

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Scholz, Heiko; Lewis, Ronald; Burkert, Toralf**

## **Hochwasserschutz Dresdner Altstadt unter Berücksichtigung denkmalgeschützter Bausubstanz**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103483>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Scholz, Heiko; Lewis, Ronald; Burkert, Toralf (2013): Hochwasserschutz Dresdner Altstadt unter Berücksichtigung denkmalgeschützter Bausubstanz. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Technischer und organisatorischer Hochwasserschutz - Bauwerke, Anforderungen, Modelle. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 48. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 21-31.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## **Hochwasserschutz Dresdner Altstadt unter Berücksichtigung denkmalgeschützter Bausubstanz**

Heiko Scholz  
Ronald Lewis  
Toralf Burkert

Die Brühlsche Terrasse bietet für die Dresdner Altstadt scheinbaren Hochwasserschutz. Inwiefern jedoch die alten Festungsmauern tatsächlich wirksamen Schutz gegen Unter- und Durchströmung bei Hochwasser in der Elbe bieten, war Gegenstand einer umfangreichen Untersuchung. Auf der Basis verschiedener Untersuchungen der Bauwerke und des Baugrundes sowie mit Hilfe eines Grundwassermodells, welches sowohl die Mauern der Festungsanlagen als auch den anstehenden Untergrund erfasst, konnte der Nachweis erbracht werden, dass die Brühlsche Terrasse genügenden Hochwasserschutz für die Altstadt bietet, wenn gleichzeitig alle in den Außenmauern vorhandenen Öffnungen und die beiden querenden Straßen bei Hochwasser mobil verschlossen werden.

Stichworte: Hochwasserschutz, Denkmalschutz, Grundwassermodellierung, Durchströmung von Mauerwerk

### **1 Veranlassung**

Das Hochwasser der Elbe im August 2002 führte zu erheblichen Überschwemmungen in der Stadt Dresden, wobei auch bedeutende Kulturbauten der Dresdner Altstadt wie der Dresdner Zwinger, die Semperoper und das Albertinum betroffen waren.

In Folge des Hochwasserereignisses hat der Freistaat Sachsen für alle Fließgewässer 1. Ordnung Hochwasserschutzkonzepte zur nachhaltigen Verbesserung des öffentlichen Hochwasserschutzes in den gefährdeten Gebieten aufgestellt. Für das Gebiet der Stadt Dresden wurden mit der Hochwasserschutzkonzeption (*HWSK Elbe 2004*) die bestehenden Überschwemmungsgefährdungen im Stadtgebiet festgestellt. Im Elbeabschnitt zwischen der Carolabrücke und der Augustusbrücke bietet die dort vorhandene Festungsanlage der Brühlschen Terrasse scheinbaren Hochwasserschutz für das Altstadtgebiet. Jedoch bestehen Überschwemmungsgefährdungen auf Grund von zwei die Außenmauern der Brühlschen Terrasse durchbrechenden Straßen (Münzgasse, Brühlsche Gasse). Zudem ist nicht bekannt, ob die Außenmauern der Brühlschen Terrasse tatsächlich aus-

reichenden Hochwasserschutz bieten. Darüber hinaus gibt es in den Außenmauern zahlreiche Öffnungen (Türen, Fenster, Scharten), die durchströmt werden. Mit der Hochwasserschutzkonzeption werden daher Vorschläge für Hochwasserschutzmaßnahmen (HWS-Maßnahmen) unterbreitet.

Basierend auf dieser Hochwasserschutzkonzeption erfolgten im Jahr 2003 erste Planungen und es wurde im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden eine Vorplanung für die bauliche Realisierung der HWS-Maßnahmen aufgestellt (*PROWA 2003*). Im Jahr 2006 begannen weiterführende Untersuchungen und die Planungsarbeiten für die bauliche Realisierung der erforderlichen HWS-Maßnahmen.

## 2 Ausgangssituation

Für die Untersuchung von möglichen HWS-Maßnahmen wurde eine Vorplanung aufgestellt, in der der Innenstadtbereich zwischen Carolabrücke bis zur Marienbrücke betrachtet wurde. Als Vorzugsvariante wurden folgende Maßnahmen zur Umsetzung empfohlen:

- Schaffung mobiler Verschlüsse für die beiden die Brühlsche Terrasse durchbrechenden Straßensowie der in den Außenmauern der Brühlschen Terrasse vorhandenen Öffnungen
- Ertüchtigung des Untergrundes und der Außenmauern der Brühlschen Terrasse durch geeignete Abdichtungsmaßnahmen

Die mobilen Verschlüsse für vorhandene Türen-, Fenster und sonstige Maueröffnungen waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen bereits realisiert worden. Die Schaffung mobiler Verschlüsse für die Münz- und die Brühlsche Gasse erfolgte im Rahmen eines separaten Bauvorhabens.

Damit beschränkten sich die Untersuchungen auf die Überprüfung der Eignung der Außenmauern der Brühlschen Terrasse als HWS-Anlage für die Dresdner Altstadt bei gleichzeitigem Verschluss aller vorhandenen Öffnungen sowie der Notwendigkeit einer Abdichtung des Untergrundes unter den Außenmauern.

Dabei waren folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Grundsätzlich waren Aspekte des Denkmalschutzes der zu großen Teilen aus dem 16. Jahrhundert stammenden Festungsanlagen zu beachten.

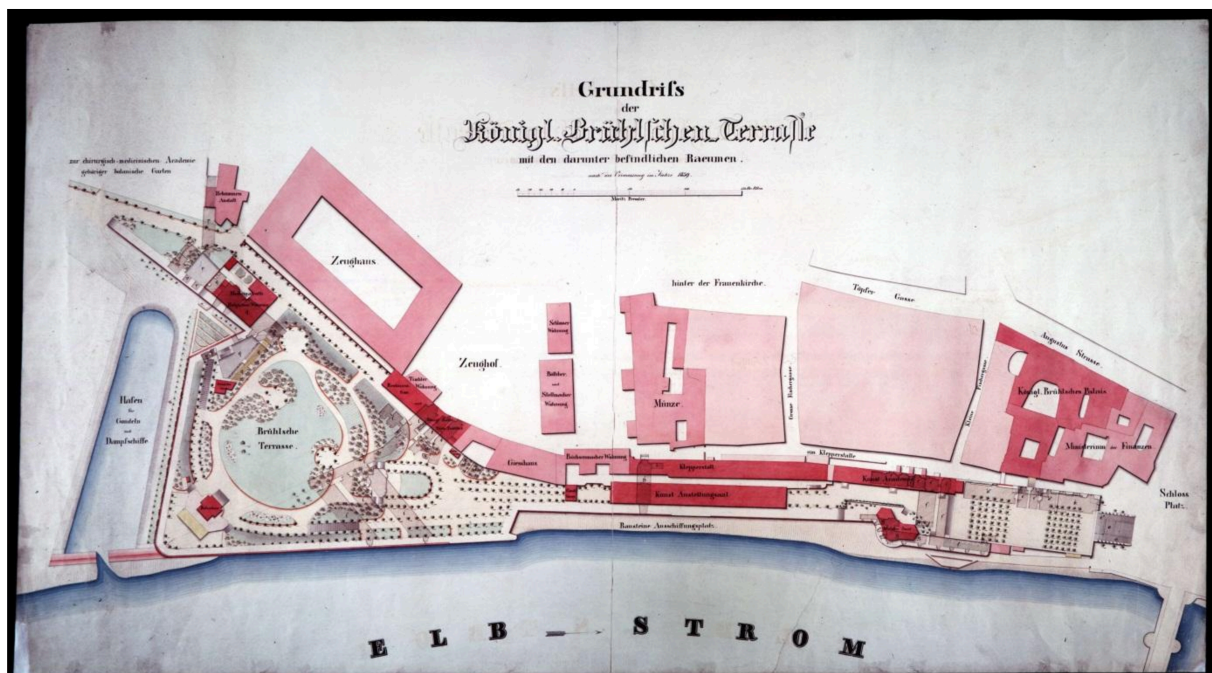
- Das Wasser darf bei Hochwasser der Elbe in die Bauwerke eindringen und die in der Festung befindlichen Kasematten fluten, jedoch darf es dabei nicht zum oberirdischen Austritt hinter der Brühlschen Terrasse kommen.
- Auch Grundwasser soll nicht im zu schützenden Stadtgebiet hinter der Brühlschen Terrasse zu Tagetreten.

### 3 Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse

#### 3.1 Recherche Bestandsunterlagen

Für die exakte Kenntnis der zu untersuchenden baulichen Anlagen wurden in einem ersten Schritt verfügbare Bestandsunterlagen des Verwalters der Liegenschaft recherchiert. Dabei konnten einige wenige Bestandspläne von Bauwerksteilen der Festungsanlagen aus der jüngeren Vergangenheit geprüft, die jedoch längst nicht die Gesamtanlagen darstellen.

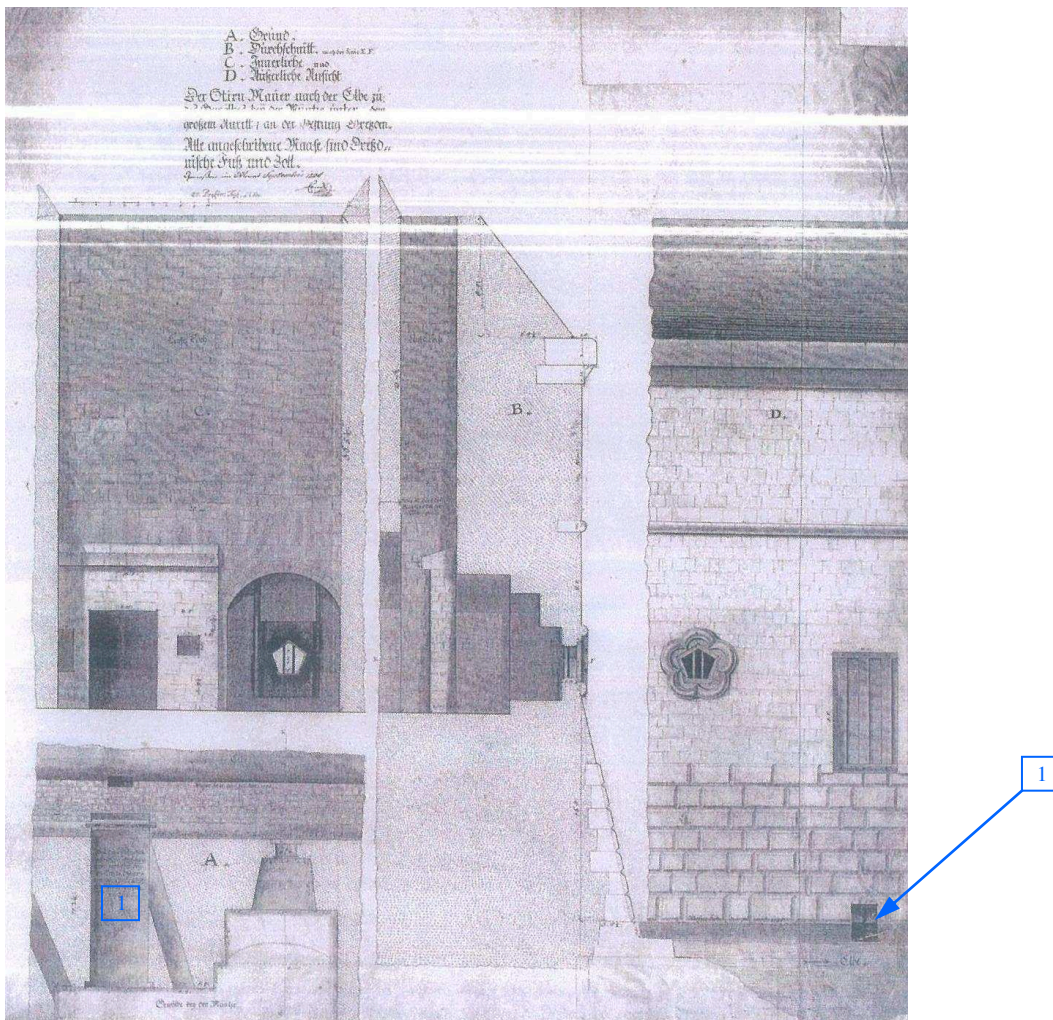
Es erfolgte daher in einem zweiten Schritt eine umfangreiche Recherche im Hauptstaatsarchiv des Freistaates Sachsen bezüglich verfügbarer historischer Pläne, Bauwerksdarstellungen und Karten (Beispiel siehe Abb. 1).



**Abbildung 1:** Beispiel für historischen Bauwerksplan - Grundriss der Brühlschen Terrasse, Darstellung von 1839 (Quelle: Hauptstaatsarchiv Freistaat Sachsen)

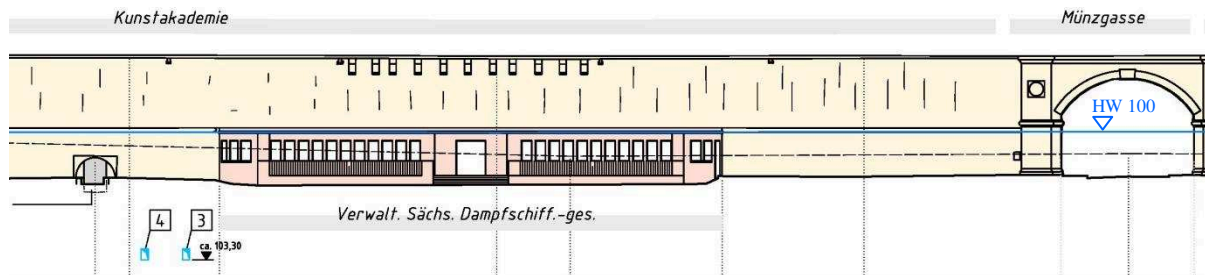
Im Zuge der Auswertung der historischen Pläne wurde erkannt, dass im unteren Bereich der Außenmauern früher Öffnungen für Entwässerungskanäle der Stadt vorhanden waren. Diese alten Kanäle befanden sich in einer Höhe, die heute weit unter der Geländeoberkante des Terrassenufers liegt, da das Gelände in diesem Bereich in den vergangenen Jahrhunderten gegenüber dem früheren Elbufer aufgeschüttet wurde. Es ergaben sich zwei Bereiche, in welchen früher Entwässerungskanäle die Außenmauer querten.

Solche Altkanäle, die eine rasche Durchströmung der Bauwerke befürchten ließen, wurden an zwei Stellen vermutet. Ein solcher Kanal in der Festungsmauer ist in einem historischen Plan im Bereich der damals dort am Salzhafen befindlichen „Münze“ dargestellt (vgl. Abb. 2). Heute befindet sich hier die Lagertonne der Sächsischen Schiffsgastronomie.



**Abbildung 2:** Historischer Plan „von der Stirnmauer nach der Elbe zu, des Gebäudes bey der Münze...“; im Bild ist ein Kanal dargestellt (siehe Ziffer 1); Darstellung von 1738 (Quelle: Hauptstaatsarchiv Freistaat Sachsen)

In der nachstehenden Ansicht der Brühlschen Terrasse (Abb. 3) sind zwei Möglichkeiten für die rekonstruierte Lage des vermuteten Kanals dargestellt.



**Abbildung 3:** Ansicht der Brühlschen Terrasse im Bereich der ehemaligen „Münze“; mit 3 und 4 sind die Lagen eines vermuteten Altkanals bezeichnet (Scholz + Lewis 2006 A)

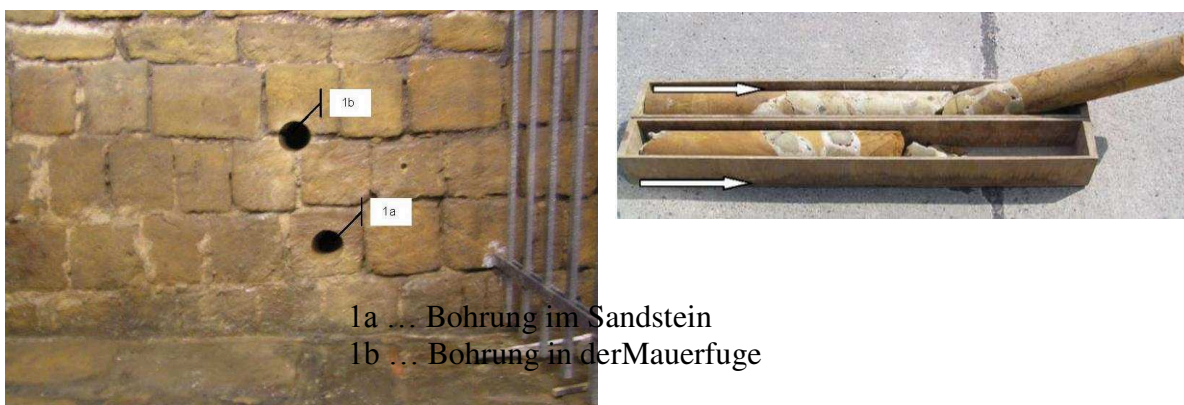
Ein zweiter solcher Kanal wurde in anderen Zeichnungen östlich von der Brühlschen Gasse im Bereich des als „Piatta forma“ bezeichneten Bauwerksteils gefunden.

### 3.2 Bauwerksuntersuchungen

Die Auswertung aller gefundenen Unterlagen genügte jedoch nicht, um ausreichende Kenntnis zur Bauwerksgeometrie und Bauart der zu untersuchenden Außenmauern und Räume in den Festungsanlagen sowie zum anstehenden Untergrund zu erhalten. Es waren somit weitere Untersuchungen erforderlich.

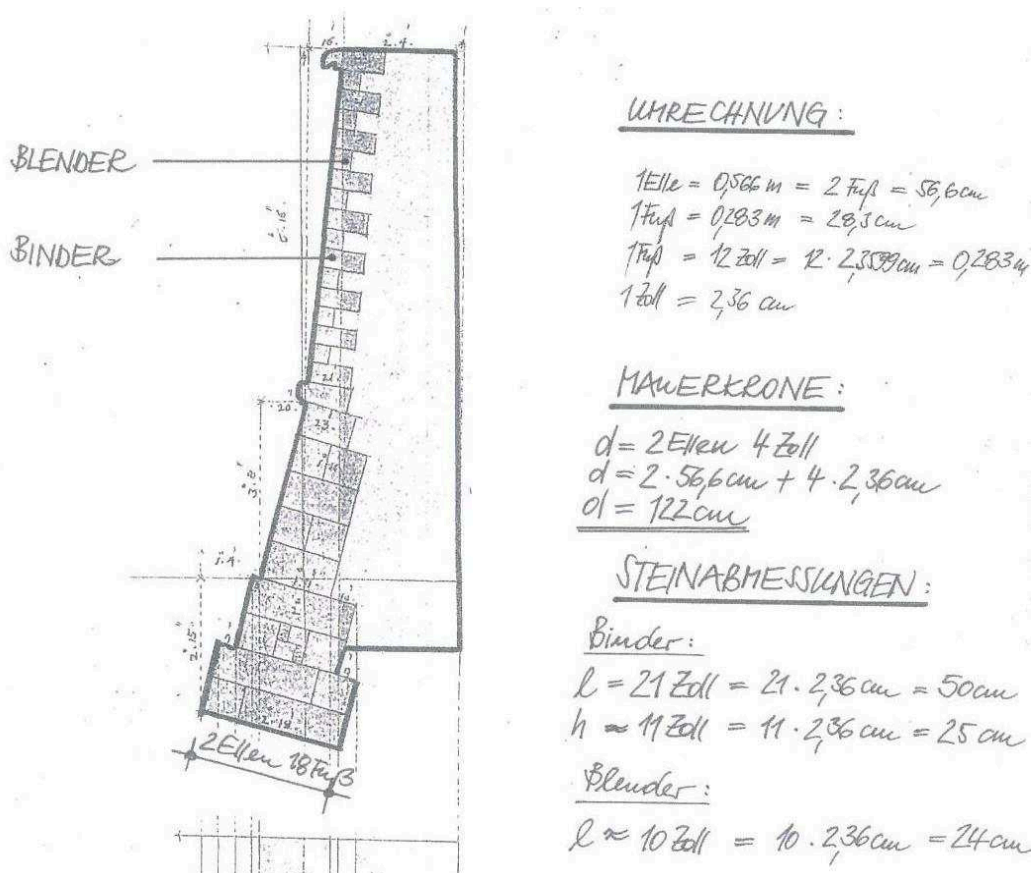
Für Bauwerksteile mit Relevanz für die Untersuchung wurden **Bauwerksvermessungen** durchgeführt. Dies erfolgte im Wesentlichen für Bauwerksteile, die bezüglich der Standsicherheit und der Untersuchung zum Durchströmungsverhalten von Interesse waren. Mauerdicken wurden dabei vorwiegend an vorhandenen Fenster- und Türöffnungen bestimmt.

Zur Ermittlung der tatsächlichen Bauwerksabmessungen, -gründung und -beschaffenheit der Außenmauern der Brühlschen Terrasse wurden **Bauzustandsuntersuchungen** durchgeführt. Hierfür erfolgten Vertikalbohrungen zur Erkundung der Bauwerksgründung. Der Mauerwerksaufbau wurde überwiegend durch Sondierungsbohrungen in Mörtelfugen mit Hilfe endoskopischer Untersuchung erkundet. Zur Bestimmung der bautechnischen Eigenschaften des Mauerwerkes erfolgten horizontale Kernbohrungen mit der Entnahme von Bohrkernen, die im Labor bezüglich ihrer Materialeigenschaften untersucht wurden.



**Abbildung 4:** Bohrkernentnahme in der Brühlischen Terrasse (Scholz + Lewis 2006 A)

Im Ergebnis der durchgeführten Bauwerksvermessung und Bauzustandsuntersuchungen sowie in Auswertung der recherchierten historischen Bauwerkszeichnungen konnten die notwendigen Angaben zu Bauart und Bauwerksgeometrie rekonstruiert werden (vgl. Abb. 5).

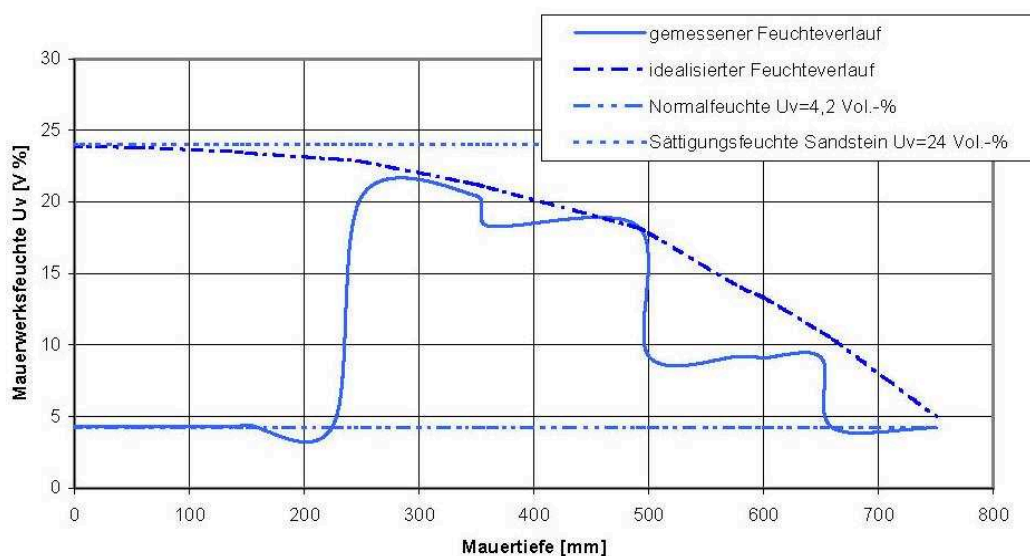


**Abbildung 5:** Rekonstruierter Querschnitt der Außenmauer der Brühlischen Terrasse unter Zugrundelegung einer historischen Schnittdarstellung von 1787 (Scholz + Lewis 2006 A)

Die erkundeten Mauerwerksdicken am Mauerfuß betragen zwischen 2,0 m bis fast 5,0 m. Die Mauern bestehen aus Sandsteinquadern (Postaer, vereinzelt auch Reinhardtsdorfer Sandstein), wobei – wie zur Entstehungszeit der Festungsanlagen üblich – nur die äußere und innere Mauerschale aus Sandsteinquadern gesetzt ist und der Zwischenraum aus einem Konglomeratbeton hergestellt wurde.

Für die Modellierung der Durchströmung des Bauwerkes sind die Durchlässigkeitsparameter des Sandsteinmauerwerkes von entscheidender Bedeutung. Insbesondere ist maßgebend, ob die Mauerwerksdurchlässigkeit ggf. durch die Fugen bzw. den Sandstein selbst dominiert wird. Da die Mörtelfugen im Rahmen der Bauwerksuntersuchung als intakt festgestellt wurden war die Durchlässigkeit des Sandsteines für das Bauwerk maßgebend.

Im Frühjahr 2006 führte die Elbe wieder Hochwasser, wobei es zur Überschwemmung des Terrassenufers und auch zum teilweisen Einstau der Außenmauern der Brühlschen Terrasse kam. Damit war es zusätzlich möglich, eine Ermittlung der Durchlässigkeitseigenschaften des Außenmauerwerks durch Messung der eingetretenen Mauerdurchfeuchtung durchzuführen. Hierfür erfolgten Bohrmehlentnahmen in vom Einstau betroffenen Mauerbereichen. Unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufes der Hochwasserstände in der Elbe und in Auswertung des gemessenen Feuchteverlaufes im Mauerwerk konnte für das Mauerwerk ein idealisierter Durchlässigkeitsbeiwert mit  $k_f = 5,5 \cdot 10^{-5}$  m/s bestimmt und damit auch die zuvor aus der Fachliteratur abgeleiteten Werte annähernd bestätigt werden.



**Abbildung 6:** Feuchteverlauf im Mauerwerk der Brühlschen Terrasse nach dem Frühjahrshochwasser 2006 (Scholz + Lewis 2006 A)



Da für die beiden in den historischen Plänen erkannten alten Kanäle keinerlei aktuelle Kenntnisse oder Pläne recherchiert werden konnten, wurde festgelegt, diese Kanäle mittels **Suchschachtung** im Verdachtsbereich zu erkunden. Bei im Jahr 2006 durchgeführten Aufgrabungen konnte einer der beiden vermuteten Kanäle im Bereich der „Piatta forma“ tatsächlich gefunden werden. Der ebenfalls vermutete Kanal an der Lagertonne („Müntze“) war bereits verschlossen und nicht mehr erkennbar.

Zur Erfassung der geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse wurde ein umfangreiches **geotechnisches Untersuchungsprogramm** realisiert. Insgesamt wurden 8 Kernbohrungen bis zu 19 m Tiefe vor und hinter den Festungsmauern sowie zahlreiche Kleinbohrungen und Rammsondierungen innerhalb der Kasematten der Brühlschen Terrasse niedergebracht. Ein Teil der Kernbohrungen wurde zu Grundwassermessstellen ausgebaut, an denen Pumpversuche zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Untergrundes unter den Bauwerken ausgeführt worden sind.

Darüber hinaus konnten relevante Baugrundparameter zur Überprüfung verschiedener Standsicherheitsnachweise (z. B. Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch, Erosionssicherheit des Untergrundes) anhand von Laborversuchen ermittelt werden.

Aus den erhobenen geotechnischen Daten wurde ein Baugrundmodell entwickelt, welches die Grundlage für das hydrogeologische Berechnungsmodell bildete.

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen erfolgte der Aufbau eines vertikal ebenen 2D Finite Elemente **Grundwassermodells** zur Berechnung der instationären Durch- bzw. Unterströmung der Brühlschen Terrasse.

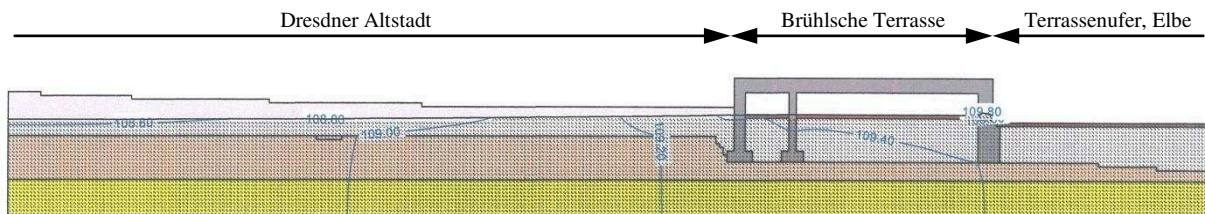
Für die Modellierung wurde ein besonders schlanker und damit hinsichtlich der Mauergeometrie ungünstiger Bauwerksteil der Brühlchen Terrasse ausgewählt, der eine relativ rasche Durchströmung erwarten ließ. Dieser Bauwerksteil ist östlich der Brühlchen Gasse gelegen und wird als „Piatta forma“ bezeichnet.

Die Berechnungen wurden für einen Modellzeitraum von 88 Tagen, in welchem der Wasserstand der Elbe von etwa Mittelwasserstand (MW) bis auf den Bemessungshochwasserstand (HW100) steigt und wieder auf einen erhöhten MW-Stand sinkt, durchgeführt. Bezüglich des zeitlichen Verlaufes des Hochwasserereignisses wurde die Hochwasserganglinie vom August 2002 zugrunde gelegt.

Die Berechnungen erfolgten weiterhin unter der Annahme, dass alle in den Außenmauern vorhandenen Öffnungen verschlossen sind.

Die Besonderheit der realisierten instationären Modellierung besteht in der komplexen Betrachtung der Strömungsverhältnisse im Untergrund und in den einzelnen, gekammerten Bauwerksteilen der Brühlschen Terrasse innerhalb eines Modells.

In der nachstehenden Abbildung ist das Ergebnis der Berechnungen für den maximalen, sich hinter der Brühlschen Terrasse einstellenden Wasserstand beim Bemessungshochwasserstand der Elbe (HW100) dargestellt.

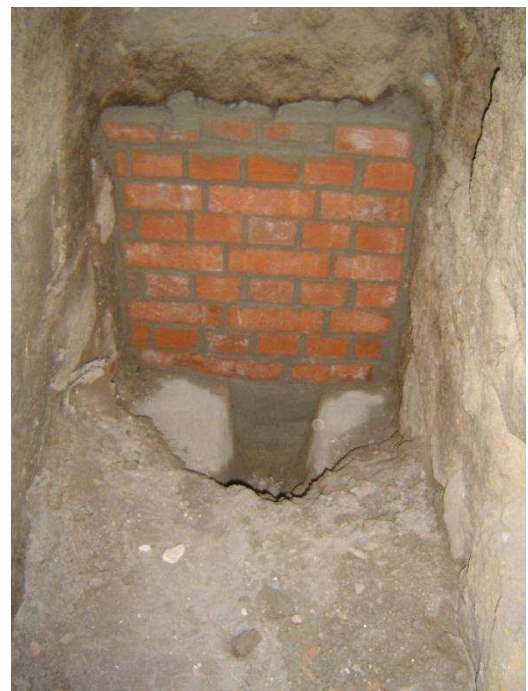


**Abbildung 7:** Ergebnis der geohydraulischen Modellierung für HQ 100 Elbe mit maximalem Wasserstand hinter der Brühlschen Terrasse (Scholz + Lewis 2006 A)

Anhand der Berechnungen konnte gezeigt werden, dass unter den beschriebenen modelltechnischen Voraussetzungen und Randbedingungen für das hinter der Brühlschen Terrasse liegende Altstadtgebiet keine Überschwemmungsgefährdung besteht und demzufolge eine Untergrundabdichtung nicht erforderlich war.

## 4 Bauliche Realisierung

Im Frühjahr 2007 erfolgten die Arbeiten zum hochwassersicheren Verschließen des alten Kanals an der Piatta forma. Es handelt sich hier um einen aus Sandsteinquaden gemauerten rechteckförmigen Kanal, der unter den Räumen der Piatta forma vom Terrassenufer bis hinter die Bauwerke der Brühlschen Terrasse im Bereich des dort heute befindlichen Gebäudes der „Sekundogenitur“ führt. Der Verschluss erfolgte durch einfaches Abmauern im Kanal.



**Abbildung 8:** Altkanal an der Piatta forma im Zustand bei Suchschachtung (links, *DGC 2006*) sowie nach Verschließen des Kanals (*Scholz + Lewis 2007*)

## 5 Schlussbemerkung

Mit der baulichen Realisierung dieser Maßnahme sowie der wenig später erfolgten Herstellung der beiden mobilen Verschlüsse für die Brühlsche Gasse und die Münzgasse waren alle Maßnahmen zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes im Bereich zwischen der Carolabrücke und der Augustusbrücke abgeschlossen. Eine Abdichtung der Außenmauern der Brühlschen Terrasse oder auch des Untergrundes waren nicht notwendig. Durch die umfangreichen Untersuchungen konnte ein merklicher Eingriff in die denkmalgeschützte Bausubstanz vermieden werden.

## 6 Literatur

- HWSK Elbe (2004): Studie zur Hochwasserschutzkonzeption für die Elbe auf sächsischem Territorium, HGN Hydrologie GmbH, Dresden 2004
- PROWA (2003): Grundlagenermittlung/ Vorplanung, Temporäre Hochwasserschutzmaßnahmen zum Schutz von Objekten der Wilsdruffer Vorstadt und der Altstadt vor Hochwasser der Elbe, Kurzbeschreibung des Vorhabens, PROWA Ingenieure Dresden GmbH, Juni 2003
- Scholz + Lewis (2006 A): Maßnahmenpaket zum Schutz der Dresdner Altstadt, Wilsdruffer Vorstadt und Friedrichstadt vor Hochwasser der Elbe, Planungsabschnitt 1, Zwischenbericht Teilabschnitt 1.2 (Hasenberg bis Augustusbrücke, Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, Mai 2006
- Scholz + Lewis (2006 B): Maßnahmenpaket zum Schutz der Dresdner Altstadt, Wilsdruffer Vorstadt und Friedrichstadt vor Hochwasser der Elbe, 1. BA (Hasenberg bis Augustusbrücke), Teilabschnitt 1.2, Genehmigungsplanung, Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, September 2006
- DGC 2006: Fotodokumentation von Kanalarbeiten im Bereich der Piatta forma, Dresdner Grundwasser Consult GmbH, 22.04.2006
- Scholz + Lewis (2007): Maßnahmenpaket zum Schutz der Dresdner Altstadt, Wilsdruffer Vorstadt und Friedrichstadt vor Hochwasser der Elbe, 1. BA (Hasenberg bis Augustusbrücke), Teilabschnitt 1.2, Baudokumentation, Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, 2007

Autoren:

Dr. Heiko Scholz  
Dr. Ronald Lewis

Dr. Toralf Burkert

Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH  
An der Pikardie 8  
01277 Dresden

Jäger Ingenieure GmbH  
Büro für Tragwerksplanung  
Wichernstraße 12  
01445 Radebeul

Tel.: +49 351 2 16 83 30  
Fax: +49 351 2 16 83 31  
E-Mail: h.scholz@pgs-dresden.de  
r.lewis@pgs-dresden.de

Tel.: +49 351 83 29 60  
Fax: +49 351 83 29 50  
E-Mail: t.burkert@jaeger-ingenieure.de