trocknungen durchfeuchteter Wände können am schnellsten mit sog. Infrarottrocknungstäben durchgeführt werden. Dazu müssen in regelmäßigen Abständen Löcher ein- oder beidseitig in die betroffenen Wände gebohrt werden. Danach werden die Trocknungssonden appliziert. Siehe Foto)

Abb.: 05, Eingebaute Trocknungssonden

Für eine zuverlässige Trocknung sind pro 1m² Wandfläche 5 Stk. Heizstäbe vorzusehen.
Die Tiefe der Bohrlöcher richtet sich nach der Wandstärke. Ab Mauerstärken von 70 cm ist von beiden Seiten zu trocknen
Die mit Infrarot-Heizstäben zu trocknende Mauerwerksfläche beträgt ca. 110 m². Dafür sind 550 Heizstäbe nötig. (Tür und Fensterflächen wurden abgezogen).
Für Bohren, Montage, Demontage der Heizstäbe, laufende Messungen und Kontrolle in diesen Steinmauern ist ein Aufwand von 1,5 Stunden pro m² anzusetzen. Die Gerätekosten (Kosten für eine Dauer von mindestens 21 Tagen pro Infrarot-Heizstab betragen € 3,10 pro Tag:
Die Infrarot-Trockenstäbe haben eine Heizleistung von 250 w/h (Datenblatt des Herstellers).

Typenbezeichung:

ESAF01830 – beheizte Länge 200mm Leistung: 100 W
ESAF01840 - beheizte Länge 300mm Leistung: 150 W
ESAF01850 - beheizte Länge 400mm Leistung: 200 W
ESAF01860 - beheizte Länge 500mm Leistung: 250 W (notwendige Sonde auf Grund der Wandstärke)
ESAF01870 - beheizte Länge 600mm Leistung: 300 W

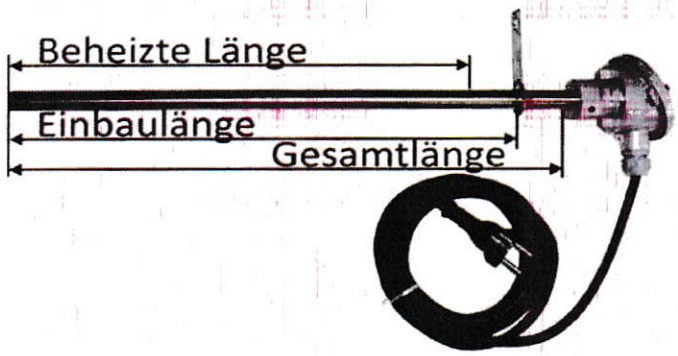


Abb.: 06, Bild einer üblichen Heizsonde

4.2 Kostenbetrachtung [Wände]

Wandfläche: ca.110 m²
Infrarot-Trockenstäbe: 5 Stk / m²
Stromaufnahme pro Heizstab(L =60cm)je Stunde: 0,25 kWh
Arbeitszeit pro m² Wandfläche: 1,5 Stunden
Mietkosten / Heizstab pro Tag(Preisbasis 2002): € 3,10
Trocknungsdauer: 21 Tage = 504 Stunden.

Daraus errechnen sich die Trocknungskosten für die Steinmauern wie folgt:

Auf Preisbasis 2002

Stromkosten:	
110m² x 5Stk x 0,25kWh x 504h x 0,19 Cent =	
Stromkosten	€ 13.167,00
Arbeitskosten:	
110m² x 1,5h/m² x € 33,00 =	
Arbeitskosten	€ 5.445,00
Gerätemiete:	
110m² x 5Stk x 21 Tage x € 3,10 =	
Gerätemiete	€ 35.805,00
SUMME	**€ 54.417,00**

5 RECHNERISCHE ERMITTLUNG DER TROCKNUNGSKOSTEN FÜR DAS *GEWÖLBEMAUERWERK*

5.1 Generelle Vorgangsweise bei Gewölbetrocknung aus Steinmauerwerk

Das Stein-Gewölbemauerwerk muss mit sog. Infrarot-Trocknungspaneelen getrocknet werden. Diese müssen am Gewölbemauerwerk befestigt werden. Es ist daher nicht auszuschließen, dass die Bohrungen die Gewölbe möglicherweise beschädigen.
Die Trocknungspaneele sind wiederum mit Strom beheizt. Nachfolgend werden die Kosten hierfür abgeschätzt.

5.2 Kostenbetrachtung [Gewölbemauerwerk]

Die mit Infrarot-Trocknungspaneelen in den 3 vorhandenen Gewölberäumen zu trocknende Fläche beträgt ca. 62 m². Dafür sind 18 Stück Infrarot-Trocknungspaneele notwendig.
Die Vorhaltekosten für diese Trockungspaneele betragen pro Gerät € 9,00 pro Tag. Es ist auch hier mit einer Trocknungsdauer von zumindest 21 Tagen zu rechnen.
Die Infrarot-Trockenpaneele haben eine Heizleistung von 600W/h.
Daraus ergibt sich folgender Kostenansatz:

Gewölbefläche: ca.62 m²
Infrarot-Trocknungspaneele: 18 Stk. gesamt
Stromaufnahme pro Paneel:je Stunde: 0,60 kWh
Arbeitszeit pro m² Deckenfläche: 0,50 Stunden
Mietkosten / Paneel pro Tag(Preisbasis 2002):€ 17,00
Trocknungsdauer: 21 Tage = 504 Stunden. (geringster Zeitansatz, da die Austrocknung nach oben durch die Schüttung erfolgen muss.)

Daraus errechnen sich die Trocknungskosten für die Gewölbefläche wie folgt:
Auf Preisbasis 2002

Stromkosten:	
18 Paneele x 0,60kWh x 504h x 19 Cent =	
Stromkosten	€ 1.034,21
Arbeitskosten:	
62m² x 0,50h/m² x € 33,00 =	
Arbeitskosten	€ 1.023,00
Gerätemiete:	
18 Paneele x 21 Tage x € 17,00 =	
Gerätemiete	€ 6.426,00
SUMME	**€ 8.483,20**

6 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Neben den erwähnten Unsicherheiten des gewählten Trocknungsmodells, welches ausnahmslos zu Ungunsten der Fam. Schmölzer angesetzt wurden (tiefe Außentemperaturen im Winter bei Trocknung = erhöhte Heizleistung der Sonden und Paneele), Preisbasis 2002 (Teuerung), sind vor allemauch die hygienischen Aspekte für die Sanierung zu berücksichtigen.

Wie allgemein bekannt sein müsste, entstehen bei einem Löschvorgang giftige Substanzen. Einige davon sind in nachstehender Tabelle angeführt. (siehe Tabelle 1)

Schadstoff	Vorläufer	Enthalten in / Anmerkungen
Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F)	PVC und andere organochlorhaltige Materialien, v.a. bei Gegenwart von Kupfer oder anderen Schwermetallen	z. B. Kabelisolierungen, Kunstleder, Fußbodenbeläge, Fensterrahmen
	Chlorparaffine	Flammschutzmittel, Weichmacher für PVC; Kühlschmiermittel in der Metallbearbeitung
	Pentachlorphenol (PCP) und andere Chlorphenole und deren Salze	Bis ca. 1985: Holzschutzmittel, Lederimprägnierung
	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	bis in die 1980er: Isolierflüssigkeit in Kondensatoren, Transformatoren und Hydraulikflüssigkeiten bis ca. 1980: Weichmacher, Flammschutzmittel in dauerelastischen Dichtungsmassen, Farben und Beschichtungen
Polybromierte Dibenzodioxine und -furane (PBDD/F)	Bromorganische Stoffe, z. B. polybromierte Diphenylether, Hexabromcyclododecan	Flammschutzmittel für Kunststoffe, v. a. für Leiterplatten und Gehäuseteile von Elektrogeräten (z. B. für Fernseher und Computer), Polstermöbel und Textilien, Dämmmaterialien aus Polystyrol
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	organisches Material, z. B. Holz, Fett, Wolle	Sie entstehen beim Brand und lagern sich überwiegend an Rußteilchen an.
Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB)	technische Mischungen von polychlorierten Biphenylen (PCB)	Isolierflüssigkeit in Starterkondensatoren alter Leuchtstoffröhren bis ca. 1980: Weichmacher, Flammschutzmittel in dauerelastischen Dichtungsmassen, Farben und Beschichtungen

Tab.: 01, Auszug von möglichen Brandrückständen, Bayrisches Umweltamt

Wie die Schadensbilder zeigen, müsste vor einer geplanten Sanierung eine detaillierte Untersuchung der tatsächlich angefallenen Gifte durchgeführt und eine etwaige Sanierungsmöglichkeit ausgearbeitet werden, damit sichergestellt ist, dass keinerlei gesundheitsschädliche Substanzen in späterer Folge an die Raumluft mehr abgegeben werden.

Jedenfalls muss aber der gesamte Putz inkl. Auskratzen aller Mörtelfugen, sowie der Abbruch und Neuaufbau der gesamten von Löschwasser beaufschlagten Böden erfolgen, da ansonsten das Eindiffundieren von Brandgiften in die Raumluft aus bauphysikalischer Sicht nicht dauerhaft verhindert werden kann.

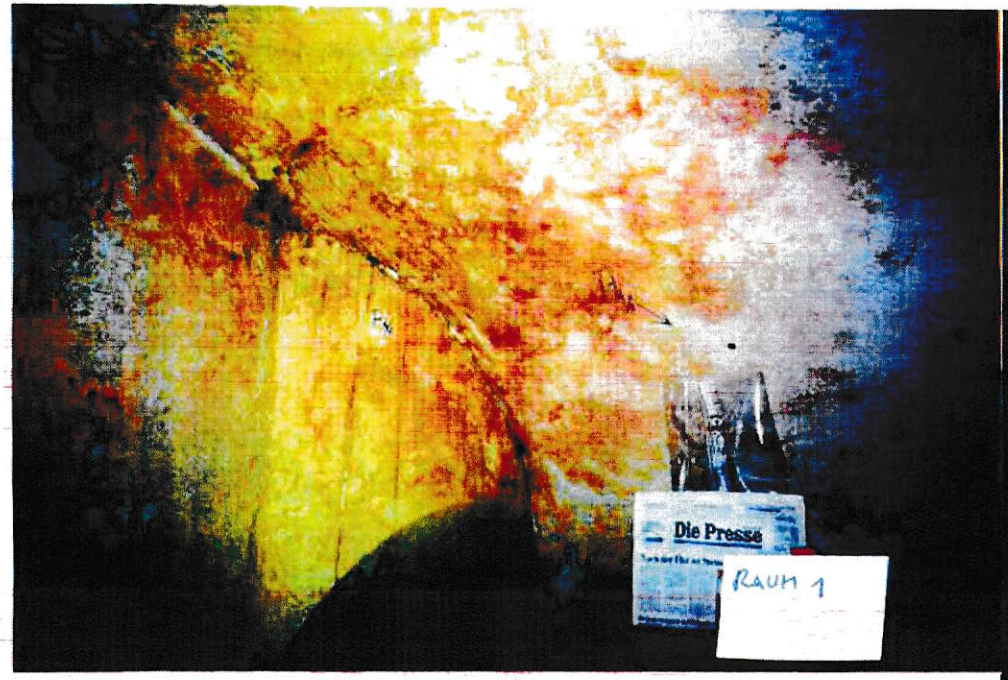
Ebenfalls einer genauen Untersuchung sollte das Ziegelmauerwerk und die Betondecke hinsichtlich ihrer Kontaminierung unterzogen werden.

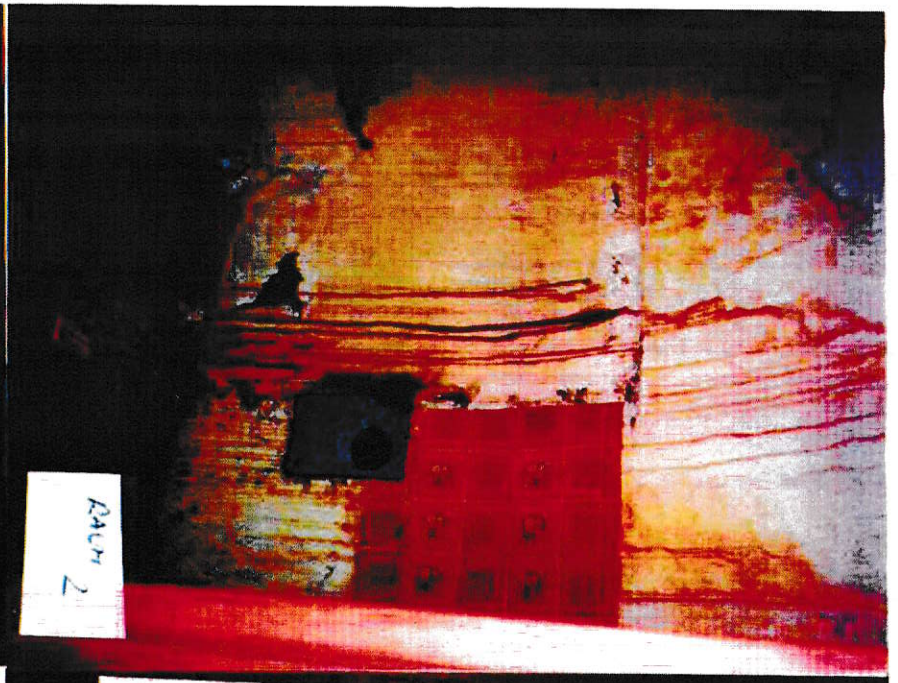
rosenfelder & höfler consulting engineers
GmbH & Co KEG
Technisches. Büro f. Physik - Bauphysik
Gleisdorfergasse 4, 8010 Graz
Tel.: +43/(0)316 84 44 00-0, Fax: -40
e-mail: office@diebauphysiker.at, web: www.diebauphysiker.at

Graz am, 20.07.2015

Robert Rosenfelder (GF)

BEILAGEN





BEILAGE: 1

ANNEXE 1

TU Graz
LABOR FÜR BAUPHYSIK
NOTIFIZIERTE UND AKKREDITIERTE PRÜFSTELLE

Bestimmung des massebezogenen Feuchtegehaltes

gemäß ÖNORM EN ISO 12570

Projekt:	HF15-017 / B15.953.004.436
Durchführung:	Markus Mosing

Waage GN-275 Darrschrank GN-182
70°C Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr | 1. Trockenwiegung am 27.05.2015, 18:10 Uhr

Antragsteller: Robert Rosenfelder, Rosenfelder und Höller Consulting Engineers GesmbH, Gleisdorfergasse 4a, 8010 Graz

Die Lecalon-Schüttung wurde am 26.05.2015 um 16:35 Uhr mit zwei Tontöpfen bis 27.05.2015, 12:10 Uhr in Wasser gelagert und anschließend der Darre zugeführt. Das freie Wasser konnte durch das Loch im Boden eines Tontopfes (B15 953 004 436) abrinnen, das Loch im zweiten Topf (B15 953 005 436) wurde mit einem Kork-Propfen verschlossen und das freie Wasser abgegossen.
Lüftungsklappenstellung des Darrschrankes: "2", Innentemperatur des Darrschrankes bei Start: ~26°C

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 1. Trockenwiegung am 27.05.2015, 18:10 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1183,40	1183,40	182,80	15,4%	1,67	1,71

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 2. Trockenwiegung am 28.05.2015, 08:20 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1119,80	1119,80	246,40	22,0%	4,47	4,59

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 3. Trockenwiegung am 28.05.2015, 14:20 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1117,90	1117,90	248,30	22,2%	5,60	5,74

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 4. Trockenwiegung am 29.05.2015, 09:05 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1119,75	1119,75	246,45	22,0%	9,11	9,33

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 5. Trockenwiegung am 29.05.2015, 13:48 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1119,70	1119,70	246,50	22,0%	10,02	10,26

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 6. Trockenwiegung am 30.05.2015, 09:55 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara [g]	Masse feucht +Tara [g]	Masse feucht [g]	Masse trocken +Tara [g]	Masse trocken [g]	Masse feucht - Masse trocken [g]	masse-bezogener Feuchte-gehalt [%]	elektron Energie-zähler [kWh]	Energie-Drehzähler [kWh]
1	004	Tontopf mit Lecalon-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0,00	1366,20	1366,20	1119,80	1119,80	246,40	22,0%	13,81	14,15

BEILAGE: 2 (7/12)

TU Graz
LABOR FÜR BAUPHYSIK
NOTIFIZIERTE UND AKKREDITIERTE PRÜFSTELLE

Bestimmung des massebezogenen Feuchtegehaltes

gemäß ÖNORM EN ISO 12570

Projekt:	HF15-017 / B15.953.005.436
Durchführung	Markus Mosing

Waage: GN-275 Darrschrank: GN-182

70°C Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr | 1. Trockenwiegung am 27.05.2015, 18:10 Uhr

Antragsteller: **Robert Rosenfelder, Rosenfelder und Höfler Consulting Engineers GesmbH, Gleisdorfergasse 4a, 8010 Graz**

Die Lecaton-Schüttung wurde am 26.05.2015 um 16:35 Uhr mit zwei Tontöpfen bis 27.05.2015, 12:10 Uhr in Wasser gelagert und anschließend der Darre zugeführt. Das freie Wasser konnte durch das Loch im Boden eines Tontopfes (B15 953 004 436) abrinnen, das Loch im zweiten Topf (B15 953 005 436) wurde mit einem Kork-Propfen verschlossen und das freie Wasser abgegossen.
Lüftungsklappenstellung des Darrschrankes: "2"; Innentemperatur des Darrschrankes bei Start: ~26°C

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 1. Trockenwiegung am 27.05.2015, 18:10 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1160.50	1160.50	155.70	13.4%	1.66	1.70

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 2. Trockenwiegung am 28.05.2015, 08:25 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1119.80	1092.70	223.50	20.5%	4.46	4.59

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 3. Trockenwiegung am 28.05.2015, 14:15 Uhr

Probe Nr.	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1090.90	1090.90	225.30	20.7%	5.59	5.73

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 4. Trockenwiegung am 29.05.2015, 09:05 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1090.85	1090.85	225.35	20.7%	9.11	9.33

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 5. Trockenwiegung am 29.05.2015, 13:45 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1090.80	1090.80	225.40	20.7%	10.00	10.25

70°C — Datum der Wiegung: 27.05.2015, 12:10 Uhr — 6. Trockenwiegung am 30.05.2015, 09:55 Uhr

Probe Nr	Proben-bezeichnung	Beschreibung	Tara	Masse feucht +Tara	Masse feucht	Masse trocken +Tara	Masse trocken	Masse feucht - Masse trocken	massebezogener Feuchtegehalt	elektron Energie-zähler	Energie-Drehzähler
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[kWh]	[kWh]
1	005	Tontopf mit Lecaton-Schüttung nach 19-stündiger Wasserlagerung	0.00	1316.20	1316.20	1090.90	1090.90	225.30	20.7%	13.80	14.14

BEILAGE: 2 (2/2)