

Projekt: Gefallenendenkmal Teningen-Nimburg

Dietmar Bader

Titel: Bestands- und Schadensbeschreibung mit
Bilddokumentation

0179 23 54 78 4
bader@steinprojekt.de

Datum: 06.07.2022

Erstellt von: Dietmar Bader, Steinmetz- und Steinbildhauermeister,
Steinrestaurator, Bachelor of Business Administration (BBA)



gez. Dietmar Bader

Steinprojekt

Fachberatung und Fachbauleitung in der Natursteinrestaurierung

Nonnenbergweg 21

78126 Königsfeld im Schwarzwald

0179/2354784

07725/2241

bader@steinprojekt.de

www.steinprojekt.de



Inhalt:	Seite
- 01 Bestandsbeschreibung	2
- 02 Schadensbericht	4
- 03 Bilddokumentation	7
- 04 Kartierung Schäden/Probenentnahme	15
- 05 Sanierungskonzeption/ Fazit	16
- Anlage 01 mit Prüfbericht Chemobau 2013	
- Anlage 02 mit Gutachten Wisser 2014	
- Anlage 03 mit Gutachten Zipfel 2016	
- Anlage 04 mit Dokumentation der Probenentnahme Steinprojekt 2021	
- Anlage 05 mit Gutachten Grüner/MPA 2022	

Alle Dokumente und Anlagen können auch diesem Link oder per QR-Code online entnommen werden:

<https://bit.ly/3Pc4vol>



01 Bestandsbeschreibung

Das am 21.07.2029 eingeweihte Objekt besteht aus einem ca. 5m hohen Postament mit rechteckigem Grundriss aus Kunststein und einem Tatzenkreuz, auf einem abgestuften Giebel (zusammen ca. 1,8m hoch) ebenfalls in Kunststein. Das im unteren Bereich allseitig 1,97m breite Postament steht auf einer im Grundriss quadratischen, ebenfalls abgestuften Plinthe mit drei Stufen (1. Stufe 4,24m breit, 31cm hoch; 2. Stufe 3,4m breit, 25cm hoch; 3. Stufe 2,58m breit, 47,5cm hoch). Der Betonkern des Postaments besteht aus vor Ort in eine Schalung eingebrachtem Stampfbeton mit grobem Grundmaterial Phonolit (Bötzingen) und Zement als Bindemittel.

Aus: Untersuchungsbericht Gefallenendenkmal in Nimburg, Dr. Friedrich Grüner, 2022, Seite 5:

„Es wurde festgestellt, dass der Kernbeton ausschließlich mit Phonolith (Bötzingen) hergestellt wurde. Der Mineralbestand des Phonoliths enthält grünlichen Aegirin bzw. Aegirinaugit, verschiedene Zeolithe wie Analcim, Kalifeldspat, Hauyn, Wollastonit. Der Bindemittelanteil an Zement ist eher gering bzw. es liegt keine vernünftige Sieblinie bzw. Kornabstufung vor, sodass ein deutlich poriger Kernbeton entstanden ist.“

Die sichtbare Vorsatzschale besteht aus Kalksandsteinbruch bis ca. 6mm, Kalksteinsand und Portlandzement.

Aus: Untersuchungsbericht Gefallenendenkmal in Nimburg, Dr. Friedrich Grüner, 2022, Seite 5:

„Die historische Vorsatzschale hingegen enthält poröse, karbonatische Gesteinskörnung mit sparitisch – mikritischer Kristallisation, möglicherweise handelt es sich um Kalksandstein aus Pfaffenweiler. Als Bindemittel wurde in beiden Betonen Portlandzement verwendet.“

Die Vorsatzschale ist steinmetzmäßig überarbeitet (Scharriert). Sie wurde in einem Zug mit dem dahinter liegenden Kernbeton in einer Schalung lagenweise gefertigt. Inschriften und Namen der Gefallenen am Objekt sind bei einer Sanierungsmaßnahme in den 60er Jahren graviert in eine Muschelkalkplatte in das Denkmal eingefügt worden. Der vorherige Zustand ist unbekannt. Die Sanierung der 60er Jahre wird auch als „Erneuerung“ benannt, wobei hier nicht eindeutig belegt ist, inwieweit „erneuert“ wurde. Der unter den aktuellen Schichten mit Reparaturmörtel vorgefundene Kunststein ist eindeutig dem originalen Bestand von 1929 zuzurechnen.

Im Jahre 2008 erfolgte eine erneute Sanierung. Hier wurden großflächig geschädigte Schichten entfernt und mit einem neuem Betoninstandsetzungssystem (Aufbau mit PCC- Reparaturmörtel, Schlämme, Beschichtung siehe nachfolgende Rechnung) instandgesetzt. Da schon kurze Zeit nach der Sanierung erneute Schäden sichtbar waren, folgte ein Gerichtsverfahren zur Klärung der Versäumnisse des Auftragnehmers.

2008340 / 141

Objekt: Kriegerdenkmal "Beckenbirkle" auf dem Nimberg in Teningen-Nimburg
 Betonsanierung

Ausführungszeitraum: 29.9.08 - 27.10.08

Abnahme am 27.10.08

Pos.	Menge Ein.	Text	Betrag	Gesamt
1	1 psch ✓	1.1. Baustelleneinrichtung	200,00 ✓	200,00
2	12 Tage ✓	1.1. Stromerzeuger	100,00 ✓	1.200,00 ✓
3	1 psch ✓	2.1 Gerüst KW 39 - KW 42	1.300,00 ✓	1.300,00 ✓
4	2 Wo ✓	2.2 Vorhaltung KW 43-44	40,00 ✓	80,00 ✓
5	1 psch ✓	2.3 Wetterschutzdach KW 40-44	200,00 ✓	200,00 ✓
7	160 qm ✓	3.1 Flächen abdecken	1,50 ✓	240,00 ✓
8	4 Stk ✓	3.2 Abschottung Schrifttafeln	40,00 ✓	160,00 ✓
9	70,18 qm ✓	3.3 Sandstrahlen	7,50 ✓	526,35 ✓
10	15 qm ✓	3.4 Freistimmen loser Teile	10,00 ✓	150,00 ✓
11	15 qm ✓	3.5 Ausbrüche egalisieren	20,00 ✓	300,00 ✓
12	43,15 qm ✓	3.6 PCC Spachtelung bis 10mm	40,00 ✓	1.726,00 ✓
13	27,03 qm ✓	3.7 PCC Spachtelung bis 20mm	70,00 ✓	1.892,10 ✓
14	1 psch ✓	3.8 Zulage Kanten Grobspachtelung	430,00 ✓	430,00 ✓
15	1 qm ✓	3.9 PCC Feinspachtelung - entfällt	0,00	0,00
16	1 psch ✓	3.10 Zulage Kanten Feinspachtelung - entfällt	0,00	0,00
17	16,75 qm ✓	3.11 EP-Grundierung	10,00 ✓	167,50 ✓
18	1 qm ✓	3.12 Anstrich - entfällt	0,00	0,00
Übertrag				8.571,95 ✓
19	31,2 m ✓	3.13 Fugenabdichtung	9,00 ✓	280,80 ✓
Leistungen ohne Positions-Nr.				
21	70,18 qm ✓	Elastische Schlämme Liefen und aufbringen einer elastischen mineralischen Schlämme.	24,22 ✓	1.699,76 ✓
22	70,18 qm ✓	1. Rißüberbrückende Beschichtung Liefen und aufbringen einer rißüberbrückenden Beschichtung	14,85 ✓	1.042,17 ✓
23	70,18 qm ✓	2. Rißüberbrückende Beschichtung Liefen und aufbringen einer rißüberbrückenden Beschichtung	14,85 ✓	1.042,17 ✓
24	70,18 qm ✓	Elastische Beschichtung Liefen und aufbringen einer elastischen Schlußbeschichtung	13,63 ✓	956,55 ✓
Tagelohnarbeiten vom 30.9. - 27.10.2008 (8x)				
25	20 Std ✓	Facharbeiter	42,50 ✓	850,00 ✓
26	15 kg ✓	Sto Cryl	8,50 ✓	127,50 ✓
27	1 ka ✓	PU-Fugenmasse	8,15 ✓	8,15 ✓
28	5 kg ✓	Sto Cryl BF	8,70 ✓	43,50 ✓
29	45 kg ✓	EP-Mörtel	3,20 ✓	144,00 ✓
30	1,5 Std ✓	WHD-Anlage	17,00 ✓	25,50 ✓

Abb. 1 Schlussrechnung Sanierung 2008

02 Schadensbericht

Einführung:

(aus: Instandsetzung von Massivbauten: Wissenschaftliche Grundlagen; Harald S. Müller; <https://denkmalpraxismoderne.de/untersuchung-und-instandsetzung-von-massivbauten/> abgerufen am 31.01.2021)

„Im vergangenen Jahrhundert ist Sichtbeton zu einem bedeutenden Gestaltungselement in der Architektur geworden. Das Aussehen zahlreicher Bauwerke wird hierdurch geprägt. Das dabei vom Architekten gewollte Erscheinungsbild geht jedoch verloren, wenn bei Maßnahmen zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit oder bei der Instandsetzung von Beton- und Stahlbetonbauwerken die in Richtlinien und Vorschriften festgelegten Grundsatzlösungen unmittelbar umgesetzt werden. Ziel muss es daher sein, „behutsamere“ Wege der Betoninstandsetzung zu erschließen und, soweit technisch vertretbar, bei der Instandsetzung umzusetzen.

Betrachtet man Mängel und Schäden, die an Außenfassaden bzw. Sichtbetonoberflächen historisch bedeutender Beton- und Stahlbetonbauwerke überwiegend vorzufinden sind, so lassen sich im Wesentlichen fünf charakteristische Schadensbilder voneinander unterscheiden:

- verwitterte und abgesandete Betonoberflächen,
- flächige Beläge mineralischer oder organischer Natur,
- hohlraumreiche Randzonen mit fehlender Feinmörtelmatrix,
- Oberflächenrisse von unterschiedlicher Ausprägung,
- abgeplatzte Betondeckung über korrodierter Bewehrung.
- Hinzu kommen teilweise Risse in der Zugzone biegebeanspruchter Bauteile sowie durchgehende Risse als Folge von Zwängungen bzw. Verformungsunverträglichkeiten.

Die aufgeführten Veränderungen bzw. Schäden an Betonoberflächen sind an historischen Konstruktionen und an jungen Betonkonstruktionen oft gleichermaßen zu beobachten. Entscheidend für die Bewertung solcher veränderter oder nicht typischer Betonoberflächen ist die Einstufung des Bauwerks. Bei historischen Betonkonstruktionen wird man beispielsweise einen Bewuchs oder eine verwitterte Oberfläche vielfach als Teil des gewachsenen und damit zu bewahrenden Erscheinungsbildes ansehen. Instandsetzungsmaßnahmen sind in solchen Fällen nur dann vorzusehen, wenn die Veränderung der Betonoberfläche mit einer Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit, Gebrauchsfähigkeit oder Standsicherheit des Bauwerks einhergeht. Dies ist im Zuge einer gründlichen Bauwerksuntersuchung und Schadensanalyse zu klären.

Die Verwitterung von Betonoberflächen hat ihre Ursache im Wesentlichen in der Beanspruchung durch klimatische Einflüsse und Luftschadstoffe. Zu den maßgeblichen Mechanismen gehören wechselnde Eigenspannungszustände durch Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel, Frost-Tau-Wechselbeanspruchungen sowie Lösungs- und Auslaugungsprozesse.

Beläge auf Betonoberflächen treten in Form von Ausblühungen, Verschmutzungen oder Bewuchs auf. Im Einzelnen können diese Erscheinungsformen auf komplexen Mechanismen beruhen, die teils physiochemischer und biochemischer Natur sind. Bei diesen Mechanismen spielt stets das Vorhandensein bzw. der Transport von Feuchtigkeit eine ursächliche Rolle.

Hohlraumreiche Randzonen, so genannte Kiesnester, beruhen auf einem Herstellungs- oder Verarbeitungsmangel des Betons und sind nur dann als Schaden einzustufen, wenn sie tiefreichend sind, die Tragfähigkeit beeinflussen oder durch die fehlende Dichtheit dieser Bereiche die Dauerhaftigkeit der Konstruktion bzw. der Korrosionsschutz der Bewehrung beeinträchtigt wird.

Die Oberflächenrissbildung ist meist die Folge von Eigenspannungen, die aus behinderter Schwind- oder Temperaturverformung der oberflächennahen Bereiche resultieren. In selteneren Fällen reichen die an der Oberfläche sichtbaren Risse tief in den Bauteilquerschnitt hinein.“

... „An der Betonoberfläche sichtbare Schäden, insbesondere die Ausbildung von Rissen, können ihre Ursache auch in konstruktiven Mängeln oder aber einer erhöhten, nicht vorhergesehenen Beanspruchung haben. Für die Instandsetzung einer Betonoberfläche bzw. eines Betonbauwerks ist es in jedem Falle wichtig, die genaue Ursache eines Schadensbildes zu kennen, um künftigen Schädigungen nach der Instandsetzung wirksam begegnen zu können.“

Schadensbetrachtung am Objekt:

Sowohl das Kreuz als auch die abgestufte Plinthe können aus der Betrachtung ausgenommen werden. Hier liegen keine, oder nur marginale Oberflächenschäden und keine akustisch wahrnehmbaren Hohlstellen vor. Es ist von einem kompakten und gut erhaltenen Bauteil auszugehen. Das Postament hingegen zeigt, ausgehend von der Oberkante der Schrifttafel, nach unten hin zunehmend massive Verwitterungserscheinungen, Hohlstellen und Abplatzungen. Unterhalb der Schrifttafel zeigt sich dies als ausgeprägtes Schadensbild. Die Dokumentation der Sanierungsmaßnahme 2008 lässt darauf schließen, dass die Muschelkalkplatte (augenscheinlich Kirchheimer Muschelkalk Blaubank oder ähnlich) zur Betonsanierung nicht ausgebaut wurde. Somit war die Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit nicht vollständig gegeben. Die Ursache der Schädigung ist dem beigegefügt Bericht von Herrn Dr. Grüner (MPA Universität Stuttgart) zu entnehmen.

Zustand des Kernbetons

Der sehr grobkörnige, bindemittel- und feinsandarme Kernbeton ist eher als Drainbeton oder Einkornbeton zu klassifizieren. Zu dieser Zeit üblich waren grobkörnige Materialien und uneinheitliche Sieblinien mit viel zu wenig Sand oder anderen Feinanteilen. Der Kernbeton ist damit als vollständig wasserdurchlässig anzusehen. Diese Durchlässigkeit ist grundsätzlich positiv zu bewerten. Sie bewahrt den Kernbeton selbst vor starken Frostschäden. Die Auswirkungen der Durchlässigkeit auf die Vorsatzschale sind jedoch als sehr negativ anzusehen: Im Kernbeton sind wahrscheinlich einzelne Horizonte ausgebildet, die weniger durchlässig wirken als andere (Verdichtung durch Stampfen anstatt durch Rütteln, etc.). Hier entstehen Sperrebenen und dadurch Spannungen im Bauteil, was sich

meist durch horizontal, entlang der Grenzen zwischen zwei Betonierdurchgängen, verlaufende Risse zeigt.

Eine Überprüfung auf Armierungseisen im Objekt wurde durchgeführt. Die Messung geht bis zu 20cm in die Tiefe (Bosch D-tect 200C) und ergab in allen Bereichen ein negatives Ergebnis (bis auf die Befestigungen der Schrifttafeln sind keine magnetischen metallischen Verbindungen in einer Tiefe von 20cm ab der Oberfläche vorhanden). Es kann von einem armierungsfreien Bauwerk ausgegangen werden.

Zustand der Vorsatzschale

Die feinkörnige Vorsatzschale aus Kunststein/Terrazzo ist an keiner Stelle mehr sichtbar. Entweder ist diese von den Materialien der Sanierungsmaßnahme überdeckt oder bei den Sanierungsmaßnahmen entfernt worden. Abbildungen aus der letzten Sanierungsphase lassen auf ein Auswaschen der Bindemittel im Vorsatzbeton schließen. Es zeigt sich ein zurückgewittertes Relief mit krakeleeartigen Rissen in der gesamten Oberfläche.



Abb. 2: Zustand 2008 des Vorsatzmörtel/Kunststeins/Ergänzungsmörtels aus früheren Sanierungsphasen.

Zustand der Ergänzungen aus Sanierungsphasen

Die Ergänzungen mit PCC-Mörtel der Sanierungsphase 2008 liegen am Postament zu ca. 60% wieder hohl oder sind abgängig.

Allgemein/Statik

Statische Probleme sind nicht sichtbar. Die Schadensproblematik bezieht sich auf die Oberfläche bzw. auf die Vorsatzmörtelschicht, die ca. 3-6cm stark ist.

03 Bilddokumentation



Abb. 3: Fehlstelle in der Beschichtung an einer horizontalen Fläche im Übergang zum Kreuz.

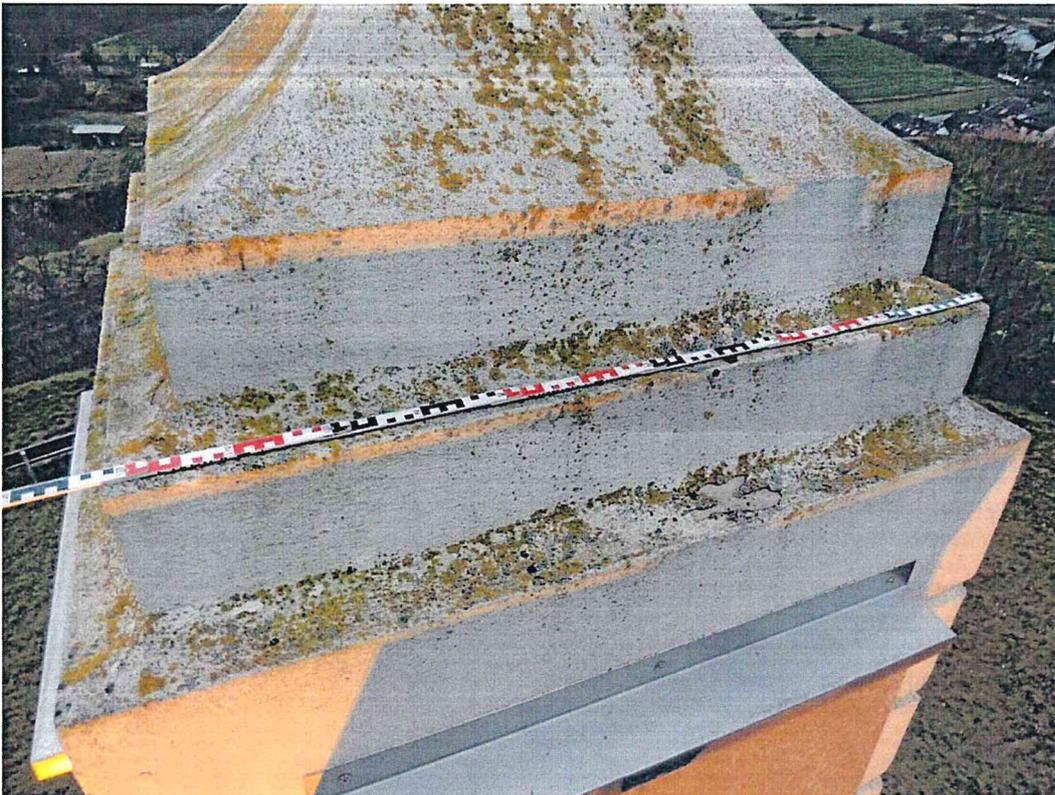


Abb. 4: Besiedelung mit Flechten vor allem auf den horizontalen Flächen.



Abb. 5: Nach Entfernung der Beschichtung zeigen sich zwei verschiedene Mörtel im Bereich der Hohlkehle.



Abb. 6: Mit Acryldichtmasse geschlossener Riss in der Muschelkalkplatte.



Abb. 7: Die Abdichtung/ Beschichtung reicht nur bis an die Kante der Muschelkalkplatte. Ein Abriss der Fuge lässt Feuchtigkeit hinter die Platte gelangen.



Abb. 8: Blasenbildung der feuchtigkeitssperrenden Beschichtung.

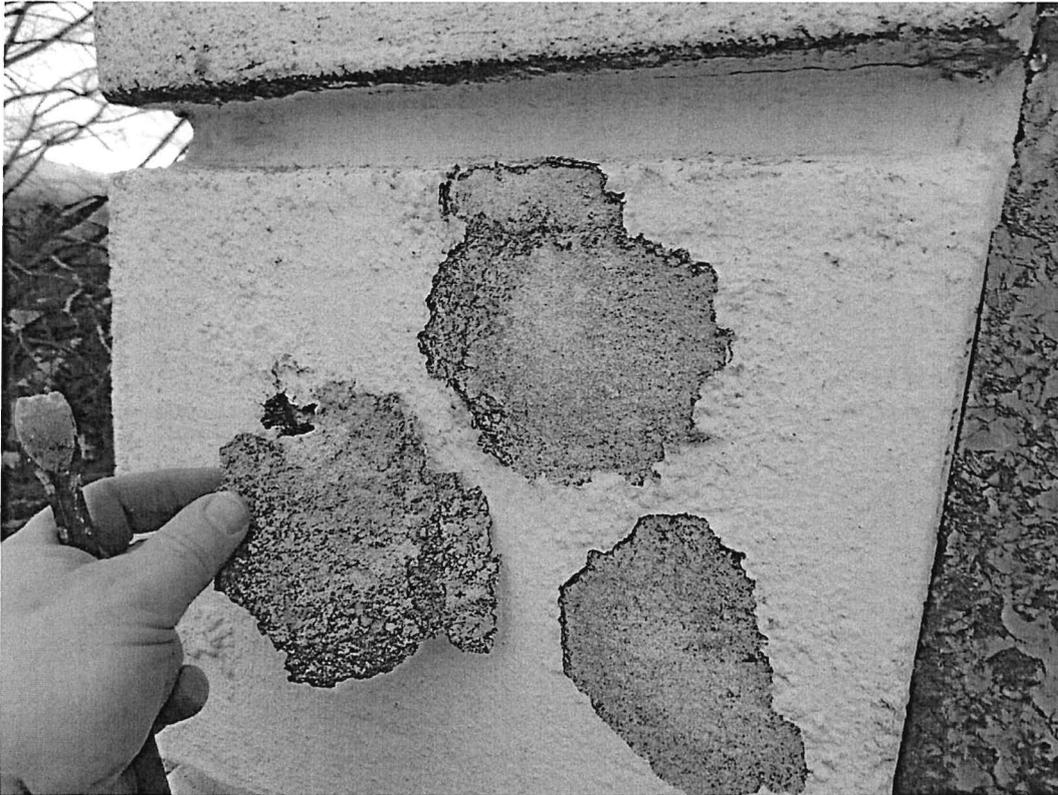


Abb. 9: Unter den Blasen zeigt sich der z.T. gerissene PCC-Reprofilierungsmörtel der letzten Sanierungsphase.

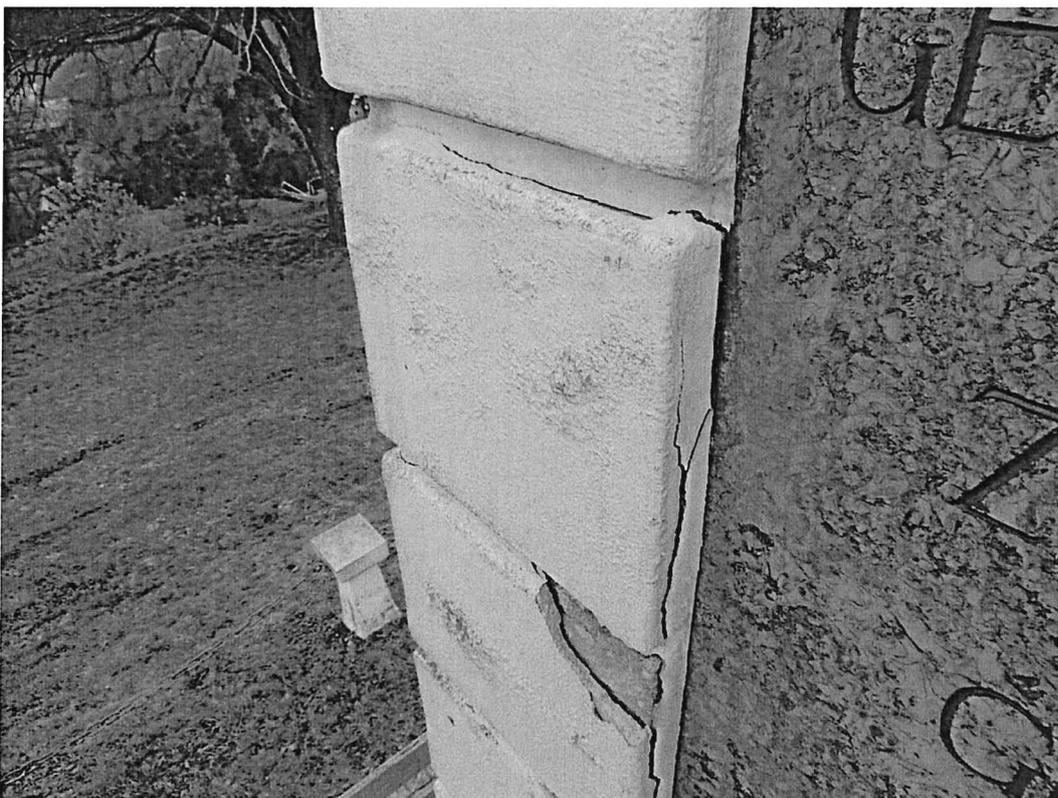


Abb. 10: Großflächige Ablösung und Hohlligen der PCC-Reprofilierungsmörtel ab ca. der Mitte der Kalkstein-Schriftplatte.



Abb. 11: Unter dem Reprofilierungsmörtel wird originaler Vorsatzmörtel (rot) und Kernbeton (gelb) sichtbar.



Abb. 12: Großflächig hohlliegende Bereiche vor allem unterhalb der Kalkstein-Schriftplatte.



Abb. 13: Fehlstelle im PCC-Reprofilierungsmörtel.



Abb. 14: Unverschlossene Gerüstdübellöcher als weiterer Eintrittspunkt für Feuchtigkeit.



Abb. 15: Großflächige Ablösung.



Abb. 16: Bestehende Fehlstelle mit deutlich sichtbarer Schichtabfolge von originalem Kernbeton bis PCC-Reprofilierungsmörtel.

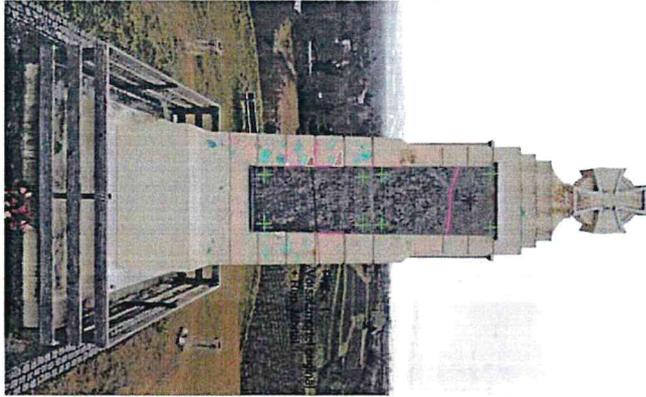


Abb. 17: Offenes Bohrloch aus der nachgelagerten Untersuchungskampagne (2013) der ausführenden Firma, nach der nicht erfolgreichen Sanierung (2008).

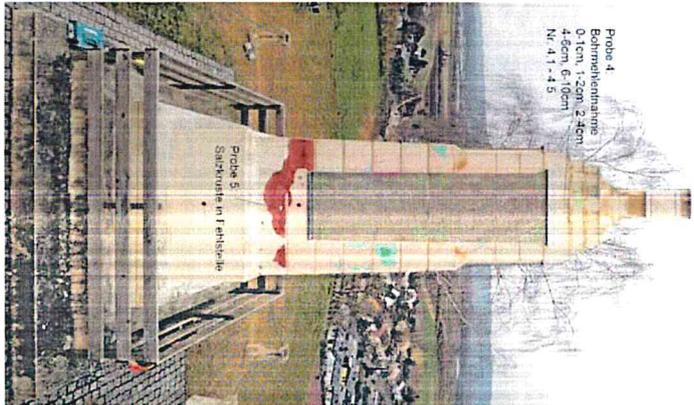
04 Kartierung Schäden/Probenentnahme



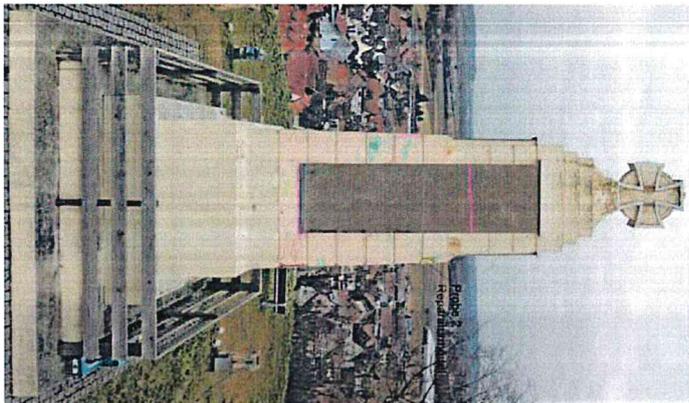
Nord



Ost



Süd



West



05 Sanierungskonzept/ Fazit

Aus: Untersuchungsbericht Gefallenendenkmal in Nimburg, Dr. Friedrich Grüner, 2022, Seite 6:

„Die aktuell sichtbaren Schäden an der Stele des Gefallenendenkmales in Nimburg können auf das Zusammenwirken mehrerer Ursachen zurückgeführt werden. Einerseits ist durch die freistehende Exposition eine intensive Bewitterung mit hohen Temperaturunterschieden und starker Beregnung gegeben. Dies führt durch regelmäßigen Feuchteintrag zu einem dauerhaft hohen Feuchteniveau im Material einschließlich des Kernbetons, der auch eine gute Speicherkapazität aufweist. Hohe Temperaturunterschiede (z. B. Sonnenschein – Gewitterregen, Wind) begünstigen die Rissbildung, durch die wiederum mehr Feuchte eindringen kann.

Die spezielle Zusammensetzung des Kernbetons mit der Gesteinskörnung Phonolith bedingt eine ständige Verfügbarkeit löslicher Natriumionen aus Analcim und weiteren Zeolithmineralen. Deshalb bestehen die meisten Salzausblühungen aus wasserhaltigen Natriumkarbonaten. Natriumsulfat entsteht dort, wo zusätzlich genügend Sulfat aus den jüngeren Anstrichmörteln zur Verfügung steht. Weiterhin sind die jüngeren Anstrichmörtel auf PCC – Basis (klassische Betoninstandsetzungsmörtel) unter diesen Umständen anfällig für eine AKR (sog. Alkali-Silikat-Reaktion, gerne auch als Betonkrebs bezeichnet). Auch hierfür spielt der historische Kernbeton eine wichtige Rolle, da er die löslichen Natriumionen liefert. Die Feuchte ist vorhanden und lösliches SiO₂ stammt aus der Gesteinskörnung der Mörtel selbst (Rheinsande mit kryptokristallinen Kieselschiefern).

Für eine dauerhafte Instandsetzung halten wir die Materialien der herkömmlichen Betoninstandsetzung für nicht geeignet.

Wir empfehlen die Abnahme der jüngeren PCC Spachtel bzw. Mörtel bis auf den historischen Vorsatzbeton. Das Objekt sollte dann für einen längeren Zeitraum durch eine Einhausung so vor Beregnung geschützt sein, dass zumindest eine teilweise Trocknung des Kernbetons erfolgt.

Wir greifen den bereits in einem früheren Untersuchungsbericht von Dr. Wisser genannten Sanierputz wieder auf. Mit seiner hydrophoben und vergleichsweise „weichen“ Einstellung könnte er einerseits einen ausreichenden Schutz vor Durchfeuchtung und andererseits ausreichend unempfindlich gegen Rissbildung durch Temperaturschwankungen sein. Hierzu ist aber noch eine genauere Abstimmung des Eigenschaftsprofils mit einem Mörtelhersteller notwendig. Wichtig wäre aus unserer Sicht, den Kernbeton vor äußerem Feuchteintrag sehr gut zu schützen und eine chemische Reaktion von auslaugbaren Anteilen aus dem Phonolith des Kernbetons mit neuen Vorsatzmaterialien zu verhindern. Hierzu könnten unter Umständen auch polymergebundene Materialien in weitere Überlegungen eingebunden werden, aber hierzu sind zusätzliche Recherchen bezüglich Eignung sowie Vor- und Nachteilen notwendig.“

Folgender weiterer Ablauf einer denkmalgerechten Sanierung kann somit skizziert werden:

- Einrüstung und Einhausung des Objektes
- Ausbau und Lagern der Kalkstein- Schriftplatten
- Abnahme der PCC-Mörtel der letzten Sanierung und der hohl liegenden Vorsatzmörtelbereiche bis auf einen tragfähigen originalen Untergrund
- Trockenes Entfernen der Beschichtung der unbeschädigten Bereiche im Partikelstrahlverfahren oder händisch
- Feuchtigkeits- Monitoring
- Abstimmung des Mörtelsystems für die Wiederherstellung der Oberflächen
- Konkretisierung des Sanierungskonzeptes
- Ggf. Musterachse anlegen und über mind. 2 Jahre hinweg überwachen
- Hydrophobe Wiederherstellung der Oberflächen mit Mörtel
- Beschichtung
- Wiedereinbau der Kalksteinplatten
- Abbau des Gerüstes (Dauer der Standzeit ca. 2 Jahre)

Vor der Aufnahme der weiteren Projektschritte müssen in Abstimmung mit dem Bauherrn und den Denkmalschutzbehörden optionale Maßnahmen betrachtet und abgewogen werden. Die interne Schadensquelle des Kernbetons kann nicht dauerhaft eliminiert werden. Jegliche hydrophobierende Mörtelschichten und Beschichtungen unterliegen der Verwitterung und verlieren ihre Eigenschaften durch z.B. temperaturbedingte Rissbildungen nach einiger Zeit. Die Sanierungshistorie des noch „jungen“ Bauwerks zeigt eindrücklich, dass der Zustand des Objektes sich in regelmäßigen Zeiträumen soweit verschlechterte, dass ca. alle 40 Jahre eine umfassende Sanierung notwendig wurde.

Eine Ideensammlung mit Alternativen ohne Denkverbote muss angeschoben werden. Naheliegende Optionen sind z.B. der Abbau ohne Ersatzneubau, der Abbau mit Ersatzneubau oder eine vollständige Einhausung des Objektes mit einer Stahl-Glas-Konstruktion.