



## Abschlussbericht

**Titel** **Schloss Steinort – Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen**

**Aktenzeichen:** AZ 30523/45

**Förderung durch:** **Deutsche Bundesstiftung Umwelt**  
An der Bornau 2  
49090 Osnabrück

**Projektträger:** **Technische Universität Dresden, Fakultät Architektur,**  
Lehrstuhl Tragwerksplanung, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
01062 Dresden

**Bearbeiter:** Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
Dipl.-Ing. Beate Boekhoff  
Dr.-Ing. Toralf Burkert  
MSc. Hamidreza Salehi

**Projektlaufzeit:** 10.12.2013 – 30.09.2015

**Ort/Datum:** Dresden, 31.12.2015 mit Ergänzungen vom 18.02.2016

  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

Titelfoto: Hauptfassade Schloss Steinort Oktober 2015 (Foto: A. Weichert)

06/02	<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>				
Az	<b>30523</b>	Referat	<b>45</b>	Fördersumme	<b>124.996 EUR</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Schloss Steinort – Modellvorhaben zur Beseitigung anthropogen verursachter Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen</b>			
<b>Stichworte</b>		Schloss Steinort, anthropogene Schäden, Gründungsschäden, Bauwerksgründung, Drainage, Instandsetzung, Gründungsanierung			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>21 Monate + 3 Wochen</b>	<b>10.12.2013</b>	<b>30.09.2015</b>	<b>1</b>		
Zwischenberichte	alle 6 Monate				
<b>Bewilligungsempfänger</b>		TU Dresden Fakultät Architektur Professur für Tragwerksplanung Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger		Tel 0351-46335010 Fax 0351-46337713	
		01062 Dresden		Projektleitung Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger	
				Bearbeiter Dipl.-Ing. Beate Boekhoff	
<b>Kooperationspartner</b>		Deutsch-Polnische Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz, Karpfengrund 1, 02826 Görlitz MAPEI Polska Sp. z.o.o, ul. Chlubinskiego 8, 00-63 Warszawa Orica, Schöck, Weber St. Gobain, MC Bauchemie, Wienerberger PL, Jäger Ingenieure GmbH Radebeul Lehndorff-Gesellschaft Schloß Steinort e.V. Berlin			
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
Schloss Steinort ist das wohl bedeutendste derzeit noch erhaltene Schloss im Osten Polens. Es befindet sich in baulich schlechtem Zustand. In den vergangenen Jahren konnten jedoch wichtige Arbeiten zur Sicherung durchgeführt werden. Verblieben sind noch die Schäden im Mauerwerk, die durch Ausspülungen des Mörtels und Aufweichungen des Bodens entstanden sind. Ziel des Pilotprojektes war es, die für die dauerhafte Sicherung des Schlosses Steinort notwendige Drainage und Regenwasserableitung neu unter dem Gesichtspunkt des vom Menschen verursachten Klimawandels zu planen, den derzeitigen und den zukünftigen Anforderungen anzupassen und eine Regenwasserbewirtschaftung modellhaft zu demonstrieren. Im Ergebnis wird exemplarisch gezeigt werden, wie zukünftig mit wertvollen Baudenkmalern in dieser Hinsicht umzugehen ist. Bevor jedoch Teile der Planungen umgesetzt werden konnten, waren Maßnahmen zur Abwendung akuter Gefahren insbesondere im Nord-Westlichen Flügel des Schlosses sowie die Beseitigung von Einbrüchen im Kernbau notwendig, wo an beiden Stellen durch den ständigen Wassereinfluss die Standsicherheit des Mauerwerks gefährdet war.					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
Die statische Planung der Sicherung begann mit der Auswertung der durchgeführten Schadensaufnahme und der daraus folgenden Festlegung der Sicherungsmaßnahmen. Innovative Bewehrungselemente und Sanierungsverfahren sind dabei zum Einsatz gekommen. Die Realisierung garantiert die Standsicherheit für die in der Folge nachgezogenen Arbeiten zur Drainierung und Entwässerung, die im Bereich der Fundamente und des Kellermauerwerks liegen. Aufgrund des erheblichen Umfangs konnten nur die wesentlichen Teile der Flächendrainage umgesetzt werden, was abzusehen war. Es wurde mit den akuten Gefahrenpunkten begonnen, um eine Wiederholung vergangener Ereignisse zu verhindern. Für die Planung der Wasserabführung wurden zuerst die zutreffenden Klimadaten ausgewertet und Schlussfolgerungen für die Bemessung unter Berücksichtigung des Denkmalcharakters gezogen. Dabei ist eine Regenwasserbewirtschaftung ins Auge gefasst worden. Der Einbau kann später schrittweise erfolgen. Die Ergebnisse/Erfahrungen sind in begleitenden Veranstaltungen und Publikationen der Öffentlichkeit vermittelt und zur Verfügung gestellt worden. Es wurde damit die Grundlage für die Weiterführung der Sanierung gelegt.					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

### **Ergebnisse und Diskussion**

- 1.) Mit dem Projekt liegen Hintergrundinformationen, Algorithmen zur Auswertung und Prognostizierung der Niederschlagsdaten sowie Hinweise und Richtlinien zum Umgang mit der Problematik des Modellprojektes bei anderen, ähnlich gelagerten Fällen vor.
- 2.) Das bereits in der Projektantragsphase gewählte, zeitgemäße modulare System für Rohre und Schächte hat sich auch in der Ausführung außerordentlich bewährt. In diesem System wird auch eine Regenwassersammlung angeboten, die im Vergleich zu massiven Lösungen ebenfalls sehr effektiv ist.
- 3.) Im Ergebnis des Projektes liegt eine in den einzelnen Arbeitsschritten erprobte Lösung für die Vertikalabdichtung von Bruchsteinmauerwerk gegen Erdreich vor. Die zum Einsatz gekommene mineralische Abdichtung mit vertikaler Drainschicht hat sich ebenso wie die Größe der gewählten Arbeitsschritte zur Freilegung mit ca. 2,5 ... 3 m des Mauerwerks bewährt.
- 4.) Bei der Sicherung des NW-Turmes wurde auf eine zwischenzeitliche Sicherung zur Durchführung der Arbeiten verzichtet, ohne die Arbeitssicherheit zu gefährden. Die Bohrungen erfolgten aus einer sicheren Stellung über die gesamte Gebäudebreite bzw. -tiefe. Die GFK-Anker von Orica wurden bisher noch nicht im Mauerwerk eingesetzt und konnten hier erstmalig erfolgreich eingebaut werden. Die eingesetzten GFK-Nadeln von Schöck eignen sich zur Rissvernähung ebenso wie zur Aufnahme von Querspannungen. gend.
- 5.) Für die Sicherung des auseinanderdriftenden NW-Turmes sind Faseranker eingesetzt worden. Als Verpressgut ist ein zementfreies Material der Firma MAPEI aus Italien eingesetzt worden (MAPE Antique I). Das Material wurde erstmals eingesetzt und getestet. Es handelt sich dabei um ein niedrigviskoses, gegen Salze beständiges, auf Basis Kalk- und Ecopuzzolan bestehendes, gefülltes hydraulisches Bindemittel zur Herstellung von Injektionssuspension für Mauerwerk. Die Suspension ist hochgradig und lang fließfähig. Sie ist deshalb besonders für die Verpressung von Rissen und feinen Hohlräumen geeignet.
- 6.) Um die Flächendrainage im Inneren des Kernbaukellers einbauen zu können, war es notwendig, die eingestürzten Gewölbereiche aufzuarbeiten und Baufreiheit herzustellen. Durch die Anwendung der im Tunnelbau üblichen Technologie des schrittweisen Freilegens und Sicherns (Spritzbeton) konnten die akuten Gefahrenstellen beseitigt und die eingestürzten Gewölbereiche dann aus sicherer Position wieder aufgebaut werden.
- 7.) Die Flächendrainage ist planmäßig komplett eingebaut worden. Ausgewählte historische Fußbodensituationen wurden belassen. Zerfrorener Fußboden wurde erneuert. Die Drainage wurde an die Vorflut angeschlossen.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass die verfolgten Ziele des Modellprojektes vollumfänglich erreicht worden sind. Mit den zur Verfügung gestellten Mitteln, konnte die komplette Planung erarbeitet, die Sicherung des Nord-West-Turmes durchgeführt, die Aufarbeitung der Einbruchstellen im Hauptbaukellers vorgenommen, die Ertüchtigung des Kellermauerwerkes und der Fundamentunterflächen realisiert und der Einbau der Flächendrainage und der dauerhafte Anschluss an die Vorflut bewerkstelligt werden.

### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

2 Informationsbroschüren, 1 Beitrag im Mauerwerk-Kalender 2016, 1 weiterer erscheint dort 2017, 1 Beitrag 2012 zur Darstellung der Problematik, 1 Beitrag in European Masonry Journal angemeldet für 2016, Ausstellungstafeln vor Ort, 11 Vorträge, Öffentliches Kick-Off-meeting und Abschlußveranstaltung

### **Fazit**

- 1.) Konnte aufgezeigt werden, wie die aus den Klimaveränderungen folgenden Konsequenzen bei der Ertüchtigung bzw. Erneuerung des **Abwassersystems** berücksichtigt werden können. Ein entsprechender Algorithmus und Empfehlungen werden mit dem Projekt zur Verfügung gestellt.
- 2.) Das für die Ableitung des Niederschlagswassers (Regen/Drainage) eingesetzte **modulare System** hat sich als äußerst effektiv und brauchbar erwiesen.
- 3.) Für die vertikale Abdichtung des in Lehm gemauerten Bruchsteinmauerwerk der Keller und Fundamente ist eine Technologie ausgearbeitet, erprobt und Verbessert worden, die nunmehr für das gesamte Bauwerk eingesetzt werden kann.
- 4.) Die Lösung zur **Sicherung des NW-Turmes** mit Verzicht auf eine Interimssicherung hat eine erhebliche Kostenersparnis gebracht, wobei die Sicherheit der Handwerker stets gewährleistet war.
- 5.) Die eingesetzten **Glasfaseranker** und die **Glasfaserstäbe** zusammen mit dem **zementfreien Verpressmaterial** sind als zukunftsorientierte Materialien erprobt worden.
- 6.) Die **Einsturzstellen im Keller konnten** mit Rückgriff auf Technologien aus dem Tunnelbau gesichert und **wieder aufgebaut werden**. Damit war der **Einbau der Flächendrainage** möglich.

C:\Steinort\03-Antrag-Vertrag-DBU\Projektkennblatt15-12-31-PKbl-ausg-e-1-f.docx

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Schloss Steinort.....</b>	<b>10</b>
1.1 Lage und Baugeschichte .....	12
1.2 Konstruktion und Zuordnung der Bauepochen .....	15
1.3 Kultur- und kunsthistorische Bedeutung .....	19
1.4 Wirtschaftliche Bedeutung .....	21
1.5 Politische Rolle .....	23
1.6 Geschichte nach 1945.....	23
1.7 Touristische Bedeutung heute .....	25
1.8 Klimatische Situation .....	31
1.9 Revitalisierung .....	32
1.10 Am Projekt bzw. am Objekt Beteiligte .....	33
<b>2 Anlass und Zielsetzung des Projekts .....</b>	<b>38</b>
2.1 Projektanlass .....	38
2.2 Motivation .....	39
2.3 Zeitplan.....	40
<b>3 Situation und Zustand zu Projektbeginn .....</b>	<b>43</b>
3.1 Baugrund und Gründung .....	43
3.2 Mauerwerk .....	46
3.3 Wasserableitung.....	50
3.4 Bautechnische Ursachen und daraus resultierende Gefahren .....	54
3.4.1 Verlust/Herabsetzung der Tragfähigkeit des Bodens.....	54
3.4.2 Frost.....	55
3.4.3 Struktureller Abbau des Mauerwerks .....	56
3.4.4 Ausführung Kellermauerwerk und Fundamente .....	57
3.4.5 Schlussfolgerung .....	57
3.5 Anthropogener Ursprung der Kausalkette Ursache-Schaden-Wirkung.....	58
3.6 Notwendigkeit der Anpassung des Denkmals .....	61
3.6.1 Generell .....	61
3.6.2 Konkrete Maßnahmen .....	61
<b>4 Darstellung der durchgeführten Arbeitsschritte .....</b>	<b>63</b>
4.1 Bestands- und Schadensaufnahme .....	63
4.1.1 Baugrund/Gründung.....	63
4.1.2 Mauerwerk .....	64
4.1.3 Drainage, Regenwasser- und Schmutzwasserkanalisation.....	69
4.2 Statisch-konstruktive Sicherung des NW-Turmes .....	70
4.2.1 Aufarbeitung bisher erfolgter Bestands- und Schadensaufnahmen .....	70
4.2.2 Entwurf der Lösung zur statischen Sicherung des NW-Turmes.....	70
4.2.3 Endgültige Lösung .....	71
4.2.4 Nachweisführung.....	73
4.2.5 Planung Gerüst .....	75
4.2.6 Spezifikation der Materialien.....	76
4.2.7 Ausschreibung der Bohr-, Verpress- und Vernadelungsarbeiten und Optimierung.....	78
4.2.8 Ausführung der statischen Sicherung des Nord-West-Turmes .....	80
4.3 Statisch-konstruktive Sicherung der Kernbaukeller .....	86
4.3.1 Ausgangssituation .....	86
4.3.2 Position I/1 ausgefrorene Kämpfer und Gewölbebereiche .....	88
4.3.3 Pos. I/2 - Außenmauer Kernbau .....	90
4.3.4 Pos. II/1 - Kellerabgang vom Foyer .....	93

4.3.5	Pos. II/2 – Kellerdurchgang -1.01 nach -1.02 .....	96
4.3.6	Pos. II/3 – Kellerdurchgang von -1.02 nach -1.03 .....	101
4.3.7	Pos. II/4 – Kellerdurchgang -1.01 nach -1.05 – Einbruch Mittelwand Kernbau ...	103
4.3.8	Pos. II/5 - Unterhöhlung der Außenwand R-1.06 (Richtung Park) .....	108
4.3.9	Pos. III/1 – Verpressen der Fundamente .....	109
4.4	Drainage und Regenwasserkanalisation .....	113
4.4.1	Allgemeine Situation und Entwicklung .....	113
4.4.2	Statistische Zusammenhänge .....	114
4.4.3	Ermittlung der Bemessungsdaten für die Dimensionierung .....	114
4.4.4	Vorgehen bei der Planung .....	121
4.4.5	Bestimmung der Fundamentunterkanten .....	122
4.4.6	Entwurfsplanung der Drainage und Regenwasserkanalisation .....	123
4.4.7	Dimensionierung .....	125
4.4.8	Zielstellung bei der Realisierung .....	134
4.4.9	Bauabschnitte .....	135
4.4.10	Flächendrainage (Kellerinnenräume) .....	135
4.4.11	Aufnehmen der Fußböden .....	137
4.4.12	Erstellen der Quergefälle für die Flächendrainage .....	138
4.4.13	Einbau der Flächendrainage mit Gefälle .....	139
4.4.14	Einbau der Drainrohre in die Kellerräume .....	139
4.4.15	Einbau von Kontrollschächten .....	140
4.4.16	Wanddurchbrüche .....	142
4.4.17	Wiedereinbringen der Ziegelfußböden .....	142
4.4.18	Zeitlicher Ablauf der Arbeitsschritte zur Ringdrainage – Pilgerschrittverfahren ...	143
4.4.19	Ringdrainage unterkellerte Bereiche .....	143
4.4.20	Leistungsbeschreibung, Kostenschätzung und Optimierung .....	146
4.4.21	Arbeitsschritte bei der Ausführung .....	158
4.4.22	Anschluss an Vorflut .....	165
4.5	Regenwassernutzung .....	167
4.6	Baubegleitende Bauarchäologie .....	169
4.6.1	Räumlicher Umfang der Arbeiten und Ausgangssituation .....	169
4.6.2	Methodik .....	171
4.6.3	Arbeitsschritte im Rahmen der Ringdrainagearbeiten .....	172
4.6.4	Arbeitsschritte im Rahmen des Einbaus der Flächendrainage .....	176
4.6.5	Erkundung vorhandener Entwässerungskanäle .....	178
4.6.6	Ergebnisse .....	186
4.6.7	Ausblick .....	188
4.7	Weitere Beobachtung des Bauwerkes .....	189
<b>5</b>	<b>Erreichte Ergebnisse .....</b>	<b>190</b>
5.1	Statisch-Konstruktive Sicherung des Nord-West-Turmes .....	190
5.2	Statisch-Konstruktive Sicherung der Kernbaukeller .....	190
5.2.1	Einschätzung .....	190
5.3	Regenwasserkanalisation und Drainage .....	191
5.3.1	Einschätzung .....	191
<b>6</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>192</b>
6.1	Statisch-konstruktive Sicherung des Nord-West-Turmes .....	192
6.1.1	Diskussion .....	192
6.1.2	Empfehlungen .....	192
6.2	Statisch-konstruktive Sicherung des Kernbau-Kellers .....	193
6.2.1	Diskussion .....	193
6.2.2	Empfehlungen .....	193
6.3	Regenwasserkanalisation und Drainage .....	194

6.3.1	Diskussion .....	194
6.3.2	Empfehlungen .....	195
<b>7</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>196</b>
7.1	Kick-off-Veranstaltung/Tag des offenen Denkmals 2014.....	196
7.2	Besucherinformation/Baustellenrundgänge .....	197
7.3	Einbindung in die Lehre.....	197
7.4	Besuch der Delegation des Wirtschaftsministeriums .....	199
7.5	Kontrolltermin durch das Denkmalamt Olsztyn .....	199
7.6	Abschlussveranstaltung/Tag des offenen Denkmals 2015.....	200
7.7	Veröffentlichungen .....	201
7.7.1	Bereits erfolgt .....	201
7.7.2	Angemeldet und bestätigt .....	201
7.8	Ausblick .....	202
<b>8</b>	<b>Fazit zum Projekt.....</b>	<b>203</b>
8.1	Vorgehensweise .....	203
8.2	Lösungsansätze.....	203
8.3	Nutzbarer Erkenntnisgewinn .....	204
8.4	Erreichung der Zielstellung .....	204
<b>9</b>	<b>Fortführung der Arbeiten.....</b>	<b>205</b>
<b>10</b>	<b>Dank an die Projektbeteiligten .....</b>	<b>206</b>
<b>11</b>	<b>Quellen und Verzeichnisse .....</b>	<b>211</b>
11.1	Literaturverzeichnis .....	211
11.2	Abbildungsverzeichnis .....	218
11.3	Tabellenverzeichnis .....	228
<b>12</b>	<b>Anlagen</b>	<b>229</b>

## Zusammenfassung

Schloss Steinort zählt zu den wenigen erhaltenen Schlössern im Osten Polens, die von der gemeinsamen deutsch-polnischen Geschichte zeugen. Es war über 500 Jahre im Besitz der Familie Lehndorff, bis es nach dem zweiten Weltkrieg in das Eigentum des polnischen Staates überging.

Heinrich Graf Lehndorff als letzter Besitzer war in die Vorgänge um das Attentat auf Hitler am 20. Juli 1944 aktiv eingebunden und das Schloss bildete trotz der Anwesenheit des damaligen deutschen Außenministers Joachim von Ribbentrop eine Art Kommunikationsstützpunkt. Graf Lehndorff bezahlte seine Beteiligung mit dem Leben. Das Schloss stellt derzeit einen, wenn auch schwachen, Kontrapunkt zur Wolfsschanze und zum Oberkommando des Deutschen Heeres dar, die sich beide in unmittelbarer Nähe befanden und heute leider eher verherrlicht werden.



*Bild 1. Ansicht Hauptfront um 1910-14 (kolorierte Postkarte Stengel & Co. Dresden, Quelle: [www.bildarchiv-ostpreussen.de](http://www.bildarchiv-ostpreussen.de))*

Mit der politischen Wende begann der Niedergang des Schlosses, bis endlich 2009 die Polnisch-Deutsche Stiftung Kulturerhalt es in ihr Eigentum übernahm. Seitdem laufen kontinuierlich jedes Jahr Maßnahmen zur Rettung und zur Aufhaltung des Verfalls. Eine letzte Gefahrenstelle stellte der unterkellerte Bereich dar. Es waren dort bereits Teileinstürze zu beklagen und der Nord-West-Turm war dadurch gefährdet, dass eine Ecke sich bereits geneigt hatte und die Gefahr eines Einsturzes bestand. Verursacht wurde diese Situation durch das ständige Eindringen von Niederschlags- und Schmelzwasser in die Keller, die den Boden aufweichten, es zu Setzungen kam und der Fugenmörtel ausgewaschen wurde. Neben allgemeiner Vernachlässigung hat aber die Klimaveränderung dazu geführt, dass die vorhandene Kanalisation und Wasserabführung (Drainage) die anfallenden Regenspendsen und Schmelzwassermengen nicht mehr aufnehmen kann.

Mit dem Projekt sollte modellhaft die Gründungssituation beherrscht und die Wasserableitung nach heutigen Gesichtspunkten mit zuverlässigkeitstheoretischem Ansatz gelöst werden, sodass die intensiver werdenden Niederschläge zukünftig problemlos abfließen können.

In der ersten Projektphase stellten die statische Sicherung und der Entwurf der Drainage und Regenwasserableitung den Schwerpunkt dar. Die zweite Projektphase war der Beseitigung der

Einsturzstellen im Kernbau gewidmet und die letzte dann dem Einbau und der Anbindung der Flächendrainage.

Nach entsprechender Vorbereitung konnte im Juli 2014 die statische Sicherung des abgängigen Nord-West-Turmes realisiert werden. Dazu sind in Deckenhöhe Ringanker eingebaut worden, die das Gebäude zusammen halten. Sie bestehen aus einem Glasfaserwerkstoff und benötigen damit keinen Korrosionsschutz, was den Einsatz von zementfreiem Mörtel und Verpressgut ermöglicht. Die Maßnahme stellt damit im Sinne des Modellcharakters einen Meilenstein im Hinblick auf den Verzicht auf Zement in historisch bedeutsamen und baustofflich schwierigen historischen Bauwerken dar. Das zum Einsatz gekommene Injektionsgut hat hervorragende Eigenschaften und zeigt eine schnelle Festigkeitsentwicklung, die zügiges Arbeiten erlaubt.



*Bild 2. Luftaufnahme (etwa 2005, Quelle: <http://photos.wikimapia.org>)*

Die Planung der Wasserabführung ist so weit durchgearbeitet worden, dass jetzt eine technische Lösung für die Gesamtanlage vorliegt, die das Objekt und den Boden als Artefakt achtet. Auf eine Unterfangung soll verzichtet werden, die zwar bautechnisch naheliegend ist, jedoch das Baudenkmal von der gewachsenen Umgebung trennen und die archäologische Situation vollkommen zerstören würde. Eine ordnungsgemäße Wasserableitung ist da wesentlich wirtschaftlicher und erfolversprechender, so wie sie jetzt geplant ist. Erste Teile davon konnten im Rahmen des Modellprojektes mit dem Einbau der Flächendrainage im Keller umgesetzt werden.

Die Bemessung erfolgte in einem ersten Schritt in Auswertung der Geometrie und der Niederschlagstendenzen, wobei letztere über einen erhöhten Sicherheitsfaktor abgedeckt worden sind. Es musste dann eine Kostenoptimierung in den einzelnen Positionen und von der Leitungsführung her durchgeführt werden. Die ständig in der Höhe verspringenden Fundamentunterkanten führten zu einer großen Anzahl von Schächten und zu erheblichen Erdarbeiten.

Eine zuverlässigkeitstheoretische Untersetzung ist später angeschlossen worden. Dabei konnten die anfangs angenommenen Ansätze bestätigt werden. Es zeigte sich damit, dass auch mit einer ingenieurmäßig fundierten Abschätzung in schwierigen Fällen vernünftige Lösungen erzielt werden können. Die letztlich verbindliche Dimensionierung des Rohrleitungssystems ist mit den konkreten Daten für Steinort durchgeführt worden.

Die Weiterführung der Regenwasser- und Drainagearbeiten ist mit Mitteln des polnischen Kulturministeriums geplant, ein entsprechender Antrag ist gestellt worden. Hinweise, ausführliche Beschreibungen der Vorgehensweise und Hintergrundinformationen schließen das Projekt ab, sodass dieses als Modell für ähnlich gelagerte Fälle dienen kann.

## Abschlussbericht

### 1 Schloss Steinort

Das Schloss Steinort liegt im Nord-Osten Polens und gehörte bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges zu Ostpreußen. Es war über 500 Jahre der Sitz der Familie von Lehndorff [7]. Graf Heinrich Lehndorff wurde 1944 nach dem Attentat auf Hitler wegen seiner Beteiligung daran hingerichtet. Das Schloss zählte bei der Vorbereitung dafür als Kommunikationspunkt, obwohl darin der damalige deutsche Außenminister Joachim von Ribbentrop unmittelbar neben Lehndorffs wohnte [8].



Bild 3. Zustand 2009 (Quelle: [www.ostpreussen.net](http://www.ostpreussen.net))

Zur politischen Bedeutung während des Zweiten Weltkrieges sind weitergehende Informationen bei *Vollmer* [8] zu finden. Wichtige Fakten zum Bau des Schlosses 1689 hat *von Lorck* in [3] zusammengestellt und ausgewertet. *Heck* hat erstmals in [9] die Geschichte des Schlosses zusammengefasst und einen genealogischen Überblick über die Familie der von Lehndorffs in Steinort gegeben. Erbaut Ende des 17. Jahrhunderts folgten verschiedene Bauepochen, in denen das Schloss erweitert, an- und umgebaut wurde. Dabei folgte man jeweils dem Zeitgeist. Mit der letzten Umbauphase zwischen 1860 und 1880 ist das Ansinnen zu erkennen, dem Schloss den Anschein einer alten Ordensburg mit Anspielung auf die Ansiedlung der Familie in Ostpreußen zu geben. Die aufgeputzte Quadratur zeugt auch im Detail davon. Der Putzsystematik folgend ist sie jedoch in verschiedenen Zeitspannen mit unterschiedlichen Materialien komplettiert worden. Architektonisch gesehen ergibt sich für den Betrachter eher ein gemischtes Bild der verschiedensten Zeitschichten, als dass das Schloss in sich als Ganzes wirkt.

An Originalzeichnungen ist im ortbaren archivalischen Bestand leider nichts zu finden, was mit der überlieferten Substanz in Übereinstimmung zu bringen wäre. Bereits die Ausführung des Kernbaus in den Jahren 1689 – 1695 bleibt gegenüber der vermutlich als Planung einzuordnenden,

überlieferten Zeichnung ([9], S. 383) relativ schmucklos zurück. Diese Tendenz setzt sich bei den weiteren Baupochen fort.

Die nachfolgenden Bilder zeigen den Zustand in den 1960er Jahren und ermöglichen einen Einblick in die Innenausstattung.



*Bild 4. Postkarten aus den 1960er Jahren (Quelle: fotopolska.eu)*



*Bild 5. Polychrome Decken- und Wandmalerei (Quelle: Kilian Heck, Lehdorff-Gesellschaft Steinort e.V.)*



*Bild 6. Foyer (historische Aufnahme, Quelle: fotopolska.eu)*



*Bild 7. Deckenbemalung (Quelle: DPS)*



*Bild 8. Ansicht des Schlosses von Südwest Oktober 2015 (Quelle: A. Weichelt 2015)*

Die beiden nachfolgenden Bilder zeigen den Zustand im Dezember 2015 nach Abschluss des Modellprojektes.



a)



b)

*Bild 9. Ansicht des Schlosses im Dezember 2015, a) von Südwest mit provisorischer Regenwassersammlung, b) von Nord-West*

## 1.1 Lage und Baugeschichte

Das Schloss liegt in den nordöstlichen Masuren auf einer leichten Erhebung zwischen dem Dargin, dem Labab- und dem Mauersee mit dem vorgelagerten kleineren Steinorter See.

Als Erbauerin des Schlosses gilt Marie Eleonore Gräfin von Dönhoff, die mit Ahasverus Lehndorff verheiratet und zum Zeitpunkt des Schlossbaus bereits verwitwet war. Das Schloss war vermutlich durch die Tatareneinfälle 1658 ziemlich stark oder fast vollständig zerstört. Die Bauherrin gab vermutlich aus Sparsamkeitsgründen Anweisungen, Erhaltenswertes vom Vorgängerbau mit zu verwenden, sodass davon auszugehen ist, dass Fundamente, Teile des Kellers und die noch heute erhaltenen Räume mit den Kreuzgratgewölben aus dem Vorgängerbau stammen. Am 22. März 1689 unterzeichnete die Bauherrin den Vertrag mit dem Baumeister Baltzer Fröbe [3].

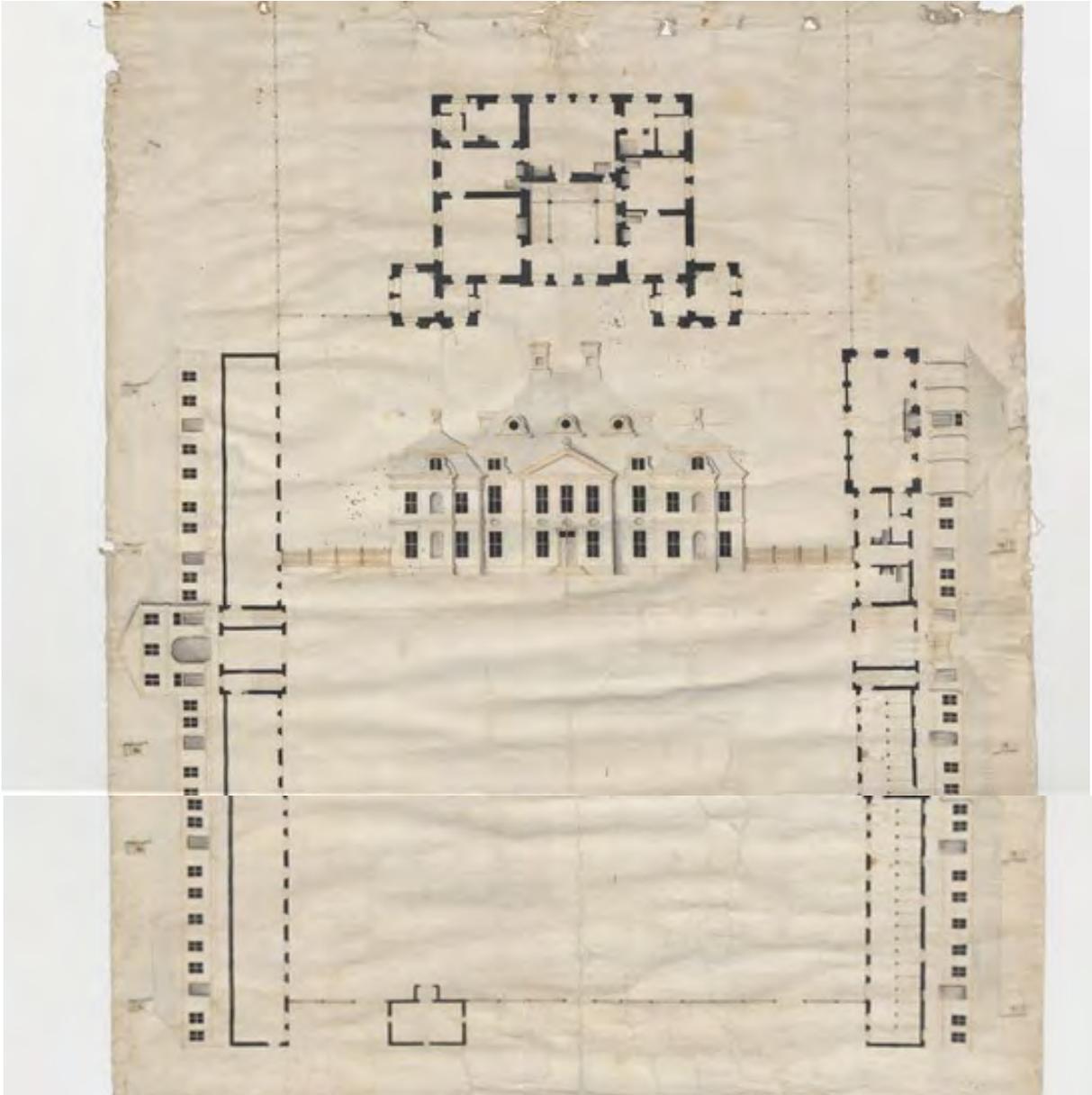


Bild 10. Luftaufnahme Schloss Steinort in Polen (Quelle: [www.luftbildermasuren.de](http://www.luftbildermasuren.de))



Bild 11. Plan der Schlossanlage Steinort vor 1945, aus [5]

Der Hauptkorpus des Schlosses wurde bis 1693 errichtet. Die Bauarbeiten zum Innenausbau schlossen 1695 ab [3]. Die von *Lorck* vorgenommene Auswertung der Handwerkerrechnungen gibt einen Einblick, wie seinerzeit gebaut wurde und wer die Beteiligten waren [3].



*Bild 12. Steinort Plan II, Grundriss des Erdgeschosses vom Hauptbau und den Hofgebäuden um 1689 (Quelle SäStL, Bestand 21950 [7], 08.01., Mappe 522, lfd. Nr. 85 ff.)*

Die spätklassizistischen Seitenflügel wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts angefügt. *Von Lorck* datiert sie auf 1829 [3]. Vermutlich sind bis dahin noch die beiden Eckbauten am Kernbau vorhanden gewesen (*Heck* [3]).

Die drei turmartigen Anbauten folgten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zwischen 1860 und 1880. Auf der Schauseite ist ein neogotischer Giebel zu sehen, der aus dieser Zeit des Historismus stammt.

1855 wird auf einer Landzunge vor dem Steinorter See auf einer kleinen Anhöhe die Erbbegräbniskapelle für die Familie von Lehndorff errichtet. Der Entwurf stammt von dem Berliner Baumeister Friedrich August Stüler (s. hierzu *Heck* [9], *Börsch-Supan* [11] und *Weichelt* [12]). Inwieweit Stüler auch an dem Umbau des Schlosses beteiligt war, ließ sich archivalisch bis jetzt nicht nachweisen.

## 1.2 Konstruktion und Zuordnung der Bauepochen

Das Schloss Steinort ist ein

- massiver Mauerwerksbau mit
- Holzbalkendecken und
- hölzernem Dachwerk.

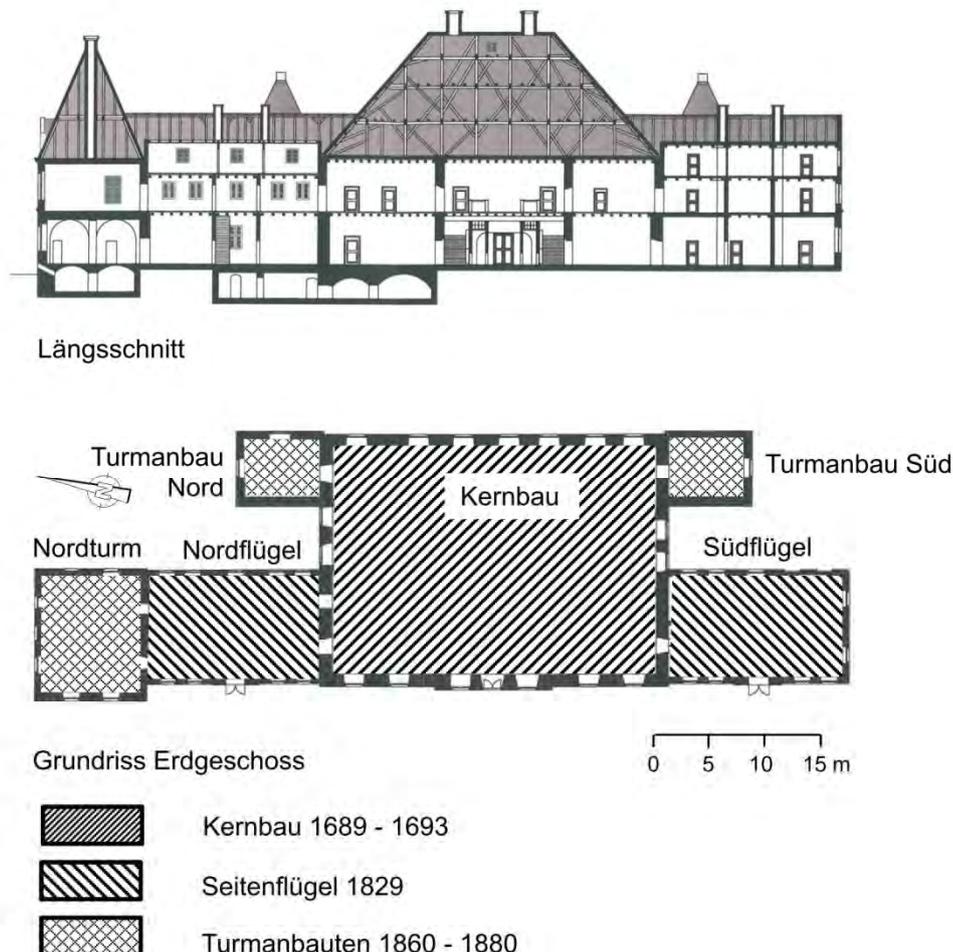


Bild 13. Schloss Steinort, Grundriss und Schnitt mit Bauepochen

Die Decken sind mit aufliegendem Deckenaufbau ausgeführt worden. Große Deckenspannweiten wurden durch in der Dachdecke angeordnete Hängewerke erreicht. Von statischen Problemen, die man dabei hatte, zeugen heute noch die verschiedenen Nachrüstungen und Verstärkungen. Die Dachkonstruktion über dem Kernbau ist ein dreigeschossiges Kehlbalkendach mit drei Kehlbalkenlagen und liegendem Stuhl. Das Dach ist stark deformiert, was z.T. mit dem strukturellen Holzabbau im Traufbereich zusammenhängt. Eine Vielzahl von Verbindungen ist gelöst. Die Standsicherheit ist durch die Notsicherung gegeben. Das Eindringen von Feuchtigkeit wird jetzt durch eine provisorische Dachdeckung aus Schalung und Pappe verhindert.



*Bild 14. Blick in die Dachkonstruktion (1. Dachgeschoss), im Vordergrund die Zangen zur Sicherung mit den Bolzenverbindungen*

Der Komplex ist teilunterkellert. Der unterkellerte Bereich weist die unterschiedlichsten Mauerwerkstrukturen und -arten auf. Unter dem nord-westlichen Teil des Hauptbaus befinden sich gemauerte Kellergewölbe. Diese sind Originalteile aus dem Vorgängerbau von vor 1689. Zwei weitere Keller befinden sich außerhalb des Kernbaus. Allerdings lässt die Struktur des Kellermauerwerks dort noch nicht zweifelsfrei eine Altersbestimmung zu. Mit der Unterkellerung entstand das Problem eines möglichen Wassereintritts im Wesentlichen aus Oberflächen- und Dachabwässern. Das Problem muss bereits bei der Erbauung bekannt gewesen, denn sonst hatte man in den Kellern nicht eine Entwässerungslösung in Form des nun gefundenen Kanals eingebaut.

Die Gründung wurde im Wesentlichen aus Feldsteinen und Bruchsteinen (Granit oder Porphyr) hergestellt. Die nicht unterkellerten Bereiche sind ca. 90...100 cm tief gegründet. Das Bruchsteinmauerwerk in den Kellern wurde in Lehm gemauert. Lediglich die letzten 5 cm sind mit Kalkmörtel verfugt worden.

Im Mauerwerk aus künstlichen Steinen sind die unterschiedlichsten Formate zu finden. Sie gehen vom älteren Klosterformat bis hin zum Reichsformat [6].

Die Boden- und Gründungssituation bedurfte als bis dato unbekannter Fakt einer besonderen Aufmerksamkeit und intensiver Untersuchungen sowie Recherchen, die im Abschnitt 3.1 zusammengefasst sind.



Bild 15. Ansicht der Schauseite aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts [4]



Bild 16. Ansicht der Ostseite aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (1920 – 1930)  
 Quelle: [www.bildarchiv-ostpreussen.de](http://www.bildarchiv-ostpreussen.de), Stengel, Dresden)

Von Lorck hat den Bauvorgang des Barockschlosses anhand vorgefundener Handwerkerrechnungen analysiert und in [3] seine Ergebnisse dokumentiert. Dort ist ausführlich beschrieben, dass die Bauherrin Gräfin Marie Eleonore Lehndorff 1689 Wert auf die Wiederverwendung von Baumaterial und brauchbarer Reste des Vorgängerbaus legte, unter denen sich auch die Keller im Hauptbau befanden. Da davon gesprochen worden ist, dass das ganze Haus in einem baulich schlechten Zustand war und man die Gewölbe im Erdgeschoss für wiederverwendungsfähig hielt, schlussfolgern wir heute, dass zu dieser Zeit die Keller und das Grundmauerwerk in Ordnung waren und keine nennenswerten Schäden aufwiesen. Zur Zeit des Barocks war es nicht üblich, Gebäude mit einer Dachentwässerung zu versehen oder sonstige Maßnahmen zur Wasserableitung durchzuführen. Von derartigen Arbeiten ist auch bei Lorck keine Rede [3], der jedes Gewerk minutiös analysiert hat.

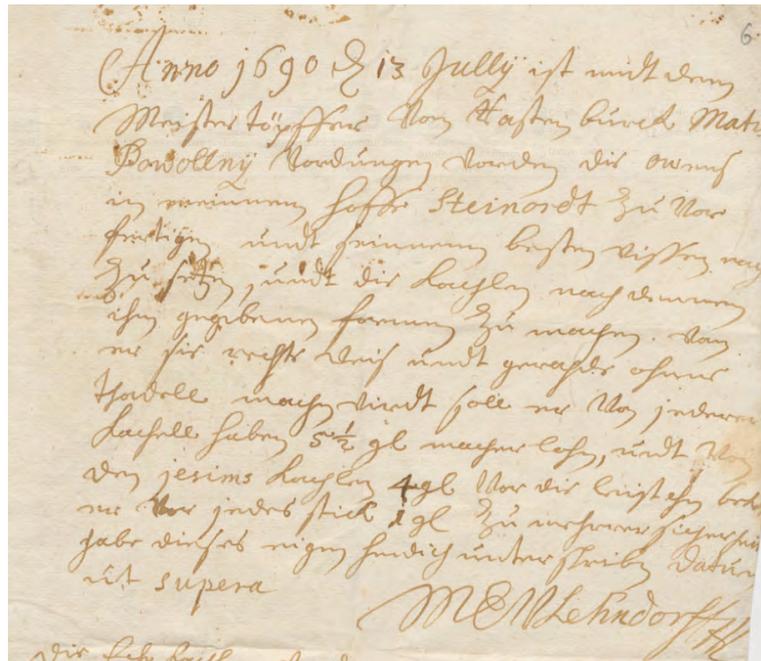
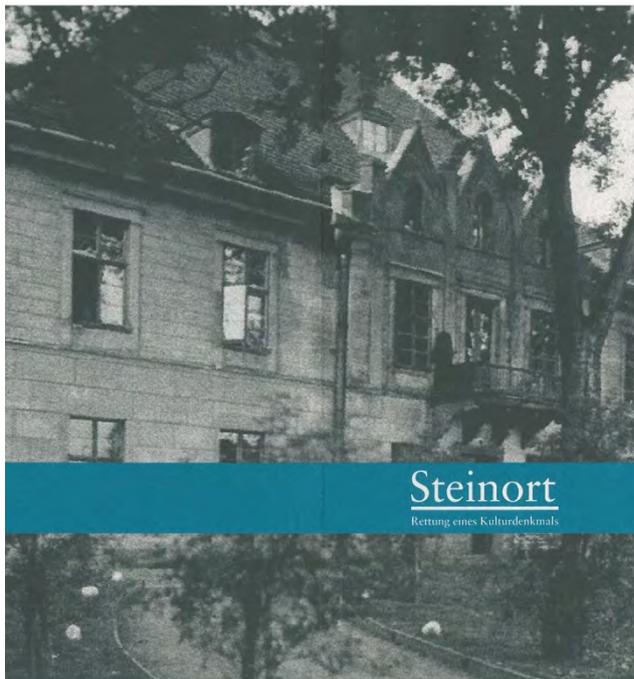


Bild 17. Auszug aus einem Originalschriftstück der Gräfin Lehndorff aus dem Lehndorff'schen Familienarchiv (Quelle S&StL, Bestand 21950 [7]) zur Bezahlung eines Handwerkers

Die baugeschichtliche Situation der Keller konnte bisher noch nicht zweifelsfrei aufgeklärt werden. Unterschiedliche Materialien und Baufugen lassen noch nicht unbedingt auf unterschiedliche Bauepochen schließen. So wechselt sich im Nord-West-Turm sehr einfaches Bruchsteinmauerwerk mit Ziegelmauerwerk ab. Die Materialunterschiede zwischen Wand und Gewölbe sind deutlich zu sehen. Im Kernbau sind deutliche Baufugen zu sehen, die auf einen nachträglichen Einbau der Ziegelgewölbe schließen lassen. Eine zeitliche Zuordnung ist leider bis jetzt noch nicht gelungen.



Bild 18. Mauerwerk im Keller; a) Mittellängswand im Keller des NW-Turmes Richtung N, b) Einbruchstelle im Hauptbau (jetziger Durchgang von R -1.05 nach R. -1.01)



*Bild 19. Titelfoto auf dem Steinort-Flyer mit zu sehender Liegerinne und Fallrohr in der Nische links neben dem Haupteingang*

Auf den wenigen, vorhandenen Bildern aus der Vergangenheit erkennen wir in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts dann eine Dachentwässerung auf der Südseite des Gebäudekomplexes (Bild 19). Bild 15 zeigt, dass die Gauben der Seitenflügel sehr großzügig eingeblecht worden sind. Bilder von der Süd-Ost- und der Parkseite lassen jedoch eine durchgehende Dachentwässerung nicht erkennen (Bild 16). Die Kehlen sind eingeblecht und ein entsprechender Überstand der Kehlbleche sollte das Wasser dort weiter vom Mauerwerk wegbringen.

Derzeit ist umlaufend eine Dachentwässerung vorhanden, mit der das anfallende Regenwasser ordnungsgemäß (ohne weiteren Nachweis) vom Bauwerk abgeleitet werden soll, wenn die Fallrohre einen Anschluss an eine funktionierende Regenwasserkanalisation um das Haus herum erhalten. Das ist erst einmal provisorisch im Dezember 2015 erfolgt, ausgenommen drei Fallrohre am Ostflügel.

### 1.3 Kultur- und kunsthistorische Bedeutung

Es ist ein gewisser Glücksumstand, dass das Schloss die Zeit des Einmarsches der Roten Armee in Ostpreußen überstanden hat und auch in der Zeit nach dem II. Weltkrieg sinnvoll genutzt und damit in der wesentlichen Substanz erhalten geblieben ist. Der eigentliche Verfall setzte erst mit der politischen Wende ein, wo Land und Bauwerk voneinander getrennt wurden, und die wirtschaftliche Basis zum Erhalt dem Schloss entzogen worden ist.

Hinzu kommt, dass das Familienarchiv der Lehndorffs in wesentlichen Teilen ebenfalls die Kriegswirren überstanden hat und sich heute wohlgeordnet im Sächsischen Staatsarchiv in Leipzig befindet. Dort sind schriftliche Überlieferungen erhalten, die bis in die Zeit der ersten Ansiedelung in Steinort zurückgehen. Manches – wie die Zeichnungen – ist nicht mehr vollständig vorhanden.

Die Familie Lehndorff konnte im Jahr 2009 wesentliche Einrichtungsgegenstände, Gemälde und sonstiges, was sich in den Sächsischen Museen und auf Schloss Kriebstein befand, zurückerhalten. Inzwischen hat eine Initiative der „Kunstfreunde Schloss Steinort“ diesen Bestand sichern und vor einer weiteren Zerstreung und Vereinzelung bewahren können.

Damit sind drei wesentliche Säulen gesichert, die es ermöglichen, dass Schloss Steinort einmalig und einzigartig als Zeugnis einer lange währenden Geschichteperiode den nachfolgenden Generationen erhalten bleibt. Dabei reicht das Spektrum von der Besiedelung des Gebietes über die vielfältigsten Beziehungen zu Polen, Preußen sowie den Anrainern, über Lebensweise und -kultur bis hin zur Zeit nach dem II. Weltkrieg und heute. Die Deckenbemalungen sind in der Weise, wie sie erhalten sind, einmalig und ein Zeugnis der Handwerkskunst und der Architektur und Bauausführung.



Bild 20. Johann Heinrich Wilhelm Tischbein (Goethe-Tischbein 1751 – 1829) Familienbild Lehndorff-Schmettau (zwischen 1777 und 1779 gemalt). Öl auf Leinwand 104,5 x 130 cm



Bild 21. Weitere Kunstgegenstände aus dem Lehndorff-Nachlass



Bild 22. Gobelin und Schrank aus dem Lehdorff-Nachlass

#### 1.4 Wirtschaftliche Bedeutung

Das Schloss war das Zentrum eines großen Landwirtschaftsbetriebes in Form von Großgrundbesitz. Er umfasste eine Fläche von ca. 5.500 ha und zählte damit zu den großen Wirtschaftseinheiten im damaligen Ostpreußen. Die Wasserflächen sind in der ha-Angabe nicht mit eingerechnet. Die genannte Fläche bestand aus sieben Vorwerken:

- Groß Steinort
- Klein-Steinort
- Labab
- Teichen
- Stobben
- Taberlack und
- Kittlitz

Jedes dieser Vorwerke hatte seinen eigenen Verwalter. Steinort bestand aus den Häusern für die Landarbeiter, einer Schule, einer Gaststätte und einem Standesamt (*Vollmer* [8] S. 81). Das zugehörige Forsthaus befand sich auf der Halbinsel Opalden in der Nähe. Es ist vor geraumer Zeit transloziert worden nach dem ca. 80 km entfernten Galkowo und ist heute eine interessante und lokaltypische Gaststätte. Die heutigen polnischen Namen der Ortschaften findet man unter [18] zu finden.

Es gab natürlich noch größere Besitztümer. *Von Krockow* gibt in [14] einen Überblick (S. 222), aus dem noch größere Besitztümer und damit wirtschaftliche Einheiten in Ostpreußen hervorgehen. *Von Krockow* gibt zugleich einen Querschnitt über die wirtschaftliche Entwicklung Ostpreußens, ihre Ausgangspunkte, Kennzeichen und Ursachen ([14], Abschnitt Ostpreußische Wirtschaft, S. 208–242). Zur generellen Entstehungsgeschichte der Besitztümer ist auch die Dissertation von *Dönhoff* interessant sowie zur Entwicklung der Agrarwirtschaft der Beitrag von *Henning* in [16].

Der nördliche Mauersee, der Mauerwald mit der Försterei Mauerwald (am Masurischen Kanal) sowie vier weitere Forstbetriebe wurden in dem Güteradressbuch von 1932 gesondert ausgewiesen und gehörten ebenfalls dazu. Diese Wirtschaftseinheit gab den Menschen Arbeit und versorgte sie. Zugleich war die Wirtschaftskraft Grundlage für die Erhaltung und Pflege des Schlosses.



Bild 23. *Liegenschaftskarte zu Schloss Steinort aus dem Jahre 1807 (Quelle SächsStaL Bestand 21950 [7], Mappe 525) mit Größenangaben zu den einzelnen Flächen und dem Gesamtbesitz*

Graf Heinrich von Lehndorff hatte das Gut mit dem Schloss 1936 übernommen. Der Vorbesitzer Karl Graf von Lehndorff hatte das Schloss 1883 übernommen es zusammen mit dem gesamten Anwesen bis zu seinem Tode geführt. Es ist bekannt, dass es eine wirtschaftlich schwierige Zeit war (Heck [9], S. 398 u. Vollmer [8] S. 80). Heinrich Graf von Lehndorff dagegen versuchte mit viel

Engagement und Wissen, den Wirtschaftsbetrieb zu modernisieren und wieder zu beleben (s. *Vollmer* [8] S. 80 f. sowie *Dönhoff* [17], S. 94 f.)

Zum Ende des zweiten Weltkrieges wurde Ostpreußen von der Roten Armee eingenommen. Der drohende Vormarsch führte zu einer einmaligen Fluchtbewegung gegen den Westen ggf. auch mit der Gefahr, gegen den Durchhaltebefehl Hitlers zu verstoßen (vgl. *Liedtke* [19] und *Rose* [20]).

Mit der kommunistischen Ära und der anschließenden politischen Wende wurde dieses „Rückgrat“ zuerst immer schwächer und fiel dann gänzlich weg. Alle Versuche der Revitalisierung und Sanierung scheiterten bis 2009. Die derzeitigen Bemühungen um die dauerhafte Rettung und Wiederbelebung haben mit der fehlenden wirtschaftlichen Basis – wie sie vor 1945 vorhanden war – zu kämpfen.

## 1.5 Politische Rolle

In unmittelbarer Nähe zum Schloss Steinort befanden sich das sogenannte „Führerhauptquartier Wolfsschanze“ (14 km süd-westlich, s. [25]) in der Nähe des heutigen Ketrzyn (vorm. Rastenburg) und das Oberkommando des Heeres im Mauerwald (4 km nord-östlich). Hitler bezog am 24.06.1941 die Wolfsschanze und scharte seine wesentlichen Gefolgsleute um sich [27]. Zu ihnen gehörte als wesentliche Person der damalige deutsche Außenminister Joachim von Ribbentrop [26]. Dieser hatte aus bestimmten Gründen für seinen Sitz in unmittelbarer Nähe zur Wolfsschanze das Schloss Steinort des Grafen Heinrich von Lehndorff auserwählt und dazu den nordwestlichen Flügel des Schlosses für sich konfisziert ([8], S.23 f.). Er war mit seinem gesamten Stab dort eingezogen und das Schloss war nicht nur Wohn-, sondern auch Arbeitsort für ihn. Lehndorffs zogen in den Ostflügel.

Heinrich von Lehndorff war zeitig nach dem Einfall Hitlers in die Sowjetunion und dem frühen Tod seines jüngeren Bruders in Estland auf die Seite des Widerstandes übergegangen. Schloss Steinort war so ein wichtiger Ort zur Gewinnung Gleichgesinnter und zum Austausch von Informationen. *Vollmer* beschreibt das sich daraus entwickelnde Doppelleben, das die Familie seit dem Einzug Ribbentrops führte. Hinzu kam, dass Ribbentrop selbst eine enge Beziehung zur Familie Lehndorff suchte und pflegte, Gottliebe von Lehndorff verehrte und die Lehndorff-Kinder beschenkte. Das Schloss spielte damit bis zum Attentat auf Hitler eine wichtige Rolle bei dessen Vorbereitung. Da Heinrich Graf Lehndorff in das Attentat mit eingebunden war, wurde er am 4. September 1944 in Berlin-Plötzensee hingerichtet.

Das Schloss selbst ist damit einer der wichtigen Handlungsorte des militärischen Widerstandes und ein Zeugnis für das Erwachen einer ganzen Bevölkerungsschicht gegenüber den wahnwitzigen Vorstellungen Hitlers mit seinem Zweiten Weltkrieg. Es wird derzeit dieser Rolle in keiner Weise gerecht. Es erwächst daraus die Verpflichtung der Nachwelt, diesen Sachzeugen möglichst authentisch zu erhalten und angemessen zu würdigen.

Die Reflexion des militärischen Widerstandes wird unter Polen jedoch in keiner Weise gesehen oder mit Interesse verfolgt.

## 1.6 Geschichte nach 1945

Nach 1945 wurde das Schloss auf die verschiedenste Weise genutzt.

Die Rote Armee hatte das Schloss nach 1945 längere Zeit für sich in Anspruch genommen. In den 1950er Jahren wurde das Schloss dann Sitz der hiesigen Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft (PGR) (*Heck* [9], S. 399). Es ist davon auszugehen, dass die Ländereien des Lehndorff'schen Besitzes den Grundstock der landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft bildeten.

Während der Aufenthalte vor Ort im Rahmen des Projektes kamen etliche Besucher, die Ihre Wurzeln in Steinort haben und über Nutzungen und besondere Ereignisse berichteten. Mit

Kindergarten und Schule, mit Großküche und Festsaal und dem Ostflügel zuletzt als Ferienunterkunft (oder Tauschobjekt) war das Schloss ein vitaler Lebensmittelpunkt des Ortes und der Umgebung.

Mit der politischen Wende begann dann der Irrweg des Schlosses, der mit dem Verkauf oder der Übereignung der Ländereien an Einzelpersonen und kleineren Einheiten eingeleitet wurde. Schließlich kaufte das Schloss ein österreichischer Architekt, der es als Luxushotel für die Sheraton-Gruppe ausbauen wollte, aber an den Auflagen der Gemeinde und anderen Dingen scheiterte.

Es kaufte dann schließlich die TIGA – eine Jacht- und Hafenbetreiber-Gesellschaft, die fulminante Pläne hatte, die jedoch zu hoch gesteckt waren und scheiterten. Es wurde dann auch keine Pflege und Instandhaltung mehr betrieben, sodass der Zustand immer schlechter wurde und ein Totaleinsturz drohte.



*Bild 24. Zustand 2007 (Quelle: DPS <http://deutsch-polnische-stiftung.de/projekte/steinort-sztynort/>)*

So kam das Schloss in einen bedauernswerten Zustand. Ein gefahrloses Begehen des Innenraumes war nicht mehr möglich, als 2009 die Polnisch-Deutsche/Deutsch-Polnische Stiftung das Gebäude übernahm (s. Bild 3).

*Mai, Wagner* u.a. haben sich mit der Situation in den Masuren nach 1945 auseinandergesetzt und ihre Forschungen in [21] bis [23] niedergelegt.



a)

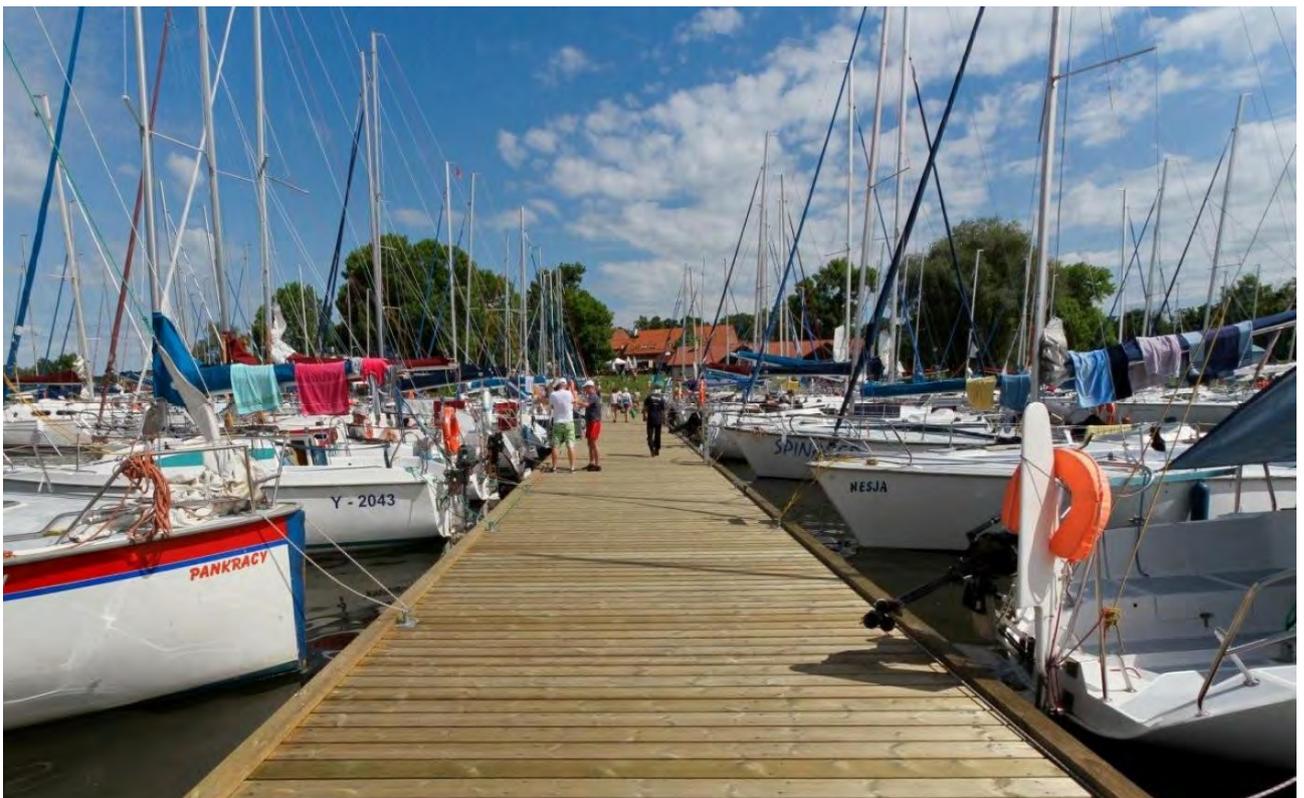


b)

*Bild 25. Wirtschaftsgebäude; a) Pensionat (in Nutzung), Speicher (tlw. genutzt) und Wohnhaus (leer), b) Stallanlage, heute tlw. als Werkstatt genutzt, mehrheitlich im Verfall; 2014*

## 1.7 Touristische Bedeutung heute

Der Steinorter Hafen ist einer der größten in den Masuren und im Sommer ein Anziehungspunkt für Wassersportler und Wasserwanderer.



*Bild 26. Hafen von Steinort (Quelle: TIGA Spanienamazurach.pl)*

Der Hafen hat neben den von der Hafengesellschaft zur Anmietung stehenden Booten ein recht großes Aufnahmevermögen. Soziale Einrichtungen, eine Gaststätte, ein Garni-Hotel (Pensionat), ein Einkaufsladen, eine Tankstelle und eine Freilichtbühne komplettieren das Ganze. Das Niveau ist

jedoch eher durchschnittlich bis spartanisch, was für Polen problemlos zu sein scheint, jedoch für ausländische Gäste gewöhnungsbedürftig erscheint.



Bild 27. Überblick über den Hafen von Steinort (Quelle: TIGA YACHT [www.tigayacht.pl](http://www.tigayacht.pl))

Nachteilig ist, dass der Steinorter See zum Baden nicht geeignet ist.

Die Saison geht etwa von Mai bis September, die Hochsaison von Juli bis Mitte September. Danach ist alles geschlossen und das touristische Leben kommt zum Erliegen. Die Wiedereröffnung erfolgt dann Mitte April.

Die Masuren sind für ihre ausgedehnten Wälder und Seen, aber auch für ihre Tier- und Pflanzenwelt bekannt. Auf Grund der geringen Besiedelung und des Fehlens einer tragfähigen Industrie hat die Luft eine unvergleichliche Qualität.



Bild 28. Storchenpaar auf dem Dach des SO-Turmes von Schloss Steinort



*Bild 29. Der Mauersee bei Steinort 2014 (Quelle: Frederik Blattgerste, ostpreussen.net)*

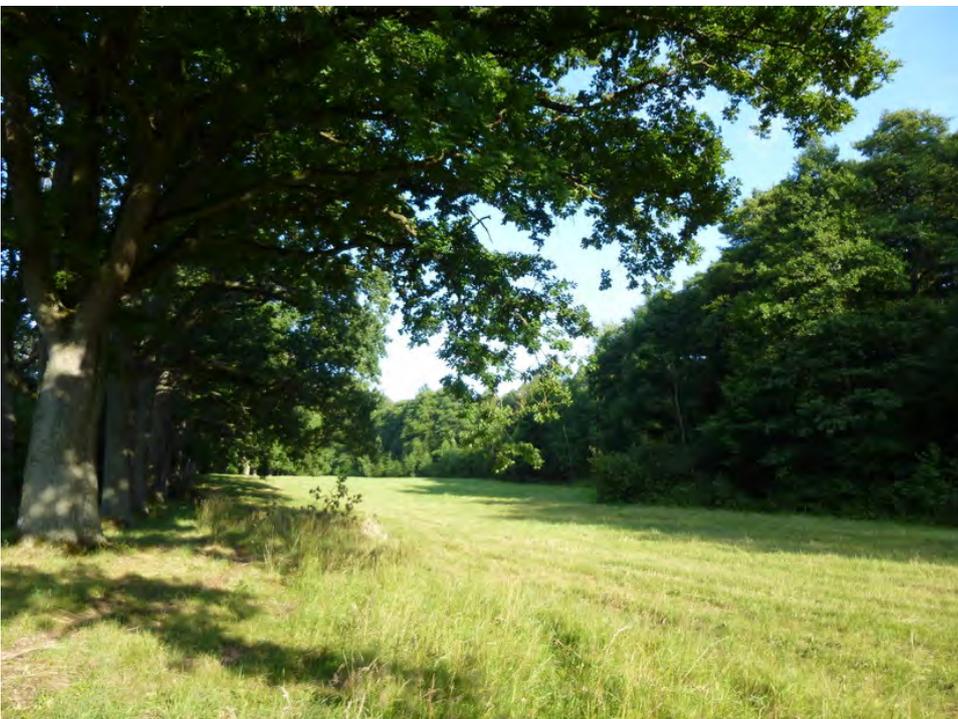


*Bild 30. Morgennebel über dem See in Trygort nahe Steinort*

Das Straßennetz ist überholungsbedürftig, was jetzt auch mit EU-Mitteln in Angriff genommen worden ist. Dabei wird ein entsprechendes Radwegnetz aufgebaut. Bekannt sind die Alleen, die zu Schloss Steinort hinführen, die Jahrhunderte alte Eichen säumen.



*Bild 31. Eichenallee bei Steinort (Quelle: Klaus Rueffer, 2014, flickr.com), von Harschen kommend*



*Bild 32. Wald und Aue nahe Steinort (auf dem Weg zum Mausoleum)*

Zum Schloss kommen in der Saisonzeit doch eine Menge Touristen, die entweder per Wasserweg, individuell per Rad bzw. Auto oder in Gruppen per Bus anreisen. Sie können bei entsprechender

Anmeldung einen Informationsvortrag vor dem Schloss hören, der in die Bedeutung, die Geschichte und die gegenwärtigen Bemühungen einweiht. Die Verweildauer ist jedoch immer recht kurz.



*Bild 33. Radwandergruppe vor Schloss Steinort (September 2014)*

Von den Projektbeteiligten ermöglichte Einblicke in das Innere sowie die durchgeführten Arbeiten haben die in der Vergangenheit recht aussichtslos auf die Besucher wirkende Situation völlig verändert. Die Spendenfreudigkeit hat sich dadurch bereits erhöht.



*Bild 34. Führer-Hauptquartier „Wolfsschanze“ – Reste der Bunkeranlagen*

Die in unmittelbarer Nähe zum Schloss Steinort gelegene Wolfsschanze ist ein Touristenmagnet. Jährlich kommen ca. 200.000 Besucher dorthin. Wenn auch die vielleicht ehrlich gemeinte Absicht der Betreiber, die Paranoia Hitlers zu zeigen, vorhanden sein mag, ist der Eindruck, den man als Besucher der Wolfsschanze und des Oberkommandos des Heeres im Mauerwald bekommt, ganz anders.

Auch die Bedeutung, die dem Attentat auf Hitler vom 20. Juli 1944 beigemessen wird, verstärkt den Eindruck.



*Bild 35. Masurische Winterlandschaft (Januar 2013; Quelle: mein-masuren.blogspot.com)*

Die Landschaft bietet auch im Winter hervorragende touristische Möglichkeiten, die jedoch bisher nur ansatzweise genutzt werden und wozu vielerorts die Voraussetzungen einer komfortablen Unterbringung im Winter nicht gegeben sind.



a)



b)



c)



d)

*Bild 36. Bisher wenig genutzte Potenziale im Winter; a) Skijöring, b) Skiwandern, c) Eissegeln in Lötzen (Gizycko), d) Eisfischen (Quellen: verschiedene von Reiseveranstaltern)*

## 1.8 Klimatische Situation

Die klimatische Situation hat sich im Vergleich zur Vergangenheit in Steinort verändert. Die Winter sind im Allgemeinen wärmer geworden und erreichen nicht mehr die Länge und Intensität, wie aus früheren Überlieferungen bekannt. Die nachfolgenden Diagramme geben einen Einblick in den Jahresverlauf.

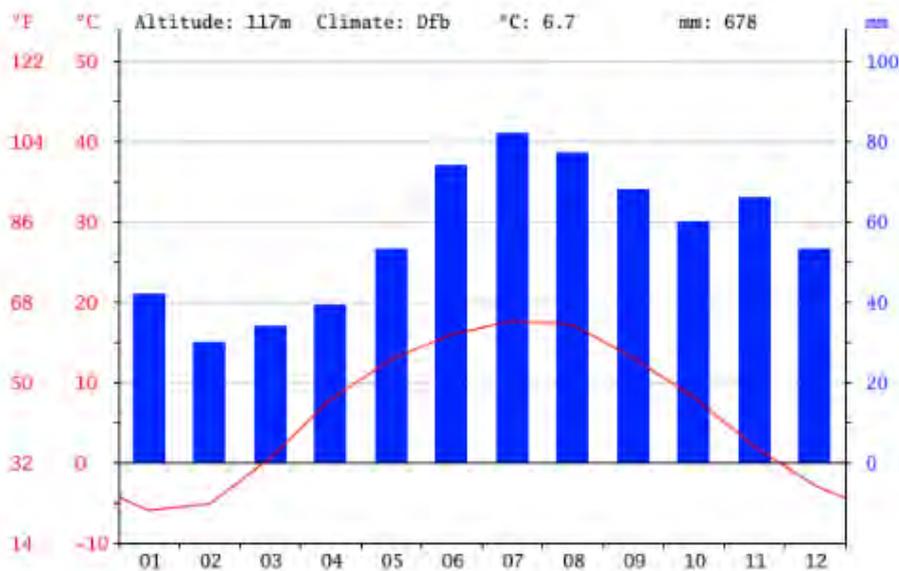


Bild 37. Niederschlagsdiagramm für Steinort (Quelle: <http://de.climate-data.org/location/73808/>)

Februar und Juli stellen die extremen Monate hinsichtlich der Niederschläge dar.

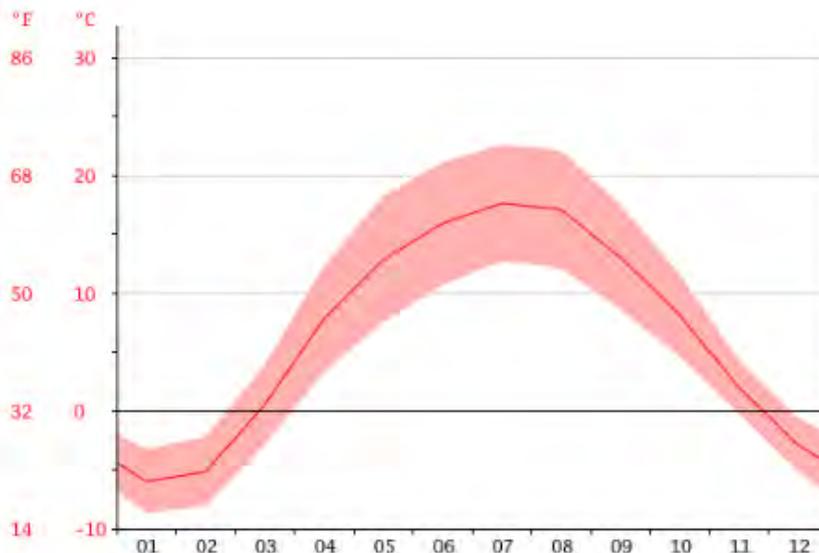


Bild 38. Temperaturdiagramm für Steinort (Quelle: <http://de.climate-data.org/location/73808/>)

Der wärmste Monat ist der Juli mit durchschnittlich 17,6°C; Im Januar beträgt die Durchschnittstemperatur -6°C nach <http://de.climate-data.org/location/73808/>, Aufruf 8.11.2014.

Tabelle 1 Temperaturtabelle für Steinort nach <http://de.climate-data.org/location/73808>  
08.11.2014

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	42	30	34	39	53	74	82	77	68	60	66	53
*C	-6.0	-5.2	0.5	7.8	12.8	15.9	17.6	17.1	13.0	8.1	2.0	-2.9
*C (min)	-8.7	-8.1	-2.9	3.3	7.5	10.7	12.7	12.1	8.6	4.6	-0.2	-5.2
*C (max)	-3.3	-2.2	3.9	12.3	18.2	21.1	22.6	22.1	17.5	11.6	4.3	-0.6

Die Differenz der Niederschläge zwischen dem niederschlagsarmen Monat und dem niederschlagsreichsten beträgt 52 mm. Die durchschnittliche Temperatur schwankt im Jahresgang um 23,6°C.

## 1.9 Revitalisierung

2009 hat dann die Polnisch-Deutsche Stiftung auf Initiative von Prof. Gottfried Kiesow und Prof. Andrzej Tomaszewski übernommen und dazu eine eigene Gesellschaft beschränkter Haftung nach polnischem Recht zur Wahrnehmung der Hausherrenrechte und -pflichten gegründet, vgl. [29].

Der Aktion lag und liegt ein schlüssiges Nutzungskonzept zu Grunde, das jedoch bisher noch nicht in Angriff genommen werden konnte. Dieses ist durchaus zu hinterfragen, weiter zu entwickeln [30] und ggf. durch wirtschaftliche Komponenten zu ergänzen, die einen dauernden Erhalt sichern. Dabei kann wohl kaum allein auf den Tourismus gesetzt werden, da dieser sehr saisonal bedingt ist und in der Zwischensaison keinerlei touristische Attraktivitäten vorzufinden sind. Chancen – auch für die wirtschaftliche Revitalisierung - sind durchaus zu sehen, wenn man an die Randlage und die ökologische und nachhaltige Entwicklung, Gestaltung und Nutzung denkt.

Chancen, das Schloss in seiner Bedeutung wieder aufzuwerten und es als Anziehungspunkt für Politik, Wirtschaft und Kultur zu machen, sind da. Die Spezifik des Gebietes, die Entwicklung der Bewohner und seine Geschichte sind dabei ebenso zu beachten (*Wadle* [24], *Mai* [23]). Der Ort ist als Ganzes einer deutsch-polnischen Geschichte zu sehen und zu entwickeln. Die Chancen sind dafür günstig. Weitere Arbeiten zur Vertiefung der Ansätze und zur Absicherung einer erfolgreichen Entwicklung des Schlosses in der Region sind hier wohl notwendig, wobei dafür die Arbeit von *Blanek* [28] eine solide Grundlage darstellt.

*Wadle* hat sich in ihrer Dissertation [24] mit der heutigen Situation in den Masuren in Verbindung mit dem Tourismus befasst und bemerkenswerte Ergebnisse und Erkenntnisse herausgestellt, die für eine Revitalisierung dieser für Polen extremen Randlage von Bedeutung sind.

## 1.10 Am Projekt bzw. am Objekt Beteiligte

### Projektträger



TU Dresden  
Fakultät Architektur  
Lehrstuhl für Tragwerksplanung  
D-01062 Dresden

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
Tel.: +49 351 – 463-35010  
Fax: +49 351 – 463-37713  
E-Mail: [lehrstuhl.tragwerksplanung@  
mailbox.tu-dresden.de](mailto:lehrstuhl.tragwerksplanung@mailbox.tu-dresden.de)  
Web: [www.arch.tu-dresden.de/twp](http://www.arch.tu-dresden.de/twp)

Mit Beteiligung (Auftragserteilung und -  
abwicklung)

TU Dresden  
Dezernat 4: Liegenschaften und Technik  
Sachgebiet 4.2: Bautechnik  
D-01062 Dresden

Leiter: Dipl.-Ing. Matthias Steinert  
Tel.: +49 351 – 4763-37502  
E-Mail: [Matthias.Steinert@tu-dresden.de](mailto:Matthias.Steinert@tu-dresden.de)  
Bautechnikerin: Dipl.-Ing. Anke Larisch  
Tel.: +49 351 – 4763-35132  
E-Mail: [Anke.Larisch@tu-dresden.de](mailto:Anke.Larisch@tu-dresden.de)

### Mitförderer

Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.  
c/o Dr. Gerhard Brand  
Friedrichstr. 95 (IHZ)  
D-10117 Berlin

RA Dr. Gerhard Brand  
Tel.: +49 30 – 20963060  
Fax: +49 30 – 20963061  
E-Mail: [reno1@ra-brand.com](mailto:reno1@ra-brand.com)  
Web: [www.lehndorff-gesellschaft-  
steinort.com](http://www.lehndorff-gesellschaft-steinort.com)



Deutsch-Polnische Stiftung Kulturerhalt und  
Denkmalpflege (DPS)  
Karpfengrund 1  
D-02826 Görlitz

Dr. Peter Schabe M.A.  
Tel.: +49 30 – 258986-34  
Fax +49 30 – 258991-31  
E-Mail: [deutsch-polnische-stiftung@  
denkmalschutz.de](mailto:deutsch-polnische-stiftung@denkmalschutz.de)  
Web: [www.deutsch-polnische-stiftung.de](http://www.deutsch-polnische-stiftung.de)



Polsko-Niemiecka Fundacja Ochrony  
Zabytków Kultury (PNF)  
Zamek Królewski, Plac Zamkowy 4  
PL-00-277 Warszawa

Vertreter in Steinort  
im Auftrag der DPS und PNF

Piotr Wagner  
Tel.: +48 509 – 081912  
E-Mail: [wagner.peter.dps@gmail.com](mailto:wagner.peter.dps@gmail.com)

### Eigentümer des Denkmals

Palac w Sztynorcie Sp. z o.o.  
Bartag 82D  
PL-10-687 Olsztyn

Prof. Dr. Christofer Herrmann  
Tel.: +48 606 – 287598  
E-Mail: [chriherr@yahoo.de](mailto:chriherr@yahoo.de)

### Kooperationspartner

*Planer:*

**festgrupa**  
pracownia architektoniczno-konserwatorska

Festgrupa Sp. z o.o.  
Al. Jerozolimskie 47/2a  
PL-00-697 Warszawa

Dr.-Ing. Marcin Gorski  
Tel. +48 22 – 6212513  
E-Mail: [marcin.gorski@festgrupa.pl](mailto:marcin.gorski@festgrupa.pl)  
Web: [www.festgrupa.pl](http://www.festgrupa.pl)

in Arbeitsgemeinschaft mit:



Dr. Krekeler Generalplaner GmbH  
Domlinden 28  
D-14776 Brandenburg

Dr.-Ing. Achim Krekeler  
Tel.: +49 3381 - 5235-0  
Fax: +49 3381 - 5235-44  
E-Mail: [krekeler@krekeler-architekten.de](mailto:krekeler@krekeler-architekten.de)  
Web: [www.krekeler-architekten.de](http://www.krekeler-architekten.de)

Öffentlich bestellter Bauinspektor  
Tadeusz Cichonski  
Bartag ul. Zgodna 7  
PL-10-687 Olsztyn

Tadeusz Cichonski  
Tel.: +48 600 – 858673  
Email: [t.cichonski@gmail.com](mailto:t.cichonski@gmail.com)

*Universität:*



Universität Danzig  
Fakultät für Geschichte  
Institut für Archäologie und Ethnologie  
Lehrstuhl für Archäologie des Mittelalters  
und der Neuzeit  
ul. Bielaska 5  
PL-80-851 Gdansk

Dr. Arkadiusz Kopierkiewicz  
Tel.: +48 58 – 5233720  
E-Mail: [hisakop@univ.gda.pl](mailto:hisakop@univ.gda.pl)  
Web: [www.archeologia.his.ug.edu.pl](http://www.archeologia.his.ug.edu.pl)

Ämter:



Landesdenkmalamt in Allenstein  
Wojewódzki Urzd Ochrony Zabytków  
ul. Podwale 1  
PL-10-076 Olsztyn

Andrzej Kaliczynski (Warminsko-Mazurski  
Wojewodzki Konserwator Zabytkow)

Tel.: +48 89 – 52185-30  
Fax: +48 89 – 52185-49  
E-Mail: [wuoz.olsztyn@wuoz.olsztyn.pl](mailto:wuoz.olsztyn@wuoz.olsztyn.pl)  
Web: [www.wuoz.olsztyn.pl](http://www.wuoz.olsztyn.pl)



Institut für Meteorologie und  
Wassermanagment  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
ul. Podlesna 61  
PL-01-673 Warszawa

Mgr. Sławomir Wereski  
Tel.: +48 22 – 5694-381  
Fax: +48 22 – 8341801  
E-Mail: [Slawomir.Wereski@imgw.pl](mailto:Slawomir.Wereski@imgw.pl)  
Web: [www.imgw.pl](http://www.imgw.pl)

*Ingenieurbüros:*



Baugrund Dresden Ingenieurgesellschaft  
mbH  
Kleiststraße 10 a  
D-01129 Dresden

Dr.-Ing. Eckardt Schulz  
Tel.: +49 351 – 82413-0  
Fax: +49 351 – 8030786  
E-Mail: [info@baugrund-dresden.de](mailto:info@baugrund-dresden.de)  
Web: [www.baugrund-dresden.de](http://www.baugrund-dresden.de)



Jäger Ingenieure GmbH  
Wichernstr. 12  
D-01445 Radebeul

Dipl.-Ing. Brigitte Jäger  
Tel.: +49 351 – 83296-0  
Fax: +49 351 – 83296-50  
E-Mail: [ji@jaeger-ingenieure.de](mailto:ji@jaeger-ingenieure.de)  
Web: [www.jaeger-ingenieure.de](http://www.jaeger-ingenieure.de)

## Industriepartner

*Mörtel und Verpressmaterial*



MAPEI Polska Sp. z.o.o.  
ul. Chlubinskiego 8  
00-63 Warszawa

Dr.-Ing. Krzysztof Pogan  
Tel.: +48 22 – 5954200  
Fax: +48 22 – 5954202  
E-Mail: [k.pogan@mapei.pl](mailto:k.pogan@mapei.pl)  
Web: [www.mapei.pl](http://www.mapei.pl)

*GFK-Anker & Zubehör*



Minova CarboTech GmbH  
Am Technologiepark 1  
D-45307 Essen

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Kriege  
Tel.: +49 201 – 80983-736  
Fax: +49 201 – 80983-9736  
E-Mail: [alexander.kriege@orica.com](mailto:alexander.kriege@orica.com)  
Web: [www.minovainternational.com](http://www.minovainternational.com)

*GFK-Nadeln*



Schöck Bauteile GmbH  
Vimbucher Straße 2  
D-76534 Baden-Baden

Dipl.-Ing. Jörg Schweinfurth  
Tel.: +49 7223 – 967-0  
Fax: +49 7223 – 967-490  
E-Mail: [Joerg.Schweinfurth@Schoeck.de](mailto:Joerg.Schweinfurth@Schoeck.de)  
Web: [www.schoeck.de](http://www.schoeck.de)

*Verpresstechnik*



Desoi Injektionstechnik GmbH  
Gewerbestr. 16  
D-36148 Kalbach/Rhön

Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt.-Ing. (FH)  
Michael Engels  
Tel.: +49 6655 – 9636-0  
Fax: +49 6655 – 9636-6666  
E-Mail: [info@desoi.de](mailto:info@desoi.de)  
Web: [www.desoi.de](http://www.desoi.de)

*Drainagesystem/Regenwassernutzung*



Hegler Plastik GmbH  
Heglerstraße 8  
D-97714 Oerlenbach

Friedrich Götz  
Tel.: +49 97 – 2566-0  
Fax: +49 97 – 2566-115  
E-Mail: [info@hegler.de](mailto:info@hegler.de)  
Web: [www.hegler.de](http://www.hegler.de)

*Abdichtung und Vertikaldrainage*



Saint-Gobain Construction Products Polska  
Sp. z o.o.  
ul. Cybernetyki 9  
PL-02-677 Warszawa

Krzysztof Siemak  
Tel.: +48 22 – 58985-74  
Fax: +48 22 – 58985-89  
E-Mail: [Krzysztof.Siemak@saint-gobain.com](mailto:Krzysztof.Siemak@saint-gobain.com)  
Web: [www.saint-gobain.com](http://www.saint-gobain.com)

Und;

Saint-Gobain Weber GmbH  
Schanzenstr. 84  
D-40549 Düsseldorf

Andreas Seeling  
Tel.: +49 211 – 91369-0  
E-Mail: [info@sg-weber.de](mailto:info@sg-weber.de)  
Web: [www.sg-weber.de](http://www.sg-weber.de)

*Bauchemie*



MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG  
Am Kruppwald 1-8  
D-46238 Bottrop

Dr. Andreas Zahn  
Tel.: +49 20 41-101 50  
Fax: +49 20 41-101 588  
E-Mail: [andreas.zahn@mc-bauchemie.de](mailto:andreas.zahn@mc-bauchemie.de)  
Web: [www.mc-bauchemie.de](http://www.mc-bauchemie.de)

*Klinker als Fußbodenziegel im Keller*



Wienerberger Ceramika Budowlana  
Sp. z o. o.  
ul. Lipnowska 46/50  
PL-87-100 Torun

Grzegorz Sudół  
Tel.: +48 56 – 61241-04  
Fax: +48 56 – 61241-12  
E-Mail: [grzegorz.sudol@wienerberger.com](mailto:grzegorz.sudol@wienerberger.com)  
Web: [www.wienerberger.pl](http://www.wienerberger.pl)

## **Beteiligte Baufirmen**

*Gerüst und Dachrinne NW-Turm*

P.W. Zbigniew Szulczynski  
Usługi Remontowo-Budowlane  
ul. Paderewskiego 18/14  
PL-19-500 Gołdap

Zbigniew Szulczynski  
Tel.: +48 608 – 405030  
E-Mail: [zbigniewszulczynski@wp.pl](mailto:zbigniewszulczynski@wp.pl)

*Statische Sicherung NW-Turm*



Himmel u. Papesch Bauunternehmung  
GmbH & Co. KG, Niederlassung  
Spezialtiefbau Süd, Zweigstelle Chemnitz  
Blankenauer Straße 99  
D-09113 Chemnitz

Steffen Decker  
Tel.: +49 371 – 524688-311  
Fax: +49 371 – 524688-400  
E-Mail: [sdecker@hup-bau.de](mailto:sdecker@hup-bau.de)  
Web: [www.hup-bau.de](http://www.hup-bau.de)

*Sicherung Hauptbaukeller, Gewölbe, Flächendrainage und Anschluss an Vorflut, Vertikale Abdichtung und Drainage, Historischer Kanal*

Firma Budowlana Hohlbud  
Krzywinski 31  
PL-11-610 Pozezdrze

Dipl.-Ing. Matthias Hohl  
Tel.: +48 601 – 536484  
E-Mail: [hohlconstruction@wp.pl](mailto:hohlconstruction@wp.pl)

## 2 Anlass und Zielsetzung des Projekts

### 2.1 Projektanlass

Anlass waren die dauernd wieder auftretenden Wassereinträge in die Keller des Schlosses Steinort, mit denen eine ernsthafte Schädigung des Mauerwerks verbunden war. Am Nord-West-Eckturm bestand bisher akute Einsturzgefahr, die Situation im Kernbau konnte erst im Zuge ihrer Aufarbeitung als genauso gefahrenträchtig eingeschätzt werden. So lagen große Teile der Außenwand hohl und standen kurz vor einem Zusammenbruch (zweiter Lebensbaum von links in Bild 8).

Wesentliche Folge der immer wiederkehrenden Wassereinträge in den Kellern des Schlosses war das Aufweichen des Lehmbodens, das mit einem erheblichen Tragfähigkeitsverlust verbunden ist. Zugleich wurde dabei der Lehmörtel aus dem Kellermauerwerk und den Fundamenten ausgespült und das Gefüge der Mauern gestört. Setzungen des Bauwerkes, Risse, ein Auseinanderbrechen des Mauergefüges und Teileinstürze waren die Folgen. Im Kernbaukeller waren sogar Gewölbe und Mauern eingebrochen. Vorhandene Wasserableitungssysteme waren nicht komplett (Regenwasser) oder nicht mehr funktionsfähig, weil sie falsch angelegt worden waren oder nicht gepflegt worden sind. Das Wasserproblem war in früherer Zeit jedoch bekannt, wie z.B. ein historischer Kanal zur Ableitung des Bodenwassers vom Kernbaukeller dokumentiert. Er wurde bei den Arbeiten entdeckt und war vorher nicht bekannt.

Ziel des Pilotprojektes war es, die für die dauerhafte Sicherung des Schlosses Steinort notwendige

#### **Drainage und Regenwasserableitung**

neu zu planen, den derzeitigen und den zukünftigen Anforderungen anzupassen und eine Regenwasserbewirtschaftung modellhaft zu demonstrieren.

Damit verwoben ist die im Zuge der Erdarbeiten notwendige

#### **Ertüchtigung der Grundmauern und Fundamente**

sowie deren

#### **Abdichtung/Drainierung.**

Im Zuge der planerischen Vorbereitung der Abläufe zeigte sich, dass eine Rohrverlegung im **Kernbaukeller** nur möglich ist, wenn die

**lokalen Einbrüche beseitigt** und

die **provisorische Abstützung ausgebaut** wird.

Mit der Verlegung der Flächendrainage im Inneren soll gesichert werden, dass kein Wasser mehr durch die sanierten Mauerwerkspartien von außen eindringen kann, anderweitig über Bodenschichten zulaufendes Wasser abgeführt wird und damit der unter den Fundamenten anstehende Lehm tragfähig bleibt und nicht aufweicht. Das Schloss soll damit nachhaltig an die anthropogen verursachte Veränderung der Niederschlagssituation am konkreten Ort angepasst und die bisherige Kausalkette für die Schäden am Mauerwerk und den Fundamenten beseitigt werden.

Dazu war es notwendig, die erforderliche Planung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit durchzuführen. Die Grundlage dafür – die entsprechenden Kenndaten für die Drainage und Entwässerung – sind vorgeschaltet oder parallel zu erkunden und abzuleiten gewesen. Bei der Planung selbst sollten innovative Verfahren pilothaft integriert werden und in der Ausführung zur Anwendung kommen.

Die **Gefahrenbeseitigung** am **Nord-West-Eckturm** und die Ertüchtigung des Grundmauerwerks im Bereich der z.T. eingestürzten Keller war eine Sofortmaßnahme zur Abwendung einer akuten Gefahrensituation im Hinblick auf den drohenden Substanzverlust und zugleich Voraussetzung für

die Gewährleistung der Arbeitssicherheit während der Drainage- und Kanalarbeiten. Sie war sowohl Gegenstand der Planung als auch der Ausführung. Während das für den nordwestlichen Turm schrittweise erfolgen konnte, musste es für den Kernbaukeller baubegleitend ausgeführt werden, da die Situation vor Verschüttung und Abstützung nicht dokumentiert worden war. Die Durchführung dieser Arbeiten war Bestandteil des Projektes.

Um ein erneutes Zulaufen des Kellers zu verhindern und ein nochmaliges Aufweichen des Bodens nicht zuzulassen, wurde im Rahmen dieses Projektes die **Drainage im Keller** in Form einer Flächendrainage eingebaut und nach außen geführt. Entgegen der Antragstellung wurde bei der Zusammenführung auf den vorgesehenen Pumpensumpf mit Pumpe verzichtet und dafür sofort das Wasser der Kaskade zugeführt, die in der Vorflut Richtung Norden hinter dem Schloss endet. Damit ist eine Lösung realisiert, die jetzt über den Winter auch provisorisch das anfallende Regenwasser sicher ableiten kann (vgl. Bild 9). Die Finanzierung der Arbeiten zur Komplettierung der Ringdrainage und der Regenwasserkanalisation im unterkellerten Bereich des Schlosses ist im Oktober 2015 beim polnischen Kulturministerium für 2016 beantragt worden.

Die Abstützungen im Kernbaukeller und die „Verschüttungen“ von Gefahrenstellen mussten vor den Arbeiten zur Verlegung der Flächendrainage ausgebaut und beseitigt werden, um sicher arbeiten zu können und auch dort, wo sich Abstützungen befanden, den Aufbau der Drainage sichern zu können.

## 2.2 Motivation

Der Lehrstuhl Tragwerksplanung der TU Dresden befasst sich seit über 20 Jahren mit der Erhaltung und Instandsetzung historisch wertvoller Bauwerke und war in den 1990er Jahren dabei auch in den SFB-Sonderforschungsbereich 315 mit integriert. In den zurückliegenden 10 Jahren standen Verfahren und Technologien für die Sanierung und Ertüchtigung von historischem Mauerwerk im Mittelpunkt. So unter anderem die Sanierung von historischem Lehmmauerwerk, die Sanierung von abgängigen Hangsituationen, die Sicherung von historischen Bauwerken gegenüber von Hochwassereinwirkungen, der Umgang mit Mauerwerk aus natürlichen oder künstlichen Steinen unter Verwendung von lehm- und gipshaltigem Mörtel sowie Fundamentverstärkungen und -sanierungen. Auch die Tragfähigkeit von historischem Mauerwerk und der Umgang mit der Gründungssituation beim Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche haben die Teams des Lehrstuhls und der Jäger Ingenieure GmbH beschäftigt. Der Lehrstuhl sowie seine Partner haben dazu in entsprechender Anzahl veröffentlicht und sind auf dem vorliegenden Gebiet hervorragend ausgewiesen.

Forschungsvorhaben mit Unterstützung der DBU wurden zum Thema „Enttrümmerung der Frauenkirche Dresden unter dem Gesichtspunkt der Umwelteinflüsse“ ([58], [57]) sowie zum „Einsatz von Siliziumdioxid-Nanosolen zur Konservierung von porösen Natursteinen“ [59] erfolgreich abgeschlossen. Der Lehrstuhl bzw. die Jäger-Ingenieure waren an einer Vielzahl von Sicherungs-, Sanierungs- und Wiederaufbauprojekten unter hohen denkmalpflegerischen Anforderungen und mit Berücksichtigung des Umweltschutzes beteiligt. Dabei war stets der Innovationsgeist gefragt.

Das Team möchte gern seine umfangreichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Sanierung wertvoller Baudenkmäler einsetzen, speziell am vorliegenden Objekt zur Sanierung der Gründungssituation und zu deren dauerhaften Sicherung. Diese Aufgabe stellt sowohl von der Thematik selbst als auch von der zur Anwendung kommenden Technologie her eine Herausforderung dar, für die die notwendigen Grundlagen und das Spezialwissen vorhanden sind.

Außerdem sehen wir es als eine Pflicht an, an einem für die deutsch-polnischen Beziehungen und die Aussöhnung wichtigem Kulturdenkmal unseren Beitrag in einer engen Gemeinschaftsarbeit zwischen Polen und Deutschen zu leisten. Gerade das zur Gründungssituation vorhandene Wissen und der zugehörige Erfahrungsschatz ist mit neuen Ideen und Erfahrungen der ortsansässigen

Baufirma verbunden und an dem einmaligen Projekt zur Rettung und Revitalisierung des Schlosses Steinort in pilotartiger Form genutzt und demonstriert worden.

### 2.3 Zeitplan

Der anfangs aufgestellte Zeitplan konnte nicht vollständig eingehalten werden. Grund dafür waren die schwierigen Randbedingungen in Polen sowie die Gepflogenheiten der Ämter und der Ausführenden von polnischer Seite. Sie führten schließlich auch zur Verlängerung der Projektlaufzeit bis zum 30.09.2015. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um Ersterfahrungen, die für die Projektfortführung sehr wertvoll sind.

Die Bildung der Teilpakete war im Zuge der Antragstellung erfolgt:

- P      Forschung, Planung und Bauüberwachung
  - P.00   Kickoff-Meeting
  - P.01   Planung Statik
  - P.02   Ermittlung der Eingangsparameter für die Wasserabführung
  - P.03   Planung der Wasserabführung gesamt
  - P.04   Vergabe und Bauüberwachung
  - P.05   Dokumentation der Ausführung und der Änderungen
  - P.06   Auswertung und Verallgemeinerung, Richtlinien und Hinweise
  - P.07   Abschlussbericht und Veröffentlichung(en)
  - P.08   Abschlussveranstaltung
  - P.09   Projektabschluss und Übergabe
  
- L      Bauleistungen
  - L.00   Statische Mauerwerkssanierung und -sicherung
  - L.01   Einbau Drainage im Keller und Durchbruch nach außen
  - L.02   Einbau Drainage außen in den am meisten gefährdeten Bereichen; Schächte (ggf. mit Pumpensümpfen, sofern nahtloser Anschluss des Folgeprojektes nicht möglich sein sollte)

Der grobe zeitliche Ablauf ist in den nachfolgenden beiden Tabellen dargestellt.

Tabelle 2    Ablaufplan 2014

Von	bis	Bezeichnung	Paket	Erläuterung
12/13	02/14	Projektanlauf und Vorbereitung		Strukturierung des Projektes und der Arbeitsaufgaben, Verantwortlichkeiten, zeitlicher Einsatz
03/14	05/14	Planung Statik, Planung Wasserabführung	P.01, P.03	Statische Nachweisführung NW-Turm
06/14		Vergabe der statischen Sicherung für den NW-Turm	P.04	Einholung der Angebote, Zuschlagerteilung, zeitliche Abstimmung
07/14		Statische Sicherungsarbeiten am NW-Turm, Bauüberwachung  Dokumentation der Ausführung und Veränderungen	L.00, P.04, P.05	Gerüstarbeiten, Arbeitssicherheit, Bohr- und Verpressarbeiten Nord-West-Turm
07/14		Kick-Off-Meeting vor Ort	P.00	Öffentlich
08/14		Erneuerung Dachrinne Nord-West-Turm	./.	außerplanmäßig, aber notwendig
09/14		Abrüsten  Fertigstellung Planung Wasserabführung/ Ausschreibung	L.00  P.03	Klarstellung der Leistungen, Verhandlung, Zuschlagserteilung
10/14	12/14	Versuch der Vergabe der Drainage- und Abdichtungsarbeiten	P.04	fehlgeschlagen, Rücknahme der Auftragserteilung
12/14		Planung und Vergabe der Sicherungsarbeiten Kernbaukeller, Ausführung temporärer Zugang Kernbaukeller	P.04, L.00	Erprobung der aus dem Tunnelbau bekannten Technologien

Tabelle 3 Ablaufplan 2015

<b>Von</b>	<b>bis</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Paket</b>	<b>Erläuterung</b>
01/15	03/15	Aktualisierung der Planung, Zuarbeiten zum Antrag auf denkmalrechtliche und bodendenkmalrechtliche Genehmigung, Abrechnung	P.01, P.03	Fortlaufende Arbeiten, Vorbereitung der weiteren
03/15	08/15	Weiterführung der Sicherungsarbeiten im Kernbaukeller und Abschluss, Überwachung,	L.00, P.01	Befund- und Baubegleitende Planung
04/15	08/15	Aktualisierung der Planung und Abgleich mit den Wetterdaten	P0.3	nach Kontaktherstellung mit dem polnischen Wetterdienst Bestätigung der bisher zugrunde gelegten Sicherheitsfaktoren
06/15		Neuausschreibung Vergabe der Drainagearbeiten	P.04	Optimierung der Ausführung zur Kostenreduzierung, inhaltliche Klarstellung
07/15	09/15	Einbau der Flächendrainage und Anschluss an Vorflut	P.04, L.02	Schrittweise Ausführung, Fehlbedarf an Fußbodenziegeln festgestellt
08/15		Kontrolltermin örtliche Denkmalpflege (s. Bild 39)	P.09	erfolgreich Arbeiten vorgestellt, Anerkennung der Leistungen, Akzeptanz bestätigt
09/15		Außenabdichtung und Komplettierung, Erkundung, Reinigung, Anbindung historisches Kanalsystem	P.04, L.02 ./.	Optimierte Technologie angewendet
09/15		Abschlussveranstaltung	P.08	Öffentlich
09/15	30.09.2015	Abschluss der Arbeiten	P.09	Fußbodenarbeiten nach Beschaffung der Material
10/15	12/15	Dokumentation, Bericht, Zusammenfassung, Veröffentlichungen	P.07	Auswertung des umfangreichen Materials, Veröffentlichung Mauerwerk-Kalender 2016

Es hat sich gezeigt, dass eine tiefere Strukturierung nach den Orten der jeweiligen Leistung sinnvoll gewesen wäre. Auf Grund der Spezifik des Objektes und der z.T. sehr unklaren Situation in den anfänglich verschütteten Bereichen des Kernbaukellers kam es zu einer starken Überlappung der einzelnen Arbeitspakete.

Trotz intensivster Vorplanung waren fortlaufende Anpassungen der Drainageplanung an den jeweiligen Kenntnisstand der baulichen Situation erforderlich, da wichtige Höhen in den Kernbaukellern erst nach Sicherung und Freiräumung genau bestimmt werden konnten. Die baubegleitend festgestellten Befunde erzwangen eine weitere Adaption mit Auswirkung bis in den Auslauf zum Vorfluter.



*Bild 39. Kontrolltermin mit der zuständigen Denkmalbehörde am 28.08.2015*

### 3 Situation und Zustand zu Projektbeginn

#### 3.1 Baugrund und Gründung

Zum Baugrund liegt von polnischer Seite eine Beurteilung aus dem Jahre 2001 vor [46]. Der Antragsteller hat sich mit Unterstützung der Baugrund Dresden GmbH in Vorbereitung selbst ein Bild von der Bodensituation gemacht [43], [44]. Dazu wurden Sondierungen durchgeführt und Schürfen angelegt. Die Gründungstiefe wurde wegen des Fehlens einer Grabungsgenehmigung durch Sondierung erkundet.

Das Gebäude befindet sich auf einer leichten Bergkuppe, die Keller greifen allerdings in die gewachsene Lehmschicht, die aufgrund ihrer Mächtigkeit als Wasserstauer wirkt und eindringendes Wasser nicht abfließen lässt, ein. Im unterkellerten Bereich befindet sich unmittelbar neben dem Kellermauerwerk nach außen eine lehmige Auffüllung, die z.T. sehr fest ist.

Der Boden verliert mit steigendem Wassergehalt an Tragfähigkeit. Die gewonnenen Bodenproben haben gezeigt, dass mit zunehmender Tiefe der Boden weicher wird, was mit dem Wassergehalt zusammenhängt (Proben über Grundwasserspiegel, Proben in Höhe des Grundwasserspiegels).

Aufgrund der steifen Konsistenz des anstehenden, ungestörten Lehms konnten die (Hand-) Sondierungen nur bis zu einer begrenzten Tiefe durchgeführt werden. Aus dem polnischen Bodengutachten von *Rola* aus dem Jahre 2001 [46] kann auf die tieferliegenden Schichten geschlossen werden. Es sind dort Bohrungen bis in eine Tiefe von 15 m abgetäuft worden,

allerdings nicht unmittelbar um das Schloss herum, sondern in Richtung Westen, sicher um dort einen separaten Bau vorzubereiten. Dabei ist eine Bohrung relativ nahe am Nord-West-Eckturm gelegen.

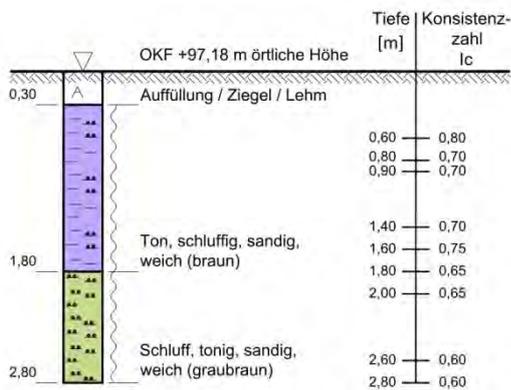


Bild 40. Bodenprofil [43]

	Symbol	Dimensi- on	Auffüllung	Geschiebelehm	
				steif	weich
natürliche Dichte (Feuchtdichte)	$\rho_n$	g/cm <sup>3</sup>	1,85 1,7 – 1,9	2,05 2,0 – 2,15	2,0 1,95 – 2,15
Trockendichte	$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	1,55 1,5 – 1,6	1,80 1,75 – 2,0	1,75 1,7 – 1,95
Reindichte	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	2,65 –	2,68 –	2,68 –
Porenzahl	e	–	0,70 0,65 – 0,76	0,50 0,35 – 0,54	0,53 0,37 – 0,58
wirksamer Reibungswinkel	$\phi'$	Grad	22 20 – 23	24 23 – 26	18 16 – 20
wirksame Kohäsion	c'	kN/m <sup>2</sup>	6 3 – 8	10 8 – 13	7 6 – 10
Steifemodul	E <sub>s</sub>	MN/m <sup>2</sup>	8 6 – 10	19 16 – 21	12 8 – 14
Durchlässigkeitsbeiwert	k	m/s	$1 \times 10^{-6}$ $10^{-5} - 10^{-7}$	$1 \times 10^{-8}$ $10^{-7} - 10^{-9}$	$1 \times 10^{-8}$ $10^{-7} - 10^{-9}$

Bild 41. Ermittelte Bodenkennwerte [43]

Die Mauern sind auf Fundamenten gegründet. Sie bestehen aus Mischmauerwerk, zum großen Teil mit Lehmörtel hergestellt, der zum Teil fehlt. Als Steine wurden Feldsteine, Bruchsteine und Ziegelbruch verwendet. Nach dem Erdreich hin haben die Fundamente ebenso wie das Kellermauerwerk keine glatte Oberfläche, sodass hier bei der Freilegung nachgearbeitet werden muss.

Im unterkellerten Bereich des Hauptgebäudes in Richtung Nord-Osten befindet sich nach außen stellenweise in ca. 80 cm Tiefe ein Vorsprung mit ebenem Abschluss nach oben, vermutlich aus Ziegelmauerwerk. Darüber wurde jedoch das Mauerwerk mit Steinbruch aufgemauert. Bauhistorisch bedarf diese Feststellung noch einer zeitlichen und konstruktiven Aufklärung.

Tabelle 4 Bodenschichten der Bohrung 1 nach Rola [43]

Schicht Nr.	Bis m unter OK Gelände/ Schichtdicke	Boden / Zustand
1	2,40 / 2,40	Auffüllung
2	4,50 / 2,10	Lehm mit Gesteinseinschlüssen/ plastisch
3	5,20 / 0,70	Feinsand
4	6,50 / 1,30	schluffiger Feinsand
5	8,30 / 1,80	Lehm mit Gesteinseinschlüssen/ plastisch
6	8,70 / 0,40	Feinsand
7	13,30 / 4,60	Lehm mit Gesteinseinschlüssen/ plastisch
8	15,00 / 1,70	Lehm mit Gesteinseinschlüssen

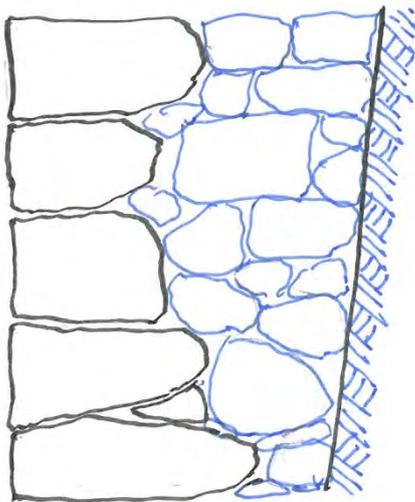
Die Fundamenttiefe beträgt im unterkellerten Bereich ca. 40 – 50 cm unter Oberkante Kellerfußboden. Ein Vorsprung zwischen Mauerwerk und Fundament konnte nicht festgestellt werden, d.h. dass hier bei einer Nachweisführung die Wanddicke anzusetzen ist.

Das Fundament unter dem Hauptbau besteht aus runden Feldsteinen und hat nach außen keinen klaren Abschluss. Es wird nach unten um ca. 25 cm breiter. Die Fundamenttiefe beträgt etwa 1,15 m.

Die Seitenflügel haben Fundamente aus Mischmauerwerk, bestehend aus kleineren Steinen. Sie sind geringfügig breiter als das aufgehende Mauerwerk. Die Tiefe beträgt etwa 1,15 m bis 1,20 m unter OK Gelände.

Die festgestellte Fundamenttiefe im nichtunterkellerten Bereich ist unter derzeitigen Gesichtspunkten als nicht frostsicher zu bezeichnen. In Steinort hat man heutzutage von 1,40 m Tiefe auszugehen, wenn man neu baut. Am gesamten nichtunterkellerten Bereich sind jedoch keinerlei Schäden festzustellen, die aus einem ggf. möglichen Unterfrieren herrühren könnten. Dort sind eher die Gefügestörungen die Ursache für die Rissbildungen.

Das Wasser stand bisher im unterkellerten Bereich i.d.R. etwa 30 bis 40 cm unter OK Fußboden, was bedeutet, dass die Fundamentfläche unter diesem Niveau liegt.



*Bild 42. Kellermauerwerk gegen das Erdreich gemauert; a) Prinzipskizze (Ausschnitt), b) NO-Seite des NW-Turmes, Außenseite des Kellermauerwerks im Erdreich*

Mit den eigenen im Wesentlichen 2011 ausgeführten Boden- und Fundamenterkundungen [43] konnten die Feststellungen des Bodengutachtens von 2001 bestätigt werden. Die Bodenkennwerte wurden im Gegensatz dazu jedoch tatsächlich im Labor bestimmt, allerdings nicht mit dem derzeit im Bauwerk vorhandenen Niveau an Bodenpressungen und in dem vorgefundenen Feuchtezustand. Eine Prognose auf den nach Trockenlegung zu erwartenden Feuchtezustand erfolgte ebenfalls nicht. Insofern sind die zusammengestellten Kennwerte als untere Schranke kritisch zu werten. Für die Beurteilung des Ausgangszustandes sind sie aber zutreffend. Es ist jedoch festzustellen, dass es noch zu erschließende Reserven gibt.

Die im Zuge der Beantragung aufgestellte Hypothese, dass es zur Erbauungszeit einen Abfluss aus dem Keller gegeben haben muss, hat sich voll und ganz bestätigt.

Wie bei den Bauarbeiten zum Einbau der Drainage in den Kellern festgestellt werden konnte, begann im Kernbaukeller -1.02 ein Entwässerungskanal, der das in den Keller eindringende Wasser ableiten sollte, und zwar in Richtung NW. Es handelt sich dabei um einen gemauerten Keller, der dann in einen Holzkanal übergeht. Dieser wiederum entwässert ins Freie im Bereich der NW-Böschung zum Vorfluter zu. Wann dieser gemauerte Keller errichtet worden ist, konnte noch nicht bestimmt werden. Es ist damit klar, dass der Kernbaukeller schon immer eine Möglichkeit der Wasserableitung besessen hat, die jedoch in der Neuzeit nicht mehr funktionierte.

## 3.2 Mauerwerk

### 3.2.1.1 Allgemein



*Bild 43. Rissbildungen am nordwestlichen Eckturm von Süd-Westen*



*Bild 44. Ausbauchung und partieller Ausbruch des Bruchsteinmauerwerks im selben Bereich*

Für das Mauerwerk sind die Rissaufnahmen und deutlich sichtbare Verformungen als Indizien von Schäden weiter verfolgt und aufgezeichnet sowie anschließend ausgewertet worden.

### 3.2.1.2 Nord-West-Turm

An dem NW-Eckturm sind deutliche Bewegungen der süd-westlichen Ecke festzustellen gewesen (s. Bild 43). Im Keller ist an den Stellen der größten Verformungen das Mauerwerk strukturell gestört. Unter der Süd-West-Ecke sind im Keller Ausbauchungen und ein Mauerausbruch zu sehen, der auch einen Einblick in die innere Struktur des Mauerwerks dort erlaubt.

Zudem sind leichte Hebungen des Fußbodens festzustellen, die aber auch Einsenkungen der Außenmauern repräsentieren können. Die Unterkanten der Fundamente bilden keine ebene Fläche. Die Feldsteine markieren die Punkte der Kraftübertragung und unter den dazwischen liegenden

Bereichen weicht der Lehm stark auf. Es fehlt eindeutig ein einigermaßen kontinuierlicher Spannungsverlauf unter der Fundamentfläche.

Bei den Arbeiten vor Ort konnten dann selbst bei starken Regenfällen die Wassereintritte in die Kellerräume beobachtet werden.



*Bild 45. Eingesunkene Außenmauern im Bereich des NW-Turmes*

### 3.2.1.3 Kernbaukeller

In den unterkellerten Bereichen sind ebenfalls starke Rissbildungen, die auf gewisse Bewegungen hinweisen, festzustellen. Im Inneren sind in diesem Bereich Teileinbrüche von statten gegangen, die unterschiedliches Ausmaß angenommen haben. Sie konzentrieren sich auf den Kellerbereich des Hauptbaus.



*Bild 46. Einsturz eines Gewölbes im Kernbaukeller, aufgenommen nach der provisorischen Sicherung*



*Bild 47. Gesicherter Fundamentbereich im Westflügel, in dem sich bereits ein Grundbruch ereignet hat*

Da sie bereits in einer vorhergegangenen Kampagne durch Verschütten gesichert worden sind, waren die Planungen für die Beseitigung der Schäden erschwert. Eine geschlossene Dokumentation war nicht vorhanden.



*Bild 48. Verschalter und verschütteter Bereich gem. Bild 46 im vorgefundenen Zustand*



Bild 49. Hohl liegende Außenmauer im Kernbaukeller

Wie die Bilder zeigen, ist die Gründung zum Teil in einem äußerst kritischen Zustand. Durch Wassereintritt in den Keller ist es zu Aufweichungserscheinungen des lehmig/tonigen Bodens und zum systematischen Ausspülen des Lehm Mörtels aus dem historischen Grundmauerwerk aus Bruchsteinen gekommen (s. Bild 44). Bild 46 zeigt den dadurch verursachten partiellen Einbruch eines Kellergewölbes und Bild 47 einen Bodenabgang, der inzwischen wieder aufgefüllt wurde. Beide Bilder charakterisieren das derzeitige Risiko.

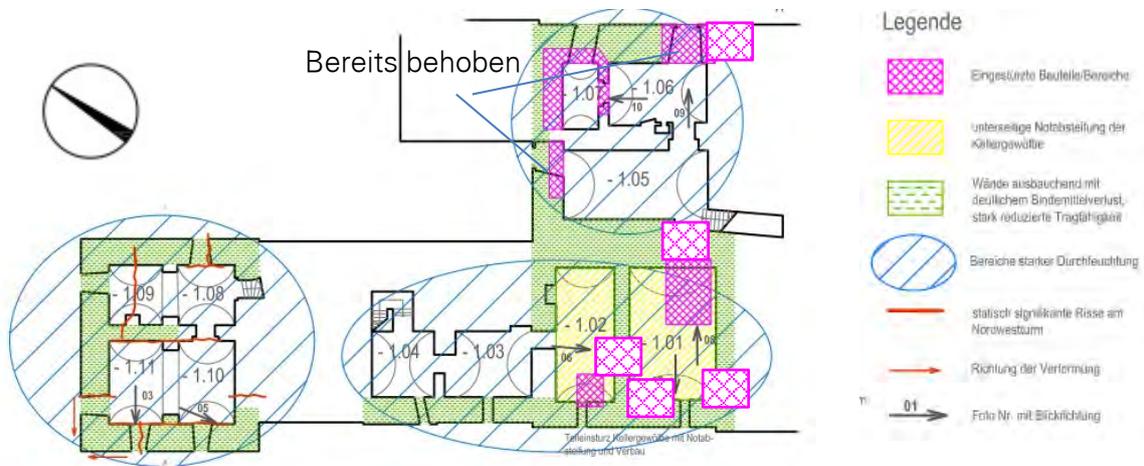


Bild 50. Schadensschwerpunkte im Keller – vom Antragsteller aktualisiert auf der Grundlage der vorhandenen Schadenskartierung (Quelle: Dr. Krekeler Generalplaner GmbH)

Die vorhandenen und die später außerhalb des Kernbaus ergänzten Keller greifen in die tonig-lehmigen Schichten ein, die in entsprechender Tiefe wasserundurchlässig sind (vgl. [43]). Es ist jedoch davon auszugehen, dass man zur Erbauungszeit Erfahrungen mit der Gründung von Bauwerken in der z.T. sehr sumpfigen Gegend der Masuren hatte und dass man mit dem Phänomen Wasser und Ton/Lehm dabei umgehen konnte. Nicht umsonst ist der Bau auf einem leichten Hügel in gewisser Entfernung zum See errichtet worden. Aushubbreite und -tiefe erfolgten so, dass anfallende Oberflächenwässer und Dachwässer bis in die trockeneren Zeiten hinein von der Auffüllung aufgenommen und abgepuffert werden konnten bzw. durch entsprechende Maßnahmen abgeleitet werden konnten. Die Hypothese hat sich im Laufe des Projektes bestätigt.

### 3.3 Wasserableitung

Die Fallrohre der Dachentwässerung endeten i.d.R. 2 m und mehr über Oberkante Gelände. Am Ostflügel ist zu erkennen, dass es dort wohl schon immer so war. Auch auf der restlichen Süd-West-Seite des Schlosses ist das historisch so gewesen. Um das Gebäude herum sind an verschiedenen Stellen Schächte zu sehen. Inwieweit dort einmal die Dachentwässerung insbesondere auf der Parkseite angeschlossen war, bleibt fraglich.



Bild 51. Starkregen



Bild 52. Ende eines Fallrohres auf der Schauseite (SW) des Schlosses



Bild 53. Prallstein mit ausgearbeiteter Rinne auf der Schauseite (SW) des Schlosses am Übergang zum Ostflügel



*Bild 54. Schacht in der Kaskade außerhalb der heutigen Grundstücksgrenzen*



*Bild 55. Becken am Rand der Böschung in Richtung Vorflut/Kläranlage – Funktion unklar*

In einige Schächte binden Entwässerungsrohre auf dem Niveau des Kellerfußbodens ein, die die Aufgabe haben, dort anfallende oder eindringende Wassermengen aus dem Bauwerk abzuleiten. Die heute vorzufindenden Kanäle und Schächte stammen aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg. Dafür spricht die Art und Weise der Ausführung und des verwendeten Materials. Von der Dimension her erscheinen sie seinerzeit knapp bemessen worden zu sein (zum großen Teil handelt es sich um 100er Tonrohre). Das damals geschaffene System der Abführung von Niederschlagswasser muss aber zumindest eine bestimmte Zeit lang funktioniert haben, da der Komplex bis zur Wende in Nutzung war und aus dieser Zeit keine gravierenden Schadszenarien bekannt sind.



*Bild 56. Drainage- und Entwässerungsschächte auf der Parkseite*

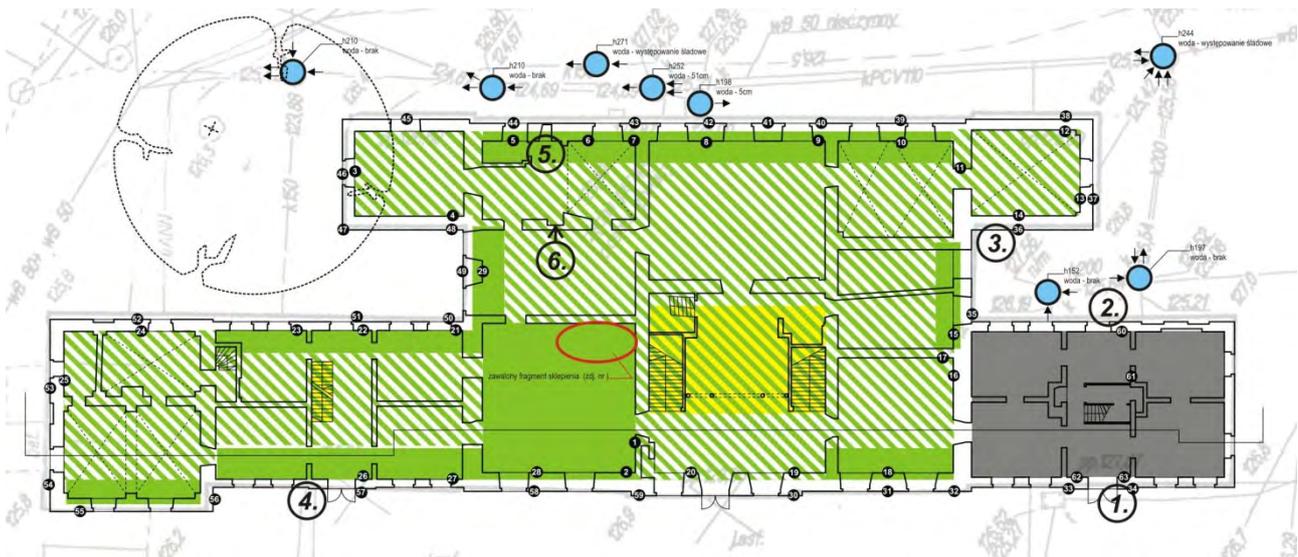


*Bild 57. Blick in einen Schacht mit 100er („Drainage“) Rohr und zu gering dimensionierter 100er Hauptleitung zur Abführung des Wassers*

Nach dem politischen Umbruch wurde die Pflege der Dachentwässerung vernachlässigt, was teilweise zu konzentrierten Wassereinleitungen in Bauwerksnähe führte.

Die knapp bemessene Kanalisation / „Drainage“ kann dem Wasseranfall infolge von größeren Niederschlagsmengen nicht standhalten. Entscheidend ist dabei nicht nur die Menge an sich, sondern auch die Menge pro Zeiteinheit, die anfällt (Spende). Die Folge ist, dass die in der Vergangenheit vorhandene Dachrinne nebst Fallrohren das anfallende Wasser nicht mehr aufnehmen bzw. ableiten konnte und die überschüssige Menge überläuft und unkontrolliert, z.T. konzentriert am Boden ankommt. Dieser kann die Mengen nicht mehr abpuffern und abführen. Die Kanalisation ist dann bis über das als maximaler Füllgrad von  $h = 0,7d$  bekannte Maß, u.U. sogar bis  $1,0d$  gefüllt. Es kommt zum Rückstau in den Schächten, die alle ein offenes Gerinne haben. Diese füllen sich und das darin stehende Wasser wird durch die Fugen der Schachtringe nach außen gedrückt und fließt schließlich in den Keller (s. Bild 63 und Bild 64). Es kommt zum sogenannten Überstau, den man heutzutage in gewissen Zeitabständen (3..5 Jahre) akzeptiert, allerdings nur insofern, solange damit keine Standsicherheitsgefährdung verbunden ist und die Schäden sich in vertretbaren Grenzen halten. In Steinort reicht diese Zeitspanne als Bemessungsgröße nicht mehr aus.

Eine zweifelsfreie Leitungsführung ließ sich auch aus dem Plan von Gorski Bild 58 nicht erkennen und ableiten. Auch Versuche mit eingefärbtem Wasser führten nicht zum Ziel, da das gesamte Abwassersystem nicht mehr funktionsfähig war.



*Bild 58. Bestandsaufnahme der außerhalb des Gebäudes liegenden Kanalisation (Quelle: Gorski, festgrupa Warszawa, o.J.), durchscheinend die Leitungsführung aus einem Lageplan*

Im Vorfeld wurden wir auf Drainageleitungen im Inneren hingewiesen und es wurde empfohlen, diese zu nutzen. Ortungen ergaben dann, dass vermutlich in Teilen eine Drainage eingebaut worden ist, jedoch in der Art, wie sie für landwirtschaftliche Freiflächen üblich ist. Überprüfungen ergaben dann, dass die Gefälle nicht stimmig waren und z.B. im Kernbaukeller in das Gebäude hinein verliefen.



a)



b)

*Bild 59. a) Freigelegte Drainage im Kernbaukeller (Kreuzung von Rohren), b) Tonrohr, vollkommen mit Erdmaterial gefüllt, an gleicher Stelle geortet*

Erst nach Abschluss der Sicherungs- und Beräumungsarbeiten im Kernbaukeller konnte die historische Situation die Entwässerung der vermutlich ältesten Kernbaukeller geklärt werden. Es wurde ein historischer Kanal entdeckt, der im Verbinder als gemauerter Kanal ausgeführt war und dann im Bereich des Nord-West-Turmes in einen Holzkanal übergeht. Er war jedoch zum Zeitpunkt der Entdeckung im Sommer 2015 nicht mehr funktionsfähig und stand voller Wasser. Ursache dafür war ein Einsturz und verschiedene Verschlüsse unter dem Nord-West-Turm.



*Bild 60. Gemauerter Kanalbeginn am Übergang vom Kernbau zum Verbinder, bis dato eingebrochen und verschüttet*



*Bild 61. Historischer Entwässerungskanal unter dem nordwestlichen Anbau austretend, während der Arbeiten nicht funktionsfähig vorgefunden*

Wassereintritte traten in der Vergangenheit i.d.R. auch nach der Schneeschmelze auf, weil dann die Dachentwässerung zugefroren war und weiter Oberflächenwasser durch unkontrolliertes Wegfließen in den Keller eingedrungen ist, der in diesem Falle als Wassersammler wirkt.



Bild 62. In den Keller des NW-Turmes eingedringenes Wasser; a) an der Wand zur Küchengrube Richtung NW ca. 12 cm stehend 03.07.2014, b) in einer Fußbodenvertiefung im Keller des NW-Turmes stehendes Wasser 22.12.2014

In Deutschland werden z.B. wegen der sich verändernden Niederschlagsmengen und -spitzen die Bemessungswerte der Regenspenden in bestimmten Zeitabständen angepasst [66]. Gleichzeitig wurde die Wiederholdauer der Extremereignisse erhöht. Es ist hier in dieser Beziehung am Schloss Steinort in der Vergangenheit keinerlei Betrachtung angestellt worden. Die Wasserabführung erfolgte intuitiv nach den Möglichkeiten von Prallstein bis Kanaleinbindung, jedoch ohne jegliche Bemessung.

Auch die aus dem Gebäude kommenden Leitungen zur Wasserabführung im Sinne einer Drainage sind heute nicht mehr in der Lage, das plötzlich anfallende Wasser geordnet abzuführen und den Anstieg des Wasserspiegels bis in die Kellerräume hinein zu verhindern. Sie sind weitestgehend verstopft. Die Folge eines Rückstaus im Schacht ist in Bild 63 prinzipiell dargestellt.

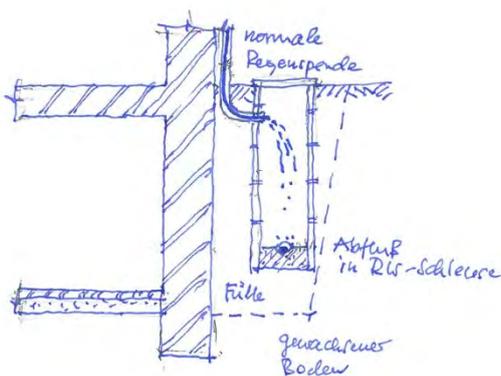


Bild 63. Zustand vor Starkregen

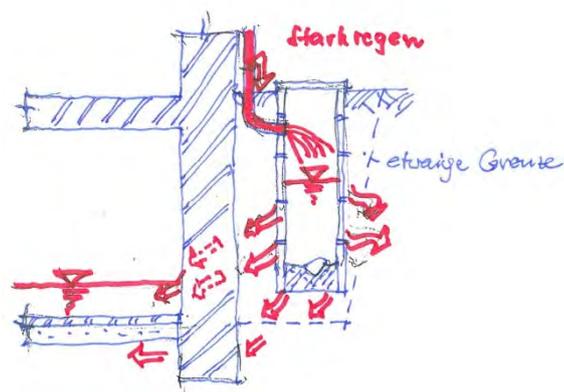


Bild 64. Zustand nach Starkregen

### 3.4 Bautechnische Ursachen und daraus resultierende Gefahren

#### 3.4.1 Verlust/Herabsetzung der Tragfähigkeit des Bodens

Das im Keller aufgrund der oben aufgezeigten Kausalkette aufgestaute Wasser läuft dann erst nach einer gewissen Zeit ab, die Tage bis hin zu Monaten dauern kann. Feinstbestandteile aus dem Boden werden dabei gelöst und mit abgeführt, die innere Struktur des Bodens verändert sich.

Andererseits bewirken die gelösten Feinstbestandteile an anderer Stelle eine Verringerung der Durchlassfähigkeit von Auffüllungen und von ohnehin schwer durchlässigem Bodenmaterial, da sie sich dort absetzen und zu einer weiteren Verringerung der Durchlassfähigkeit führen.

Das Kellermauerwerk wird aufgrund des Gewölbeschubs exzentrisch belastet und so auch die Fundamente und die Gründungssohle. Weicht der Boden auf, gibt er an den Stellen hoher oder höchster Beanspruchung nach. Es kommt zum Setzen und Verdrehen des Fundamentes. Der Prozess geht solange weiter, bis das Gewölbe aus der Form gerät und einstürzt oder das darüber liegende Mauerwerk seine Integrität und Stabilität verliert. Das ist deutlich zu sehen auf Bild 43 und Bild 44 sowie auf Bild 46.

Hinzu kommt, dass sich im Stadium des Rück- oder Aufstaus die Wichte des Bodens verringert und damit Auflast neben den Fundamenten fehlt, um einen Grundbruch zu verhindern. Die sich in der Gleitfläche einstellenden Scherspannungen können nicht mehr vom Boden und seiner Auflast kompensiert werden.

Das Schloss ist zu großen Teilen auf gewachsenem Lehm (Kernbau, Ostflügel) bzw. lehmiger Auffüllung (Nord-West-Turm und Verbinder dazu) gegründet. Ist der Lehm trocken, ist er i.d.R. tragfähig und in der Lage, die aus dem Schlossbau resultierenden Lasten abzutragen. Weicht er auf, wird er plastisch und es sinkt die Tragfähigkeit. Bei hohen Beanspruchungen treten starke Setzungen und länger andauernde Verformungen auf. Der unbelastete Boden neben den Fundamenten weicht auf und wird ggf. ausgequetscht. Bei exzentrischer Beanspruchung, wie z.B. unter Gewölbewiderlagern, kommt es zur Verkippung der aufgehenden Wand, die bis zum Standsicherheitsverlust gehen kann.

Beim Aufweichen sinkt neben der aufnehmbaren Druckspannung auch die ertragbare Scherspannung in etwaigen Gleitflächen. D.h. es besteht eher die Gefahr des Grundbruches, als im trockenen Zustand, wo der Boden von Haus aus Kohäsion besitzt. Hinzu kommt noch die durch den Auftrieb verlustig gehende Auflast, was die Grundbruchgefahr weiter erhöht.

Trocknet der Lehmboden wieder aus, erhält er seine ursprüngliche Tragfähigkeit zurück. Der gewachsene Lehm ist im getrockneten Zustand steinhart, wie Proben aus dem gewachsenen Boden unterhalb des Kernbaus bestätigt haben.

Sobald Wasser, das nicht mehr im Baugrund ablaufen kann, demzufolge im Inneren des Gebäudes stehen bleibt bzw. in diesem sich sogar aufstaut, können sich Feinbestandteile im Boden lösen. Die ausgewaschenen Feinstbestandteile hinterlassen Hohlräume im Bodengefüge, das damit seine ursprüngliche Festigkeit und Steifigkeit verliert. Verformungen sind die Folge.

Besonders bei exzentrischem Lasteintrag infolge von Kellergewölben geben dann Boden und Mauerwerk unter den Spannungsspitzen nach. Es kann zu lokalen Gefügestörungen und Ausbrüchen kommen (vgl. Bild 44 sowie Bild 67). Die Kellerwand beginnt sich zu verdrehen und Risse im aufgehenden Mauerwerk treten auf oder vergrößern sich. Die neuerlich durchgeführten Baugrunduntersuchungen bestätigen das. Aber auch das schon etwas ältere Baugrundgutachten sagt das aus [46]. Dort war als logische Schlussfolgerung die Erneuerung der Drainage im Keller vorgesehen worden [45].

### 3.4.2 Frost

Im nichtunterkellerten Bereich ist die für Steinort einzuhaltende Frosttiefe der Fundamente nicht gewährleistet. Sie beträgt mindestens 1,40 m. Wenn der Boden nass ist und Frost hinzukommt, tritt eine Volumenvergrößerung ein, wenn der Boden diese aufgrund seiner Porenstruktur nicht abfangen kann. Lehm hat aber nicht diese dafür notwendige Porenstruktur. D.h. dass es durchaus zu Frosthebungen in strengen Wintern kommen kann. Allerdings sind die dafür typischen Erscheinungsbilder nicht zu erkennen. Das Fundamentmauerwerk verhält sich duktil aufgrund der Mörtel und Hohlraumstruktur.

Unterfrierungen sind eine ernst zu nehmende Problematik. Es wird aber davon ausgegangen, dass es bei einer geordneten Wasserableitung und der Trockenlegung des Bodens unterhalb UK Fundament kein Auffrieren geben wird.



Bild 65. a) Abgefrorener Kämpfer im Kernbaukeller, b) Zerstörter Bogenkämpfer im Kernbaukeller

Eine weitere Frostauswirkung ist das Abfrieren des durchfeuchteten Mauerwerks. Das hat sich insbesondere im Kernbaukeller gezeigt, wo im Bereich des Wasserstandes die Kämpfer der Gewölbe z.T. auf der vollen Wandstärke von 25 cm abgefroren waren. Da das linienhaft erfolgte, war dadurch die Standsicherheit akut gefährdet und machte die provisorische Abstützung des Gewölbes erforderlich.

### 3.4.3 Struktureller Abbau des Mauerwerks

Durch die ständige Feuchteeinwirkung wird das Bindemittel (hier z.B. Kalk bzw. Lehm) gelöst und sukzessive ausgewaschen. Der Mörtel verliert an Bindekraft und damit sinkt die Festigkeit. Verformungen stellen sich ein, der Mörtel gibt nach.

Bei anstehendem Wasser werden Feinstbestandteile aus dem Mörtel gelöst, die als Schwebstoffe im abfließenden Wasser mitgenommen werden und verlustig gehen. Die Kornstruktur des Mörtels wird um ihre Feinstbestandteile beraubt, es entstehen Hohlräume, die zusammengedrückt werden können. Verformungen sind die Folge, die innere Struktur des Mauerwerks wird dadurch gefährdet. Das Mauerwerk verliert an Festigkeit und innerem Zusammenhalt. Das Phänomen tritt sowohl bei Kalkmörtel als auch bei Lehmmörtel auf. Die Kraftübertragungsflächen im Inneren des Bruchsteinmauerwerks verringern sich und es kommt hier und da zum lokalen Versagen oder zu starken Deformationen.

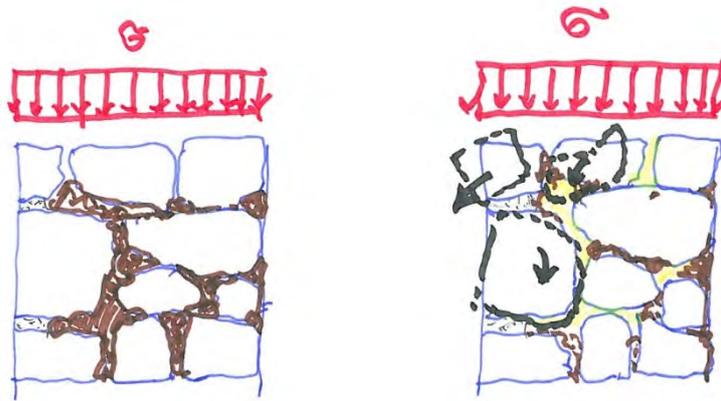


Bild 66. Zustand Bruchsteinmauerwerk mit Lehmörtel intakt

Bild 67. Zustand Bruchsteinmauerwerk mit Lehmörtel nach Auswaschung Lehmörtel

Bei Lehmörtel führt der Feuchtezutritt zum Verlust der Festigkeit. Er wird plastisch und gibt unter Last nach. Bei länger anstehendem Wasser wird der Lehm gelöst und fließt mit dem abgehenden Wasser ab. Er geht aus der Fuge verloren. Die Fuge wird u.U. vollständig freigestellt, wodurch die innere Struktur des Mauerwerks zusammenbricht - Bild 67.

Im Kernbaukeller hat dieser Fakt der Ausspülung zu Teileinbrüchen geführt.

Der Zustand insgesamt ist in den unterkellerten Bereichen und am Nordturm als kritisch einzuschätzen gewesen. Es zeigte sich, dass schnelle Maßnahmen notwendig waren, um einen Verlust von originaler Substanz durch Teileinsturz bzw. eben weitere Einstürze zu vermeiden. Zum Teil waren das Ausmaß und die Gefahr größer, als ursprünglich angenommen.

#### 3.4.4 Ausführung Kellermauerwerk und Fundamente

Wie bereits die Schürfe gezeigt hatten, ist das Keller- und Fundamentmauerwerk gegen das Erdreich gemauert worden. Dabei kam es oft zu einem starken Abschrägen und Unterlaufen der Außenkante der Außenwand. Für die statische Wirksamkeit ist das nachteilig, weil dadurch erstens eine Abtriebskraft in Richtung Gebäudeinneres entsteht und die Aufstandsfläche sich verringert. Dazu kommt dann noch eine Außermitte, die aus den aufgehenden Wänden herrührt und das Problem noch verstärkt.

#### 3.4.5 Schlussfolgerung

Aus den Darlegungen wird deutlich, dass zwei wesentliche Ursachen zu der vorgefundenen Situation geführt haben:

- Einerseits ist die Ursache der durch den vom Menschen verursachte Klimawandel und die damit eingetretene Erhöhung der Niederschlagsmengen und der Spendengröße, die dazu geführt haben, dass weder das frühere „natürliche“ oder auch bauliche System (historischer Kanal) noch das im vorigen Jahrhundert ergänzte System Wasserabführung funktionieren, da sie mengenmäßig überfordert sind und über die Jahre die Durchlassfähigkeit bestimmter Auffüllbereiche nicht mehr gegeben ist.
- Den Zustand verschlimmert hat andererseits die jahrelange Vernachlässigung des Gebäudekomplexes, was aber nicht die alleinige Ursache für die eingetretenen Schäden und Gefahren ist.

### 3.5 Anthropogener Ursprung der Kausalkette Ursache-Schaden-Wirkung

Wenn man eine nachhaltige Sanierung eines Bauwerkes durchführen will, muss man mit Sicherheit die Ursachen der sichtbaren Schadwirkungen abstellen (vgl. auch [31]). Im vorhergehenden Abschnitt wurden diese im bautechnischen Sinne betrachtet. Es ist jedoch notwendig, sich über die eigentlichen, primären Ursachen im Klaren zu sein und sich die Frage zu stellen, inwieweit diese abgestellt werden können oder eine Adaption an dieselben erfolgen muss.

Die beschriebenen Schadensmechanismen haben eindeutig ihre Ursachen in der nicht mehr ausreichenden Abführung des Niederschlagswassers und den dadurch verursachten Aufstauungen in regenreichen Perioden des Jahres bzw. im Frühjahr im Zusammenhang mit der Schneeschmelze. Die vorhandene und früher einmal ausreichende (wenn auch knapp bemessene) Kanalisation / „Drainage“ ist dem stetig immer weiter gestiegenen Wasseranfall infolge von größeren Niederschlagsmengen insbesondere in relativ kurzen Zeiträumen nicht mehr gewachsen. Entscheidend ist dabei nicht nur die Menge an sich, sondern auch die Menge pro Zeiteinheit, die anfällt (Spende). Die Niederschlagsmengen und die zu berücksichtigenden Bemessungsspenden haben sich in den zurückliegenden Jahrzehnten verändert. Im vorliegenden Falle sind damit die letztlich Ursachen anthropogenen Ursprungs, da sie mit der allgemeinen, durch den Menschen verursachten Klimaveränderung und den örtlichen Auswirkungen derselben zusammenhängen. Insofern hat die hier vorzufindende Kausalkette dort ihren Ursprung.

In Deutschland sind aufgrund der klimatischen Veränderungen in DIN 1986-100 (s. [68]) z.B. die Bemessungswerte der Regenspenden angepasst worden (vgl. auch [56]). Gleichzeitig hat man die Wiederholdauer der Extremereignisse erhöht, was mit einer Vergrößerung des Bemessungswertes einhergeht. So wurde z.B. in DIN 1986-100 [68] die Jährlichkeit des Bemessungsregens für Dachentwässerungen von 2 auf 5 erhöht, was mit einer Erhöhung des Bemessungswertes (für die Stadt Bonn als Beispiel) um 12 % verbunden war. Bei unterirdischen Verkehrsanlagen/Unterführungen geht man sogar von 10 Jahren aus, was bei der vorhandenen Kanalisation zu einem Füllungsgrad von  $h/d > 1$  und damit einem Über- und Rückstau führt, wenn man von einer knappen Bemessung in früheren Zeiten von  $h/d = 0,7$  ausgeht.

Zur Untersetzung dieser Aussage dienen die von dem weltweit renommierten Hydrologen und Klimaforscher *Zbigniew W. Kundzewicz* [50] für den naheliegenden Ort Kętrzyn (dt. Rastenburg, ca 22 km Luftlinie westlich entfernt) bereitgestellten Daten.

Bei den Jahresniederschlägen (vgl. dazu Bild 198) ist eine deutliche Zunahme als Trend festzustellen. Sie beträgt immerhin 130 mm bei einem angenommenen Ausgangswert von 550 mm, das sind immerhin rd. 24 %.

Bei den Monatsniederschlägen (Bild 68) ist eine geringe lineare Zunahme des Mittelwertes zu erkennen, allerdings viel deutlicher sieht man die Zunahme der Spitzen, die letztlich bemessungsentscheidend sind (Strichlinie).

Bei Auswertung der Tageswerte gemäß Bild 69 ist erst einmal kein signifikanter linearer Trend zu erkennen. Wertet man jedoch die Daten genauer aus, z.B. in der ersten und in der zweiten Aufzeichnungshälfte, erkennt man Folgendes: In der ersten Aufzeichnungshälfte überschreiten 8 Tageswerte den Wert von 30 mm, in der zweiten Hälfte sind 14 Werte größer oder gleich 30 mm. Während in der ersten Hälfte gewisse Abstände zwischen den Ereignissen vorhanden sind, folgen in vier Fällen in der zweiten Hälfte der Beobachtungszeit derartige Ereignisse kurz aufeinander.

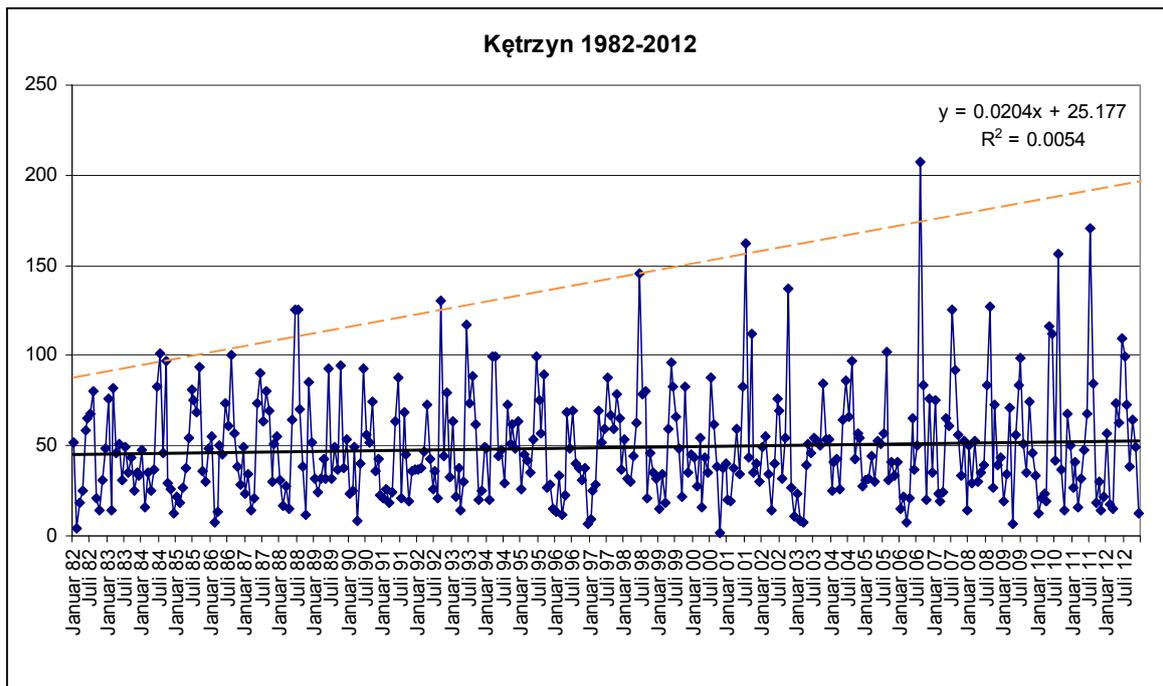


Bild 68. Monatliche Niederschläge aufgezeichnet an der Wetterstation Kętrzyn von 1982 bis 2012 [mm; Monat Jahr]

Der Wert 30 mm wurde willkürlich gewählt. Aus der Literatur sind keine exakten Werte für die Definition von Starkregenereignissen bekannt. *Zolina* führt dazu in [51] aus, dass es eine solche feste Definition nicht gibt und diese i.d.R. unterschiedlich in Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen verwendet wird. Allerdings führt sie ein Beispiel aus Norwegen/Schweden an, bei dem 10 mm bereits als Starkregen deklariert werden. In [72] werden 60 mm pro Tag als Extremniederschlagsfall betrachtet (vgl. auch [73]).

Dieses Phänomen bedurfte im Zuge der Planungen noch einer genaueren Auswertung. Entsprechende Schlussfolgerungen sind dabei für die konkrete Dimensionierung unter Berücksichtigung des besonderen Falles gezogen worden. Die Wiederkehrzeit der Bemessungsregenspende – d.h. der Zeitraum, in dem die dafür angesetzte Regenwassermenge einmal erreicht oder überschritten wird – wird i.d.R. aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen festgelegt. Diese wirtschaftlichen Überlegungen bestehen aus einem Abwägen des Mehraufwandes für einen größeren Kanalquerschnitt bei seltener Wiederkehr im Vergleich zu den dadurch verhinderten Schäden durch Rückstau und Überflutung ([55], S. 164). Je nach Bedeutung der Gebäude bzw. des Gebäudes geht man von Wiederkehrperioden von 1, 2, 5 und 10 Jahren im Regelfalle aus. Der wirtschaftliche und kulturelle Schaden nimmt bei Schloss Steinort eine andere Dimension an als im sonst üblichen Regelfall, weshalb hier andere Beurteilungskriterien herangezogen werden müssen.

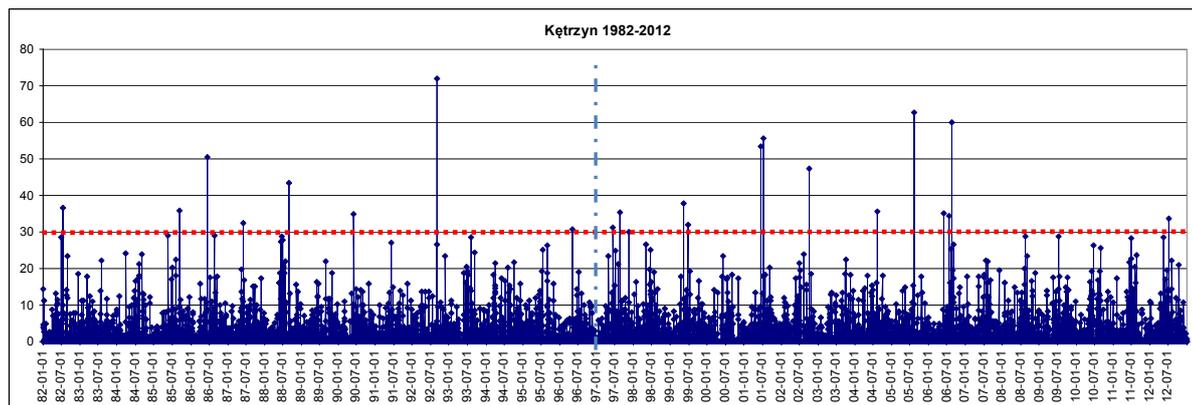


Bild 69. Maximale Tageswerte der Niederschläge aufgezeichnet an der Wetterstation Kętrzyn von 1982 bis 2012 [mm; Monat Jahr] (rote Punktlinie: Werte  $\geq 30$  mm; blaue Strichpunktlinie: Halbierung der Aufzeichnungszeit)

Die drei Diagramme zur Regenwassersituation und deren Veränderung in den letzten Jahrzehnten stützen die eingangs aufgestellte Hypothese, dass die Zunahme der Niederschlagsmengen und deren Spitzenwerte die Ursache für die eingetretenen Schäden sind. Die anthropogene Ursache dafür und damit letztlich für die Schadmechanismen am Gebäude ist das sich immer weiter erwärmende Klima infolge des Ausstoßes von  $\text{CO}_2$  und von Treibhausgasen sowie der veränderten Landnutzung.

Kundzewicz und Cramer [52] setzen sich mit dieser Thematik wissenschaftlich fundiert auseinander und führen den Beweis, dass anthropogene Ursachen die wesentlichen Katalysatoren der allgemeinen, globalen Erwärmung sind. Sie untersetzen Ihre Aussage mit Datenmaterial verschiedenster Quellen, Auswertungen anderer Wissenschaftler und mit Ergebnissen eigener Analysen.

Gemäß dem *Clausius-Clapeyron* Gesetz steigt in dem erwärmenden Klima das Potential für intensive Niederschläge. Die wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf beinhalten als die kältere. Eine statistisch signifikante Zunahme der Frequenz der intensiven Niederschläge ist schon in vielen (aber nicht allen) meteorologischen Stationen Europas und auch Polens beobachtet worden (s. Zolina, [51]). Auch die Struktur des Niederschlagsprozesses hat sich geändert – kurze, isolierte Niederschläge sind jetzt ersetzt durch längere Niederschlagsereignisse (s. Zolina [51]). Projektionen für die Zukunft, die auf Klima-Modellen basieren, zeigen auch eine Zunahme der Frequenz der intensiven Niederschläge. Die Niederschlagtagessumme, die in der Kontrollperiode 1981-2000 mit der Wahrscheinlichkeit 0,05 in einem Jahr überschritten wurde (sogenannter 20-jähriger Niederschlag, der im Schnitt einmal in 20 Jahren überschritten wird) wird in Zukunft wesentlich häufiger überschritten werden. In ganz Zentraleuropa wird dazu prognostiziert im Schnitt, je 12-14 Jahre in 2046-2065 einmal und je 9-13 Jahre in 2081-2100, je nach dem Treibhausgasemissionsszenario (s. Seneviratne et al. [54]).

Das nach dem Zweiten Weltkrieg eingebaute Regenwasser- und „Drainage“-system hält den heute auftretenden Regenspenden nicht mehr stand. Letztlich geht die Zunahme der Niederschlagsmengen und –spitzen auf die anthropogen verursachte Veränderung des Klimas zurück, die sich hier wiederum direkt auf das Denkmal in seiner Eigenart mit den riesigen Dachflächen und den spezifischen Bodenverhältnissen auswirkt.

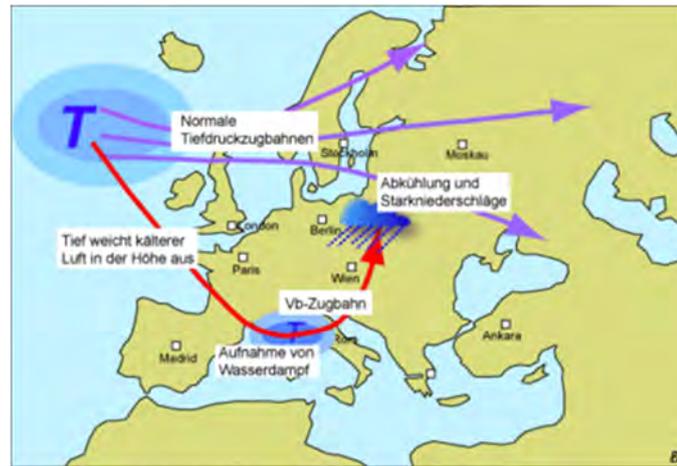


Bild 70. Bildung von Starkniederschlägen (Quelle [56])

### 3.6 Notwendigkeit der Anpassung des Denkmals

#### 3.6.1 Generell

Eine Beseitigung der Schäden ist zweifelsohne notwendig, allerdings reicht das allein nicht aus. Eine Anpassung des Denkmals an die derzeit spürbaren Veränderung im Klima als auch an die noch zu erwartenden ist zwingend notwendig, wenn die Gesellschaft an dem Erhalt dieses herausragenden Kulturdenkmales im östlichen Teil von Polen interessiert ist, und das ist sie.

Aufgrund der Bedeutung des Denkmals „Schloss Steinort“ und der speziellen Situation, was die Boden-, Gründungs- und Wasserverhältnisse anbetrifft, kann hier nicht mehr von einem Standardfall ausgegangen werden. Wie bereits aus der Besprechung der Niederschlagsdaten deutlich wurde, muss hier auch im Rahmen des Projektes eine Anpassung der Bemessungswerte für die Dimensionierung der Wasserabführung vorgenommen werden.

Unterbliebe dies, wäre eine nachhaltige Sanierung des Schlosses nicht möglich bzw. binnen kurzer Zeit würden erneute Schäden durchgeführte Reparaturen und Baumaßnahmen wieder zunichtemachen. Eine nachhaltige Sanierung ist jedoch das Ziel aller Beteiligten.

#### 3.6.2 Konkrete Maßnahmen

Insbesondere aus den Abschnitten 3.3 und 3.4 lassen sich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung der Ursachen ableiten:

- Wasser
  - Einbau einer Drainage zur Ableitung in den Boden eindringenden oder aufsteigenden Wassers in Form einer
    - Ringdrainage außen und einer
    - Flächendrainage innen, beide sind miteinander zu verbinden, und Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen.
  - Wiederherstellung der Regenwasserkanalisation und Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen
  - Abführung der anfallenden Wässer in eine Vorflut
  - Spätere Schmutzwasser müssen in Form eines Trennsystems in die nahegelegene Kläranlage abgeführt werden.

Danach kann an die Beseitigung der Schäden gegangen werden, wenn die Ursachen sicher beseitigt sind.

- Fundamente
  - Verpressen der Hohlräume
  - Unterkante Egalisierung der Unterfläche
  - Egalisierung der Verjüngung von oben nach unten zur Außenseite und Sicherung der statischen Wirksamkeit
- Aufgehendes Mauerwerk
  - Am NW-Turm Einbau von Ringankern
  - Vernadelung von Rissen und abgerissenen Wandpartien
  - Risse kreuzweise vernadeln und verpressen

Da die abgeleiteten Maßnahmen sich nicht alle rechnerisch nachweisen lassen, ist eine nachlaufende Beobachtung sinnvoll und notwendig.



weitere Informationen aus dem Gutachten der Fa. Rolex aus den Jahren 2001/02, die uns zum Zeitpunkt des Projektantrages noch nicht vorlagen. Neue Informationen waren insbesondere zu den Fundamentunterkanten und den Höhen zu entnehmen.

Die Frostüberdeckung von 1,20 .. 1,40 m für die Drainage kann im Bereich, wo sich keine Keller befinden, nicht gewährleistet werden.



Bild 72. Frosttiepenkarte von Polen (bereitgestellt von Gorski)

Wegen der Unschärfe der Karte sei darauf hingewiesen, dass Sztynort zwischen Wegorzewo und Elk liegt und damit in die Zone 4 fällt, in der eine Mindestgründungstiefe von 1,4 m erforderlich ist.

Vertiefende Bodenproben wurden nicht entnommen. Hauptaugenmerk wurde auf den Verlauf der UK Fundamente gelegt, da er erst einmal Verlegehorizont für die Ringdrainage sein sollte. Dazu wurden alle eigenen Ermittlungen und die von Rola zusammengetragen und in einer Zeichnung dargestellt. Es ergab sich damit ein sehr abwechslungsreicher Verlauf der Fundamentunterkante insbesondere im nichtunterkellerten als auch im unterkellerten Bereich

#### 4.1.2 Mauerwerk

Alle bisher selbst durchgeführten Bestands- und Schadensaufnahmen wurden nochmals durchgearbeitet und auf statisch relevante Phänomene analysiert. Die bisherigen Rissaufnahmen wurden in Pläne eingezeichnet und diese ausgewertet (vgl. Bild 74). Die Pläne dienten dann im Weiteren gleichzeitig für die Planung, Ausschreibung und Überwachung der Ausführung. Dabei stand der Inhalt im Vordergrund. Das Ergebnis sollte mit vertretbarem Aufwand erzielt werden.

Entscheidend bei den Rissaufnahmen ist, dass

- das Datum der Aufnahme aus den Unterlagen klar ersichtlich ist,
- die Rissweiten gemessen oder abgeschätzt werden und
- der Rissverlauf auch noch aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Nur so lassen sich sinnvoll Schlussfolgerungen zum Kräfteverlauf und zu den Verformungen ziehen, die wiederum Hinweise auf die Ursachen geben.

Die angeschriebenen Zahlenwerte stellen die Rissweiten in mm dar. Der Riss wird in seinem Verlauf mit unterschiedlicher Stärke gezeichnet, um ihn besser interpretieren zu können. Die Messung der Risse erfolgte mit dem Risslineal oder bei größeren Rissen mit einem Maßstab.

Zusätzlich zu den zeichnerischen Aufnahmen wurden Fotos von den jeweiligen Stellen angefertigt und abgelegt. Damit ist auch nachträglich noch eine weitere Auswertung des festgehaltenen Ist-Zustandes möglich.

Es bestätigte sich, dass sich die Nord-West-Ecke des Nord-West-Turmes nach außen bewegt. Als Ursache wurde eindeutig die strukturelle Zerrüttung an der NW-Ecke im Keller ausgemacht, die die auslösende Ursache darstellte. Im Keller war es bisher zu Strukturverlusten gekommen, die allerdings auf der weniger beanspruchten Seite des Querschnittes liegen, dort aber trotzdem zu einer Verringerung der Kraftübertragungsfläche geführt haben.



Bild 73. a) Treppenriss, b) Maßstab

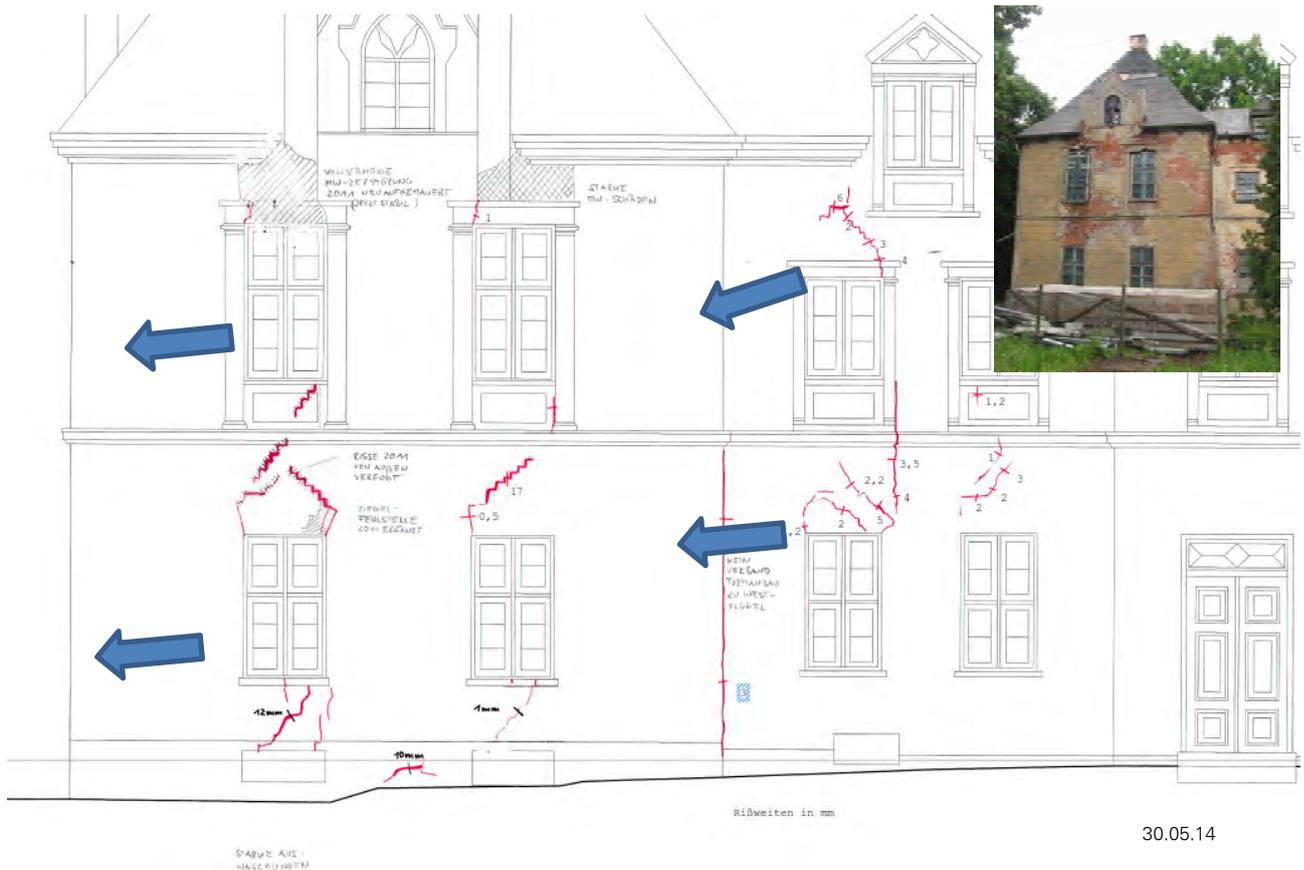


Bild 74. Risskartierung, die blauen Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung in Auswertung der Risskartierung an (kleines Foto oben Zustand 18.06.2011) (auf der Grundlage der Fassadenzeichnungen von Dr. Krekeler Generalplaner/Dr. Gorski festgrupa)

Im Brüstungsbereich der Fensteröffnungen sind Risse im gesamten Gebäude vorhanden. Die Mittellängswand ist fast auf der gesamten Gebäudehöhe abgerissen, was das Auseinandertreiben des Gebäudes bestätigte.

Die in der Fassade festgestellten Bewegungen wurden im Inneren weiter verfolgt. Der Riss in Bild 75 bestätigt das Abkippen der NW-Wand des NW-Eckturmes nach außen. Im Obergeschoss hatte sich eine Putzschale gelöst, auf der interessante Befunde erwartet wurden. Eine entsprechende Begutachtung durch eine Restauratorin, Frau Kulczynska-Nowak, musste eingeleitet werden.

Die vorgenommenen Endoskopierungen zur Erkundung der inneren Struktur wurden entsprechend fotografisch festgehalten, besprochen und mit der genauen Ortsangabe dokumentiert und abgelegt. Zur Interpretation der dabei gewonnenen Einblicke gehört entsprechende Übung, wie man am Beispiel von Bild 78 erkennen kann. Es handelt sich dabei um eine hohle Fuge in dem Bereich des Mauerwerks, das mit Kalkmörtel errichtet worden ist.

Die zeichnerischen Schadensaufnahmen wurden mit Fotos untersetzt, in die zusätzlich Eintragungen vorgenommen worden sind. Ältere Aufnahmen wurden aktualisiert. Z.T. waren bereits Schäden oberflächlich durch Neuverfugung beseitigt, was die Lesbarkeit des aktuell vorgefundenen Schadensbildes erschwerte.



Bild 75. Riss in der Mittellängswand im Nord-West-Turm vom Kühlraum in Richtung Küche Süd-West gesehen



Bild 76. Abgerissene Mittellängswand im 1. Obergeschoss (der Putz hat sich von der Wand gelöst und steht selbstständig), Richtung Nord-Westen geblickt



Bild 77. Endoskopie des Kellermauerwerks im NW-Turm zur Erkundung der inneren Struktur

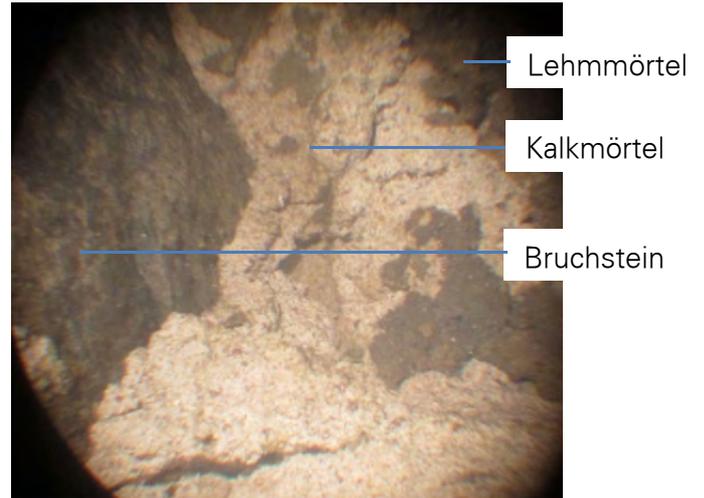


Bild 78. Endoskopische Aufnahme eines Mauerwerkshohlraumes und Interpretation

Im Zuge der Vertiefung der Bestandsaufnahme wurde bestätigt, dass das Grundmauerwerk generell gegen das Erdreich gemauert worden ist. An der NW-Außenwand im Keller des NW-Turmes schließt die ehemalige Küchegrube an, die im Regenfall erheblich Wasser aufnimmt, dieses nicht versickert und dann in den Keller eindringt.



Bild 79. Aktualisierung einer Schadensaufnahme aus dem Jahr 2013 (Arbeitsstand)



Fakultät Architektur Lehrstuhl Tragwerksplanung

C:\Steinort\07-Arbeitsergebnisse\Kellergewölbe\6-Zustand\R-1.01 mit Bildern.doc

Bearbeiter:  
Telefon/Fax: 0351 463-35010/37713  
E-Mail: [Lehrstuhl.Tragwerksplanung@mailbox.tu-dresden.de](mailto:Lehrstuhl.Tragwerksplanung@mailbox.tu-dresden.de)

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
[http://tu-dresden.de/leibniz\\_tu\\_dresden/fakultaet/fakultaet\\_architektur](http://tu-dresden.de/leibniz_tu_dresden/fakultaet/fakultaet_architektur)



Westliche Leibung des Eingangs zur Tonne; zwei Mauern; Innere Mauer im Bereich Tonneneingang stark zerstört bzw. ausgehöhlt; z.T. mit runden Basaltsteinen, Mischmauerwerk, vorn stark abgängig

Dresden, 10.12.2014



Eingang zur Tonne (Gewölbe eingestürzt, Verbau)



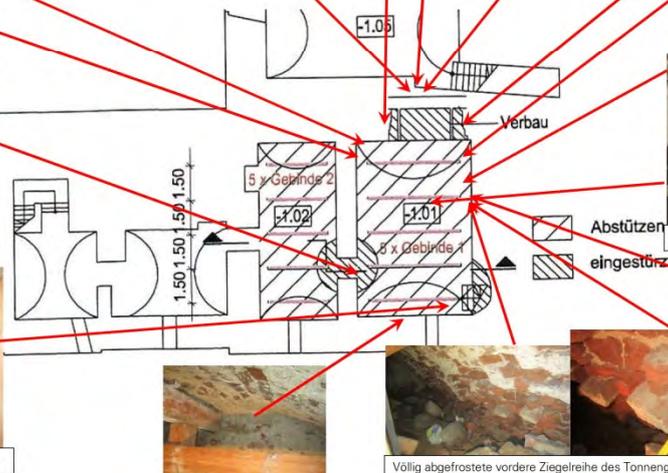
2. Aussteifungsreihe, Blick Richtung R -1.05



Bereich eingestürzte Tür zu R -1.02 wurde verschält; R -1.02 derzeit nicht zugänglich



Blick auf hintere Schildwand, links Einbruch Treppe



Völlig abgefrorene vordere Ziegelreihe des Tonnengewölbes im unteren Bereich der östlichen Tonne

Bild 80. Aufgearbeitete Fotodokumentation als Grundlage für eine Ausführungsplanung und Beschreibung der Arbeitsschritte. Quelle: Plangrundlage wie Bild 81)

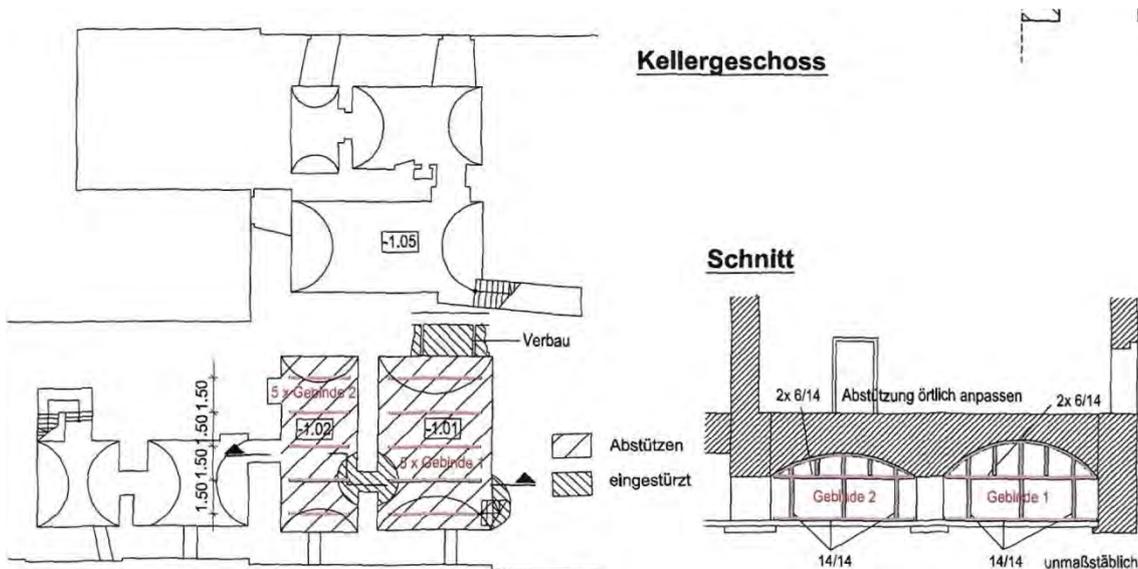


Bild 81. Ausschnitt aus der Planung der Abstützung der Kellerräume -1.01 und -1.02 (Quelle: Dr. Krekler Generalplaner GmbH/DI Krämer)

Im Kernbaukeller waren in vertretbaren Zeiten keine zeichnerischen Bestands- und Schadensaufnahmen möglich. Grund dafür war der sehr enge Verbau und die beengten Raumverhältnisse. Hier wurde deshalb mit Fotos gearbeitet, die einer eindeutigen und wiedererkennbaren Zuordnung bedurften.

Bild 79 zeigt eine solche, frühere Aufnahme, die in Vorbereitung der Planung und Ausführung der Arbeiten mit aktuellen Eintragungen versehen worden ist.

Die Gefahrensituationen an den Einbruchstellen wurden nachmals analysiert. Da nur eine sehr grobe Dokumentation vor der Verschüttung (vgl. Bild 81) derselben existierte, waren Schlussfolgerungen für das Vorgehen nur schwer möglich. Auch war nicht erkenntlich, wie die Gefahrenstellen verschüttet worden sind, ob sie z.B. verdichtet oder nur lose verfüllt wurden. Die Maßnahme muss aus der Sicht der Weiterführung der Arbeiten als wenig hilfreich eingeschätzt werden.

#### 4.1.3 Drainage, Regenwasser- und Schmutzwasserkanalisation

Im Zuge der Vorplanung des Projektes war das bisherige Kanalsystem nicht zu erschließen. Es freizuspülen war vor Projektbeginn nicht möglich. Es hatte sich jedoch gezeigt, dass das Kanalnetz an und für sich verschlissen und unbrauchbar ist.

Auch die vermuteten und georteten Drainageleitungen im Keller erwiesen sich als ungeeignet, unsachgemäß und nicht funktionstüchtig.

Eine weitere Bestands- oder Schadensaufnahme war damit obsolet.



*Bild 82. Schacht vor dem Ostflügel Richtung Osten, mit Erd- und Schuttmassen verfüllt (darunter wurden bei der Freilegung noch zwei Steingutrohre gefunden, die Wasser führen, dessen Herkunft unklar ist)*



*Bild 83. Mit Schuttmassen verfüllter Schacht, der sich später als Bestandteil der Schmutzwasserleitung herausstellte*

## 4.2 Statisch-konstruktive Sicherung des NW-Turmes

### 4.2.1 Aufarbeitung bisher erfolgter Bestands- und Schadensaufnahmen

Die Bestandsaufnahme bildete die Grundlage für die Planung der statischen Sicherung.

### 4.2.2 Entwurf der Lösung zur statischen Sicherung des NW-Turmes

Im Vorfeld der Erarbeitung der Lösung stand nochmals die Frage der akuten Gefährdung im Falle, dass Menschen im Bereich der abgängigen Ecke arbeiten und ggf. Drücke oder Erschütterungen eingetragen würden, die einen Kollaps auslösen könnten. Die Befürchtungen wurden bestätigt, auch dadurch, dass die Mittellängswand fast völlig abgerissen ist und somit keinerlei Halt mehr bietet (Bild 75 und Bild 76). Der Abriss im 1.OG wurde erst nach genauerer Inaugenscheinnahme festgestellt, da der Putz in sich stabil war und sich die Außenwand bereits um mehrere cm von ihm gelöst hatte.

Folgende technologische Varianten, die bereits schon in der Antragstellung anvisiert worden waren, sind nochmals genauer durchgearbeitet und bedacht worden:

1. Provisorische Umgürtung des Nord-West-Turmes mit anschließendem Einbau der Stabanker in das Mauerwerk, Ausbau des Provisoriums nach Herstellung des endgültigen Einbauszustandes der Stabanker
2. Behutsame Durchführung der Bohrungen für die Anker aus sicherer Position und Abkopplung der Rüstung von der einsturzgefährdeten Ecke und Einbau der Anker ohne Provisorium mit Herstellung der Kraftschlüssigkeit durch Aufschrauben der Endplatten.



Bild 84. Variante 1 (I1)

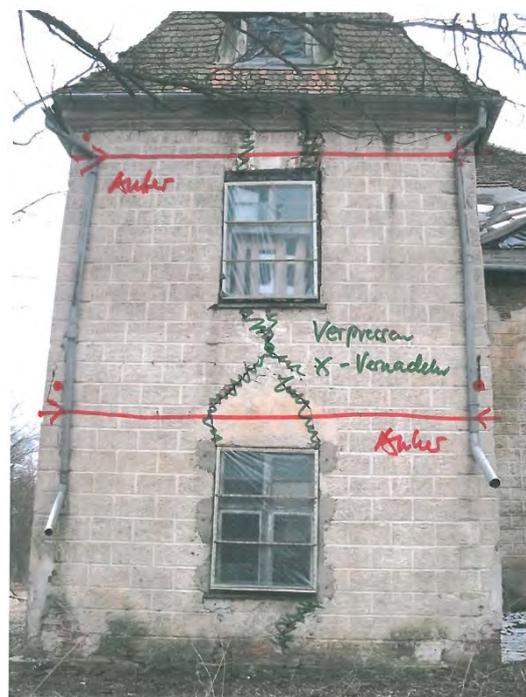


Bild 85. Variante 2 (I1)

Beide Varianten wurden konstruktiv durchgebildet und überschläglich bemessen.

Wegen der Abgängigkeit der Nord-West-Wand hätte die Ecke mit jeweils einem U-Profil umgürtet werden müssen und mit Rundstabankern nach hinten verankert werden, da ansonsten die Gefahr der Ausbiegung des Stabankers in Richtung Nord-West bestanden hätte.

Für den Einbau wären notwendig gewesen:

- 1 Gerüst, abschnittsweise errichtet oder 2 Hubsteiger
- 1 Autokran sowie

U-Profile und Stabanker, die nach dem Provisorium nur noch den Schrottwert erbracht hätten.

Allein diese Aufwendungen widersprechen der sparsamsten Verwendung der Mittel mit maximalem Sicherungserfolg für das Schloss. Insofern standen erhebliche Argumente gegen dieses Provisorium.

Bei der zweiten Variante wurde entschieden, dass das Gerüst in drei Abschnitten aufzubauen ist, u. zw. so, dass von sicheren Standpunkten aus die volle Gebäudelänge bzw. -breite gebohrt werden kann und der Bohrmeister bei der Ausführung auf sicherer Position steht. Es entstehen dadurch lediglich Mehraufwendungen für das abschnittsweise Einrüsten und das zusätzliche Anrücken der Rüstkolonne zum Zeitpunkt der Komplettierung. Alles andere Material sollte das endgültige für den Einbau bleiben. Gewisse weitere Mehraufwendungen waren beim Bohren und Kontrollieren zu erwarten, da bei den Kontrollen immer erst vom Gerüst abgestiegen werden muss, um die Bohrung über der Hälfte der Gebäudetiefe bzw. -breite kontrollieren zu können. Diese Variante erwies sich damit jedoch als klar im Vorteil bei annähernd gleicher Sicherheit für die Bohrkolonne.

#### 4.2.3 Endgültige Lösung

Es wurde somit der Lösung 2 der Vorzug gegeben.

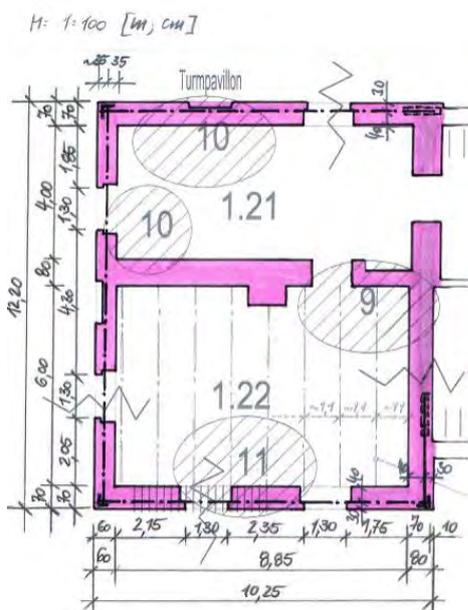


Bild 86. Lage der Anker im Grundriss

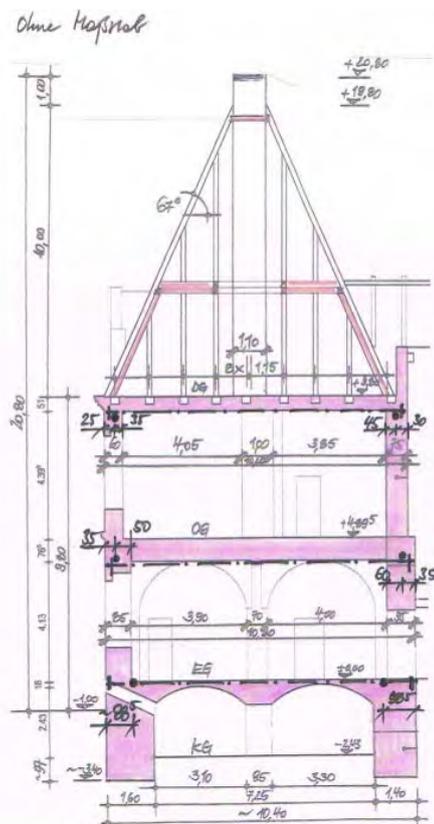


Bild 87. ... und im Schnitt

Für diese Variante wurde eine statische Berechnung des Nord-West-Turmes angefertigt, bei der Schiefstellungen und die abgängige Ecke berücksichtigt worden sind. Daraus sind die Kräfte für die Bemessung der Ringanker bestimmt worden.



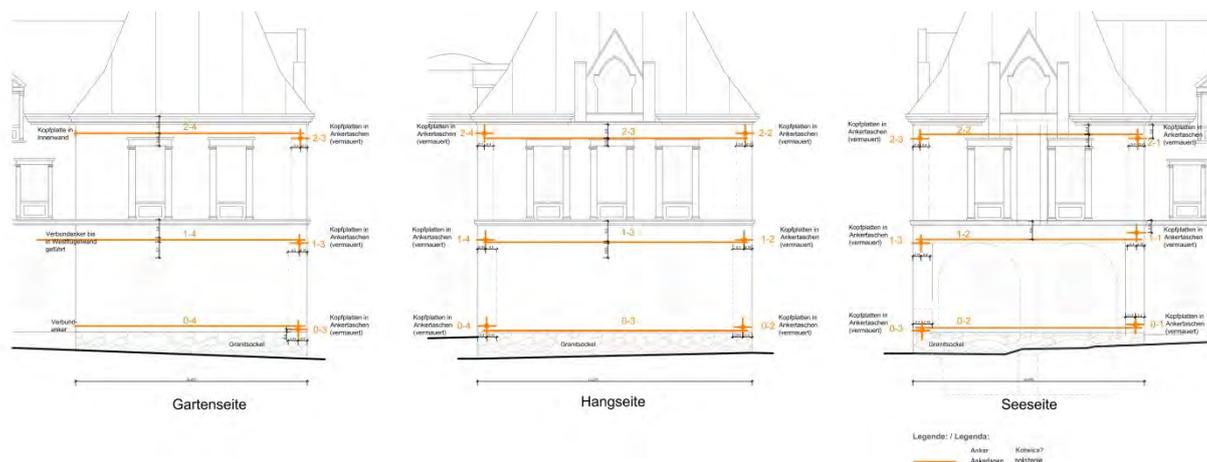


Bild 90. Lage der Anker

In der Planung war vorgesehen worden, die Anker über dem KG in einen Fußbodenkanal zu legen, der ausgestemmt werden sollte und anschließend wieder vermörtelt werden müsste. Das hätte Handarbeiten in Größenordnungen erfordert und die Frage der Beschädigung bei späteren Bauaufgaben stand. Es ist dann auch im EG über OK Gelände gebohrt worden, nachdem beide Varianten preislich abgewogen worden sind.

Den bisherigen Ausarbeitungen lagen und liegen die europäischen Vorschriften mit Ihren Nationalen Anhängen (soweit maßgebend) zu Grunde. Der deutsche Stand der Technik und des Wissens ist eingeflossen.

## 4.2.4 Nachweisführung

### 4.2.4.1 Hochbau

Für die Nachweisführung wurde das gesamte Gebäude betrachtet und unter Eigenlast, Wind, Schnee und Verkehrslast berechnet. Es wurden die heute gültigen europäischen Normen in Bezug genommen zusammen mit den zugehörigen polnischen Nationalen Anhängen. Es kam dabei die Nachweisführung nach der Methode der Grenzzustände zur Anwendung.

Die Kennwerte für die zum Einsatz gekommenen Anker und Nadeln konnten vom Hersteller bereitgestellt werden, mit der Ausnahme der Verbundspannungen zur Verankerung und Lastübertragung. Während die Schöck-Nadeln eine von Haus aus gute Verbundspannung liefern, ist das durch die Abrundung der Wellen bei den GFK-Ankern kritischer zu sehen. Ein entsprechendes Forschungsvorhaben ist inzwischen beim Projektträger angelaufen, sodass hier in Bälde Abhilfe vorliegt.

Die statische Berechnung liegt als in sich geschlossenes Dokument vor [48]. Die Bemessung und Nachweisführung erfolgte nach den heute gültigen Europäischen Normen und den zugehörigen Nationalen Anhängen für Polen.

### 4.2.4.2 Fundamente/Boden

Wie bei der Erkundung des alten Kanals festgestellt werden musste, ist der NW-Turm im Wesentlichen auf Auffüllung gegründet worden. Davon zeugen die Einschlüsse an den Seitenwänden des Suchgrabens.

Auf der Grundlage der ermittelten Bodenkennwerte wurde versucht, den Grundbruchnachweis zu führen. Mit diesen Kennwerten konnte er jedoch nicht geführt werden bzw. mit nicht ausreichender Sicherheit. Das hat verschiedene Ursachen. Zum einen ist der Boden in der Vergangenheit stark durchfeuchtet und wasserführend gewesen. Zum zweiten sind die Bodenkennwerte nicht unter der im Bauwerk vorliegenden Grundbelastung geprüft worden.

Bereits bei den Schürfen, die im Zuge der Vorbereitung durchgeführt worden sind, ist festgestellt worden, dass – dort, wo der Boden trocken ist – er über das Stadium leichtplastisch und halfest hinausgeht. Auffüllung und gewachsener Boden sind dabei immer noch zu differenzieren.

Wie bei der weiteren Erkundung des vorgefundenen hölzernen Kanals festgestellt werden konnte, steht der NW-Turm größtenteils auf konsolidierter Auffüllung. Der Kernbau dagegen ist weitestgehend auf gewachsenem Lehm/Ton gegründet. Er kann als halfest bis fest bezeichnet werden.



a)



b)

Bild 91. a) Gewachsener Boden am Kernbau unter den Fundamenten des Kellers, b) Auffüllung im Bereich des NW-Turmes im Stichgraben zur Erkundung des vorgefundenen hölzernen Kanals

Der Grundbruchnachweis wurde üblicherweise an einem Schnitt durch die Bauwerk-Boden-Situation versucht zu führen. Die notwendigen Sicherheiten können in dem Falle mit den bisher ermittelten Bodenkennwerten nicht nachgewiesen werden.

Unter der Annahme von extrapolierten Kennwerten des Bodens in trockenem Zustand können Sicherheiten nahe der heute üblichen Zielwerte erreicht werden. Wenn man davon ausgeht, dass der anstehende Boden ausgetrocknet ist und seinen beobachteten festen Zustand erreicht hat, gelingt der Nachweis mit den Sicherheiten nach Norm.

Das Verhalten des sehr steifen Kellers wird dabei jedoch nicht richtig abgebildet. Der Keller verhält sich eher wie eine steife Kiste, ohne, dass sich die Außenwände verdrehen wollen.

Im Weiteren wurde dann mit einem einfachen Gebäudemodell mit FEM einschließlich Modellierung des Bodens gearbeitet. Unter Ansatz der Kennwerte vor Beginn der Maßnahmen kann man die eingetretenen Verformungen sehr schön nachweisen (leichtes Einsinken gegenüber dem Fußboden). Dennoch zeigt auch die numerische Simulation, dass ein Wasserentzug des Bodens zwingend erforderlich ist, um Sicherheiten nahe der heute üblichen zu erhalten.

Bei Trocknung des Bodens – besonders des gewachsenen – verändern sich die Bodenkennwerte positiv. D.h. je trockener ein Lehm/Ton ist, umso größer sind der Winkel der inneren Reibung und die Kohäsion.

Für die weitere Sanierung des Schlosses bedeutet das, dass

- a) die Lastsituation nicht wesentlich verändert werden sollte und
- b) die Trockenlegung sowohl der Aufschüttung aus Lehm wie auch der gewachsenen Bodenschichten eine zwingende Maßnahme ist, die sich mit geringem wirtschaftlichem Aufwand realisieren lässt. Somit kann auf eine kostenaufwendige Unterfangung z.B. mit HDI verzichtet werden. Diese würde auch wesentliche Bereiche der historischen Boden- und Gründungssituation zerstören.

Das Verhalten des Bauwerkes nach den bisher durchgeführten Maßnahmen sollte gemäß anerkannter Beobachtungsmethode [81] zukünftig überwacht werden. Bisher sind Gipsmarken gesetzt worden, um ggf. noch stattfindende Bewegungen feststellen zu können.

Nach entsprechender Austrocknung sollten dann auch noch einmal Bodenproben genommen werden, um die Veränderungen zahlenmäßig zu fassen.

#### 4.2.5 Planung Gerüst

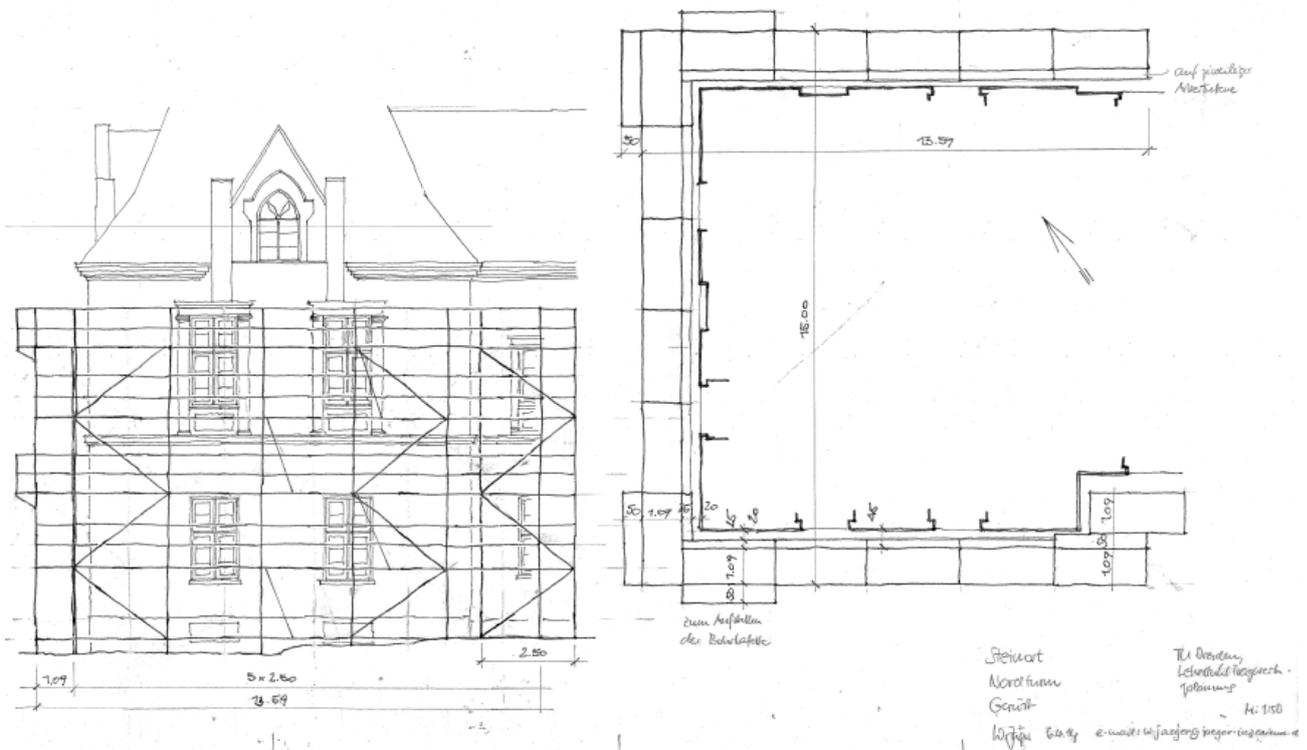


Bild 92. Auszug aus der Gerüstzeichnung (Ansicht und Grundriss)

An das Gerüst wurden technologisch besondere Anforderungen gestellt. An den Bohransatzpunkten sind Konsolen bzw. ebene Arbeitsflächen bis 1,50m Tiefe notwendig. Die Belastbarkeit sollte mindestens 250 kg/m<sup>2</sup> betragen.

Außerdem musste der schrittweise Aufbau durchgeplant werden. Höhen- und Arbeitsverhältnisse waren zu beachten. Im Zuge der Überprüfung des Untergrundes war dann noch eine bisher nicht bekannte Abfallgrube Richtung Nord-West geortet worden, die zu beachten war. Ausgegangen wurde dabei von einer üblichen Rahmenrüstung, aber eben als Arbeitsgerüst.

Zu der durchgeplanten Variante wurde ein Leistungstext nach deutschem Muster verfasst.

Es war von vornherein klar, das Gerüst von einem örtlichen Unternehmer oder mit Unterstützung einer renommierten Gerüstfirma in Polen erstellen zu lassen (Fa. Szulczynski, Goldap).



Bild 93. Stufe 1 des Gerüstbaus



Bild 94. Vollständiges Gerüst

#### 4.2.6 Spezifikation der Materialien

Hinsichtlich der Materialien, die zum Einsatz kommen, sollte der neueste Stand der Technik abgebildet werden.

Zementhaltige Mörtel sind an Denkmalobjekten stets kritisch zu sehen, da es bei Zement trotz größter Vorsicht und Auswahl eines sulfatresistenten Typs immer wieder zu Ausblühungen und Ablagerungen kommen kann. Dabei handelt es sich i.d.R. um Alkalien, die nicht gebunden sind, und freie Kalke. Beide Phänomene können recht schnell zum Füllen des Porenraumes und anschließend zu Absprengungen führen.

Beim Einsatz von schwarzem Stahl zur Verankerung muss eine Zementummantelung vorgenommen werden, um den Korrosionsschutz sicherzustellen. Bisher war es üblich, schwarzen Stahl für Anker mit größeren Durchmessern bei der Sanierung historischer Bauwerke einzusetzen (vgl. [33] bis [37]).

Der Einsatz von Glas- oder Kohlefaserbewehrung hat sich bis jetzt noch nicht in der Breite durchgesetzt, obwohl er erhebliche Vorteile bietet [38]. Nadeln sind eher schon zur Anwendung gekommen, Anker allerdings noch nicht. Ursache ist u.a. das restriktive System der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen in Deutschland, das auch mit erheblichen Kosten für die Antragsteller verbunden ist.

Katedra Planowania Konstrukcji Nośnych TU Dresden  
Prof. dr inż. W. Jäger  
+49 351 463 35010

Pałac w Sztynorcie  
Prace dotyczące ustawienia rusztowań zabezpieczających  
2014

Strona:1  
Stan: 04.08.2014

e-mail: w.jaeger@jaeger-ingenieure.de

C:\Steinort\07-Arbeitsergebnisse\lg-Geruest\LV\14-05-11-LV-Gerüst-PL.xls\018-Proce uszczelniające					
Poz.	G/E/A	Tytuł / usługa częściowa	Cena jedno	Ilość	Cena łączna
<b>001</b>		<b>Prace dotyczące rusztowań</b>			
<b>001.10</b>		<b>Rusztowanie elewacji z metalu</b>			
<b>001.10.10</b>		<b>Transport do Sztynortu</b>			
		Wysokość ostatniego podestu rusztowania: 8,25 m			
		Grupa rusztowań: 4 (3,0 kN/m <sup>2</sup> )			
		Szerokość podestów: 1,25 .. 1,50 m			
		Konsole wewnętrzne: 162 m			
		Konsole zewnętrzne: 20 m			
		2 drabinki			
		z odpowiednim usztywnieniem		<b>m<sup>2</sup></b>	
		i zakotwieniem lub podparciem		350,63	0,00 €
		Fabrykat:			
<b>001.1.20</b>		Pierwsze ustawienie z dwóch stron do zabezpieczenia			
		zagrożonego naroża południowo-zachodniego.			
		wysokości			
		Rusztowanie: jak opisano			
		001.10.10			
		poniżej		210,38	0,00 €
<b>001.1.30</b>		Skompletowanie do pełnopowierzchniowego rusztowania			
		elewacji ze wszystkimi akcesoriami			
		jak opisano			
		001.10.10			
		poniżej		140,25	0,00 €

*Bild 95. Auszug aus dem Gerüst-LV (in deutscher und in polnischer Sprache, hier polnisch)*

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile sowie Risiken wurde entschieden,

- Glasfaseranker der Fa. MINOVA Carbo Tec GmbH [32] und
- Gerippte Bewehrungsstäbe aus Glasfasermaterial der Fa. Schöck (Combar) [39]

einzusetzen. Mit letzterem Material konnte das Forscherteam bisher hervorragende Erfahrungen beim Einsatz in der Zitadelle von Bam im Iran sammeln [40].

Danach wurde entschieden, das zementfreie Injektionsgut MAPE Antique I [41] sowie das Bindemittel MAPE Antique LC [42] zu verwenden und den notwendigen Mauer- bzw. Putzmörtel

vor Ort in Kleinmengen anzumischen [42]. Eine entsprechende Abstimmung erfolgte dazu mit dem polnischen Vertriebsberater Herrn Dr. Pogan.

Im Vorfeld durchgeführte Versuche, das Injektionsmaterial MAPE-Antique I aufzuschäumen, scheiterten. Das aufgeschäumte Material fällt in Kürze in sich zusammen. Es ist zu vermuten, dass das Zusatzmittel zur Herstellung der Superfließeigenschaften die Ursache ist. MAPEI-Antique I ist im Vergleich zu herkömmlichen Injektionsmörteln wesentlich fließfähiger und hat ein hervorragendes, nicht vergleichbares Wasserrückhaltevermögen. Damit fließt es lange nach und kriecht auch in die feinsten Risse und Hohlräume. Es wurde festgelegt, dass diese Eigenschaften im Labor im Nachhinein noch weiter dokumentiert und untersucht werden sollen.

#### 4.2.7 Ausschreibung der Bohr-, Verpress- und Vernadelungsarbeiten und Optimierung

Die Anker-, Verpress- und Vernadelungsarbeiten mussten genau spezifiziert und ausgeschrieben werden.

Es war demnach ein Leistungsverzeichnis (LV) auszuarbeiten. Die Basis dafür bildete die Ausführungsplanung für das Setzen der Anker und Nadeln. Bild 90 zeigt die Zeichnung, aus der die Lage der Anker ersichtlich ist. Um Kosten für die Ankerbohrungen zu sparen, war zuerst vorgesehen, die Anker über Kellergewölbe vom Fußboden aus in einen Kanal einzubauen, weil die Kellerwand einen erheblichen Vorsprung an der Stelle macht. Nach ersten Versuchen, den Kanal zu stemmen, wurde festgelegt, doch besser von außen zu bohren. Bild 90 zeigt bereits die endgültige Lage der Anker über Keller.

Nach der ersten Leistungsspezifikation folgte eine Optimierungsphase, um die anvisierten Bauarbeiten auch in dem vorab eingeschätzten finanziellen Umfang realisiert zu bekommen. Die statischen Sicherungsarbeiten wurden dabei auf das Allernotwendigste reduziert. Gebrauchstauglichkeitsaspekte konnten dabei nicht im Vordergrund stehen und müssen bei der weiteren Sanierung beachtet werden.

Das Material wurde aus der Ausschreibung herausgenommen, da dieses nach Auswahl direkt vom Hersteller bezogen worden ist. Die Ausschreibungsunterlage wurde an drei renommierte Firmen ausgegeben.

Hinsichtlich der Bohr- und Verpresstechnik wurde von vornherein auf eine deutsche Firma orientiert, da die Bohrlängen und die Situation vor Ort ein hohes Maß an Erfahrung und an fachlicher Sicherheit erforderten. Die Allgemeinen Nebenbestimmungen der Projektförderung wurden jedoch eingehalten und drei vergleichbare Angebote eingeholt. Aus der Ausschreibung ging die Fa. Himmel und Papesch Bauunternehmung GmbH u. Co. KG GmbH Bebra/Erfurt (Team Thomas Decker) als günstigster Anbieter hervor.



Bild 96. Ausführungszeichnung Rissvernadelung für den NW-Turm, SW-Seite unter Verwendung der Zeichnung nach Bild 74

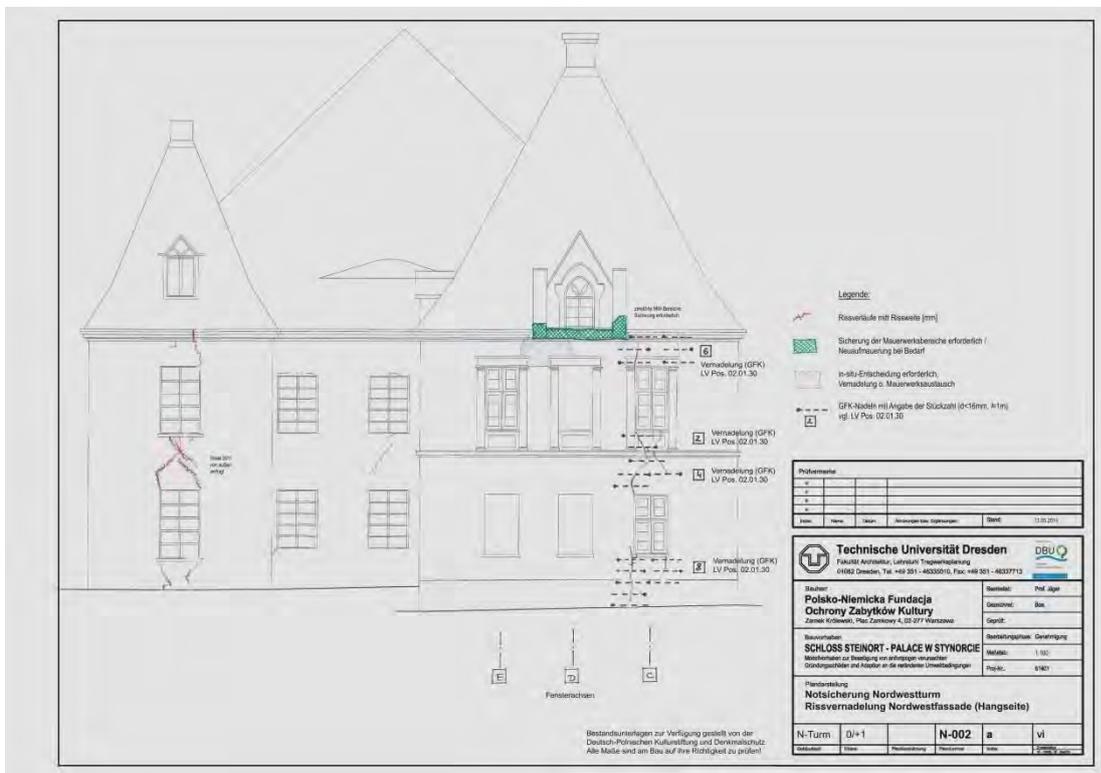


Bild 97. Ausführungszeichnung Rissvernadelung für den NW-Turm, NW-Seite

TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung  
Prof. Dr.-Ing. W. Jäger  
+49 351 463 35010

Schloss Steinort  
Notsicherung des Nordwestturmes  
2014

Seite:2  
Stand: 04.08.2014

e-mail: w.jaeger@jaeger-ingenieure.de

Pos.	G/E/A	Titel/Teilleistung	Einheitspre	Menge	Preis	Gesamtpreis
<b>02</b>		<b>Mauerwerksstabilisierung</b>				
<b>02.01.</b>		<b>Rissinjektionen und Vernadelungen</b>				
<b>02.01.10</b>		<b>Injektionsstutzen</b>				
		Bohren von Injektionskanälen bis 2/3 der Wandstärke in den Rissverlauf bis 20mm				
		Setzen von Injektionsstutzen 3/8 Ni Leitung abdichten und nach erfolgter Injektion steinbündig abschneiden und verschließen				
		Abstand der Stutzen ca. 0,50m, mind. 2 Stück je Riss				
		Setzen nur auf einer Seite der Wand				
				Stück		
			16,75 €	100	1.675,00 €	
<b>02.01.20</b>		<b>Rissinjektion</b>				
		Verpressen der Mauerwerksrisse mit einem mauerwerksverträglichen Mörtel w/z, Druck und Verpressrate werden an Ort und Stelle an die Mauerwerksstruktur angepasst.				
		Eingerechnet sind das Aufbereiten der Suspension, das Verpumpen und event. Kalfaterleistungen innen und außen am Bauwerk.				
		Abgerechnet wird die gesamte notwendige Zeit zur Ausführung der genannten Leistungen.				
		Ausführung mit einer Pumpe. Ohne elektronische Aufzeichnung.				
		Material wird bauseitig geliefert				
				Stunden		
			129,30 €	20	2.586,00 €	

Bild 98. Auszug aus dem LV für die statische Sicherung NW-Turm (deutsch)

#### 4.2.8 Ausführung der statischen Sicherung des Nord-West-Turmes

Nach der Vergabe der Bauleistungen an die Fa. Himmel und Papesch mussten die Gerüstarbeiten realisiert und das Material herangeschafft werden. Außerdem war die Arbeitsfähigkeit hinsichtlich Baustrom und Bauwasser herzustellen. Die Vorbereitungen waren am 06.07.2014 soweit abgeschlossen, dass mit den Bauarbeiten am 07.07.2014 vor Ort begonnen werden konnte.

Die Arbeiten liefen planmäßig ab. Der hohe Anteil von Rissen und offenen Fugen erforderte höheren Einsatz für das Abkalfatern und Kontrollieren als geplant. Die Hohlraumverbindungen waren kaum nachvollziehbar.

Die Bohrungen für die Anker konnten mit äußerster Vorsicht und unter Einhaltung von Sicherheitsauflagen hergestellt werden. Der eingeschlagene Weg erwies sich als richtig. Die Zielgenauigkeit war wie erwartet hoch.

Hinsichtlich des Einbaus der Anker über Keller wurde eine Änderung vorgenommen. Aus Kostengründen war in der Ausschreibung vorgesehen worden, diese in einen Kanal im Fußboden zu verlegen, um das kostenintensive Bohren zu vermeiden. Nach einer Arbeitsprobe erwies sich allerdings diese Variante als wesentlich aufwendiger und letztlich kostenintensiver als eine Bohrung.

Von Mörtel und Injektionsgut wurden Probekörper angefertigt, die dann hinsichtlich der erreichten Festigkeit nach DIN EN 1015-11 [83] geprüft worden sind. Dazu werden von jeder zu prüfenden Mischung Mörtelprismen in Stahlform angefertigt und nach Norm gelagert. Die Prüfung dient der allgemeinen Einschätzung des Mörtels im Vergleich zu anderen bzw. zu Vorgabewerten. Die tatsächliche Festigkeitsentwicklung kann durchaus anders sein, da in der Mauer andere Bedingungen herrschen. Bei Mauerwerk mit geringer Saugfähigkeit (Bruchsteinmauerwerk aus metamorphem Gestein) entsprechen die Werte aber in etwa dem, was sich in der Wand abspielt.

Im Mittel wurden nach 28 Tagen erreicht:

- 23,1 N/mm<sup>2</sup> für das Injektionsgut MAPEI Antique I (gegenüber Herstellerangabe von 18 N/mm<sup>2</sup>)
- 6,3 N/mm<sup>2</sup> für den Mauer- und Putzmörtel, hergestellt MAPEI Antique LC (gegenüber Herstellerangabe 4 – 6 N/mm<sup>2</sup>)

Für kalkhaltige Mörtel sind Prüfungen nach 90 Tagen maßgebend, die u.U. einen gewissen Nacherhärtungseffekt zeigen [84]. Der Verfugmörtel ist von seinen Festigkeitseigenschaften her angemessen für die Aufgabe.



*Bild 99. Mörtelprismen zur Prüfung der Druckfestigkeit und der Biegezugfestigkeit*

Der Injektionsmörtel erreicht eindeutig zu hohe Werte, die nicht gebraucht werden. Es kann dadurch zum Entstehen von größeren Plomben im Mauerwerk kommen, die wegen ihrer Steifigkeit Kräfte anziehen.

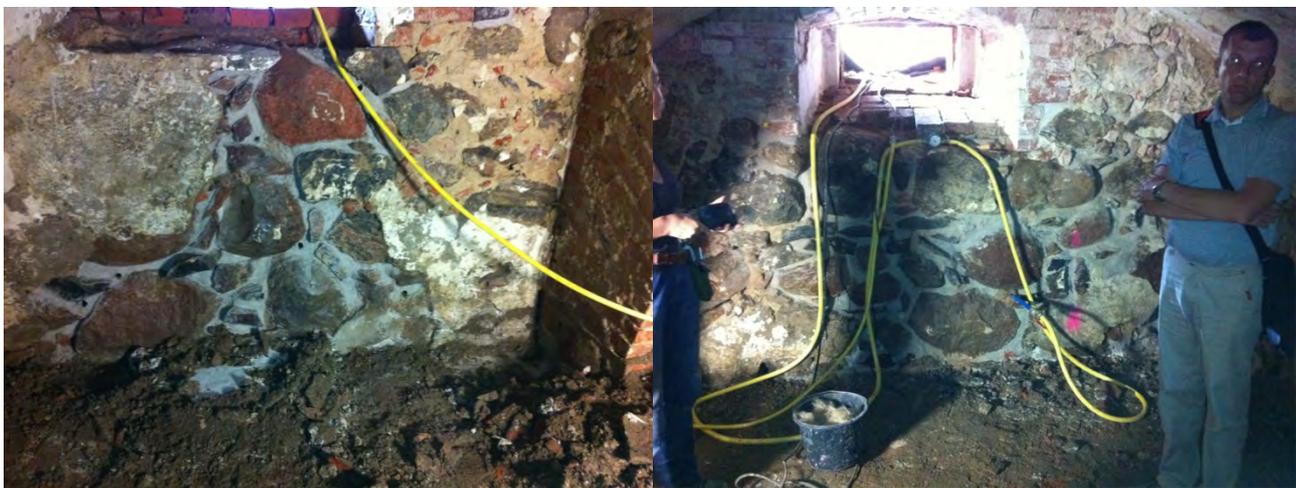
Es wurde deshalb versucht, mit einem Schaumbildner das Injektionsgut aufzuschäumen, was jedoch nicht gelungen ist. Ursachen können sowohl die Mikrostruktur des Kalkes und das beigefügte Fließmittel sein. Durch dieses wird die innere Reibung soweit abgebaut, dass der Schaum nicht stehen bleibt und in sich zusammen fällt. Ad-hoc-Modifikationen waren leider im Rahmen des Projektes nicht möglich. Die Problematik wird aber weiter verfolgt. Bisher konnte Schaummörtel auf Zementbasis an anderen Objekten mit großem Erfolg eingesetzt werden [85], [86].

Nachfolgende Bilder geben einen Einblick in die Sicherungsarbeiten am Nordwestturm.



*Bild 100. Einsetzen der Verpressschläuche vor dem Verfugen, Kellermauerwerk im NW-Turm*

Bild 100 zeigt die zum Verfugen vorbereitete Wand. Die kurzen Plasterrohre sind so eingesetzt worden, dass sie selbst stehen. Nach dem Verfugen werden sie gezogen. Wenn der Mörtel ausgehärtet ist, kann der Verpressrüssel in dem verbleibenden Loch gut abgedichtet werden.



*Bild 101. Wiederhergestelltes Bruchsteinmauerwerk im Keller mit gezogenen Packern vor dem Verpressen*

*Bild 102. Verpressen des Mauerwerks im Keller unter Nutzung der Löcher nach Bild 101, Abdichtung des Verpressrüssels erfolgt mit Hanf*

Entscheidend für die fortlaufende Überprüfung des Verpressdruckes ist das Manometer in der Nähe dessen, der den Hahn am Verpressschlauch bedient, um den Verpressvorgang zu steuern. Die gesammelten Erfahrungen sind gesondert aufgearbeitet worden und es erscheint dazu ein Beitrag im Mauerwerk-Kalender 2016 [87].

Die Vernadelungen sind in der ersten Kampagne bis auf die Mittellängswand nach Plan ausgeführt worden. Die Mittellängswand musste terminlich nachgezogen werden, nachdem eine restauratorische Begutachtung der Putzbefunde und Sicherung derselben erforderlich war.

Aufgrund der Gefahrensituation mit der NW-Ecke des NW-Turmes konnte während der Durchführung der ca. 10,00 m / 12,20 m langen Bohrungen keine Kontrolle des Bohrfortschrittes und der -richtung entlang der Länge vorgenommen werden. Daher war die Kernbohrmaschine vollkommen parallel zur geplanten Bohrachse auszurichten, wozu die in Bild 103 sichtbare Schnur dient.



*Bild 103. Ansetzen des Bohrgerätes*



*Bild 104. Vorbereitung eines GFK-Ankers zum Einbau mit Verpressstrecke*



*Bild 105. Endplatte noch unvermörtelt*



*Bild 106. Anziehen der Anker Mutter ohne Vorspannung*

Bild 104 zeigt einen GFK-Anker bei der Vorbereitung zum Einbau. Es handelt sich dabei um ein Ankerende, das auf Verbund verankert wurde. Abstandshalter gewährleisten die mittige Lage des Ankers im Bohrloch. Das Verpressen vom Ende heraus wird durch das Beilegen eines Verpressschlauches, bewerkstelligt.

Bild 105 ist ein Blick in die vorbereitete Ankertasche. Der Anker ist eingesetzt und die Endplatte vorläufig aufgesetzt. Es fehlt noch das Mörtelbett und die Mutter. Auf Bild 106 sieht man den angesetzten Drehmomentenschlüssel für das Anziehen der Endmutter. Die Anker dürfen nicht durch Rotationsbewegungen vorgespannt werden, da die innere Struktur der Anker aufgrund der geringen Torsionssteifigkeit verletzt werden kann. Der Drehmomentenschlüssel ist deshalb sehr niedrig eingestellt worden, um das zu verhindern. Aus dem Fakt ist inzwischen ein weiteres Forschungsprojekt entwickelt und begonnen worden.



*Bild 107. Anmischen des Injektionsgutes MAPEI Antique I*



*Bild 108. Prismen zur Qualitätssicherung und Kennzeichnung*



Die anzumischende Menge Verpressgut richtet sich nach dem jeweiligen zeitlichen Bedarf. Das Anmischen erfolgt unter genau vorgeschriebener Wassermengenzugabe (s. Bild 107). Bild 108 zeigt die hergestellten Rückstellproben in Form von Prüfprismen hier noch in der Stahlschalung.

Die Anker wurden mit fest eingesetzten Packern verpresst. Für die Risse wurde die Variante gewählt, die Bild 109 dargestellt und weiter oben bereits beschrieben worden ist. Bild 110 zeigt den Vorgang des Verpressens in dem Moment, wo aus undichten Stellen das Verpressgut herausquillt und diese Stellen abkalfatert, d.h. mit Hanf abgedichtet werden. Der Hanf ist am Ende rückstandslos zu entfernen, damit es später keine Folgeschäden wegen des organischen Charakters des Materials geben kann.

Der Verpressvorgang ist entsprechend von dem ausführenden Team zu überwachen. Hier ging es in der Hauptsache darum, beim Verpressen von außen den ungehinderten Austritt von Verpressmaterial im Inneren des Gebäudes nicht zuzulassen. Weiterhin müssen Austrittsstellen sofort nachgearbeitet werden, da später Rückstände und Schleier schwer oder gar nicht zu beseitigen sind. Ein nicht kontrollierbares Verlaufen des Verpressmörtels war beim Verpressen von Anker 2-1 zu verzeichnen, wo aufgrund der weitreichenden Gefügezerrüttungen im Mauerwerk der Bohrkanal mit der bauhistorisch bedingten Trennfuge zwischen dem Westflügel und dem Nordwestturm kommunizierte. Hier war das Injektionsgut einfach zu fließfähig und benötigte trotz mehrfachen zeitversetzten Ansetzens an dem gleichen Bohrkanal zu lange, um sich abzusetzen. Das trifft auch für Austrittsstellen zu, wo normalerweise das Injektionsgut schnell anzieht, was mit MAPEI Antique I aber nicht der Fall ist.



Bild 109. Verschlossener Riss mit Verpress-/Entlüftungsöffnungen



Bild 110. Beim Verpressen eines Ankers und Nachkalfatern, rechts Ankertasche

Wichtig bei Verpress- und Vernadelungsarbeiten ist, dass Bohrprotokolle angefertigt werden. Die Mengen des verbrauchten Verpressmaterials sind zu dokumentieren, was fortlaufend und mindestens täglich zu erfolgen hat, zur Kontrolle und Abrechnung der Leistungen. Die Ausführungszeichnungen dienen dazu, Veränderungen, Abweichungen und Feststellungen festzuhalten. Auf die Einhaltung der erforderlichen Mindesttemperaturen im Mauerwerk ist stets zu achten (Verpressgut mit hydraulischen Anteilen 5°C, reine Luftkalkmischungen 12°C). Bautagesberichte sollten stets diese Daten mit enthalten und Auskunft über die konkret durchgeführten Arbeiten geben.

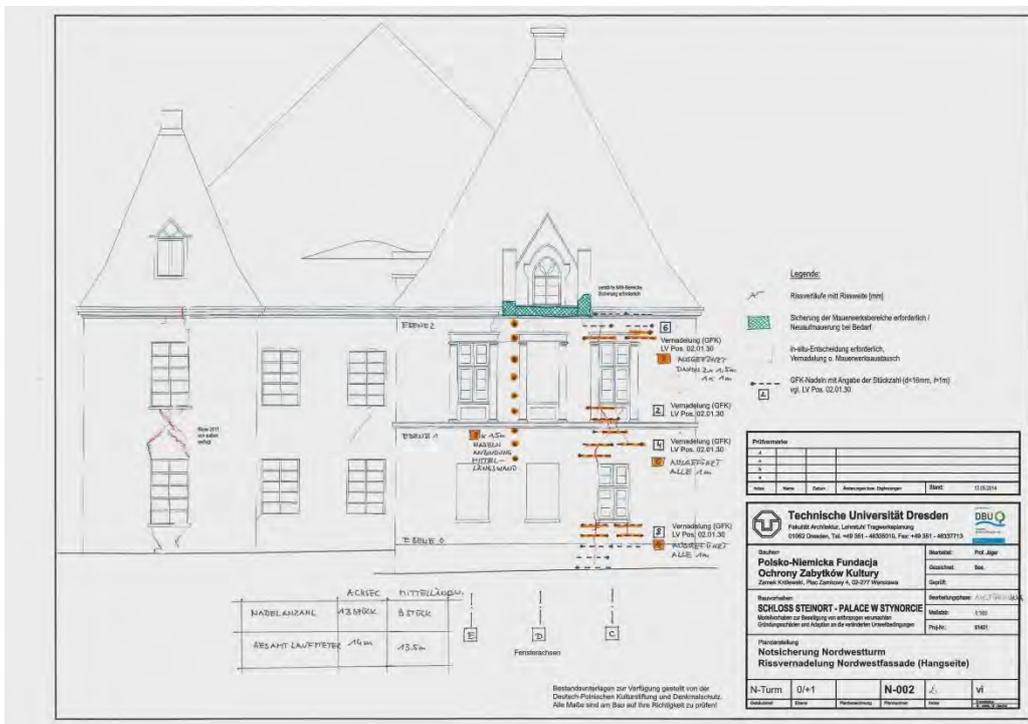


Bild 111. Ausführungsplan mit Kontrolleintragungen und Aktualisierungen, ausgeführt vom überwachenden Team (dieses Projektes)

### 4.3 Statisch-konstruktive Sicherung der Kernbaukeller

#### 4.3.1 Ausgangssituation

Hinsichtlich der Raumnummern wurde die Nomenklatur weiterverwendet, die durch den Generalplaner festgelegt worden ist (Dr. Krekeler/Dr. Gorski). Sie ist für die Räume des Kernbaukellers in Bild 112 dargestellt und dient der Orientierung für die nachfolgenden Beschreibungen.

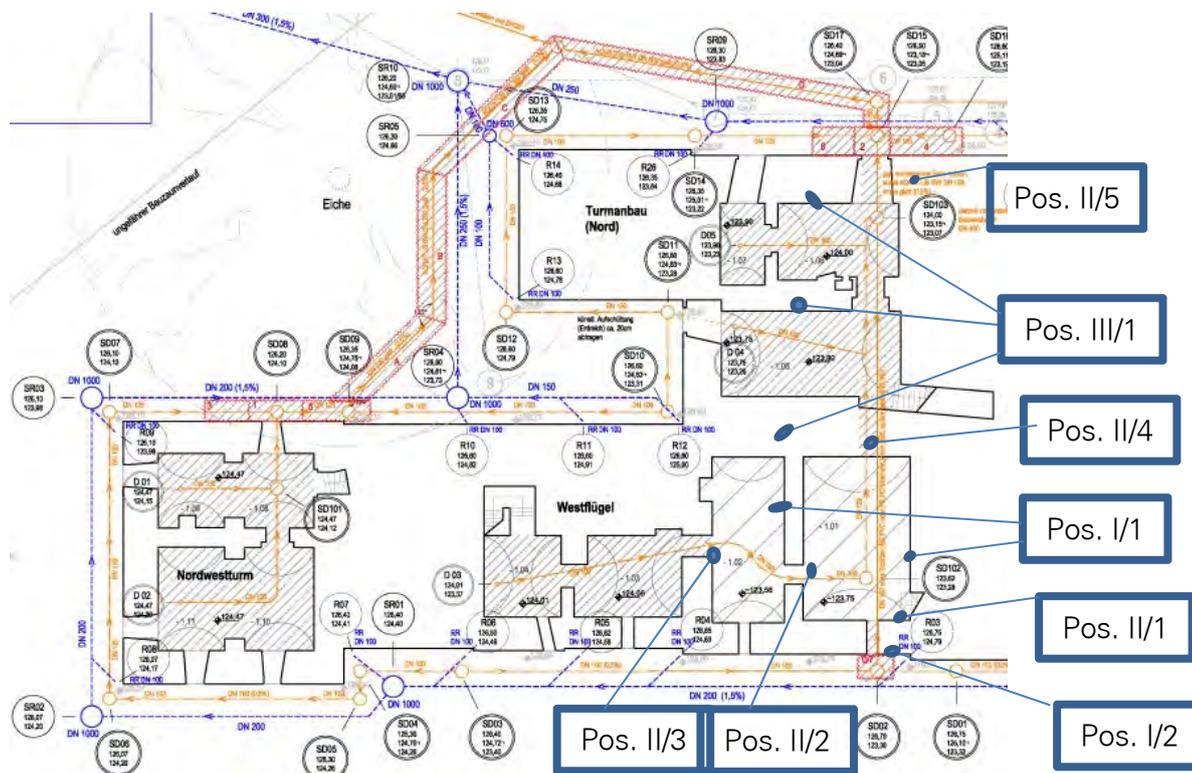


Bild 112. Grundriss mit vorgesehener Drainage und den einzelnen Positionen zur Absicherung und Rekonstruktion der Einsturzstellen

Durch einen längeren Wassereintritt vor Jahren und die dann folgende Frostperiode war es zu erheblichen Einstürzen gekommen. Diese gefährdeten die gesamte Standsicherheit des Kernbaus. Dazu gehören der Wandeinbruch zwischen Raum -1.01 und -1.06, der Einbruch des Durchganges zu Raum -1.02 und der Außenwandeinbruch im Raum -1.01 Richtung SW im Bereich der ehemaligen Zugangstreppe vom Foyer aus. Weiterhin war das fehlende Widerlager des Bogens im Kellerfenster des Raumes -1.01.06 zu verzeichnen.

Auf Grund der schlechten Informationslage und der schweren Zugänglichkeit konnte keine komplette Planung im Voraus erstellt werden. Auf der Grundlage erster Ideen wurde ein LV für die Positionen I/1 und I/2 erstellt und an drei infrage kommende Baufirmen verteilt, die auch bereit gewesen wären, diese Arbeiten auszuführen. Die Texte hatten den Charakter einer funktionalen Leistungsbeschreibung und ließen die Art- und Weise der Ausführung unter Beachtung denkmalpflegerischer Grundsätze offen. Entscheidend war, dass wir mit den zur Verfügung stehenden Mitteln den Ausbau der Abstützungen und den Einbau der Flächendrainage in den Kellern -1.01 und -1.02 erreichen wollten. Das günstigste Angebot unterbreitete die Fa. Hohlbud aus Pozezdrze, Polen, in unmittelbarer Nähe ansässig.

Der im Kernbau befindliche Gefahrenbereich ist im Zuge früherer Kampagnen (Dr. Krekeler Generalplaner GmbH Brandenburg/DI Krämer) notabgesteift worden. Die Notabsteifung behinderte die Drainagearbeiten und die geplante Leitungsführung und musste vorher ausgebaut werden.

Vorherige Gedanken, über eine Durchörterung eine Leitungsführung zu ermöglichen, wurden sehr bald verworfen. Nachteil wäre auch gewesen, dass die Flächendrainage an sich hätte nicht ausgeführt werden können.

Tabelle 5 Positionsnummern und -orte/-leistungen

Los	Pos.	Bezeichnung/Leistung	Ort
I	1	Einsturz der Außenwand	Außenwand Kernbaukeller -1.01 (von außen)
	2	Zerstörte Kämpfer infolge von Frosteinwirkungen	Kernbaukeller -1.01 und -1.02
II	1	Kellerabgang vom Foyer	Foyer zu Kernbaukeller -1.01
	2	Durchgang Gefahrensituation beseitigen	von -1.01 nach -1.02
	3	Durchgang Einbruch beseitigen und wieder herstellen	Von -1.02 nach -1.05
	4	Wandeinbruch Mittellängswand beseitigen und Durchgang herstellen	zwischen -1.01 und -1.06
	5	Fehlendes Widerlager des Fensterbogens wieder herstellen	Kernbaukeller -1.08
III	1	Fundamentunterseiten verpressen	Alle Fundamente im Kernbau einschließlich NW-Turm

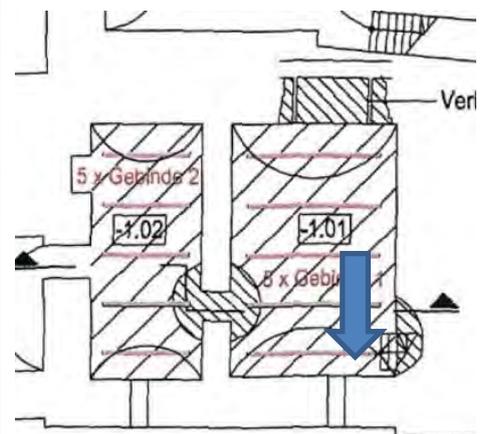


Bild 113. Teileinbruch der Außenwand im Bereich der ehemaligen Kellerfensteröffnung und zum Haupteingang im EG zu (SW-Seite des Schlosses)



*Bild 114. Ehemaliger Durchgang zwischen Raum -1.01 und -1.02 noch vor der Verschalung und Verfüllung von oben*

Es folgt nunmehr die Darstellung der Arbeitsschritte und der angewendeten Methoden.

#### 4.3.2 Position I/1 ausgefrorene Kämpfer und Gewölbebereiche

Bei den durchgeführten Erkundungen musste festgestellt werden, dass beide Gewölbetonnen nicht mehr standsicher sind, da die Kämpfer unterschiedlich tief, im Mittel jedoch bis über die Hälfte abgefroren sind. Ein statischer Nachweis gelingt dafür nicht mehr. Somit schied eine schrittweise Erneuerung der Kämpfer mit nachfolgendem Ausbau der Abstützung aus. Diese war nur linienhaft erfolgt, sodass es beim Freistellen der Kämpfer (ähnlich einer Unterfahrung nach DIN 4123) zum Abbrechen freigelegter Kämpferbereiche gekommen wäre. Die Gefahr war für diese Ausführungsvariante einfach zu groß, auch wenn sie denkmalpflegerisch reizvoll gewesen wäre.

Nach ausführlicher Überlegung und Abstimmung fiel dann die Entscheidung für die Spritzbetonvariante. Dazu wurden die losen Steine entfernt, die geschädigten Bereiche gesäubert und danach Schubdübel in Form von gerippten Glasfaserstäben eingeklebt. Anschließend ist eine erste Lage aufgespritzt worden, die das Altmaterial erst einmal verfestigt hat. Anschließend ist eine Bewehrungsmatte an den Dübeln befestigt und das Spritzen fortgesetzt worden.

##### 4.3.2.1 Abgefrorene Kämpfer der Gewölbe



*Bild 115. Zustand R -1.01 mit Anzeichnung der Bohrlöcher*



*Bild 116. Bohrung für die notwendigen Verbundanker*



*Bild 117. Zustand R -1.02 vor Beginn der Arbeiten*



*Bild 118. Nach Freilegung/Säuberung und Einbringung der GFK-Nadeln*



*Bild 119. Während des Aufbringens*



*Bild 120. Zustand nach Fertigstellung*



*Bild 121. Vollkommen ausgewaschenes Mauerwerk nahe dem Kämpfer am Durchgang nach -1.03*



*Bild 122. Ausspritzen der Hohlräume Durchgang von -1.02 nach -1.03*

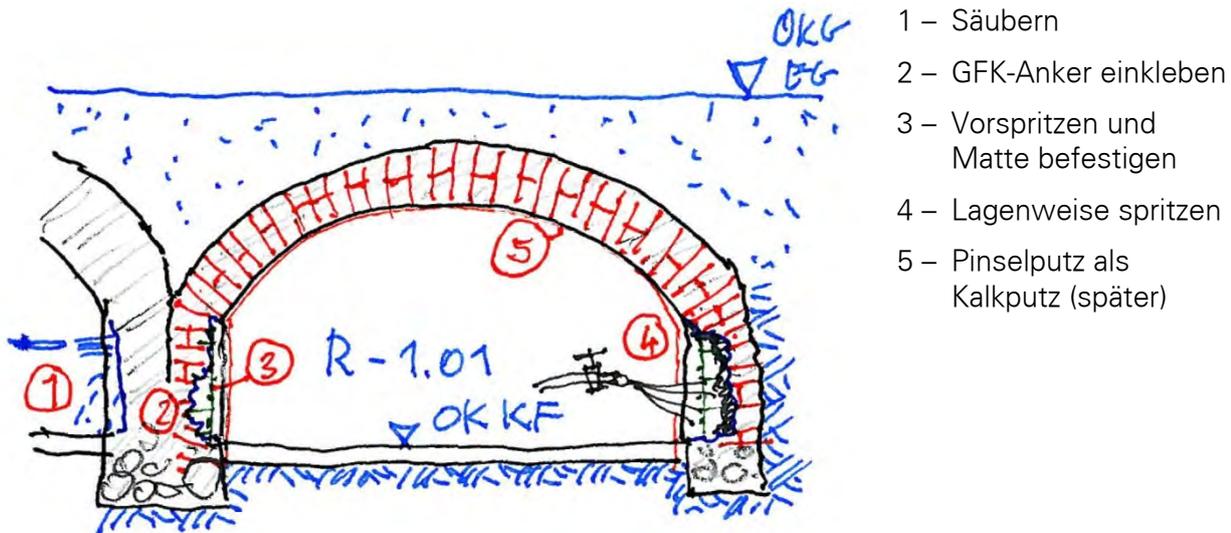


Bild 123. Arbeitsschritte zur Spritzbetonanwendung schematisch dargestellt

Anschließend wurde lagenweise weiter gespritzt, bis die gewünschte Schichtdicke erreicht war. Die Oberfläche wurde im Wesentlichen spritzrau belassen, damit später gemäß des Vorbefundes eine Kalkputzschicht darüber gezogen werden kann. Wie an den noch besser erhaltenen oberen Bereichen der Kellertonnen ersichtlich wurde, war vollflächig eine etwa 5mm dicke Kalkputzschicht vorhanden gewesen, die man sinnvollerweise am Ende wieder vornimmt.

#### 4.3.3 Pos. 1/2 - Außenmauer Kernbau

Hauptziel der Position war die Sicherung der Kellermauer Richtung SW und die zeitgleiche Herstellung eines Durchbruches zur Leitungsführung des Drainagewassers von SW.

Bild 124 zeigt deutlich die Schwierigkeit der Einbruchsituation im Bereich der südwestlichen Kelleraußenmauer am Kernbau. Auch hier wurde ein schrittweises Austauschen eingestürzter Bereiche ins Auge gefasst. Die anfängliche Vermutung, dass der Einbruch im Bereich der Fensterlaibung liegt und nur wenig Last bekommt, hatte sich nach eingehender geometrischer Bestandsaufnahme nicht bestätigt, sondern eine wesentlich größeren Einbruchbereich im Laufe der folgenden Arbeiten aufgezeigt. Der Einbruch liegt direkt unter dem aufgehenden Mauerwerksschaft des Kernbaus, der erhebliche Lasten abzutragen hat.

Die dann in gemeinsamer Lösungsfindung mit dem Bauunternehmer definierten Arbeitsschritte sind den nachfolgenden Bildern zu entnehmen. Es wurde von unserer Seite aus eine provisorische Abfangung mit Stahlträgern – seitlich angebolzt – bevorzugt. Aber ähnlich wie beim NW-Eckturm erwies sich diese Lösung als zu kostenaufwendig. Auch das Problem des Nachstürzens des Feldsteinmauerwerks mit hier beträchtlichem Mauerquerschnitt konnte so nicht völlig ausgeschlossen werden.

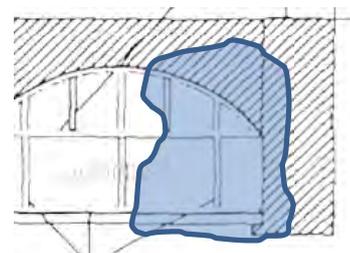
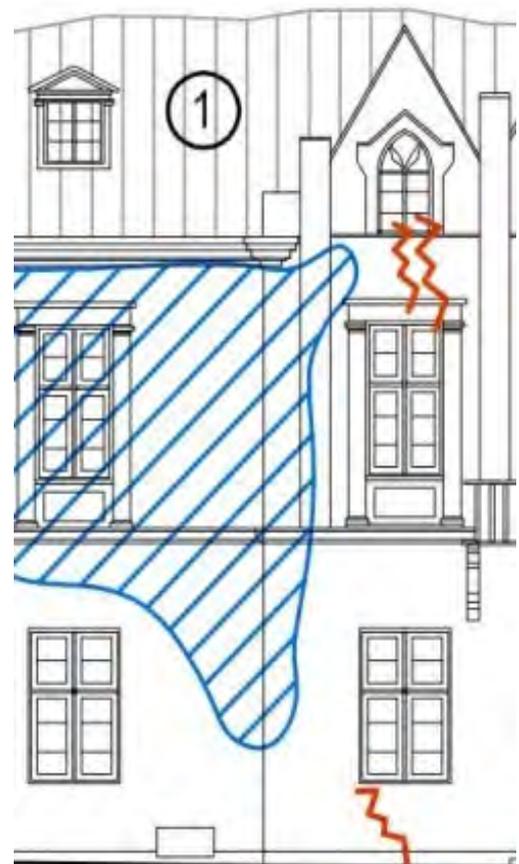
Es wurde dann ein Vorgehen gewählt, das im Tunnelbau üblich ist. Es wird ein in sich standfester Bereich freigelegt und dann so stabilisiert, dass er in sich tragfähig ist. Es musste dabei von oben nach unten gearbeitet werden. Das Abgraben erfolgte von außen und vorerst nur soweit, wie damit noch die Integrität des Feldsteinmauerwerks der Kellerwand gewährleistet werden konnte.

Dann wurde im Bereich des Einsturzes eine Schalung eingebaut und anschließend das Bestandsgefüge mit Spritzbeton gefestigt. Über die eingeschaltete Öffnung wurden dann Bewehrungseisen gelegt und der verbliebene Hohlraum ausgespritzt, bis der Sturz fertig war.

Mit dem Sturz erfolgte dann die Lastübertragung auf die beiden Auflager, die aus einigermaßen standsicherem Gefüge bestanden.



*Bild 124. Über der Einbruchsstelle aufgehendes Mauerwerk (Lage der Einbruchsstelle in das Foto eingezeichnet)*



*Bild 125. Ansicht mit Schnitt unter OK Gelände und Lage der Einbruchsstelle (Plangrundlage Dr. Krekeler Generalplaner GmbH Brandenburg)*

Die Arbeiten wurden anschließend bis auf OKF Keller weitergeführt. Der Bereich unter OKF wurde mit Beton ausgefüllt, nachdem das Entwässerungsrohr an Ort und Stelle platziert worden war.

Da die Grenzen für eine traditionelle Unterfangung überschritten waren, stellte die schrittweise Sicherung mit Spritzbeton die einzige, preisgünstig und arbeitsschutztechnisch ausführbare Lösung

dar. Mit ihr konnte die Standsicherheit der aufgehenden Mauerwerkspartien gewährleistet und Gefahr für Leib und Leben ausgeschlossen werden.



Bild 126. Situation von außen vor Beginn der Freilegung



Bild 127. Freilegung des geschädigten Mauerwerks bis etwa 2 m



Bild 128. Einbau einer Sturzschalung im Einbruchbereich mit Bogenwirkung



Bild 129. Sicherung des Bestandes durch Ausspritzen



Bild 130. Fertiger Ortbetonsturz u. Kraftfluss



Bild 131. Einhausung für die Winterpause

Ein Nebeneffekt war dabei, dass die Unterfangung so vorgenommen werden konnte, dass sich eine Durchgangsöffnung einbauen ließ, die benötigt wurde, um später Schutt und Aushub kostengünstig aus dem Kernbaukeller abzutransportieren, der keinen separaten Zugang von außen hat.



*Bild 132. Blick auf die fertige Außenwand Richtung SW mit dem neu geschaffenen Zugang von außen, links auch der fertig gestellte Kellerabgang aus dem Foyer zu sehen*

#### 4.3.4 Pos. II/1 - Kellerabgang vom Foyer

##### 4.3.4.1 Ausgangssituation



*Bild 133. Blick in die Verschalung von oben aus Richtung Foyer kommend mit den Gewölberesten*



*Bild 134. Blick aus dem Raum über dem Keller -1.01 auf die wieder freigelegte Einbruchsstelle*

Der Kellerabgang vom Kernbaufoyer war von unten eingeschalt und von oben mit sandigem Material verschüttet worden. Die Verschüttung war lose und stellte somit keine statisch wirksame Stützung dar.

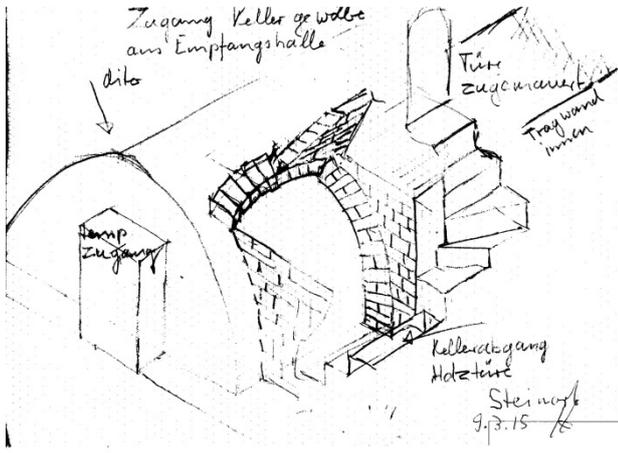


Bild 135. Rekonstruktion des Urzustandes (Quelle: M. Hohl)

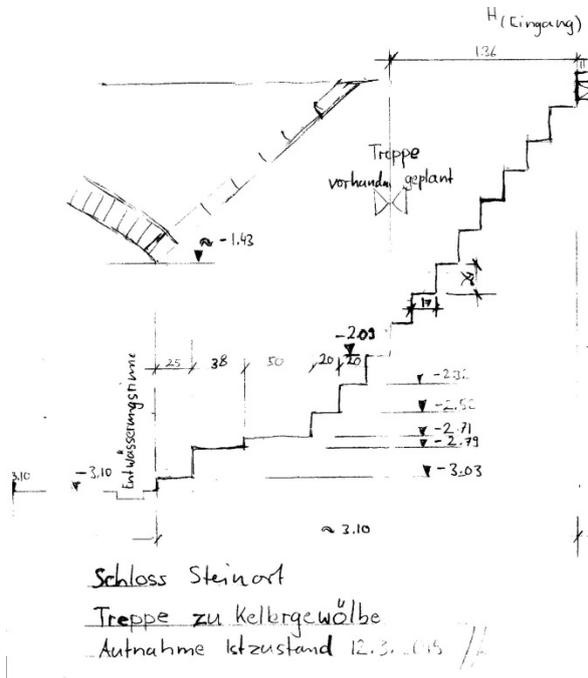


Bild 136. Treppenstufen, nach Befunden vor Ort (Quelle: M. Hohl)

#### 4.3.4.2 Lösung

Es wurde entschieden, den erkundeten Originalzustand wieder herzustellen. Entscheidendes Tragelement ist dabei der in das Kellergewölbe eingebettete Bogen.

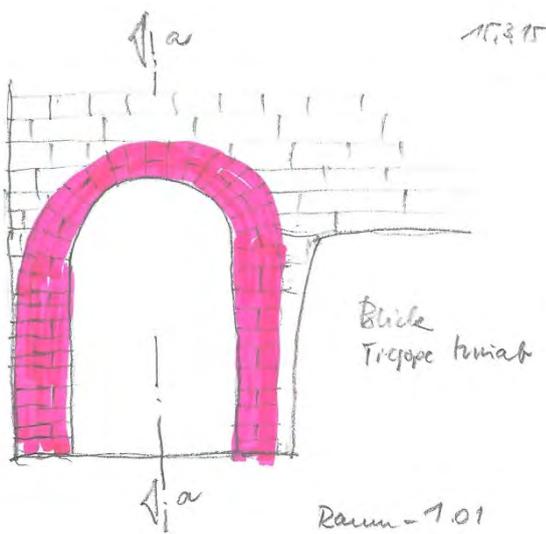


Bild 137. Bogen zur Aufnahme des Gewölbeschubs (Draufsicht von der Treppe)

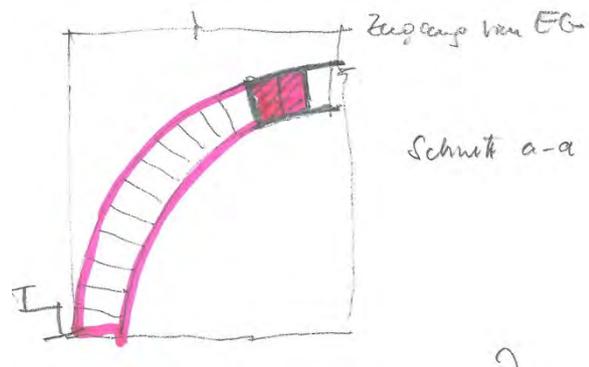


Bild 138. Schnitt durch den Bogen

#### 4.3.4.3 Zwischenschritte



*Bild 139. Gewölbe über Kellerabgang vom Foyer, teilweise freigelegt*



*Bild 140. Links Kellerabgang vom Foyer noch teilweise verschüttet und verbaut*



*Bild 141. Blick vom Foyer in die unterhöhlte Außenwand während des Spritzens*



*Bild 142. Spritzen der freigelegten Unterhölung, Blick von unten*

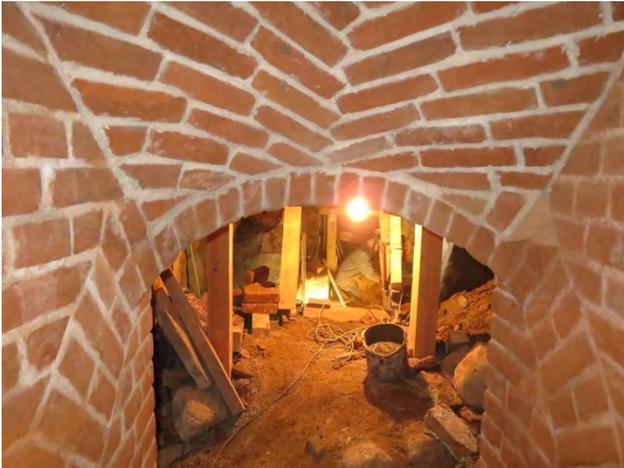


*Bild 143. Aufmauern der Seitenwände*

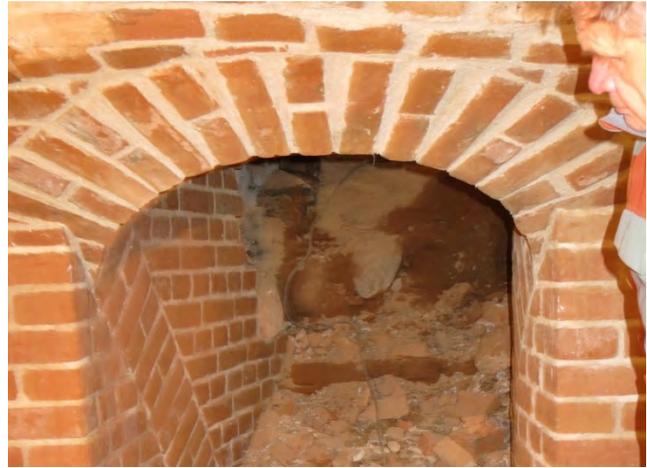


*Bild 144. Bogen nach Bild 137 und Bild 138*

#### 4.3.4.4 Ergebnis



*Bild 145. Flaches Gewölbe über dem Kellerabgang vom Foyer*



*Bild 146. Blick in den Treppenabgang vom Foyer*



*Bild 147. Kellerabgang vom Foyer aus eingesehen nach Fertigstellung (die Stufen werden zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt)*



*Bild 148. Fertiger Kellerabgang vom Keller aus gesehen*

#### 4.3.5 Pos. II/2 – Kellerdurchgang -1.01 nach -1.02

##### 4.3.5.1 Ausgangssituation

Hier handelt es sich um einen Einsturz der Stützung des Bogens, der daraufhin ausgebrochen ist. Es hat sich im Gewölbe ein Gleichgewichtszustand ausgebildet, der durch die Bogenform des Einbruchs im Gewölbe gekennzeichnet ist. Aus nicht erklärlichen Gründen ist der Durchgang verschalt und die gesamte Einbruchsstelle mit Sand verfüllt worden (s. Bild 48).



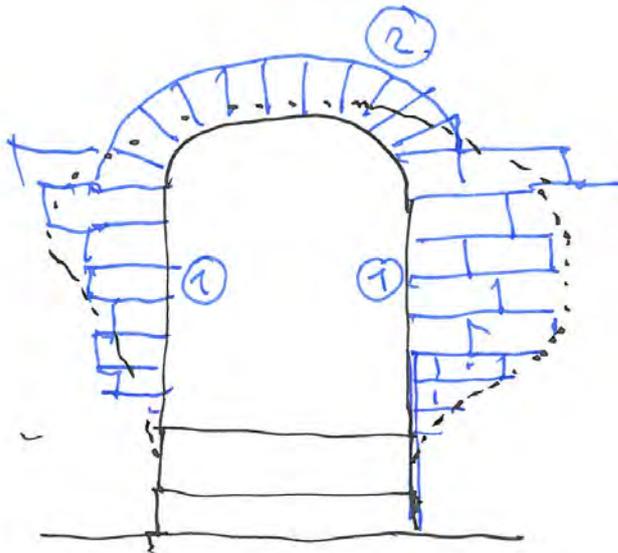
*Bild 149. Eingebrochener Durchgang vor dem Verschalen, fotografiert aus -1.01*



*Bild 150. Durchgang im verschalten und verbauten Zustand aus -1.01 gesehen*

Auf Bild 149 ist deutlich das zweilagige Gewölbe über dem Raum -1.02 zu erkennen. Weiter zeigt das Bild deutlich, dass sich in der Gewölbeebene ein Bogen eingestellt hat, der die Gewölbelasten in der gekrümmten Fläche abträgt.

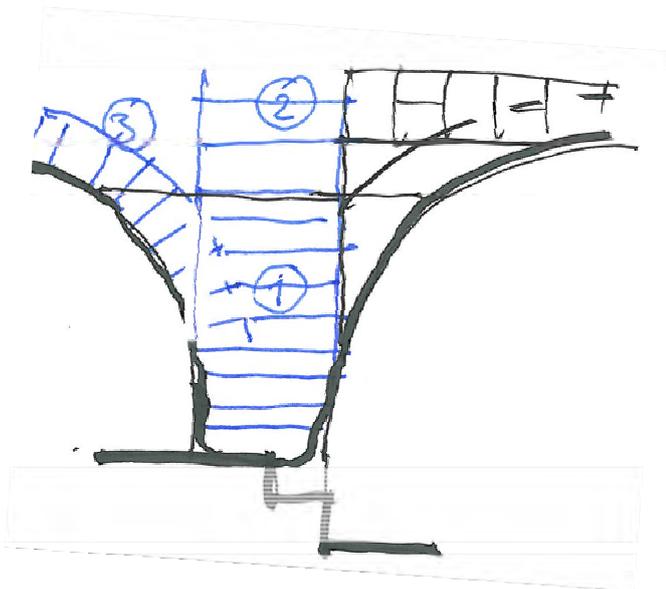
#### 4.3.5.2 Lösung



1 - Aufmauern des Gewändes und der Stützung des Gewölbes

2 - Stützbogen auf einen Lehbogen mauern

*Bild 151. Arbeitsschritte i bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs*

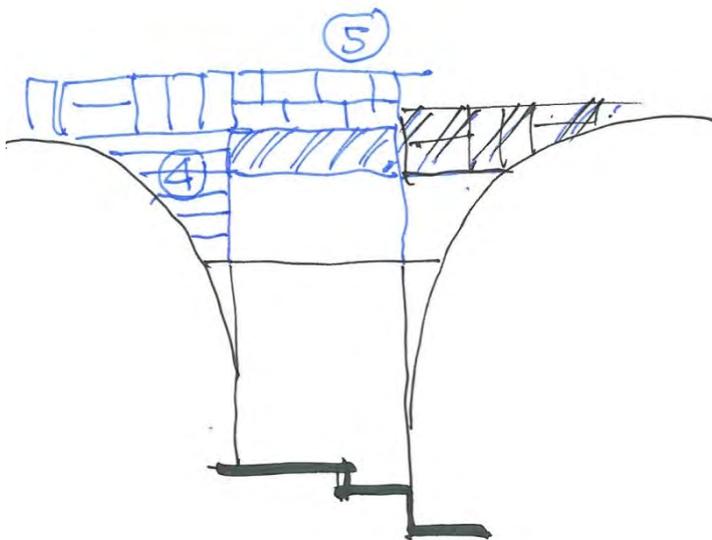


1 – Aufmauern des Gewändes  
und der Stützung des Gewölbes

2 – Stützbogen auf einen  
Lehrbogen mauern

3 – Aufmauern des Gewölbes auf  
einer Lehrschalung, die auf die  
Abstellung aufgebracht wird

*Bild 152. Arbeitsschritte ii bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs*



4 - Aufmauern des  
Durchgangsgewölbes analog auf  
Lehrbögen, die auf die  
Verbreiterung aufgesetzt werden

5 - Aufmauern der restlichen  
Querwand

*Bild 153. Arbeitsschritte iii bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs*

#### 4.3.5.3 Zwischenschritte



*Bild 154. Blick in den freigelegten und mit Spritzschicht gesicherten Einsturztrichter vom Keller aus*



*Bild 155. Verformtes Gewölbe, Blick in den Raum -1.01*



*Bild 156. Anheben des Gewölbes aus der zweiten Gleichgewichtslage in die ursprüngliche (Quelle: Udo Donau)*



*Bild 157. Winden zum Anheben des abgesackten Gewölbes*



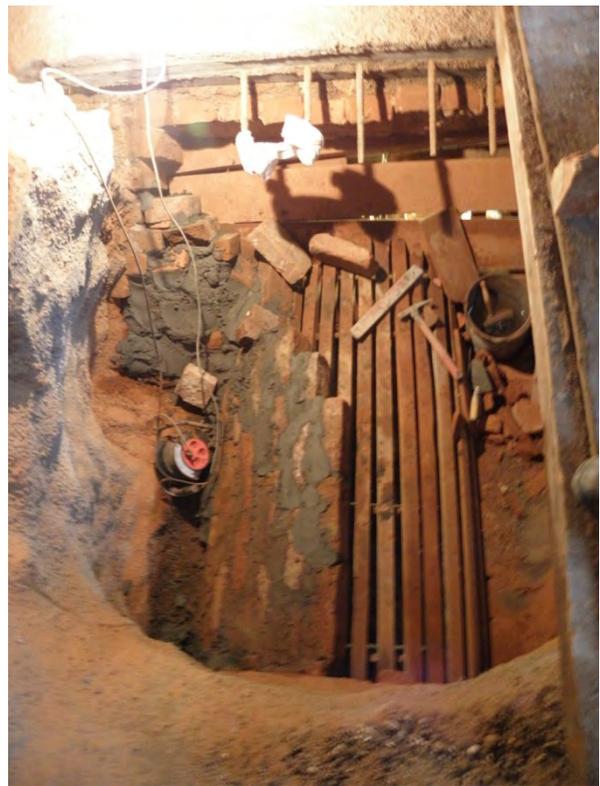
*Bild 158. Aufmauern der Widerlager für den Bogen über dem Durchgang*



*Bild 159. Ausfüllen der Zwischenräume zwischen der Durchgangswandung und dem anstehenden Rest (Quelle: Matthias Hohl)*



*Bild 160. Aufgespritzte, bewehrte Ausgleichsschicht auf dem angehobenen Gewölbe*



*Bild 161. Einwölben des Durchganges (Quelle: Matthias Hohl)*

#### 4.3.5.4 Ergebnis



Bild 162. Fertiges Mauerwerk des Durchganges  
(Quelle: Matthias Hohl)



Bild 163. Durchgang von Raum -1.02 aus gesehen

#### 4.3.6 Pos. II/3 – Kellerdurchgang von -1.02 nach -1.03

##### 4.3.6.1 Ausgangssituation



Bild 164. Blick aus dem Raum -1.03 nach -1.02



Bild 165. Freigelegte Rückseite

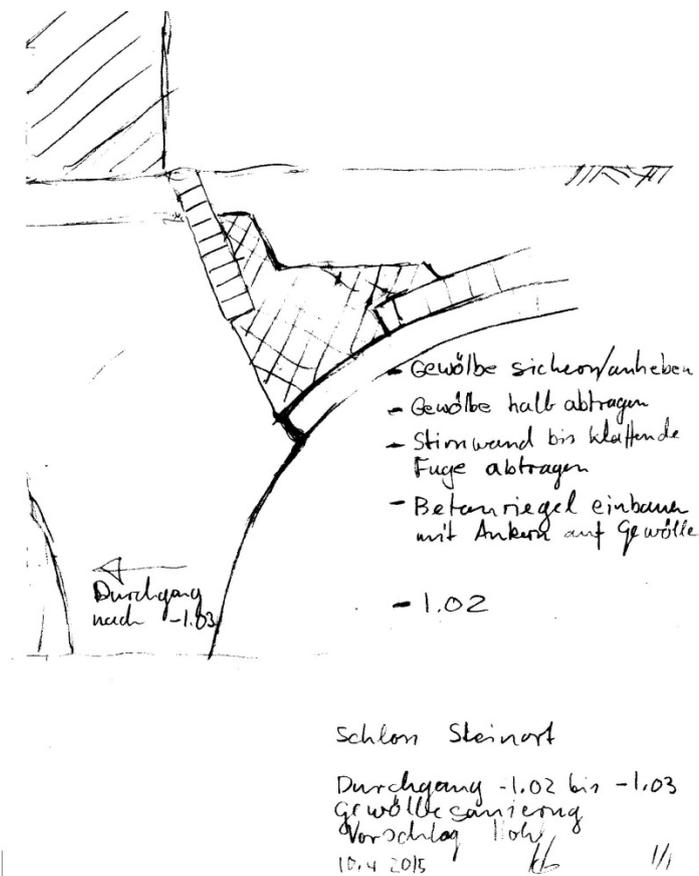


Bild 166. Blick in die Überwölbung des Durchganges

Bild 167. Abgelöste untere Gewölbeschale ohne festes Lager (nur auf hölzerner Notabstiefung)

Wie Bild 167 zeigt, lag hier tatsächlich ein akuter Gefahrenpunkt vor, der nur temporär durch die Holzabstützung gesichert war.

#### 4.3.6.2 Lösung



Die Situation konnte erst genauer eruiert werden, nachdem der Gewölberücken freigelegt war. Zuvor musste bereits festgestellt werden, dass das Gewölbe aus zwei ohne Verbund aufeinander liegenden Flachsichten Ziegeln besteht. Die Einwölbung des Abganges war gerissen, und zwar über die volle Breite und Tiefe des Mauerwerks.

Der Lösungsvorschlag kam vom Bauunternehmer Matthias Hohl:

- Sichern des Gewölbes
- Anheben
- Abtrag der Stirnwand bis zur klaffenden Fuge
- Überbetonieren eines bewehrten Betonriegels
- Gewölbe kraftschlüssig dabei anschließen
- und verankern

Bild 168. Vorschlag von M. Hohl zur kostengünstigen Sanierung des Gefahrenpunktes

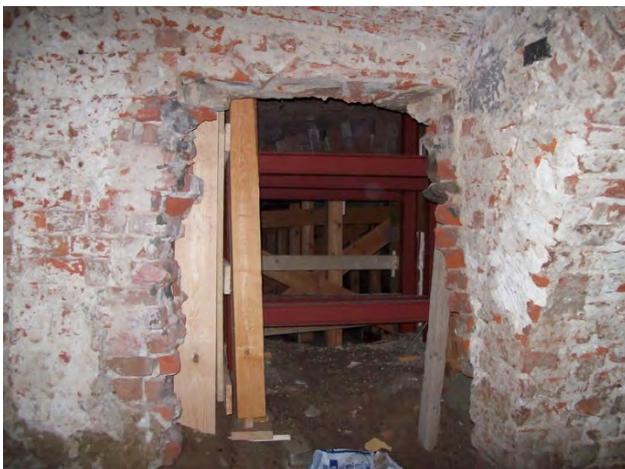
#### 4.3.6.3 Ergebnis

Die vorgeschlagene Sanierungslösung konnte so realisiert werden. Damit ist die Standsicherheit der Überdeckung des Abganges von -1.03 nach -1.02 wieder in vollem Umfange gegeben.

#### 4.3.7 Pos. II/4 – Kellerdurchgang -1.01 nach -1.05 – Einbruch Mittelwand Kernbau

##### 4.3.7.1 Ausgangssituation

An dieser Stelle war ursprünglich im Gebäude kein Durchgang vorhanden, muss nach Fundamentbefund aber im 20. Jh. eingebrochen worden sein. In Folge eines Wassereinbruchs war die Schildwand des Kellers R-1.01 eingestürzt mit der entsprechenden Ausbildung eines großen Nachfalltrichters in die Räume des EG. Die Situation war insofern ernst, dass sich hier zwei Etagen aufgehendes Mauerwerk über der Einbruchsstelle befanden.



*Bild 169. Einbruchsstelle/Durchgang; links von R-1.05 gesehen, rechts von R-1.01 gesehen*



*Bild 170. Verschalung mit Verschüttung, die herausrieselt (von -1.05 Ri. S)*

Im Vorfeld des Projektes wurde von den am Objekt Beteiligten immer davon gesprochen, das es sich bei diesem Einbruch um ein typisches Grundbruchversagen handeln würde. Nach genauer Inaugenscheinnahme der vorgefundenen Situation kann diese Vermutung nicht bestätigt werden. Grundbruch ist mit einem erheblichen Aufwölben des Bodens verbunden, der hier in keiner Weise festgestellt werden konnte.

Wie der Blick in den Mauerquerschnitt zeigt, sind es die mehrfach erwähnten Ausspülungen des Lehmörtels aus dem Feldsteinmauerwerk, die zum dem Versagen der tragenden Kellerwand geführt haben.

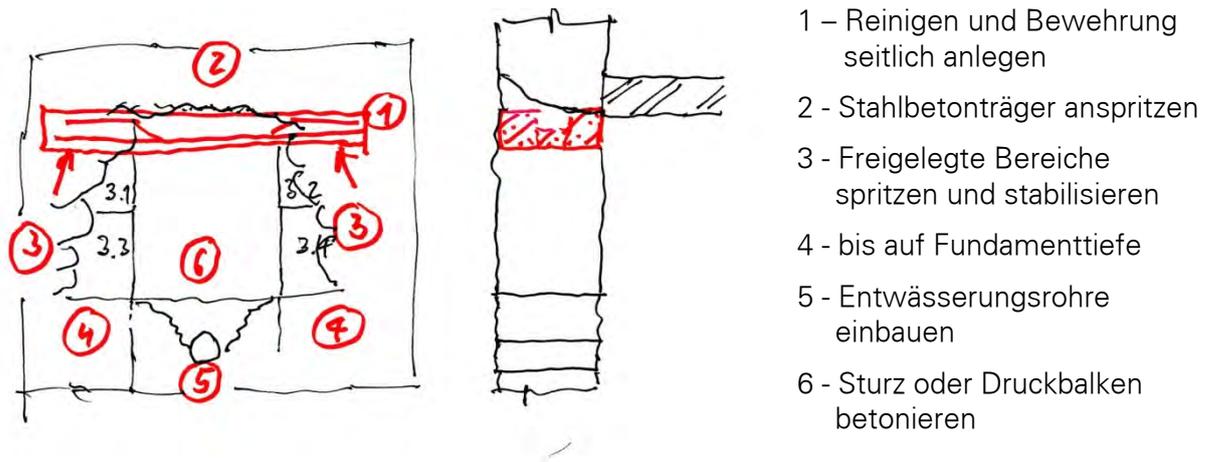


*Bild 171. Einbruchstelle/Durchgang -1-01 nach -1.05, mit Blick in den Wandquerschnitt Richtung Westen gesehen*

#### 4.3.7.2 Lösung

Tunnelbaumäßige Lösung wie bei Außendurchgang im eingestürzten Mauerbereich.

- Vom Erdgeschoss aus „Träger“ in der tragenden Innenwand einbetonieren
- Loses Material injizieren
- Wangen des Einbruchs spritzen und vorläufig stabilisieren
- Schrittweise die Einbruchsstelle von oben nach unten freilegen
- Aufbau soweit, dass Verblendung in Mauerwerk angebracht werden kann
- Stahlverbau rückbauen, sobald die darüber liegende Wand ausreichend untermauert ist
- Mit Ziegeln verblenden, Ziegelschale gut einbinden
- Nachinjizieren
- Anzuspritzendes und Aufzumauerndes mit GFK-Nadeln  $d_m=10$  oder 8 schubverankern
- Durchbruch in der „Schwelle“ abteufen und aufmauern sowie „Sturz“ überbetonieren



- 1 – Reinigen und Bewehrung seitlich anlegen
- 2 - Stahlbetonträger anspritzen
- 3 - Freigelegte Bereiche spritzen und stabilisieren
- 4 - bis auf Fundamenttiefe
- 5 - Entwässerungsrohre einbauen
- 6 - Sturz oder Druckbalken betonieren

Bild 172. Prinzipdarstellung der Arbeitsschritte zur Unterfangung der Mittellängswand

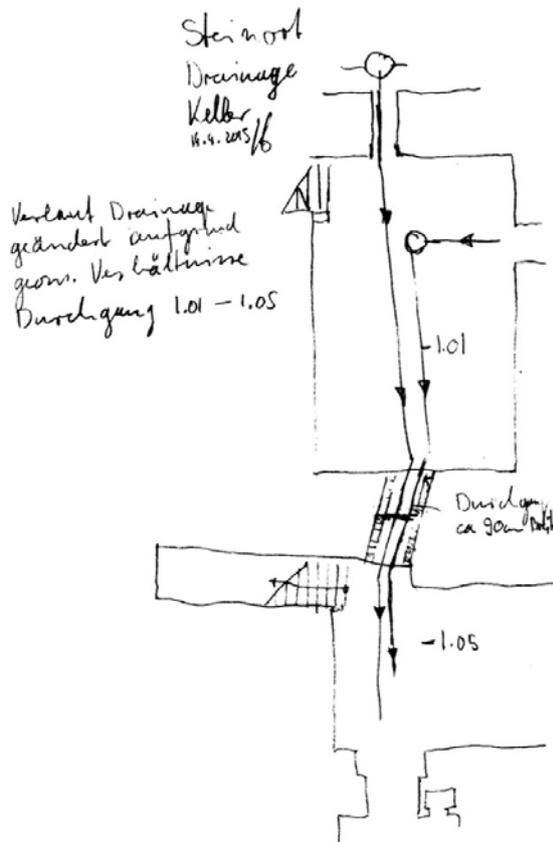


Bild 173. Lösungsansatz Leitungsführung im Grundriss des Kellers (Quelle: Matthias Hohl)

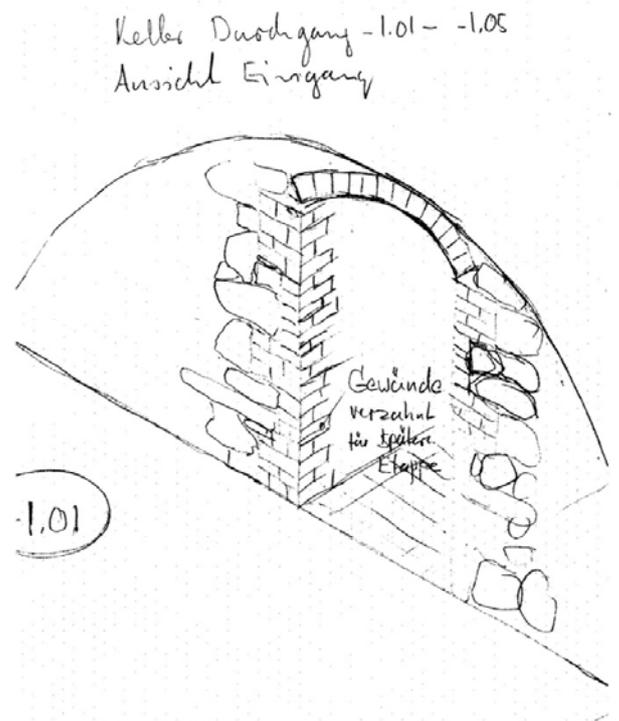


Bild 174. Eintritt in den Durchgang von Keller -1.01 aus (Quelle: Matthias Hohl)

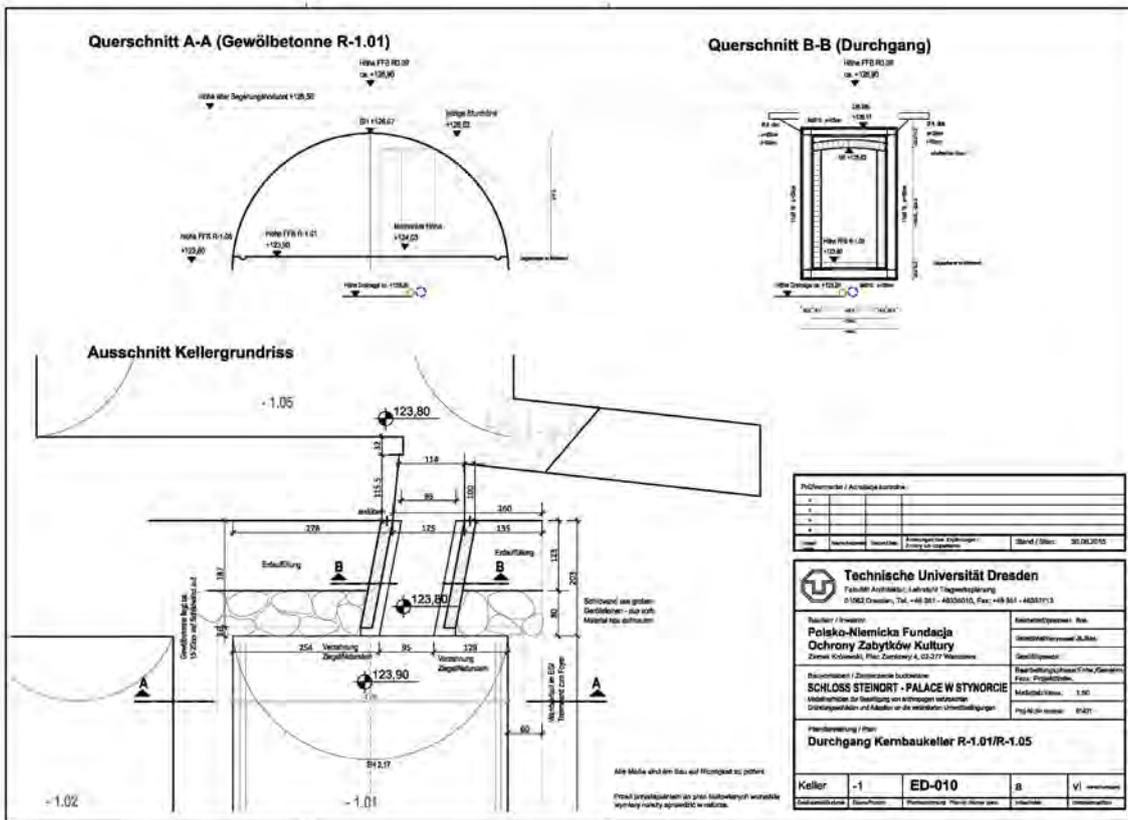


Bild 175. Detailzeichnung zum neuen Durchgang

#### 4.3.7.3 Zwischenschritte



Bild 176. Rohrgraben im Durchgang von -1.01 nach -1.05 gesehen

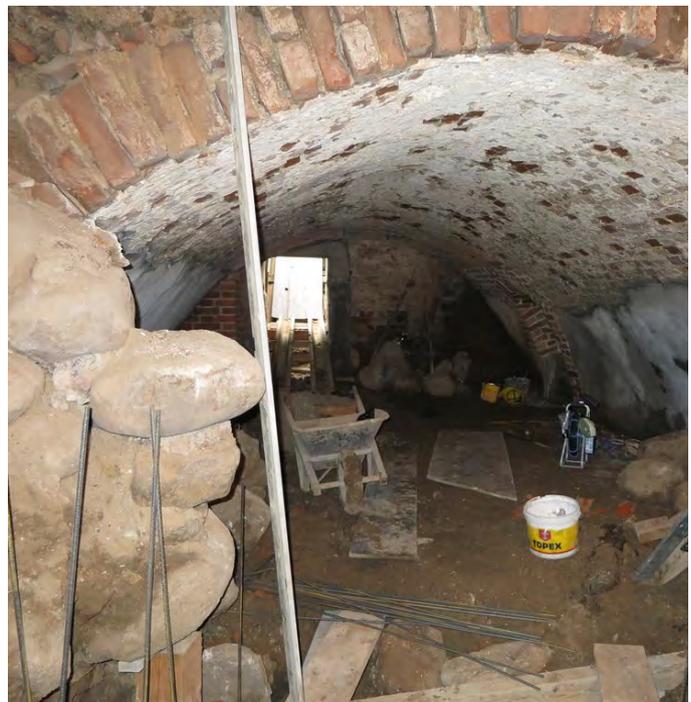


Bild 177. Blick von der Einbruchsstelle in Richtung Keller -1.01



*Bild 178. Fertiggestellte Sicherung der Mittellängswand*



*Bild 179. Blick aus -1.01 nach -1.05 mit gesicherter Mittellängswand*



*Bild 180. Eingeschalter Tunnel beim Bewehren der Decke*



*Bild 181. Ausgeschaltete Seitenwände und eingeschaltete Decke des „Tunnels“*

Nach Fertigstellung des neuen Tunnels und aufgrund der guten Ausführung ist inzwischen in Abstimmung mit der Denkmalpflege entschieden worden, den Durchgang in Beton sichtbar zu lassen und ihn nicht – wie ursprünglich vorgesehen – mit Ziegeln auszumauern. Dadurch wird die Zutat unserer Zeit deutlich sichtbar gemacht. Die geborgenen Feldsteine wurden für die Errichtung der Schildwand wieder verwendet.

#### 4.3.7.4 Ergebnis



*Bild 182. Blick in den neu errichteten Durchgang von Keller -1.01 nach -1.05 nach Fertigstellung und noch vor Einbau der Flächendrainage*

#### 4.3.8 Pos. II/5 - Unterhöhung der Außenwand R-1.06 (Richtung Park)

##### 4.3.8.1 Ausgangssituation



*Bild 183. Unterhöhung des Widerlagers des Bogens über dem Fenster*

#### 4.3.8.2 Lösung

Als Lösung kam hier nur das schichten-/lagenweise Unterspritzen mit Spritzbeton in Frage. Nur so konnte die Kraftschlüssigkeit bei Gewährleistung der Arbeitssicherheit garantiert werden. Die Unterhöhlung war ca. 1,20...1,50 m tief in Wandlängsrichtung nach SO.

#### 4.3.8.3 Ergebnis



*Bild 184. Ausgespritzte Unterhöhlung zur Stabilisierung der Kellerwand vor Freilegung von außen*

#### 4.3.9 Pos. III/1 – Verpressen der Fundamente

##### 4.3.9.1 Ausgangssituation

Die Fundamente sind de facto gegen das Erdreich angelegt worden. Eine klare Unterkante gibt es nicht. Es konnte auch keine Anlegesicht festgestellt werden. D.h., dass es eine sehr ungleiche Spannungsverteilung im Boden gibt. Lehm/Ton, der unter Druck steht, nimmt keine Feuchtigkeit auf, oder eben nur wenig. In den Bereichen, wo die Poren nicht unter Druck stehen, siedelt sich Wasser an und weicht den Boden auf. Das Ergebnis ist, dass das Fundament einsinkt.

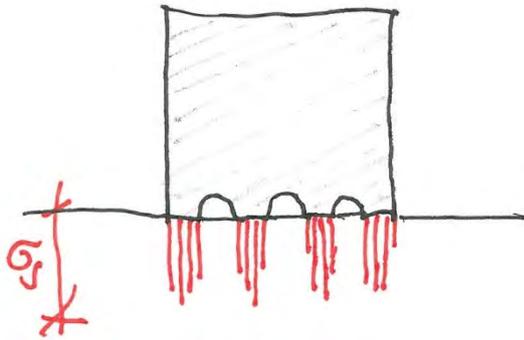


Bild 185. Spannungsspitzen unter den Aufstandsflächen

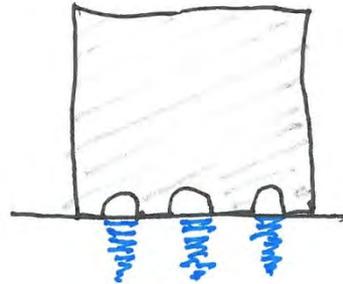


Bild 186. Spannungsfreie Bereiche nehmen Wasser auf und werden weich

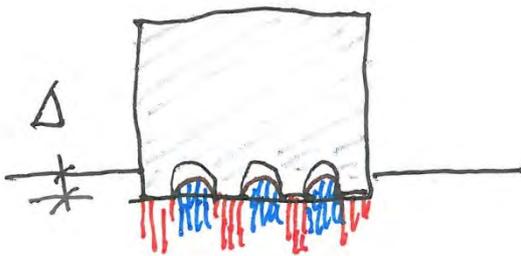


Bild 187. Das Fundament sinkt ein wegen der aufgeweichten Bereiche

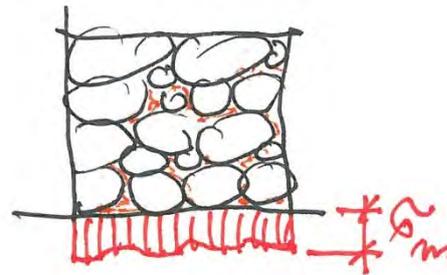


Bild 188. Die verpresste Fundamentunterkante ist zwar nicht eben, baut aber allmählich eine immer gleichmäßigere Spannungsverteilung auf.

Es ist letztlich nicht die Frage, ob die Fundamentunterfläche eben ist oder nicht. Es ist nur die Frage, ob diese (wellenförmig auftreten und gekrümmte Flächen sind) geschlossen Widerstand leistet. Die oben gezeigten Skizzen machen den Ansatz deutlich. Er tritt nur in Aktion, wenn Verformungen stattfinden. Der Istzustand wird damit nicht konfrontiert.

#### 4.3.9.2 Lösung

Die Lösung ist, nach den Grundsätzen des Verpressens von Hohlräumen im Mauerwerk vorzugehen.

#### 4.3.9.3 Zwischenschritte



*Bild 189. Bohren der Injektionslöcher*



*Bild 190. Messen der Bohrtiefe*



*Bild 191. Abkalfatern*



*Bild 192. Verpressen und Druck kontrollieren*

#### 4.3.9.4 Ergebnis

Das Ergebnis ist, dass alle Fundamentunterflächen gleichmäßig geschlossen sind und Widerstand gegen Einsinken leisten. Die Arbeiten mussten vor dem Verlegen der Flächendrainage durchgeführt werden.

Im Gegensatz zur sonst üblichen Vorgehensweise des Verpressens von unten nach oben, bestand hier nur die Möglichkeit, von oben zu verpressen, wobei nicht mit einem Rüssel, sondern einem längeren Schlauch gearbeitet (s. Bild 191 und Bild 192) wurde, der tief in das Bohrloch eingeführt und dann schrittweise gezogen werden konnte. Verwendet wurde MAPEI Antique I als Injektionsmaterial. Bei dieser Aufgabe erwies sich die hohe Fließfähigkeit als Vorteil, um tatsächlich alle Hohlräume zu schließen. Entsprechende Kontrollbohrungen wurden durchgeführt.

Am Ende konnten die Voraussetzungen für den in Bild 188 gezeigten Zustand hergestellt werden, der sich aber erst nach einem gewissen Zeitraum einstellen wird und erst bei weiteren Setzungen tatsächlich wirkt.



*Bild 193. Kompletter Verpress-Stand mit Schneckenpumpe*

## 4.4 Drainage und Regenwasserkanalisation

Im Vorfeld der Beantragung des Projektes war bereits ermittelt worden, dass nur ein Teil der nötigsten Arbeiten im Rahmen der DBU-Finanzierung durchgeführt werden kann, jedoch die komplette Planung dazu erfolgen soll.

Entsprechend der Zielstellung des Modellprojektes soll gezeigt werden, wie die maßgebenden Bemessungsgrößen unter Beachtung einer gewissen Vorschau und des Wertes des Bauwerkes ermittelt werden können.

### 4.4.1 Allgemeine Situation und Entwicklung

In Deutschland ist das Standardwerk für die Ermittlung von Regenspenden der KOSTRA-DWD-Bericht ([66], [67]), der in gewissen Zeitabständen aktualisiert wird. Er bildet die Grundlage für die Ermittlung der Regenspenden für die DIN 1986-100 [68], [70]. Der aktuelle KOSTRA-DWD-Bericht wertet die Regenereignisse in den Jahren von 1951 bis 2000 aus. In der Klimatologie ist eine Mittelwertbildung für einen Zeitraum von ca. 30 Jahren gebräuchlich. Die erste Auswertung umfasste den Zeitraum 1951 – 1980. Für die Neuauswertung ist der Zeitraum 1951 bis 2000 herangezogen worden. Prozentuale Abweichungen, die einen gewissen Trend erkennen lassen, wurden angegeben. Insgesamt wurde eine Zunahme der Starkniederschlagshöhen im Zeitraum 1951 – 2000 gegenüber 1951 – 1980 festgestellt ([66], S. 10). Es wird auch konstatiert, dass die Veränderungen im Zeitraum 1951 – 2000 gegenüber 1951 – 1980 deutlich größer sind.

Für die Ermittlung der Starkniederschlagshöhen in Polen sind die beiden Literaturstellen [63] und [64] maßgebend. Die Auswertung, auf die Bezug genommen wird, bezieht sich auf den Zeitraum 1960 – 1990 ([63], S. 15). Die Daten sind regional ausgewertet worden und regional abgestuft für die Regendauern zusammengefasst worden.

Dazu dienten die Daten von 20 Wetterstationen, deren Lage aus Bild 194 ersichtlich ist.

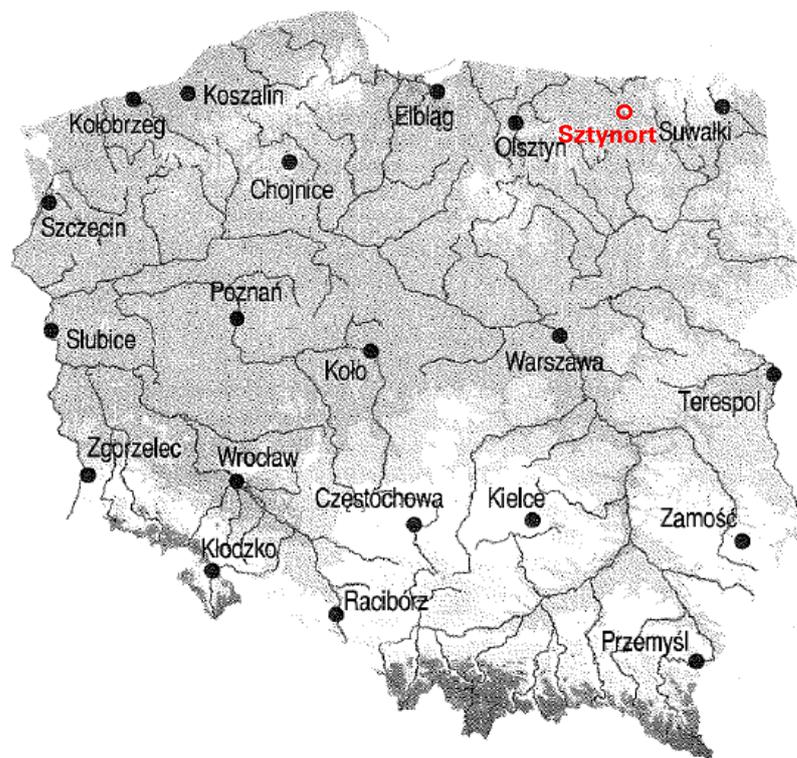


Bild 194. Lage der 20 Meteorologischen Stationen in Polen

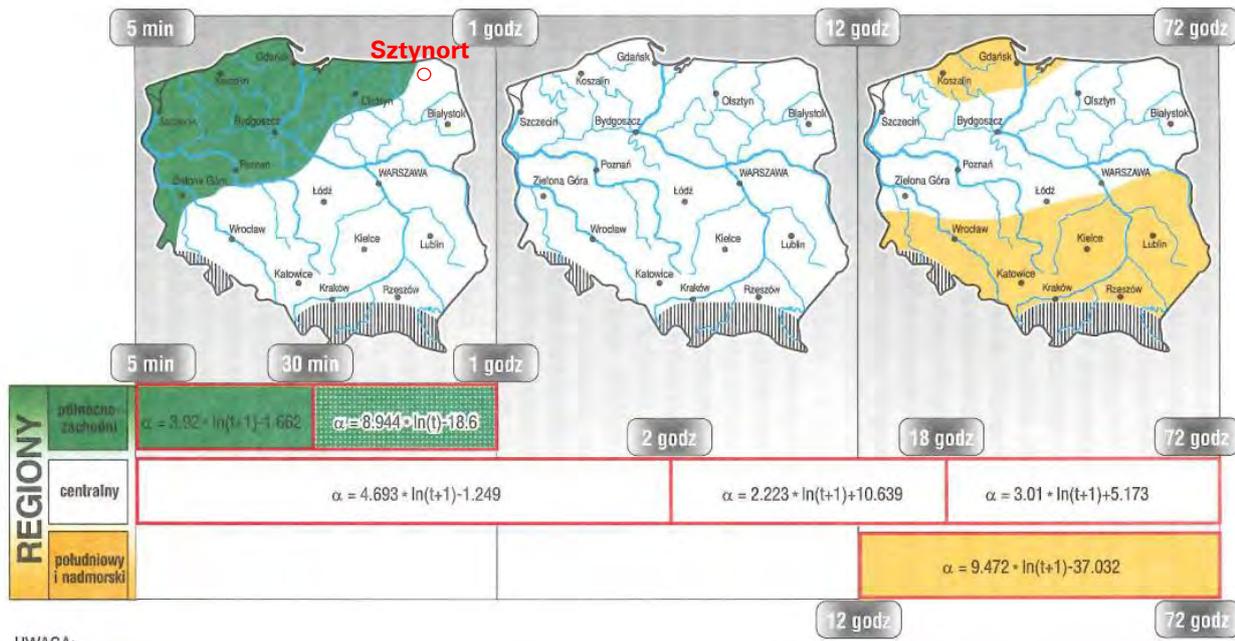


Bild 195. Regionen maximalen Niederschlages in Polen und zugehörige Gleichungen zur Berechnung der maßgebenden Regenspende abhängig von der Zeit

$$P_{max} = \varepsilon(t) + \alpha(t)(-\ln p)^{0,584}; \varepsilon(t) = 1,42 t^{0,33} \quad (1)$$

#### 4.4.2 Statistische Zusammenhänge

Hinsichtlich der Aufzeichnung von Wetterdaten und der statistischen Auswertung derselben bestehen zwischen Deutschland und Polen erhebliche Unterschiede. Auch ist die Ausbeute an Informationen beim polnischen Wetterdienst bei weitem nicht befriedigend gewesen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollte aber zumindest eine Strategie ausgearbeitet werden, wie mit Denkmalobjekten, die durch den Klimawandel bedroht werden, zukünftig umzugehen ist.

Um die vorgenommenen Ableitungen verständlich zu machen, werden hier kurz die Zusammenhänge dargestellt, die den polnischen Arbeiten und Daten zugrunde liegen.

#### 4.4.3 Ermittlung der Bemessungsdaten für die Dimensionierung

##### 4.4.3.1 Vorhandene Datenbasis für das Projekt

Vom polnischen Wetterdienst konnten keine konkreten Daten zum Standort Steinort zur Verfügung gestellt werden. Umliegende Wetterstationen zeichnen nicht in der gewünschten Frequenz auf, aus der Starkniederschlagsereignisse (Definition s. [67], [72]) erkennbar sind. Aus den Aufzeichnungen von 20 Wetterstationen in Polen, die mit der entsprechenden Dichte aufzeichnen, wurden die Daten auf der Basis der o.g. Publikationen verallgemeinert und sind entsprechend der Region für den jeweiligen Ort dann anwendbar.

INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ  
NISTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
ul. Podleśna 61, tel. 22 56 94 100  
01-673 WARSZAWA  
000080507

Enc. to OGI-NP-626 /PFms-543/2015

**The probability of maximum precipitation [mm] of definded duration for  
Sztynort (the coordinates 54.134200°N, 21.6799298°E).**

Duration of precipitation	Precipitation for period of repetition = 10 years	Precipitation for period of repetition = 20 years
10 minutes	19,3 mm	22,0 mm
15 minutes	22,7 mm	25,9 mm
30 minutes	28,6 mm	32,7 mm
60 minutes	34,8 mm	39,7 mm
120 minutes	41,6 mm	47,3 mm
180 minutes	44,0 mm	50,0 mm
720 minutes	53,7 mm	60,5 mm
1440 minutes	59,8 mm	67,1 mm

Developed on the basis of the methodology contained in the publication:  
E. Bogdanowicz, J. Stachý, 1998, The maximum rainfall in Poland. Design  
characteristics. Research materials, series: Hydrology and Oceanography. IMGW.

KIEROWNIK  
ZESPOŁU EKSPERTYZ, OPINII I UDOSTĘPNIANIA DANYCH  
*Włlcu*  
mgr Sławomir Wereski

Bild 196. Vom polnischen Wetterdienst bereitgestellte Daten für den Standort Sztynort

#### 4.4.3.2 Wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen und Stand in Polen

Datenbestand, Auswertungen und verwendetes Modell sind in [63] sowie in [64] in polnischer Sprache beschrieben. Das Gegenstück in Deutschland dazu sind die beiden Berichte zu KOSTRA [66] und [67]. Während die Daten für Deutschland relativ gut für den Anwender exzerpierbar sind, ist das für Polen nicht möglich. Hier stellt man gewöhnlich einen Antrag an das polnische Amt für Meteorologie in Warschau und erhält dann auf der Basis von [64] eine Auswertung für den konkreten gewünschten Standort. Trenderaussagen waren dabei nicht möglich. Auch spezielle Wünsche hinsichtlich der Wiederkehrperiode konnten nicht vorgebracht werden.

Aus diesem Grunde wird hier versucht, die Ermittlung der fehlenden Aussagen aus [63] und [64] abzuleiten.

In der Regel werden Starkniederschlagsmengen  $P_{\max}(t, p)$  für Zeitdauern von 5 min bis 3 Tagen angegeben. Die kurzen Zeitdauern sind für die Bemessung des Kanalnetzes maßgebend, die längeren bis zu drei Tagen sind für die Beurteilung möglicher Flutrisiken maßgebend. Jährliche Starkniederschlagsmengen (jährliches Maximum) sind in [64] für Zeitdauern von 5 min bis 72 Stunden ausgewertet worden (14 Zeitintervalle), und zwar für den Zeitraum 1960-1990 an 20 meteorologischen Stationen. Der Wert gibt die maximale Regenmenge in einem bestimmten Zeitraum  $t$  an unabhängig davon, wann er über das Jahr auftritt. Diese Daten werden auf der Grundlage der Empfehlungen der Weltorganisation der Meteorologen WMO aufgezeichnet und ausgewertet (Guide to Hydrological Practice [64]).

Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Starkregenmengen innerhalb einer bestimmten Zeitdauer (DDF Kurven) hängen in der Regel vom Zeitintervall ab. Die Wahrscheinlichkeit  $P_{\max}(t)$ , dass das Jahresmaximum für die Starkregenmenge über ein Zeitintervall  $t_d$ , gleich oder größer als der spezifische Wert  $x$  ist, kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$P(P_{\max}(t) \geq x | t = t_d) = 1 - F(P_{\max}(t) | t = t_d) \quad (2)$$

Das Ziel ist es nun, die Wahrscheinlichkeitsverteilung (P oder F) auf der Grundlage der Regendaten für verschiedene Zeitintervalle zu finden [63]. Hier ist das notwendig, um aus den übergebenen Daten die für die benötigten Zeitintervalle zu finden. D.h., dass für jede Station der Auswertung eine Datenserie für die Starkregen für jedes individuelle Intervall (5 min, 10 min, etc.) pro Jahr vorhanden sein muss. Wenn alle Daten aller Stationen die Maximalwerte für ein spezielles Intervall oder eine bestimmte Zeitdauer zusammengenommen werden, kann man sie auswerten und eine passende Verteilung finden und beschreiben.

Um für die einzelnen Regionen zutreffende Aussagen machen zu können, sind anhand der Regendaten drei unterschiedliche Regionen in Polen gebildet worden. Die Regionen sind in Bild 195 farblich unterschiedlich (grün, weiß und gelb) dargestellt. Geographische, klimatologische und hydrologische Analysen haben diese Unterscheidung ergeben:

1. Nord-Westen mit niedrigen kurz dauernden Starkregenfällen von 5-30 Minuten,
2. Süden mit dem Bereich der Küste im Norden, wo lang andauernde Regenfälle mit hoher Menge vorkommen, die 12 bis 72 Stunden dauern
3. Zentralpolen mit territorial veränderlichen Niederschlagsmengen und Regendauern von 5 Minuten bis 72 Stunden.

Ausgenommen sind bei der Behandlung die Gebirgsregionen.

Es ist angenommen worden, dass die jährliche maximale Niederschlagshöhe einer Weibull-Verteilung folgt (Extremwertverteilung Typ III [101]). Dazu sind drei Parameter notwendig, mit denen diese Verteilung definiert wird:

$\varepsilon$  - unterer Grenzwertparameter,

$\alpha$  - Parameter zur Skalierung

$\lambda$  - Formfaktor

Die Wahrscheinlichkeitsverteilung nimmt dann die Form

$$P(P_{\max}(t) \geq x | t = t_d) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{x - \varepsilon}{\alpha} \right)^\lambda \right] \quad (3)$$

an.

Bei der Auswertung der maximalen Regenfälle gibt es zwei wichtige Parameter, die Wiederkehrperiode und die Dauer des Regenfalls. Die Wiederkehrperiode kann definiert werden als die Wahrscheinlichkeit des Auftretens innerhalb einer bestimmten Zeitspanne von Jahren oder umgekehrt die Wahrscheinlichkeit des Eintretens innerhalb eines Jahres, bei einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens im Laufe eines Jahres  $1/50 = 0,02$  ist. Die zweite Variable ist die Dauer des Regens. Die Funktion muss den Regen auf der Basis dieser zwei Parameter beschreiben können. Auf diese Weise lässt sich der Regen für eine bestimmte Wiederkehrperiode und Dauer bestimmen.

Bei der Auswertung für den Starkregen wird dann die Wiederkehrperiode als Wahrscheinlichkeitswert und die Dauer des Regens bei der Berechnung der Weibull-Parameter eingeführt.

Der Starkregen für die Region um Steinort kann so formelmäßig ausgedrückt werden mit:

$$\text{Maximum rainfall, } P_{\max} = \varepsilon(t) + \alpha(t) \cdot (-\ln(p))^{0.584} \quad (4)$$

mit  $\varepsilon(t) = 1.42 \cdot t^{0.33}$  und  $\alpha = 4.693 \cdot \ln(t + 1) - 1.249$  (für  $t$  von 5 min bis 2 Stunden)

Mit anderen Worten gesagt, wenn eine bestimmte Dauer zu berücksichtigen ist (z.B. 5 min), werden die entsprechenden Parameter der Verteilung berechnet. Das Ergebnis ist dann die Verteilung der Starkregen mit der spezifischen Regendauer. Für die Berechnung der Starkregenhöhe mit 5 min Dauer in einer bestimmten Wiederkehrperiode von z. B. 50 Jahren entspricht der Wert der Wahrscheinlichkeit von  $1/50$ ; d.h. dieser 5-min-Regen tritt einmal in 50 Jahren ein.

Diese Auswertung kann auch mit direkten Daten von umliegenden Wetterstationen durchgeführt werden, indem dort die Regenhöhe in Intervallen von 5 min, 10 min usw. aufgezeichnet und ausgewertet werden. So können bei direkter Auswertung der Daten die Verteilungsfunktionen bestimmt werden, was sicher ein präziseres Ergebnis erbringt. Das war allerdings für Steinort nicht möglich, da diese kurzen Zeiträume der Regenhöhe in den umliegenden Wetterstationen nicht verfügbar waren.

Auf der Basis der beschriebenen Zusammenhänge wurde die Datentabelle vom polnischen Wetterdienst gem. Bild 196 ergänzt und erweitert. Das Ergebnis ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 Ergänzung der Daten nach Bild 196 für weitere Regendauern und Wiederkehrperioden nach [63] und [64]

Maximaler Regen, $P_{\max} = \varepsilon(t) + \alpha(t) \cdot (-\ln(p))^{0.584}$ (mm)														
	t (minute)													
Wiederkehrperiode (a)	5		10		15		20		25		30			
Dimension	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)	mm	l/(s·ha)
50	19,1	638,2	26,3	438,2	30,8	342,0	34,1	284,0	36,7	244,7	38,9	216,0		
30	17,9	596,7	24,6	409,2	28,7	319,3	31,8	265,1	34,3	228,4	36,3	201,6		
25	17,4	581,2	23,9	398,4	28,0	310,8	31,0	258,1	33,3	222,3	35,3	196,2		
10	14,9	497,3	20,4	339,8	23,8	264,9	26,4	219,8	28,4	189,4	30,1	167,2		
5	12,7	424,0	17,3	288,6	20,2	224,7	22,4	186,5	24,1	160,6	25,5	141,8		
2	9,0	301,5	12,2	203,0	14,2	157,7	15,7	130,7	16,9	112,6	17,9	99,4		
1	3,3	108,9	4,1	68,4	4,7	52,1	5,2	43,0	5,6	37,0	5,9	32,8		

Die Umrechnung von mm/min auf l/(s·ha) erfolgt nach der bekannten Beziehung (vgl. [65])

$$1 \text{ mm/min} = 1666,666 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \quad (5)$$

Das nachfolgende Bild zeigt die Zunahme der Regenspende mit der Regendauer und der Jährlichkeit.

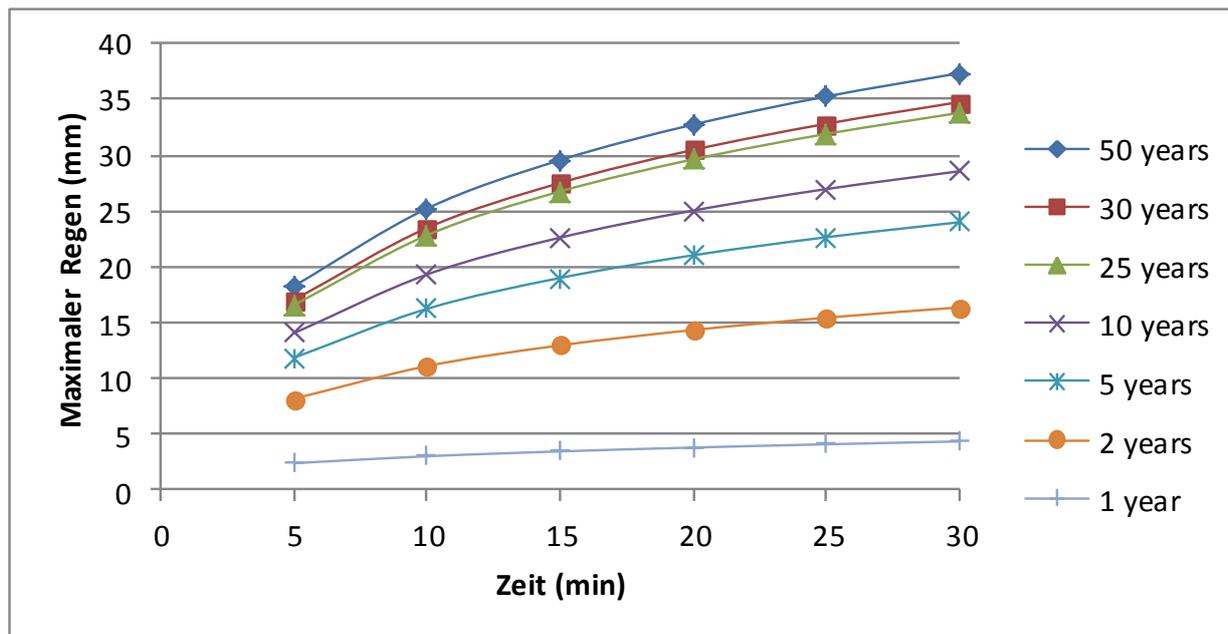


Bild 197. Grafische Darstellung der Regenmengen in Abhängigkeit von der Dauer und der Wiederkehrperiode nach [63] und [64]

#### 4.4.3.3 Bewertung der Datenbasis und Trends

Der polnischen Auswertung der Wetterdaten sind keine Trends zu entnehmen. Die in KOSTRA-DWD aufgezeigten Zunahmen von Regenspenden sind damit in den angegebenen bzw. berechneten Werten nicht enthalten. Wie das bereits im Antrag enthaltene Diagramm zeigt, nehmen die Jahresniederschläge sukzessive zu. Der Mittelwert hat sich beispielsweise für Ketzryn von

- 1982: 550 mm/a auf
- 2012: 630 mm/a

erhöht (s. Bild 198). Das entspricht einer jährlichen Zunahme von 2..3 mm bzw. relativ gesehen 0,45 % (genauer Absolutwert 2,67 mm).

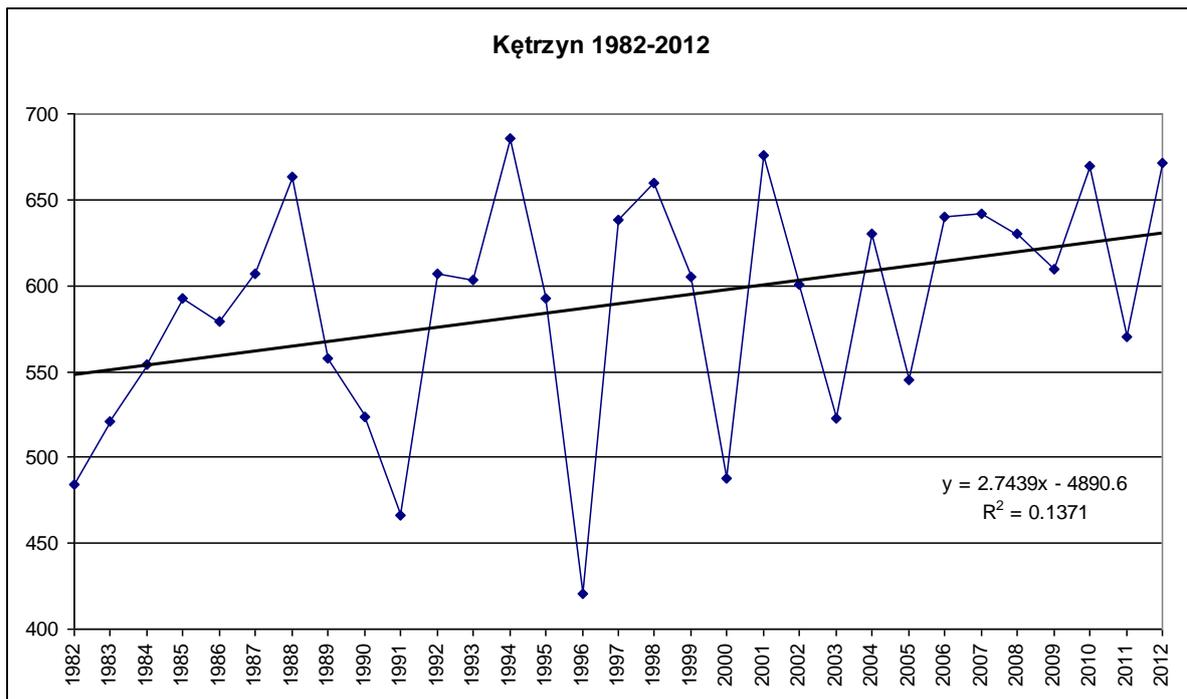


Bild 198. Jahresniederschläge, gemessen an der Wetterstation Kętrzyn [mm; Jahre]

Da keine Einzeldaten für die Regendauern und ihre Wiederholung vorliegen, ist eine Verallgemeinerung dieses Trends auf die Bemessungsregenspenden fraglich, aber trotzdem legitim. Es kann durchaus sein, dass die Häufigkeit der Starkregen zunimmt, ohne dass die Menge der einzelnen Spende über die Jahre zunimmt. Dazu muss normalerweise eine Auswertung genauer Daten über bestimmte Zeiträume, so wie in [66] geschehen, erfolgen.

Um hier auf der sicheren Seite zu liegen, wird diese Erhöhung in die Regenspenden eingerechnet, und zwar wird dazu der Wert von Gl. (1) um die zu erwartende lineare Steigerung angehoben.

$$P_{max,+Δ} = \delta \cdot (\varepsilon(t) + \alpha(t) \cdot (-\ln(p))^{0,584}) \quad (6)$$

Die Datenbasis in Polen, die zur Verfügung gestellt wurde, stammt aus dem Zeitraum bis 1990. Bei einer Prognose bis 2065 – d.h. 50 Jahre Funktionsfähigkeit von 2015 an gerechnet – ergibt sich der Faktor  $\delta$  zu

$$\delta = 1 + (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) = 1 + (0,145 + 0,072) = 1,217 \quad (7)$$

Dabei sind  $\varepsilon_1$  die prozentuale Erhöhung in der Zeitperiode 1 und  $\varepsilon_2$  die prozentuale Erhöhung in der Zeitspanne 2, errechnet aus dem allgemeinen Trend (s.o. oder [66])

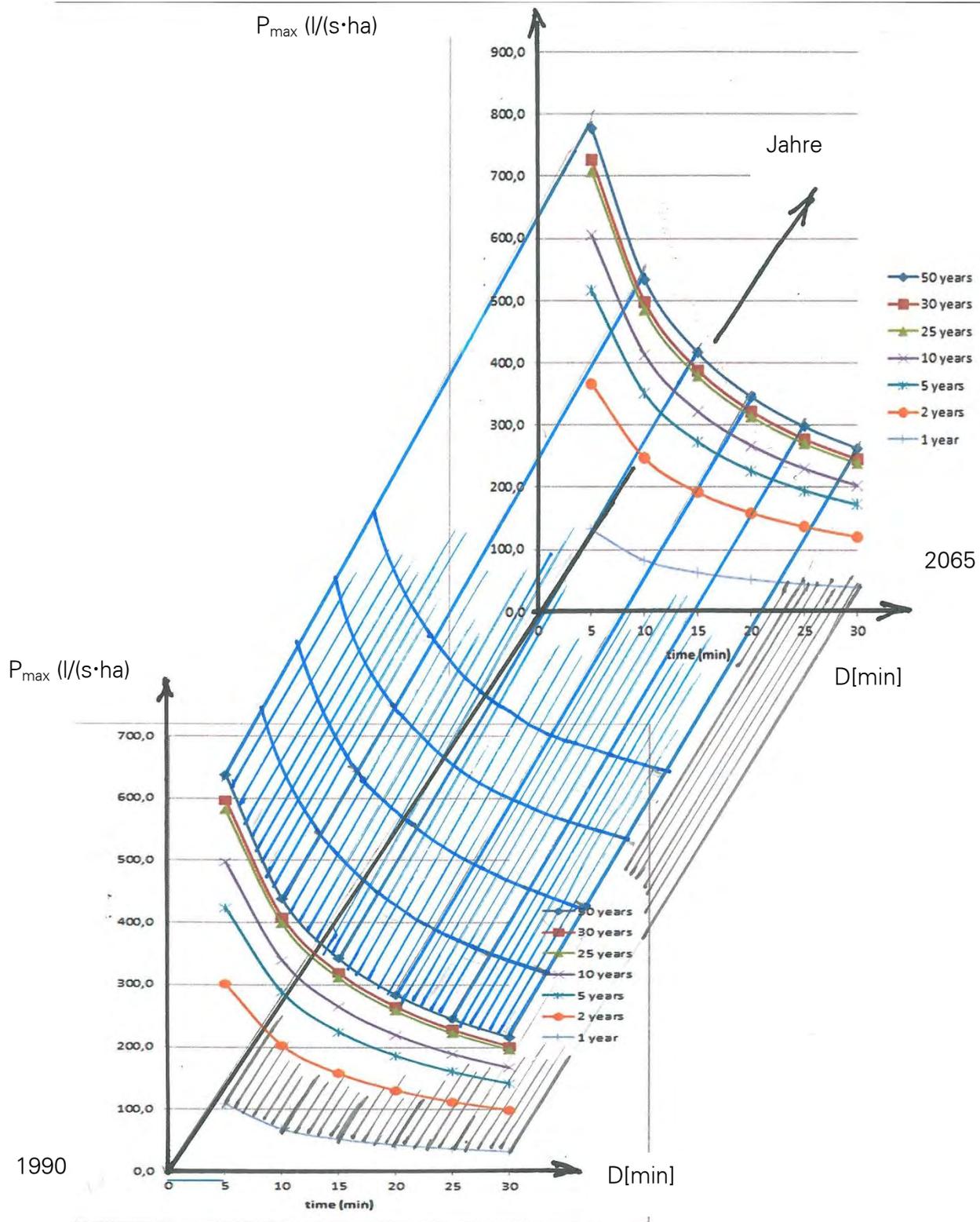


Bild 199. Darstellung der Entwicklung der Regenspenden bis 2065 auf der Basis des empirischen Ansatzes zur Berücksichtigung eines Trends

Tabelle 7 Maximale Starkregenspende für 2065 prognostiziert in l/(sha)

Maximaler Regen, $P_{\max}=1,217 \cdot 166,667 \cdot (\varepsilon(t) + \alpha(t) \cdot (-\ln(p))^{0.584})$ (l/(sha))							
	t (minute)						
Wiederkehr- periode (a)	5	10	15	20	25	30	
Dimension	l/(s · ha)						
50	776,7	533,3	416,2	345,6	297,7	262,8	
30	726,1	498,0	388,6	322,6	277,9	245,3	
25	707,3	484,9	378,3	314,1	270,5	238,8	
10	605,2	413,5	322,3	267,6	230,5	203,5	
5	516,0	351,2	273,5	226,9	195,5	172,6	
2	367,0	247,1	191,9	159,1	137,0	121,0	
1	132,5	83,3	63,5	52,3	45,1	39,9	

Es wird davon ausgegangen, dass der Trend gemäß Bild 198 von 1990 an sich bis 2020 fortsetzt und danach bis etwa 2065 sich halbiert. Der Trend sollte i.A. aus der Entwicklung der Starkregenspenden ermittelt werden (s. [66], hier mangels ausreichender Daten aus der Entwicklung der Jahresniederschläge abgeleitet).

Es ergibt sich somit eine für die Bemessung anzusetzende Regenspende von

$$r_{5,50} = 776,7 \frac{l}{s \cdot ha} \quad (8)$$

Es muss gesichert sein, dass bei Anhalten des allgemeinen Trends in der Region die maximale Regenspende auch in 50 Jahren noch von dem Entwässerungssystem aufgenommen werden kann.

Für die Drainage sind die heute üblichen Bemessungswerte um den Faktor gem. Gl. (7) zu erhöhen. Zur Ermittlung des Faktors  $\delta$  für die Drainage kann aus der Sicht der Autoren der Trend der Entwicklung der Jahresniederschläge empirisch zugrunde gelegt werden.

#### 4.4.3.4 Schlussfolgerungen

##### Regenwasserkanalisation

- Verwendung der 50-Jahres-Wiederkehrperiode im Falle von Einflüssen auf den Boden und damit auf die Standsicherheit (bei direktem Einfluss auf die Standsicherheit 100 Jahre)
- Verwendung der 5-min-Starkregenspende
- Berücksichtigung des Trends über die nächsten 50 Jahre, abgeleitet aus dem Trend der letzten 30 Jahre

##### Drainage

- Erhöhung der üblichen Bemessungswerte um die aus dem Trend abzuleitende Erhöhung für die nächsten 50 Jahre

#### 4.4.4 Vorgehen bei der Planung

Nachdem bereits im Antrag wesentliche theoretische Grundlagen angeführt worden waren, lag der Schwerpunkt in der ersten Projektphase darauf, die geometrischen und statischen Randbedingungen auszuloten und abzustimmen. Zugleich sollte der Aufwand sehr konkret untersetzt werden, um die Beantragung eines Folgeprojektes beim polnischen Kulturministerium zu ermöglichen.

Zuerst wurden alle vorhandenen Unterlagen und Planungen aus der Vergangenheit sowie der Bestand nochmals analysiert. Ein wichtiger Gesichtspunkt war dabei, eine sehr aufwendige Unterfangung des Gebäudes zu vermeiden und die Drainage etwa in Höhe UK Fundamente zu führen.

In dieser Phase wurde es als ausreichend angesehen, die Bemessung überschläglich durchzuführen und die Prognosen über Sicherheitszuschläge erst einmal einzuführen.

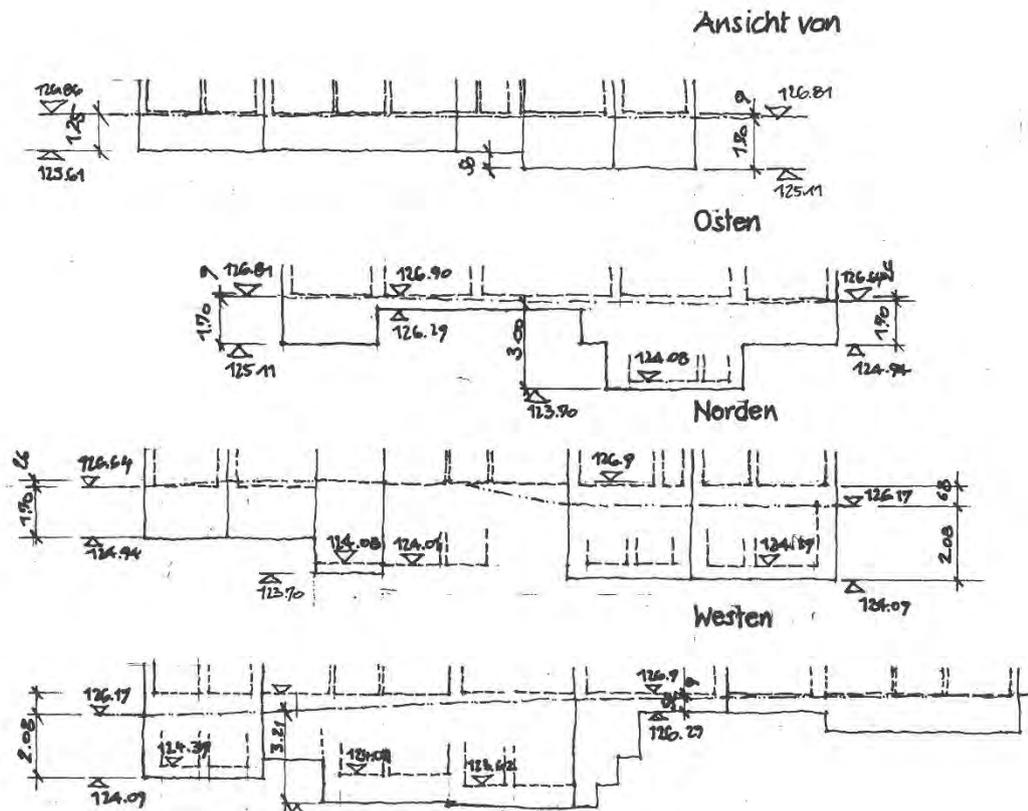


Bild 200. Arbeitszeichnung zur Lage der Fundamentunterkanten und der Geländeoberkanten, entwickelt aus allen verfügbaren Unterlagen und eigenen Ermittlungen

#### 4.4.5 Bestimmung der Fundamentunterkanten

Zunächst mussten die Fundamentunterkanten bestimmt und in einem Zeichnungssatz mit einheitlichem Höhenbezug zusammengetragen werden (siehe Abschn. 4.1.1, Zeichnung Bild 200 hier zum besseren Verständnis wiederholt).

Die Frostüberdeckung von 1,40 m für die Drainage und die Regenwasserkanalisation kann in den Bereichen, wo sich keine Keller befinden, nicht gewährleistet werden. Bei beiden war überlegt worden, ob diese dann im Winkel von 30 Grad weiter weg und damit tiefer gelegt werden.

Da bereits bei den ausgeführten Bereichen an „Abtreppungen“ (genau genommen sind es keine Treppen, sondern ein kontinuierlicher Verlauf der Fundamentunterkante) angeschlossen werden musste, ist die Variante „Tieferlegen ohne Winkel“ erprobt worden. Sie lässt sich nur dort realisieren, wo der Lehmboden trocken und fest ist und fast Gesteinsart annimmt. Es ist dann beim Verfüllen eine Proktordichte von 95 % zu erreichen, um etwa den ungestörten Zustand zur Lastausbreitung wieder herzustellen. Der dabei erzeugte horizontale Verdichtungserddruck ist unschädlich, da kein Mauerwerk, sondern eben Erdreich entgegensteht. Die Freilegung sollte auf einer Länge von max. 2,5...3 m erfolgen.

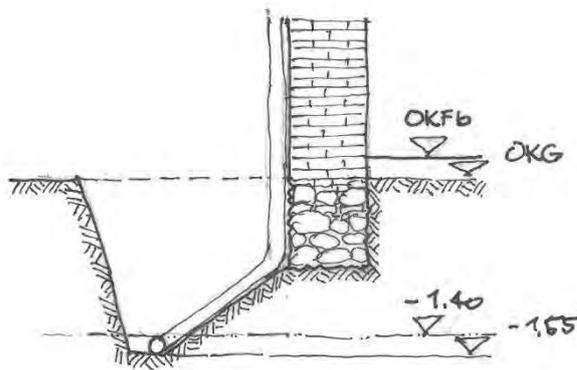


Bild 201. Variante „Tieferlegen unter einem Winkel“ (hier  $\alpha = 30^\circ$ )

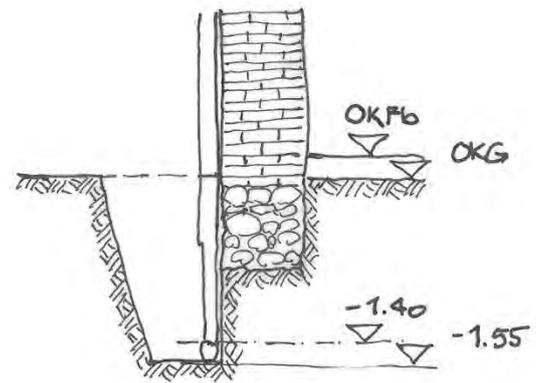


Bild 202. Erprobte Variante bei stehendem Boden

#### 4.4.6 Entwurfsplanung der Drainage und Regenwasserkanalisation

Mit Hilfe des Planes für die Fundamentunterkanten ist dann ein erster Entwurf für die Leitungsführung erarbeitet worden, der vorerst von einer überschläglichen Bemessung ausgeht. Überschläglich ist insofern zu verstehen, dass die Spendengröße mit einem Faktor belegt worden ist, der ein Nachjustieren auf der Basis probabilistischer Berechnungen und Bemessungen erlaubt. Die Einzugsflächen sind dahingegen genau berechnet worden, wie z.B. die Dachflächen und die Abflussmengen für die jeweiligen Fallrohre.

Die Drainage wird mit einem Gefälle von 0,5 % verlegt, die Regenwasserkanalisation mit 1,5%.

Es sind dann verschiedene Varianten hinsichtlich der Kanalführung und der Anzahl der notwendigen Schächte betrachtet worden.

Der jetzt erreichte Stand der Planung sieht vor, den nichtunterkellerten Bereich vorläufig liegen zu lassen und zuerst den unterkellerten Bereich in Angriff zu nehmen. Dabei soll zunächst die Flächendrainage in den Kellern (soweit möglich) eingebaut und nach außen geführt werden, sodass nötigenfalls von außen abgepumpt werden kann. Ziel ist es jedoch, den unterkellerten Bereich bis zum Winter fertig zu stellen und in funktionstüchtigen Zustand zu versetzen. Die Verhandlungen mit dem polnischen Ministerium für Kultur sind dazu in vollem Gange.

Als nächster Schritt ist die Überprüfung der bisherigen Planungen auf Genehmigungsfähigkeit nach polnischen Gepflogenheiten vorgesehen. Die bisherige Lösung musste wegen zu hoher Kosten nochmals optimiert werden, was z.B. durch Reduzierung der Anzahl der Schächte und Verziehen erreicht werden konnte. Dies wäre zu prüfen. Ggf. können für einen Interimszustand Ausnahmen zugelassen werden.



Den bisherigen Arbeiten lagen und liegen die europäischen Vorschriften mit ihren nationalen Anhängen (soweit maßgebend) zu Grunde. Der deutsche Stand der Technik und des Wissens ist eingeflossen.

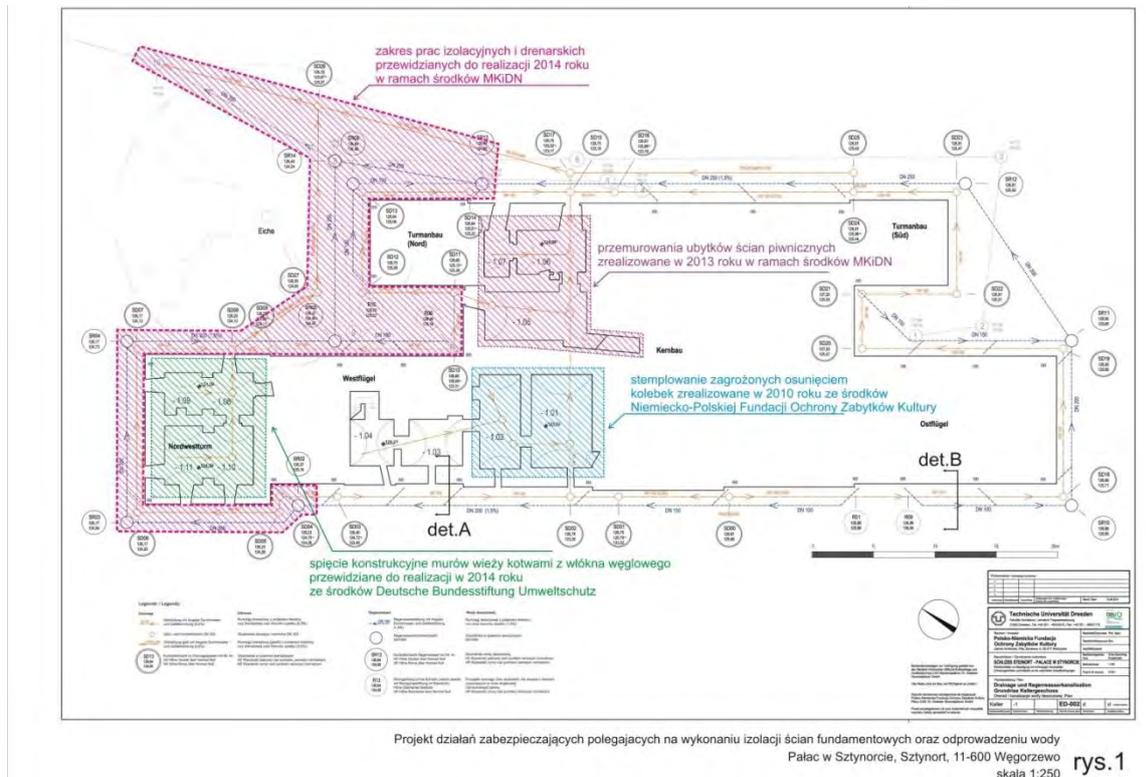


Bild 205. Zwischenstand der Entwurfsplanung mit Teilung der Abschnitte (im Zuge der Ausführungsplanung neu festgelegt)

In zwei Kellerräumen sind Absteifungen der Gewölbe im Wege (blauer Bereich in Bild 205). Hier war vorher die Sanierung der Gewölbe durchzuführen.

#### 4.4.7 Dimensionierung

Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen werden Entwässerungssysteme nicht so ausgelegt, dass mit Auftreten von Starkregen ein absoluter Schutz vor Überflutungen und Vernässungen zu rechnen ist. Ansonsten würden die Kosten eine nicht vertretbare Größenordnung annehmen und/oder ggf. die Rohrsysteme für den täglichen Fall derart überdimensioniert sein, dass die Abflussgeschwindigkeit nicht mehr ausreichend ist.

In DIN EN 752, die für Entwässerungssystem außerhalb von Gebäuden gilt, wird die Überflutungshäufigkeit als Maß für den Überflutungsschutz von Entwässerungssystemen vorgegeben. Sie stellt die Häufigkeit von Überflutungen dar, bei denen das Regenwasser aus dem Entwässerungssystem austritt oder von diesem nicht mehr aufgenommen werden kann. Es fließt dann oberflächlich ab, z.B. in Kellerräume oder tieferliegende Gruben. Die Folgen eines derartigen Ereignisses sind am Schloss Steinort bekannt.

Die Anforderungen an den Überflutungsschutz sind unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten festzulegen. Dabei spielen die bauliche Nutzung und das jeweilige Gefährdungspotential eine wichtige Rolle ([70], S. 254 ff.). Insofern kann die angegebene Norm nur eine Hilfestellung geben.

Bei der Gebäude- und Grundstücksentwässerung sind die Schutzziele klar zu definieren. Schutzziele am Schloss Steinort sind:

- Verhinderung der Überflutung der Keller
- Verhinderung eines dauerhaften Aufweichens des Bodens

Grund dafür ist die mit den genannten Phänomenen einhergehende Standsicherheitsgefährdung, die jedoch nicht im unmittelbaren Überflutungsfall eintritt, sondern erst dann, wenn sie häufig auftritt und die dann notwendige separate Wasserabführung z.B. durch Abpumpen nicht sofort realisiert werden kann.

Es wird unter Abwägung der Schadensfolgen und des Wertes des Gebäudes festgelegt, einen

### **50-Jahresregen $r_{(5,50)}$**

der Bemessung zugrunde zu legen, was jedoch

voraussetzt, dass **unmittelbare Maßnahmen im Überflutungsfalle** vorgesehen sind und umgehend eingeleitet werden können. Das bedeutet eine Wahrscheinlichkeit des Eintretens von 2 % in einem Jahr.

#### a) Regenwasser

Die Regenwasserleitungen werden nach dem (maximalen) Regenwasserabfluss  $Q_r$  in l/s bemessen, der für die angeschlossene horizontale Niederschlagsfläche nach folgender Formel ermittelt wird:

$$Q_r = r_{(D,T)} \cdot C \cdot A \cdot \frac{1}{1000} \quad \text{in l/s} \quad (9)$$

$Q_r$  Regenwasserabfluss in Litern je Sekunde (l/s)

$r_{(D,T)}$  Berechnungsregenspende in Litern je Sekunde und Hektar (l/(sha)) berechnet auf statistischer Grundlage,

A wirksame Niederschlagsfläche (Projektion der Dachfläche horizontal gemessen) in Quadratmetern (m<sup>2</sup>)

C Abflussbeiwert abhängig von der Art der Niederschlagsfläche (zwischen 0,0 und 1,0) nach Tab. 9 der DIN 1986-100 [68] (S. 265)

Die Berechnungsspende ist die Wassermenge, die für ein bestimmtes Regenereignis angesetzt wird (Regendauer, Regenhäufigkeit). Sie wird mit  $r_{(D,T)}$  bezeichnet und ist ein nach Regendauer (D) und Jährlichkeit (T) definiertes Regenereignis und wird auf Basis statistischer Erhebungen ermittelt. Für die Bemessung wird gewöhnlich eine Regendauer von mindestens  $D = 5$  min berücksichtigt.

Die Jährlichkeit des Berechnungsregens für Grundstücksflächen – ausgenommen Dachflächen – muss für Niederschlagsflächen ohne geplante Regenrückhaltung mindestens einmal in 2 Jahren ( $T=2$ ) betragen. Die Jährlichkeit des Berechnungsregens für die Entwässerung von Dachflächen muss mindestens einmal in 5 Jahren ( $T=5$ ) betragen. Aus den bereits beschriebenen Gründen werden hier  $r_{5,50}$  abweichend zu den allgemein üblichen  $r_{5,5}$  ([70], S. 259) bzw.  $r_{5,2}$  ([71], S. C62) verwendet, was als Empfehlung für gleichgelagerte Fälle (Denkmale) angesehen werden kann.

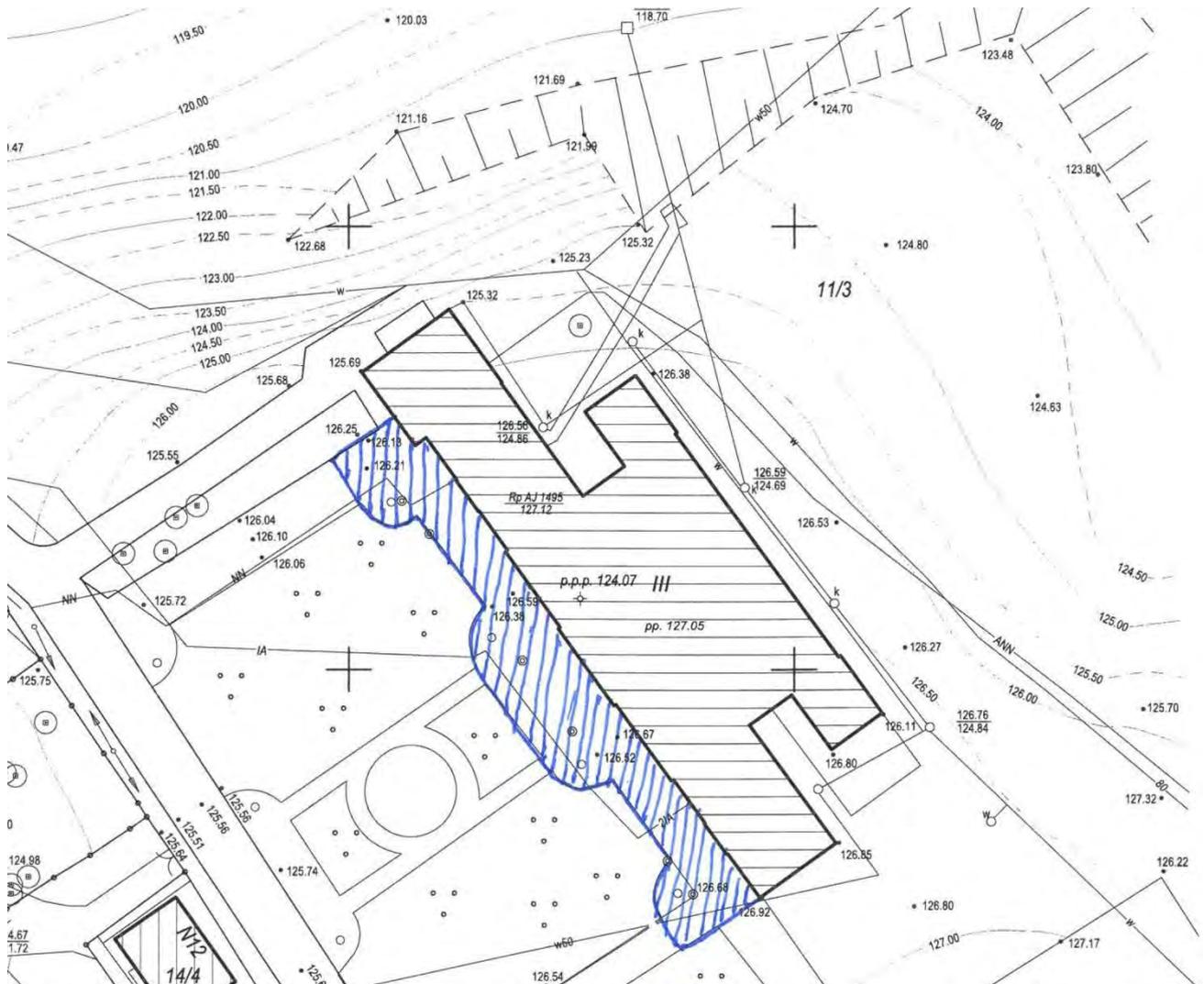


Bild 206. Lageplan mit den später zu entwässernden Freiflächen vor dem Schloss

Da für die Bemessung zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung keine Werte von Polen zur Verfügung standen, wurde vorerst mit einer der in Deutschland bekannten, höchsten Regenspenden von **Stuttgart** gerechnet (Tabelle A.1 von DIN 1986-100 [68]):

Dachflächen

Regendauer  $D = 5 \text{ min}$

$$r_{(5,5)} = 446 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}; r_{(5,100)} = 858 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)};$$

Grundstücksflächen

Regendauer  $D = 5 \text{ min}$

$$r_{(5,2)} = 320 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}; r_{(5,30)} = 693 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)};$$

Um die gesamte Abflussmenge zu ermitteln, wird die Dachfläche (s. hierzu Bild 203) benötigt und die zu entwässernden Freiflächen (s. hierzu Bild 206).

Nach der Bereitstellung der Wetterdaten durch das IMWG in Warschau (s. Bild 196) ist die Dimensionierung nochmals aktualisiert worden:

#### Dachflächen

Regendauer  $D = 5 \text{ min}$

$r_{(5,50)} = 776,7 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ ; da es sich um ein Steildach handelt, kann auf den Nachweis mit  $r_{(5,100)}$  verzichtet werden.

#### Grundstücksflächen

Regendauer  $D = 5 \text{ min}$

$r_{(5,50)} = 776,7 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ ; da beim Überfluten der vor dem Schloss liegenden Freifläche, die entwässert werden soll, das gleiche Problem auftreten kann wie bei den Fallrohren.

PKW- und sonstige Parkplätze werden im Bereich des Schlosses nicht angeordnet. Fahrverkehr entsteht vor dem Schloss nur zum Zwecke der Anlieferung bzw. des Abtransportes.

Die Wassermenge der befestigten Fläche vor dem Schloss Richtung Süd-West wird vorsorglich mit eingerechnet. Eine Einbindung ist erst nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen geplant, sodass etwa erforderliche Abscheidemöglichkeiten nicht vorgesehen werden.

Bei der Zugrundelegung von statistisch abgesicherten Regenereignissen für die Berechnung und Überprüfung von Regenwasseranlagen müssen Sicherheitsfaktoren, wie sie in DIN 12056-3, Tabelle 2 früher üblich waren, nicht mehr berücksichtigt werden.

#### a.1) Dachflächen

Für die Dachflächen wurde im Zuge der Vorplanung unter Ansatz eines Sicherheitsfaktors von 1,5 für die Zunahme der Regenereignisse in den nächsten 50 Jahren eine Abflussmenge von

$$Q_r = 446 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1408 \frac{1}{1000} = 942 \text{ l/s} \quad (10)$$

bestimmt.

Mit dem konkreten, von IMWG angegebenen und weiter bearbeiteten Werten ergibt sich eine Abflussmenge von

$$Q_r = 776,7 \cdot 1 \cdot 1408 \frac{1}{1000} = 1094 \text{ l/s} \quad (11)$$

Mit dem etwas größeren Wert waren bei der Ausführungsplanung geringfügige Veränderungen gegenüber der Entwurfsplanung erforderlich.

Die Kanalsysteme Dachentwässerung und Freiflächen sollen voneinander getrennt geführt werden. Es soll für die Zukunft die Möglichkeit einer Regenwasserbewirtschaftung offen gelassen werden. Die Bemessung der Regenwasserkanalisation erfolgt mit einem Füllungsgrad von  $h/d_i = 0,7$ . Als Gefälle wird  $I = 1,5 \%$  gewählt.

Auf eine Notentwässerung ([71], S. C66) wird verzichtet, da eine Überflutung keine direkte Belastung für das Bauwerk mit sich bringt. Auf die Wiedergabe der Bemessung der einzelnen Rohrstränge wird hier verzichtet.

Tabelle 8 Dachflächen gem. Bild 203

Nr.	Dachfläche	Teilfläche			fi	Ai	m
		li	bi	fi			
1	B1/B4	5,6	6,6	1		36,96	
2	B3/C1	5,6	7,15	1	40,04		
		2,44	5,72	1	13,96	54,00	
3	C1	4,95	5,72	1		28,31	
4	C1	5	5,72	1		28,60	
5	C1/A1	2,21	5,72	1	12,64		
		5,2	6,1	0,5	15,86	28,50	
6	A4	10,5	12,13	0,5	63,66		
		0,8	5,35	1	-4,28		
		5,94	12,13	1	72,05	131,43	
7	A4	10,5	12,13	0,5	63,66		
		0,8	5,35	1	-4,28		
		5,94	12,13	1	72,05	131,43	
8	D1/A3	2,7	5,67	1	15,31		
		5,35	6,1	0,5	16,32	31,63	
9		5	5,67	1	28,35	28,35	
10		5	5,67	1	28,35	28,35	
11		3,4	5,67	1	19,28	19,28	
12		3,4	5,67	1	19,28	19,28	
13		5	5,67	1	28,35	28,35	
14		5	5,67	1	28,35	28,35	
15	D2	2,7	5,68	1	15,34		
	A3	10,5	24,25	0,5	127,3		
	A3	6,1	5,35	0,5	-16,3		
	A3	3,75	3,3	0,5	-6,19		
	F4/F1/F3	4,03	7,65	1	30,83	150,97	
16	A2	5,6	6,25	0,5	17,5		
	A2/F1	3,75	3,3	0,5	6,188		
	F2	0,4	1,5	1	0,6		
	F1/F2/F3	4,03	7,65	1	30,83	55,12	
17	A2	12,12	9,7	1	117,6		
		5,17	9,16	1	47,36	164,92	
18	A2	10,5	12,12	0,5	63,63		
	A2	12,12	2,18	1	26,42		
	E3/A2	3,15	3,75	0,5	5,906		
	E3	0,25	1,5	1	0,375		
	E2	3	3,98	1	11,94	108,27	
19	E1/E2	3,98	4,44	1		17,67	
20	E1/E4	3,97	4,44	1		17,63	
21	E4/E3	3,97	3,1	1	12,31		
	A1	10,5	24,25	0,5	127,3		
	A1	3,15	3,75	0,5	-5,91		
	A1	5,2	6,1	0,5	-15,9		
	C2	2,21	5,73	1	12,66	130,52	
22	C2	5	5,73	1		28,65	
23	C2	4,95	5,73	1		28,36	
24	B2/B3/C2	8,04	5,73	1		46,07	
25	B1/B2	5,6	6,6	1		36,96	
	Gesamt					1407,95 m <sup>2</sup>	

## b) Freiflächen

Für die Freiflächen ist in der Entwurfsphase analog wie bei den Dachflächen vorgegangen worden. In die Entwurfsplanung haben die etwa vergleichbaren Werte von Stuttgart Eingang gefunden; es ist ein Abflussbeiwert von 0,6 für gepflasterte Flächen angesetzt worden. Für die Zunahme der Regenereignisse in den nächsten 50 Jahren ist dann ein Sicherheitsfaktor von wiederum 1,5 angesetzt worden. Das ergab eine Abflussmenge von

$$Q_r = 693 \cdot 1,5 \cdot 0,6 \cdot 547 \frac{1}{1000} = 341 \text{ l/s} \quad (12)$$

für die Freiflächen.

Die Wiederholung dieser Berechnung mit dem verbindlichen Abflussbeiwert für den konkreten Standort Sztynort von  $r_{(5,50)} = 776,7 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$  für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren ergab

$$Q_r = 776,7 \cdot 0,6 \cdot 547 \frac{1}{1000} = 255 \text{ l/s} \quad (13)$$

Tabelle 9 Freiflächen gem. Bild 206

Nr.	Freifläche	Teilfläche			Ai	
		li	bi	fi		
1		68	5	1	340,00	
2		6	4	1	24,00	
3		4	1	0,78539816	12,57	
4		4	1	0,78539816	12,57	
5		15	5	1	75,00	
6		4	1	0,78539816	12,57	
7		4	5	1	20,00	
8		10	5	1	50,00	
9					546,70	m <sup>2</sup>

## c) Gesamt

Damit ergibt sich insgesamt eine Regenwassermenge von

$$1094 + 255 \text{ l/s} = \mathbf{1349 \text{ l/s}}$$

die anfällt und in den Vorfluter eingeleitet werden muss.

## d) Dimensionierung der Stränge

Mit der ermittelten Regenspende wurde dann die Dimensionierung der Einzelstränge durchgeführt. Die Mengen werden je Strang aufsummiert und die notwendigen Rohrdimensionen so bestimmt. Auf die Wiedergabe wird hier verzichtet.

Die Bemessung der Regenwasserkanalisation erfolgte mit einem Füllungsgrad von  $h/d \cdot i^* = 0,7$ . Als Gefälle wurde  $I = 1,5\%$  gewählt.

## e) Drainage

Maßgebend für die Bemessung ist der zu erwartende Wasseranfall. Der Grundwasserspiegel lag bei den durchgeführten Erkundungen z.T. oberhalb UK Fundament.

Mit der zu erneuernden Drainage soll der Wasserspiegel auf UK Fundament abgesenkt und von außen eindringendes Wasser abgeführt werden.

Die Maßnahme soll zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Bodens/der Fundamente beitragen, indem ein Aufweichen des Bodens verhindert wird. Damit einhergehend ist eine Vergütung der Fundamentflächen durchgeführt worden, um eine gleichmäßige Pressung zu erreichen. Der unter Druck stehende Boden nimmt kein Wasser auf und kann damit auch nicht seine Konsistenz ändern.

Die in Deutschland maßgebende DIN 4095 repräsentiert einen allgemein anerkannten Stand der Technik, der auch auf Polen übertragbar ist. Die Norm kennt die sogenannte Regelausführung, die an bestimmte Kriterien gebunden ist, und die Sonderausführung. Genau genommen müsste hier die Sonderausführung angewendet werden, wofür aber sämtliche Voraussetzungen fehlen und auch nicht im Rahmen des Projektes beschafft werden konnten. Aus den Ermittlungen für das Regenwasser heraus erscheint es aber als ausreichend, Schlussfolgerungen zu ziehen und auf empirischem Wege ein Vorgehen vorzuschlagen, das die Möglichkeit bietet, die Entwicklungen der kommenden Jahre in der Dimensionierung zu berücksichtigen.

Die Notwendigkeit einer Flächendrainage im Keller des Schlosses Steinort wird ungeachtet von Grenzwerten in der DIN 4095 [94] gesehen ( $> 200 \text{ m}^2$ ).

Der Wasseranfall muss von der Drainschicht und der Drainleitung mit einer maximalen Überstauhöhe von 20 cm bezogen auf die Rohrsohle aufgenommen werden.

Vereinfachend kann der Wasseranfall aus den Tabellen der DIN 4095 „Abflussspende vor Wänden“ (Tabelle 8) und „Abflussspende unter Bodenplatten“ (Tabelle 10) entnommen werden. Der Wasserzudrang vor erdberührten Wänden wird auf die Länge der Bauwerkswand, unter Bodenplatten auf die zu dränende Fläche bezogen.

In [98] wird darauf hingewiesen, dass noch größere Werte für Böden mit wasserführenden Schichten, Quellgebiete und Oberflächenwasser anzuwenden sind ( $> 0,3 \dots 0,5 \text{ l/sm}$ ).

Entscheidend für die Einstufung ist die Art des Bodens und ob Oberflächenwasser anfällt. Als Oberflächenwasser wird Wasser bezeichnet, das sich offen und ungebunden auf der Erdoberfläche befindet. Dazu zählen Oberflächengewässer wie Flüsse oder Seen und noch nicht versickertes Niederschlagswasser, was im vorliegenden Falle zutrifft. Nach Starkregenfällen bilden sich schnell auf Grund des lehmigen Bodens Pfützen, in denen das Wasser lange stehen bleibt. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass das Regenwasser kontrolliert und konkret abgeleitet wird und nicht wie bisher in der Vergangenheit direkt in unmittelbarer Nähe zur Wand herunter kommt.

Der Boden im Bereich des Bauwerkes wird als schwach durchlässig eingeschätzt, da er im Wesentlichen aus Auffüllung besteht.

gewählte Abflussspende Wände: **0,10 l/(sm)**

gewählte Abflussspende Fußboden: **0,005 l/(sm<sup>2</sup>)**

Der Wert wird **1 x in 50** Jahren erreicht.

Da die Werte Erfahrungswerte sind, und derzeit keine Daten vorliegen, wie sich diese Spende im Zuge der Klimaveränderung verhält, wird mit einem Multiplikator von 1,5 gearbeitet.

**Rechnerische Abflussspende Wände:**

$$q = 1,5 \cdot 0,10 = 0,15 \text{ l/(sm)} \quad (14)$$

**Rechnerische Abflussspende Fußboden:**

$$q = 1,5 \cdot 0,005 = 0,00755 \text{ l/(sm}^2\text{)} \quad (15)$$

Mit dem Sicherheitsfaktor oder Multiplikator 1,5 soll die zukünftig zu erwartende Entwicklung in einfacher Weise berücksichtigt werden.

Für die Ermittlung der Abflussspende sind dann die Längen der Wände und die Fläche der zu dränierenden Fußböden maßgebend. Sie sind für Steinort auf der nächsten und folgenden Seite aufgelistet worden.

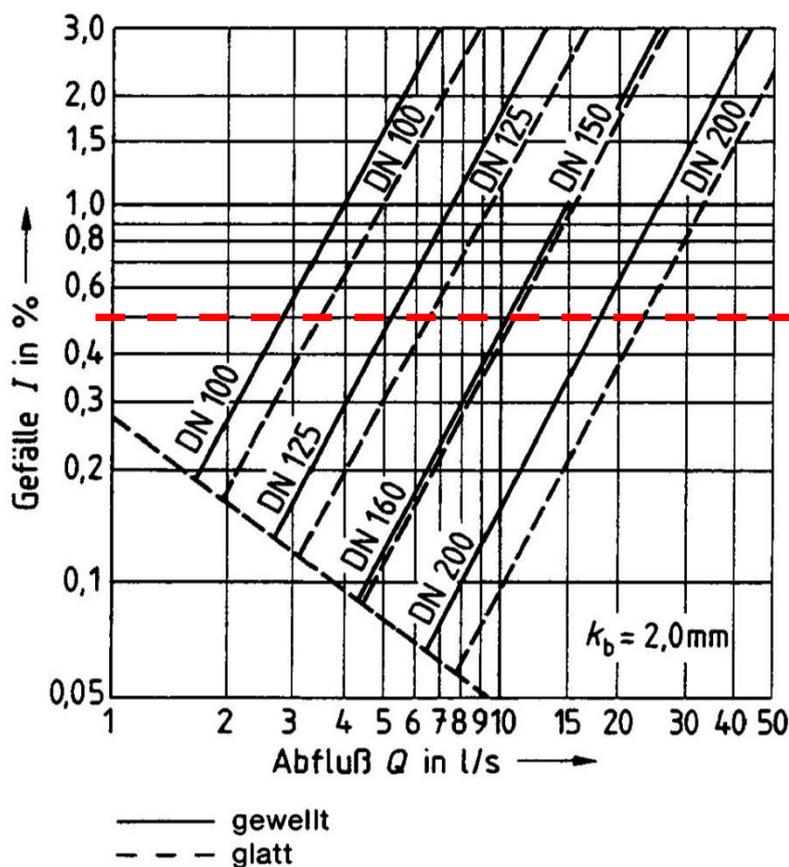


Bild 207. Bemessung für Dränleitungen mit runder Querschnittsform und einer Betriebsrauigkeit von  $k_b$  2 mm nach DIN 4095 [94]

Die Bemessung der Einzelstränge erfolgt nach Bild 207 und der jeweiligen Abflussmenge. Als Gefälle wird  $I = 0,5 \%$  gewählt. Es macht sich erforderlich, gewisse Stranglängen aus Dränrohr zusammenzufassen und verrohrt (z.B. glattes Wellrohr) weiter zur Vorflut zu führen.

Als vertikale Dränung wurde eine Drainmatte weber.sys 983 gewählt, die im System zu der vertikalen Abdichtung mit einer mineralischen Dickbeschichtung angeboten wird, allerdings noch nicht in Polen. Nach Herstellerangaben kann die Drainmatte  $2,8 \text{ l/(sm)}$  aufnehmen, was ein hervorragender und hier vollkommen ausreichender Abflussbeiwert ist.

Tabelle 10 Fassadenlänge zur Bestimmung der Größe der Abflusspende – Wände

Fassade	Teil	l=	Teilsumme	Gesamt					
SW		[m]	[m]	[m]					
	Ostflügel	16,5							
	Kernbau	21,8							
	Verbinder	28,25							
	NW-Eckturm	11,7							
			78,25						
NW									
	NW-Turm	12							
	Verbinder + NW-Turm	26							
	NW-Kernbau	6							
	NW-Turm am Kernbau Ri. SW	7,5							
	NW-Turm am Kernbau Ri. NW	7							
			58,5						
NO									
	NW-Turm am Kernbau	8,25							
	Kernbau	31							
	NO-Turm am Kernbau	8,25							
			47,5						
SO									
	NO-Turm am Kernbau Ri. NO	7							
	NO-Turm Kernbau Ri. SW	7,5							
	SO Kernbau	5,75							
	Ostflügel Ri. NO	16,5							
	Ostflügel Ri. SO	10,5							
			47,25						
	Summe Wand				231,5	·	0,15	=	34,73 l/s

Tabelle 11 Fußbodenfläche zur Bestimmung der Abflussspende – Fußboden

Kellerraum	l	b	A <sub>i</sub>	Gesamt					
	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]					
-1.01	5	7,5	37,5						
-1.02	3,3	7,5	24,75						
-1.03	5	3,8	19						
-1.04	3,6	3,8	13,68						
-1.05	8	4	32						
-1.06	3,5	5,8	20,3						
-1.07	3,8	2	7,6						
-1.08	3,5	3,5	12,25						
-1.09	3,5	3,5	12,25						
-1.10	3,5	4,75	16,625						
-1.11	3,3	4,75	15,675						
	Summe Fußboden			116,7	·	0,0075	=	0,88	l/s

Tabelle 12 Gesamtmenge

Wände	34,73
Fußböden	0,88

**Gesamt** **35,60 l/s**

#### 4.4.8 Zielstellung bei der Realisierung

Aufgrund der kalten Witterung im IV. Quartal 2014 konnten die vorgesehenen Arbeiten zur Flächendrainage als Reparatur, Instandsetzung und Erweiterung der bestehenden Drainage im Inneren nicht ausgeführt werden. Sie werden genehmigungstechnisch als Notsicherungsmaßnahmen angesehen, da es durch die ständigen Wassereinträge und das Fehlen einer geordneten Ableitung zu statisch-konstruktiven Schädigungen der Bausubstanz kommt.

Basierend auf der Gesamtplanung für die Drainage- und Regenwasserabführung für das ganze Schloss (Bild 208) sollen die 2015 im Rahmen des DBU-Projektes auszuführenden Arbeiten kurz beschrieben werden.

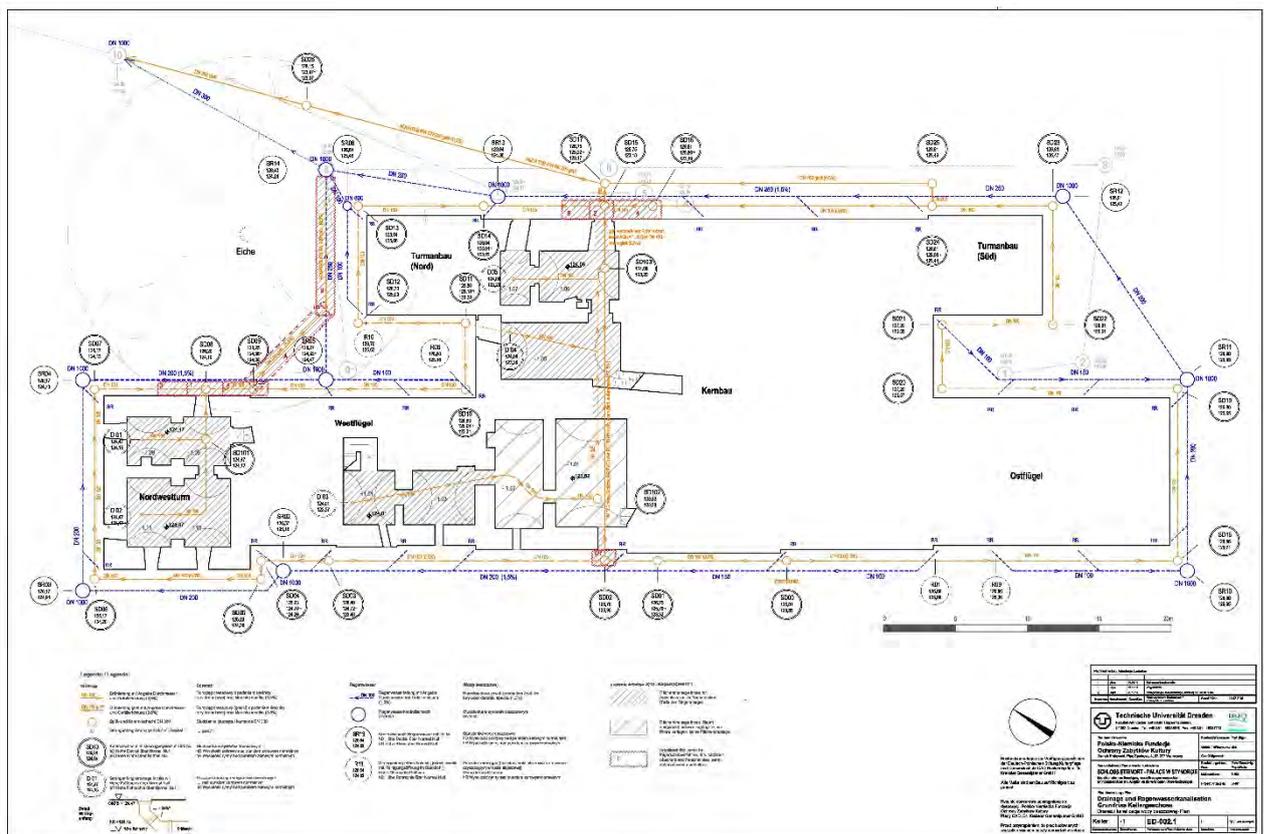


Bild 208. Übersichtsplan Drainage und Regenwasserabführung für gesamtes Schlossareal, Stand 06.03.2015 (Ausführungsplanung)

#### 4.4.9 Bauabschnitte

Während die Planung der erforderlichen Arbeiten zur Drainage- und Regenwasserabführung nur als integrale Gesamtheit für das ganze Bauwerk möglich war, wurde bei der Umsetzung der tatsächlichen Bauarbeiten eine Trennung in Bauabschnitte bzw. Jahresscheiben erforderlich.

Ziel des DBU-finanzierten Modellprojektes war es, wie in Bild 208 durch Schraffuren gekennzeichnet, die Flächendrainage in den unterkellerten Räumen einzubringen sowie musterhaft Teile der geplanten Ringdrainage zum Zwecke der Zusammen- und Abführung des Wassers aus der Flächendrainage auszuführen. Im Fokus von Bauabschnitt I (2015) lagen v.a. die unterkellerten Bereiche, da eine weitere und fortlaufende Schädigung der Substanz hier die größten Auswirkungen hat.

Mit Mitteln des polnischen Kulturministeriums, die sich derzeit noch in der Beantragung befinden, soll 2016 im Bauabschnitt II die Vervollständigung der Ringdrainage auch für die verbleibenden unterkellerten als auch alle nicht unterkellerten Bereiche nachfolgen. Weiterhin wird die Regenwasserabführung im Rahmen dieses Bauabschnittes mit auszuführen sein.

Nachfolgende Ausführungen sollen sich auf die Arbeiten des Bauabschnittes I, welche 2015 ausgeführt worden, beziehen.

#### 4.4.10 Flächendrainage (Kellerinnenräume)

Soweit dies vor Ort erkennbar war, waren im Original alle Kellerräume mit einem Ziegelpflaster ausgelegt gewesen, welches jedoch in Teilbereichen nicht mehr vorhanden war.

Anhand vorhandener Planzeichnungen zur Drainage aus dem Jahre 2001 ([45], Zeichnungsanhang, Zeichnung Nr. 2 zur Innendrainage vom 20.09.2001) sowie der vor Ort gemachten Beobachtungen war davon auszugehen, dass die Kellerräume des Nordturmes sowie des Kernbaus bereits mit Drainageleitungen ausgestattet worden sind.

Zur Eruiierung des Zustandes und der Wirksamkeit der vorhandenen Drainage wurde an geeigneter Stelle, an der bereits durch das Einbringen der Leitungen eine Störung der Bodenstratigraphie existierte, am 30.05.2014 eine Sondierung vorgenommen. Anschließend wurde mittels partieller Rohrendoskopie die Funktionalität der Leitungen überprüft.

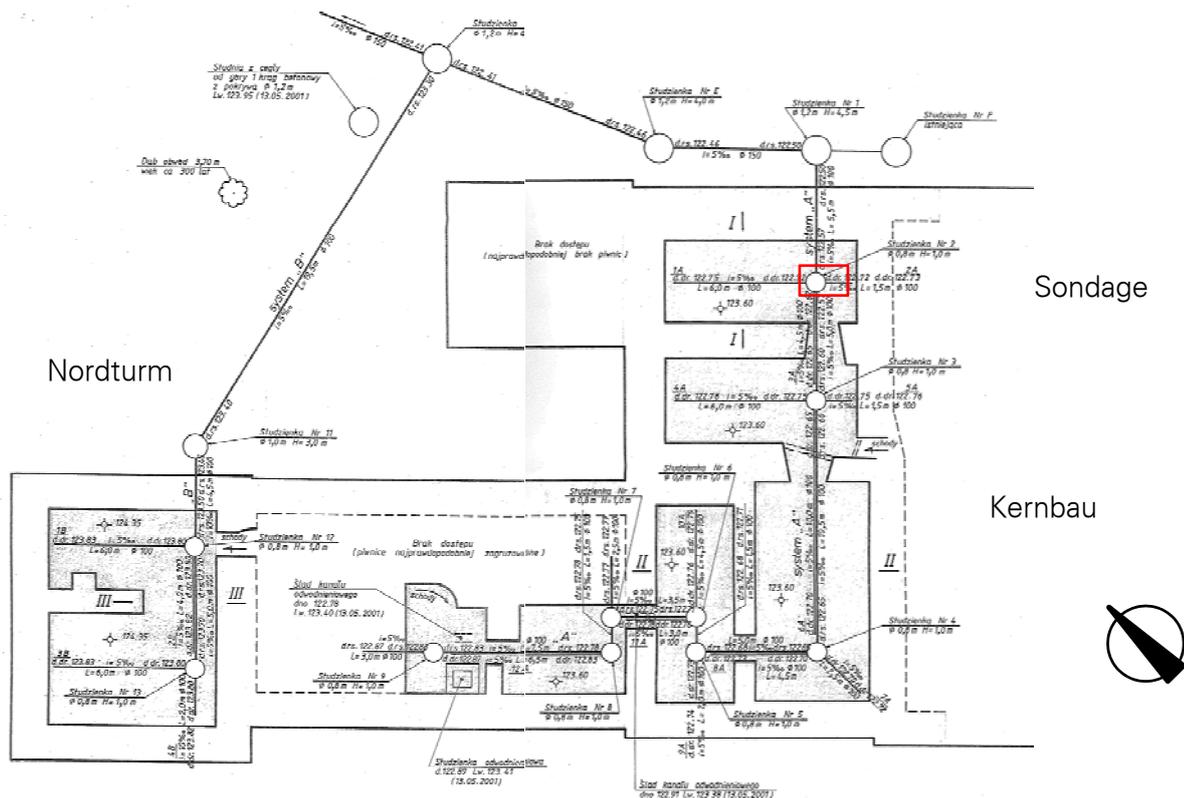


Bild 209. Kellergrundriss von Schloss Steinort mit Lage der Drainagerohre (Nordwesthälfte des Gebäudes) [45]

Im Ergebnis konnten folgende Feststellungen getroffen werden:

- Aufgrund der ungeschützten Verlegung der ca. 40 cm langen Tonrohre sind Feinbestandteile aus dem Kellerfußbodenunterbau eingespült worden, die die Rohrquerschnitte verstopfen. (s. Bild 211)
- Im Ableitungsrohr des Hauptstranges steht das Wasser, d.h. das Rohrgefälle entspricht nicht den Anforderungen. (s. Bild 212)
- An den Leitungskreuzungen sind keine Kontrollschächte, wie in der Zeichnung vorgesehen eingebaut. Die Leitungen liegen hier nur rechtwinklig übereinander und entwässern über manuell eingebrachte Löcher vom Neben- in den Hauptstrang. (s. Bild 210)
- Die vorhandene Drainage ist nur noch partiell wirksam und bedarf einer zwingenden Erneuerung nach heutigen technischen Anforderungen.
- Eine bei Bedarf erforderliche Spülung ist nicht möglich.



*Bild 210. Sondagestelle im Kernbaukeller (Kreuzungspunkt von Stich- und Hauptleitung)*



*Bild 211. Drainrohr mit fast vollständig erdgefülltem Querschnitt*



*Bild 212. Endoskopie der Hauptdrainleitung mit stehendem Wasser, Gefälle ins Gebäude hinein*

Für die Erneuerung der bestehenden Drainage, um die anfallenden Wässer gemäß aktueller Anforderungen sicher abführen zu können und somit eine Schädigung der tragenden Mauern im Kellerbereich zu verhindern, wurde die nachfolgend in Einzelschritten beschriebene Vorgehensweise angelegt.

#### 4.4.11 Aufnehmen der Fußböden

Für das Erneuern der vorhandenen Drainleitungen und das zeitgleiche Einbringen einer Flächendrainage war das noch vorhandene Ziegelpflaster vollständig aufzunehmen und für den Zeitraum der Arbeiten seitlich des Bearbeitungsbereiches zu lagern. Die wiederverwendbaren Ziegel wurden gesäubert, damit sie nach Abschluss der Arbeiten für einen Wiedereinbau zur Verfügung standen. Die Ziegel wurden raumweise aufgenommen, zwischengestapelt und nach



#### 4.4.13 Einbau der Flächendrainage mit Gefälle

Aufbauend auf dem hergestellten Planum mit beidseitigem Quergefälle von 5-10% wurde ein Geotextil ausgebracht, wobei parallel verlegte Bahnen um ca. 10-15cm überlappen. Die Ränder wurden an den Umfassungsmauern hochgezogen.

Aufbauend wurde eine filterstabile Kiesschüttung (8/16) mit einer Schichtdicke von im Mittel 15cm aufgebracht. Als oberer Abschluss wurde nochmal ein textiles Filtrvlies als Trennlage zum eigentlichen Fußbodenaufbau eingebracht. Auch hier wurde auf eine ausreichende Längsüberlappung der Vliesbahnen geachtet, so dass die Filterkiesschicht als geschlossenes System gegen das Eindringen von Feinbestandteilen geschützt ist (s. Bild 214).

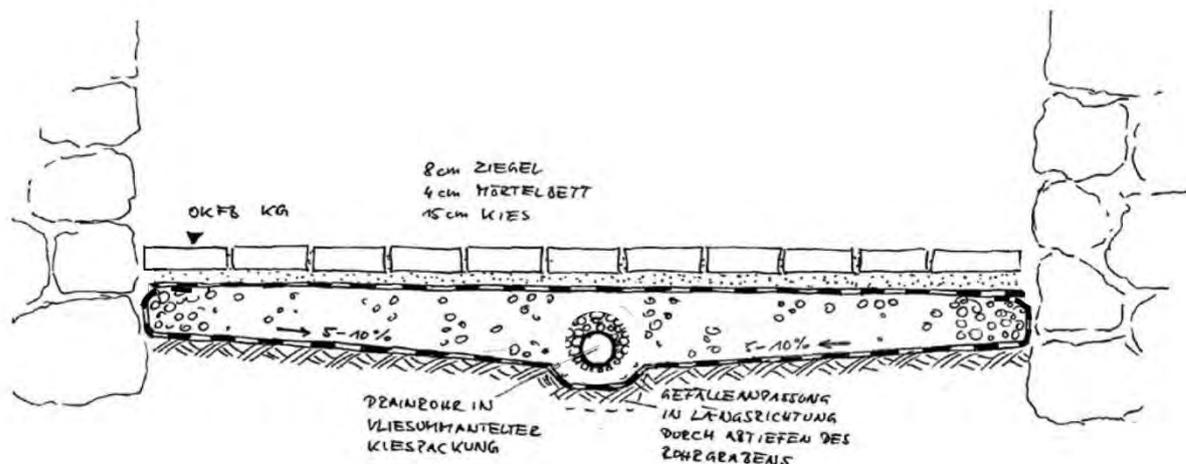


Bild 214. Detailskizze Aufbau Flächendrainage

#### 4.4.14 Einbau der Drainrohre in die Kellerräume

Gemäß aktueller Planung sind die Drainleitungen, wie in einschlägigen Normen definiert, mittels Stangendrainrohren auszuführen. Durch den Projektträger wurden Stangendrainrohre SIROBAU DN 100, DN 125 mit Längen von 2,5m, hergestellt von HEGLER Plastik GmbH, bereitgestellt. Die gemäß dem Bemessungsansatz erforderlichen Rohrdurchmesser (DN100, DN125) wurden an den Stößen mit Systemelementen gemufft. Bei Erfordernis wurden die Rohre auf die benötigte Länge zugeschnitten. In Längsrichtung wurde ein Mindestgefälle von 0,5 % eingehalten. Um dies zu erreichen und die Aushubtiefen für die flächig auszubringende Filterschicht möglichst gering zu halten, wurden die Drainrohre in einem graduell sich leicht vertiefendem Rohrgraben geführt, dessen Planum mit dem gleichen 0,5% Gefälle ausgearbeitet wurde. Nach Einbringen des ersten Drainvlieses und des rohrumhüllenden Kiesbettes wurde das exakte Rohrgefälle mittels Wasserwaage und Nivellier sichergestellt.

Der Stranganfang sollte zu Wartungszwecken mit 2x45° KG-Rohren DN 100 und Deckel versehen werden, so dass jederzeit eine Leitungsspülung bzw. Leitungskontrolle möglich ist. Es hatte sich aber dann vor Ort gezeigt, dass ein Aufbiegen der Strangrohre möglich ist und somit Kosten gespart werden konnten. Die exakte Lage der verdeckelten Stranganfänge ist aktenkundig nach der Ausführung dokumentiert worden.

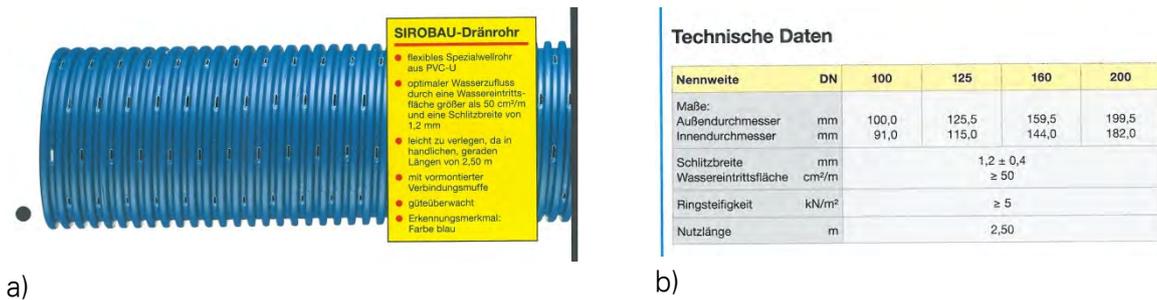


Bild 215. Drainrohr (Fa. Hegler) aus PVC mit Schlitzen mit Wassereintrittsfläche von 50 cm<sup>2</sup>/m; a) Ansicht des Rohres, b) Technische Daten gemäß Merkblatt [102]

#### 4.4.15 Einbau von Kontrollschächten

An Kreuzungspunkten der Drainrohre sind, wie in Bild 220 dargestellt, zusätzliche Kontroll-/Spülschächte DN 300 eingebaut worden. Zum möglichst lotrechten Aufstellen der Schächte wurde ein Planum hergestellt. Das Filtervlies wurde unter die Schachtböden geführt, so dass das Eindringen von Fremdmaterial in die Filterkiesschicht allseitig verhindert wird. Die Anschlüsse der Strangrohre an die Kontrollschächte wurden mit den jeweils auf die Rohrdurchmesser passenden Schachteingängen versehen. Der obere Schachtabschluss wurde mit den runden Systemdeckeln versehen sowie zusätzlich fußbodengleich mit einem Eichendeckel belegt, so dass analog der Stranganfänge jederzeit eine Kontrolle und Spülung möglich ist. Die exakte Lage ist im Fußboden jederzeit erkennbar.



Bild 216. Schächte des Systems HEGLER Plastik GmbH; a) Vormontiert und zugeordnet, b) Systembild (Quelle: Hegler Plastik GmbH)

Im Zuge der Ausführungsplanung mussten alle Schächte konkret durchgeplant und hinsichtlich der benötigten Einzelteile zusammengestellt werden, um dann eine zutreffende Materialbestellung auslösen zu können. Das System ist modular aufgebaut, sodass die Teile auf der Baustelle nur zusammengesteckt werden müssen. Das gesamte Schachtsystem ist leicht und damit für die Ausführenden gut zu handhaben.



#### 4.4.16 Wanddurchbrüche

Gemäß der am 30.05.2014 durchgeführten Rohrendoskopie des einzigen vorhandenen Kontrollschachtes der existierenden Kellerdrainage im Raum -1.06, ist ein verrohrter Durchbruch durch die Außenwand zur Gartenseite bereits vorhanden, der für die Abführung der Flächendrainagewasser aus den Kernbaukellern weiter genutzt werden sollte. Eine Eruiierung des Abflusses auf der Außenwandseite zum Park hin ist nach Freilegung auf der Außenseite geprüft worden. Es machte sich eine Tieferlegung erforderlich, deren Ausführung dahingehend erleichtert wurde, dass der Durchgang in der darunter liegenden Lehmschicht und nicht im Mauerwerk erfolgen konnte. In dieser Schicht konnte dann ein Stahlmantelrohr eingepresst werden, was den Aufwand erheblich reduzierte.

Im Rahmen der Notsicherungsarbeiten an der Außenwand des Kernbaukellers R -1.01 ist bereits ein Außenwanddurchbruch erstellt worden, der bei den 2015 auszuführenden Arbeiten lediglich verrohrt und mit dem an der Außenwandseite zu installierenden Kontrollschacht später verbunden werden musste.

In den Kellern des Nordturms musste aus vor Ort festgestellten Gefällegründen ein neuer Außenwanddurchbruch erstellt werden, der ebenfalls mittels Stahlmantelrohr unter der Fundamentunterkante ausgeführt wurde.

#### 4.4.17 Wiedereinbringen der Ziegelfußböden

Die Kellerfußböden waren mit Ziegel gepflastert. Teilweise zeigten diese Frostschäden und andere Zerstörungen. Bei der durchgeführten Bestandsaufnahme wurden auch Ziegel des Fußbodens aufgenommen. Aus dem Ergebnis wurde eine Schätzung des Bedarfes an zu ergänzenden Ziegeln vorgenommen, die sich jedoch später als unzutreffend erwies. Die Mehrzahl der Ziegel waren horizontal (entsprechend dem Herstellungsprozess) aufgefroren und brachen beim Aufnehmen auseinander.



Bild 219. Historischer Ziegelfußboden; a) Im Raum -1.07 rechteckig, b) Im Raum -1.06 quadratisch

Die geborgenen und wiederverwendbaren Originalziegel aus dem Kellerfußboden sind nach Abschluss der Drainagearbeiten in ein ca. 4 cm starkes Kalkmörtelbett als Begehungshorizont wieder eingebracht worden. Die wiederverwendbaren Steine wurden dann allerdings zusammengeführt und in sich geschlossen verlegt. Die Ergänzung erfolgte mit neuen Vormauersteinen der Fa. Wienerberger aus Thorn.

#### 4.4.18 Zeitlicher Ablauf der Arbeitsschritte zur Ringdrainage – Pilgerschrittverfahren

Zur Erhaltung der Standsicherheit des Gebäudes ist das Abgraben der Grundmauern insbesondere in unterkellerten und gewölbten Bereichen nur in definierten Teilabschnitten möglich. Aufgrund der freien Rohrlängen, die zum Einbau vorgesehen sind, sollte die Freilegungslänge nicht mehr als 2,5m plus den minimal zusätzlich notwendigen Arbeitsbereich links und rechts betragen. Erst wenn die Arbeiten in einem Abschnitt bis zur Wiederverfüllung und Verdichtung des Bodens abgeschlossen sind, konnten die Arbeiten am anschließenden Abschnitt beginnen.

Da die Tiefpunkte der Drainagewasserabführung und die dafür erforderlichen Mauerdurchbrüche die kritischen Punkte für die Gefälleentwicklung darstellen, war mit den Schachtarbeiten dort zu beginnen (vgl. rot gekennzeichnete Arbeitsschritte 1-3). Bild 220 zeigt alle vorgesehenen Arbeitsschritte für die zu bearbeitenden unterkellerten Bereiche in avisiierter chronologischer Abfolge.

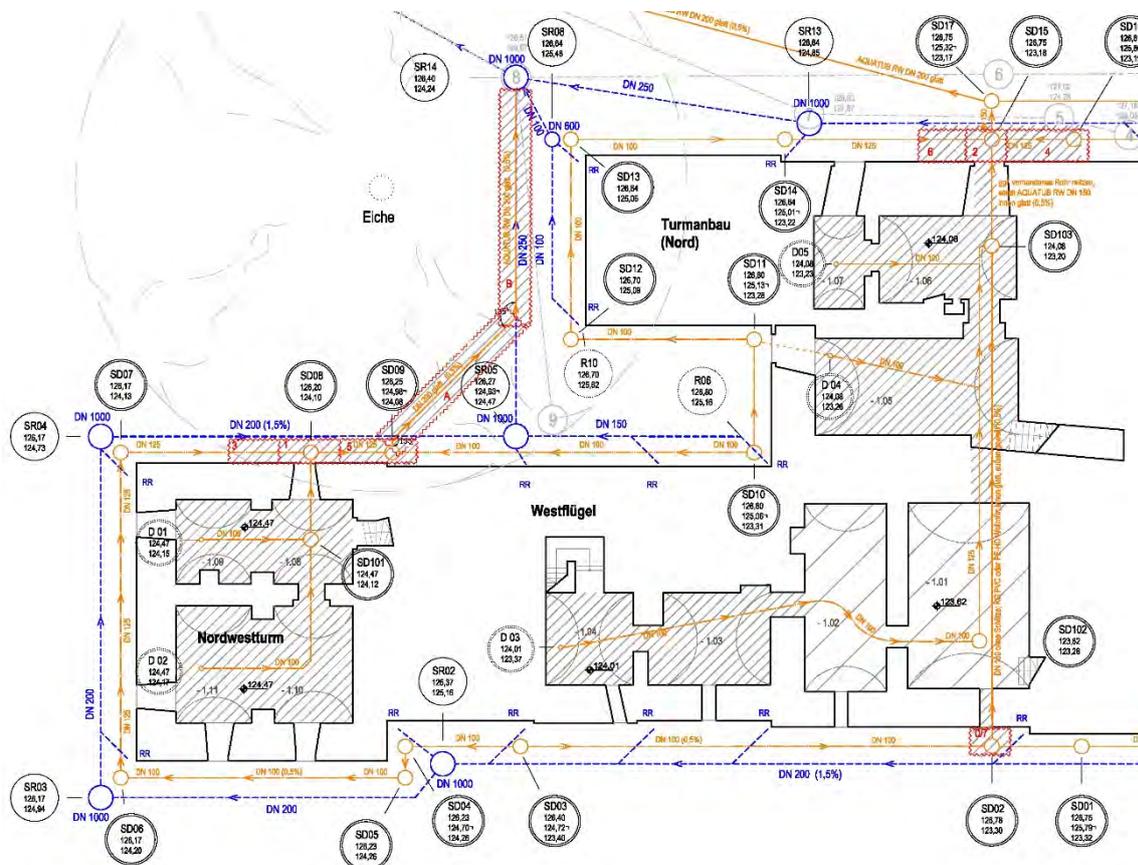
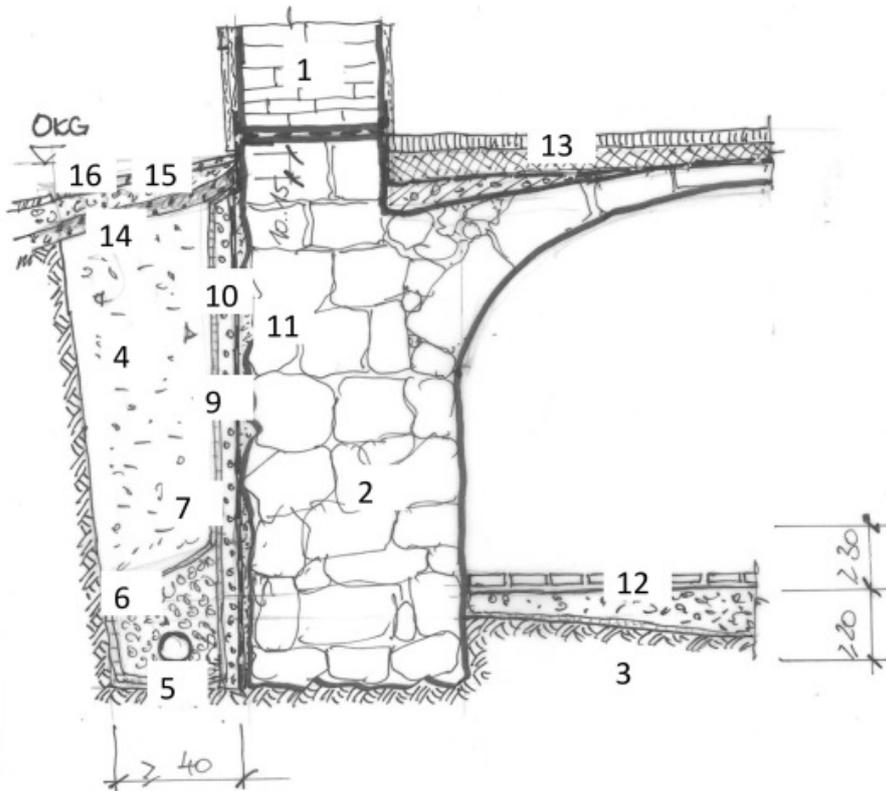


Bild 220. Übersichtsplan Arbeitsschritte für Bauabschnitt I

#### 4.4.19 Ringdrainage unterkellerte Bereiche

Es ist prinzipiell bei der Ausführung der Ringdrainage zwischen unterkellerten und nicht unterkellerten Gebäudebereichen zu unterscheiden. Aufgrund der höheren Ausschachtiefe sind die unterkellerten Bereiche mit einem technisch und damit auch zeitlich höheren Aufwand verbunden. Gleichzeitig ist das Risiko von eindringendem Wasser in den unterkellerten Bereichen beträchtlich höher.

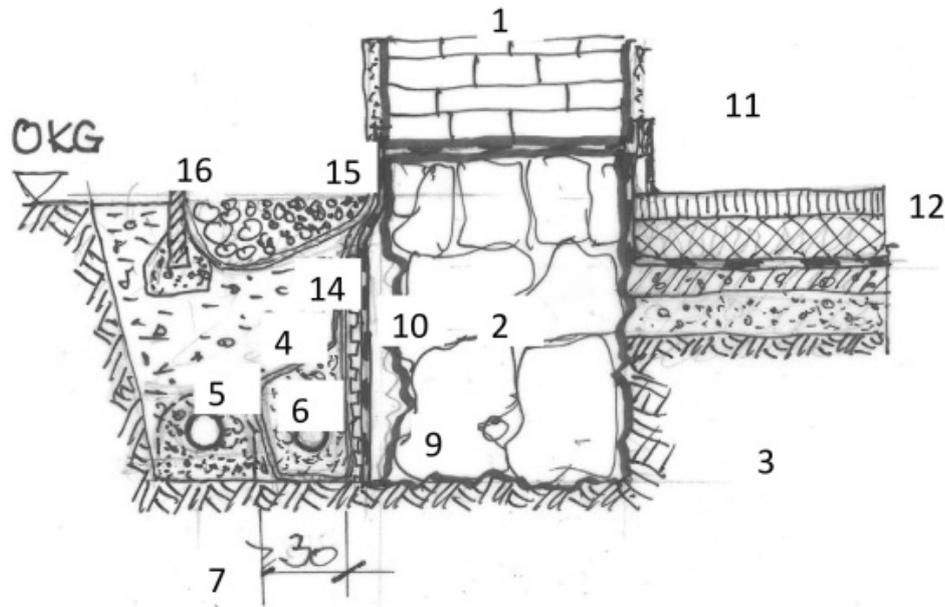


	Deutsch	Polski
1	Aufgehendes Mauerwerk i, Erdgeschoß	Podnoszący się mur i parter
2	Keller- und Fundamentmauerwerk	Mur piwniczny i mur fundamentowy
3	Anstehendes Erdreich	Występujący grunt
4	Auffüllung (neu aus vorhandenem Material)	Podsypka (nowa, z istniejącego materiału)
5	Drainrohr	Rura drenażowa
6	Filterkies 8/16	Zwir filtracyjny 8/16
7	Filtervlies	Włóknina filtracyjna
8	Gleitfolie mit aufkaschiertem Vlies	Folia śliska z naklejoną włókniną
9	Drainplatte	Płyta drenażowa
10	Vertikale Abdichtung bituminös oder als Dichtungsschlämme	Uszczelnienie pionowe bitumiczne lub szlammem uszczelniającym
11	Verputzt bzw. anbetonierte Fundamentoberfläche	Otynkowana lub obetonowana powierzchnia fundamentu
12	Fußbodenaufbau Keller	Konstrukcja podłoża piwnicy
13	Fußbodenaufbau Erdgeschoß	Konstrukcja podłoża parteru
14	Tonschicht als Abdichtung	Warstwa gliny jako uszczelnienie
15	Kiessand	Pospółka
16	Fußbodenplatten	Płyty podłoża

Szczegół Drenaż w podpiwniczonym obszarze

Bild 221. Detail Drainage und vertikale Abdichtung im unterkellerten Bereich

Bild 221 zeigt eine Prinzipdarstellung zur wandhohen Ausführung der notwendigen Arbeiten vor der Außenwand. Beim Einbau der Drainage werden die Außenflächen der Fundamente und der Kellerwände freigelegt. Diese Chance sollte genutzt werden, um gleichzeitig eine vertikale Abdichtung anzubringen. Dazu musste zuerst die Außenfläche egalisiert und für eine Dickbeschichtung hergerichtet werden.



	Deutsch	Polski
1	Aufgehendes Mauerwerk i, Erdgeschoß	Podnoszący się mur i parter
2	Fundament Mauerwerk	Fundament muru
3	Anstehendes Erdreich	Występujący grunt
4	Auffüllung (neu aus vorhandenem Material)	Podsypka (nowa z istniejącego materiału)
5	Regenrohr Steinzeug	Kamionkowa rura deszczowa
6	Filterkies 8/16 und Vlies	Żwir filtrujący 8/16 i włóknina
7	Kiesbettung /-ummantelung	Podsypka / otulenie żwirowe
8	Noppenfolie	Folia z wypustkami
9	Drainplatte	Płyta drenażowa
10	Vertikale Abdichtung	Uszczelnienie pionowe
11	Verputzt bzw. anbetonierte Fundamentoberfläche	Otynkowana lub obetonowana powierzchnia fundamentu
12	Fußbodenaufbau	Konstrukcja podłoża
13	Kies 8/16	Żwir 8/16
14	Filtervlies	Włóknina filtracyjna
15	Kies 32/63	Żwir 32/63
16	Board (Beton in Zementmörtel versetzt)	Board (beton osadzony w zaprawie cementowej)

Bild 222. Detail Drainage und vertikale Abdichtung im unterkellerten Bereich

Nach Aufbringung der vertikalen Abdichtung erfolgte der vertikale Aufbau der Drainageschicht und der Einbau des Sammelrohres mit Filterpackung (s. Bild 221 und Bild 222).

Vom Material her wurde für die vertikale Abdichtung ein Material gewählt, das eine ausreichende Dehnfähigkeit hat und möglichst auf nicht vollständig ausgetrockneten Untergrund aufgetragen werden kann. Wegen des Pilgerschritt-Verfahrens der Ausführung ist ein ständiger Wechsel der Ausführungsorte in kurzen Abständen notwendig.

Die Entscheidung fiel dann für weber.tec SUPERFLEX D 24 [100]. Das Material war allerdings in Polen noch nicht verfügbar und musste von Deutschland aus beschafft werden. Es handelt sich dabei um ein zwei-komponentiges, bitumenfreies, reaktiv- und schnell abbindendes Dickbeschichtungsmaterial. Es ist für die Beanspruchungsgruppen „Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser“ nach DIN 18195-4:2000-08 vorgesehen. Bei einem Durchlässigkeitswert von  $k > 10^{-4}$  m/s nach DIN 18130-1 wird eine Drainung nach DIN 4095 verlangt. Der vorliegende Wert für die Auffüllung beträgt  $k < 10^{-6}$  nach [43], [44]. Dennoch wurde wegen der akuten Gefährdung eine Dränmatte weber.sys 983 gewählt, die auf die Dickbeschichtung aufgebracht wurde.

#### 4.4.20 Leistungsbeschreibung, Kostenschätzung und Optimierung

Es stand von vornherein fest, dass die Arbeiten aufgrund der Zeitdauer von einer örtlichen Baufirma ausgeführt werden müssen. Des Weiteren soll diese in einem zweiten Bauabschnitt mit Mitteln des polnischen Kulturministeriums die Arbeiten bis zur vollen Funktionstüchtigkeit fortsetzen.

Aus den genannten Gründen musste die Leistungsbeschreibung den polnischen Regeln, die anders als in Deutschland sind, entsprechen. Hier ist eine formal strikt vorgegebene Vorgehensweise einzuhalten und die Bearbeitung kann nur von entsprechend ausgebildeten Personen durchgeführt werden.

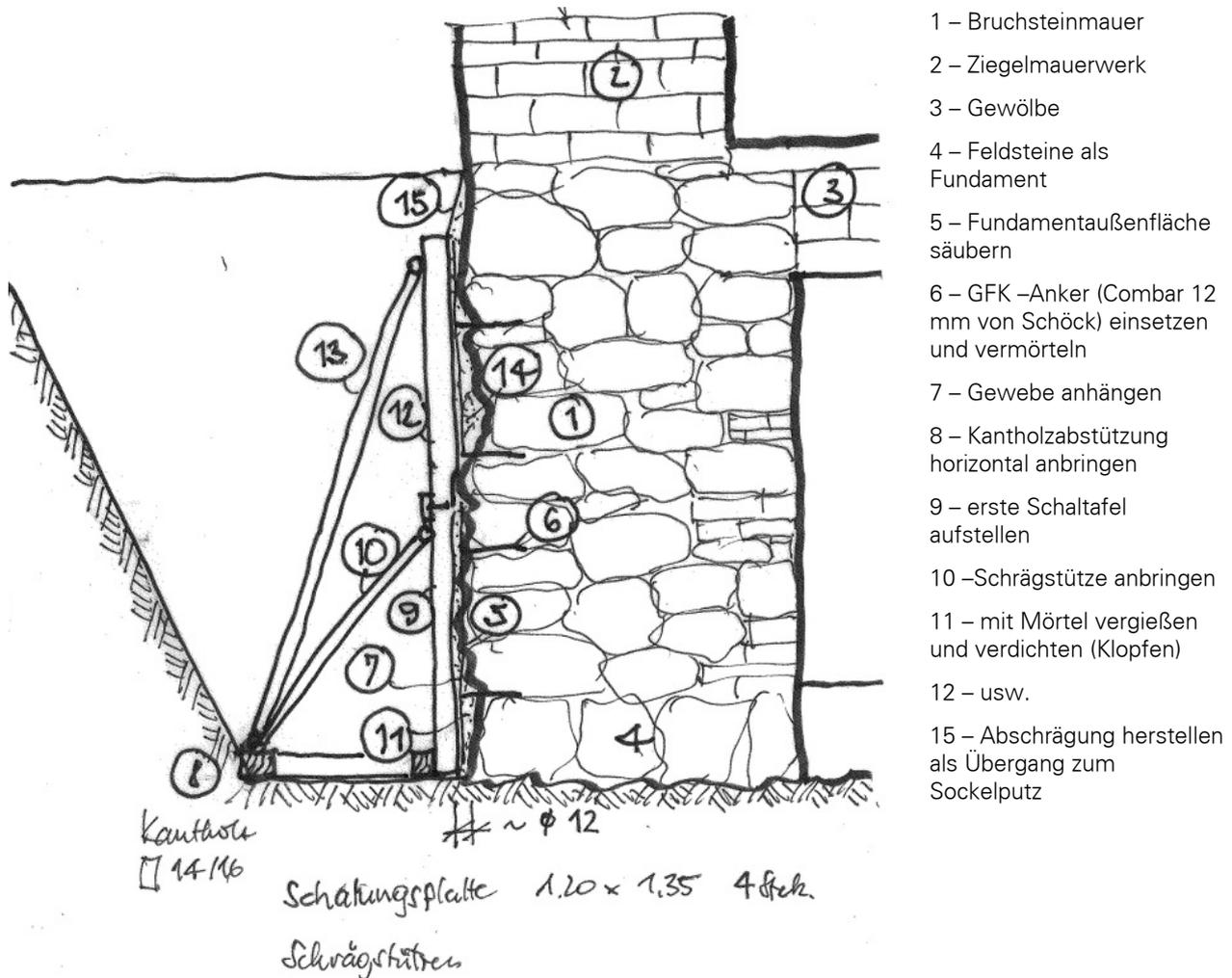


Bild 223. Arbeitsschritte im Überblick (Variante Schalung)

Nachfolgend ist die seinerzeit geplante Schrittfolge dargestellt. Alle nachfolgenden Detaildarstellungen beziehen sich vornehmlich auf den unterkellerten Bereich, sind mit geringfügigen Adaptionen aber auch auf die nicht-unterkellerten Bereiche übertragbar.

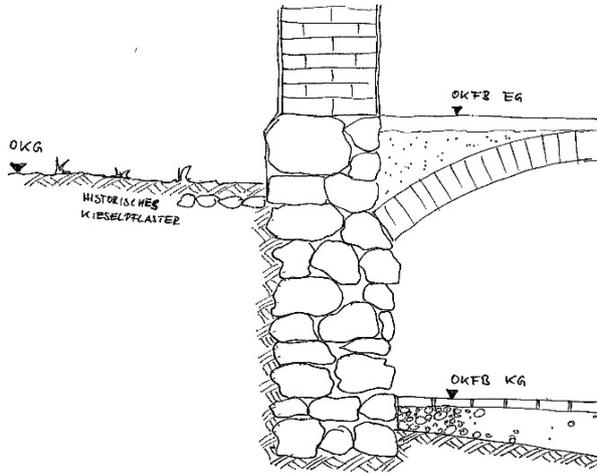


Bild 224. Ausgangszustand

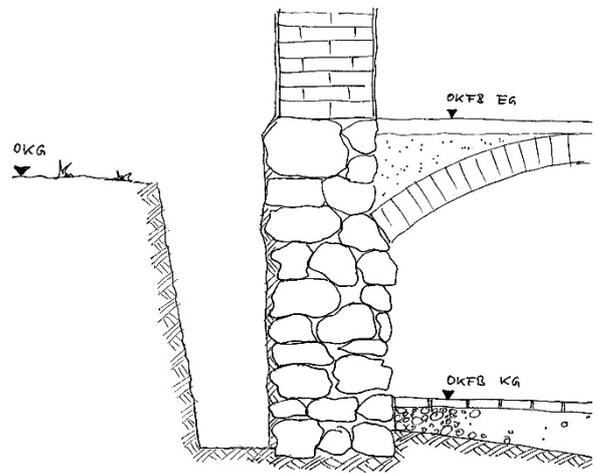


Bild 225. Freischachten (Böschungswinkel beachten) (abschnittsweise im Pilgerschritt)

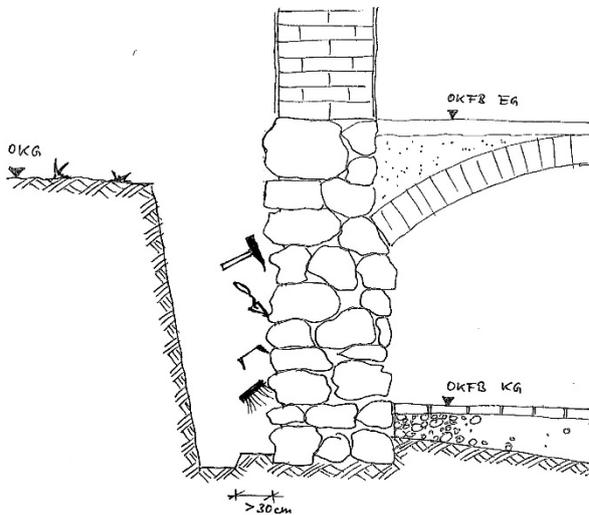


Bild 226. Säuberung Wandfläche

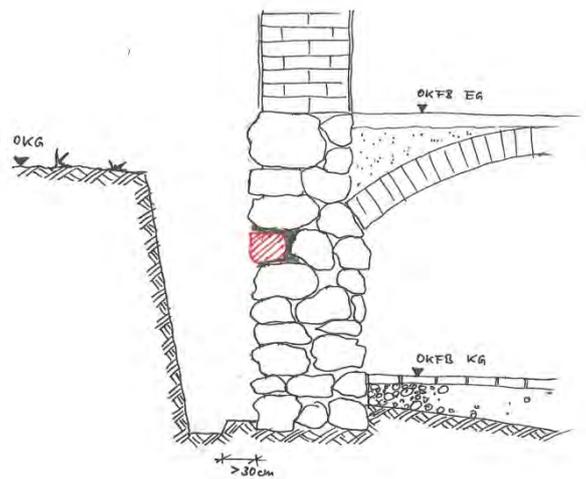


Bild 227. Herausfallende Steine in Mörtel einsetzen

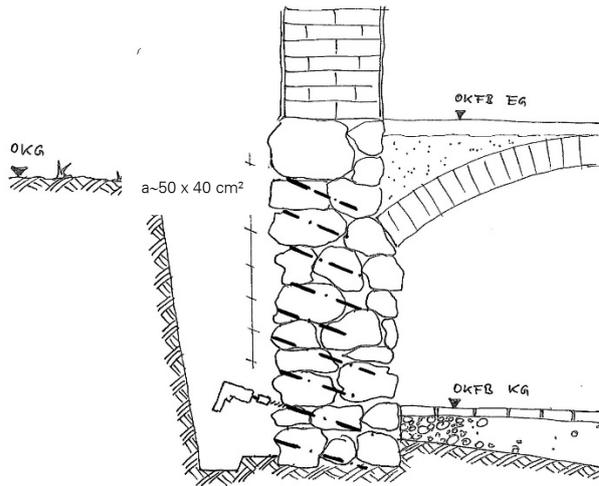


Bild 228. Injektionsbohrungen abtäufen (in die Fugen aus Lehm) und Injektionsschläuche setzen

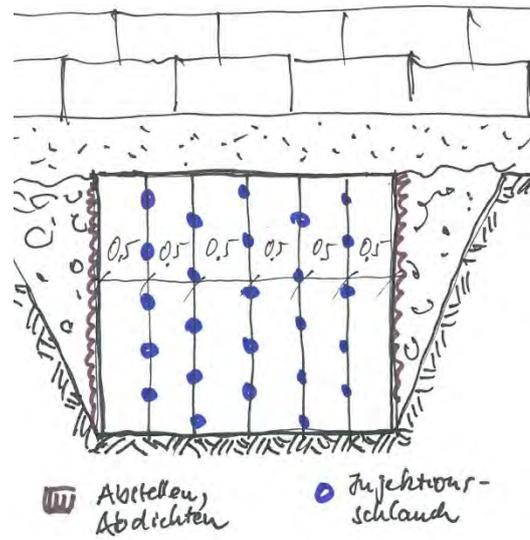


Bild 229. Ansicht der Wand (ohne Stützkonstruktion für die Schaltafeln) mit Packern für die Injektion

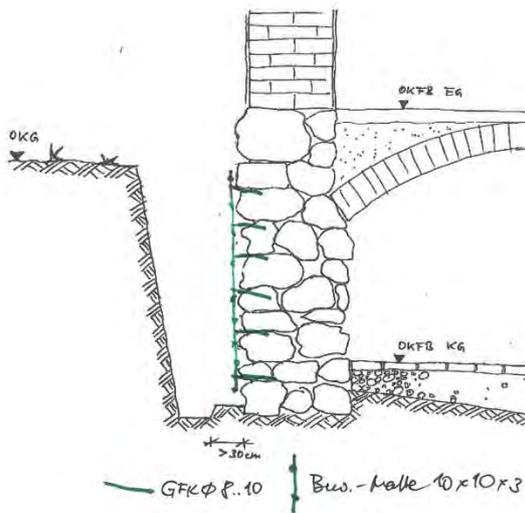


Bild 230. GFK-Nadeln in die Fugen bohren und einsetzen, anschließend Bewehrungsmatte befestigen

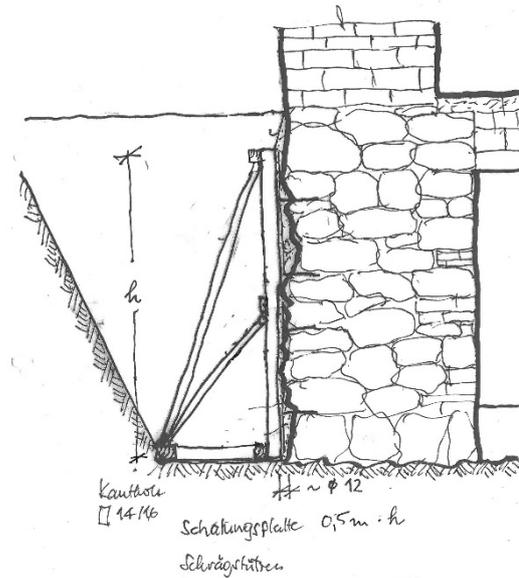


Bild 231. Einschalen der Wand zur Egalisierung mit Schaltafeln  $b=50\text{ cm}$ , in den Fugen Injektionsschläuche nach außen führen, Fugen abdichten

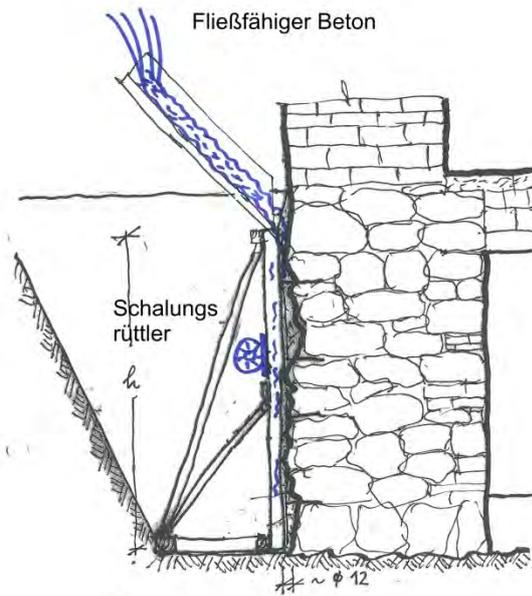


Bild 232. Verfüllen des Zwischenraums mit fließfähigem Beton/Mörtel und Verdichten über die Schalung

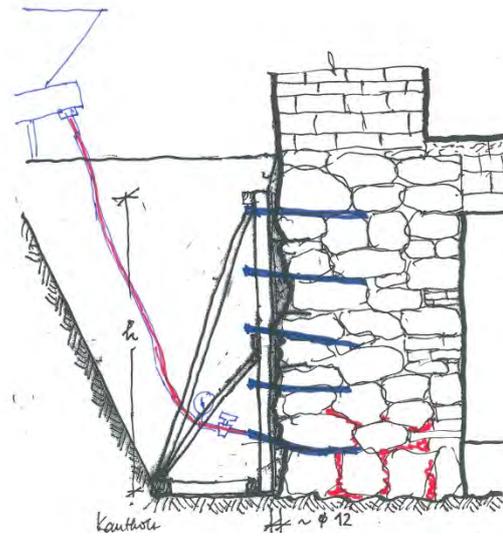


Bild 233. Injektion des Mauerwerks

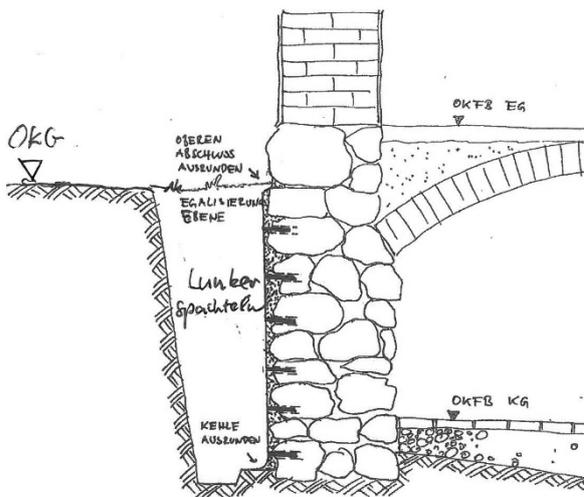


Bild 234. Lunker spachteln, Kehle herstellen, oberen Abschluss nacharbeiten, weber-tec 933

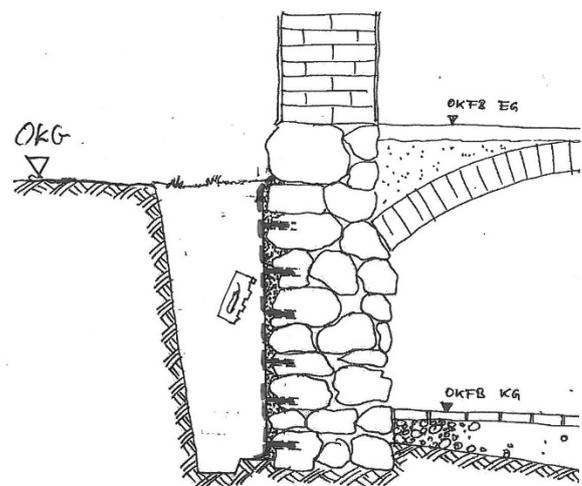


Bild 235. Kratzspachtel aus 2-Komponenten Dickbeschichtung weber.tec Superflex D24 aufbringen

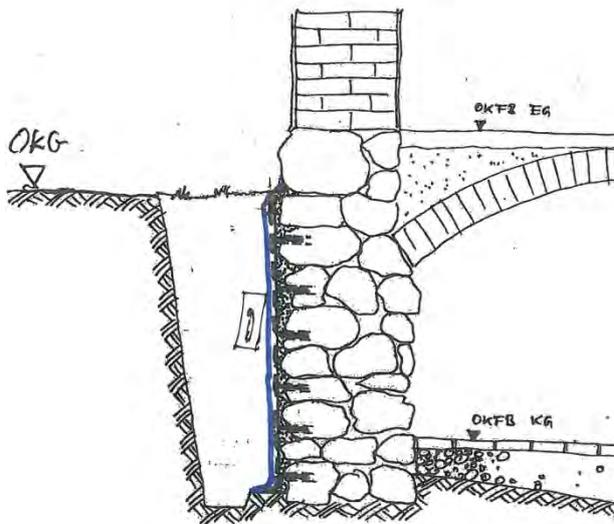


Bild 236. Auftrag der 2 Komponenten reaktiv  
 abbindenden Dickbeschichtung  
 weber.tec Superflex D24 auf die  
 Kratzspachtelung in zwei  
 Arbeitsgängen

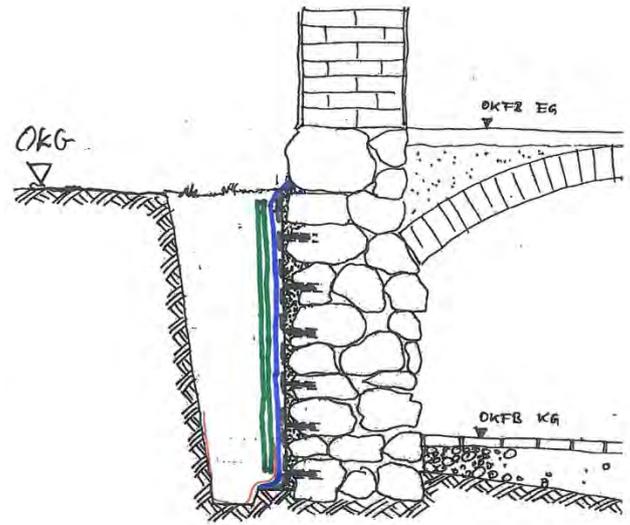


Bild 237. Schutz- und Drainschicht aufbringen  
 nach Durchtrocknung der  
 Flächenabdichtung aus Polystyrol-  
 Regenerat weber.sys 983; Vlies auf  
 Boden auslegen und unter die  
 Schutzschicht führen

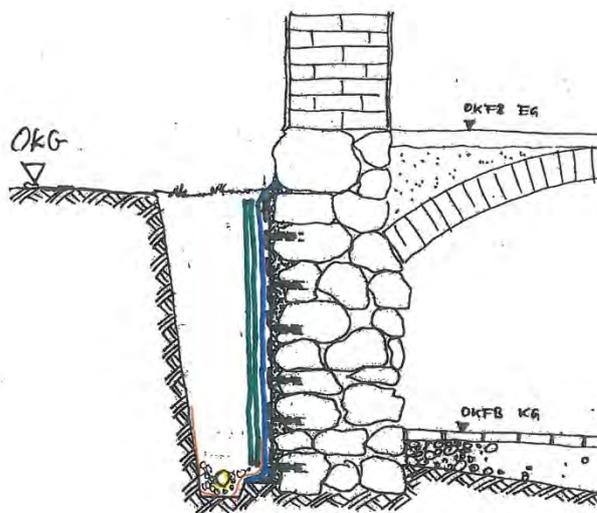


Bild 238. Filterkies 8/16 einbringen und  
 Drainagerohr verlegen

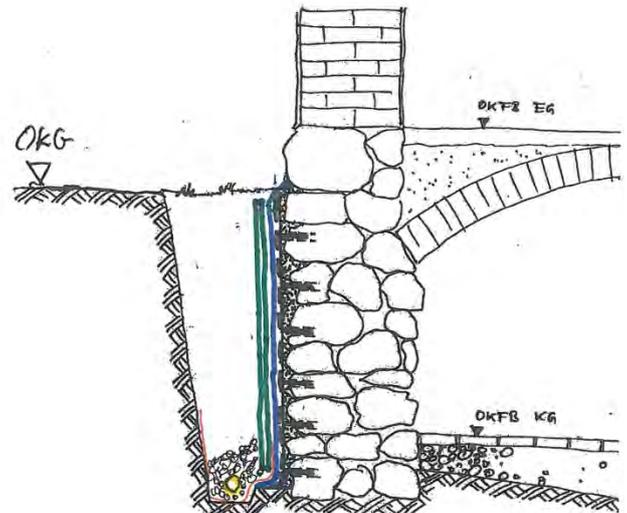


Bild 239. Drainagerohr in Filterkies einpacken

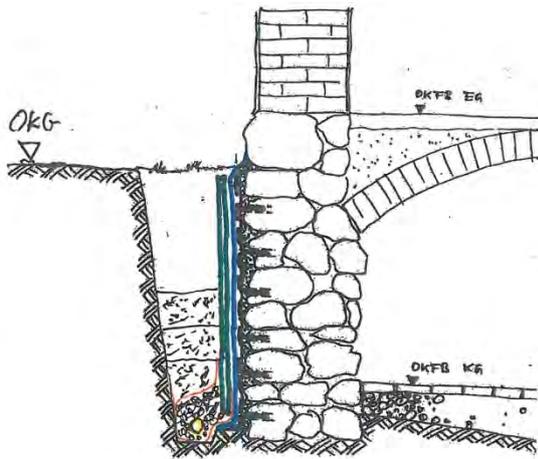


Bild 240. Vlies umschlagen und mit Verfüllmaterial abdecken, lagenweise auffüllen mit örtlichem Boden und leicht verdichten

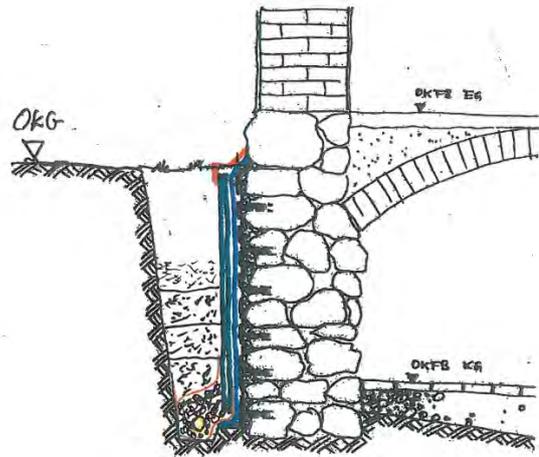


Bild 241. Oberes Abschlussprofil anbringen und weiter verfüllen bzw. mit Dachlatte sichern, dass kein Schutt zwischen Drainmatte und Dichtung fällt

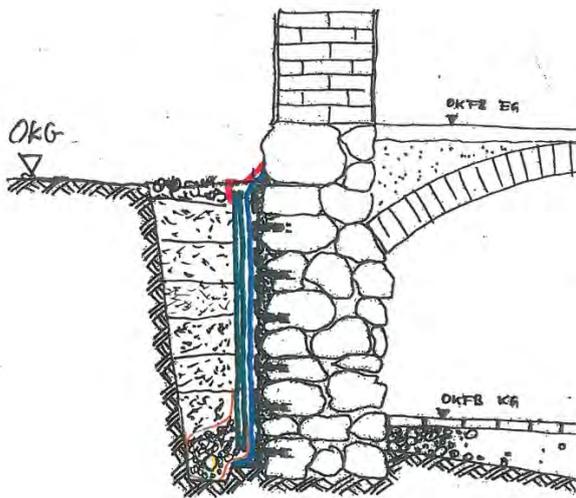


Bild 242. Oberste Schicht vom Gebäude weg abgleichen und verdichten, provisorisch mit Kies auffüllen bis OKF

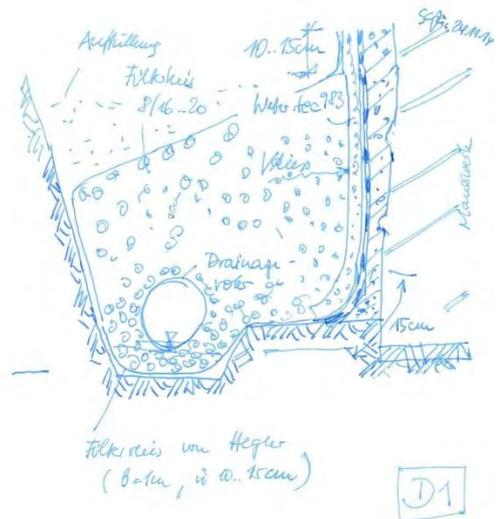


Bild 243. Führung des Vlieses am Fußpunkt der Ringdrainage

Palac w Sztynorcie.		Schloß Steinort						
antropogenicznego uszkodzenia fundamentów i adaptacji do zmieniających się warunków środowiskowych.		Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogenen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen						
Sztynort, POLSKA.		Steinort, POLEN						
Lp.	Podstawa	Opis	Jedn. przedm. Maßeinheit	Ilość	Cena jedn.		Wartość	
	Basis				Titel/Teilleistung	Einheitspreis	Preis/ Gesamtpreis	zi./€
								4,1090
<b>1</b>	<b>45233200-1</b>	<b>WZMOCNIENIE POWIERZCHNI TERENU</b>	<b>003</b>					
<b>1.1</b>		<b>Opaska wokół budynku, granicząca z terenem zielonym</b>	<b>3.1</b>					
1 d.1.1	0231-0407	Obrzeże betonowe 5x25 cm, w odciśnięciach d. > 10 m, na ławie betonowej, bez kosztu obrzeża	3.1.10	m	199,75	24,5	4.893,88	1.190,51
2 d.1.1	KNR 9-11 0201-04	Mata filtracyjna z włókna, b = 100 cm	3.1.20	m <sup>2</sup>	199,75	13,85	2.766,54	673,16
3 d.1.1	0231-0202	Żwir 8/16	3.1.30	m <sup>3</sup>	49,94	171,43	8.561,21	2.083,50
<b>Razem dział: Opaska wokół budynku, granicząca z terenem zielonym</b>							<b>16.221,63</b>	<b>3.947,17</b>
<b>1.2</b>		<b>Opaska wokół budynku, wykorzystana nawierzchnią chodnikową</b>	<b>3.2</b>					
4 d.1.2	KNR 2-31 0502-01	Płytki betonowe 25x25 cm, na podsypce piaskowej	3.1.10	m <sup>2</sup>	75,2	57,75	4.342,80	1.056,56
5 d.1.2	0231-0202	Warstwa wyrównawcza ze żwiru 0/16, grub. ok. 15 cm	3.1.20	m <sup>3</sup>	11,28	176,53	1.991,26	484,59
6 d.1.2	KNR 9-11 0201-04	Mata filtracyjna z włókna, szer. 1,2 m	3.1.30	m <sup>2</sup>	90,24	13,85	1.249,82	304,11
7 d.1.2	0228-0701	Warstwa uszczelniająca z ubitej gliny, warstwą grub. 15 cm	3.1.40	m <sup>2</sup>	94	18,71	1.758,74	427,70
<b>Razem dział: Opaska wokół budynku, wykorzystana nawierzchnią chodnikową</b>							<b>9.342,62</b>	<b>2.272,96</b>
<b>1.3</b>		<b>Koszt dostawy wybranych materiałów</b>	<b>12.2.</b>					

Bild 244. Deutsche Leistungsbeschreibung an die polnische Systematik angekoppelt (Auszug)

Sztynort - odwodnienie

KSIĄŻKA PRZEDMIARÓW

Lp.	Podstawa	Opis i wyliczenia	j.m.	Poszcz	Razem
<b>ODWODNIENIE MIĘDZYMURZA - MUR ZACHODNI</b>					
<b>1 ROBOTY ZIEMNE</b>					
1	<b>KNR 2-01 0119-04</b>	Roboty pomiarowe przy liniowych robotach ziemnych - wyznaczenie tras przebiegu	km		
d.1	el. wsch.	46.88/1000	km	0.047	
	el. zach.	74.07/1000	km	0.074	
	el. pln.	(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)/1000	km	0.059	
	el. pd.	(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)/1000	km	0.047	
				<b>RAZEM</b>	<b>0.227</b>
2	<b>KNR 2-31 0801-05</b>	Ręczne rozebranie podbudowy z mas mineralno-bitumicznych o grubości 4 cm	m <sup>2</sup>		
d.1		(19.35+27.53)*1.50	m <sup>2</sup>	70.320	
				<b>RAZEM</b>	<b>70.320</b>
3	<b>KNR 2-31 0804-06</b>	Ręczne rozebranie nawierzchni z kamienia brukowego	m <sup>2</sup>		
d.1		poz.2	m <sup>2</sup>	70.320	
				<b>RAZEM</b>	<b>70.320</b>
4	<b>KNR 19-01 0107-02</b>	Zdjęcie warstwy ziemi roślinnej z darnią gr. 10 cm	m <sup>2</sup>		
d.1	analiza indywidualna	74.07*2.00	m <sup>2</sup>	148.140	
	el. zach.	(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*2.00	m <sup>2</sup>	117.160	
	el. pln.	(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*2.00	m <sup>2</sup>	94.860	
	el. pd.				
				<b>RAZEM</b>	<b>360.160</b>
5	<b>KNR 19-01 0114-01</b>	Wypokpy przy odkrywaniu odcinkami istniejących fundamentów w gruntach suchych kat. I-II	m <sup>3</sup>		
d.1	el. wsch.	19.35*2.00*3.50+0.50*27.53*2.00*(3.50+1.40)	m <sup>3</sup>	270.347	
	el. zach.	(37.92+1.60)*2.00*2.40+0.50*36.15*2.00*(2.40+1.00)	m <sup>3</sup>	312.606	
	el. pln.	0.50*(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*2.00*(2.40+3.50)	m <sup>3</sup>	345.622	
		0.50*16.34*(3.10+2.10)	m <sup>3</sup>	42.484	
		0.50*15.05*(1.80+2.20)	m <sup>3</sup>	30.100	
	el. pd.	0.50*(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*2.00*(1.40+1.00)	m <sup>3</sup>	113.832	
		15.26*1.00*1.30	m <sup>3</sup>	19.838	
	inst. przyłączeniów	0.50*(27.93+38.31+72.30)*1.50*(3.10+1.60)	m <sup>3</sup>	488.354	
				<b>RAZEM</b>	<b>1623.183</b>
6	<b>KNR 19-01 0117-02</b>	Umocnienie, odeskowanie wykopów wąskoprzestrzennych lub jamistych o gl. do 3,0 m	m <sup>2</sup>		
d.1	el. wsch.	19.35*3.50+0.50*27.53*(3.50+1.40)	m <sup>2</sup>	135.174	
	el. zach.	(37.92+1.60)*2.40+0.50*36.15*(2.40+1.00)	m <sup>2</sup>	158.303	
	el. pln.	0.50*(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*(2.40+3.50)	m <sup>2</sup>	172.811	
		0.50*16.34*(3.10+2.10)*2	m <sup>2</sup>	84.968	
		0.50*15.05*(1.80+2.20)*2	m <sup>2</sup>	60.200	
	el. pd.	0.50*(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*(1.40+1.00)	m <sup>2</sup>	56.916	
		15.26*1.30*2	m <sup>2</sup>	39.676	
	inst. przyłączeniów	0.50*(27.93+38.31+72.30)*(3.10+1.60)*2	m <sup>2</sup>	651.138	
				<b>RAZEM</b>	<b>1357.186</b>
7	<b>KNR 19-01 0117-08</b>	Pomosty dla pieszych nad wykopami	m <sup>2</sup>		
d.1		10.00	m <sup>2</sup>	10.000	
				<b>RAZEM</b>	<b>10.000</b>
8	<b>KNR 19-01 0118-03</b>	Wywóz ziemi samochodami samowyladowczymi na odl. do 1 km, grunt kat. III	m <sup>3</sup>		
d.1		poz.5*0.20	m <sup>3</sup>	324.637	
				<b>RAZEM</b>	<b>324.637</b>
9	<b>KNR 19-01 0118-04</b>	Wywóz ziemi samochodami samowyladowczymi - dodatek za każde dalsze 0,5 km ponad 1 km, grunt kat. III	m <sup>3</sup>		
d.1		Krotność = 20 poz.8	m <sup>3</sup>	324.637	
				<b>RAZEM</b>	<b>324.637</b>
10	<b>KNR 19-01 0107-03</b>	Wyrównanie terenu w gruncie kat. I-II	m <sup>2</sup>		
d.1	el. wsch.	19.35*2.00+27.53*2.00	m <sup>2</sup>	93.760	
	el. zach.	(37.92+1.60)*2.00+36.15*2.00	m <sup>2</sup>	151.340	
	el. pln.	(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*2.00	m <sup>2</sup>	117.160	
		16.34*1.00	m <sup>2</sup>	16.340	
		15.05*1.00	m <sup>2</sup>	15.050	
	el. pd.	(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*2.00	m <sup>2</sup>	94.860	
		15.26*1.00	m <sup>2</sup>	15.260	
	inst. przyłączeniów	(27.93+38.31+72.30)*1.50	m <sup>2</sup>	207.810	
				<b>RAZEM</b>	<b>711.580</b>
11	<b>KNR 19-01 0115-02</b>	Zasypanie wykopów ziemią z ukopów z przerzutem ziemi na odl. do 3 m z ubiciem warstwami w gruncie kat. III	m <sup>3</sup>		
d.1		poz.5*0.60	m <sup>3</sup>	973.910	
				<b>RAZEM</b>	<b>973.910</b>
12	<b>KNR 2-31 0205-01</b>	Nawierzchnia z kamienia brukowego rozbiórkowego (R=0,50 - ułożenie tymczasowe, do późniejszego przełożenia)	m <sup>2</sup>		
d.1		poz.3	m <sup>2</sup>	70.320	
				<b>RAZEM</b>	<b>70.320</b>
<b>2 ROBOTY ROZBIÓRKOWE</b>					
13	<b>KNR 4-051 0409-03</b>	Demontaż studni rewizyjnych z kręgów betonowych o śr. 1200 mm w gotowym wykopie o głęb. 3 m	kpl.		
d.2		13.00	kpl.	13.000	
				<b>RAZEM</b>	<b>13.000</b>
14	<b>KNR 4-051 0409-04</b>	Demontaż studni rewizyjnych z kręgów betonowych o śr. 1200 mm w gotowym wykopie - za każde 0.5 m różnicy głębokości	0.5m		
d.2		-13'2	0.5m	-26.000	
				<b>RAZEM</b>	<b>-26.000</b>
15	<b>KNR 19-01 0115-02</b>	Zasypanie wykopów ziemią z ukopów z przerzutem ziemi na odl. do 3 m z ubiciem warstwami w gruncie kat. III	m <sup>3</sup>		
d.2		13*1.00*1.00*2.00	m <sup>3</sup>	26.000	
				<b>RAZEM</b>	<b>26.000</b>
16	<b>KNR 19-01 0118-13</b>	Wywóz gruzu spryzmowanego samochodami samowyladowczymi na odl. do 1 km	m <sup>3</sup>		
d.2		13*2.00*0.50	m <sup>3</sup>	13.000	

- 3 -

Bild 245. Vorgegebenes Raster der Leistungsbeschreibung nach polnischen Gepflogenheiten. Mengenermittlung

Lp.	Podstawa	Opis	jm	Nakłady	Koszt jedn.	R	M	S
<b>ODWODNIENIE MIĘDZYMURZA - MUR ZACHODNI</b>								
<b>1 ROBOTY ZIEMNE</b>								
1	KNR 2-01 0119-04	Roboty pomiarowe przy liniowych robotach ziemnych - wyznaczenie tras przebiegu obmiar = 46.88/1000 74.07/1000 (12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)/1000 (10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)/1000 RAZEM 0.227km	km					
	el. wsch			0.047				
	el. zach.			0.074				
	el. pln.			0.059				
	el. pd.			0.047				
	RAZEM			0.227km				
1*	-- R -- robocizna	220*0.955=210.1r-g/km * 17.20zł/r-g	r-g	47.6927	3613.72	820.31		
2*	-- M -- słupki drewniane iglaste śr.70mm	0.286m³/km * 155.92zł/m³	m³	0.0649	44.59		10.12	
3*	-- S -- samochód dostawczy 0,9 t	18.9m-g/km * 49.54zł/m-g	m-g	4.2903	936.31			212.54
Razem koszty bezpośrednie:				1042.97	4594.62	820.31	10.12	212.54
Razem z narzutami:				1931.22	8507.57	1525.13	10.93	395.16
Cena jednostkowa:				8507.57		6718.63	48.16	1740.78
2	KNR 2-31 0801-05	Ręczne rozebranie podbudowy z mas mineralno-bitumicznych o grubości 4 cm obmiar = (19.35+27.53)*1.50 = 70.320m²	m²					
1*	-- R -- robocizna	0.4384r-g/m² * 17.20zł/r-g	r-g	30.8283	7.54	530.21		
Razem koszty bezpośrednie:					7.54	530.21		
Razem z narzutami:					14.02	985.89		
Cena jednostkowa:					14.02	14.02	0.00	0.00
3	KNR 2-31 0804-06	Ręczne rozebranie nawierzchni z kamienia brukowego obmiar = 70.32m²	m²					
1*	-- R -- robocizna	0.2625r-g/m² * 17.20zł/r-g	r-g	18.4590	4.52	317.85		
Razem koszty bezpośrednie:					4.52	317.85		
Razem z narzutami:					8.40	590.69		
Cena jednostkowa:					8.40	8.40	0.00	0.00
4	KNR 19-01 0107-02	Zdjęcie warstwy ziemi roślinnej z darnią gr. 10 cm obmiar = 74.07*2.00 (12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*2.00 (10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*2.00 RAZEM 360.160m²	m²					
1*	-- R -- robocizna	0.78r-g/m² * 17.20zł/r-g	r-g	280.9248	13.42	4833.35		
Razem koszty bezpośrednie:					13.42	4833.35		
Razem z narzutami:					24.95	8985.99		
Cena jednostkowa:					24.95	24.95	0.00	0.00
5	KNR 19-01 0114-01	Wykopy przy odkrywaniu odcinkami istniejących fundamentów w gruntach suchych kat. I-II obmiar = 19.35*2.00*3.50+0.50*27.53*2.00*(3.50+1.40) (37.92+1.60)*2.00*2.40+0.50*36.15*2.00*(2.40+1.00) 0.50*(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*2.00*(2.40+3.50) 345.622 0.50*16.34*1.00*(3.10+2.10) 0.50*15.05*1.00*(1.80+2.20) 0.50*(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*2.00*(1.40+1.00) 113.832 15.26*1.00*1.30 0.50*(27.93+38.31+72.30)*1.50*(3.10+1.60) 488.354 RAZEM 1623.183m³	m³					
1*	-- R -- robocizna	2.54r-g/m³ * 17.20zł/r-g	r-g	4122.8848	43.69	70916.87		
Razem koszty bezpośrednie:					43.69	70916.87		
Razem z narzutami:					81.23	131851.16		
Cena jednostkowa:					81.23	81.23	0.00	0.00
6	KNR 19-01 0117-02	Umocnienie, odeskowanie wykopów wąskoprzeźrzennych lub jamistych o gt. do 3,0 m obmiar = 19.35*3.50+0.50*27.53*(3.50+1.40) (37.92+1.60)*2.40+0.50*36.15*(2.40+1.00) 0.50*(12.28+25.88+5.77+7.58+7.07)*(2.40+3.50) 0.50*16.34*(3.10+2.10)*2 0.50*15.05*(1.80+2.20)*2 0.50*(10.49+16.38+5.84+7.70+7.02)*(1.40+1.00) 15.26*1.30*2 0.50*(27.93+38.31+72.30)*(3.10+1.60)*2 651.138 RAZEM 1357.186m²	m²					
1*	-- R -- robocizna	0.82r-g/m² * 17.20zł/r-g	r-g	1112.8925	14.10	19136.32		

Bild 246. Vorgegebenes Raster der Leistungsbeschreibung nach polnischen Gepflogenheiten (Leistungsbeschreibung mit Preisermittlung)

Um sich mit den polnischen Fachleuten, dem Architekten und der Baufirma unterhalten zu können, war zuerst eine Beschreibung in deutscher Sprache erstellt worden, die dann an die polnische Vorgehensweise angepasst wurde.

Im Zuge der Ausschreibung erwies sich dann die Firma Hohlbud als diejenige, die am nächsten an die Zielsumme für die Drainagearbeiten heran kam. Hinsichtlich der Egalisierung der Mauerseite nach außen zum Erdreich zu bestanden jedoch noch Differenzen in der Aufwandseinschätzung. Aus diesem Grunde wurde eine Arbeitsprobe vereinbart.

Hierzu wurde am NW-Turm ein erster Arbeitsabschnitt ausgehoben. Das Bohren und Setzen der GFK-Anker wurde geprobt und die Zeiten dazu festgehalten. Es zeigte sich, dass der Bohraufwand wesentlich geringer ist, als der Bauunternehmer das eingeschätzt hatte.

Auf Grund der sehr unebenen Außenfläche des Mauerwerks, das original gegen das Erdreich errichtet wurde, ist dann noch eine Optimierung hinsichtlich der Egalisierung vorgenommen worden. In der Abfolge der Arbeitsschritte war davon ausgegangen worden, dass die Fläche eingeschalt wird, die Packer durch die Schalung geführt werden und dann der Zwischenraum mit fließfähigem Beton ausgegossen wird. Es musste festgestellt werden, dass sowohl die vorgesehene vertikale Streifenschalung als auch das Setzen der Packer so genau, wie erforderlich, nicht möglich ist. Die Packer müssen einerseits in der Fuge sitzen und andererseits einen maximalen Abstand einhalten und dazu dann noch vertikal in einer Linie sitzen.



*Bild 247. Arbeitsprobe auf der Parkseite des NW-Turmes*

Auf Vorschlag des Bauunternehmers wurde dann auf die Variante „Spritzbeton“ gesetzt, bei der die Egalisierung mit Spritzbeton vorgenommen wird und dabei die Packer an den Stellen, wo sie gesetzt werden können, bereits gesetzt sind.

Für die Packer wurden flexible PVC-Druckschläuche vorgeschlagen, die über einen Rundstab in der Lage gesichert werden.

Nachfolgend wird mit den Bildern der optimierte Ablauf der Egalisierung der Mauerfläche als Grundlage für die Abdichtung erläutert.

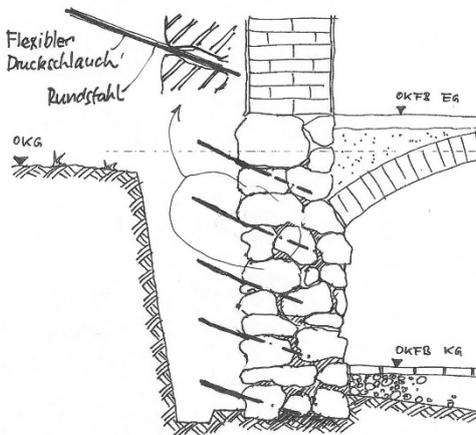


Bild 248. Setzen der flexiblen Packer in die Bohrlöcher

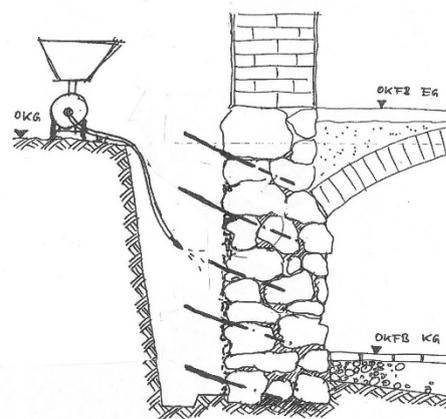


Bild 249. Spritzen beginnen, lagenweise

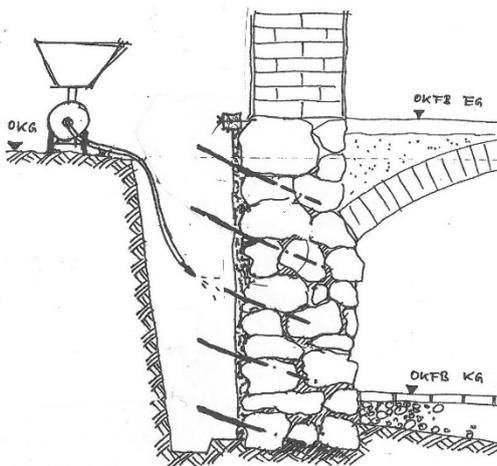


Bild 250. Spritzen, bis die gewünschte Schichtdicke erreicht ist

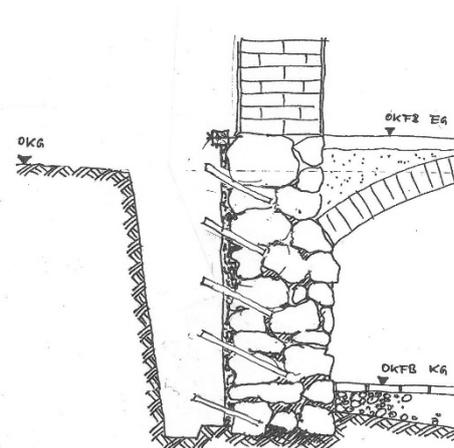


Bild 251. Ziehen der Rundstäbe und Rückschneiden der flexiblen Packer

Zuerst werden die Bohrlöcher in die Wand im Bereich der Fugen eingebracht. Die auf Länge geschnittenen Packer aus flexiblem, weichem PVC werden auf einen Rundstab aufgezogen und im Bereich der Bohrlöcher eingeschlagen. Die Packer sind länger als benötigt. Damit wird gesichert, dass im Zuge des Spritzens das Packerende nicht mit Spritzgut oder Zementemulsion verstopft wird.

Es wird dann lagenweise gespritzt. Vorher werden GFK-Anker gesetzt und eine Estrichmatte an diesen befestigt (in Bild 248 bis Bild 253 nicht separat dargestellt).

Der obere Abschluss wird über ein Kantholz fixiert, da am Ende ein Abschlussprofil aufgesetzt werden soll, von dem aus der Anschluss an die darüber liegenden Schichten erfolgen wird. Wenn der notwendige Auftrag erfolgt ist, wird die Oberfläche mit Kardätsche und Reibebrett putzmäßig geglättet, um einen guten Untergrund für die vertikale Abdichtung zu haben.

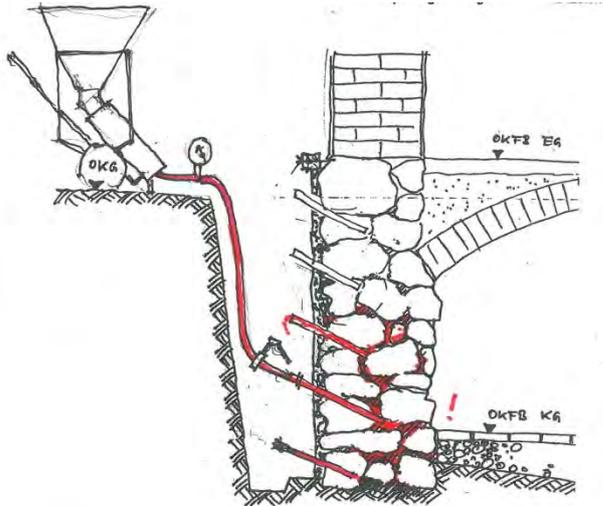


Bild 252. Verpressen

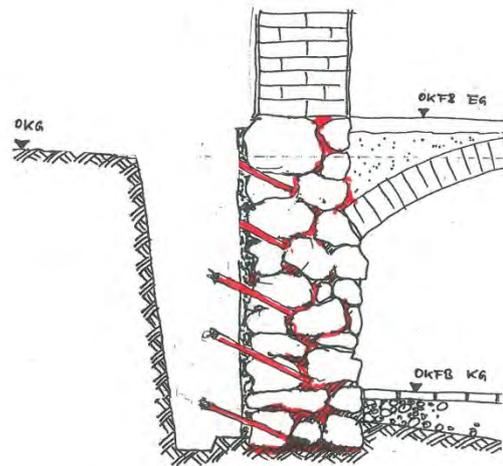


Bild 253. Rückschneiden der Packer

Nach dem Spritzen werden die Rundstäbe gezogen und die Packer mit den leicht verschmutzten Enden mit einem scharfen Messer zurückgeschnitten. Nunmehr kann das Verpressen beginnen, das von unten nach oben erfolgt. Der Verpressvorgang ist vor dem Einbau der Flächendrainage im Keller vorzunehmen. Entsprechende Begleitung des Verpressvorganges von innen ist notwendig (dritter Mann), um ein unkontrolliertes Austreten des Verpressgutes innen zu vermeiden.



Bild 254. Flexibler PVC-Druckschlauch durchsichtig



Bild 255. Packer nach dem Glätten der gespritzten Oberfläche



Bild 256. Packer eingekürzt, Rundstab gezogen, Verpressrüssel mit Schlauchklemme befestigt

Wenn das Verpressen über einen Packer beendet ist, nämlich dann, wenn im darüber liegenden Verpressgut austritt, wird der Packer nach dem Ziehen des Verpressschlauches mit Hanf verstopft.

Nach Abschluss des Verpressvorganges werden die Packer mit einem Winkelschleifer zurückgeschnitten und die Oberfläche nachgearbeitet

Die Lösung hat sich dann als kostenoptimal erwiesen und wurde so ausgeführt.

#### 4.4.21 Arbeitsschritte bei der Ausführung

##### 4.4.21.1 Flächendrainage im Inneren

Die unter den Bodenziegeln vorhandene Auffüllung wurde, damit trotz der Einbringung eines Flächenkieses die Fußbodenhöhen unverändert bleiben, herausgenommen und ein Planum mit Quergefälle von 5-10 % zur circa mittig im Raum liegenden Dränleitung hin hergestellt.

Aufgrund der notwendigen Gefälle für die Dränleitungen war eine grabenartige Abtiefung für die Aufnahme der eigentlichen Dränrohre erforderlich. Mittels Handschachtung wurden hierfür soweit vorhanden die bereits bestehenden Leitungsgräben der tönernen Dränleitungen aus dem Jahre 2002 wieder genutzt.



*Bild 257. Ausheben der Dränrohrgräben und Abtransport des Aushubs*



*Bild 258. Ausbringen des Flächenfilters (Filterkies)*



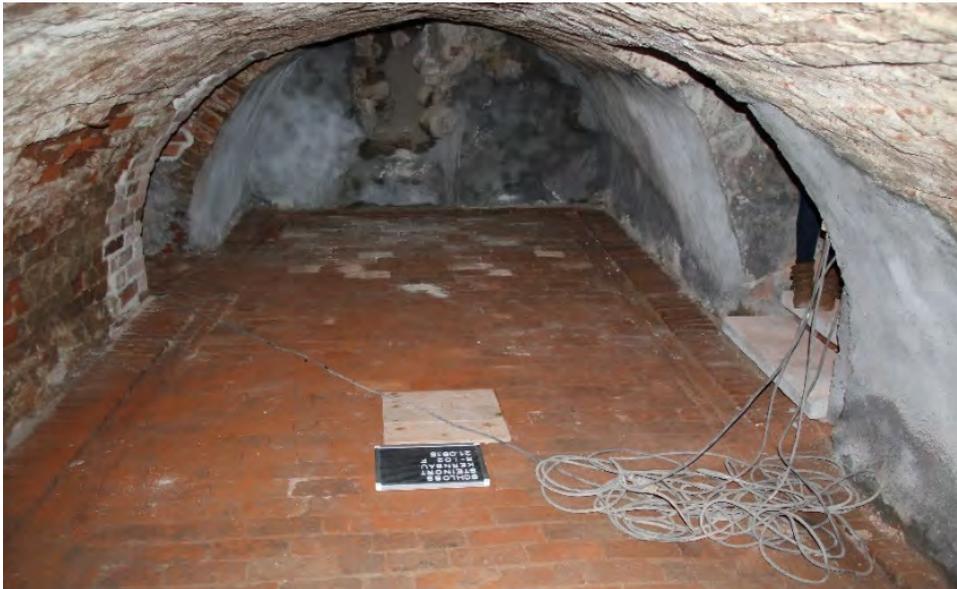
*Bild 259. Anschließende Egalisierung der Kiesschicht (Vlies überlappt mit Deckvlies)*



*Bild 260. Auslegen des abdeckenden Filtervlieses*



*Bild 261. Verlegung der Altziegel im Mörtelbett*



*Bild 262. Fußboden nach Fertigstellung unter Wahrung des originalen Verlegemusters*

Zur Verhinderung eines Feinstoffeintrages wurde die Kiesfilterschicht auch von oben mit einem Drainvlies abgedeckt. Die wiederverwendbaren geborgenen Altziegel wurden in ein mageres Kalkmörtelbett als neuer Begehungshorizont wieder eingebracht

#### 4.4.21.2 Ringdrainage außen (Musterflächen)



*Bild 263. Freigelegter Abschnitt der Kelleraußenwand an der Nordostseite des Nordturmes nach grober mechanischer Reinigung*



*Bild 264. Aufbringung einer Egalisierungsebene als Traggrund für die Abdichtungsebene*



*Bild 265. Fertig injizierter Wandabschnitt nach zusätzlicher Oberflächenglättung mit Ausgleichspachtel (Weber tec 933)*



*Bild 266. Fertig aufgetragene Abdichtung (Weber superflex 24)*



*Bild 267. Dickschichtabdichtung (Weber tec 933) und Dränmatte der Firma Weber - St. Gobain Deutschland/Polen, die das Material als Spende zur Verfügung gestellt hat [99], [100]*

Im Anschluss an die Fertigstellung der Vertikalabdichtung wurde ein Segment der später umlaufenden Ringdrainage in die entsprechend vliesummantelte Filterkiespackung eingebracht. Vertikal vor die Wand gebracht bildet eine Dränmatte den äußeren Abschluss gegen das Erdreich.



*Bild 268. Einbringen des Stangendränrohrs in die vliesummantelte Filterkiespackung und Einbau der ersten Dränmatte am Wandfuß*



*Bild 269. Sukzessives lagenweises Verdichten der Rückverfüllung*

Im weiteren Fortgang der Arbeiten ist die Verlegerichtung der Drainschicht auf vertikal wie nach Herstellerhinweis geändert worden. Dazu ist die Drainschicht mit einer Dachlatte an der Oberkante der Egalisierungsschicht befestigt worden, was zugleich einen sicheren Abschluss nach oben ergab und das Zwischenfallen von Erde oder Schuttpartikeln verhindert.

#### 4.4.22 Anschluss an Vorflut

Die im Vorfeld der Ausführung im Rahmen der Planung bedachten Varianten zur Interimslösung der Zuführung des Niederschlags- und des Drainagewassers wurden letztlich verworfen. Es war vorgesehen, einen Pumpenschacht nahe der Grundstücksgrenze (des Flurstückes, das zum Schloss gehört und sich im Besitz der Schloss-GmbH befindet). Diese Lösung hat den Nachteil, dass eine Pumpe angeschafft und Strom herangeführt werden musste. Außerdem ist die Lösung anfällig bei Stromausfällen, die hin und wieder passieren.

Gemeinsam mit dem Unternehmer wurde dann entschieden, einen Stichgraben vom Übergabeschacht auszuheben und bis zum ersten Schacht der Kaskade die Rohrleitung zu führen und das Wasser dann im offenen Gerinne weiter zur Vorflut laufen zu lassen.

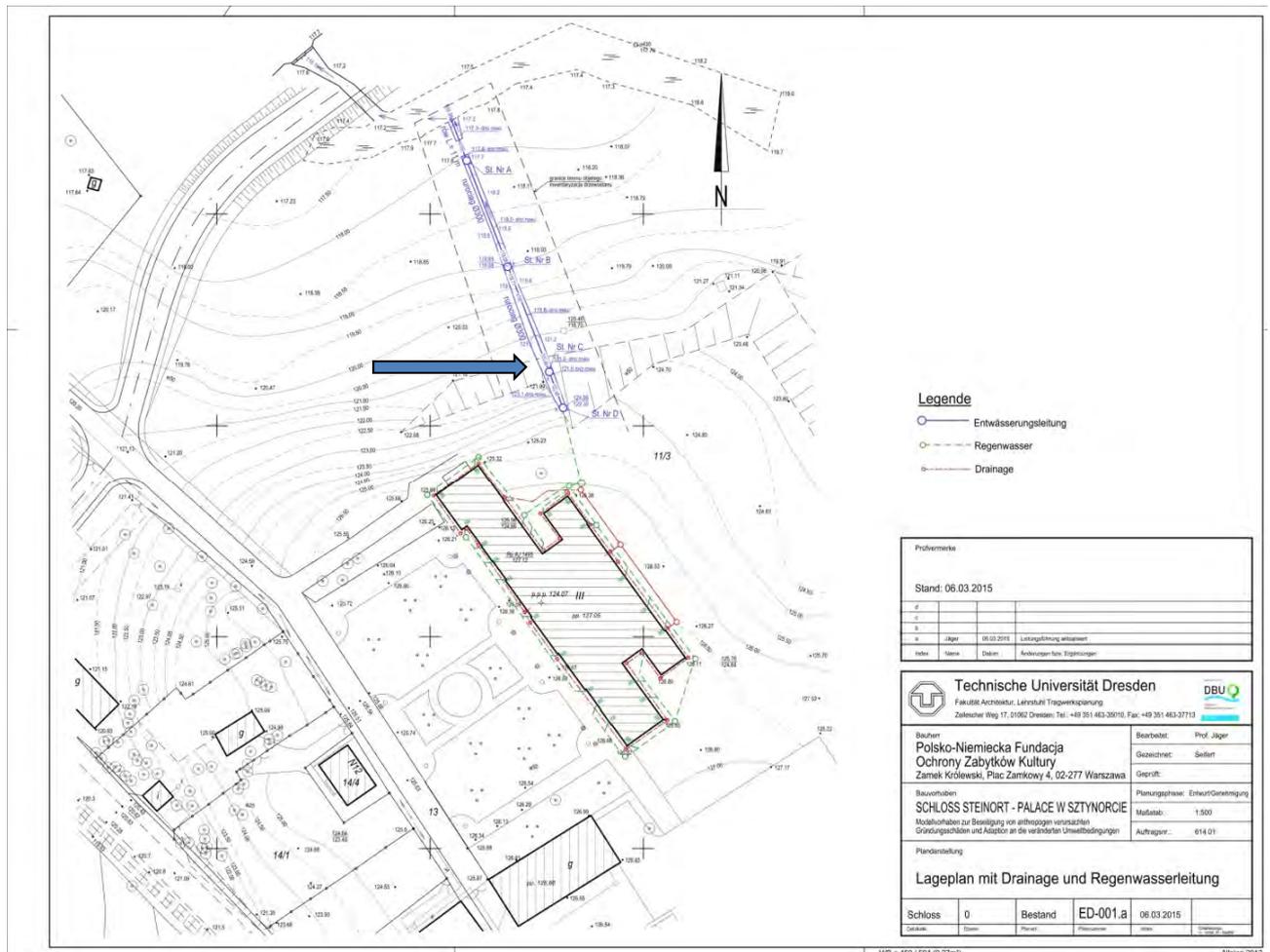


Bild 270. Lageplan mit der Übergabestelle an die Vorflut (Weiterlauf im offenen Gerinne)

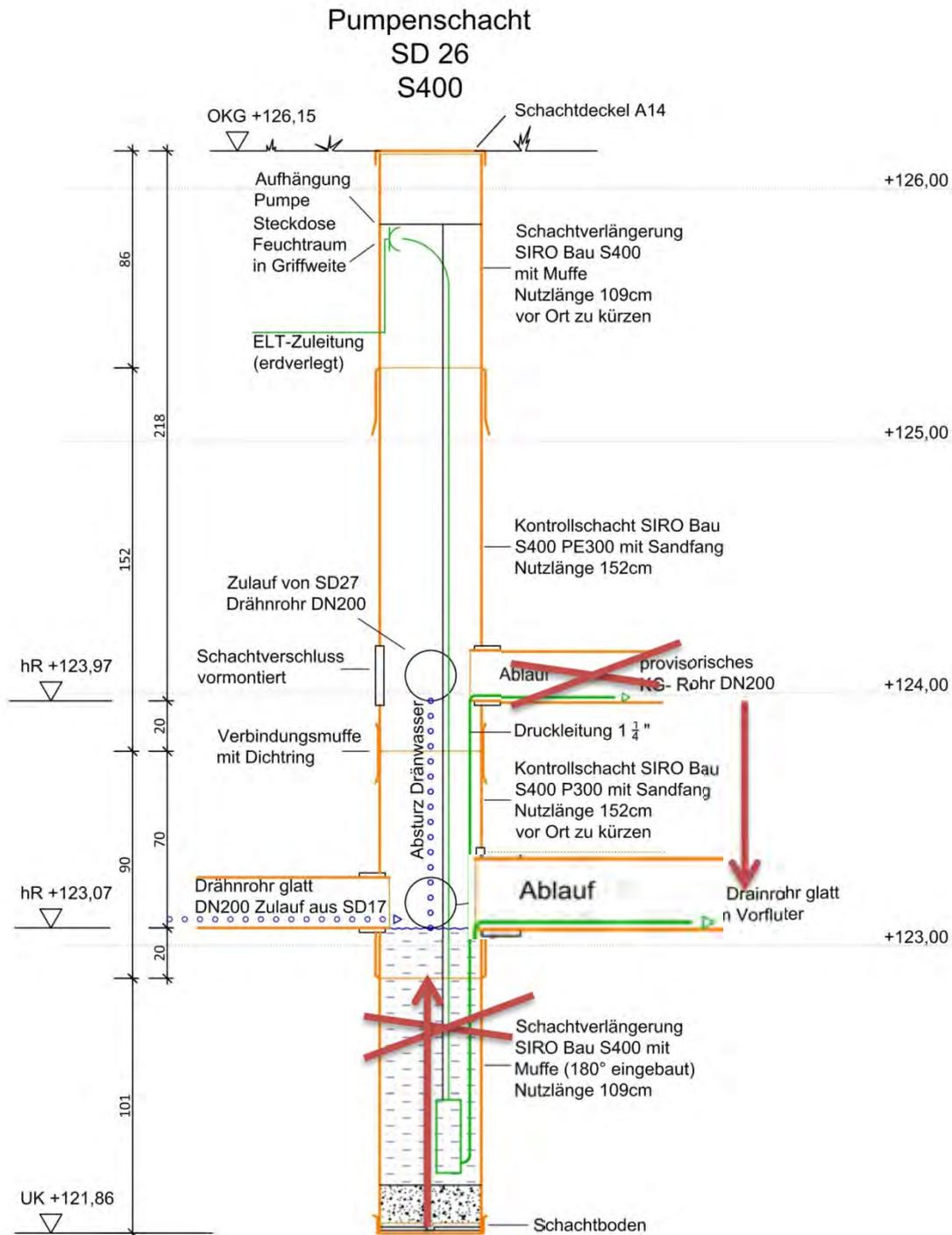


Bild 271. Vorgesehener Pumpenschacht, umfunktioniert zum Übergabeschacht der Endlösung (braune Eintragungen)



a)

b)

c)

*Bild 272. Zuführung zur Vorflut; a) Übergabeschacht, b) Ausmauerung des Auslaufes, c) Auslauf und Gerinne fertiggestellt*

#### **4.5 Regenwassernutzung**

Überall dort, wo Regenwasser auf Straßen, Plätze, Dächer, Flughäfen, Stadien oder andere befestigte Flächen fällt, geht es darum, den natürlichen Wasserkreislauf nachzubilden und für die schonende Rückführung in die Natur zu sorgen.

Sind die Untergrundverhältnisse für eine Versickerung ungünstig, ist die Rückhaltung des Niederschlags und der gebremste, zeitlich verzögerte Abfluss anzustreben. Stoßartige Belastungen von Kanalnetzen, Kläranlagen und Gewässern können so vermieden oder gemildert werden. Hierzu sind Systeme mit Drosselabfluss zu verwenden. Rückhalte-Rigolen stellen kostengünstige Alternativen zu herkömmlichen Stauraumkanälen oder unterirdischen Betonbehältern dar.

Wasser – insbesondere Trinkwasser – ist ein kostbares Gut, mit dem verantwortungsvoll und sparsam umgegangen werden sollte. Dort, wo nicht unbedingt Trinkwasserqualität erforderlich ist, kann Regenwasser sinnvoll eingesetzt werden. Die Nutzung des Regenwassers erstreckt sich von der Bewässerung von Grünanlagen bis zur großtechnischen Nutzung, z.B. bei Fahrzeugwaschanlagen. Wenngleich in den Masuren überall genügend Wasser vorhanden ist, geht es trotzdem darum, eine geordnete Rückführung zu gewährleisten und die Chance zu einer Nutzung dabei nicht vergehen zu lassen.

Bei der Planung der Regenwasserkanalisation wurde so vorgegangen, dass alle Grundleitungen auf dem Grundstück stets separat von der Drainage geführt worden sind und eine Zusammenfassung erst an der jetzigen Grundstücksgrenze vor Einleitung in die Vorflut erfolgte.

Die Zusammenführung kann hier wieder aufgelöst werden, wenn die Entscheidung für eine Regenwassernutzung fällt. Es ist dann ein zweiter Schacht zu setzen, der nur das Regenwasser sammelt und dann dem Speicher am Hang zuführt. Die Hangsituation bietet die Möglichkeit, den Speicher soweit zu überschütten, wie es für die Frostsicherheit notwendig ist. Aufwendige Erdarbeiten wegen der erheblichen Tiefenlage der Rohrleitungen können dadurch gespart und die Nutzung wirtschaftlich attraktiv gemacht werden.

Vom Speicher aus erfolgt ein Rückpumpen zum Schloss. Da der NW-Turm früher die Küche beherbergte und auch sonst die Situation für Wirtschaftsräume dort geeignet ist, kann dann die weitere Verteilung von dort aus im Schloss erfolgen.

Eine weitere planerische Bearbeitung erfolgte nicht, da dazu die Lage der Bedarfsstellen und deren Umfang bekannt sein sollten.

Der Bau des Außenspeichers ist ohne große planerische Leistungen möglich, sofern ein kostengünstiges modulares System angewendet wird.

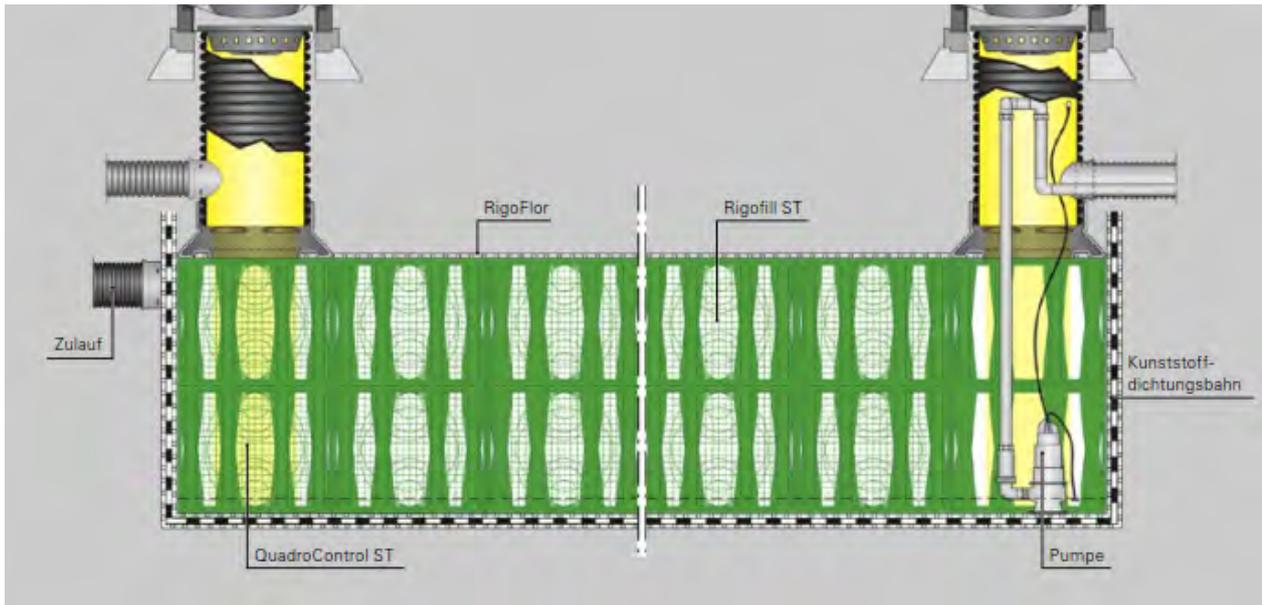


Bild 273. Beispiel für einen modular herstellbaren Regenwasserspeicher nach [93] RicoCollect (abgedichtete Füllkörperrigole)

Je nach Ausbau der Freiflächen und deren Befestigung sowie des möglichen Anfalls von Öl oder anderen Schadstoffen ist ein Ölabscheider vorzulagern und ggf. eine Reinigung, die Schwebstoffe und Sand auffängt. Das Drainagewasser wird gesondert in die Vorflut abgeführt; die Wassernutzung erfolgt nur für das Regenwasser.

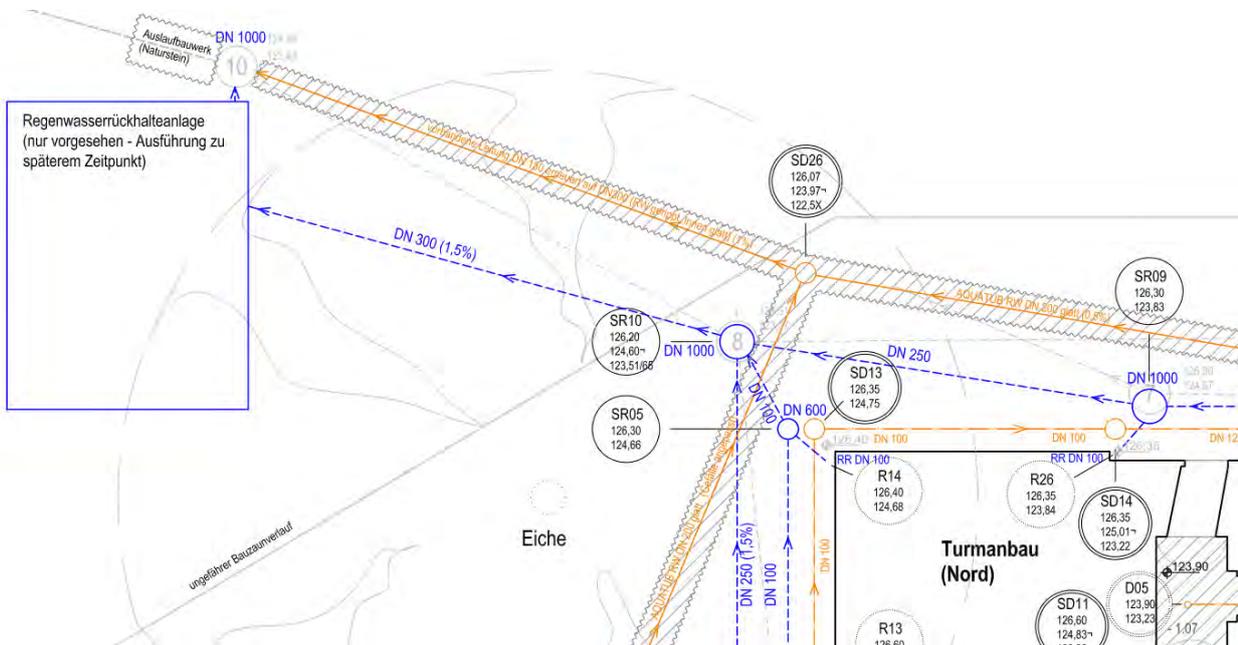


Bild 274. Mögliche Lage der Regenwasserrückhalteanlage

## 4.6 Baubegleitende Bauarchäologie

Im Rahmen der aktiven Bauarbeiten für den Einbau der Flächendrainage in die Kellerräume des Schlosses sowie die modellhafte Ausführung von Teilen der äußeren Ringdrainage wurden Schachtarbeiten, d.h. Eingriffe in den Boden notwendig. Unter Angabe des Umfanges der notwendigen Störungen (vgl. Bild 275) sowie der für die Dokumentation der Arbeiten vorgesehenen Methodik wurden im Vorfeld der baulichen Tätigkeiten die erforderlichen denkmalrechtlichen und bodendenkmalrechtlichen Genehmigungen von der zuständigen polnischen Genehmigungsbehörde eingeholt. Im April 2015 wurde auf Grundlage der durch den Projektträger erarbeiteten Unterlagen die bodendenkmalrechtliche Genehmigung und Ende Mai die denkmalrechtliche Genehmigung an den Baueigentümer erteilt.

### 4.6.1 Räumlicher Umfang der Arbeiten und Ausgangssituation

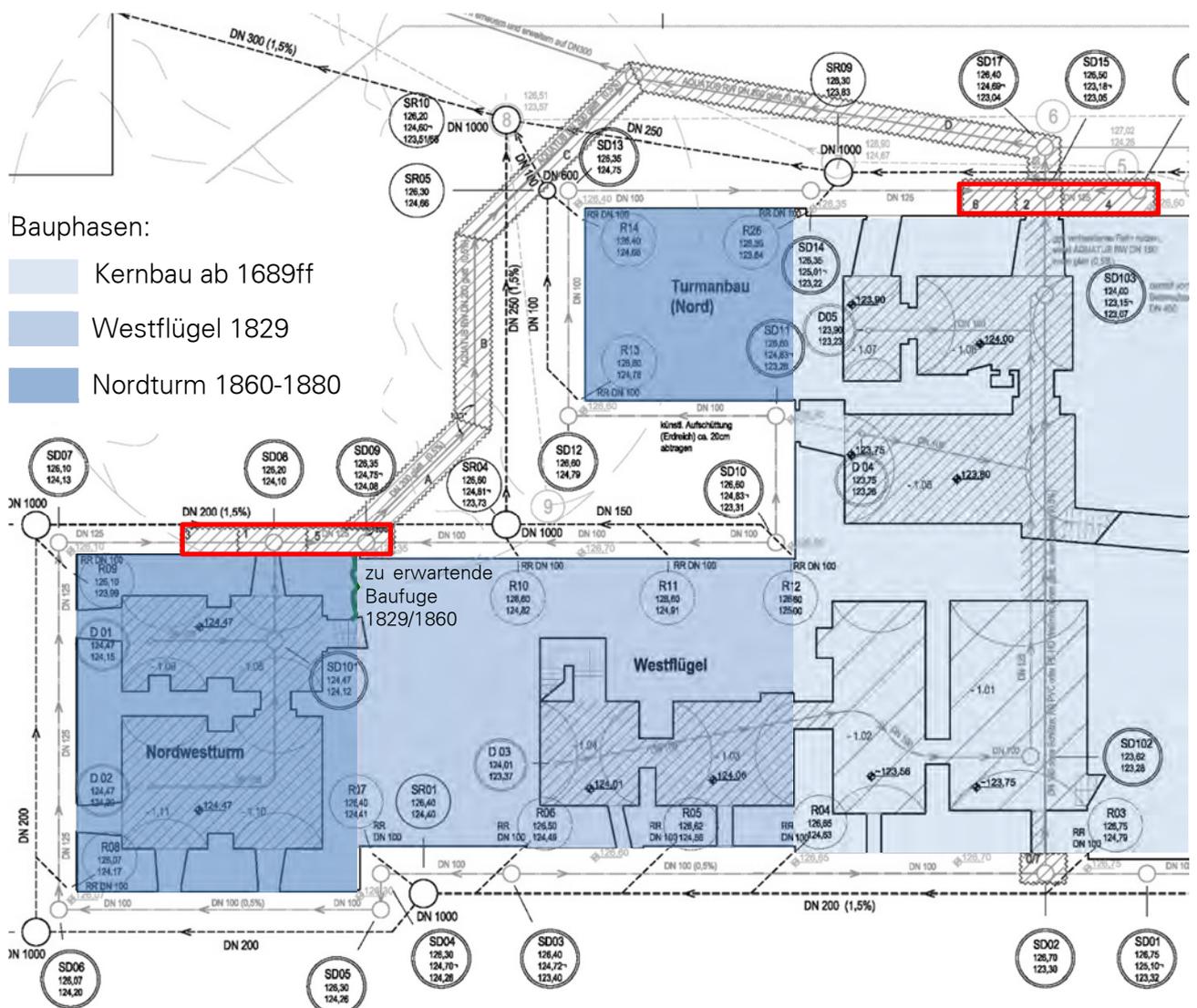


Bild 275. Ausschnitt aus dem Übersichtsplan Drainage und Regenwasserabführung mit roter Markierung der zu bearbeitenden Bereiche

Die Schachtarbeiten für die außenliegende Ringdrainage berührten v.a. die ehemalige Baugrube bzw. den Fundamentgraben, der für die Errichtung der Grund-/Kellermauern bei der Erbauung des Schlosses ausgehoben wurde (vgl. Bild 275, rote Rechteckmarkierungen). Es war davon

auszugehen, dass im Bereich der Wiederverfüllung bauhistorisch interessante Fragmente vorhanden sind, deren fachgerechte Dokumentation und Bergung prinzipiell erforderlich ist. Gleichfalls sollte im Rahmen der Dokumentation der Profile eine Aussage zur anstehenden Stratigraphie entstehen.

Auf Basis vorhandener schriftlicher Quellen zum Bauwerk war zudem eine für die Baugeschichte interessante Baufuge zwischen Nordwestturm und Westflügel zu erwarten, welche durch den zwischen 1860-1880 zu datierenden Anbau des Nordwestturmes an den bereits lt. *von Lorck* um 1829 ([3] S.23) in einer ersten Erweiterungsphase erbauten Westflügel entstanden sein dürfte. Jüngere Veröffentlichungen von *Poczobutt/Korduba* gehen davon aus, dass zumindest kleinere Flügelanbauten bereits in der Hauptbauphase ausgangs des 17. Jahrhunderts errichtet worden sind bzw. in zeichnerischen Darstellungen von Steinort von 1770 und 1807 ([10] S.32) Seitenflügel deutlich zu erkennen sind.

Nicht gänzlich auszuschließen waren im Bereich des Kernbaus ebenfalls Mauer- oder Fundamentreste des zu größten Teilen niedergelegten Vorgängerbaus aus dem 16. Jahrhundert, dessen Außengeometrie zwar überwiegend deckungsgleich mit dem heute noch erhaltenen barocken Kernbau sein soll, aber im Bereich des Mittelrisalits ggf. leicht von der heutigen Baukubatur abweichen soll ([3] S.20). Erste Erkenntnisse, die Mauerreste außerhalb der heutigen Grundrissstruktur bestätigen, konnten bereits im November/Dezember 2011 im Rahmen einer Testschürfe gewonnen werden (vgl. Bild 276).



*Bild 276. Dokumentationsfoto von der Testschürfe an der Außenwand des Kernbaus im Dezember 2011*

Auch im Bereich der Erneuerung der Flächendrainage, die unter den jetzigen Kellerfußboden einzubringen ist (vgl. Bild 275, schraffierte Bereiche innerhalb des Bauwerks), war mit Fundstücken bzw. Befunden zur Bauwerksgeschichte zu rechnen, jedoch war aufgrund der nach 2001 ([45]) eingebrachten Drainleitungen hier bereits mit größeren Störungen der Ausgangssituation zu rechnen.

#### 4.6.2 Methodik

Die bei den Freilegungsarbeiten aufzufindenden Befundsituationen waren gemäß bauarchäologisch üblicher Methoden dokumentarisch zu erfassen. Neben einer fotografischen und maßlichen Dokumentation waren zusätzlich Beschreibungen der Befundsituation anzufertigen. Als Befunde im bauarchäologischen Sinne sind z.B. zu verstehen:

- Fundamentmauerwerk oder aufgehendes Mauerwerk sowie alle Reste desgleichen (Mauersteine, Bearbeitungsspuren, Mörtel(reste), Verband, Fügung, Lagerung, Schäden, ...)
- Erkennbare Begehungshorizonte (Pflasterungen, Ziegel-Böden, verfestigte Zwischenhorizonte)
- Bodenverfärbungen aus vorhandenen Baugruben
- u.ä.

Relevante spezifische Einzelfundstücke, die Auskunft zur Datierung der stratigraphischen Schichten geben können, waren ebenfalls im Kontext ihrer Befundlage zu dokumentieren, zu bergen und anschließend mittels eindeutiger Fundstücksnummern weiter inhaltlich zu bearbeiten, d.h. ebenfalls fotografisch, beschreibend und zeichnerisch zu dokumentieren. Folgende Einzelfunde wurden hierbei berücksichtigt:

- Metallfunde, z.B. Beschlagteile von Fenster-/Türöffnungen/Kachelöfen u.a. (s. Bild 277)
- Keramikfundstücke, z.B. Scherben von Gebrauchskeramik
- Glasreste/Glasscherben z.B. von Gebrauchsgeschirr o. Fenstergläsern
- Holzfunde, z.B. dendrochronologisch o. C4-datierbare Reste
- Knochen und Knochenfragmente
- Reste von Textilien, Bekleidung
- u.ä.
- 



*Bild 277. Alte Ofentür aus dem Aushub vor dem Nordwestturm*



*Bild 278. Oberflächennahe Fundstücke, wie Ofenkacheln, Glasflaschen, Knochen*

Des Weiteren wurden allgemeine Funde, die im Aushub und einzelnen Straten in größerer Anzahl vorhanden waren, exemplarisch unter Angabe des zugehörigen Planums/Schnitts/Befundes geborgen und gesondert in Fundtüten untergebracht und am Objekt selbst aufbewahrt. Dazu zählen z.B.:

- Natursteine als Mauer-/Pflastersteine (für späteren Wiedereinbau separat seitlich gelagert)
- Mauerziegel o. deren Bruchstücke (s. Bild 280)
- Dachziegel o. deren Bruchstücke
- Putz-/Mörtelreste (Bild 279)
- Metallene Verbindungsmittel (Nägeln, Schrauben, Klammern, Drähte, ...)
- Rohrleitungen (Wasserzu-/ableitung, keramische Drainrohre, ...)



*Bild 279. Putzfragmente mit Anstrichresten aus der Gewölbeauffüllung über R-1.01*



*Bild 280. Reste des ehemaligen Ziegelfußbodens des Nordwestturmes aus den oberen Auffüllungen nordöstlich des Nordwestturmes*

Exemplarisch sollen nachfolgend die Arbeitsschritte für die Vorgehensweise im Rahmen der Einbringung der äußeren Ringdrainage sowie für die Einbringung der Flächendrainagen in einem der Kellerräume dargestellt werden.

#### 4.6.3 Arbeitsschritte im Rahmen der Ringdrainagearbeiten

Aufgrund der aus der Gebäudestatik zwingend vorgegebenen abschnittsweisen Vorgehensweise für den Bodenaushub (Pilgerschrittverfahren) sowie aufgrund der durch die Baumaßnahme vorgegebenen Geometrie einer relativ schmalen Bodenöffnung vor der Außenwand, war abweichend zu der rein bodenarchäologischen Grabungsweise keine rein stratigraphisch angelegte Grabung im Planum ausführbar. Analog üblicher Prospektionsgrabungen wurde somit ein Sondagegraben parallel vor der Wand angelegt.

##### 4.6.3.1 Freilegung

Aus der 2011 angelegten ersten Schürfe war bekannt, dass sich im Bereich des Nordwestturmes in direktem Anschluss zur Außenwand auf der Nordostseite ein Pflaster aus Geröllsteinen ca. 20cm unter der heutigen Geländeoberkante befindet (s. Bild 282). Selbiges wurde nach Abtrag des Mutterbodens aufgenommen und seitlich gelagert.

Im Anschluss wurde das Kellermauerwerk bis auf die erforderliche Tiefe für die Drainrohrverlegung freigelegt, wobei im Bereich der Baufuge ein senkrechtes Profil angelegt wurde, um die einzelnen Schichten und die Gründungssituation genauer dokumentieren zu können.



*Bild 281. Reinigung des Planums*



*Bild 282. Freigelegtes Geröllpflaster auf der Nordostseite des Nordwestturms*

#### 4.6.3.2 Aufnahme der Befundsituation

Nach vollflächiger Freilegung und Reinigung der Bodenprofile bzw. der Außenwände wurden die Oberflächen mit hochauflösenden Fotos dokumentiert sowie ergänzenden Vorkehrungen zur photogrammetrischen Auswertbarkeit der Aufnahmen vorgenommen. Die Stratigrafie der Profile wurde verbal und skizzenhaft aufgenommen.



*Bild 283. Dr. Koperkiewicz (Universität Danzig) bei der Befundbeschreibung*



*Bild 284. Profil senkrecht zur Außenwand*

#### 4.6.3.3 Identifikation von Befunden/Funden inkl. Kennzeichnung

Wichtige Befunde respektive signifikante Horizonte sowie Einzelfundstücke wurden nach Voransprache mit Befund-/Fundnummern markiert und entsprechend im Profil verortet.

#### 4.6.3.4 Stratigrafie

Auf Grundlage des sauberen und ebenen Profilanschnittes und der Signalisierung der einzelnen Bodenhorizonte wurde die Stratigrafie festgehalten. Für spätere Vergleiche bzw. weitere möglichen Auswertungen wurden beispielhaft Proben aus den einzelnen Schichten entnommen (Bild 286).

Deutlich in Bild 285 zu erkennen ist eine Versturzsituation in direkter Außenwandnähe, die sich anhand der regellosen Naturstein- und Ziegelbruchanordnung zeigt. In sämtlichen Straten wurden Hinweise auf eine Auffüllung gefunden, was auch von den Ergebnissen aller bisherigen Baugrunderkundungen unterstützt wurde.

Im Ergebnis aller im Bauablauf später noch erfolgten Aufnahmen beträgt die Mächtigkeit der künstlichen Aufschüttungen in diesem Bereich min. 4 m.



Bild 285. Stratigrafie mit vertikalem Maßstab



Bild 286. Probendosen mit Kennzeichnung des Entnahmehorizontes

#### 4.6.3.5 Bergung von Fundstücken

Alle datierbaren oder sonst relevanten Einzelfunde wurden gemäß Ihres Fundzusammenhanges geborgen und gemäß den speziellen Anforderungen an die weitere Behandlung in Fundtüten oder vergleichbares mit eindeutiger Nummerierung und ausreichender Beschriftung zum Herkunftsort ausgelagert.



Bild 287. Bergung eines Keramikfragmentes aus dem Profil

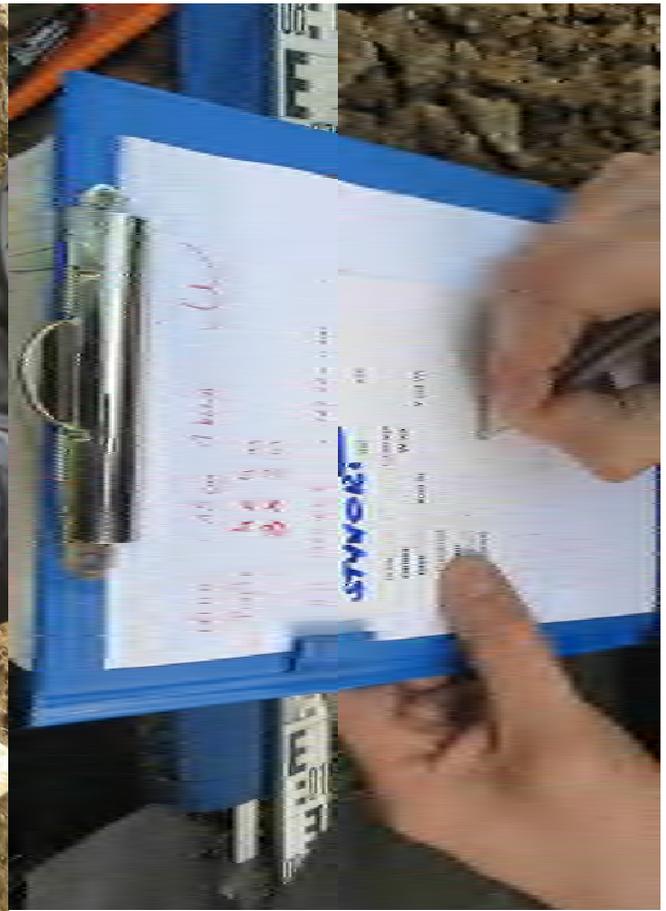


Bild 288. Beschriftung der Fundkarte mit allen Informationen zum Befund

#### 4.6.3.6 Dokumentation von Fundstücken

Je nach Erfordernis wurde für jedes Einzelfundstück oder für mehrere zu einem Befund zusammengehörende Funde eine zusätzliche fotografische Dokumentation angefertigt.



Bild 289. Einzelfundstück mit Fundkarte, hier im Beispiel Keramikbruchstück (Fund Nr. 001)



Bild 290. Fundstück Nr. 001 mit Messingmarke und Vergleichsmaßstab

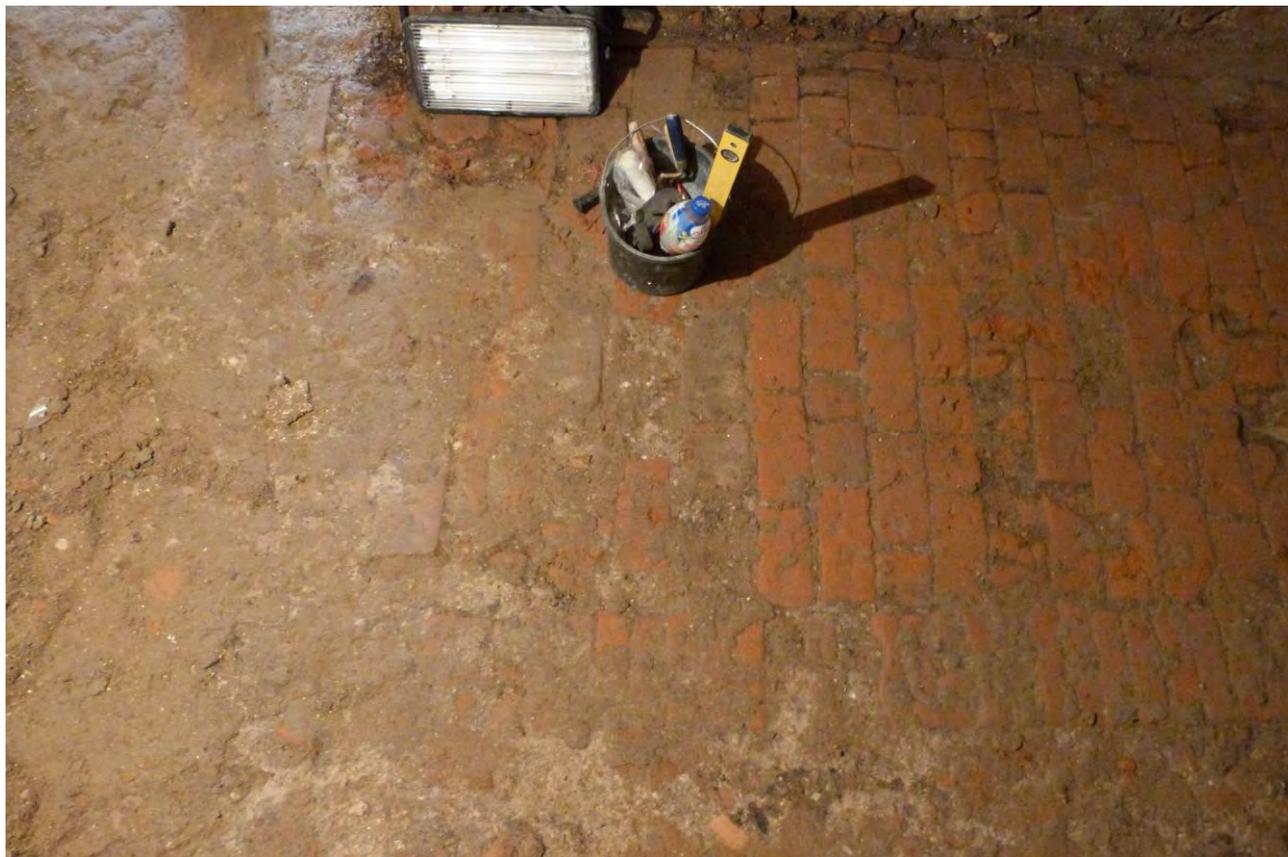
Nach Fertigstellung der vollständigen Grabungsdokumentation werden alle geborgenen Einzelfunde an das zuständige Archäologische Landesamt übergeben.

#### 4.6.4 Arbeitsschritte im Rahmen des Einbaus der Flächendrainage

Die in Kapitel 4.6.3 beschriebenen Arbeitsschritte zur archäologischen Dokumentation bei den Ringdrainagearbeiten sind in Ihrer Abfolge auf die Flächendrainage übertragbar, lediglich im Bereich der Freilegung und bei der Befunddokumentation wurden einige Adaptionen ausgeführt, welche daher nachfolgend näher beschrieben werden sollen.

##### 4.6.4.1 Freilegung

Infolge der bereits länger vorhandenen akuten Wassereintrüche in die Kellerräume inkl. des zugehörigen Materialeintrages waren alle Fußböden mit einer entsprechenden Schmutzschicht versehen. Da das Landesamt für Archäologie bzw. Denkmalpflege in Allenstein die exakte Dokumentation der vorhandenen Bodenbeläge beauftragt hatte, musste eine umfangreichere Reinigung vorgenommen werden. Wie sich dabei herausstellte, waren ehemals flächendeckend Ziegelpflaster in allen Kellerräumen vorhanden gewesen.



*Bild 291. Zustand der Kellerböden links vor der Reinigung, rechte Hälfte nach der Reinigung mit dann erkennbarem Verlegemuster der Bodenziegel*

##### 4.6.4.2 Aufnahme der Befundsituation

Um kein steingenaues Aufmaß händisch anfertigen zu müssen, wurden die Böden nach Reinigung mit hochauflösenden Fotos dokumentiert, die photogrammetrisch bearbeitbar, d.h. maßstäblich entzerrbar sind. Zusätzlich wurden skizzenhaft die Verlegemuster, welche raumweise z.T. sehr unterschiedlich in ihrer Komplexität waren, dokumentiert. Anmerkungen zu den Ziegelmaßen,

Fehlstellen, Störungen und Besonderheiten wurden mit vermerkt. Im Bedarfsfall wurden zusätzlich Detailskizzen v.a. für die beiden Kernbaukeller R-1.01. und R-1.02 erstellt, in denen sich umlaufende Rinnensysteme (s. Bild 292) zeigten, die ehemals vermutlich v.a. zur Abführung von Kondenswasser gedacht waren.



*Bild 292. Am Wandfuß umlaufende und im Verband verlegte ca. 3 cm tief eingelassene Ablaufrinne im Keller R-1.01.*

Aufgrund des außerordentlichen Befundes wurde in beiden vorgenannten Kellerräumen exemplarisch ein ausgewählter Bereich des historischen Fußbodens unangetastet erhalten. An dieser Stelle wurde auch die Stratigraphie des Unterbodens nicht gestört.

#### 4.6.4.3 Bergung der Bodenziegel

Bei der Herausnahme der übrigen Bodenziegel, die für den späteren Wiederaufbau vorgesehen waren, zeigte sich infolge von Frostschäden (Bild 293) ein größerer Substanzverlust als im Vorfeld erwartet.

Auch wurden häufig mehrere unterschiedliche Ziegelformate in einem Raum verlegt, so dass nach Bestandsaufnahme der Gesamtmenge an wiederverwendbaren Ziegeln in Abstimmung mit den Verantwortlichen festgelegt wurde, dass die Wiederverlegung der Altziegel konzentriert in zwei Räumen erfolgen sollte.

Aufgrund der unterschiedlichen Baualter der Kellerräume wurden ausgangs z.T. mehrere Begehungshorizonte übereinander erwartet, was sich jedoch nur für die zwei Kernbaukeller R-1.06. und R-1.07 tatsächlich bestätigte.



*Bild 293. Infolge von Frosteinflüssen zerfrorene Bodenziegel*

*Bild 294. Wiederverwertbare Altziegel nach Format gestapelt und seitlich gelagert*

#### 4.6.4.4 Identifikation, Bergung und Dokumentation von Befunden/Funden

Analog der bereits in Kap. 4.6.3.3 bis 4.6.3.6 vorgestellten Vorgehensweise wurden auch die oberhalb oder unterhalb der Ziegelböden vorhandenen wichtigen Fundstücke geborgen, in Fundtüten zusammengefasst und dokumentiert.

#### 4.6.5 Erkundung vorhandener Entwässerungskanäle

Aufgrund von vorangegangenen Aktenrecherchen (s. Bild 295) und eigenen Beobachtungen am Objekt war als Ausgangssituation davon auszugehen, dass in den Jahren nach 2001 [45] Drainagerohre in Teile der Keller eingebaut worden waren. Eine begleitende archäologische Dokumentation zu den dafür durchgeführten Schachtarbeiten konnte jedoch nicht aufgefunden werden.

Im Zuge der Säuberung der Fußböden konnten die Verlegetrassen durch die in diesen Bereichen fehlenden Fußbodenziegel klar erkannt werden. Im Rahmen erster Freilegungen zeigte sich, dass hier auf Fuge verlegte Tonsauger mit insgesamt drei unterschiedlichen Querschnitten in die nordöstlichen Teile der Kernbaukeller eingebaut worden waren. Während die achteckigen Rohre mit Nenndurchmesser 150mm eine noch akzeptable Reduzierung des freien Rohrquerschnittes infolge des Eintrages von Feinstoffen zeigten, waren alle Rohre mit Innendurchmessern 75mm bereits weitgehend zugesetzt (s. Bild 297).

Durch die in diesem Zusammenhang ausgeführten Schachtarbeiten zum Einbau der Tonsauger waren Störungen der Bodenstratigraphie zu erwarten. Wie die in der Verfüllung der Rohrgräben vorhandenen Fundstücke zeigten, handelte es sich hier tatsächlich um sehr neuzeitliche Einbauten, die aber trotz der geringen Verweildauer im Gebäude bereits weitestgehend nicht mehr funktionabel waren.

Im Sinne einer minimalen Invasion in den Bestand wurden die neuen Leitungsverläufe den bereits vorhandenen grabenförmigen Störungen angepasst und nur die Gefälle der Drainrohrgräben entsprechend der aktuellen Planung angepasst.

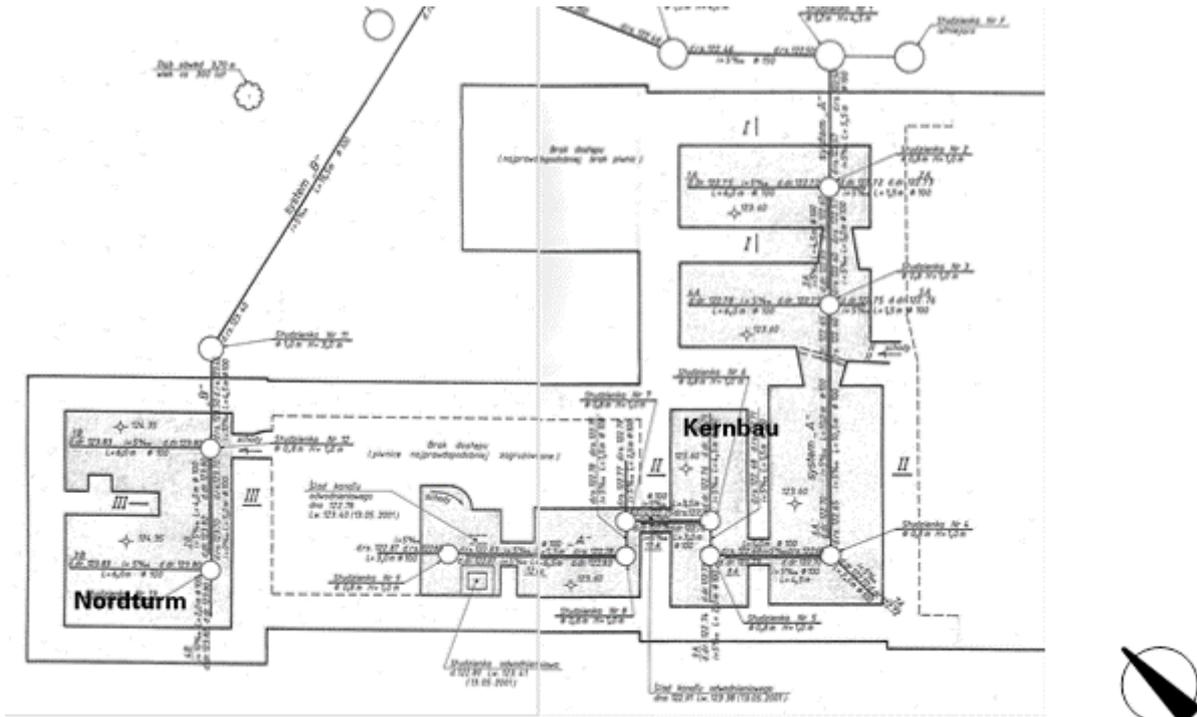


Bild 295. Kellergrundriss Schloss Steinort mit geplanter Drainrohlage (Nordwesthälfte des Gebäudes) [45], Zeichnungsanhang, Zeichnung Nr. 2 zur Innendrainage vom 20.09.2001



Bild 296. Tonsauger im Hauptstrang DN 150 und noch offenem Restquerschnitt



Bild 297. Fast vollständig zugesetzter Tonsauger mit DN 75

Wie sich beim Entfernen der Tonrohre zeigte, waren selbige mit einer Strohbettung (s. Bild 298) sowie einer Sandummantelung eingebracht worden, die sich im Profilschnitt (s. Bild 296) sehr gut erkennen lässt.



*Bild 298. Reste einer Strohbettung auf der Unterseite der Tonsauger*

Während der Beräumungsarbeiten der inzwischen notgesicherten Kernbaukeller wurde im Bereich des Durchganges vom Kernbaukeller (R-1.02) zum im 19. Jahrhundert ergänzten Westflügel (R-1.03) ein zusammengebrochenes und verschüttetes Mundloch eines gemauerten Entwässerungskanals freigelegt (s. Bild 299 und Bild 300).



*Bild 299. Mundloch des Kanals (Querschnitt ist im sichtbaren Bereich ca. zur Hälfte mit Material verfüllt)*



*Bild 300. Kanal während der Freilegung*

Im Zuge der weiteren Erkundung von Gefälle, Richtung und Zustand konnte festgestellt werden, dass es sich um einen aus Vollziegeln mit Kalkmörtel gemauerten, überwölbten Kanal mit einer freien Durchflusshöhe von bis zu 60cm handelt, der aktiv Wasser führte (Bild 301).

Aufnahmen mit dem Rohrendoskop förderten in Abflussrichtung einen Gewölbeeinbruch im heutigen Keller R-1.04 zu Tage, der keine tieferreichende Erkundung erlaubte. Nach Öffnung der auch bereits im Fußboden darüber sichtbaren Störung (s. Bild 302), wurde ein leichtes Abwinkeln der Kanalrichtung erkennbar.

Aufgrund des behinderten Ablaufes staute sich Wasser im Kanal bis zum höchsten Punkt auf, so dass mehrmals täglich ein Abpumpen erforderlich wurde. Es war eine direkte Interaktion zwischen den im Juli 2015 recht ergiebigen Niederschlägen und dem Wasserstand im Keller zu erkennen, wobei die zeitliche Verzögerung nur wenige Stunden betrug.



*Bild 301. Kanalanschluss nach vollständiger Freilegung und erster Reinigung)*



*Bild 302. Freilegung der Einbruchsstelle von oben in R-1.04*

Durch weitere Kamerasondierungen und anschließende Sondageschachtungen konnte eruiert werden, dass der gemauerte Kanal im Bereich des Nordwestturmanbaus in einen hölzernen Kanal übergeht, der hier aus zwei jeweils U-förmig ausgehöhlten und übereinander gesetzten Stammquerschnitten besteht (Bild 305).



Bild 303. Kamerabefahrung der sukzessive freigelegten Kanalanlage vom Mundloch aus (R-1.02)



Bild 304. Holzkanal im Bereich des Nordwestturmcellers (R -1.08)



Bild 305. Holzkanal hier als geschlossener Rechteckquerschnitt (innen hohl)

Da das Auffinden des natürlichen Auslasses des Kanals am Nordabhang scheiterte, wurde mit einer letzten Sondageschachtung vor der Außenwand des Nordturmes der Holzkanal nochmals eruiert (Bild 306), wobei sich der Querschnitt im Bereich des heutigen Nordturmkellers (R-1.09) offenbar bereits in ein offenes U-Profil änderte.



*Bild 306. Ca. 4m tiefe Sondage zum Verlauf des Holzkanals außerhalb des Nordwestturmes*



*Bild 307. Holzkanal hier als offene U-Rinne bei der ersten Freilegung*

Mit einer möglichen Verschüttung des offenen Querschnittes infolge der Geländeaufschüttungen im Bereich des Nordwestturmes, welche ebenfalls mit der Grabung auf der Nordostseite des Turmes nachgewiesen werden konnten, lies sich auch der behinderte Wasserabfluss der alten Kanalanlage abschließend erklären.

Da es sich bei dem gefundenen Entwässerungsbauwerk, welches offenbar im Zuge der Gebäudeerweiterungen überbaut und ‚versehentlich‘ verschüttet wurde, um ein wichtiges bauarchäologisches Relikt handelte, wurde in gemeinsamer Abstimmung aller Verantwortlichen die weitere Erkundung befürwortet sowie soweit möglich auch eine Reaktivierung der alten Funktionalität anvisiert.

Sofort eingeleitete Umplanungen der Kellerdrainagen sowie die Eruierung möglicher Varianten auch für den Fall, dass eine Wiederinbetriebnahme nicht möglich ist, wurden kurzfristig parallel zum laufenden Baubetrieb umgesetzt. Auf die notfalls notwendige Entwässerung am Mundloch des alten Kanals - also dem eigentlichen Hochpunkt dieses Stranges - wurde trotz bereits partieller Erstellung des Leitungsstrang R-1.01/R-1.02/R-1.05/R-1.06 mit einer nochmaligen Tieferlegung desselben um 20 cm reagiert.



*Bild 308. Bauberatung vor Ort mit Architekt Dr. Gorski, Bauinspektor Hr. Cichonski und Archäologen Dr. Koperkiewicz*

Die ursprünglich nicht absehbaren Zusatzaufwendungen zur genauen Untersuchung des historischen Kanals sowie die in dem Zuge stattfindende finale Abklärung, inwieweit eine Reaktivierung des Kanals möglich ist, wurde durch eine Spende der Familie von Lehndorff sowie eine Co-Finanzierung durch die Deutsch-Polnische Stiftung unterstützt.



*Bild 309. Notwendiger Schachtverbau für die ca. 4,50 m tiefe Grube*



*Bild 310. Freigelegte Holzrinne ca. 1,50 m unter Fundamentunterkante am Nordwestturm*



*Bild 311. Konstruktiv besonders ausgeformter Längsstoß der offenen U-Rinne*

Die praktischen Bauarbeiten zum historischen Kanal fanden im Herbst 2015 statt. Im Ergebnis wurde die Vermutung einer offenen Rinne außerhalb des Gebäudes bestätigt, was im Umkehrschluss auf eine sehr frühe Bauphase schließen lässt, da die Geländeaufschüttungen vermutlich bereits im Zusammenhang mit dem Bau des Seitenflügels allerspätstens mit der Erbauung des Nordwestturmes erfolgt sein müssen.

Für eine konkretere und objektspezifische Datierung, die neue wichtige Erkenntnisse zur Baugeschichte des Schlosses in Steinort geben könnte, wurden dendrochronologisch bestimmbare Holzproben entnommen.

Der Erhaltungszustand war bis auf das letzte Auslaufstück, welches heute im Hang verdeckt liegt und auch bereits früher einem Austausch unterworfen gewesen sein muss, als gut einzuschätzen.

Vergleichbare Befunde einer ähnlich ausgeformten Holzrinne finden sich in den Kellern des alten Pfarrhauses im ca. 40km westlich von Steinort gelegenen Reszel. (vgl. Bild 312) Im Rahmen der kürzlich durchgeführten Sanierungsarbeiten an diesem Gebäude, welches ins 15. Jahrhundert zurückdatiert, wurde eine vergleichbare Rinne unter den Kellerfußböden aufgefunden.



*Bild 312. Hölzerner Entwässerungskanal in der Alten Pfarrei in Rössel (Reszel)*

Zur Sicherung des wichtigen archäologischen Artefaktes in Steinort wurde im Anschluss an die Dokumentation die offene Holzrinne wieder ‚eingestaut‘, da der Fortbestand des Holzes nur unter dauernder Feuchthaltung gesichert werden kann. Die in dem gemauerten Kanal anfallenden Dränwässer werden heute zum einen am Mundloch im Kernbau von der neuen Drainage aufgenommen.

Am gefälletechnisch unteren Auslaufende im Nordwestturm wird das anfallende Dränwasser mittels eines neuen Kontrollschachtes abgegriffen und zukünftig aus dem Gebäude herausgeleitet.

#### 4.6.6 Ergebnisse

Zu den bemerkenswertesten Ergebnissen der begleitenden Bauarchäologie zählt die Wiederentdeckung des im Vorab unbekanntes historischen Abflusssystemes, welches die vorderen Kernbaukeller über Jahrhunderte entwässert haben muss, jedoch bereits während der noch aktiven Nutzungsdauer des Gebäudes aufgrund der Geländeauffüllungen ab allerspätestens 1880 mit dem Anbau des Nordwestturmes funktionsuntüchtig geworden sein muss.

Der heute nordwestlich am Kernbau ansetzende gemauerte Entwässerungskanal ist aufgrund der baulichen Ausformung (gebrannter Ziegel mit Kalkmörtel) sowie des vergleichsweise guten Zustandes vermutlich in das frühe 19. Jahrhundert zu datieren. Aufgrund der erfolgten Überbauung durch den Westflügel und der Tatsache, dass Anfang und Ende des Kanals identisch mit der baulichen Erweiterung dieses Gebäudetraktes sind, ist die zeitgleiche Errichtung mit dem Westflügel als gesichert anzunehmen.

Im Laufe der weiteren Gebäudestandzeit wurden lediglich weitere Einläufe in den bestehenden gemauerten Kanal eingefügt, wie z.B. in R -1.04, wo Verbindung zu einem abgedeckten Sumpf bestand. An selber Stelle ist in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts das Ziegelgewölbe eingebrochen, was zu einer weiteren Blockade des Stranges und zusätzlichem Wasseranfall an den tiefer gelegenen Kernbaukellern geführt hat. Zementreparaturen oberhalb der Einbruchstelle belegen den Versuch, das Nachsacken der Fußbodenziegel an dieser Stelle zu verhindern, ohne die Ursache jedoch zu beheben.



Bild 313. Freigelegte Einbruchstelle des gemauerten Kanals in R-1.04



Bild 314. Zustand an gleicher Stelle beim Wiederaufmauern einer neuen Revisionsöffnung

Der zwischen R-1.03 und R-1.04 vorhandene Knick in der Strangachse ist aufgrund der geometrischen Ausformung der beiden Gebäudeerweiterungen des 19. Jahrhunderts nicht zu erklären. Daher ist davon auszugehen, dass hier vermutlich auf den aus früheren Jahrhunderten noch vorhandenen Auslauf des Holzkanals Rücksicht genommen wurde.

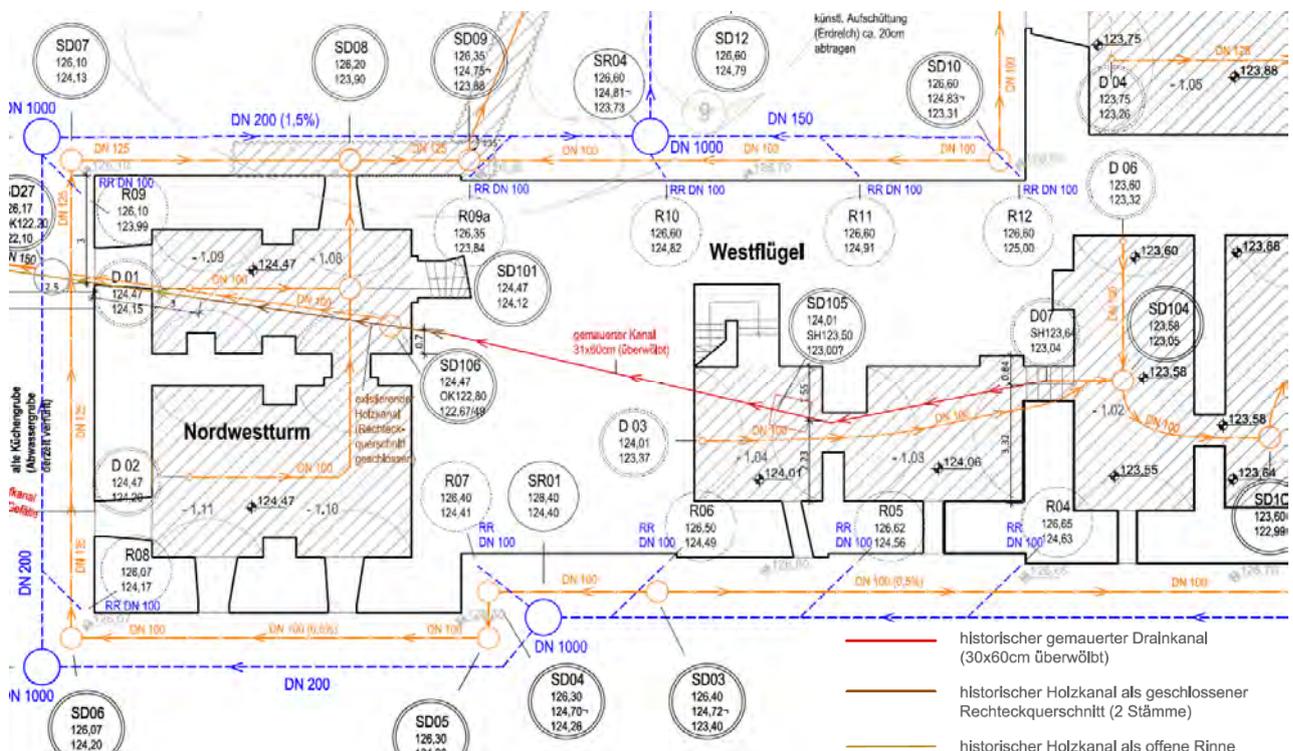
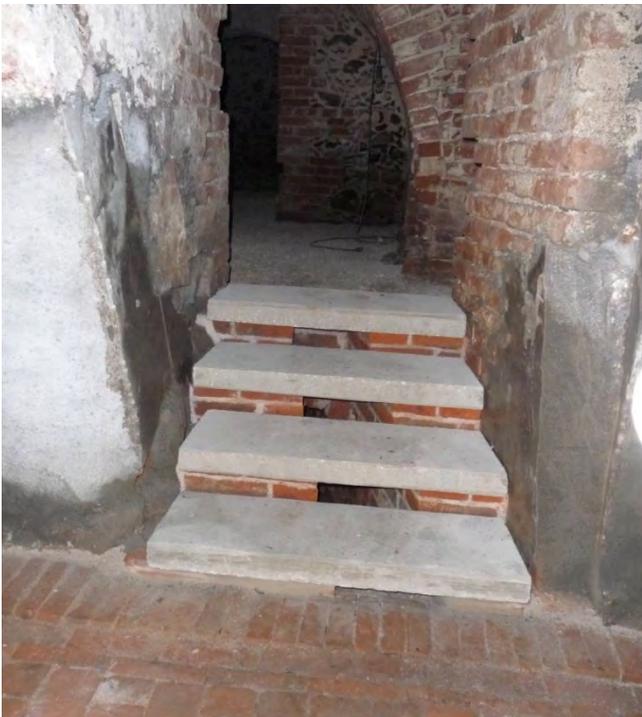


Bild 315. Planausschnitt mit Lage und Höhen der historischen und 2015 eingebauten Drainagewasserabführungen

Die Materialität des Entwässerungskanals wechselt mit der Baufuge zum später errichteten Nordwestturm auf einen hier hölzernen geschlossenen Rechteckquerschnitt. Bereits einige Meter

weiter - heute unterhalb des Kellerraumes R-1.09 - verändert sich der Querschnitt nochmals in eine offene U-förmige Holzrinnenform, ein Indiz dafür, dass dieser Leitungsabschnitt ehemals oberirdisch gelegen haben muss. Eine exakte Beurteilung des Alters des Holzkanals war bislang nicht möglich, sollte aber mit einer ergänzenden dendrochronologische Datierung möglich sein.

Mit der Entfernung bestehender Blockaden in der alten Entwässerungsleitung konnte ein wichtiger bauhistorischer Bestandteil des Gebäudes zum einen erhalten als auch gleichzeitig reaktiviert und damit seiner eigentlichen Bestimmung wieder zugeführt werden. Die simultane Umplanung der Höhen für die neue Flächendrainage in direktem Bezug zu den aktuellen bauarchäologischen Befunden hat es ermöglicht, dass jahrhundertealter Bestand und Neueinbauten eine Synthese bilden. Mit der expliziten Ausbildung von vier Revisionsöffnungen, ist für die Zukunft auch eine Kontrolle und Unterhaltung des alten Entwässerungssystems möglich. Zwei dieser Öffnungen wurden an originaler Stelle eingefügt, wobei der Stranganfang in R-1.02 so ausgebildet wurde, dass neben der reinen Revision auch die Sichtbarkeit des Kanals für Besucher oder Interessierte jederzeit möglich ist.



*Bild 316. Kanalanschluss im Übergang von R-1.02 zu R-1.03 nach Fertigstellung der Bauarbeiten, die Kanalseitenwände wurden als Treppenwangen aufgemauert und mit offenen Trittstufen belegt.*



*Bild 317. Der Einblick zwischen die Stufen ermöglicht das Wahrnehmen des Kanalbauwerks. Nach Abnahme der Stufen ist eine vollständige Inspektion oder Reinigung möglich.*

#### 4.6.7 Ausblick

Da bei den durchgeführten bauarchäologischen Arbeiten nicht die Erforschung der Baugeschichte im Vordergrund stand, sondern schwerpunktmäßig eine Dokumentation für die Bereiche entstand, die im Rahmen der Bauarbeiten beeinflusst wurden, können an dieser Stelle noch keine abschließenden Aussagen zur Geschichte des gesamten Bauwerks und der möglichen Kubatur der Vorgängerbauten des 16. Jahrhunderts getroffen werden. Die derzeit noch fragmentarischen Erkenntnisse bilden aber einen wichtigen Ausgangspunkt und die Dokumentation der

außenwandnahen Bereiche sollte im Zuge der Fortführung der Arbeiten zum Einbau der kompletten Ringdrainage analog vervollständigt werden.

Weitere Ergebnisse zur Baugeschichte von Schloss Steinort sind im Rahmen der detaillierten Auswertungen der Einzelfunde bzw. der dendrochronologischen Untersuchungen von entnommenen Holzproben zu erwarten, die zum Zeitpunkt dieser Berichtserstellung jedoch noch nicht vorliegen.

#### 4.7 Weitere Beobachtung des Bauwerkes

Der mit dem Projekt modellhaft eingeschlagene Weg ist durch Behutsamkeit und Zurückhaltung in der Wahl der Mittel geprägt. Das hat seinen Grund im sparsamsten Umgang mit den zur Verfügung gestellten Mitteln und ist andererseits Ausdruck des Respekts vor dem Denkmal, dessen Geschichte noch nicht vollständig aufgeklärt ist und das durch die verschiedenen Zeitschichten noch einen besonderen Wert hat.



*Bild 318. Gipsmarke über Riss am NW-Turm mit eingetragenem Datum*

Die Zurückhaltung in der Mittelverwendung gebietet es aber, das Bauwerk weiterhin genau zu beobachten. Am NW-Turm wurden mehrere Gipsmarken angebracht, die in regelmäßigen Zeitabständen abgelesen werden. Für den Kernbaukeller steht das Setzen der Gipsmarken (oder Rissmonitore) noch aus.

Am NW-Turm sind seit Juli 2014 keine neuen Risse aufgetreten, sodass die Maßnahme als erfolgreich bezeichnet werden kann.

Die Beobachtung sollte über einen längeren Zeitraum fortgesetzt werden. Eine geodätische Kontrolle vor allem der Setzungen wäre ergänzend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich.

## 5 Erreichte Ergebnisse

Im Folgenden sollen die erreichten Ergebnisse kurz verbal zusammengefasst werden. Auf weitere Illustrationen wird verzichtet.

### 5.1 Statisch-Konstruktive Sicherung des Nord-West-Turmes

Im Ergebnis des Projektes kann der Nord-West-Turm des Schlosses Steinort als gerettet angesehen werden. Die Entscheidung, auf ein Provisorium zu verzichten, hat zu einer optimalen Ausnutzung der zur Verfügung gestellten Mittel geführt, ohne dass dabei Gefahrensituationen für die ausführenden Handwerker bestanden hätten. Der NW-Turm verfügt jetzt über je einen Ringanker in Höhe der jeweiligen Deckenebenen, was statisch eine Aufwertung bedeutet.

Es ist das Grundmauerwerk und das Mauerwerk im EG des NW-Turms stabilisiert und verpresst worden, sodass wieder ein gleichmäßiger Lastfluss möglich ist. Auf Grund der hervorragenden Eigenschaft des Verpressgutes kann davon ausgegangen werden, dass auch eine sehr gute Haftfestigkeit erreicht worden ist und somit lokal auftretende Zug- und Schubspannungen wieder übertragen werden können.

Die gerissenen Bereiche sind vernadelt und verpresst worden, sodass eine Kraftschlüssigkeit wieder hergestellt ist. Die Verpressung der Nadeln im 1. OG an der Mittellängswand ist nach restauratorischem Beschau der Putzbefunde im Inneren zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt worden. Der Putz wurde vorher gesichert.

Mit dem Verpressen des Grundmauerwerkes wurden die vorhandenen Hohlräume geschlossen und somit auch wieder eine gleichmäßigere Kraftübertragung der Spannungen im Mauerwerksquerschnitt gewährleistet sowie über UK Fundament.

Bisher wurde von einer kostenaufwendigen Fundamentverstärkung abgesehen. Nach den im Laufe der Arbeiten erlangten Erkenntnissen wurde dieser Ansatz erst einmal bestätigt. Im Weiteren soll der NW-Turm beobachtet werden. Die Trockenlegung wird mit einer Verbesserung der Bodentragfähigkeit einhergehen. Insofern ist eine wesentliche statische Aufwertung des NW-Turmes erfolgt.

Die Egalisierung der Fundamentunterfläche mit einem gut fließfähigen und später gut fest werdendem Injektionsgut ist ein adäquates Mittel zur Verbesserung der Tragfähigkeit von Fundamenten aus Bruch- oder Feldsteinen, die gegen das Erdreich in Lehm gemauert sind.

Es konnten die verschiedensten handwerklichen Techniken zum Verpressen erprobt werden. Die Minimierung der Zeitaufwendungen einzelner Handgriffe ist je nach Zweck und Aufgabe sinnvoll zu bedenken.

### 5.2 Statisch-Konstruktive Sicherung der Kernbaukeller

#### 5.2.1 Einschätzung

Die anfangs unklare Situation zu den einzelnen Einbruchstellen hat das Herangehen, die Planung und die Ausführung erheblich behindert oder eine vernünftige Planung nicht zugelassen.

Die Gefahrensituationen waren akuter als vorher angenommen. Bei der seinerzeit bestandenen Unterhöhlung der SW-Außenmauer des Kernbaukellers (Raum -1.01) hatte sich ein ca. 6 m spannender flacher Bogen ausgebildet, der auf Grund der Störungen im Lastfluss mit Sicherheit nicht mehr lange die Lasten abgetragen hätte.

An der Mittellängswand bestand eine ähnliche akute Situation, die auch durch die Verschüttung hätte nicht gehalten werden können.

Die Übertragung der aus dem Tunnelbau stammenden Erfahrungen und Vorgehensweisen durch die Fa. Hohl haben sich als einzig machbare und kostenmäßig vertretbare Lösung herausgestellt.

Mit der durchgeführten Sicherung der Keller -1.01 und -1.02 konnte ein akutes Hemmnis für den Einbau der Flächendrainage beseitigt werden.

Die statische Sicherung im Kernbau ist vollständig abgeschlossen. Der Fußboden ist wieder hergestellt, um auch den ursprünglichen Lastzustand wieder zu erlangen. Die Auflast des Fußbodens wirkt stabilisierend. Die Keller sind komplett nutzbar.

Für die Egalisierung der Fundamentunterseiten gilt das gleiche, wie bereits ausgeführt.

## 5.3 Regenwasserkanalisation und Drainage

### 5.3.1 Einschätzung

Es konnten erstmals Wege aufgezeigt werden, wie bei einem derartig hochwertigen Denkmal die Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen auf der Grundlage von mehr oder wenig konkreten Klimadaten erfolgen kann und muss. Dabei ist von althergebrachten Grundsätzen z.B. die Bemessungsspende oder die Wiederkehrperiode betreffend abzuweichen. Dabei wurden sowohl empirische Ansätze (abgeschätzter Multiplikator für die Bemessungsspenden), aber auch wahrscheinlichkeitstheoretische Zusammenhänge ausgenutzt. Eine Zusammenarbeit mit den jeweiligen Spezialisten ist hier sinnvoll, allerdings muss beim Ingenieur das entsprechende Grundlagenwissen vorhanden sein.

Es liegt derzeit eine komplette Planung im Entwurfsstadium mit Details zur Ausführung vor, die für den realisierten Abschnitt in Ausführungsreife gebracht worden ist. Für die ausgeführten Leitungsführungen sind die tatsächlichen Höhen, Durchmesser und Leitungslagen dokumentiert worden.

Die Planung hat sich bestätigt, dass eine abschnittsweise Realisierung möglich ist. Bis zum Herbst 2015 konnte ein Zustand hergestellt werden, der ein erneutes Unterwasserstehen der Keller ausschließt. Zum Jahresende sind vom Eigentümer noch fast alle Regenfallrohre des Daches an das jetzt bestehende Kanalnetz (neu und alt freigespült) angeschlossen worden, sodass lediglich drei Fallrohre am Ostflügel noch ihr Wasser unkontrolliert an die Umgebung abgeben. Im Sinne einer abgerundeten Lösung soll jedoch möglichst sofort die Komplettierung für den unterkellerten Bereich (möglichst 2016) und in den nichtunterkellerten Gebäudeteilen (möglichst 2017) angeschlossen werden.

Die Planung der Drainage ist abgeschlossen. Im Rahmen des Modellvorhabens konnten Optimierungen erreicht werden.

Das ausgewählte modulare System für die Kanäle und Kontrollschächte, das heutzutage Stand der Technik ist, ist erstmals im Zuge der Sanierung für ein historisches Bauwerk mit stark verspringenden Fundamentunterkanten angewendet worden. Auch die Anwendung im Pilgerschritt ist möglich, wenn ein sehr gut ausnivelliertes Höhenbezugssystem am Bauwerk vermessen und vermarktet wurde.

Bevor der NW-Turm abgerüstet worden ist, musste noch die Dachrinne erneuert werden, da sie vollkommen verschlissen und funktionsuntüchtig war. Die Ableitung der Fallrohre erfolgt provisorisch über gelbe Ripprohre  $d_m=125$  mm.

Mit der gewählten Leitungsführung ist zukünftig eine Sammlung des Regenwassers und damit eine Bewirtschaftung möglich. Weitere Planungen hängen jedoch stark von der Nutzung ab, weshalb hier keine vertiefende Weiterbearbeitung erfolgte.

## 6 Diskussion der Ergebnisse

### 6.1 Statisch-konstruktive Sicherung des Nord-West-Turmes

#### 6.1.1 Diskussion

Eine genaue Bestands- und Schadensaufnahme gepaart mit einer Bauzustandsanalyse mit Ursachenermittlung ist eine unabdingbare Voraussetzung für den behutsamen und nachhaltigen Erhalt historischer Bausubstanz.

Die angewendete etappenweise Sicherung unter Einsatz von im Bauwerk verbleibenden und für die Endlösung bestimmten Elementen ist wirtschaftlich vorteilhaft. Eine genaue Planung der einzelnen Arbeitsschritte ist zwingend erforderlich. Die angewendeten Methoden und Verfahren sind auf andere Objekte und Fälle übertragbar.

Die Planungsansätze konnten im Wesentlichen alle bestätigt werden.

Die Glasfaseranker und die Glasfaserstäbe lassen sich bestens verarbeiten. Auf Grund des geringen Gewichtes sind sie leichter als Stahlanker zu transportieren. Die einzige Negativerfahrung war, dass sich das Injektionsgut MAPE-Antique I nicht zum Aufschäumen eignet. Hier sind weitergehende Untersuchungen und ggf. Modifikationen notwendig. Wünschenswert wäre hier, Verpressgut mit unterschiedlichen Eigenschaften differenziert einsetzen und ggf. anpassen zu können. Ein entsprechendes Forschungsprojekt dazu ist parallel angelaufen. Es wird vom BBSR in der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ und von der Industrie gefördert.

Bei den Glasfaserankern werden bestehende Reserven dadurch verschonkt, dass die Frage der Vorspannung an sich und in der Ausführung bisher nicht geklärt ist. Aus dem Brückenbau ist bekannt, dass Faserverbundwerkstoffe zum Vorspannen eingesetzt werden können.

Mit dem Einsatz von Glasfaserankern ist im Hochbau ein neuer Weg beschritten worden, über den zu gegebenem Zeitpunkt in der Fachpresse berichtet werden soll. Er ermöglicht den Verzicht auf zementhaltige Mörtel und Verpressmaterialien.

Es fehlen jedoch Angaben zu Verbundfestigkeiten für die Nachweisführung sowohl bei den Orica-Ankern als auch bei den Schöck-Nadeln, speziell im Zusammenwirken mit nicht- oder nur wenig zementhaltigem Verpressgut. Entsprechende Schlussfolgerungen wurden gezogen. Ein Folgeprojekt in Zusammenarbeit mit der Industrie, Ingenieurbüros und mit Förderung durch das BBSR im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ ist dazu angelaufen.

Die beiden angewendeten MAPEI-Produkte eignen sich für den vorgesehenen Zweck hervorragend. Die Festigkeiten, die das Injektionsgut erreicht, sind zu hoch für historisches Mauerwerk. Das angewendete Injektionsmaterial MAPE Antique I ist eher für kleinere Risse und Hohlräume geeignet. Der mit dem Bindemittel MAPE Antique LC hergestellte Mauer-, Putz oder Fugmörtel hat sehr gute Eigenschaften und lässt sich gut verarbeiten.

Es sind Gipsmarken angebracht worden, die eine weitere Beobachtung des Objektes ermöglichen.

#### 6.1.2 Empfehlungen

Eine ordnungsgemäße Ursachenermittlung auf der Basis zutreffender Bestands- und Schadensanalyse ist die Grundlage für dauerhafte Maßnahmen an wertvollen Denkmalobjekten. Die Folgen aus der Klimaveränderung sind in die Überlegungen mit einzubeziehen.

Maßnahmen, die sofort die Situation beseitigen sind solchen vorzuziehen, die erst einmal Interimszustände darstellen und zusätzlichen Finanzierungsaufwand bedeuten.

Faseranker sind hervorragend für den Einsatz in historischem Mauerwerk geeignet, insbesondere wenn auf den Einsatz von Zement verzichtet werden kann. Sie können derzeit jedoch nur unter Einschränkungen vorgespannt werden.

Die geeignetsten handwerklichen Techniken zum Verpressen sollten im Vorfeld durch Arbeitsproben ausgewählt werden.

Die eingebauten Rissmarken sind zu beobachten.

Die Dachentwässerung ist kontinuierlich zu pflegen. Die Eiche auf der Rückseite sollte zurückgeschnitten werden.

## **6.2 Statisch-konstruktive Sicherung des Kernbau-Kellers**

### 6.2.1 Diskussion

Die vor Jahren vorgenommene Verschalung und Verschüttung von Einbruchstellen im Keller war wirkungslos und hat nicht zur Sicherung beigetragen.

Die aus dem Tunnelbau angewendete Technologie des behutsamen Freigrabens und Sicherns hat es möglich gemacht, die für das Gebäude noch vorhandenen Gefahrenstellen mit vertretbarem finanziellem Aufwand zu beseitigen. Dabei sind gewachsene, verschüttete und eingestürzte Bereiche zu unterscheiden gewesen.

Die Spritzbetontechnologie ist für den statischen Auftrag bei Gewölben geeignet, wobei die Spritzschale entsprechend zu verdübeln ist. Sie ist auch in Kombination mit der traditionellen handwerklichen Methode des Mauerns einsetzbar, um Hinterfüllungen und Anschlüsse zu stabilisieren.

Gewisse Korrekturen des verformten Zustandes der Gewölbe sind möglich, wobei für entsprechende Entlastungen vorher zu sorgen ist.

Der im Bereich des Einbruchs zwischen -1.01 und -1.05 eingebaute tunnelartige Durchgang ist in Stahlbeton ausgeführt worden und setzt sich deutlich, aber nicht aufdringlich vom historischen Mauerwerk als Zutat unserer Zeit ab.

Das Verpressen der Fundamentflächen trägt zur besseren Kraftübertragung auf den Boden bei und verhindert sein Aufweichen und das Einsinken der Fundamente.

### 6.2.2 Empfehlungen

#### 6.2.2.1 Allgemein

Auch wenn bei einem Denkmal Gefahrensituationen eintreten, sollte vor einer Veränderung eine möglichst umfassende Fotodokumentation erstellt werden, die dann für die Planung genutzt werden kann.

Ein bloßes Verschütten und Verschalen von kritischen Zuständen ist nicht sinnvoll und verdeckt nur die Gefahrensituation für andere und Nachkommende. Die Maßnahmen waren kraft- und wirkungslos.

Die Anwendung von Arbeitstechniken aus dem Tunnelbau bei der Freilegung und Wiederherstellung eingestürzter Bereiche hat sich als sehr effektiv erwiesen. Der Einsatz der Spritzbetontechnologie zur Sicherung von Zwischen- und Endzuständen hat sich ebenfalls als sehr zielführend erwiesen. Die dabei angewendete schnelle Festigkeitsentwicklung hat ein effektives Arbeiten ermöglicht und schnell stabilisierend gewirkt. Sie kann auch sinnvoll mit traditionellen Techniken kombiniert werden.

Die angewendeten Methoden und Verfahren sind auf andere Objekte und Fälle übertragbar.

#### 6.2.2.2 Für das Objekt

Es ist eine kontinuierliche Pflege des Objektes zu veranlassen.

Es wird empfohlen, die Spritzbetonbereiche mit einem porösen Mörtel zu überputzen, um bauphysikalisch eine Pufferschicht zu haben, die Feuchte aufnehmen und abgeben kann.

### 6.3 Regenwasserkanalisation und Drainage

#### 6.3.1 Diskussion

Im Ergebnis der Arbeit am Projekt konnten Vorgehensweisen zur Berücksichtigung der Klimaveränderungen bei der Ermittlung der Bemessungsgrundlagen für die Regenwasserableitung und die Drainage aufgezeigt werden. Neben einer wissenschaftlich fundierten Ermittlung anhand von Wetterdaten wurde eine empirische vorgeschlagen, u. zw. mit abgeschätzten Multiplikatoren. Empfehlungen, welche Spalten und welche Wiederkehrperioden zu verwenden sind, wurden gegeben.

Das Egalisieren der Maueraußenfläche konnte in wesentlichen Punkten optimiert und sauber gelöst werden. Die vorher bedachten Varianten des Verschalens und Anbetonierens haben sich im Zusammenhang mit dem Verpressen als nicht zielführend von Zeit und Aufwand her erwiesen. Klärungen konnten auch über eine Arbeitsprobe erreicht werden. Der erforderliche Auftrag an Spritzbeton ist wesentlich größer, als früher für das Anbetonieren abgeschätzt. Ursache ist die erhebliche Unebenheit der Mauerfläche zum Erdreich und das Verjüngen zum Fuß hin. Es ist damit eine Technologie in allen Einzelschritten für den Rest des Schlosses erprobt worden.

Das Legen der Ringdrainage wurde an insgesamt vier Arbeitsabschnitten erprobt. Das Vorgehen hat sich bewährt. Die abschnittsweise Abarbeitung ist messtechnisch beherrschbar. Auf ein sorgfältiges Einpacken mit Filterkies und Vlies ist geachtet worden. Die Mannschaft konnte dafür sensibilisiert werden, dass die Drainage ein in sich geschlossenes System ergeben muss.

Das ausgewählte modulare System für die Kanäle und Kontrollschächte hat sich im Zuge der Sanierung für ein historisches Bauwerk auch bei stark verspringenden Fundamentunterkanten bewährt. Auch die Anwendung im Pilgerschritt ist möglich, wenn ausreichend genaue Höhenfestpunkte am Gebäude existieren und eine ausreichende Anzahl von Höhenpunkten am Bauwerk vermarktet werden.

Unter dem Kernbau sind im Bereich anstehender Lehm/Tonschichten die Rohre erheblich unter UK Fundament gelegt worden. Der gewachsene Boden hat sich dabei als ausreichend standfest erwiesen. Seine Festigkeit nimmt mit abnehmender Feuchte zu. Die Vertikalabdichtung ist bis zur Ringdrainage geführt worden, sodass sie auch zum Trockenlegen des Bodens beiträgt. Die Verfüllung ist entsprechend verdichtet worden.

Die Inaugenscheinnahme des Zustandes der Dachrinnen vom NW-Turm aus hat gezeigt, dass hier dringend kontinuierliche Pflegemaßnahmen und Reparaturen erforderlich sind. Solche sind inzwischen z.T. ausgeführt worden, was zur Stabilisierung beiträgt.

Die Flächendrainage konnte komplett in den Kellern eingebaut werden. Sie ist z.T. tiefer gelegt worden, als ursprünglich geplant, was die Situation verbessert. Vom streifenweisen Einbringen der Flächendrainage wurde abgerückt. Der Einbau erfolgte zügig hintereinanderweg. Der Fußboden ist in allen Kellerräumen wieder eingebaut, sodass etwa der ursprüngliche Auflastzustand herrscht.

Interessant war, dass sich letztlich die Anfangshypothese, dass man bereits früher zur Erbauungszeit an die Wasserableitung gedacht hat, bestätigt hat. Der „Auslauf“ aus der „Grube“ im Bereich der Kernbaukeller war durch einen Kanal Richtung NW erfolgt.

### 6.3.2 Empfehlungen

#### a) Allgemein

Die vorgeschlagene Vorgehensweise zur Ermittlung der Bemessungswerte für Drainage und Regenwasser kann für vergleichbare Objekte allgemein angewendet werden. Für die Ermittlung der Bemessungsregenspende ist wie folgt vorzugehen:

1. Beschaffung der Starkregendaten für den Ort bzw. die betreffende Region für 5 min, 10 min, 15 min, 20 min usw. wobei i.d.R. die angegebenen Zeitdauern maßgebend werden für einen bestimmten Zeitraum (> 20 Jahre)
2. Anwendung des im Lande üblichen und akzeptierten Auswertalgorithmus auf der Grundlage verfügbarer Literatur
3. Ermittlung der maßgebenden Spende
4. Betrachtung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens
5. Festlegung der maßgebenden Wiederkehrperiode nach dem zu erwartenden Schadenspotenzial bei Überflutung des Systems
6. Bestimmung der Bemessungsspende für die festgelegte Wiederkehrperiode
7. Berücksichtigung eines Trends für diese Periode aus den verfügbaren Daten

Bei der Drainage spielt i.d.R. die Durchlässigkeit des Bodens eine Rolle. Ein direkter Bezug zur Regenspende besteht nicht, was für den Standort Steinort nicht bestätigt werden kann. Allgemein geht man davon aus, dass der Boden das anfallende Wasser bremst und der typische Starkregeneffekt sich nicht auf das Rohrsystem auswirkt. Hier erscheint die Anpassung der allgemein üblichen Bemessungswerte für die Spende über einen Multiplikator ausreichend.



*Bild 319. Provisorische Regenwasserableitung mittels gelber Ripprohre FF-Drähn ungeschlitzt am NW-Turm*



*Bild 320. Rückwärtige Regenwasserableitung*

#### b) Für das Objekt

Mit den Ergebnissen des Projektes liegt nunmehr die Lösung für das Gesamtobjekt vor. Die Einzelschritte wurden modellhaft erprobt, optimiert und bestätigt. Aufwandseinschätzungen sind damit zielsicher möglich. Eine alsbaldige Fortführung der Arbeiten ist notwendig.

## 7 Öffentlichkeitsarbeit

Wie sich bereits im Rahmen des ersten Besuches am Objekt zeigte, ist mit der Einfriedung der Baustelle, die v.a. aus sicherheitstechnischen Gründen erfolgen musste, gleichzeitig die finale Ausgrenzung der Öffentlichkeit auf den Bereich außerhalb des Bauzaunes erfolgt.

Aufgrund des trotzdem ungebrochen großen Besucherandranges am Schloss, der sich zwar überwiegend auf die Sommer- und Urlaubsmonate fokussiert, wurde die Notwendigkeit offenbar, vor allem am Bauwerk selbst in Hinblick auf die Öffentlichkeitsarbeit aktiv zu werden. Eine in Eigenregie durchgeführte Besucherzählung am 23.08.2015 lieferte die erstaunliche Gesamtbesucherzahl von mehr als 370 Personen innerhalb eines Tages.

So entstand frühzeitig die Idee, das Gebäude zumindest in den Bereichen, die absicherungstechnisch unproblematisch sind, an wenigstens einem Tag im Jahr für die Öffentlichkeit zu öffnen. Um den Besuchern an diesem „Tag des offenen Denkmals“ auch gleichzeitig die Möglichkeit zu geben, aktiv den Baufortschritt und laufende Reparaturarbeiten miterleben zu können, wurden die Termine parallel zu den Bauausführungsarbeiten geplant.

### 7.1 Kick-off-Veranstaltung/Tag des offenen Denkmals 2014

Am 16.07.2014 fand eine Kick-Off-Veranstaltung zum praktischen Start des DBU-Modellprojektes in Steinort statt. Es waren zum Vortragsprogramm, welches durch den Projektträger in Zusammenarbeit mit der DPS erstellt wurde ca. 60 Teilnehmer anwesend, wobei wegen einiger logistischer und formaler Schwierigkeiten die Einladung relativ spät erfolgte. Ein detailliertes Programm zur Kick-off-Veranstaltung findet sich im Anhang.

Neben der weiteren Vernetzung von Personen, die z.T. bereits seit längerem für die Erhaltung des Bauwerks engagiert sind, konnte auch der Kontakt zum Bürgermeisteramt der Stadt Wegorzewo ausgebaut werden.



*Bild 321. Teilnehmer der Veranstaltung am 16.07.2014 im Foyer des Schlosses während der Vorträge*



*Bild 322. Rundgang in kleinen Gruppen, hier geführt von Piotr Wagner Polnisch-deutsche Stiftung Kulturerhalt*

Im Anschluss an den offiziellen Programmteil wurden die laufenden Notsicherungsarbeiten am Nordwestturm vorgestellt, was auf breites Interesse stieß.

Die Zusammenfassung der Veranstaltung in Form einer kleinen Broschüre ist ebenfalls in der Anlage beigefügt. Eine Übersetzung ins Polnische ist erfolgt.

Insgesamt fand die Veranstaltung sehr großen Anklang. Es waren Teilnehmer unterschiedlichster Herkunft und Profession dabei. Besonders hervorgehoben wurde die Möglichkeit, Einblick in Teile des Schlosses zu bekommen und aktuelle Informationen zu erhalten. Das Engagement der Deutschen Bundesstiftung Umwelt wurde ebenfalls dankend erwähnt.

## 7.2 Besucherinformation/Baustellenrundgänge

Neben der leider vorab nur begrenzt möglichen Öffnung des Bauwerks bzw. der Baustelle wurde parallel mittels extra aufgestellte Projektposter vor dem Schloss für alle Besucher Auskunft zum Hintergrund, Stand und Zielen der laufenden Arbeiten gegeben. Es wurde dabei stets ein positives Echo sichtbar. Gespräche mit Besuchern, die jährlich das Schloss besuchen, zeigten auch, dass die aktiven Arbeiten zur Gebäudeertüchtigung vor allem einen positiven Eindruck auch für die Entwicklung der Region vermitteln.



*Bild 323. Informationstafel zum Projekt vor dem Schloss*



*Bild 324. Interessierte Besucher wurden stets fachkundig über das Schloss und insbesondere das laufende Projekt informiert*

## 7.3 Einbindung in die Lehre

Das Projekt wurde in die Ausbildung der Studierenden der Fakultät Architektur der TU Dresden und der Technischen Universität in Warschau (Dr. Marcin Gorski, verantw. Architekt des Schlosses, ist dort Lehrbeauftragter) einbezogen.

So hatten Studierende die Möglichkeit, in mehreren mehrtägigen Exkursionen das Gebäude kennenzulernen als auch selbst an Dokumentationsarbeiten mitzuwirken sowie eigene Ideen zur Geschichte des Bauwerks als auch Lösungsmöglichkeiten für eine Instandsetzung als auch Umnutzung zu erarbeiten.

Insgesamt entstanden im Rahmen der das Projekt begleitenden Lehrveranstaltungen drei Diplomarbeiten, vier wissenschaftliche Arbeiten als auch acht Seminar- und Belegarbeiten. Weitere Arbeiten befinden sich in Bearbeitung.

Gleichzeitig werden die Ergebnisse des Forschungsprojektes im Rahmen der zukünftigen Lehrveranstaltungen Ihren Nachhall in der Ausbildung finden.



*Bild 325. Studenten bei der weiteren Erkundung des bestehenden Kanalnetzes*



*Bild 326. Teilnehmer der Novemberkampagne 2014*

Vom 17.08.-18.09.2015 fand erstmal auch ein Bausommer statt, wo Studierende die Möglichkeit hatten, bei der praktischen Realisierung der Drainagearbeiten mit Hand anzulegen.

Für die Semesterferien im Sommer 2016 ist bereits ein weiterer Bausommer mit Beteiligung von Studierenden aus mehreren Fachrichtungen und Hochschulen aus Deutschland und Polen in Planung.



Lehrstuhl Tragwerksplanung

**Schloss Steinort braucht Ihre Hilfe!**



Touristen im Sommer 2014 - Das Bedürfnis, hineinzugehen, ist groß!

**Bausommer 2015**

17. August – 18. September 2015



*Bild 327. Flyer zum Bausommer*

*Bild 328. Studenten beim Verfugen des Auslaufbauwerks im August 2015*

## 7.4 Besuch der Delegation des Wirtschaftsministeriums

In Folge der für die Baueigentümer überraschend erfolgreich verlaufenden Kick-off-Veranstaltung wurde das Eingangsfoyer des Schlosses auch für den Empfang einer Delegation des polnischen Wirtschaftsministeriums genutzt sowie beim gemeinsamen Rundgang die bisherigen Sicherungsmaßnahmen besichtigt.

Im Anschluss wurden die Möglichkeiten der Förderung für eine zukünftige Revitalisierung bzw. Neunutzung des Objektes mit den Vertretern aus Warschau intensiv diskutiert.



*Bild 329. Anlässlich eines Besuches von Vertretern des polnischen Wirtschaftsministeriums und der örtlichen Verwaltung wurde umfassend über das Schloss, die Bemühungen zur Rettung und Revitalisierung und auch über das DBU-Projekt berichtet (Dr. Marcin Gorski verantw. Architekt r., Prof. Christofer Herrmann als Vertreter des Eigentümers 2. v. r, und Piotr Wagner Dt.-pln. Stiftung M. verdeckt)*

## 7.5 Kontrolltermin durch das Denkmalamt Olsztyn

Zum 28.08.2015 fand eine offizielle Bauabnahme durch Vertreter des Landesdenkmalamtes in Allenstein gemeinsam mit der zuständigen Restauratorin statt. Neben einer fachlichen Präsentation der methodischen Vorgehensweise sowie der theoretischen Untersetzung der Planungen wurden die Baumaßnahmen inspiziert und in ihrer praktischen Umsetzung äußerst lobend zur Kenntnis genommen.



Bild 330. Kontrollkommission bei der Vorstellung der Arbeiten durch Prof. Jäger

## 7.6 Abschlussveranstaltung/Tag des offenen Denkmals 2015

Analog der Auftaktveranstaltung, die zum Beginn der Arbeiten im Juli 2014 durchgeführt worden war, wurde die Beendigung der zum Modellprojekt gehörigen Arbeiten mit einer Abschlussveranstaltung am 19.09.2015 begangen. Ziel war es, nochmals einen Gesamtüberblick über alle Planungen und das bisher Erreichte zu geben. Neben den fachlichen Beiträgen, die vor allem seitens des Projektträgers gestaltet wurden, wurde allen direkt und indirekt Beteiligten nochmals herzlich gedankt.



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Einladung

---

**Projektabschluss:  
"Schloss Steinort"**

Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen

**am 19. September 2015**

13:00 Uhr



**Tag des offenen Denkmals  
Informationsveranstaltung  
zu den Arbeiten 2014/15**

**PROGRAMM**

**13:00 Begrüßung**  
Prof. Christofer Herrmann, Eigentümer und PNF  
RA Dr. Udo Donau, stv. Vors. DPS und Vorstandsmitglied PNF

**13:10 Grußworte:**  
**Bürgermeister Wegorzewo**  
Andrzej Lachowicz  
**Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.**  
RA Dr. Gerhard Brand  
**DBU**  
Dr. Paul Bellendorf (Verlesung)

**13:20 Überblick über die Ergebnisse des Modellprojektes**  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung

**13:50 Statische Sicherung des Nordwest-Turmes**  
Dr.-Ing. Toralf Burkert  
Jäger Ingenieure GmbH Radebeul

**14:05 Anfragen / Diskussion**  
dazu Kaffee und masurischer Mohnkuchen

**14:30 Sanierung Einbruchstellen im Hauptkeller und Vertikalabdichtung/Flächendrainage**  
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hohl  
Fa. Hohlbud, Pozezdrze

**14:50 Bauarchäologische Funde und Erkenntnisse**  
Dipl.-Ing. Beate Boekhoff  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung

**15:05 Einordnung des Modellprojektes in das Gesamtvorhaben**  
Dr.-Ing. Marcin Gorski  
festgrupa Warszawa und Architekten-AG  
Schloß Steinort Dr. Krökeler & Dr. Gorski,  
Brandenburg/Warschau

**15:15 Schlusswort**  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung

**15:20 Rundgänge in Gruppen**  
NW-Turm, Kernbaukeller, OG

**17:30 Geselliger Ausklang**  
Keller im Hauptbau mit sächsischem Wein und masurischem Zwiebelkuchen



Gesicherter, vormals vom totalen Einsturz bedrohter Keller im Hauptbau nach der Sanierung

Bild 331. Auszug aus dem Flyer zur Abschlussveranstaltung (vollständiges Dokument im Anhang)

Im Nachgang zur Abschlussveranstaltung wurde die Förderplakette am Haupteingang des Bauwerks angebracht, die für die Zukunft über den zentralen Beitrag informieren wird, der mit der Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in den Jahren 2014/15 möglich wurde.



Bild 332. Förderplakette am Haupteingang (rechts)

## 7.7 Veröffentlichungen

Es ist vorgesehen, über den Anwendungsfall in der Fachpresse ausführlich zu berichten und die Ergebnisse der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

- Zeitschrift Mauerwerk <http://www.ernst-und-sohn.de/mauerwerk>,
- Mauerwerk-Kalender <http://www.ernst-und-sohn.de/mauerwerk-kalender>,
- International Journal of Architectural Heritage. Conservation, Analysis and Restoration <http://www.tandfonline.com/toc/uarc20/current>

### 7.7.1 Bereits erfolgt

Bereits vor Projektbeginn erfolgte eine erste Veröffentlichung zu der Gründungsproblematik im *Mauerwerk-Kalender 2012*, die im Rahmen der Antragsphase zum DBU-Projekt entstand [43]. Sie informiert über die Bodenverhältnisse und die typischen Schadphänomene, ihre Ursachen und Möglichkeiten der Abstellung.

Ein allgemeiner Beitrag zum Verpressen historischen Mauerwerks, der auf den wesentlichen Erkenntnissen und Ergebnissen des geförderten Projektes entstand, erscheint etwa Mitte 2016 im *Mauerwerk-Kalender 2016* [61].

Weiter entstanden zwei Informationsbroschüren anlässlich des Kick-off-Meetings (14.07.2014) und nach Projektabschluss (2015), die im Anhang beigefügt sind.

### 7.7.2 Angemeldet und bestätigt

Für den *Mauerwerk-Kalender 2017* wurde ein weiterer Beitrag zum Thema der Vertikalabdichtung des Grundmauerwerkes angemeldet und bestätigt.

Eine zusammenfassende Information zum Projekt ist auch im *European Masonry Journal* vorgesehen.

## 7.8 Ausblick

Mit Hinblick auf die Fortsetzung der Erhaltungsarbeiten an Schloss Steinort ist die Eröffnung eines Besucherinformationszentrums mit einer dauerhaften Ausstellung im östlichen Seitenflügel in Planung. Dessen bauliche und ausstellungstechnische Umsetzung soll 2016 erfolgen. Im Rahmen dessen wird die Möglichkeit geschaffen, dauerhaft vor Ort die Inhalte, Ziele und Ergebnisse des DBU-finanzierten Modellprojektes einer breiten Öffentlichkeit anhand von Informationstafeln vorzustellen.

Neben der plakathaften Darstellung (Bild 333) wird in einem der Erdgeschossräume der Imagefilm, der im Juli 2014 im Rahmen der Kick-off-Veranstaltung entstanden ist, gezeigt werden, in dem die von der DBU-finanzierten Maßnahmen integraler Bestandteil sind.

Nach Absprache mit der Deutsch-Polnischen Stiftung ist eine Erweiterung der Webseiten mit einer noch ausführlicheren Darstellung des DBU-finanzierten Beitrages zur Sicherung des Gebäudes beabsichtigt.



Bild 333. Ausstellungsraum im EG mit Vorschlag zur Hängung der Informationstafeln (Skizze auf Grundlage der von Dr. Gorski (festgrupa) erstellten Renderings)

## 8 Fazit zum Projekt

### 8.1 Vorgehensweise

Vor Beginn des Projektes bestand die Gefahr, dass die akute Wasserproblematik am Schloss Steinort zum Verlust ganzer Gebäudeteile hätte führen können.

Bereits in der Antragsphase konnten zu den erkennbaren Schäden die Ursachen zugeordnet werden, die letztlich alle auf die Problematik zurückzuführen waren, dass das Bauwerk mit seinem Kanal- und Drainagesystem nicht mehr in der Lage war, die stärker anfallenden Wassermengen aufzunehmen und abzuleiten. Die Vernachlässigung des Gebäudes hat sicher die Schäden potenziert, ist aber nicht alleinige Ursache. Die Starkregenspitzen, die in den zurückliegenden Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen haben, sind die letztliche Ursache.

Es war damit notwendig, bei den Ausgangspunkten – nämlich der Frage, welche Bemessungsspenden für derartige hochwertige Objekte anzunehmen sind und wie man sie ermittelt - anzusetzen. Leider war die Datenlage in Polen nicht sehr stützend für das Vorhaben. Dennoch konnten die Grundmodelle für die Ermittlung der Bemessungsregen herausgefiltert und für die eigene Arbeit nutzbar gemacht werden. Anfangs angenommene empirische Ansätze wurden letztlich bestätigt.

Die modellhafte Realisierung wesentlicher Teile des Entwässerungssystems setzte die statische Sicherung des NW-Turmes und der Kernbau-Keller voraus. Danach konnte die Flächendrainage komplett eingebaut und in funktionstüchtigen Zustand versetzt werden.

### 8.2 Lösungsansätze

Grundlegender Lösungsansatz war, über einen dichten Datenbestand oder ein zutreffendes Modell das Vorgehen bei der Ermittlung der Bemessungsspenden offen zu legen und so die maßgebenden Werte zu ermitteln. Die Vorgehensweise hat sich bewährt und hat auch ein anwendbares Ziel erbracht.

Bei der statischen Sicherung war der Ansatz, Interimslösungen zu vermeiden und die Arbeitsschritte so aufeinander abzustimmen, dass sie gefahrlos gegangen werden konnten. Der Lösungsansatz konnte konsequent verwirklicht werden, sowohl beim NW-Turm als auch im Kernbaukeller.

Es sollten neue, innovative Baustoffe und Lösungen zum Einsatz kommen, wie zementfreies Verpressgut zusammen mit Glasfaserankern und -nadeln und nicht zuletzt eine neuartige Vertikalabdichtung und Drainage, die den Anforderungen des historischen Bauwerkes gerecht wird. Letztere stand im Wettbewerb mit traditionellen Verfahren wie Lehm- oder Bitumenabdichtung und Kiesfilterschicht. Sowohl die Rissüberbrückung der mineralischen Abdichtung, ihre Verarbeitbarkeit und nicht zuletzt die Minimierung der Massentransporte haben den Ansatz bestätigt.

Für die Egalisierung der Maueraußenflächen unter OK Gelände waren verschiedene Ansätze ins Auge gefasst worden, die jedoch alle nicht zielführend waren. Letztlich fiel die Entscheidung für den Spritzbeton, die dann auch das sachgerechte Verpressen des dahinter liegenden Mauerwerks ermöglicht hat.

Der Ansatz, den Arbeitsaufwand und die Belastung der Arbeiter zu minimieren, hat zur Entscheidung geführt, ein modulares Abwasser-Rohr- und Schachtsystem einzusetzen. Der damit verbundene Mehraufwand wegen der sehr dezidierten Planung hat sich bei der Ausführung gelohnt. Es konnten dadurch erhebliche Kosten gespart werden.

### 8.3 Nutzbarer Erkenntnisgewinn

Dem Modellcharakter konnte durch allgemeingültige Schlussfolgerungen, die für vergleichbare Fälle anwendbar sind, entsprochen werden. Das betrifft vor allem

- die Vorgehensweise bei Vorhandensein akuter Gefahrenstellen
- das Verankern und Vernadeln von Mauerwerk mit Glasfaserstäben,
- die Optimierung der Verpresstechnologie bei lehmhaltigem Mauerwerk
- die Sicherung und Sanierung eingebrochener Keller
- die Ermittlung der Bemessungswerte für die Regenwasserkanalisation und Drainage unter besonderer Berücksichtigung des Denkmalwertes des Objektes
- den Einbau der Flächendrainage
- die Vertikalabdichtung von gegen das Erdreich gemauerten Kellerwänden und Fundamenten

### 8.4 Erreichung der Zielstellung

**Es kann eingeschätzt werden, dass die Zielstellung des Projektes,**

- die Schadensursachen auf der Grundlage einer
- umfassenden und dauerhaften Lösungsplanung zu beseitigen und
- die Flächendrainage als wichtigste Maßnahme einzubauen

**voll umfänglich im anvisierten Kostenrahmen erreicht werden konnte.** Die eingebauten Elemente der Drainage und Kanalisation erlaubten auch, die bisherige Dachentwässerung funktionsfähig anzubinden. Auf die Variante mit einer Pumpe im Übergabeschacht an der Grundstücksgrenze konnte verzichtet werden. Mit den eingesparten Mittel wurde dafür der Anschluss an die Vorflut hergestellt.

Die zu Projektbeginn noch vorhandenen Gefahrenstellen und Einbrüche konnten vollständig und mit vertretbarem Aufwand beseitigt werden, sodass akute Gefährdungen der gesamten Substanz nicht mehr bestehen. Die Einbruchstelle auf der Südwestseite des Kernbaus zeigte sich als wesentlich umfangreicher und gefährlicher als erst angenommen. Es kann mit Bestimmtheit festgestellt werden, dass es hier über kurz oder lang zu einem Einsturz der Fassade gekommen wäre.

Mit dem Projekt sind die Voraussetzungen geschaffen worden, die Sanierung und Restaurierung des Schlosses ohne akute Gefahrenstellen zukünftig fortzusetzen.

Hinzu kommt, dass mit den baulichen Aktivitäten und der teilweisen Öffnung des Objektes seine Anziehungskraft wieder zugenommen hat.

## 9 Fortführung der Arbeiten

Die Fortführung und Fertigstellung der im Rahmen des Projektes geplanten Arbeiten ist für 2016/2017 mit Mitteln aus der beantragten Förderung durch das Polnische Kulturministerium vorgesehen. Es konnte im Rahmen des Projektes erreicht werden, die Funktionsfähigkeit der Flächendrainage im Keller herzustellen und das Kanalsystem soweit auszubauen, dass provisorisch fast alle Fallrohre der Dachentwässerung angeschlossen werden konnten. Ende 2017 soll dann das System der Wasserableitung in der Endausbaustufe – jedoch noch ohne Regenwasserbewirtschaftung - voll funktionsfähig sein.



*Bild 334. Einbindung der Regenfallrohre in das Kanalsystem Stand DBU-Projekt (Dezember 2015) a) Nord-West-Turm Richtung NW b) Kernbau Richtung SW*

## 10 Dank an die Projektbeteiligten

Die am Projekt Beteiligten bedanken sich bei der **Deutschen Bundesstiftung Umwelt** für die überaus großzügige Förderung des Modellprojektes. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. Bellendorf für das freundliche Entgegenkommen bei allen inhaltlichen und terminlichen Fragen als auch Fr. Hemmer und Fr. Janssen-Scholz für die Unterstützung bei der absolut reibungslosen administrativen Projektabwicklung.

Eine Realisierung und Umsetzung der weitreichenden Bauleistungen am Schloss Steinort wäre nicht ohne die ergänzende finanzielle Unterstützung der **Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.** möglich gewesen. Wir danken allen Mitgliedern und Unterstützern, die damit zur Erhaltung des Kulturdenkmales einen wertvollen Beitrag geleistet haben. Die Einladungen zu den Mitgliederversammlungen mit der Möglichkeit, die Projektzwischenstände vorzustellen, waren stets ein besonderer Ansporn. Stellvertretend sei ein persönlicher Dank an Herrn Dr. Brand ausgesprochen, der wie auch andere Vereinsmitglieder die Gelegenheit nutzte, sich bei einem Besuch in Steinort vor Ort über den Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Ein besonderer Dank gilt auch den Angehörigen der Familie von Lehndorff, insbesondere Vera von Lehndorff und Ihren Geschwistern, die nach Freilegung archäologisch interessanter Befunde durch eine sehr kurzfristige Spendenzusage die Erkundung und Sicherung selbiger ermöglichten. Durch das Engagement von Hr. Kappelhoff-Wulff entstand im Juli 2014 ein emotionaler Imagefilm zur Geschichte, der umgebenden Landschaft, den laufenden Arbeiten und einer möglichen Zukunft für das Schloss in Steinort. Es sei ihm, seinem Team sowie Herrn von Plotho hierfür herzlich gedankt.

Die Projektrealisierung wäre nicht möglich gewesen ohne die Zusammenarbeit mit den beiden Stiftungen, die seit 2009 die gemeinsame Verantwortung für alle das Bauwerk betreffende Belange tragen. Neben einem generellen Dank für die finanzielle Unterstützung durch die **Deutsch-Polnische Stiftung für Kulturpflege und Denkmalschutz** (DPS) soll namentlich Herrn Dr. Schabe als Geschäftsführer der DPS sowie Herrn Prof. Hermann als Vertreter der Polsko-Niemeicka Fundacja Ochrony Zabytków Kultury (PNF) für Ihre persönlich investierte Zeit gedankt werden. Für seine große Übersicht und ruhige Besonnenheit in manch hektischer Phase des Projektes sei Herrn Udo Donau von Herzen gedankt, der es auch gewagt hat, regelmäßig den Weg nach Steinort auf sich zu nehmen und dafür so manchen feuchten Guss miterleben musste, aber zur Freude aller trotzdem nie den Weg in die Mitte des baulichen Geschehens gescheut hat. Herrn Wagner sei ebenso herzlich für die Unterstützung direkt vor Ort gedankt, wo neben seiner Sprachkenntnisse und örtlichen Kontakte auch sein Talent bei fehlendem Baustrom o.ä. Katastrophen kurzfristig Abhilfe schaffen zu können, sich als sehr wertvoll erwiesen hat.

Ein weiterer Dank gilt allen **Industriepartnern**, die durch Materialspenden das Projekt und dessen praktische Realisierung weitreichend unterstützt haben (Details s. Kap. 1.10). So konnte sichergestellt werden, dass mit diesem Modellprojekt die Gefahrenquellen für einen Substanzverlust am Schloss Steinort eliminiert und neue Wege im Hinblick auf die Beseitigung der durch den Menschen letztlich verursachten Schäden gegangen werden konnten.

- MAPEI Polska Sp. z.o.o.
- Minova CarboTech GmbH
- Schöck Bauteile GmbH
- Desoi Injektionstechnik GmbH
- Hegler Plastik GmbH
- Saint-Gobain Construction Products Polska Sp. z o.o.
- MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG
- Wienerberger Ceramika Budowlana Sp. z o.o. Torun

Nach einem langen und nicht immer einfachen Auswahl- und Abwägungsprozess war es möglich, auch für die Realisierung der baulichen Arbeiten kompetente Partner bzw. **Baufirmen** zu finden. Die qualitätsvolle bauliche Umsetzung der Notsicherungsarbeiten am Nordwestturm wurde im Juli 2014 durch die Baufirma Himmel u. Papesch Bauunternehmung GmbH u. Co. KG durchgeführt. Es sei Herrn Thomas Decker und Felix Socke (s. Bild 335) für die mehr als übliche Einsatzbereitschaft beim Einbohren der Anker, Vernadeln der Risse und den weitreichenden Verpressarbeiten gedankt. Unterstützend tätig beim notwendigen Gerüstbau bzw. der Anbringung der neuen Dachentwässerung war Herr Zbigniew Szulczynski (Bild 336) mit seiner Baufirma aus Goldap.



*Bild 335. Notsicherungsarbeiten im Juli 2014 (v.l.n.r.: T. Decker, K. Serkis, A. Dobers, B. Boekhoff, F. Socke)*



*Bild 336. Beratungstermin zur Gerüststellung im Juli 2014 (v.l.n.r.: Prof. W. Jäger, P. Wagner, Z. Szulczynski)*

Für die komplexen und im Vorfeld schwer abschätzbaren Sicherungsarbeiten in den Kernbaukellern konnte Herr Matthias Hohl mit seiner Baufirma Hohlbud aus Pozezdrze gewonnen werden, dem hiermit herzlichst für seine aktive Beteiligung an der Lösungsfindung für jede sich neu ergebende Problemstelle gedankt sein soll. Sein hervorragendes ingenieurtechnisches Verständnis für die bestehenden statischen Probleme als auch die Erfahrungen aus seinem früheren Tätigkeitsbereich stellten eine wesentliche Bereicherung für die Planung und Durchführung der Arbeiten am Schloss dar.

Neben dem geleisteten Beitrag zur Notsicherung der Gebäudesubstanz konnten mit ihm und seinen Mitarbeitern (Sławek Kunicki, Bartek Kazmierczak, Marian Anuszkiewicz, Mariusz Bielak - Bild 337) auch im Anschluss die Arbeiten zur Flächendrainage und den Probeflächen der Ringdrainage im Sommer/Herbst 2015 termin- und fachgerecht ausgeführt werden.



*Bild 337. Bauausführung im Sommer 2015  
(v.l.n.r. B. Kazmierczak, M. Hohl, B.  
Boekhoff, M. Bielak, S. Kunicki, M.  
Anuszkiewicz)*



*Bild 338. Ausführung der Flächendrainagen im  
August 2015 (v.l.n.r. M. Hohl, I.  
Teutsch, V. Müller, B. Boekhoff, M.  
Kollna, S. Kunicki, M. Anuszkiewicz,  
B. Kazmierczak, M. Bielak)*

Mit Herrn Dr. Gorski als langjährigem objektverantwortlichen Planer und Herrn Cichonski als ebenfalls seit vielen Jahren für das Bauwerk zuständigen Bauinspektor standen dem Projektträger zwei fachkompetente Überwacher zur Seite, die im Rahmen der regelmäßigen Vor-Ort-Termine auch zeitkritische Entscheidungen mitgetragen und das Projekt nach allen Möglichkeiten unterstützt haben. Dr. Koperkiewicz begleitete die zu den Schachtarbeiten laufende bauarchäologische Dokumentation. Ihnen und auch dem Planerteam Dr. Krekeler und Hr. Krämer sei hiermit herzlichst für die vertrauensvolle Zusammenarbeit gedankt, die sich hoffentlich auch weiter fortsetzen wird.



*Bild 339. Baustellenterrin mit Planern/Ausführenden/Bauüberwachern (v.l.n.r.: T. Cichonski, P.  
Wagner, Prof. W. Jäger, Dr. M. Gorski, Dr. A. Koperkiewicz, Dipl.-Ing. M. Hohl)*

Abschließend sei allen Kollegen und Studenten der Fakultät Architektur der TU Dresden gedankt, die sich im Rahmen von Exkursionen, Projektarbeiten, Seminararbeiten oder Diplomarbeiten tiefgehend mit dem Objekt und seiner besonderen Bedeutung beschäftigt haben sowie im Ergebnis Ihrer eigenen Arbeit einen Beitrag zum Erhalt des Bauwerks geleistet haben. Insgesamt waren beteiligt:

- Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger
- Dr.-Ing. Toralf Burkert
- Dipl.-Ing. Beate Boekhoff
- MSc. Hamidreza Salehi
- cand. ing. Sebastian Graf
- cand. ing. Jonas Wittstock
- Martin Kollna
- Sandy Klemm
- Anne Dobers
- Oliver Dähne
- Ludwig Ruhland
- Christoph Otto
- Andreas Winter
- Esteve Mazier
- Vinzenz Müller
- Isabell Teutsch
- Carolin Helm
- Kay-Michael Müller
- u.a.



*Bild 340. November 2014 (v.l.n.r.: B. Jäger, Prof. W. Jäger, A. Winter, L. Ruhland, C. Otto, B. Boekhoff)*



*Bild 341. September 2015 (v.l.n.r.: B. Jäger, K.-M. Müller, B. Boekhoff, C. Helm)*

Mit der offiziellen Projektabschlussveranstaltung am 19.09.2015 konnte allen Beteiligten sowie der interessierten Öffentlichkeit nicht nur ein Einblick in das in den Jahren 2014/15 Geleistete gegeben werden, sondern auch nochmals Dank für den unermüdlichen Einsatz ausgesprochen werden. Mit dem symbolischen Anstoßen in einem der am schwersten geschädigten Räume des Kellers wurde das Erreichte gemeinsam gefeiert sowie in anregenden Gesprächen bereits ein Blick in die Zukunft gewagt.



Bild 342. 19.09.2015 Rundgang zur Abschlussveranstaltung (v.l.n.r.: Dr. T. Burkert, P. Wagner, Gäste, Dr. Brand)



Bild 343. 19.09.2015 gemeinsames Anstoßen im fertiggestellten Kernbaukeller (v.l.n.r.: I. Hohl, U. Donau, M. Hohl, T. Cichonski)

## 11 Quellen und Verzeichnisse

### 11.1 Literaturverzeichnis

- [1] Jäger, W. et al.: *Antrag auf Förderung* durch die deutschen Bundesstiftung Umwelt: Schloss Steinort – Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung 20.11.2013.
- [2] Internetseite der Deutsch-Polnischen Stiftung für Kulturpflege und Denkmalschutz <http://www.deutsch-polnische-stiftung.de/projekte.php?lan=de#>.
- [3] von Lorck, C.E.L.: *Groß Steinort*. Der Bauvorgang eines Barockschlosses im deutschen Osten. Grenzlandverlag Gustav Boettcher: Pillkallen, Ostpreußen: O.J. (vermutl. 1937).
- [4] von Lorck, C.E.L.: *Landschlösser und Gutshäuser in Ost- Westpreußen*. Weidlich: Frankfurt. 1972.
- [5] Jackiewicz-Garniec, M.; Garniec, M.: *Schlösser und Gutshäuser im ehemaligen Ostpreußen*. Gerettetes oder verlorenes Kulturgut? Studio Wydawnicze ARTA Mirosław Garniec: Olsztyn
- [6] Graf, S.: *Mauerwerkstypologie Schloss Steinort*. Studienarbeit. TU Dresden, Fakultät Architektur, Lehrstuhl Tragwerksplanung, Sommersemester 2011
- [7] *Familienarchiv von Lehdorff*. Sächsisches Staatsarchiv Leipzig (SäStL), Bestand 21950, Findbuch LEHNDORFF.FB.doc.
- [8] Vollmer, A.: *Doppelleben* - Heinrich und Gottliebe von Lehdorff im Widerstand gegen Hitler und von Ribbentrop. Mit einem kunstgeschichtlichen Essay von Kilian Heck sowie einem Nachwort von Hanna Schygulla. Eichenborn: Frankfurt am Main, 2010.
- [9] Heck, K.: Vom Barockschloss zur Ordensburg. Geschichte und Kunstgeschichte von Schloss Steinort in Masuren. In [8], S. 375 – 400
- [10] Poczobutt, A.; Korduba, P.: *Das Schloss der Grafen von Lehdorff in Steinort im Lichte neuer Quellen*. In: Jahrbuch des Bundesinstituts für Kultur und Geschichte der Deutschen im östlichen Europa. Berichte und Forschungen, Band 16. Oldenburg Wissenschaftsverlag 2008, S. 25-48
- [11] Müller-Stüler, D.; Börsch-Supan, E.: *Friedrich August Stüler*. 1800 – 1865. (Werkverzeichnis) Hrsgg. V. Landesdenkmalamt Berlin. Deutscher Kunstverlag: München, Berlin 1997
- [12] Weichelt, A.: *Mausoleum Steinort*. Diplomarbeit WS 2015/16. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung: Februar 2016
- [13] *Güteradressbuch Ostpreußen* von 1932  
([http://www.masuren.com/html/Schloss\\_Steinort.html](http://www.masuren.com/html/Schloss_Steinort.html))
- [14] von Krockow, Ch.: *Begegnungen mit Ostpreußen*. Rautenberg im Verlagshaus Würzburg: Würzburg 2008
- [15] Dönhoff, M.: *Entstehung und Bewirtschaftung eines ostdeutschen Großbetriebes*. Die Friedrichsteiner Güter von der Ordenszeit bis zur Bauernbefreiung. Diss. Basel 1935, gedruckt Königsberg 1935
- [16] Henning, F.-W.: *Landwirtschaft in der Neuzeit*. In: Sozial und Wirtschaftsgeschichte. Arbeitsgebiete – Probleme – Perspektiven. Hrsgg. V. G. Schulz, Ch. Buchheim, G. Fouquet, u.a. S. 41 – 67. Franz Steiner Verlag 2005
- [17] Dönhoff, M.: *Namen, die keiner mehr nennt*. Ostpreußen – Menschen und Geschichte. München 2003

- [18] Deutsche Ortsnamen und polnische Übersetzung.  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_deutscher\\_Bezeichnungungen\\_polnischer\\_Orte](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_deutscher_Bezeichnungungen_polnischer_Orte) Aufruf  
31.12.2015
- [19] Liedtke, K.-J.: Die versunkene Welt. Ein ostpreußisches Dorf in Erzählungen der Leute. Die  
Andere Bibliothek: Berlin o.J.
- [20] Rose, P.: Flucht und Vertreibung aus Ostpreußen 1944/45. Totalitäre Kriegspropaganda und  
menschliche Tragödien. Seminararbeit. Universität Hamburg, Historisches Seminar,  
Sommersemester 2010, Hamburg 24.01.2011
- [21] Wagner, M.: Die Neubesiedelung der Masuren nach 1945 aus der Perspektive polnischer,  
deutscher und ukrainischer Einwohner. In: [22], S. 44 – 108
- [22] Mai, U.: (Hrsg.) Masuren: Trauma, Sehnsucht, leichtes Leben. Zur Gefühlswelt einer  
Landschaft. *Bielefelder Geografische Arbeiten*. Bd. 6. LIT Verlag Dr. W. Hopf: Berlin 2005
- [23] Mai, U.: Publikationen zu ethnischen und ethnografischen Problemstellungen in den Masuren.  
<https://pub.uni-bielefeld.de/person/21356> , Aufruf 05.01.2016
- [24] Wadle, H.: The Moral Work of Tourismship: Ethnographic Tales about Late Post- Socialism  
from the Masurian Lake District, Poland. PhD-Thesis, University of Manchester, School of  
Social Sciencis: 2014
- [25] Neumärker, U.; Conrad, R., Woywodt, C.: *Wolfsschanze. Hitlers Machtzentrale im Zweiten  
Weltkrieg*. Ch. Links Verlag, 4. Auflage. Berlin 2007
- [26] Bloch, .M: *Ribbentrop*. Bantam, London 1992
- [27] Rossa, H.: *Mamerki/Mauerwald: Bunkerstadt aus dem Zweiten Weltkrieg*.  
[http://suite101.de/article/mamerkimauerwald-bunkerstadt-aus-dem-zweiten-weltkrieg-  
a123985#.VouSCNhlicw](http://suite101.de/article/mamerkimauerwald-bunkerstadt-aus-dem-zweiten-weltkrieg-a123985#.VouSCNhlicw), Aufruf 05.01.2016
- [28] Blanek, B. A.: *Sztynort reload*. Masterarbeit 2010. Europa-Universität Viadrina Frankfurt  
(Oder)
- [29] *Schloss Steinort / Sztynort in Masuren*. Konzept zur Rettung und Nutzung eines bedeutenden  
deutsch-polnischen Kulturerbes. Hrsgg. v. d. Deutsch-polnischen u. Polnisch-deutschen  
Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz. Görlitz o.J.
- [30] Überlegungen zu einem Nutzungskonzept der Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V. für Schloss  
Sztynort/Steinort. Unveröffentlichtes Manuskript. Lehndorffgesellschaft Schloss Steinort e.V.:  
Berlin 2012
- [31] Jäger, W.; Burkert, T. Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk. Teil 1: Planung der  
Maßnahmen. In: *Mauerwerk-Kalender* 29 (2004). Hrsg. H.J. Irmschler, W. Jäger und P.  
Schubert. Ernst & Sohn. Berlin 2004. S. 207–238
- [32] Produktinformation zu GFK-Ankern <http://minova-ct.com/content.php?lang=de&id=18>
- [33] Faller, A.; Karotke, E.; Althaus, E.: Zur Dauerhaftigkeit v on Mauerwerkssanierungen.  
Untersuchungen an Verpressmaterial um Nadeln und Zuganker bei sanierten historischen  
Bauwerken. In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*. Jahrbuch 1988. Ernst und Sohn:  
Berlin 1989. S. 157–164.
- [34] Wenzel, F.: Verpressen, Vernadeln und Vorspannen von Mauerwerk historischer Bauten.  
Stand der Forschung, Regeln für die Praxis. In: *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke*.  
Jahrbuch 1987. Ernst und Sohn: Berlin 1988. S. 53–72.

- [35] Gigla, B.; Wenzel, F.: Instandsetzung von denkmalgeschützten Bauwerken – Verpressanker im Mauerwerk. In: *Mauerwerk-Kalender* 27 (2002). Hrsg. P. Funk, P. Schubert und H.-J. Irmschler. Ernst & Sohn: Berlin, S. 265–308.
- [36] Gigla, B.; Wenzel, F.: Instandsetzung von denkmalgeschützten Bauwerken: Verpressanker im Mauerwerk. Ausführungsbeispiele. In: *Mauerwerk-Kalender* 28 (2003). Hrsg. W. Jäger, P. Schubert und H.-J. Irmschler. Ernst & Sohn: Berlin, S. 297–306.
- [37] Gigla, B.: Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk. Vernadeln – Verankern (Berechnung). In: *Mauerwerk-Kalender* 33 (2008). Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn: Berlin, S. 283–317.
- [38] Jütte, B.; Venter, W.: Glasfaserbewehrung im Mauerwerksbau. In: *Mauerwerk-Kalender* 39 (2014). Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn: Berlin, S. 69–88.
- [39] Produktinformation zu Schöck Combar:  
<http://www.schoeck.de/de/produktloesungen/glasfaserbewehrung-5>
- [40] Braun, J.; Burkert, T.: Einsatz von Glasfaserbewehrung in historischem Mauerwerk – dargestellt am Beispiel des Wiederaufbaus des erdbebengeschädigten Sistani Hauses in Arg-e-Bam (Iran). In: *Mauerwerk-Kalender* 39 (2014), S. 269–322. Hrsg. W. Jäger. Ernst & Sohn, Berlin 2014.
- [41] Produktdatenblatt MAPE-Antique I:  
[http://www.mapei.com/public/IT/products/601\\_mape-antique\\_i\\_de.pdf](http://www.mapei.com/public/IT/products/601_mape-antique_i_de.pdf)
- [42] Produktdatenblatt MAPE-Antique LC:  
[http://www.mapei.com/public/DE/products/603\\_Mapeantique%20LC\\_De.PDF](http://www.mapei.com/public/DE/products/603_Mapeantique%20LC_De.PDF)
- [43] Schulz, E.: Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk. Schloss Steinort – Gründung. Gründungsschäden und Sanierung. In: *Mauerwerk-Kalender* 37 (2012). Hrsg. W. Jäger. Verlag Ernst & Sohn: Berlin. S. 341–353.
- [44] Jäger, W.; Schulz, E.: *Baugrunduntersuchung zu Schloss Steinort*. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung/Baugrund Dresden GmbH. Unveröffentlicht. November 2011.
- [45] Rola, St.: *Ausführungsplanung zur Entwässerung der Keller des Schlosses Steinort*, Gemeinde Wegorzewo, Wojewodschaft Ermland – Masuren (in Polnisch). Bialystok, September 2001.
- [46] Rola, St.: *Geotechnische Stellungnahme zu Schlosses Steinort*, Gemeinde Wegorzewo, Wojewodschaft Ermland – Masuren (in Polnisch). Bialystok, September 2001/02. Bestehend aus insgesamt 5 Dokumenten.
- [47] Skorlutowski, J.; Skorlutowska, E.: *Dokumentacja fotograficzna awaryjnego zabezpieczenia murów piwnicznych i korony muru korpusu glownego dawnego palacu Lehndorffow w Sztynorcie Duzym 2013*. Przedsiębiorstwo Budowlane Skorlutowski, Olsztyn 2013
- [48] Jäger, W.; Burkert, T.: *Genehmigungsplanung. Notsicherung des NW-Turmes von Schloss Steinort*. Unveröffentlichtes Manuskript. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung 14.04.2014
- [49] DIN 1055-2:2010-11: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngößen. DIN/Beuth: Berlin 2010
- [50] Kundzewicz, Z. W. (Hrsg.): *Changes in Flood Risk in Europe*. International Association of Hydrological Sciences / Special Publication No. 10, IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire, UK: 2012

- [51] Zolina, O.: Changes in intense precipitation in Europe. In: Kundzewicz, Z. W. (Hrsg.) *Changes in Flood Risk in Europe*, Special Publication No. 10, IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire, UK, 2012, S. 97-120.
- [52] Kundzewicz, Z. W.; Cramer, W.: Detection and Attribution of Climate Change and Its Impacts. In: Kundzewicz, Z. W. (Hrsg.) *Changes in Flood Risk in Europe*, Special Publication No. 10, IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire, UK, 2012, S. 409 - 421
- [53] Lucht, W.; Gerten, D.; Kundzewicz, Z. W.: Detection and Attribution of Changes in Water Resources. In: Kundzewicz, Z. W. (Hrsg.) *Changes in Flood Risk in Europe*, Special Publication No. 10, IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire, UK, 2012, S. 422 - 434
- [54] Seneviratne, S.I., *et al.*: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: C.B. Field, *et al.*, (Hrsg.), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK, and New York, NY: Cambridge University Press, 2012
- [55] Kainz, H.; Kauch, E.P.; *Siedlungswasserbau und Abfallwirtschaft*. MANZ: Wien 2007
- [56] ...: *Starkniederschläge und Hochwasser*. <http://wiki.bildungsserver.de> (Aufruf 06.02.2016).
- [57] Jäger, W.: Bericht über die archäologische Enttrümmerung 1993/94. In: *Die Dresdner Frauenkirche. Jahrbuch zu ihrer Geschichte und zu ihrem archäologischen Wiederaufbau*. Band 1. Hrsg. d. Gesellschaft zur Förderung des Wiederaufbaus der Frauenkirche Dresden e.V. Verlag Hermann Böhlau Nachfolger: Weimar 1995, S. 11 – 64
- [58] Jäger, W. *et al.*: Modellvorhaben: *Enttrümmerung der Frauenkirche unter dem Gesichtspunkt umweltbedingter Schäden* (Dokumentation und wissenschaftliche Begleitung). Stiftung Frauenkirche Dresden, [https://www.dbu.de/projekt\\_04924/db\\_1036.html](https://www.dbu.de/projekt_04924/db_1036.html) 1994 -2003
- [59] Jäger, W.; Burkert, T., Kallis, K.-H.; Heidelmann, H.: Verwendung modifizierter Siliciumdioxid-Nanosole zum Schutz und zur Konsolidierung von umweltgeschädigten Kulturgütern aus sächsischem Sandstein am Beispiel der Skulpturen der Fasanerie Moritzburg. Schriftenreihe des Lehrstuhls Tragwerksplanung der TU Dresden „*Bauforschung und Baupraxis*“, Band 3. TU Dresden: Dresden, 2004 (gefördert durch die DBU 2001 – 2003 [http://www.dbu.de/projekt\\_17403/db\\_799.html](http://www.dbu.de/projekt_17403/db_799.html))
- [60] Pieper, K.: *Sanierung historischer Bauwerke*. Ernst & Sohn 1983
- [61] Jäger, W.; Boekhoff, B.; Köberle, T.; Hohl, M.: Verpressen von historischem Mauerwerk. Erscheint in: *Mauerwerk-Kalender* 41 (2016). Hrsgg. V. Wolfram Jäger. Ernst & Sohn: Berlin.
- [62] Willems, P.; Olsson, J. *et al.*: *Impacts of climate Change on Rainfall Extremes and Urban Drainage Systems*. IWA Publishing: London, New York 2012
- [63] Bogdanowicz, E.; Stachy, J.: Maximum rainfall in Poland – a design approach. In: *The Extremes of Extremes: Extraordinary Floods*. Proceedings of a symposium held in Reykjavik, Iceland July 2000. IAHS Publ. no. 271 2002, pp. 15 – 18
- [64] Bogdanowicz, E.; Stachy, J.: Maksymalne opady deszczu w Polsce. Charakterystyki projektowe. (Polnisch). *Prace Badawcze. IMGW*, No. 23, seria: *Hydrologia i Oceanologia*, Warsaw 1998
- [65] Koch, M.: *Literaturverzeichnis und Formelsammlung zur Ingenieurhydrologie*. Universität Gesamthochschule Kassel, FG Geohydraulik und Ingenieurhydrologie. [www.uni-kassel.de/fb14/geohydraulik/Lehre/.../IngHydro\\_Anhang.pdf](http://www.uni-kassel.de/fb14/geohydraulik/Lehre/.../IngHydro_Anhang.pdf) . Aufruf 31.12.2015

- [66] Bartels, H.; Dietzer, B.; Malitz, G.; Albrecht, F.M.; Guttenberger, J.: Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 -2000). *KOSTRA-DWD-2000*. Fortschreibungsbericht. Deutscher Wetterdienst, Hydrometeorologie: Offenbach am Main 2005
- [67] Malitz, G. (Red.): Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 -2000). *KOSTRA-DWD-2000*. Grundlagenbericht. Deutscher Wetterdienst, Hydrometeorologie: Offenbach am Main 2005
- [68] DIN 1986-100:2008-05: *Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056*. DIN/Beuth: Berlin 2008
- [69] DIN EN 12056-4:2001-01: *Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 4: Abwasserhebeanlagen; Planung und Bemessung; Deutsche Fassung EN 12056-4:2000*. DIN/Beuth: Berlin 2001
- [70] Heinrichs, F.-J.; Rickmann, B.; Sondergeld, K.-D.; Störrlein, K.-H.: *Gebäude- und Grundstücksentwässerung*. Planung und Ausführung DIN 1986-100 und DIN EN 12056-4. Beuth Verlag: Berlin, Wien, Zürich 2010
- [71] Pistol, W.; Rechenauer, Ch.; Scheurer, B.: *Handbuch der Gebäudetechnik*, Bd. 1: Allgemeines, Sanitär, Elektro, Gas. 8. Auflage. Werner Verlag: Köln 2013
- [72] ...*Machbarkeitsstudie "Starkregenrisiko 2050"* Abschlussbericht. Kooperationsprojekt des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) und des Climate Service Centers (CSC). Climate Service Centre Germany, Helmholtz-Zentrum Geesthacht o.J. (März 2012)
- [73] ...*Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS) – Veränderung in Dauer, Intensität und Raum auf Basis beobachteter Ereignisse und Auswirkungen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit*. Abschlussbericht. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), 16.03.2010
- [74] Arbeitsblatt *DWA-A 531 „Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer“*, Hennef, September 2012
- [75] Arbeitsblatt *DWA-A 118 „Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen“*, Hennef, März 2006
- [76] DIN EN 752: 2015-10: *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement*. DIN/Beuth: Berlin 2015
- [77] DIN EN 12056-3: 2001-01: *Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden*. Dachentwässerung, Planung und Bemessung. DIN/Beuth: Berlin 2001
- [78] Boekhoff, B.: *Pläne Schadensaufnahme Schloss Steinort 2011-2014*. Unveröffentlichtes Manuskript. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung, Mai 2014
- [79] Burkert, T.; Jäger, W., Schulz, E.: *Schloss Steinort. Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen. Notsicherung des Nordwestturmes*. Entwurf/Genehmigung. Unveröffentlichtes Manuskript. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung, 14.04.2014
- [80] Jäger, W.; Burkert, T.; Bakeer, T.; Richter, Th.: *Baugrundaktualisierung im Hinblick auf die Grundbruchgefahr Schloss Steinort*. Noch in Bearbeitung. Unveröffentlichtes Manuskript. TU Dresden, Lehrstuhl Tragwerksplanung
- [81] Herten, M.: *Anwendung der Beobachtungsmethode*. BAW-Kolloquium „Tiefe Baugruben an Bundeswasserstraßen“. 22.06.2010, BAW Karlsruhe. <http://vzb.baw.de/publikationen/kolloquien/1/09-herten.pdf> Aufruf 10.01.2016

- [82] DIN EN 196-1:2005-05: Prüfverfahren für Zement. Bestimmung der Festigkeit. NABau im DIN e.V.: Berlin 2005
- [83] DIN EN 1015-11: 2007-05: Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 11: Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit von Festmörtel; Dt. Fassung EN 1015-11:1999+A1:2006. NABau im DIN, Berlin 2007
- [84] Jäger, W.; Pohle, F.; Pliett, H.; Egermann, R.; Menzel, U.; Gigla, B.; Petzold, A.; Frenzel, Ch.: *Richtlinie zur Beurteilung der Mauerwerkstragfähigkeit und Anforderungen an die Ausführung von Sandsteinmauerwerk*. Mauerwerksrichtlinie Frauenkirche. Wiederaufbau der Frauenkirche Dresden. Unveröffentlicht. Erarbeitet im Auftrag der Stiftung Frauenkirche Dresden. Dresden Dezember 1996
- [85] Sandner, M.: *Ermittlung von Baustoffkenngrößen für die Sanierung von historischem Mauerwerk, dargestellt am Beispiel von Injektionsschaummörtel*. Seminararbeit „Sanierung historischer Bauwerke“, TU Dresden, Fakultät Architektur, Lehrstuhl Tragwerksplanung, Dresden 2009
- [86] Burkert, T.: Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk, Teil 10: Hochwasserschutz-Ertüchtigung an historischen Mauerwerksgebäuden am Beispiel des historischen Gebäudeensembles der Stadt Grimma. In: *Mauerwerk Kalender* 37 (2012), S. 355–410. Hrsg. W. Jäger, Ernst & Sohn. Berlin 2012
- [87] Jäger, W.; Boekhoff, B.; Köberle, T.; Hohl, M.: Verpressen von historischem Mauerwerk. In: *Mauerwerk-Kalender* 41 (2016). Hrsgg. v. W. Jäger. Ernst & Sohn: Berlin 2016 (im Druck)
- [88] Mapei-Antique LC. Helles Bindemittel zur Herstellung von zementfreien Sanierputzen und –mörteln für historische Gebäude. MAPEI, Mailand, Italien [http://www.mapei.com/public/DE/products/603\\_Mapeantique%20LC\\_De.PDF](http://www.mapei.com/public/DE/products/603_Mapeantique%20LC_De.PDF)  
Aufruf:10.12.2015
- [89] Mapei-Antique I. Niedrigviskoses, gegen Salze beständiges, auf Basis von Kalk- und Eccopuzzolan bestehendes, gefülltes hydraulisches Bindemittel zur Herstellung einer Injektionssuspension zur Verfestigung von Mauerwerk. MAPEI, Mailand, Italien [http://www.mapei.com/public/DE/products/603\\_Mapeantique%20LC\\_De.PDF](http://www.mapei.com/public/DE/products/603_Mapeantique%20LC_De.PDF)  
Aufruf:10.12.2015
- [90] Regenwasserbewirtschaftung. Fränkische Rohrwerke. Königsberg/Bayern. <http://www.fraenkische.com/de/Regenwassermanagement/Regenwasserbewirtschaftung/Regenwasserbewirtschaftung-419.html>. Aufruf 20.12.2015
- [91] DWA-Arbeitsblatt A 117 Für die „Bemessung von Regenrückhalteräumen“.
- [92] DIN 1989-1-3: Regelung der Anforderungen an Regenwassernutzungsanlagen.
- [93] Rigofill St. Fränkische Rohrwerke. <http://rigofill-st.com/systemkomponenten/?lang=de> Aufruf 19.01.2016
- [94] DIN 4095:1990-06: Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung. DIN/Beuth: Berlin 1990
- [95] Muth, W.: Dränung zum Schutz baulicher Anlagen – Anmerkungen zur Neufassung der DIN 4095. *Beton- und Stahlbetonbau* 84 (1989) 10, S 249 - 255
- [96] Achmus, M.: Reduzierung der Wasserbeanspruchung durch Dränagen. In: *Bauphysik-Kalender* 8 (2008). Hrsg. Nabil A. Fouad. Ernst & Sohn: Berlin. S. 185 – 200
- [97] Vogt, F. U.; Bredemeyer, J.: Dränanlagen. Kapitel 8.4 in: *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*. 4. Auflage. Hrsg. Nabil A. Fouad. Springer/Vieweg Wiesbaden 2013, S. 378 – 392

- [98] *Planungsinformation opti-drän-System*. Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, Königsberg/Bayern Januar 2013
- [99] weber.tec Superflex D24. Technisches Merkblatt. Reaktivabdichtung. Stand: 26.05.2014. [https://www.sg-weber.de/uploads/tx\\_weberproductpage/printable\\_sheet\\_weber\\_tec\\_Superflex\\_D\\_24.pdf](https://www.sg-weber.de/uploads/tx_weberproductpage/printable_sheet_weber_tec_Superflex_D_24.pdf)  
Aufruf 02.02.2016
- [100] ...: weber.sys 983. Technisches Merkblatt. Schutz- und Drainmatte für erdberührte Bauteile. Stand: 26.05.2014. [https://www.sg-weber.de/uploads/tx\\_weberproductpage/printable\\_sheet\\_weber\\_sys\\_983.pdf](https://www.sg-weber.de/uploads/tx_weberproductpage/printable_sheet_weber_sys_983.pdf) Aufruf 02.02.2016
- [101] Spaethe, G.: *Die Sicherheit tragender Baukonstruktionen*. 2. Auflage. Springer: Wien, New York 1992
- [102] Hegler – *Well- und Verbundrohre aus Kunststoff*. Produktkatalog. HEGLER Plastik GmbH Oerlenbach, 2014

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

Bild 1.	Ansicht Hauptfront um 1910-14 (kolorierte Postkarte Stengel & Co. Dresden, Quelle: <a href="http://www.bildarchiv-ostpreussen.de">www.bildarchiv-ostpreussen.de</a> ) .....	8
Bild 2.	Luftaufnahme (etwa 2005, Quelle: <a href="http://photos.wikimapia.org">http://photos.wikimapia.org</a> ) .....	9
Bild 3.	Zustand 2009 (Quelle: <a href="http://www.ostpreussen.net">www.ostpreussen.net</a> ) .....	10
Bild 4.	Postkarten aus den 1960er Jahren (Quelle: <a href="http://fotopolska.eu">fotopolska.eu</a> ) .....	11
Bild 5.	Polychrome Decken- und Wandmalerei (Quelle: Kilian Heck, Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.).....	11
Bild 6.	Foyer (historische Aufnahme, Quelle: <a href="http://fotopolska.eu">fotopolska.eu</a> ) .....	11
Bild 7.	Deckenbemalung (Quelle: DPS).....	11
Bild 8.	Ansicht des Schlosses von Südwest Oktober 2015 (Quelle: A. Weichelt 2015) .....	12
Bild 9.	Ansicht des Schlosses im Dezember 2015, a) von Südwest mit provisorischer Regenwassersammlung, b) von Nord-West .....	12
Bild 10.	Luftaufnahme Schloss Steinort in Polen (Quelle: <a href="http://www.luftbildermasuren.de">www.luftbildermasuren.de</a> ).....	13
Bild 11.	Plan der Schlossanlage Steinort vor 1945, aus [5] .....	13
Bild 12.	Steinort Plan II, Grundriss des Erdgeschosses vom Hauptbau und den Hofgebäuden um 1689 (Quelle SäStL, Bestand 21950 [7], 08.01., Mappe 522, lfd. Nr. 85 ff.) .....	14
Bild 13.	Schloss Steinort, Grundriss und Schnitt mit Bauepochen .....	15
Bild 14.	Blick in die Dachkonstruktion (1. Dachgeschoss), im Vordergrund die Zangen zur Sicherung mit den Bolzenverbindungen .....	16
Bild 15.	Ansicht der Schauseite aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts [4] .....	17
Bild 16.	Ansicht der Ostseite aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts (1920 – 1930) Quelle: <a href="http://www.bildarchiv-ostpreussen.de">www.bildarchiv-ostpreussen.de</a> , Stengel, Dresden) .....	17
Bild 17.	Auszug aus einem Originalschriftstück der Gräfin Lehndorff aus dem Lehndorff'schen Familienarchiv (Quelle SäStL, Bestand 21950 [7]) zur Bezahlung eines Handwerkers .....	18
Bild 18.	Mauerwerk im Keller; a) Mittellängswand im Keller des NW-Turmes Richtung N, b) Einbruchstelle im Hauptbau (jetziger Durchgang von R -1.05 nach R. -1.01) .....	18
Bild 19.	Titelfoto auf dem Steinort-Flyer mit zu sehender Liegerinne und Fallrohr in der Nische links neben dem Haupteingang.....	19
Bild 20.	Johann Heinrich Wilhelm Tischbein (Goethe-Tischbein 1751 – 1829) Familienbild Lehndorff-Schmettau (zwischen 1777 und 1779 gemalt). Öl auf Leinwand 104,5 x 130 cm .....	20
Bild 21.	Weitere Kunstgegenstände aus dem Lehndorff-Nachlass.....	20
Bild 22.	Gobelin und Schrank aus dem Lehndorff-Nachlass .....	21
Bild 23.	Liegenschaftskarte zu Schloss Steinort aus dem Jahre 1807 (Quelle SächsStAL Bestand 21950 [7], Mappe 525) mit Größenangaben zu den einzelnen Flächen und dem Gesamtbesitz .....	22
Bild 24.	Zustand 2007 (Quelle: DPS <a href="http://deutsch-polnische-stiftung.de/projekte/steinort-sztynort/">http://deutsch-polnische-stiftung.de/projekte/steinort-sztynort/</a> ) .....	24
Bild 25.	Wirtschaftsgebäude; a) Pensionat (in Nutzung), Speicher (tlw. genutzt) und Wohnhaus (leer), b) Stallanlage, heute tlw. als Werkstatt genutzt, mehrheitlich im Verfall; 2014 .....	25
Bild 26.	Hafen von Steinort (Quelle: TIGA <a href="http://Spanienamazurach.pl">Spanienamazurach.pl</a> ) .....	25
Bild 27.	Überblick über den Hafen von Steinort (Quelle: TIGA YACHT <a href="http://www.tigayacht.pl">www.tigayacht.pl</a> ) .....	26
Bild 28.	Storchenpaar auf dem Dach des SO-Turmes von Schloss Steinort.....	26
Bild 29.	Der Mauersee bei Steinort 2014 (Quelle: Frederik Blattgerste, <a href="http://ostpreussen.net">ostpreussen.net</a> ).....	27
Bild 30.	Morgennebel über dem See in Trygort nahe Steinort.....	27

Bild 31.	Eichenallee bei Steinort (Quelle: Klaus Rueffer, 2014, flickr.com), von Harschen kommend.....	28
Bild 32.	Wald und Aue nahe Steinort (auf dem Weg zum Mausoleum) .....	28
Bild 33.	Radwandergruppe vor Schloss Steinort (September 2014).....	29
Bild 34.	Führer-Hauptquartier „Wolfsschanze“ – Reste der Bunkeranlagen .....	29
Bild 35.	Masurische Winterlandschaft (Januar 2013; Quelle: mein-masuren.blogspot.com) ....	30
Bild 36.	Bisher wenig genutzte Potenziale im Winter; a) Skijöring, b) Skiwandern, c) Eissegeln in Lötzen (Gizycko), d) Eisfischen (Quellen: verschiedene von Reiseveranstaltern) .....	30
Bild 37.	Niederschlagsdiagramm für Steinort (Quelle: <a href="http://de.climate-data.org/location/73808/">http://de.climate-data.org/location/73808/</a> ) .....	31
Bild 38.	Temperaturdiagramm für Steinort (Quelle: <a href="http://de.climate-data.org/location/73808/">http://de.climate-data.org/location/73808/</a> ) .....	31
Bild 39.	Kontrolltermin mit der zuständigen Denkmalbehörde am 28.08.2015 .....	43
Bild 40.	Bodenprofil [43] .....	44
Bild 41.	Ermittelte Bodenkennwerte [43] .....	44
Bild 42.	Kellermauerwerk gegen das Erdreich gemauert; a) Prinzipskizze (Ausschnitt), b) NO-Seite des NW-Turmes, Außenseite des Kellermauerwerks im Erdreich.....	45
Bild 43.	Rissbildungen am nordwestlichen Eckturm von Süd-Westen.....	46
Bild 44.	Ausbauchung und partieller Ausbruch des Bruchsteinmauerwerks im selben Bereich.....	46
Bild 45.	Eingesunkene Außenmauern im Bereich des NW-Turmes .....	47
Bild 46.	Einsturz eines Gewölbes im Kernbaukeller, aufgenommen nach der provisorischen Sicherung.....	47
Bild 47.	Gesicherter Fundamentbereich im Westflügel, in dem sich bereits ein Grundbruch ereignet hat.....	47
Bild 48.	Verschalter und verschütteter Bereich gem. Bild 46 im vorgefundenen Zustand .....	48
Bild 49.	Hohl liegende Außenmauer im Kernbaukeller .....	49
Bild 50.	Schadensschwerpunkte im Keller – vom Antragsteller aktualisiert auf der Grundlage der vorhandenen Schadenskartierung (Quelle: Dr. Krekeler Generalplaner GmbH) .....	49
Bild 51.	Starkregen .....	50
Bild 52.	Ende eines Fallrohres auf der Schauseite (SW) des Schlosses .....	50
Bild 53.	Prallstein mit ausgearbeiteter Rinne auf der Schauseite (SW) des Schlosses am Übergang zum Ostflügel.....	50
Bild 54.	Schacht in der Kaskade außerhalb der heutigen Grundstücksgrenzen.....	51
Bild 55.	Becken am Rand der Böschung in Richtung Vorflut/Kläranlage – Funktion unklar .....	51
Bild 56.	Drainage- und Entwässerungsschächte auf der Parkseite.....	51
Bild 57.	Blick in einen Schacht mit 100er („Drainage“) Rohr und zu gering dimensionierter 100er Hauptleitung zur Abführung des Wassers.....	51
Bild 58.	Bestandsaufnahme der außerhalb des Gebäudes liegenden Kanalisation (Quelle: Gorski, festgrupa Warszawa, o.J.), durchscheinend die Leitungsführung aus einem Lageplan .....	52
Bild 59.	a) Freigelegte Drainage im Kernbaukeller (Kreuzung von Rohren), b) Tonrohr, vollkommen mit Erdmaterial gefüllt, an gleicher Stelle geortet .....	53
Bild 60.	Gemauerter Kanalanfang am Übergang vom Kernbau zum Verbinder, bis dato eingebrochen und verschüttet.....	53
Bild 61.	Historischer Entwässerungskanal unter dem nordwestlichen Anbau austretend, während der Arbeiten nicht funktionsfähig vorgefunden.....	53
Bild 62.	In den Keller des NW-Turmes eingedrungenes Wasser; a) an der Wand zur Küchegrube Richtung NW ca. 12 cm stehend 03.07.2014, b) in einer Fußbodenvertiefung im Keller des NW-Turmes stehendes Wasser 22.12.2014 .....	54

Bild 63.	Zustand vor Starkregen .....	54
Bild 64.	Zustand nach Starkregen .....	54
Bild 65.	a) Abgefrorener Kämpfer im Kernbaukeller, b) Zerstörter Bogenkämpfer im Kernbaukeller .....	56
Bild 66.	Zustand Bruchsteinmauerwerk mit Lehmörtel intakt .....	57
Bild 67.	Zustand Bruchsteinmauerwerk mit Lehmörtel nach Auswaschung Lehmörtel .....	57
Bild 68.	Monatliche Niederschläge aufgezeichnet an der Wetterstation Kętrzyn von 1982 bis 2012 [mm; Monat Jahr] .....	59
Bild 69.	Maximale Tageswerte der Niederschläge aufgezeichnet an der Wetterstation Kętrzyn von 1982 bis 2012 [mm; Monat Jahr] (rote Punktlinie: Werte $\geq 30$ mm; blaue Strichpunktlinie: Halbierung der Aufzeichnungszeit) .....	60
Bild 70.	Bildung von Starkniederschlägen (Quelle [56]).....	61
Bild 71.	Fundamentunterkanten in Schloss Steinort (Arbeitszeichnung mit Hand).....	63
Bild 72.	Frosttiefenkarte von Polen (bereitgestellt von Gorski) .....	64
Bild 73.	a) Treppenriss, b) Maßstab .....	65
Bild 74.	Risskartierung, die blauen Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung in Auswertung der Risskartierung an (kleines Foto oben Zustand 18.06.2011) (auf der Grundlage der Fassadenzeichnungen von Dr. Krekeler Generalplaner/Dr. Gorski festgrupa) .....	65
Bild 75.	Riss in der Mittellängswand im Nord-West-Turm vom Kühlraum in Richtung Küche Süd-West gesehen.....	66
Bild 76.	Abgerissene Mittellängswand im 1. Obergeschoss (der Putz hat sich von der Wand gelöst und steht selbstständig), Richtung Nord-Westen geblickt.....	66
Bild 77.	Endoskopie des Kellermauerwerks im NW-Turm zur Erkundung der inneren Struktur .....	67
Bild 78.	Endoskopische Aufnahme eines Mauerwerkshohlraumes und Interpretation .....	67
Bild 79.	Aktualisierung einer Schadensaufnahme aus dem Jahr 2013 (Arbeitsstand) .....	67
Bild 80.	Aufgearbeitete Fotodokumentation als Grundlage für eine Ausführungsplanung und Beschreibung der Arbeitsschritte. Quelle: Plangrundlage wie Bild 81).....	68
Bild 81.	Ausschnitt aus der Planung der Abstützung der Kellerräume -1.01 und -1.02 (Quelle: Dr. Krekeler Generalplaner GmbH/DI Krämer) .....	68
Bild 82.	Schacht vor dem Ostflügel Richtung Osten, mit Erd- und Schuttmassen verfüllt (darunter wurden bei der Freilegung noch zwei Steingutrohre gefunden, die Wasser führen, dessen Herkunft unklar ist).....	69
Bild 83.	Mit Schuttmassen verfüllter Schacht, der sich später als Bestandteil der Schmutzwasserleitung herausstellte .....	69
Bild 84.	Variante 1 ([1]) .....	70
Bild 85.	Variante 2 ([1]) .....	70
Bild 86.	Lage der Anker im Grundriss .....	71
Bild 87.	... und im Schnitt .....	71
Bild 88.	GFK-Anker mit Endplatten ebenfalls aus GFK von MINOVA CarboTech GmbH Essen [32] .....	72
Bild 89.	Ankertasche mit -kopf .....	72
Bild 90.	Lage der Anker .....	73
Bild 91.	a) Gewachsener Boden am Kernbau unter den Fundamenten des Kellers, b) Auffüllung im Bereich des NW-Turmes im Stichgraben zur Erkundung des vorgefundenen hölzernen Kanals .....	74
Bild 92.	Auszug aus der Gerüstzeichnung (Ansicht und Grundriss) .....	75
Bild 93.	Stufe 1 des Gerüstbaus .....	76
Bild 94.	Vollständiges Gerüst .....	76
Bild 95.	Auszug aus dem Gerüst-LV (in deutscher und in polnischer Sprache, hier polnisch) .....	77

Bild 96.	Ausführungszeichnung Rissvernadelung für den NW-Turm, SW-Seite unter Verwendung der Zeichnung nach Bild 74 .....	79
Bild 97.	Ausführungszeichnung Rissvernadelung für den NW-Turm, NW-Seite.....	79
Bild 98.	Auszug aus dem LV für die statische Sicherung NW-Turm (deutsch) .....	80
Bild 99.	Mörtelprismen zur Prüfung der Druckfestigkeit und der Biegezugfestigkeit.....	81
Bild 100.	Einsetzen der Verpressschläuche vor dem Verfugen, Kellermauerwerk im NW-Turm .....	82
Bild 101.	Wiederhergestelltes Bruchsteinmauerwerk im Keller mit gezogenen Packern vor dem Verpressen .....	82
Bild 102.	Verpressen des Mauerwerks im Keller unter Nutzung der Löcher nach Bild 101, Abdichtung des Verpressrüssels erfolgt mit Hanf .....	82
Bild 103.	Ansetzen des Bohrgerätes .....	83
Bild 104.	Vorbereitung eines GFK-Ankers zum Einbau mit Verpressstrecke .....	83
Bild 105.	Endplatte noch unvermörtelt .....	83
Bild 106.	Anziehen der Anker Mutter ohne Vorspannung.....	83
Bild 107.	Anmischen des Injektionsgutes MAPEI Antique I .....	84
Bild 108.	Prismen zur Qualitätssicherung und Kennzeichnung.....	84
Bild 109.	Verschlossener Riss mit Verpress-/Entlüftungsöffnungen .....	85
Bild 110.	Beim Verpressen eines Ankers und Nachkalfatern, rechts Ankertasche.....	85
Bild 111.	Ausführungsplan mit Kontrolleintragungen und Aktualisierungen, ausgeführt vom überwachenden Team (dieses Projektes).....	85
Bild 112.	Grundriss mit vorgesehener Drainage und den einzelnen Positionen zur Absicherung und Rekonstruktion der Einsturzstellen .....	86
Bild 113.	Teileinbruch der Außenwand im Bereich der ehemaligen Kellerfensteröffnung und zum Haupteingang im EG zu (SW-Seite des Schlosses).....	87
Bild 114.	Ehemaliger Durchgang zwischen Raum -1.01 und -1.02 noch vor der Verschalung und Verfüllung von oben.....	88
Bild 115.	Zustand R -1.01 mit Anzeichnung der Bohrlöcher .....	88
Bild 116.	Bohrung für die notwendigen Verbundanker.....	88
Bild 117.	Zustand R -1.02 vor Beginn der Arbeiten.....	89
Bild 118.	Nach Freilegung/Säuberung und Einbringung der GFK-Nadeln.....	89
Bild 119.	Während des Aufbringens .....	89
Bild 120.	Zustand nach Fertigstellung.....	89
Bild 121.	Vollkommen ausgewaschenes Mauerwerk nahe dem Kämpfer am Durchgang nach -1.03 .....	89
Bild 122.	Ausspritzen der Hohlräume Durchgang von -1.02 nach -1.03.....	89
Bild 123.	Arbeitsschritte zur Spritzbetonanwendung schematisch dargestellt.....	90
Bild 124.	Über der Einbruchstelle aufgehendes Mauerwerk (Lage der Einbruchstelle in das Foto eingezeichnet) .....	91
Bild 125.	Ansicht mit Schnitt unter OK Gelände und Lage der Einbruchstelle (Plangrundlage Dr. Krekeler Generalplaner GmbH Brandenburg) .....	91
Bild 126.	Situation von außen vor Beginn der Freilegung.....	92
Bild 127.	Freilegung des geschädigten Mauerwerks bis etwa 2 m .....	92
Bild 128.	Einbau einer Sturzschalung im Einbruchbereich mit Bogenwirkung.....	92
Bild 129.	Sicherung des Bestandes durch Ausspritzen .....	92
Bild 130.	Fertiger Ortbetonsturz u. Kraftfluss .....	92
Bild 131.	Einhausung für die Winterpause.....	92
Bild 132.	Blick auf die fertige Außenwand Richtung SW mit dem neu geschaffenen Zugang von außen, links auch der fertig gestellte Kellerabgang aus dem Foyer zu sehen .....	93
Bild 133.	Blick in die Verschalung von oben aus Richtung Foyer kommend mit den Gewölberesten .....	93

Bild 134.	Blick aus dem Raum über dem Keller -1.01 auf die wieder freigelegte Einbruchsstelle.....	93
Bild 135.	Rekonstruktion des Urzustandes (Quelle: M. Hohl) .....	94
Bild 136.	Treppenstufen, nach Befunden vor Ort (Quelle: M. Hohl) .....	94
Bild 137.	Bogen zur Aufnahme des Gewölbeschubs (Draufsicht von der Treppe) .....	94
Bild 138.	Schnitt durch den Bogen.....	94
Bild 139.	Gewölbe über Kellerabgang vom Foyer, teilweise freigelegt .....	95
Bild 140.	Links Kellerabgang vom Foyer noch teilweise verschüttet und verbaut.....	95
Bild 141.	Blick vom Foyer in die unterhöhlte Außenwand während des Spritzens.....	95
Bild 142.	Spritzen der freigelegten Unterhöhlung, Blick von unten .....	95
Bild 143.	Aufmauern der Seitenwände .....	95
Bild 144.	Bogen nach Bild 137 und Bild 138 .....	95
Bild 145.	Flaches Gewölbe über dem Kellerabgang vom Foyer.....	96
Bild 146.	Blick in den Treppenabgang vom Foyer .....	96
Bild 147.	Kellerabgang vom Foyer aus eingesehen nach Fertigstellung (die Stufen werden zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt).....	96
Bild 148.	Fertiger Kellerabgang vom Keller aus gesehen.....	96
Bild 149.	Eingebrochener Durchgang vor dem Verschalen, fotografiert aus -1.01 .....	97
Bild 150.	Durchgang im verschalten und verbauten Zustand aus -1.01 gesehen .....	97
Bild 151.	Arbeitsschritte i bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs .....	97
Bild 152.	Arbeitsschritte ii bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs .....	98
Bild 153.	Arbeitsschritte iii bei der Beseitigung des Gewölbeeinbruchs.....	98
Bild 154.	Blick in den freigelegten und mit Spritzschicht gesicherten Einsturztrichter vom Keller aus .....	99
Bild 155.	Verformtes Gewölbe, Blick in den Raum -1.01 .....	99
Bild 156.	Anheben des Gewölbes aus der zweiten Gleichgewichtslage in die ursprüngliche (Quelle: Udo Donau).....	99
Bild 157.	Winden zum Anheben des abgesackten Gewölbes .....	99
Bild 158.	Aufmauern der Widerlager für den Bogen über dem Durchgang .....	100
Bild 159.	Ausfüllen der Zwischenräume zwischen der Durchgangswandung und dem anstehenden Rest (Quelle: Matthias Hohl) .....	100
Bild 160.	Aufgespritzte, bewehrte Ausgleichsschicht auf dem angehobenen Gewölbe .....	100
Bild 161.	Einwölben des Durchganges (Quelle: Matthias Hohl).....	100
Bild 162.	Fertiges Mauerwerk des Durchganges (Quelle: Matthias Hohl) .....	101
Bild 163.	Durchgang von Raum -1.02 aus gesehen .....	101
Bild 164.	Blick aus dem Raum -1.03 nach -1.02.....	101
Bild 165.	Freigelegte Rückseite .....	101
Bild 166.	Blick in die Überwölbung des Durchganges .....	102
Bild 167.	Abgelöste untere Gewölbeschale ohne festes Lager (nur auf hölzerner Notabsteifung).....	102
Bild 168.	Vorschlag von M. Hohl zur kostengünstigen Sanierung des Gefahrenpunktes .....	102
Bild 169.	Einbruchsstelle/Durchgang; links von R-1.05 gesehen, rechts von R-1.01 gesehen ...	103
Bild 170.	Verschalung mit Verschüttung, die herausrieselt (von -1.05 Ri. S) .....	103
Bild 171.	Einbruchsstelle/Durchgang -1-01 nach -1.05, mit Blick in den Wandquerschnitt Richtung Westen gesehen.....	104
Bild 172.	Prinzipdarstellung der Arbeitsschritte zur Unterfangung der Mittellängswand.....	105
Bild 173.	Lösungsansatz Leitungsführung im Grundriss des Kellers (Quelle: Matthias Hohl) ...	105
Bild 174.	Eintritt in den Durchgang von Keller -1.01 aus (Quelle: Matthias Hohl) .....	105
Bild 175.	Detailzeichnung zum neuen Durchgang.....	106
Bild 176.	Rohrgraben im Durchgang von -1.01 nach -1.05 gesehen .....	106
Bild 177.	Blick von der Einbruchsstelle in Richtung Keller -1.01 .....	106
Bild 178.	Fertiggestellte Sicherung der Mittellängswand .....	107

Bild 179.	Blick aus -1.01 nach -1.05 mit gesicherter Mittellängswand .....	107
Bild 180.	Eingeschalter Tunnel beim Bewehren der Decke.....	107
Bild 181.	Ausgeschaltete Seitenwände und eingeschaltete Decke des „Tunnels“ .....	107
Bild 182.	Blick in den neu errichteten Durchgang von Keller -1.01 nach -1.05 nach Fertigstellung und noch vor Einbau der Flächendrainage .....	108
Bild 183.	Unterhöhlung des Widerlagers des Bogens über dem Fenster.....	108
Bild 184.	Ausgespritzte Unterhöhlung zur Stabilisierung der Kellerwand vor Freilegung von außen.....	109
Bild 185.	Spannungsspitzen unter den Aufstandsflächen .....	110
Bild 186.	Spannungsfreie Bereiche nehmen Wasser auf und werden weich.....	110
Bild 187.	Das Fundament sinkt ein wegen der aufgeweichten Bereiche .....	110
Bild 188.	Die verpresste Fundamentunterkante ist zwar nicht eben, baut aber allmählich eine immer gleichmäßigere Spannungsverteilung auf.....	110
Bild 189.	Bohren der Injektionslöcher .....	111
Bild 190.	Messen der Bohrtiefe .....	111
Bild 191.	Abkalfatern.....	111
Bild 192.	Verpressen und Druck kontrollieren .....	111
Bild 193.	Kompletter Verpress-Stand mit Schneckenpumpe.....	112
Bild 194.	Lage der 20 Meteorologischen Stationen in Polen.....	113
Bild 195.	Regionen maximalen Niederschlages in Polen und zugehörige Gleichungen zur Berechnung der maßgebenden Regenspende abhängig von der Zeit.....	114
Bild 196.	Vom polnischen Wetterdienst bereitgestellte Daten für den Standort Sztynort.....	115
Bild 197.	Grafische Darstellung der Regenmengen in Abhängigkeit von der Dauer und der Wiederkehrperiode nach [63] und [64].....	118
Bild 198.	Jahresniederschläge, gemessen an der Wetterstation Kętrzyn [mm; Jahre].....	119
Bild 199.	Darstellung der Entwicklung der Regenspenden bis 2065 auf der Basis des empirischen Ansatzes zur Berücksichtigung eines Trends.....	120
Bild 200.	Arbeitszeichnung zur Lage der Fundamentunterkanten und der Geländeoberkanten, entwickelt aus allen verfügbaren Unterlagen und eigenen Ermittlungen .....	122
Bild 201.	Variante „Tieferlegen unter einem Winkel“ (hier $\alpha = 30^\circ$ ).....	123
Bild 202.	Erprobte Variante bei stehendem Boden.....	123
Bild 203.	Ausschnitt aus dem Dachflächenplan mit Einzugsflächen.....	124
Bild 204.	Arbeitsplan zur Variantenbetrachtung.....	124
Bild 205.	Zwischenstand der Entwurfsplanung mit Teilung der Abschnitte (im Zuge der Ausführungsplanung neu festgelegt).....	125
Bild 206.	Lageplan mit den später zu entwässernden Freiflächen vor dem Schloss.....	127
Bild 207.	Bemessung für Dränleitungen mit runder Querschnittsform und einer Betriebsrauigkeit von $k_b$ 2 mm nach DIN 4095 [94] .....	132
Bild 208.	Übersichtsplan Drainage und Regenwasserabführung für gesamtes Schlossareal, Stand 06.03.2015 (Ausführungsplanung).....	135
Bild 209.	Kellergrundriss von Schloss Steinort mit Lage der Drainagerohre (Nordwesthälfte des Gebäudes) [45].....	136
Bild 210.	Sondagestelle im Kernbaukeller (Kreuzungspunkt von Stich- und Hauptleitung).....	137
Bild 211.	Drainrohr mit fast vollständig erdgefülltem Querschnitt.....	137
Bild 212.	Endoskopie der Hauptdrainleitung mit stehendem Wasser, Gefälle ins Gebäude hinein .....	137
Bild 213.	Prinzipschnitt zur Einbringung der Flächendrainage .....	138
Bild 214.	Detailskizze Aufbau Flächendrainage.....	139
Bild 215.	Drainrohr (Fa. Hegler) aus PVC mit Schlitzfenstern mit Wassereintrittsfläche von 50 $\text{cm}^2/\text{m}$ ; a) Ansicht des Rohres, b) Technische Daten gemäß Merkblatt [102] .....	140

Bild 216.	Schächte des Systems HEGLER Plastik GmbH; a) Vormontiert und zugeordnet, b) Systembild (Quelle: Hegler Plastik GmbH).....	140
Bild 217.	Schachtzeichnung im Zuge der Ausführungsplanung für die Ringdrainage .....	141
Bild 218.	Schachtzeichnung im Zuge der Ausführungsplanung für die Flächendrainage.....	141
Bild 219.	Historischer Ziegelfußboden; a) Im Raum -1.07 rechteckig, b) Im Raum -1.06 quadratisch.....	142
Bild 220.	Übersichtsplan Arbeitsschritte für Bauabschnitt I.....	143
Bild 221.	Detail Drainage und vertikale Abdichtung im unterkellerten Bereich.....	144
Bild 222.	Detail Drainage und vertikale Abdichtung im unterkellerten Bereich.....	145
Bild 223.	Arbeitsschritte im Überblick (Variante Schalung) .....	146
Bild 224.	Ausgangszustand .....	147
Bild 225.	Freischachten (Böschungswinkel beachten) (abschnittsweise im Pilgerschritt).....	147
Bild 226.	Säuberung Wandfläche .....	147
Bild 227.	Herausfallende Steine in Mörtel einsetzen .....	147
Bild 228.	Injektionsbohrungen abtäufen (in die Fugen aus Lehm) und Injektionsschläuche setzen .....	148
Bild 229.	Ansicht der Wand (ohne Stützkonstruktion für die Schaltafeln) mit Packern für die Injektion .....	148
Bild 230.	GFK-Nadeln in die Fugen bohren und einsetzen, anschließend Bewehrungsmatte befestigen .....	148
Bild 231.	Einschalen der Wand zur Egalisierung mit Schaltafeln b= 50 cm, in den Fugen Injektionsschläuche nach außen führen, Fugen abdichten .....	148
Bild 232.	Verfüllen des Zwischenraums mit fließfähigem Beton/Mörtel und Verdichten über die Schalung.....	149
Bild 233.	Injektion des Mauerwerks.....	149
Bild 234.	Lunker spachteln, Kehle herstellen, oberen Abschluss nacharbeiten, weber-tec 933 .....	149
Bild 235.	Kratzspachtel aus 2-Komponenten Dickbeschichtung weber.tec Superflex D24 aufbringen .....	149
Bild 236.	Auftrag der 2 Komponenten reaktiv abbindenden Dickbeschichtung weber.tec Superflex D24 auf die Kratzspachtelung in zwei Arbeitsgängen.....	150
Bild 237.	Schutz- und Drainschicht aufbringen nach Durchtrocknung der Flächenabdichtung aus Polystyrol-Regenerat weber.sys 983; Vlies auf Boden auslegen und unter die Schutzschicht führen .....	150
Bild 238.	Filterkies 8/16 einbringen und Drainagerohr verlegen.....	150
Bild 239.	Drainagerohr in Filterkies einpacken .....	150
Bild 240.	Vlies umschlagen und mit Verfüllmaterial abdecken, lagenweise auffüllen mit örtlichem Boden und leicht verdichten .....	151
Bild 241.	Oberes Abschlussprofil anbringen und weiter verfüllen bzw. mit Dachlatte sichern, dass kein Schutt zwischen Drainmatte und Dichtung fällt .....	151
Bild 242.	Oberste Schicht vom Gebäude weg abgleichen und verdichten, provisorisch mit Kies auffüllen bis OKF.....	151
Bild 243.	Führung des Vlieses am Fußpunkt der Ringdrainage.....	151
Bild 244.	Deutsche Leistungsbeschreibung an die polnische Systematik angekoppelt (Auszug) .....	152
Bild 245.	Vorgegebenes Raster der Leistungsbeschreibung nach polnischen Gepflogenheiten. Mengenermittlung.....	153
Bild 246.	Vorgegebenes Raster der Leistungsbeschreibung nach polnischen Gepflogenheiten (Leistungsbeschreibung mit Preisermittlung).....	154
Bild 247.	Arbeitsprobe auf der Parkseite des NW-Turmes .....	155
Bild 248.	Setzen der flexiblen Packer in die Bohrlöcher.....	156
Bild 249.	Spritzen beginnen, lagenweise .....	156

Bild 250.	Spritzen, bis die gewünschte Schichtdicke erreicht ist.....	156
Bild 251.	Ziehen der Rundstäbe und Rückschneiden der flexiblen Packer .....	156
Bild 252.	Verpressen.....	157
Bild 253.	Rückschneiden der Packer .....	157
Bild 254.	Flexibler PVC-Druckschlauch durchsichtig .....	157
Bild 255.	Packer nach dem Glätten der gespritzten Oberfläche .....	157
Bild 256.	Packer eingekürzt, Rundstab gezogen, Verpressrüssel mit Schlauchklemme befestigt.....	157
Bild 257.	Ausheben der Dränrohrgräben und Abtransport des Aushubs .....	158
Bild 258.	Ausbringen des Flächenfilters (Filterkies) .....	159
Bild 259.	Anschließende Egalisierung der Kiesschicht (Vlies überlappt mit Deckvlies) .....	159
Bild 260.	Auslegen des abdeckenden Filtervlieses.....	160
Bild 261.	Verlegung der Altziegel im Mörtelbett.....	160
Bild 262.	Fußboden nach Fertigstellung unter Wahrung des originalen Verlegemusters.....	161
Bild 263.	Freigelegter Abschnitt der Kelleraußenwand an der Nordostseite des Nordturmes nach grober mechanischer Reinigung .....	161
Bild 264.	Aufbringung einer Egalisierungsebene als Traggrund für die Abdichtungsebene .....	162
Bild 265.	Fertig injizierter Wandabschnitt nach zusätzlicher Oberflächenglättung mit Ausgleichsspachtel (Weber tec 933) .....	162
Bild 266.	Fertig aufgetragene Abdichtung (Weber superflex 24).....	163
Bild 267.	Dickschichtabdichtung (Weber tec 933) und Dränmatte der Firma Weber - St. Gobain Deutschland/Polen, die das Material als Spende zur Verfügung gestellt hat [99], [100].....	163
Bild 268.	Einbringen des Stangendränrohrs in die vliesummantelte Filterkiespackung und Einbau der ersten Dränmatte am Wandfuß.....	164
Bild 269.	Sukzessives lagenweises Verdichten der Rückverfüllung .....	164
Bild 270.	Lageplan mit der Übergabestelle an die Vorflut (Weiterlauf im offenen Gerinne) .....	165
Bild 271.	Vorgesehener Pumpenschacht, umfunktioniert zum Übergabeschacht der Endlösung (braune Eintragungen).....	166
Bild 272.	Zuführung zur Vorflut; a) Übergabeschacht, b) Ausmauerung des Auslaufes, c) Auslauf und Gerinne fertiggestellt .....	167
Bild 273.	Beispiel für einen modular herstellbaren Regenwasserspeicher nach [93] RicoCollect (abgedichtete Füllkörperigole) .....	168
Bild 274.	Mögliche Lage der Regenwasserrückhalteanlage .....	168
Bild 275.	Ausschnitt aus dem Übersichtsplan Drainage und Regenwasserabführung mit roter Markierung der zu bearbeitenden Bereiche .....	169
Bild 276.	Dokumentationsfoto von der Testschürfe an der Außenwand des Kernbaus im Dezember 2011 .....	170
Bild 277.	Alte Ofentür aus dem Aushub vor dem Nordwestturm.....	171
Bild 278.	Oberflächennahe Fundstücke, wie Ofenkacheln, Glasflaschen, Knochen.....	171
Bild 279.	Putzfragmente mit Anstrichresten aus der Gewölbeauffüllung über R-1.01 .....	172
Bild 280.	Reste des ehemaligen Ziegelfußbodens des Nordwestturmes aus den oberen Auffüllungen nordöstlich des Nordwestturmes .....	172
Bild 281.	Reinigung des Planums .....	173
Bild 282.	Freigelegtes Geröllpflaster auf der Nordostseite des Nordwestturms .....	173
Bild 283.	Dr. Koperkiewicz (Universität Danzig) bei der Befundbeschreibung.....	173
Bild 284.	Profil senkrecht zur Außenwand.....	173
Bild 285.	Stratigrafie mit vertikalem Maßstab .....	174
Bild 286.	Probendosen mit Kennzeichnung des Entnahmehorizontes .....	174
Bild 287.	Bergung eines Keramikfragmentes aus dem Profil .....	175
Bild 288.	Beschriftung der Fundkarte mit allen Informationen zum Befund.....	175

Bild 289.	Einzelgrundstück mit Fundkarte, hier im Beispiel Keramikbruchstück (Fund Nr. 001) .....	175
Bild 290.	Fundstück Nr. 001 mit Messingmarke und Vergleichsmaßstab .....	175
Bild 291.	Zustand der Kellerböden links vor der Reinigung, rechte Hälfte nach der Reinigung mit dann erkennbarem Verlegemuster der Bodenziegel.....	176
Bild 292.	Am Wandfuß umlaufende und im Verband verlegte ca. 3 cm tief eingelassene Ablaufrinne im Keller R-1.01.....	177
Bild 293.	Infolge von Frosteinflüssen zerfrostene Bodenziegel.....	178
Bild 294.	Wiederverwertbare Altziegel nach Format gestapelt und seitlich gelagert.....	178
Bild 295.	Kellergrundriss Schloss Steinort mit geplanter Drainrohlage (Nordwesthälfte des Gebäudes) [45], Zeichnungsanhang, Zeichnung Nr. 2 zur Innendrainage vom 20.09.2001 .....	179
Bild 296.	Tonsauger im Hauptstrang DN 150 und noch offenem Restquerschnitt.....	179
Bild 297.	Fast vollständig zugesetzter Tonsauger mit DN 75.....	179
Bild 298.	Reste einer Strohbettung auf der Unterseite der Tonsauger .....	180
Bild 299.	Mundloch des Kanals (Querschnitt ist im sichtbaren Bereich ca. zur Hälfte mit Material verfüllt) .....	180
Bild 300.	Kanal während der Freilegung.....	180
Bild 301.	Kanalbeginn nach vollständiger Freilegung und erster Reinigung).....	181
Bild 302.	Freilegung der Einbruchstelle von oben in R-1.04.....	181
Bild 303.	Kamerabefahrung der sukzessive freigelegten Kanalanlage vom Mundloch aus (R-1.02).....	182
Bild 304.	Holzkanal im Bereich des Nordwestturmcellars (R -1.08).....	182
Bild 305.	Holzkanal hier als geschlossener Rechteckquerschnitt (innen hohl).....	182
Bild 306.	Ca. 4m tiefe Sondage zum Verlauf des Holzkanals außerhalb des Nordwestturmes .....	183
Bild 307.	Holzkanal hier als offene U-Rinne bei der ersten Freilegung .....	183
Bild 308.	Bauberatung vor Ort mit Architekt Dr. Gorski, Bauinspektor Hr. Cichonski und Archäologen Dr. Koperkiewicz .....	184
Bild 309.	Notwendiger Schachtverbau für die ca. 4,50 m tiefe Grube.....	184
Bild 310.	Freigelegte Holzrinne ca. 1,50 m unter Fundamentunterkante am Nordwestturm ...	185
Bild 311.	Konstruktiv besonders ausgeformter Längsstoß der offenen U-Rinne.....	185
Bild 312.	Hölzerner Entwässerungskanal in der Alten Pfarrei in Rössel (Reszel).....	186
Bild 313.	Freigelegte Einbruchstelle des gemauerten Kanals in R-1.04.....	187
Bild 314.	Zustand an gleicher Stelle beim Wiederaufmauern einer neuen Revisionsöffnung ...	187
Bild 315.	Planausschnitt mit Lage und Höhen der historischen und 2015 eingebauten Drainagewasserabführungen .....	187
Bild 316.	Kanalbeginn im Übergang von R-1.02 zu R-1.03 nach Fertigstellung der Bauarbeiten, die Kanalseitenwände wurden als Treppenwangen aufgemauert und mit offenen Trittstufen belegt. ....	188
Bild 317.	Der Einblick zwischen die Stufen ermöglicht das Wahrnehmen des Kanalbauwerks. Nach Abnahme der Stufen ist eine vollständige Inspektion oder Reinigung möglich.....	188
Bild 318.	Gipsmarke über Riss am NW-Turm mit eingetragenem Datum .....	189
Bild 319.	Provisorische Regenwasserableitung mittels gelber Ripprohre FF-Drähn ungeschlitzte am NW-Turm .....	195
Bild 320.	Rückwärtige Regenwasserableitung.....	195
Bild 321.	Teilnehmer der Veranstaltung am 16.07.2014 im Foyer des Schlosses während der Vorträge .....	196
Bild 322.	Rundgang in kleinen Gruppen, hier geführt von Piotr Wagner Polnisch-deutsche Stiftung Kulturerhalt .....	196
Bild 323.	Informationstafel zum Projekt vor dem Schloss .....	197

Bild 324.	Interessierte Besucher wurden stets fachkundig über das Schloss und insbesondere das laufende Projekt informiert .....	197
Bild 325.	Studenten bei der weiteren Erkundung des bestehenden Kanalnetzes .....	198
Bild 326.	Teilnehmer der Novemberkampagne 2014 .....	198
Bild 327.	Flyer zum Bausommer .....	198
Bild 328.	Studenten beim Verfügen des Auslaufbauwerks im August 2015 .....	198
Bild 329.	Anlässlich eines Besuches von Vertretern des polnischen Wirtschaftsministeriums und der örtlichen Verwaltung wurde umfassend über das Schloss, die Bemühungen zur Rettung und Revitalisierung und auch über das DBU-Projekt berichtet (Dr. Marcin Gorski verantw. Architekt r., Prof. Christofer Herrmann als Vertreter des Eigentümers 2. v. r, und Piotr Wagner Dt.-pln. Stiftung M. verdeckt) .....	199
Bild 330.	Kontrollkommission bei der Vorstellung der Arbeiten durch Prof. Jäger .....	200
Bild 331.	Auszug aus dem Flyer zur Abschlussveranstaltung (vollständiges Dokument im Anhang) .....	200
Bild 332.	Förderplakette am Haupteingang (rechts) .....	201
Bild 333.	Ausstellungsraum im EG mit Vorschlag zur Hängung der Informationstafeln (Skizze auf Grundlage der von Dr. Gorski (festgrupa) erstellten Renderings) .....	202
Bild 334.	Einbindung der Regenfallrohre in das Kanalsystem Stand DBU-Projekt (Dezember 2015) a) Nord-West-Turm Richtung NW b) Kernbau Richtung SW .....	205
Bild 335.	Notsicherungsarbeiten im Juli 2014 (v.l.n.r.: T. Decker, K. Serkis, A. Dobers, B. Boekhoff, F. Socke) .....	207
Bild 336.	Beratungstermin zur Gerüststellung im Juli 2014 (v.l.n.r.: Prof. W. Jäger, P. Wagner, Z. Szulczynski) .....	207
Bild 337.	Bauausführung im Sommer 2015 (v.l.n.r. B. Kazmierczak, M. Hohl, B. Boekhoff, M. Bielak, S. Kunicki, M. Anuszkiewicz) .....	208
Bild 338.	Ausführung der Flächendrainagen im August 2015 (v.l.n.r. M. Hohl, I. Teutsch, V. Müller, B. Boekhoff, M. Kollna, S. Kunicki, M. Anuszkiewicz, B. Kazmierczak, M. Bielak) .....	208
Bild 339.	Baustellentermin mit Planern/Ausführenden/Bauüberwachern (v.l.n.r.: T. Cichonski, P. Wagner, Prof. W. Jäger, Dr. M. Gorski, Dr. A. Koperkiewicz, Dipl.-Ing. M. Hohl) .....	208
Bild 340.	November 2014 (v.l.n.r.: B. Jäger, Prof. W. Jäger, A. Winter, L. Ruhland, C. Otto, B. Boekhoff) .....	209
Bild 341.	September 2015 (v.l.n.r.: B. Jäger, K.-M. Müller, B. Boekhoff, C. Helm) .....	209
Bild 342.	19.09.2015 Rundgang zur Abschlussveranstaltung (v.l.n.r.: Dr. T. Burkert, P. Wagner, Gäste, Dr. Brand) .....	210
Bild 343.	19.09.2015 gemeinsames Anstoßen im fertiggestellten Kernbaukeller (v.l.n.r.: I. Hohl, U. Donau, M. Hohl, T. Cichonski) .....	210

### 11.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Temperaturtabelle für Steinort nach <a href="http://de.climate-data.org/location/73808">http://de.climate-data.org/location/73808</a> 08.11.2014 .....	32
Tabelle 2	Ablaufplan 2014 .....	41
Tabelle 3	Ablaufplan 2015 .....	42
Tabelle 4	Bodenschichten der Bohrung 1 nach Rola [43] .....	44
Tabelle 5	Positionsnummern und -orte/-leistungen .....	87
Tabelle 6	Ergänzung der Daten nach Bild 196 für weitere Regendauern und Wiederkehrperioden nach [63] und [64] .....	117
Tabelle 7	Maximale Starkregenspende für 2065 prognostiziert in l/(sha) .....	121
Tabelle 8	Dachflächen gem. Bild 203 .....	129
Tabelle 9	Freiflächen gem. Bild 206 .....	130
Tabelle 10	Fassadenlänge zur Bestimmung der Größe der Abflussspende – Wände.....	133
Tabelle 11	Fußbodenfläche zur Bestimmung der Abflussspende – Fußboden .....	134
Tabelle 12	Gesamtmenge .....	134

## 12 Anlagen

- Einladung/Programm zum Kick-off-Meeting am 16. Juli 2014
- Infoplakat vorm Schloss (A4-Verkleinerung)
- Broschüre mit Bericht zum Kick-off-Meeting am 16. Juli 2014
- Einladung/Programm zur Abschlussveranstaltung am 19. September 2015
- Kurz-Dokumentation zum Kontrolltermin des Amtes für Denkmalpflege Olsztyn am 28.08.2015 im Schloss Sztytnort
- Broschüre zu den Arbeiten 2014/2015 (liegt dem Abschlussbericht separat bei)



## VERANSTALTUNGORT

Schloss Steinort / Palace w Sztynorcie  
Sztynort 9

11-500 Sztynort (Wegorzewo), POLAND



Derzeitige Gefahr am Nordwestturm

## GESCHICHTLICHER ABRISS

Das polnische Steinort liegt nördliche der Großen Masurischen Seenplatte in reizvoller Umgebung. Hier entstand 1689-1693 eine barocke Schlossanlage als Wohnsitz der Familie von Lehndorff. Der mit einem imposanten Walmdach versehene Kernbau wurde im Laufe der Jahre um zwei Seitenflügel und drei Ecktürme erweitert.

Nach 1944 verschlechterte sich der Zustand zusehends, nachdem sein letzter Besitzer Heinrich Graf von Lehndorff wegen seiner Beteiligung am Attentat auf Hitler hingerichtet worden war.

Im November 2009 erwarb die „Polnisch-Deutsche Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz“ das Schloss und initiierte wesentliche Arbeiten zu dessen Rettung. Als einzige im Bauzustand seit dem 17. Jhd. fast komplett erhaltene Gesamtanlage der einstigen großen Familiengüter Ostpreußens besteht ein großes öffentliches Interesse daran, die Schlossanlage als Baudenkmal zu erhalten und für den Tourismus zugänglich zu machen.

## AKTUELLER ZUSTAND

Nachdem Dach und Decken abgesteift, die wertvollen Deckenbretter gerettet und das Dach in den vergangenen Jahren abgedichtet werden konnte ist die letzte Gefahr der drohende Einsturz des Nord-West-Eckturms und des Kellers.

## MOTIVATION

Das Team des Lehrstuhls Tragwerksplanung verfügt über entsprechende Erfahrungen im Umgang mit derartig gefährdeten Mauerwerksbauten. Dank der Unterstützung durch die Bundesstiftung Umwelt, die Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V. und die Industrie wird es möglich, hier Hilfe zu leisten.

## MAßNAHMEN 2014

Statische Sicherung des Nord-West-Eckturms mit innovativen Lösungen und Planung der Regenwasserableitung und Drainage sowie Umsetzung des notwendigen Abschnittes zur Verhinderung erneuter Wassereinbrüche in den Keller. Die Weiterführung mit Mitteln des Polnischen Kulturministeriums ist derzeit in Vorbereitung.

## Kick-off-Meeting:

# “Steinort lebt!”

## am 16. Juli 2014



## Tag des offenen Denkmals

## Informationsveranstaltung zu den Arbeiten 2014

im Rahmen des  
durch die DBU und  
Weitere geförder-  
ten Projektes zur  
Beseitigung  
von anthropogen  
verursachten  
Umweltschäden

gefördert durch

# PROGRAMM

**13:00 Begrüßung**

**13:15 Grußworte:**

**Bürgermeister Wegorzewo**

Andrzej Lachowicz

**Polnisch-Deutsche Stiftung  
Kulturerhalt/Eigentümer**

Prof. Christof Herrman/  
Dr. Peter Schabe

**Lehndorff-Gesellschaft Steinort  
e.V.**

RA Dr. Gerhard Brand

**DBU**

Dr. Paul Bellendorf (Verlesung)

**u. weitere**

**13:45 Bisherige Rettungsaktionen**

Dr. Marcin Górski, Architekt  
*Festgruppe, Warschau*

**14:10 Vorstellung des Projektes**

Ansatz  
Sicherung Nordwestturm  
Drainage und Regenwasser  
Modellcharakter

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
Dipl.-Ing. Beate Boekhoff

*TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung*

**14:40 Anfragen / Diskussion**

**15:00 Rundgang**

mit Erläuterung der Arbeiten und  
Vorfürhungen einzelner  
Arbeitsschritte

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
Dipl.-Ing. Beate Boekhoff

*TU Dresden*

Thomas Decker

*Fa. Himmel und Papesch, Bebra/Opole*

**15:30 Vorstellung polnisch-deutschen  
Jugendprojekt Infozentrum**

Schloss Steinort im Ostflügel

Piotr Wagner

*Polnisch-Deutsche Stiftung  
Kulturerhalt*

**16:00 Ausblick**

**16:30 Kaffee, Kuchen, Diskussion**

**17:30 Ende**



Gefährdetes Mauerwerk im Keller des Nord-West-Turms

# ANMELDUNG PER FAX ODER E-MAIL

zum Kick-off-Meeting "Steinort lebt!" –  
Informationsveranstaltung zu den Arbeiten 2014  
am Mittwoch, 16. Juli 2014 Schloss Steinort

Teilnehmer 1: Name, Vorname, Titel

Teilnehmer 2: Name, Vorname, Titel

Institution/Firma

Tel./Fax

Anschrift

E-Mail-Adresse

**Wir bitten um schnelle Rückmeldung an:**

Büro Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger

Wichernstr. 12 \* D-01445 Radebeul

Tel. +49 351 83296-0 \* Fax: +49 351 83296-40

**w.jaeger@jaeger-ingenieure.de**



# Schloss Steinort lebt! Arbeiten 2014

# Zamek Steinort żyje! Roboty 2014

im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes "Beseitigung der anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen"

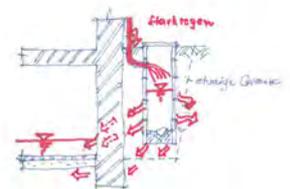
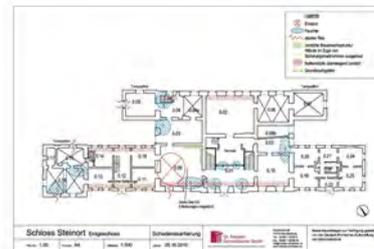
W ramach dotowanego przez Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Niemiecka Federalna Fundacja Ochrony Środowiska) projektu "Usunięcie spowodowanych antropogenicznie szkód fundamentowych i adaptacja do zmienionych warunków środowiska"

In den vergangenen Jahren veranlasste und mit Fördermitteln und Spenden durchgeführte Arbeiten:

Prace zlecone w ubiegłych latach i wykonane dzięki dotacjom i darowiznom:

- 2009/2010: Notabstützung Dach- und Deckenbalken; Schuttberäumung, Abdeckung Kellerschächte
  - 2011: Abstützung Dach, Keller und Einzäunung, Bergung der Dachziegel und Dachabdichtung
  - 2012: Umlagerung und konservatorische Behandlung der bemalten barocken Deckenbretter
  - 2013: Sicherung der Mauerkronen im Kernbau, und der Keller Bergung und Sicherung der bemalten Decken
- Abstützung der vom Einsturz gefährdeten Bereiche

- 2009/2010: tymczasowe wzmocnienie belek dachowych i stropowych; usunięcie gruzu, zakrycie szybów piwnicznych
  - 2011: podparcie dachu, piwnice i ogrodzenie, odzysk dachówek i izolacji dachu
  - 2012: przeniesienie i pielęgnacja konserwatorska malowanych barokowych desek stropowych
  - 2013: zabezpieczenie koron muru głównej budowli i piwnic
- odzyskiwanie i zabezpieczenie malowanych stropów podparcie obszarów zagrożonych zawaleniem

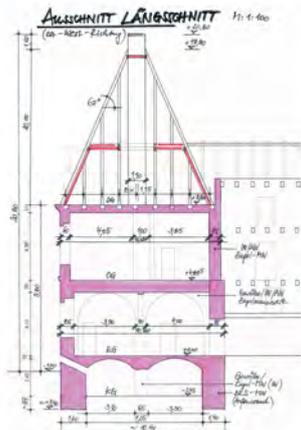


Im Rahmen des von der DBU geförderten und der Lehndorffgesellschaft „Schloss Steinort“ unterstützten Projektes werden folgende Arbeiten ausgeführt:

W ramach wspieranego przez Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Niemiecka Federalna Fundacja Ochrony Środowiska), a także przez towarzystwo Lehndorffgesellschaft „Schloss Steinort“ projektu, wykonane zostaną następujące prace:

- Planung und Durchführung der statischen Sicherung des Nord-West-Eckturmes, der vom Einsturz bedroht ist
- Verpressen und Sichern des Mauerwerks im Keller
- Einbau von Ringankern aus Glasfaserstäben
- Schließen der Risse und Verpressen des Mauerwerks
- Planung einer Drainage zur Abführung von eindringendem Oberflächen und Regenwasser sowie einer Regenwasserkanalisation unter Berücksichtigung der veränderten Umweltbedingungen, die sich durch größere Regenspenden und vermehrte Niederschlagsmengen zeigen
- Ausführung der Flächendrainage im Keller und Beginn der Arbeiten an der Ringdrainage
- Fortführung der westlichen Hälfte mit Mitteln des polnischen Kulturministeriums in Verhandlung und für 2014 geplant

- projektowanie i wykonanie zabezpieczenia statycznego wieży północno-zachodniej, której grozi zawalenie
- sprowadzenie i zabezpieczenie muru w piwnicy
- montaż wieńców z włókna szklanego
- zamknięcie pęknięć i sprasowanie muru
- projektowanie systemu drenażowego do odprowadzania przenikającej wody powierzchniowej i wody deszczowej oraz kanalizacji deszczowej przy uwzględnieniu zmienionych warunków środowiskowych, przejawiających się znacznymi opadami deszczu i zwiększoną ilością opadów
- wykonanie drenaży powierzchniowych w piwnicy i rozpoczęcie prac nad drenażem obwodowym
- kontynuacja części zachodniej ze środków polskiego Ministerstwa Kultury w trakcie negocjacji i zaplanowana na rok 2014



**Baufirma**  
Przedsiębiorstwo Budowlane „Skorlutowski” sp. j. Jerzy i Ewa Skorlutowscy, Olsztyn  
Himmel u. Papesch Bauunternehmung GmbH & Co. KG Bebra-Erfurt

**Firma budowlana**  
Przedsiębiorstwo Budowlane „Skorlutowski” sp. j. Jerzy i Ewa Skorlutowscy z siedzibą w Olsztynie  
Himmel u. Papesch Bauunternehmung GmbH & Co. KG Bebra-Erfurt

**Partner**  
MAPEI, Schöck, Orica

**Partnerka**  
MAPEI, Schöck, Orica

**Spendenkonto**  
Wir bitten Spenden unter dem Kennwort "Schloss Steinort" auf das Konto der Deutsch-Polnischen Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz DPS zu überweisen:

**Konto do darowizn**

prosimy o darowizny wraz z podaniem w tytule przelewu "Schloss Steinort" na konto Niemiecko Polskiej Fundacji Ochrony Zabytków Kultury:

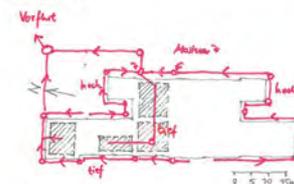
Deutsche Bank Görlitz  
IBAN: DE 80 8707 0024 0823 3660 00  
SWIFT/BIC-Code: DEUTDE33  
bzw.  
Konto 82 33 660, BLZ 870 700 24

Deutsche Bank Görlitz  
IBAN: DE 80 8707 0024 0823 3660 00  
kod SWIFT/BIC: DEUTDE33  
konto 82 33 660, kod banku 870 700 24

Ihre Spende hilft, die Ringdrainage und die Regenwasserkanalisation zu vollenden und erneute Wassereinbrüche in den Keller zu verhindern.

Państwa darowizna przyczyni się do ukończenia drenażu obwodowego i kanalizacji deszczowej i zapobiegnie ponownemu przedostawaniu się wody do piwnicy.

Mehr Informationen finden Sie unter: <http://www.deutsch-polnische-stiftung.de>



Więcej informacji znajdą Państwo na stronie: <http://www.deutsch-polnische-stiftung.de>





## SCHLOSS STEINORT LEBT! KICK-OFF-MEETING ZU DEN ARBEITEN 2014

im Rahmen des von der DBU geförderten Projektes  
„Beseitigung der anthropogen verursachten  
Gründungsschäden und Adaption an die  
veränderten Umweltbedingungen“

Steinort, 16. Juli 2014



Lehrstuhl für Tragwerksplanung

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)



Luftaufnahme von Schloss Steinort (Quelle: [www.luftbildermaesuren.de](http://www.luftbildermaesuren.de))

Schloss Steinort gehört zu den wenigen noch erhaltenen  
Schlossanlagen im Nordosten Polens und ist ein Zeugnis  
wechselvoller deutsch-polnischer Geschichte.



Das Schloss kurz vor der Wende in intaktem Zustand (Quelle: DNV Stuttgart)

Nach der politischen Wende verfiel es immer mehr, bis 2009 die Polnische-deutsche und die Deutsch-polnische Kulturstiftung das Gebäude übernahm.



Der Dachstuhl während der Sicherungsarbeiten 2011

Seitdem werden jährlich Maßnahmen zur statischen Sicherung, zur Abdichtung sowie zur Konservierung der polychromen Decken durchgeführt.



Nord-West-Turm mit starken Rissen und Bewegung nach außen (links, auf den Betrachter zu)



2014 stehen die statische Sicherung des Nord-West-Turmes und die Planung sowie der Beginn der Realisierung der Regenwasserkanalisation und der Drainage auf dem Programm.



Regenwasserableitung an der Hauptfront über Fallrohre die vor Prallsteinen mit ausgearbeiteter Rinne endeten (re.) und nicht mehr intakte Regenwasserkanalisation auf der Parkseite (li.)

Diese Arbeiten sind Bestandteil eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und der Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V. geförderten Projektes unter der Leitung des Lehrstuhls Tragwerksplanung der TU Dresden. Dieser befasst sich seit langem mit der Sicherung und Instandsetzung historisch wertvoller Substanz.

Nach entsprechender planerischer und organisatorischer Vorbereitung wurde am 16. Juli diesen Jahres mit den Arbeiten am Schloss begonnen.

Um das Auseinandertreiben des Nord-West-Turmes zu verhindern, müssen Ringanker in Deckenhöhe eingebaut und das im Keller ausgebrochene Mauerwerk instandgesetzt werden. Vorher erfolgt das Schließen der Risse um ein Austreten des Injektionsgutes zu verhindern.

Mit dem Kick-Off-Meeting am 16. Juli sollte der Startschuss zu diesen Arbeiten gegeben und die Öffentlichkeit über die Maßnahmen informiert werden.

Der Einladung waren ca. 60 Personen gefolgt, die in dem erstmals geöffneten Foyer des Hauses im Erdgeschoß Platz gefunden haben. Sie folgten in dem historischen Ambiente sehr aufmerksam den Ausführungen der Vortragenden. Durch die Veranstaltung führte ihr Initiator Prof. Dr. Wolfram Jäger.

Vorträge zum Kick-Off-Meeting

### **BISHERIGE RETTUNGSAKTIONEN**

Über die bisher durchgeführten Rettungsaktionen informierte Architekt Dr. Marcin Gorski aus Warschau, der seit vielen Jahren das Objekt von der denkmalpflegerischen, architektonischen und organisatorischen Seite her kontinuierlich und mit viel Einsatz begleitet.

Die wesentlichsten Aktionen waren dabei

2009	Herstellung der Begehbarkeit und der Baustellenanschlüsse sowie erste Notsicherungsmaßnahmen
2010	Weiterführung der Notsicherung und Abdichtung des Daches
2011	Absteifung der Dachkonstruktion
2012	Auswechslung der Dachdeckung und Ersatz durch eine Bahnendichtung in roter Farbe Um- und Neueinlagerung der polychromen Deckenbretter einschl. Konservierung Rückschnitt des Wildwuchses im Park
2013	Sicherung der Mauerkronen, Beseitigung von Einsturzstellen im Keller

S. auch <http://www.deutsch-polnische-stiftung.de>.

Die Dr. Krekeler Generalplaner GmbH und das Ingenieurbüro Krämer haben in den zurückliegenden Jahren wesentliche Unterlagen zur Sicherung erarbeitet und die Planungen für die Notsicherung des Daches und der Decken ausgeführt. Die Restauratorin hat die Konservierung der bemalten Deckenbretter fachlich angeleitet und betreut.



Dr. Marcin Gorski bei seinem Vortrag

Alle Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Denkmalamt und auf der Basis der erteilten Baugenehmigung ausgeführt.

Die notwendigen finanziellen Mittel wurden aus öffentlichen Fördermitteln verschiedener polnischer und deutscher Behörden und Institutionen sowie aus Spenden (Eigenmittelanteil) bereitgestellt.

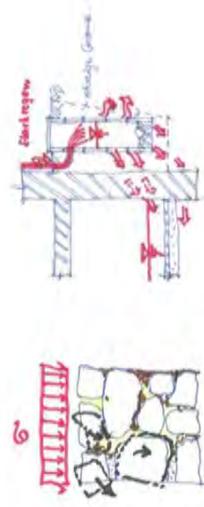
### **NOTSICHERUNG**

Anschließend stellte Prof. Jäger das aktuelle Projekt vor. Es trägt den Titel „Beseitigung der anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen“ und wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt i.W. getragen.

Spenden der Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V. und der Industrie komplettieren die finanzielle Basis.

Die immer wieder eintretenden Wassereinbrüche in den unterkellerten Bereich des Schlosses haben ihre Ursachen u.a. in dem nach Regengüssen und der Schneeschmelze ständig erfolgenden Überlauf des Ableitungssystems. Die Folge ist, dass der Erdboden aufweicht und die Fundamente einsinken. Einerseits ist es die über Jahre vernachlässigte Entwässerung des Bauwerkes und auf der anderen Seite sind es aber auch die Klimaveränderungen mit den größer werdenden Niederschlagsmengen und den erheblich intensiveren kurzzeitigen Regenspenden, die dazu geführt haben, dass das bisherige Ableitungssystem versagt.

Die Regenrohre auf der Schaueite enden seit eh und je auf dem Erdboden und der Abfluss sollte über die natürliche Geländeneigung erfolgen. Stattdessen läuft das Wasser über die Baugrubenauffüllung direkt in den Keller.



Ursache für die Mauerwerksschäden: Bisher eingedrungenes Wasser

Bevor mit dem Verlegen von Rohren am Nord-West-Turm begonnen werden kann, musste dieser gesichert werden. Zuerst war der Nord-West-Turm einzurüsten.

Das Bohren der Anker erforderte beim Bau des Gerüstes besondere Arbeitsflächen an den Ansatzpunkten des Bohrgerätes, die vom Gerüstbauer der Fa. Szulczynski über Auskragungen realisiert werden mussten.



Prof. Jäger bei der Abstimmung des Gerüstbaus mit Szulczynski (re.) und Piotr Wagner (mi.)



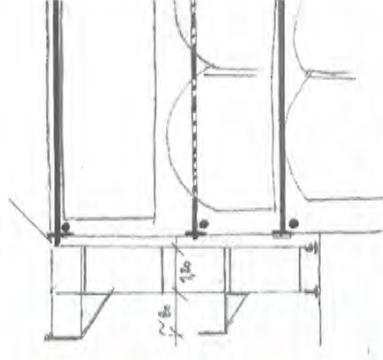
Eingerüsteter Nord-West-Turm

Danach war das im Keller ausgebrochene und ausgewaschene Bruchsteinmauerwerk instand zu setzen. Die Ausbrüche wurden mit dem Altmörtel und neuen handgefertigten Steinen wieder in Kalkmörtel geschlossen, um anschließend die noch vorhandenen Hohlräume zu verpressen.



Saniertes Mauerwerk im Keller und geschlossener Riss im Erdgeschoss

Das Mörtelmaterial stammt von der in Mailand ansässigen und auch in Polen vertretenen Firma MAPEI, einem weltweit agierenden und führenden Familienunternehmen der Baustoffindustrie. Der größte Teil des Materials wurde dabei gespendet, um das Vorhaben auch finanziell zu unterstützen.



Orica-Anker mit Endplatten aus GFK und Lage der Anker im Vertikalschnitt

Sowohl Injektionsgut als auch Mörtel sind zementfrei und hervorragend verarbeitbar. Das Injektionsgut wird so flüssig und fließfähig, dass es auch in die entlegenen Risse und Hohlräume eindringt.

Die Anker mit einem Durchmesser von 32 mm bestehen aus Glasfasern, haben hervorragende Tragfähigkeit und bedürfen keiner Zementummantelung. Nachwirkungen des Einsatzes von Zement können somit vermieden werden. Der Mörtel entwickelt in relativ kurzer Zeit eine ansprechende Festigkeit. Der Einbau der Anker erfolgt in Bohrungen mit einem Durchmesser von 70 mm, die nach dem kraftschlüssigen Anziehen der Muttern verpresst werden.

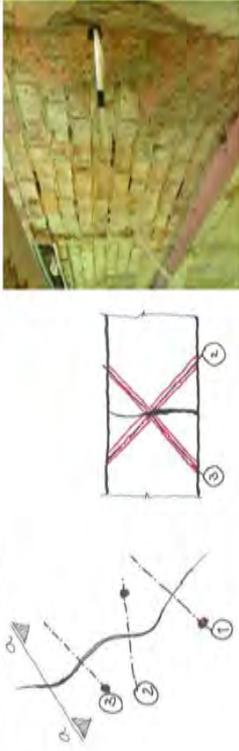
Abstandshalter sorgen für die mittige Lage in der Bohrung. Die Bohrungen müssen mit hoher Präzision auf die Länge von 10 bzw. 12 m hergestellt werden.



Einstellung des Bohrgerätes für eine Ankerbohrung und Ankerbohrung beim Verpressen

Die statisch verursachten Risse werden „vernäht“, d.h. es werden kreuzweise Nadeln eingesetzt, die ebenfalls zur Herstellung der Kraftschlüssigkeit verpresst werden. Als Nadeln dienen gerippte Glasfaserstäbe der Fa. Schöck, die wiederum einen beachtlichen Teil davon als Materialspende zur Verfügung gestellt hat. Ein dünner

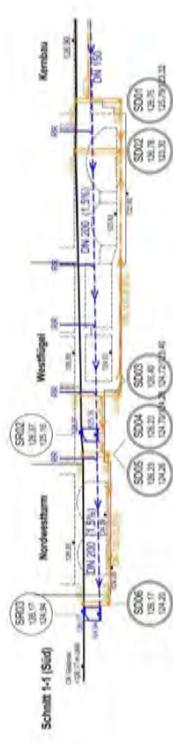
Schlauch erlaubt das Ausweichen der Luft beim Verpressvorgang.



Prinzipdarstellung des Vernähens der Risse und Nadel, Nadel mit Entlüftungsschlauch, der zugleich als Abstandshalter dient

Prof. Jäger erläuterte ebenfalls noch die für die Antragstellung notwendigen Arbeiten und Recherchen, die im Hinblick auf die Klimaveränderungen und ihre Auswirkung im Gebiet der Masuren angestellt werden mussten.

Derzeit laufen die Planungen und Feinabstimmungen mit der Baufirma zum Einbau der Drainage und der Regenwasserkanalisation, um eine kostengünstige Lösung hinsichtlich Material, Erdarbeiten und Arbeitsaufwand zu finden. Es ist das Ziel, mit dem im Rahmen des DBU-Projektes verfügbaren Mitteln und den vom polnischen Kulturministerium in Aussicht gestellten Mitteln, möglichst den unterkellerten Bereich schaffen zu können.



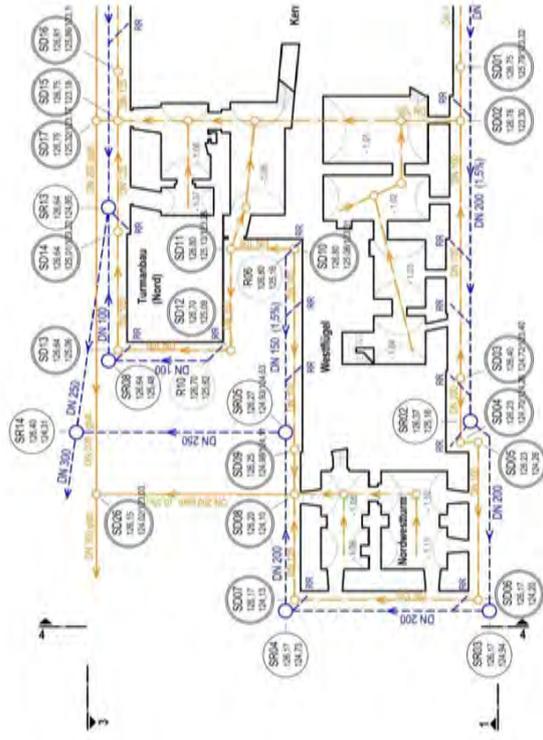
Schnitt dazu, entwickelt nach dem möglichen Leitungsverlauf nach der Fundamentunterkante

## VORSTELLUNG DES POLNISCH-DEUTSCHEN JUGENDPROJEKTES

Piotr Wagner von der Polnisch-Deutschen Stiftung stellte das von ihm initiierte polnisch-deutsche Jugendprojekt zum Ostflügel vor.



Besuchergruppen vor dem Schloss



Auszug aus einem Entwurfsplan für die Entwässerung, Grundriss westlicher Teil

Der Bedarf an Informationen der Besucher des Schlosses ist immer wieder sehr groß. Oft sind sie enttäuscht, dass sie nur mündliche Erläuterungen erfahren und keinen Blick hinein werfen dürfen.



Ostflügel (Aufnahme von Osten, vor der Erneuerung der Dachdeckung)

So kam Piotr Wagner auf die Idee, in dem Ostflügel, der in einem noch recht annehmbaren Zustand ist, ein Informationszentrum „Schloss Steinort“ einzurichten. Es ist vorgesehen, zwei Räume im Erdgeschoß rechts und links des Einganges kurzfristig so herzurichten, dass dort Informationstafeln und Gegenstände ausgestellt und Bilder oder Videos zur Geschichte, zur Umgebung und zu den Arbeiten am Schloss gezeigt werden können.

Der Ostflügel befand sich 1989 in der Renovierung und im Umbau zu Ferienunterkünften, wobei aber dann mit der Wende die Arbeiten abbrechen. Die jetzt notwendigen Maßnahmen zur Nutzbarmachung beziehen sich deshalb nur noch auf den baulichen und gebäudetechnischen Ausbau.



Räume im Ostflügel von innen gesehen (li.o.: Eingang mit Stahlbetontreppe, re.o.: Treppenhaus; li.u. Raum im 1.OG; re.u. Raum im Dachgeschoss)

Architekt Dr. Marcin Gorski und seine Mitarbeiterin haben einmal die Ideen in bildliche Form gebracht. Selbst aus der rohen Eingangshalle lässt sich mit wenig Mitteln eine ansprechende Situation schaffen.

Die Realisierung soll ausschließlich über Spenden und durch freiwillige Arbeiten von interessierten und hilfsbereiten Studenten aus Polen und Deutschland und unabhängig von dem laufenden Projekt erfolgen.



Foyer Richtung Süden gesehen (Quelle: Dr. M. Gorski; festgrupa; 2014)

Unterstützung von örtlichen Handwerkern wird erwartet. Die betreffende Baustoffindustrie wird um kostenlose Bereitstellung von Material oder zumindest eines Teiles davon gebeten.



Visualisierung Vortragsraum im Ostflügel EG rechts (Quelle: festgrupa; 2014)

Im Obergeschoss können dann im weiteren zwei Räume so hergerichtet werden, dass Unterkünfte für einige Personen zur Verfügung stehen, wenn es um die weitere Vorbereitung der Sanierung und Wiederbelebung des Schlosses oder gar konkrete Einsätze der Jugend geht.

Weiteres

## BLICK IN DIE ZUKUNFT

Zum Schluss des Redenteiles würdigte der stellv. Bürgermeister von Węgorzewo Andrzej Lachowicz die bisherigen und derzeitigen Aktivitäten zur Rettung und Sicherung des Schlosses. Er sieht die Notwendigkeit, das gesamte Gebiet von Steinort Duży mit dem Schloss als Herzstück so zu entwickeln, dass es attraktiv und anziehend wird, um möglichst viele Menschen in diese einmalige Naturlandschaft zu bekommen, die dann ein reichhaltiges touristisches und kulturelles Angebot vorfinden sollen. Er informierte, dass es konkrete Planungen gibt, die derzeit mit den polnischen Ministerien abgestimmt und für die Beantragung europäischer Mittel vorbereitet werden.

## ANFRAGEN UND DISKUSSION

Die Möglichkeit, Fragen zu stellen und Meinungen zu äußern wurde von den Anwesenden rege genutzt. So war durchgängig der Wunsch herauszuhören, dass das Schloss recht bald – wenn auch nur teilweise – wieder geöffnet werden solle und dass es recht bald wieder seine ursprüngliche Ausstrahlung wiedererlangen solle. Viele der Teilnehmer waren erfreut, einmal einen Eindruck vom Inneren des Schlosses und seinem Zustand zu erhalten.



Prof. Wolfram Jäger, Piotr Wagner und Andrzej Lachowietz bei der Beantwortung von Fragen

## RUNDGANG UND VORFÜHRUNGEN

Anschließend erhielten die Teilnehmer die Möglichkeit, sich über die Arbeiten zur statischen Sicherung am Nord-Turm an Ort und Stelle selbst zu informieren. Thomas Decker (Himmel und Papesch), Beate Boekhoff (TU Dresden) und Wolfram Jäger gaben entsprechende Erläuterungen und zeigten entsprechende Details.

## AUSBLICK

Es besteht die Absicht, im kommenden Jahr etwa um die gleiche Zeit, eine weitere solche Veranstaltung durchzuführen und einen Einblick in Geschafftes und

Geplantes zu geben, was auf großes Interesse der Teilnehmer stieß.

## SPENDEN

Sofern das Lesen der Broschüre angeregt hat, sich mit einer Spende an der Rettung und Revitalisierung des Schlosses Steinort zu beteiligen, so kann das auf das Konto der Deutsch-Polnischen-Stiftung bei der Deutschen Bank in Görlitz

IBAN: DE 80 8707 0024 0823 3660 00,

SWIFT/BIC-Code: DEUTDE33

Kennwort: Schloss Steinort oder Lehndorff-Gesellschaft Schloss Steinort

## KONTAKTE

### Deutsch-Polnische Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz

Dr. Peter Schabe

Karpfengrund 1

D-02826 Görlitz

Tel. +49 (30) 25 89 86 33

Fax +49 (30)-25 89 91 31

E-Mail: [deutsch-polnische-stiftung@denkmalschutz.de](mailto:deutsch-polnische-stiftung@denkmalschutz.de)

Internet: [www.deutsch-polnische-stiftung.de](http://www.deutsch-polnische-stiftung.de)

### Polsko-Niemiecka Fundacja Ochrony Zabytków Kultury

Zamek Królewski,

Plac Zamkowy 4

Prof. Dr. Christofer Herrmann

00-277 Warszawa

Tel.: +48 606287598

E-Mail: [chrherr@yahoo.de](mailto:chrherr@yahoo.de)

### **Lehndorff-Gesellschaft Steinort e. V.**

c/o Dr. Gerhard Brand  
Friedrichstr. 95 (IHZ)  
D-10117 Berlin  
Tel. +49 (30) 20963060  
Fax: +49 (30) 20963061  
E-Mail: [reno1@ra-brand.com](mailto:reno1@ra-brand.com)  
Internet: <http://lehndorff-gesellschaft-steinort.com>

### **Führungen und Erläuterungen vor Ort**

Piotr Wagner (ist vor Ort anzutreffen)  
Polsko-Niemiecka Fundacja Ochrony Zabytków Kultury  
Zamek Królewski, Plac Zamkowy 4  
00-277 Warszawa  
POLAND  
Tel. +48 (22) 7731063  
E-Mail: [wagner.peter.dps@gmail.com](mailto:wagner.peter.dps@gmail.com)

### **Technische Universität Dresden**

Fakultät Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
01062 Dresden  
Tel. +49 (351) 463 35010  
Fax: +49 (351) 463 37713  
E-Mail: [lehrstuhl.tragwerksplanung@mailbox.tu-dresden.de](mailto:lehrstuhl.tragwerksplanung@mailbox.tu-dresden.de)  
Internet: <http://www.arch.tu-dresden.de/twtp>

### **Verantwortlicher Architekt**

Dr.-Ing. Marcin Gorski, c/o festgrupa  
Al. Jerozolimskie 47/2a  
00-697 Warszawa  
POLAND  
Tel. +48 (50) 1336304  
E-Mail: [marcin.gorski@festgrupa.pl](mailto:marcin.gorski@festgrupa.pl)  
Internet: <http://www.festgrupa.pl>



PVC-Rohre sorgen provisorisch für eine ausreichende Ableitung des Regenwassers 26.07.2014

## VERANSTALTUNGSTORT

Schloss Steinort / Pałac w Sztynorcie

Sztynort 9

11-500 Sztynort (Wegorzewo), POLAND



Unterfangung des eingestürzten Kellerabganges vom Foyer aus (li.) und nach Fertigstellung (re.)



Verlegen der Flächendrainage im Kernbalkeller (li. Aushub für Drainrohr sowie Kontrollschacht; re. mit Filterkies eingepacktes Drainrohr)

## FÖRDERER

Das Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU sowie die Lehndorff - Gesellschaft e.V. über die Deutsch-Polnische Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz (DPS) gefördert und vom Eigentümer des Schlosses, der Gesellschaft Pałac w Sztynorcie Sp. z o.o. der Polsko-Niemiecka Fundacja Ochrony Zabytków Kultury (PNF) unterstützt.



Palac w Sztynorcie  
Sp. z o.o.  
Bartag 82D  
10687 Olsztyn

## ANLASS

ist der formale Abschluss des Modellprojektes. Es hatte das Ziel, die notwendigsten statischen Sicherungen im Gründungsbereich durchzuführen und eine an die Klimaveränderungen angepasste Drainage und Regenwasserkanalisation zu planen und die Flächen-drainage im Keller als dringende Maßnahme einzubauen. Zu der Veranstaltung werden die wesentlichen Ergebnisse vorgestellt. In anschließenden Rundgängen können sich die Teilnehmer ein Bild von den ausgeführten Arbeiten machen.



Setzen der Ankerbohrung am Traufgesims



Abdichtung der Kelleraußenwand (li. Fläche egalisiert beim Injizieren; re. mineralische Abdichtung)



Tag des offenen Denkmals  
Informationsveranstaltung  
zu den Arbeiten 2014/15



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



Einladung

Projektabschluss:

## “Schloss Steinort”

Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen

am 19. September 2015

13:00 Uhr

# PROGRAMM

- 13:00 Begrüßung  
Prof. Christoffer Herrmann, Eigentümer und PNF  
RA Dr. Udo Donau, stv. Vors. DPS und Vorstandsmitglied PNF  
Grußworte:  
Bürgermeister Wegorzewo  
Andrzej Lachowicz  
Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.  
RA Dr. Gerhard Brand  
DBU  
Dr. Paul Bellendorf (Verlesung)  
13:20 Überblick über die Ergebnisse des Modellprojektes  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung  
13:30 Statische Sicherung des Nord-west-Turmes  
Dr.-Ing. Toralf Burkert  
Jäger Ingenieure GmbH Radebeul  
14:05 Anfragen / Diskussion  
dazu Kaffee und masurischer Mohnkuchen  
14:30 Sanierung Einbruchstellen im Hauptkeller und Vertikalabdichtung/ Flächendrainage  
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hohl  
Fa. Hohibud, Pozezdrze

- 14:50 Bauarchäologische Funde und Erkenntnisse  
Dipl.-Ing. Beate Boekhoff  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung  
15:05 Einordnung des Modellprojektes in das Gesamtvorhaben  
Dr.-Ing. Marcin Gorski  
festgrupa Warschau und Architekten-AG  
Schloß Steinort Dr. Krekler & Dr. Gorski, Brandenburg/Warschau  
15:15 Schlusswort  
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
TU Dresden, Fak. Architektur  
Lehrstuhl Tragwerksplanung  
15:20 Rundgänge in Gruppen  
NW-Turm, Kernbaukeller, OG  
17:30 Geselliger Ausklang  
Keller im Hauptbau mit sächsischem Wein und masurischem Zwiebelkuchen



Gesicherter, vormals vom totalen Einsturz bedrohter Keller im Hauptbau nach der Sanierung

# ANMELDUNG PER FAX ODER E-MAIL

zum Abschluss Modellprojekt Schloss Steinort – Informationsveranstaltung zu den ausgeführten Arbeiten 2014/15  
am Samstag, 19. September 2015 Schloss Steinort

Teilnehmer 1: Name, Vorname, Titel

Teilnehmer 2: Name, Vorname, Titel

Institution/Firma

Tel./Fax

Anschrift

E-Mail-Adresse

Wir bitten um schnelle Rückmeldung an:  
Büro Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger  
Wichernstr. 12 \* D-01445 Radebeul  
Tel. +49 351 83296-0 \* Fax: +49 351 83296-40  
oder [w.jaeger@jaeger-ingenieure.de](mailto:w.jaeger@jaeger-ingenieure.de)



Kurz-Dokumentation zum Kontrolltermin des  
Amtes für Denkmalpflege Olsztyn

am 28.08.2015 im Schloss Sztykort

zu den Arbeiten 2014/2015  
Im Rahmen des Modellprojektes

**Schloss Steinort – Modellvorhaben zur  
Beseitigung von anthropogen verursachten  
Gründungsschäden und Adaption an die  
veränderten Umweltbedingungen**

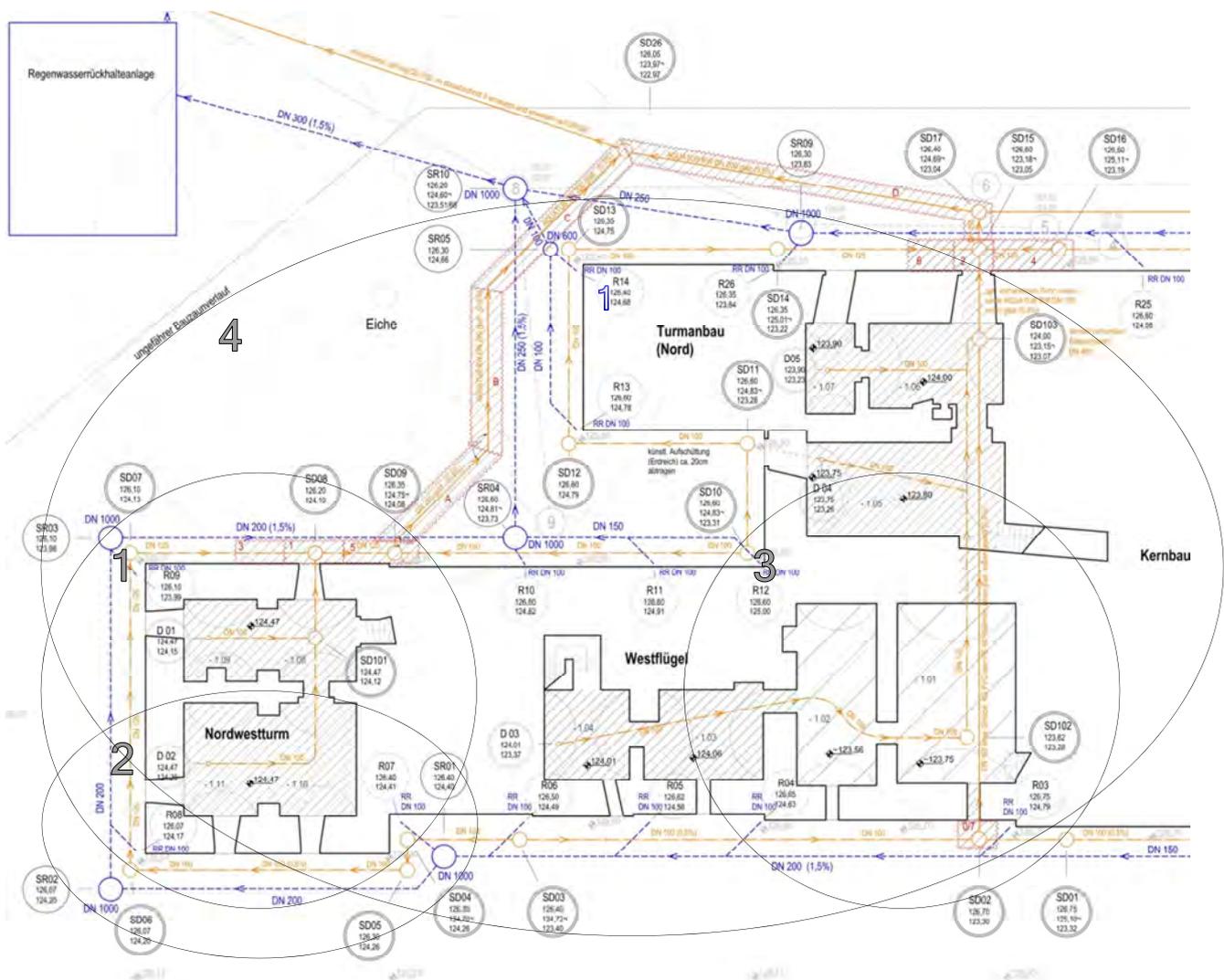
Gefördert durch die  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
und die  
Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.

Sztykort 28.08.2015



## Umfang

- NW-Turm statisch sichern (1)
- Kellermauerwerk sanieren (2)
- Hauptkeller Einbruchstellen beseitigen (3)
- Flächendrainage einbauen (4)



- Sowie Planung Gesamtlösung



## Schloss Steinort – Modellvorhaben zur Beseitigung von anthropogen verursachten Gründungsschäden und Adaption an die veränderten Umweltbedingungen

### • Schwerpunkt

- Schloss Steinort ist akut durch Schäden im Mauerwerk der Keller und der Gründung gefährdet

- Anthropogene Ursachen - Klimaveränderung

- Weitere Gefahrenstellen

- NW-Turm droht auseinander zu brechen

- Einsturzstellen

- Erkunden
- Beseitigen
- Wiederherstellen

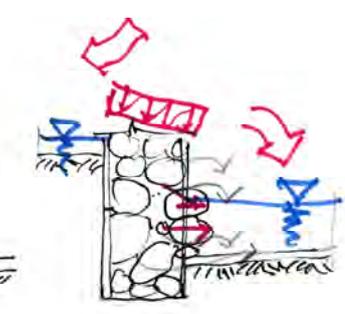
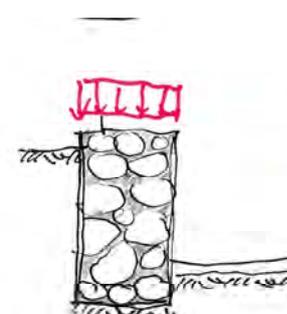
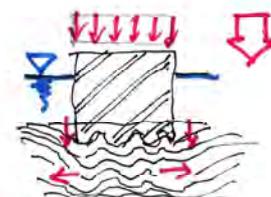
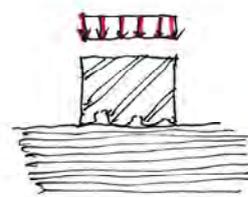
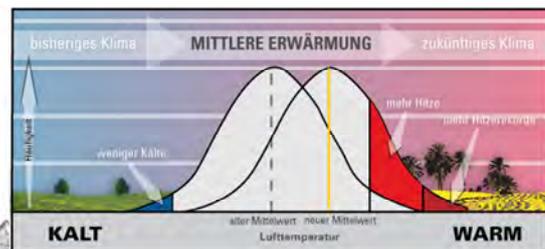
- Ursachenermittlung

- Aufweichend des Bodens
- Grundbruch ?
- Ausspülung des Lehmörtel

- Ursachenbeseitigung

- Verhinderung des Aufweichens des Bodens
  - Drainage erneuern / einbauen
    - » Ringdrainage Außen
    - » Flächendrainage Innen
  - Regenwasserkanalisation
  - Richtlinie und Bemessungsgrundlage

- Sanierung/Ertüchtigung des Mauerwerks der Fundamente und des NW-Turmes



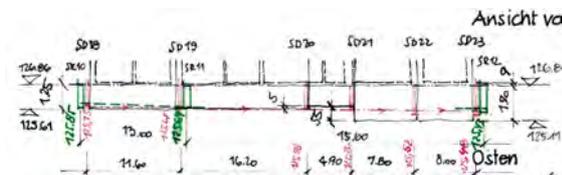
## Bestandsaufnahme/Planung

### • Bestandsaufnahme

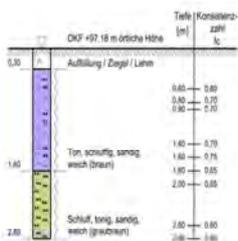
- NW-Turm Situation Mauerwerk



- Erkundung der Fundamentunterkanten



- Rammkernsondierungen



Symbol	Draufsicht	Auflage	Druck	Druck	Druck
...	...	...	...	...	...

Bild 10 Bodenprofil [20]

Bild 11 Ermittelte Bodenkennwerte [20]

- Wassereintrüche

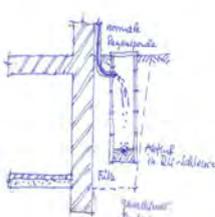


Bild 19 Zustand vor Starkregen

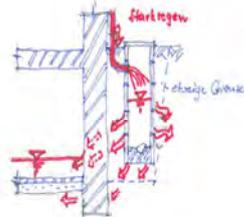


Bild 20 Zustand nach Starkregen

### • Planung

- Ansatz Sanierung NW Turm

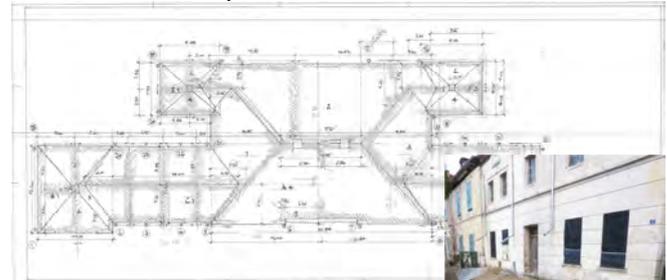


Bild 33 Variante dauerhafte Sicherung



Bild 34 Variante provisorische Sicherung

- Dachflächenplan

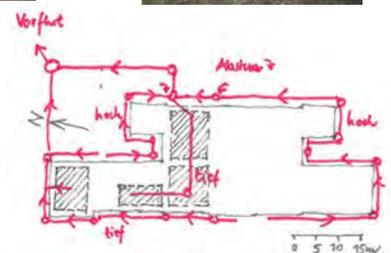


- Wasseranfall



- Prinziplösung

- Ringdrainage
- Flächendrainage



- Fundamentunterkanten > Frosttiefe





## Statische Sicherung NW-Turm

- Oberirdische Sicherung NW-Turm
  - Lösung mit Ringankern



- Material



- Statische Berechnung



- Gerüstkonzeption

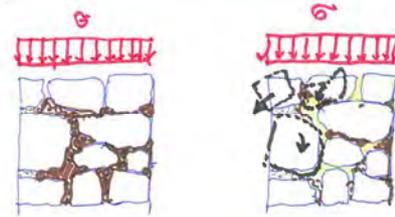
- Einbau Anker und Verpressen



- Einbau der Nadeln



- Stabilisierung Kellermauerwerk NW-Turm
  - Auswaschungen der Fugen (Lehm)



- Verpressen



- Reparatur der Dachrinnen



- Schöck/Orica

## Sicherung Kellereinbrüche

- Einbrüche und Gefahrenstellen  
Kernbaukeller



Bild 14 Schadensschwerpunkte im Keller – vom Antragsteller aktualisiert auf der Grundlage der vorhandenen Schadenskartierung (Quelle: Dr. Krekeler Generalplaner GmbH)

### – Abgefrorene Kämpfer

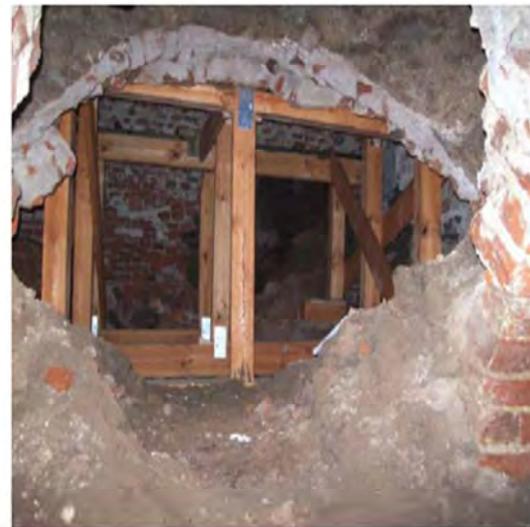


Bild 15 Einsturz eines Gewölbes im Westflügel, aufgenommen nach der provisorischen Sicherung

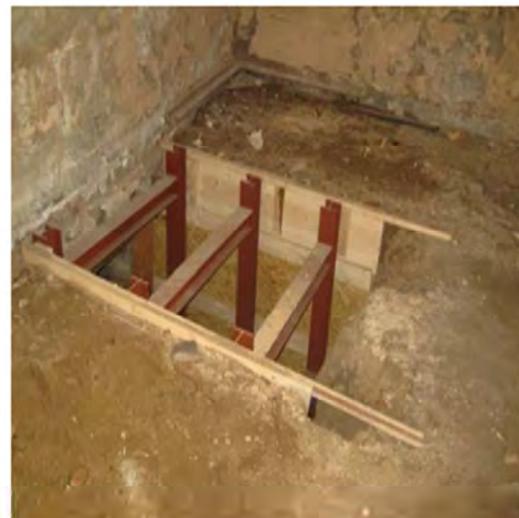


Bild 16 Gesicherter Fundamentbereich im Westflügel, in dem sich bereits ein Grundbruch ereignet hat



## Außenmauer Kernbau Einbruch

- Sicherung Außenmauer  
Kernbau SW  
– Lage und Situation

– Vorgehen

- Schritt 1



- Schritt 2



- Schritt 3



- Schritt 4



- Schritt 5



- Schritt 6



## Außenmauer Kernbau Einbruch

- Kellerabgang aus dem Foyer in den Kernbaukeller
  - Schrittweise Freilegung (a; i)



- Spritzbetonauftrag -> Beseitigung der Gefahr



- Herstellung des Gewölbeeinschnitts



- Ergänzen des Gewölbes





## Sicherung Kellerdurchgänge

- Sicherung Keller R -1.01 und -1.02

– Situation vor Beginn



– Abgefrorene Kämpfer und Hohlstellen



– Anspritzen der Kämpfer



– Freilegen des Durchganges



- Durchgang R -1.02 nach -1.03

– Situation



\*\*\*\*

– Sicherung/Ergänzung eingestürzter Bereiche



## Sicherung Einbruch Mittelwand

- Sicherung Einbruchstelle zwischen R -1.01 und R-1.05
- Gefahrenstelle vor Beginn

– Schildwand

– Freiräumen



– Anspritzen schrittweise



– Ausblick

- Ausmauern möglich



– Tunnel

- Schalen und bewehren, betonieren

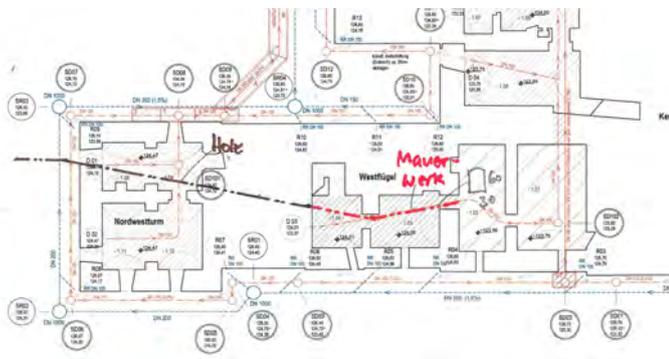


- Kalkputz auf Spritzbeton



## Historischer Drainagekanal

- Freilegung des alten Drainagekanals
- Lage im Grundriss



- Blick in den Kanal



- Holzkanal im NW Turm



- Schürfe außerhalb - Holzkanal



- Holzkanal außerhalb
- ca. 4,20 m tief

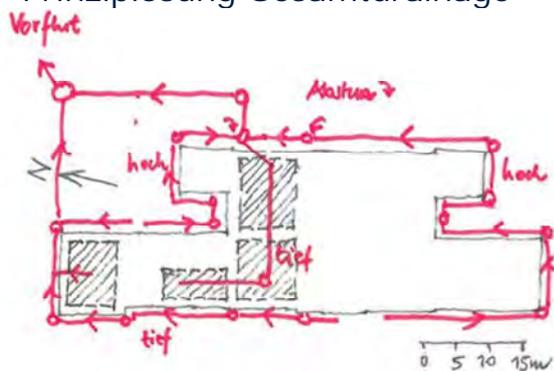


- Anbindung am Ende in das Drainagesystem



## Einbau Flächendrainage

- Flächendrainage im Kernbau
- Prinziplösung Gesamtdrainage



- Verpressen der Fundamente von Innen



- Hoher Zerstörungsgrad des historischen Fußbodens



- Aushub



- Abtransport Aushub

- Auslegen des Vlieses



- Einbringen der Filterschicht



- Flächenfilter vor dem Abdecken mit Vlies



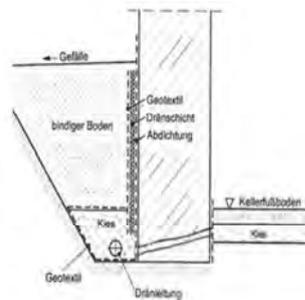
- Pflasterung mit Altziegeln



## Stabilisierung Kelleraußenmauer

- Stabilisierung Kellermauerwerk und vertikale Drainage NW-Turm

– Prinzip-  
lösung



– Abgleich der archäologischen Anforderungen



– Spritzbetonlage mit Ankern und Bewehrungsnetz



– Glätten



– Injektion des Mauerwerks



– Auftrag Dickschicht Weber superflex D24



– Drainmatte



– Sponsor: Weber – St. Gobain Deutschl./Polen



### Zuführung in die Vorflut

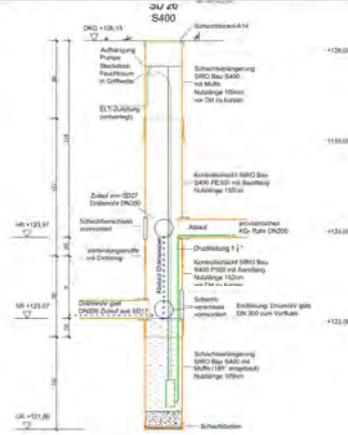
- Zusammenführung und Ableitung in die Vorflut
- Lageplan



- Herrichten des Auslaufs
- Ausschachten



- Einbau des Schachtes



- Feldsteine mauern und Verfugen



- Fertig

- Verzicht auf Einleitung in





## Fußböden in den Kellern

- Sicherung und Konservierung Originalbestand Fussboden
  - Bergen und putzen der Fußbodenziegel



- Fußboden im Raum -1.02



- Einbau des Drainagerohres ohne Flächenfilter



- Randrinne



- Schließen des Fußbodens



- Geborgene Bodenziegel zur Wiederverwendung





## Bauarchäologie

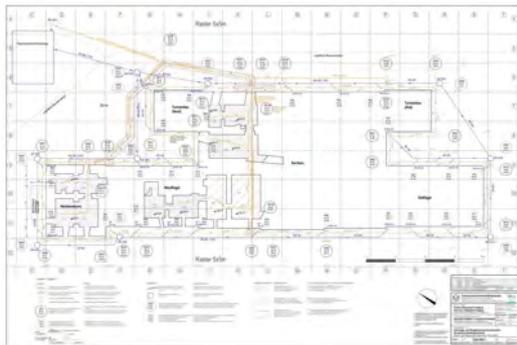
- Bauarchäologische Aufnahmen
  - Abstimmung mit Archäologie



- Fundsituation



- Lokalisierung im Objekt/Gelände



- Einzelfunde 1



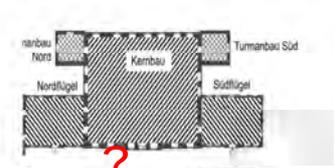
- Einzelfund 2



- Schlussfolgerungen zur Baugeschichte



Längsschnitt



Endgeschw. ?  
Kernbau 1000-1600  
Südflügel 1629  
Turmbau 1660-1680

- Fugen deuten auf Bauabfolge hin



- Einzelfund 2



**Ausblick**

- Ausblick
  - Wertvolle Erfahrungen im Los 1



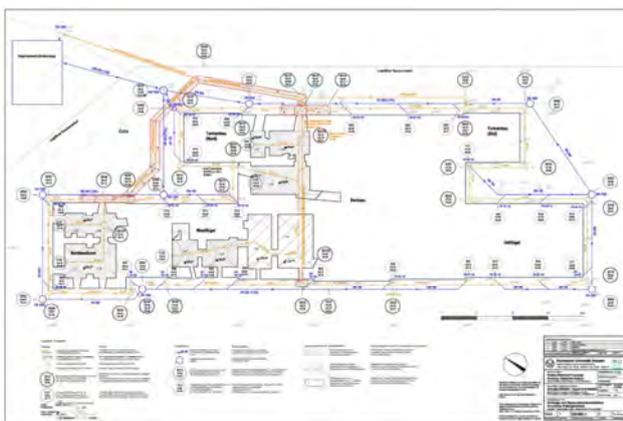
- Regenwasserprognosen

The probability of maximum precipitation [mm] of defined duration for Sztynort (the coordinates 54.134200°N, 21.679929°E).

Duration of precipitation	Precipitation for period of repetition = 10 years	Precipitation for period of repetition = 20 years
10 minutes	15.3 mm	22.0 mm
15 minutes	22.7 mm	25.9 mm
30 minutes	28.8 mm	32.7 mm
60 minutes	34.8 mm	39.7 mm
120 minutes	41.6 mm	47.3 mm
180 minutes	44.0 mm	50.5 mm
720 minutes	53.7 mm	60.5 mm
1440 minutes	58.8 mm	67.1 mm

Developed on the basis of the methodology contained in the publication: E. Bogdanowicz, J. Stachy, 1996. The maximum rainfall in Poland. Design characteristics. Research materials, series: Hydrology and Oceanography, IMGW.

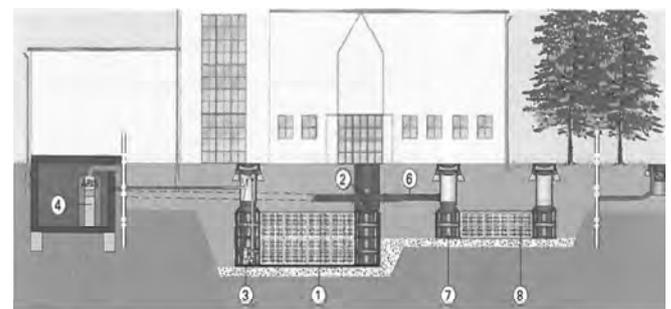
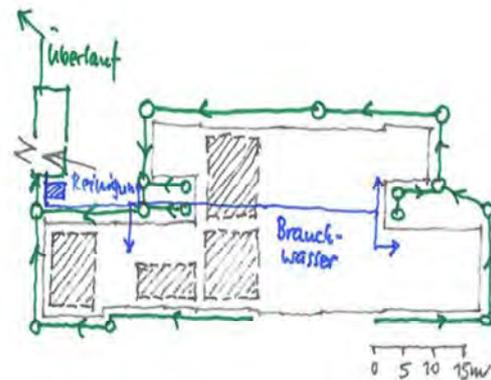
- Ergänzung zur Gesamtlösung



- Zielgerichtete Kalkulation möglich

Objekt	Problema	Opis	Opis	Einheit	Preis	Wert	Einheit	Preis	Wert	
1	4523200 0-1	WZMOCNIENE POWERZCHNI TERENU	063	Oberflächenbefeuchtungen						
1.1		Opaska wokół budynku, granitowa i łopatkowa szalownia	3.1	Randstreifen um Gebäude mit anstrichbetonem Stütz						
1.1.1	8274-0807	Opaska betonowa 50x5 cm, w odległości od ściany 10-15 cm, na beton betoniowy, bez kształtu składowego		Endstreifen Beton 50 x 50 oder 10 m Länge setzen	m <sup>2</sup>	140,75	28,1	4 893,36	5,96	1 991,91
2.1.1	1028 9-15 228-04	Kłosa filtracyjna z wilnozem, s = 100 cm	3.1.26	Filtrationskloß s = 100 cm	m <sup>3</sup>	199,75	15,36	2 786,54	3,37	673,16
3.1.1	3273-0202	Zas 9/16	3.1.26	Kłosa 9/16	m <sup>3</sup>	49,36	17,42	8 761,21	41,72	2 063,58
		Reżenie Atak: Opaska wokół budynku, wykonana z materiału szalownia						18 229,63		9 347,67
1.2		Opaska wokół budynku, wykonana z materiału szalownia	3.2	Randstreifen um Gebäude begehbare						
4.1.2	1028 2-17 820-01	Włókno betonowe 25x25 cm, na podłożu posadzkowym 3,5-5 cm		Kompozycyjne Beton 25 x 25 cm <sup>2</sup> w kształcie szalowni	m <sup>2</sup>	75,2	17,79	4 342,89	14,89	1 094,66

- Regenwassernutzung



Legende: 1 – Regenwasserspeicher, 2 – Regenwasserfilter, 3 – Ladepumpenschacht  
4 – Regenwasserzentrale mit Brauchwasserbecken, 5 – Kontrollschacht, 6 – Überlauf, 7 – Schlammfangschacht, 9 – Sammler

Bild 38 Längsschnitt durch Regenwassernutzungsanlage (Prinzipdarstellung) [25]



## Finanzierung

- Vorarbeiten
  - Studentische Vorarbeiten zur Findung des Themas -Betreuung
  - Bestandsaufnahmen
  - Baugrunderkundung
  - Laborkosten Baugrund
    - Eigenfinanzierung TU Dresden sowie Baugrund Dresden
    - Ca. 7.000 Personalkosten
    - Ca. 2.200 EUR Reisekosten
    - Finanzierung tw. aus zweckgebundenen Spenden
- Antragstellung 2012/2013
  - Literaturrecherche
  - Datenrecherche
  - Wiederkehrperiode und Einfluss auf die Höhe der Bemessungsregenspende
  - Planungsansätze Drainage und Regenwasserkanalisation
  - Arbeitsschritte
  - Ansatz Projektmanagement
  - Abstimmung mit DBU inkl. Reisekosten
    - Eigenfinanzierung TU Dresden
    - Ca. 15.000 EUR Personalkosten
    - Ca. 3.500 EUR Reisekosten
- Projektantrag -> Bescheid 2013
  - Ca. 27.700 EUR
- Budgetverschiebung 2015
  - Personal -35 TEUR -> Bauleistung
- Modellprojekt DBU
- Planung
  - 125.000 EUR Fördermittel Deutsche Bundesstiftung Umwelt
  - 20.000 EUR Spenden Lehdorff-Gesellschaft
  - 4.000 EUR Materialspenden Industrie
  - Gesamtkosten 149.000 EUR
- Ist – Vorschau Projektende
  - 30.09.2015
  - Gesamt
 

• Planung	149.000
EUR	
• Mehrkosten	
– Erkundung Kanal	3.900 EUR
– Unvorhergesehenes statische Sicherung	6.500 EUR
– Fußbodenziegel inkl. Transport	1.500 EUR
Spende	
– Teilsumme	12.900 EUR
– Deckung durch weitere Spenden sowie LS	
• Mehrleistungen	
– Baubetreuung	11.800 EUR
– Archäologie	4.500 EUR
– Reisekosten	7.800 EUR
– Projektleitung	13.900 EUR
– Teilsumme	38.000 EUR
– Deckung durch Ersparnis TU Dresden, LS; JI GmbH, persönlicher Beitrag	
• Gesamt	199.900 EUR



## Bauausführung

- Himmel & Papesch Bebra  
NL Chemnitz  
Team Thomas Decker  
– Statische Sicherung NW Turm
- Fa. Szulcynski, Goldap  
– Gerüst und Dachrinne NW-Turm
- Fa. Hohlbud, Pozedrze  
Matthias Hohl  
– Sicherung und Beseitigung der  
Gefahrenstellen im Kernbau-Keller  
– Einbau der Flächendrainage  
– Abführung in Kaskade  
– Erkundung historischer Kanal





## Projektbeteiligte und Förderer

### • Projektträger

- Lehrstuhl Tragwerksplanung, TU Dresden, Fakultät Architektur, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger und Team



### • Förderer

- Deutsche Bundesstiftung Umwelt Osnabrück, Generalsekretär Dr. Heinrich Bottermann



- Dr. Paul Bellendorf Abteilung Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz/ Umwelt und Kulturgüter



- Lehndorff-Gesellschaft Steinort e.V.

- Dr. Gerhard Brand; Gräfin Vera Lehndorff, Prof. Dr. Kilian Heck

### • Ausführung

- Fa. Himmel & Papesch, Bebra, NL Chemnitz, Team Thomas Decker
- Fa. Szulczyński, Goldap
- Fa. Hohlbud, Pozezdrze, Matthias Hohl und sein Team

- Dank gilt dem Eigentümer und

### • Weitere Unterstützer des Projektes in Form von Materialspenden waren

- MAPEI Polen

- Injektionsmaterial und Bindemittel tw.



- Orica

- GFK – Anker tw.



- Schöck

- GFK-Nadeln tw.



- Weber / St. Gobain

- Dichtungsmaterial und vertikale Drainschicht



- MC Bauchemie

- Schaummittel für Mauerwerksinjektionen



- Wienerberger AG Torn

- Vormauerziegel für die Ergänzung des Fußbodenbelags



### • Weitere Unterstützung erhielten wir von

- XELLA Forschungs- und Technologie GmbH (Ostflügel)



- Fermacel (Ostflügel)



- Jäger Ingenieure GmbH Radebeul

- Unterstützung bei Planung, Baubetreuung und Projektanbahnung



- Verschiedene private Spender

der DPS sowie der PNF





- Dank auch an
  - Dr. Marcin Gorski, Architekt
  - Herrn mgr. inz. Tadeusz Cichonski, Bauinspektor
  - Dr. Arek Koperkiewicz, Archäologe
  - Barbara Novak, Restauratorin



- Sowie an die Deutsch-Polnische Stiftung, Herrn Dr. Peter Schabe, die Polnisch-deutsche Stiftung nebst der Vorstände und den Eigentümer, insbesondere Prof. Christofer Herrmann





### Bausommer

- Erster Anfang
- Jährliche Einrichtung
- Erster Durchgang



- Interesse an Mausoleum von Stüler vorhanden
- Erste Bauaufnahme



- Grobe Schadensaufnahme



- Absteckung der notwendigen Arbeiten



- Grundlage für Angebot der Fa. Hohlbud und eines „Kleinen Antrages“ für 2016 an das polnische Kulturministerium





Anlage

