



Geländeansicht während der Bodenabgrabung der Tonröhrenbauwerke 2 und 3
Abb. 01 Drohnaufnahme 10.04.2015

Entstehungsgeschichte und Baubeschreibung

Das südwestlich der Stadt Landsberg am Lech gelegene, ca. 20.000 m² große KZ-Lager Kaufering VII wurde im Sommer 1944 aus eines von 11 Außenlagern des KZ Dachau errichtet. Es bestand aus 55 Erdhütten, 6 Tonröhrenunterkünften und 8 Holzbaracken für Wachmannschaften, Versorgungs- und Reinigungszwecke sowie einem Wasserhochbehälter. Mit Ausnahme von 3 stehengebliebenen und 3 ruinierten Tonröhrenbauwerken sind keine oberflächlich sichtbaren Baukörper des Lagers erhalten geblieben.

Die ca. 6 m breiten und 13 m langen Tonröhrenbauwerke sind etwa 80 cm in den Boden eingetieft. Über einem gegen das Erdreich betonierten Sockel von ca. 1 m Höhe ab Fußbodenoberfläche im Innenraum erhebt sich das tonnenförmige Gewölbe mit ca. 5,30 m Spannweite aus zwei Lagen ineinander gesteckter, unvermörtelter Tonröhren. Nur die Schicht zwischen den Tonröhrenschalen wurde mit Zementmörtel aufgefüllt. Als obere Deckschicht diente ebenfalls eine Zementmörtelschicht mit Glattnstrich. Über einer teerhaltigen Bahnenabdeckung wurde das Gewölbe außenseitig ca. 25 cm dick mit Erde überdeckt. Von den Bauwerken selbst sind von außen nur die halbrunden Schildwände zu sehen. In den Schildwänden befinden sich jeweils eine Tür- und zwei Fensteröffnungen. Die mit Magerrasen bewachsene Erdüberdeckung schützt das ca. 2,50 m über das Gelände herausragende Gewölbe vor direkter Bewitterung.

Das Material für die Tonröhrenbauwerke hatte die Organisation Todt in Südfrankreich beschafft, wo die „Fusée Ceramic“ genannten Tonröhren auf Basis eines Patents des französischen Architekten Jacques Couëlle hergestellt wurden.

Vorher



Tonröhrenbauwerk 3 vor der Instandsetzung
Abb. 02 Fotoansicht 10.02.2011 von außen

Nachher



Tonröhrenbauwerk 2+3 nach Instandsetzung und Wiederverfüllung
Abb. 03 Fotoansicht 24.09.2015 von außen



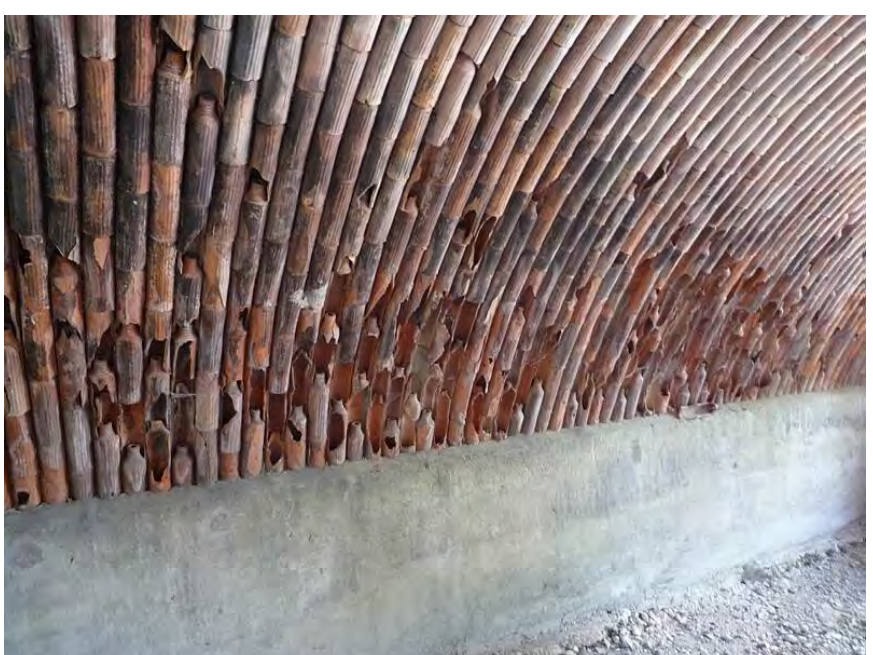
Tonröhrenbauwerk 4 vor der Instandsetzung
Abb. 04 Fotoansicht 10.02.2011 innen



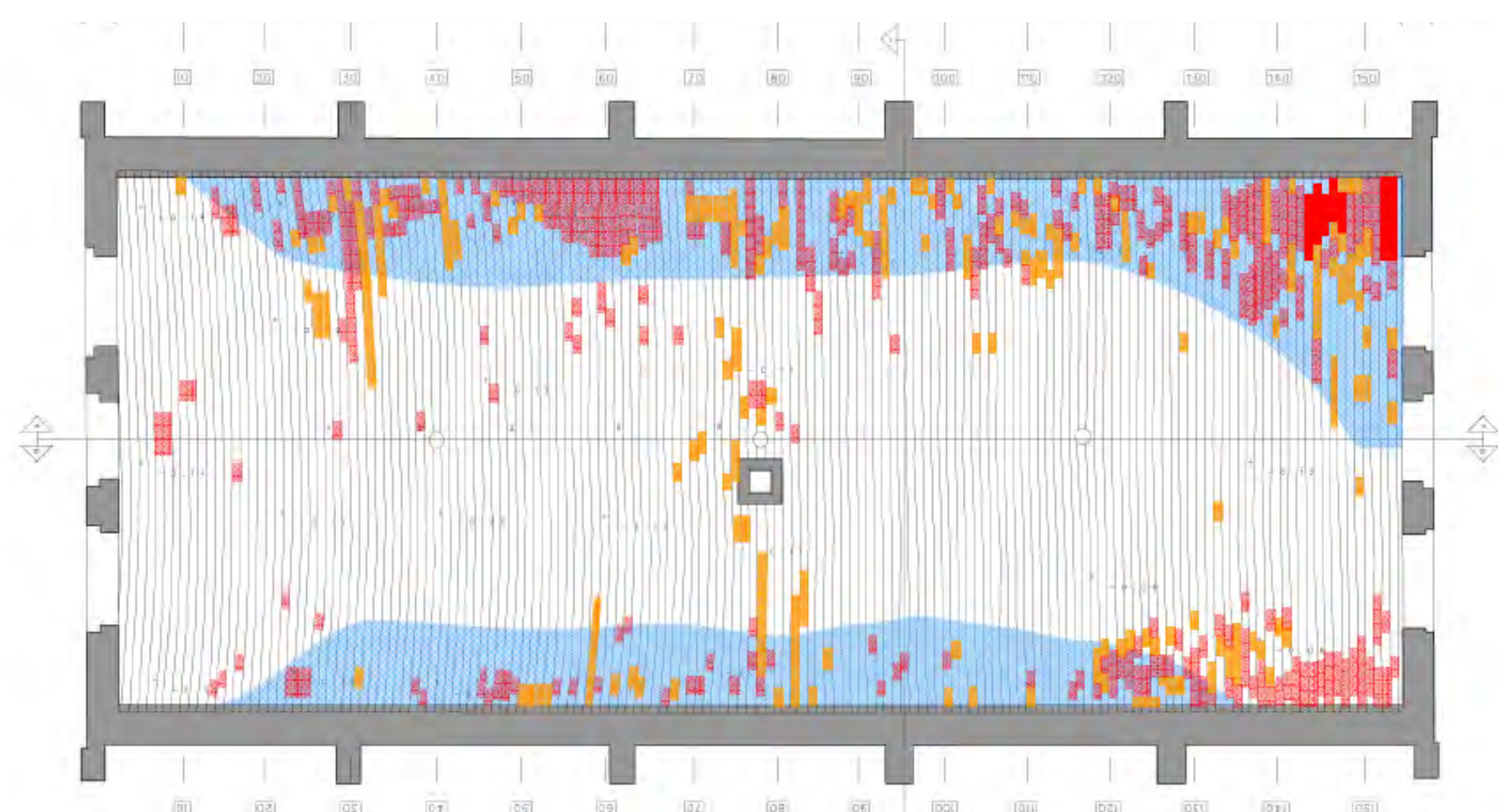
Tonröhrenbauwerk 4 nach der Instandsetzung innen
Abb. 05 Fotoansicht 18.08.2014 innen



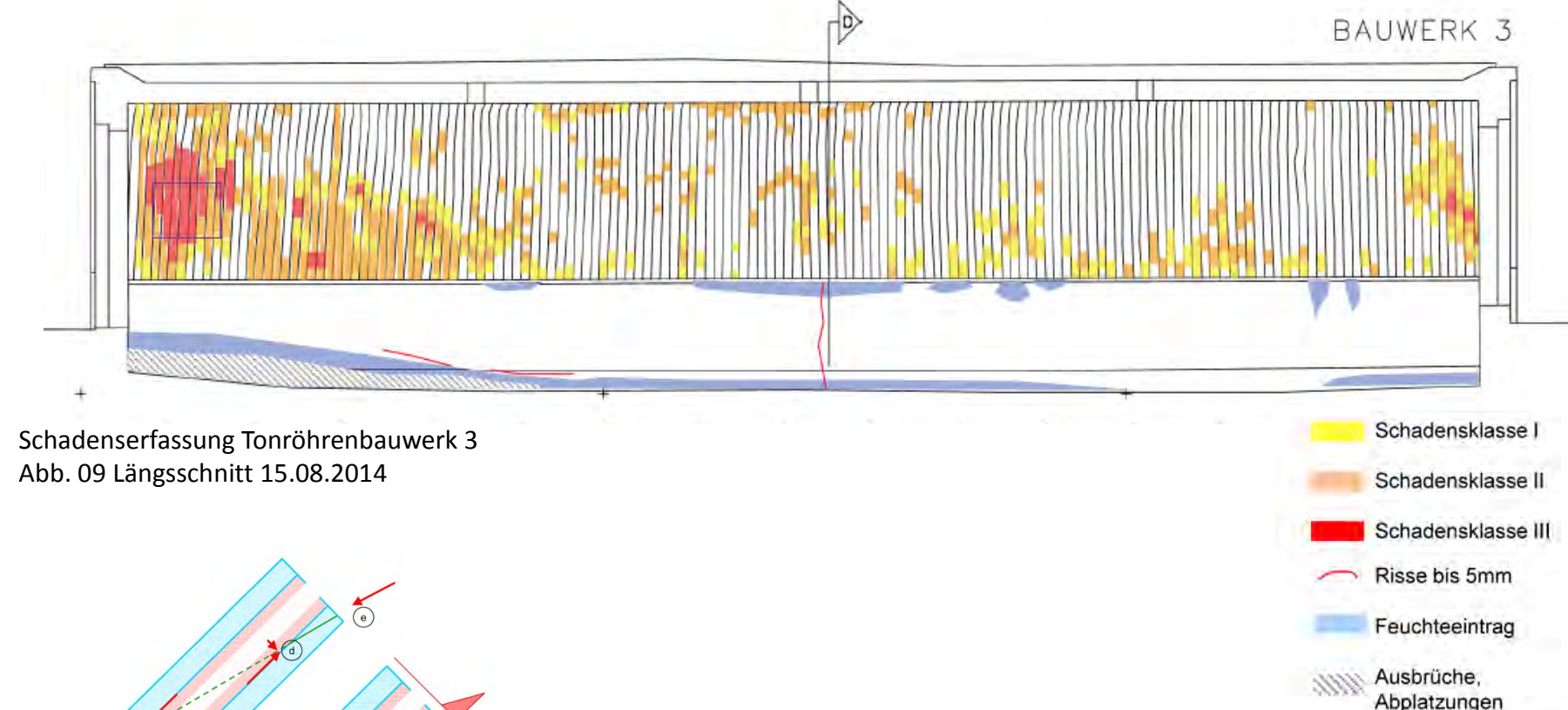
Schadhafte Tonröhren im Bauwerk 3 vor der Instandsetzung
Abb. 06 Detailansicht 10.02.2011 innen



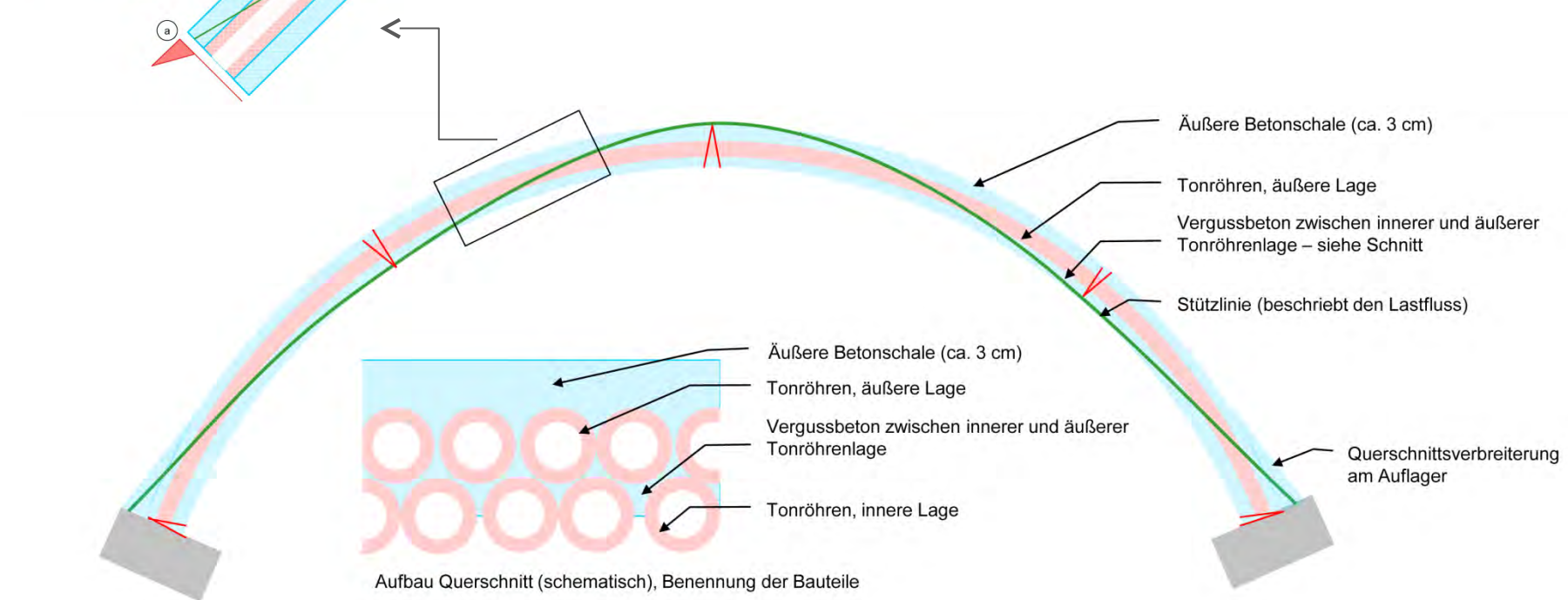
Gesicherte Tonröhren im Bauwerk 3 nach der Instandsetzung
Abb. 07 Teilansicht 23.07.2015 innen



Schadensaufnahme Tonröhrenbauwerk 4
Abb. 08 Grundriss 23.09.2011



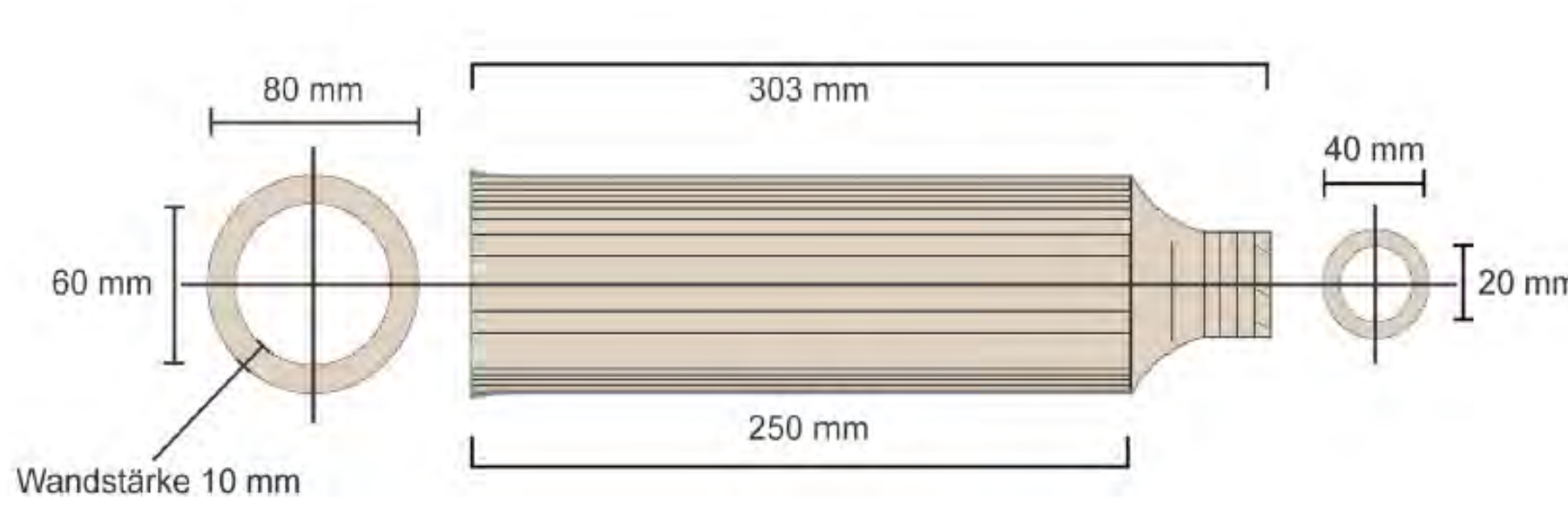
Schadensaufnahme Tonröhrenbauwerk 3
Abb. 09 Längsschnitt 15.08.2014



Tonröhrenschichtung und Lastabtragung
Abb. 10 Schemaschnitt 23.09.2011



Tonröhrenstempel „fusée ceramic“
Abb. 11 Detailaufnahme 06.09.2014



Abmessungen Tonröhren
Abb. 12 Detailplan 08.09.2014

Bestandserfassung und Schadensanalyse

Die 3 erhaltenen Tonröhrenbauwerke wurden mittels einer geodätischen Bestandsvermessung durch das Vermessungsbüro Jörg Blume einschließlich der gewölbeunterseitig sichtbaren Tonröhrenreihen erfasst. Darauf aufbauend erfolgte die statisch-konstruktive Begutachtung der tragenden Bauteile bestehend aus Fundamenten, Schildwänden und Tonröhrengebölen. Die 1944 aufgeführte Teerbahnenabdichtung der Gewölbe war bei allen Bauwerken in unterschiedlichem Maße undicht geworden. Dies führte zu Feuchte- und Frostschäden an den Gewölbinnen und Fundamenten und bewirkte auch den Einsturz von 3 der 6 gebauten Tonröhrenunterkünfte. Der Schädigungsgrad an den erhaltenen Tonröhrenbauwerken war unterschiedlich groß. Im Gegensatz zu den bei Tonröhrenbauwerk 4 nur partiell vorhandenen statisch relevanten Schäden waren bei den Bauwerken 2 und 3 flächendeckend statisch relevante Schäden vorhanden.

Die innenseitig vollständig sichtbare untere Schicht der Tonröhren besteht jeweils aus ca. 4.200 ineinandergesteckten Einzelröhren, die in ca. 155 Halbrundbögen aneinandergereiht sind. Bedingt durch den Feuchteintrag und mutwillige Beschädigungen sind die Einzelröhren je Bauwerk mit einem Anteil von ca. 10 bis über 50 Prozent teilgeschädigt. Lediglich in dem am meisten geschädigten Bauwerk 2 fehlen ca. 5 Prozent der Einzelröhren ganz. Dort bestanden auch Risseschnitten in den Schildwänden und an den Fundamenten sowie eine Betonplombe zur (unsachgemäßen) Reparatur einer Fehlstelle in einem Teilbereich im südöstlichen Bereich des Gewölbes.

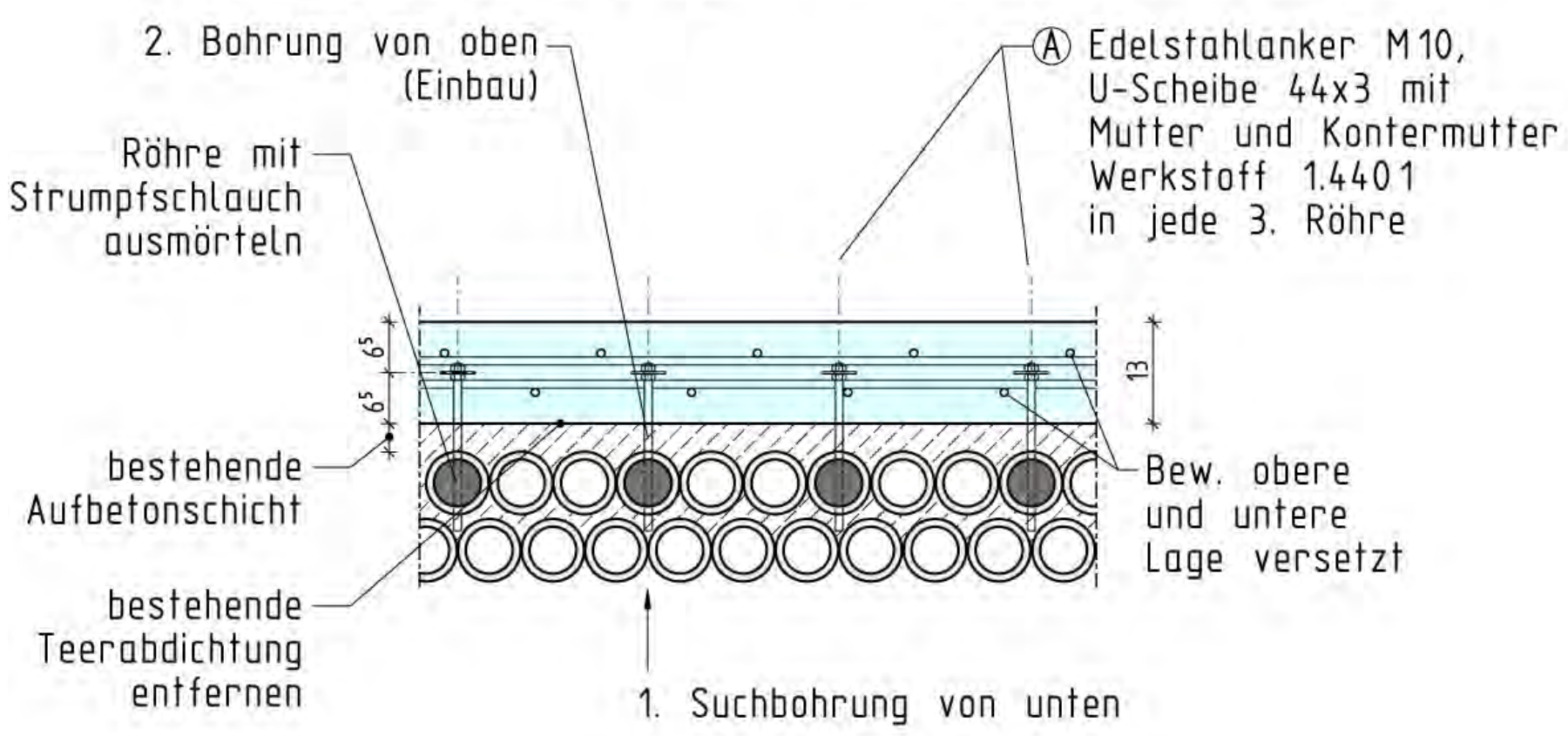


Tonröhrenbauwerk 4 während der archaischen Grabungen
Abb. 13 Fotoansicht 10.04.2014 von außen



Fundamentmauer Tonröhrenbauwerk 4 gegen Erdreich betoniert
Abb. 14 Detailansicht 10.04.2014 von außen

Verbindung Bestandsbogen mit neuem St.B.-Bogen



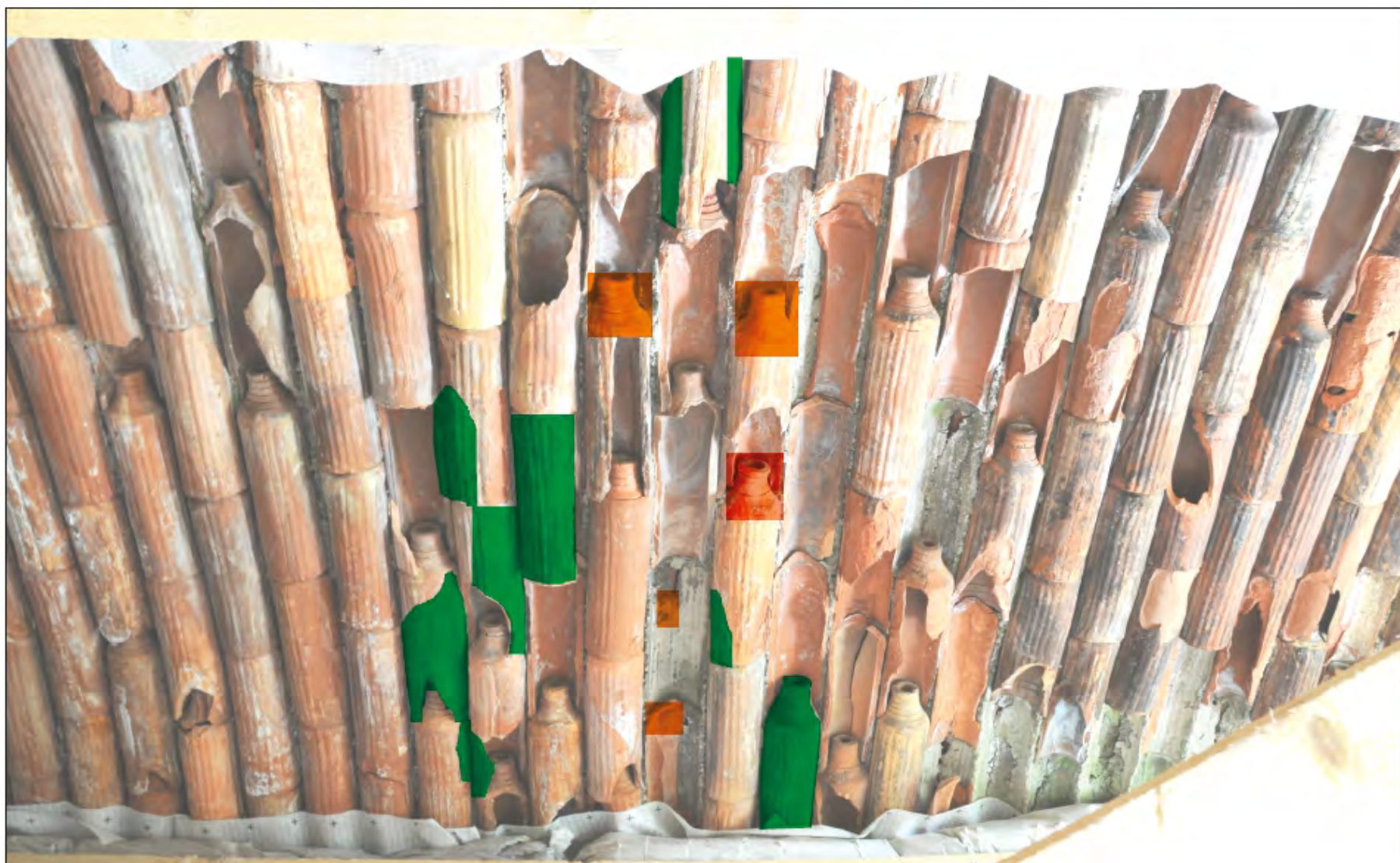
Detail des statisch-konstruktiven Ausführungsplans zur Ertüchtigung besonders geschädigter Gewölbeschnitte
Abb. 15 Detailplan M-02a 12.02.2014

Statisch-konstruktive Sicherungsmaßnahmen

Zur statischen Sicherung der Gewölbe werden die rechnerisch anzusetzenden Lasten aus Erdüberdeckung und Schnee künftig mithilfe einer neu konzipierten, ergänzenden und hinsichtlich der Materialität mit dem Bestand harmonisierenden Betonschale abgetragen. Diese ist auf der Außenseite der Bauwerke aufgebracht und somit unsichtbar unter der Erdüberdeckung angeordnet.

Die einsturzgefährdeten Bereiche der Tonröhrengeböle wurden mittels einer eigens für das Projekt entwickelten Spezialverdübelung mit der neuen, selbst tragenden Betonaufschale verbunden. Die Ausbildung dieser Spezialdübel wurde im Rahmen eines intensiven Planungs- und Bemusterungsprozesses vom Büro Barthel & Maus, Beratende Ingenieure GmbH in enger Zusammenarbeit mit dem Stück- und Putzrestaurator Thomas Salveter entwickelt und getestet. Sie besteht aus ca. 20 cm langen Gewindestangen, die einerseits in die äußere Tonröhrenlage eingetieft, andererseits nach oben über den bestehenden Glattnstrich des Tonröhrengeböles überstehend in der neuen Betonschale durch Bellagscheiben und Muttern verankert wurden. Für die Nachweisführung der Tragfähigkeit der Dübel wurden drei seitlich lagernde Tonröhren präpariert. Durch die LGA Nürnberg (TÜV Rheinland) wurden daran Ausziehveruche vorgenommen. Die Ergebnisse ergaben Bruchfestigkeiten von min. 180 kN und damit eine sechsfache Sicherheit.

Die Herstellung der Öffnungen in den Tonröhren wurde mithilfe eigens angefertigter Bohrwerkzeuge erschütterungslos vorgenommen. Das in den hohlen Tonröhren befindliche untere Ende der Gewindestangen wurde dort mittels mit Injektionsmörtel verfüllten Ankerstrümpfen kraftschlüssig eingesetzt. Die Ankerstrümpfe verhinderten ein unkontrolliertes Abfließen des Injektionsmörtels innerhalb der Tonröhren. Die dadurch entstehenden kugelförmigen Injektionen erbrachten eine gute Lastverteilung aufgrund der großen Auflagerfläche an den Innenseiten der Tonröhren. Mit dieser Anbindungsmethode konnte eine im Innenraum vollständig unsichtbare Befestigung der gefährdeten Gebölebereiche an die neuen außenliegenden Betonschalen erreicht werden.



Tonröhrensicherung
Abb. 19 Restaurierungskonzept 31.03.2014

Restauratorische Sicherungsmaßnahmen

Die erforderlichen Restaurierungsarbeiten beschränkten sich auf die materialgerechte Risserschließung in den Schildwänden, um hier einen möglichen Feuchteintrag zu verhindern. Im Innenraum wurden am Tonröhrengeböle lediglich die durchgeführten Wiederverklebungen von Tonröhrenabspalterungen mit vergütetem Spezialmörtel jeweils farblich an die unterschiedlichen Farbtöne des gebrannten Ziegelmaterials angepasst.

Bei den schadhafte Tonröhren erfolgte eine Sicherung und Festigung von Schollen und Abbruchkanten mit dem Steingerüstungsmörtel Mineros 2000. Dieser konnte in Textur und Farbtönen optisch sehr gut an das Tonröhrenmaterial angepasst werden; eine Ergänzung fehlender Teile der Tonröhren wurde jedoch nicht vorgenommen. Die Bohrlöcher für die statischen Verdübelungen wurden ebenfalls mit Steinersatzmörtel wieder verschlossen.



Tonröhrenbauwerk 4 Bewehrung für Aufbetonschale
Abb. 16 Fotoansicht 16.05.2014 von außen

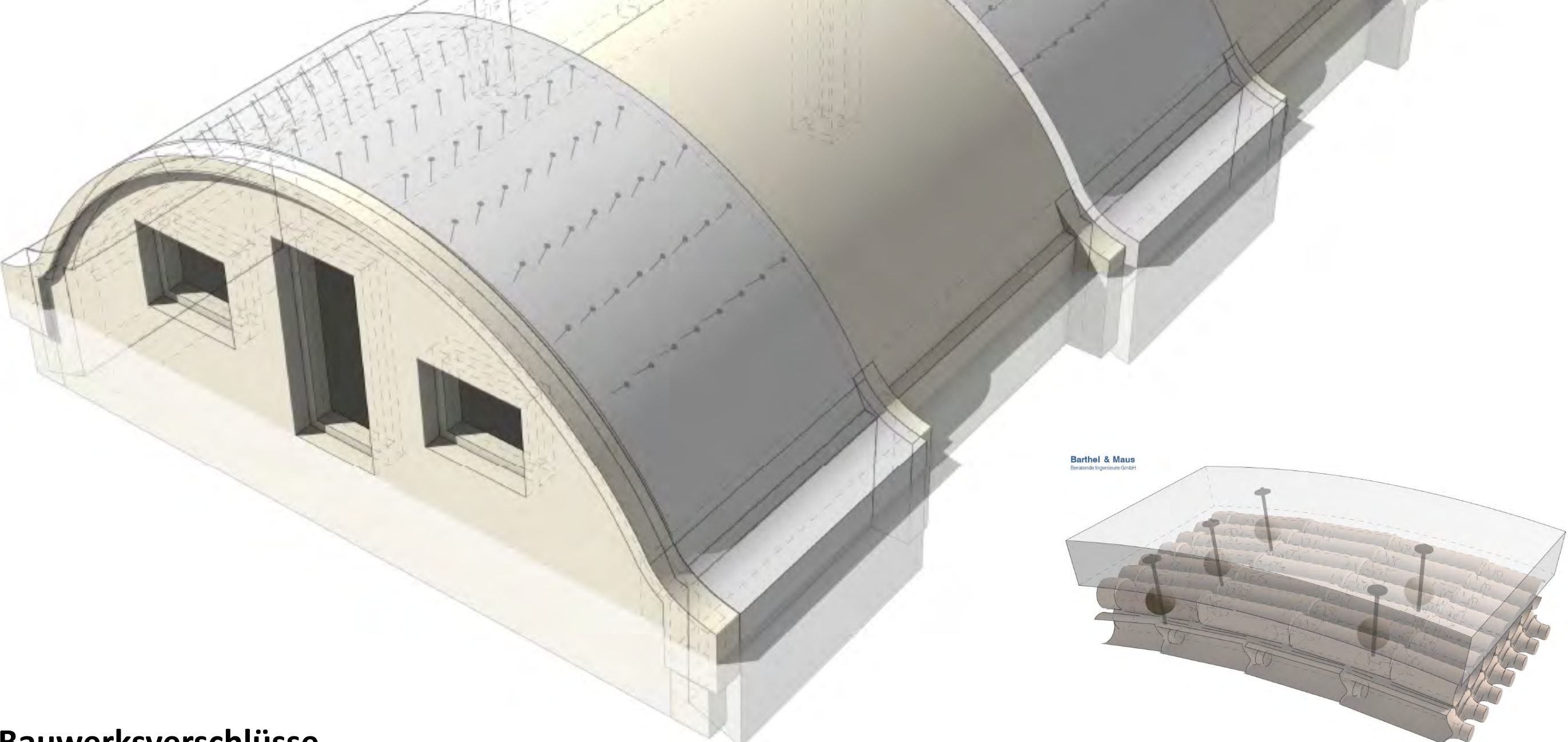


Tonröhrenbauwerk 4 Neufundierung für Aufbetonschale
Abb. 17 Fotoansicht 13.05.2014 von außen

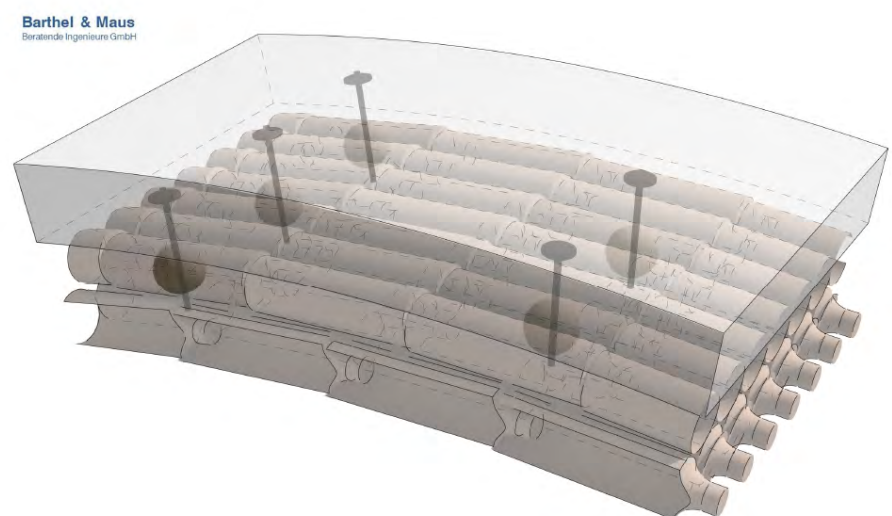


Tonröhrenverdübelung für Aufbetonschale Bauwerk 4
Abb. 18 Detailansicht 13.05.2014 von außen

Tonröhrenverdübelung mit Gewindestange, Füllschlauch und Ankerstrumpf
Abb. 21 Detailansicht 17.11.2015



Tonröhrenbauwerk 4 mit Aufbetonschalen und Ankersicherung
Abb. 22 Isometrische Perspektive 11.03.2016 von außen



Tonröhrengeböle mit Aufbetonschale und Ankersicherung
Abb. 23 Perspektivschema 11.03.2016 von außen

Bauwerksverschlüsse und Zugangstreppen

Der ruinierte Zustand der vorhandenen Fensterrahmenreste an den 3 Tonröhrenbauwerken sollte aus denkmalpflegerischen Gründen belassen und gesichert sowie innenseitig neue Fensterverschlüsse angebracht werden. Entsprechend der Ergebnisse aus den Klimamonitoringsuntersuchungen sollen die neuen Fensterverschlüsse nur eine Einbruch-schutzfunktion aufweisen. Dies wird durch nach unten klappbare Gitterrahmenfenster erreicht. Zur Vermeidung einer gefängnisartigen Verwitterung wurde eine optisch verträgliche, unverwechselbar moderne Gittervariante entwickelt.

Die Zugangstüren wurden als einfache Holzbrettentüren rekonstruiert, wie sie ursprünglich an den Tonröhrenbauwerken vorhanden waren. Lediglich ein verdeckt in den Innenräumen eingelassener, umlaufender verzinkter Stahlwinkelrahmen sorgt für eine zusätzliche Klima- und Einbruchschutzstabilität.

Der Zugang zu den ca. 80 cm tiefer liegenden Innenräumen wird durch neue zurückhaltend gestaltete Gitterrosttreppen gewährleistet, deren Formfindung wie bei den Fenstergittern durch aufwändige Entwurfs- und Bemusterungsprozesse vorbereitet wurde.



Tonröhrenbauwerk 2 Neufundierung für Aufbetonschale
Abb. 24 Fotoansicht 05.05.2015 von außen

Abdichtungsmaßnahmen und Wiederverfüllung

Bedingt durch die schadstoffhaltige Teerabdichtung war die Bodenüberdeckung kontaminiert und musste entsprechend einschlägiger Vorschriften sachgemäß entsorgt werden. Mit größter Sorgfalt wurde die Erdüberdeckung der Tonröhrengeböle per Bagger und Handarbeit abgenommen. Vorsorglich wurden die Tonröhrengeböle vorher im Inneren vollständig mit einer hölzernen Stützkonstruktion mit Schutzauflagen an den Kontaktstellen unterstützt. Zum Abtragen der seitlichen Fundamente wurden die Fundamentmauern mit provisorischen Zugankern verspannt und so gegen seitliches Ausweichen gesichert.

Zur neuen Bauwerksabdichtung wurde eine ganzflächig vorkonfektionierte Kautschukfolie (EPDM) verwendet, die in einem Stück über die instandgesetzten Geböle gezogen wurden und die nur an den strinseitigen Schildbögen mit dort aufgeschraubten Randblechen fest verschweißt ist. Zum beidseitigen Schutz der Kautschukfolie wurden unter und über derselben Faserschutzmatten verlegt. Um Oberflächenwasser von den seitlichen Fundamenten fernzuhalten wurde die Dichtfolie seitlich ca. 1 m über die Gebölekämpfer hinaus verlängert und auf einer keilförmigen Lage aus vorsichtig verdichtetem Wegeskiel aufgelagert.

Für die Wiederverfüllung wurde ortstypisches Boden- und Wiederbepflanzungsmaterial besorgt und verwendet. Als Rutschsicherung für die Aufbringung des neuen Bodenmaterials auf dem neu abgedichteten Geböle wurden druckimpregnierte Kiefernmaten zur Ankerung in Perforationen eingeflochten und über die Geböleschale gelegt. Eine feste Verbindung der Rutschsicherung mit dem Bauwerk war dadurch nicht erforderlich; damit konnten Durchdringungspunkte in der Dichtfolie vermieden werden.

Klimamonitoring

Bedingt durch die vorhandene hohe Salzbelastung der Tonröhren soll eine Abtrocknung der zu erwartenden witterungsbedingten Feuchteaufnahmen durch gezielte Entlüftung der Tonröhrenbauwerke begünstigt werden um eventuelle künftige Frostschäden zu vermeiden.

Die Ergebnisse eines Klimamonitorings und Beobachtungen am Bauwerk zum Feuchte- und Schimmelverhalten an den provisorischen Fenster- und Schimmelverschlüssen während der Bauzeit zeigten, dass eine kontinuierliche Durchlüftung der Bauwerke durch offene Fenster am bauwerkverträglichen sein wird.



Klimamonitoring Tonröhrenbauwerk 4 relative Feuchte
Abb. 25 Diagramm 25.11.-24.12.2014



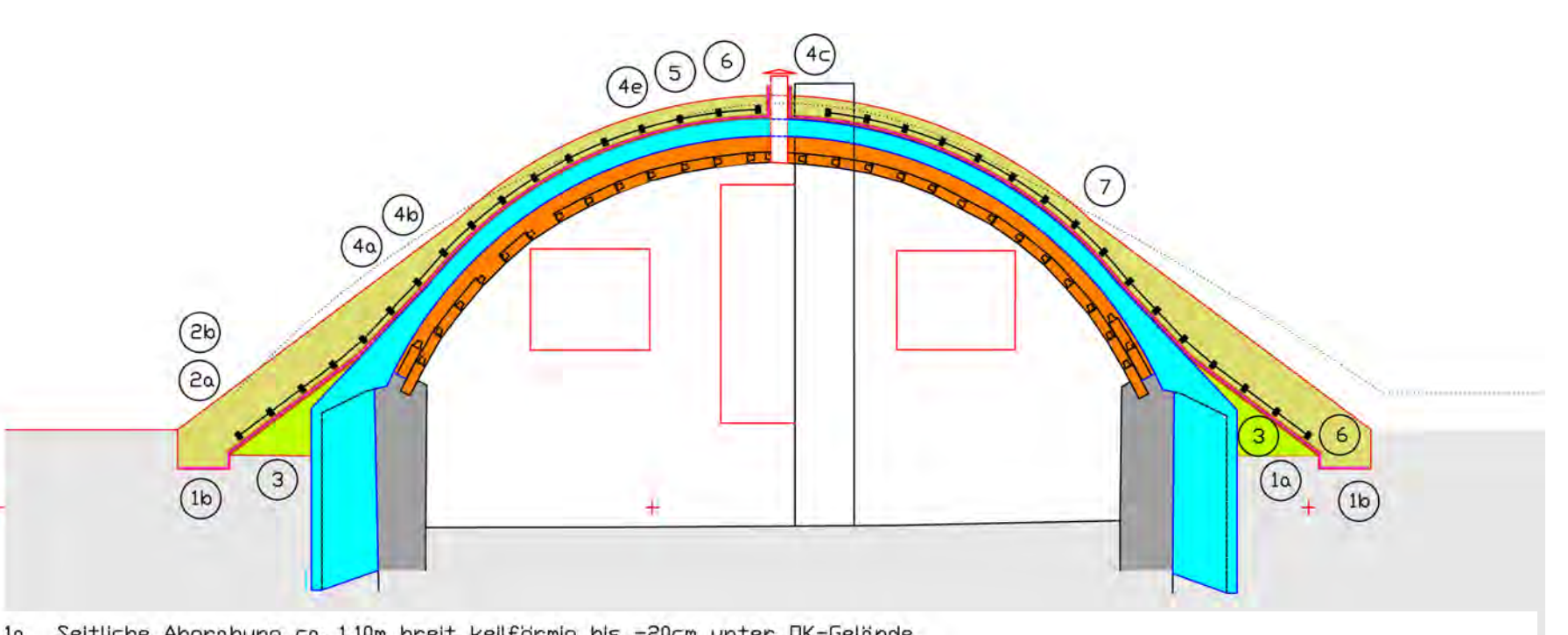
Tonröhrenbauwerk 4 Einbau der Kautschukfolienabdichtung
Abb. 26 Fotoansicht 28.07.2014 von außen



Tonröhrenbauwerk 4 Einbau der Kautschukfolienabdichtung
Abb. 27 Fotoansicht 01.08.2014 von außen



Tonröhrenbauwerk 4 Wiederverfüllung mit Abrutschsicherung
Abb. 28 Fotoansicht 06.08.2014 von außen



Gewölbeabdichtung und Wiederverfüllung mit Rutschsicherung
Abb. 29 Maßnahmenplan 02.02.2015

Bestandssicherung Tonröhrenbauwerke Ehemaliges KZ-Außenlager Kaufering VII
Auftraggeber: Stiftung Holocaustgedenkstätte e.V. Landsberg am Lech
Projektleitung: Manfred Deiler
Barthel & Maus, Beratende Ingenieure GmbH, München
Architekt Dipl.-Ing. Franz Hölzl, München