

# Instandsetzungskonzept Stützmauer Lauperswil



Auftraggeber: Gemeinde Lauperswil  
Dorfstrasse 51  
3439 Lauperswil

vertreten durch: Roland Kunz  
034 496 22 20

Projektverfasser: Buschor AG  
Lyssachstrasse 15  
3400 Burgdorf

Autor: Daniel Buschor  
034 423 11 18  
daniel.buschor@buschoringenieure.ch

Datum: 28.10.2024

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1. Ziele und Auftrag	4
1.2. Risiken und Abgrenzungen	4
<b>2. Grund der Projektauslösung</b>	<b>5</b>
<b>3. Grundlagen</b>	<b>5</b>
<b>4. Ist / Ausgangslage</b>	<b>5</b>
4.1. Objektdaten	5
4.2. Zustandserfassung	6
4.2.1. Visuelle Zustandserfassung	6
4.2.2. Gräbersondagen	7
4.2.3. Musterfläche	8
4.2.4. Materialtechnologische Untersuchungen	12
4.2.5. Untersuchungen zum Baugrund / Geologie, Grundwasserspiegel	14
4.2.6. Angaben zu Werkleitungen, Entwässerungs- und Sickerleitungen	14
4.2.7. Eigentumsverhältnisse	15
4.3. Tragwerksanalyse und Nachweise	15
4.4. Zustandsbeurteilung	16
<b>5. Technische Lösungsansätze</b>	<b>17</b>
5.1. Projekttrandbedingungen	17
5.1.1. Denkmalpflege	17
5.1.2. Sicherheitsmassnahmen gegen Absturz - Geländer	17
5.1.3. Sicherheit	17
5.1.4. Land und Rechte, Verträge, Nachbarrechte	17
5.1.5. Bestandesaufnahme	17
5.1.6. Bewilligungswesen	18
5.1.7. Baurealisierung und Bauphasen	18
5.1.8. Baustelleninstallation	19
5.1.9. Ausführungszeitpunkt und Bauzeit	19
5.2. Variantendiskussion	20
<b>6. Instandsetzungskonzept</b>	<b>21</b>
6.1. Massnahmen	21
6.1.1. Bestandesaufnahme	21
6.1.2. Abspitzen des bestehenden Verputzes	21
6.1.3. Ersatz mürbes Fugenmaterial	21
6.1.4. Vernadelung von instabilen Bereichen	22
6.1.5. Abbau und Wiederaufbau von instabilen Bereichen	23
6.1.6. Erstellen Maueroberfläche als verfugtes Bruchsteinmauerwerk	23
6.1.7. Gerüstarbeiten	24
6.1.8. Entlastungsbohrungen	24
6.1.9. Sickergraben mit Sickerleitung	24
6.1.10. Wurzelwerk und Bäume	25
6.1.11. Abdeckplatten und Fugen	25
6.1.12. Anpassung Gefälle am Wandfuss im Bereich der gepflästerten Strasse	25
6.2. Kostenschätzung	26

6.3. Weiteres Vorgehen, Projektphasen 27

**Anhänge 27**

Anhang 1 Inspektionsbericht BE (42620-11.05.2022) 27  
Anhang 2.1 Kurzbericht BSA-Rosati Mai 2023 27  
Anhang 2.2 Erläuterungen Verputze und Bindemittel BSA-Rosati 27  
Anhang 2.3 Richtofferte Sanierung Stützmauer BSA-Rosati 19.05.2023 27  
Anhang 3 Bericht Zustandsuntersuchung Mattec AG 24.07.2024 27  
Anhang 4 Dokumentation Gräbersondagen 18.06.2024 27  
Anhang 5.1 Offerte Musterfläche BSA-Rosati 11.07.2024 27  
Anhang 5.2 Dokumentation Erstellung Musterfläche 28.10.2024 27  
Anhang 5 Plan Instandsetzungskonzept Stützmauer 28.10.2024 27  
Anhang 6 Detaillierte Kostenschätzung 13.09.2024 27

## 1. EINLEITUNG

### 1.1. Ziele und Auftrag

Das Instandsetzungskonzept soll einen möglichst grossen Einbezug der bestehende Bausubstanz berücksichtigen. Dies aus wirtschaftlichen und denkmalpflegerischen Gründen. Die Kirche hinter der Stützmauer ist in einem guten Zustand und wurde 2024 umfassend renoviert. Die Instandsetzungsmassnahmen sind so zu planen und auszuführen, dass die Kirche keinen Schaden nimmt.

### 1.2. Risiken und Abgrenzungen

Mit den in diesem Konzept vorgeschlagenen Instandsetzungsmassnahmen können nicht alle Problemfelder der Stützmauer behoben werden. Es wird auch nach der Instandsetzung ein regelmässiger Unterhalt der Stützmauer erforderlich sein. Folgende Problemfelder werden aufgrund des heutigen Kenntnisstandes nach der Instandsetzung weiterhin bestehen bleiben:

- Eine hinter der Stützmauer liegende Entwässerung ist nicht vorhanden oder nicht mehr funktionstüchtig. Dadurch dringt Feuchte und Nässe in die Mauer, welche die Mauer schädigen. Der Einbau einer solchen Entwässerung würde massive Grabarbeiten mit entsprechender Baugrubensicherung erfordern. Setzungen im Bereich der Kirche könnten nicht ausgeschlossen werden. Es wird deshalb auf den Einbau einer tiefliegenden Entwässerung hinter der Mauer verzichtet. Um trotzdem möglichst viel Nässe hinter der Mauer abzuführen, werden am Mauerfuss Kernbohrungen erstellt, durch welche Nässe abfliessen und abtrocknen kann. Im Weiteren wird hinter der Stützmauer ein Sickergraben mit einer Sickerleitung erstellt, um möglichst viel Oberflächenwasser abführen zu können.
- Die Mauer ist vollständig durchfeuchtet und der innere Mauerwerksmörtel ist verrottet. Ein Ersatz des verrotteten Mauerwerksmörtels über den gesamten Mauerquerschnitt ist eigentlich notwendig. Dies würde den kompletten Rückbau und Wiederaufbau der Stützmauer mit den dazugehörigen Aushub- und Baugrubensicherungsarbeiten (Anker) erfordern. Das Risiko von Schäden an der Kirche infolge dieser Aushub- und Baugrubensicherungsarbeiten könnte nicht ausgeschlossen werden. Die kantonale Denkmalpflege unterstützt ein solches Vorgehen daher aktuell nicht. Das Instandsetzungskonzept sieht deshalb vor, nur die Aussenseiten der Mauer neu zu vermörteln und nur einzelne Bereiche bei den instabilen Ausbauchungen in Kleinetappen ab- und wieder aufzubauen. Es handelt sich somit um eine Teilinstandsetzung der Mauer.
- Ein statischer Nachweis gemäss den aktuellen SIA-Tragwerksnormen kann nicht erbracht werden. Hierfür ist der Mauerquerschnitt zu klein und der bestehende Mauermörtel in einem zu schlechten Zustand. Durch die geplante Vernadelung der bauchenden Bereiche und dem Ersatz von verwitterten Steinen und mürben Fugen an den Aussenseiten der Mauer wird die innere Tragfähigkeit massiv verbessert. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass zukünftig weitere Bereiche mittels Vernadelung stabilisiert werden müssen.
- Da aus den obengenannten Gründen keine tiefliegende Entwässerung der Stützmauer erstellt werden kann, unterstützen wir einen vollflächigen Deckverputz mit diffusionsoffenem Kalkmörtel, wie er im Kurzbericht von BSA-Rosati vorgeschlagen wird, nicht. Das Risiko eines Abblätterns des vollflächigen Verputzes infolge Staunässe und der daraus entstehenden Frosteinwirkungen ist aus unserer Sicht zu gross. Damit die Mauer möglichst viel eingedrungene Feuchte an der Oberfläche abgeben kann, sind bestehende Tuffsteine an der Vorderseite freizulegen und ggf. Neue einzubauen. Kleine Öffnungen mittels offenen Fugen bei Bereichen, wo keine Tuffsteine vorhanden sind, helfen ebenfalls, die Feuchte

aus dem Innern des Mauerwerks abzuführen. Die geplante Maueroberfläche als verputztes Bruchsteinmauerwerk wird auch nach der Instandsetzung einen regelmässigen Unterhalt erfordern.

- Die in den Mauerwerksmörtel eingedrungenen Salze können grösstenteils nicht entfernt werden. Sie werden weiterhin die Mauer schädigen. Neue Tausalze aus dem Winterdienst der Kantonsstrasse werden vor allem den Fussbereich der Stützmauer weiterhin schädigen, was ebenfalls regelmässige Unterhaltsarbeiten erfordern wird.
- Ein rissfreier Fugenersatz zwischen den Deckplatten ist äusserst schwierig herzustellen. Es ist damit zu rechnen, dass nach der Instandsetzung wieder Risse in den Fugen entstehen. Ein Unterhaltsbedarf bei den Fugen wird notwendig sein, ob nun diese auf Mörtelbasis oder auf Silikonbasis erstellt werden.
- Die Planung eines Geländers auf der Mauerkrone der Stützmauer als Absturzsicherung ist nicht Gegenstand des Instandsetzungskonzeptes.
- Ein Bewilligungsverfahren ist nicht Gegenstand des Instandsetzungskonzeptes.

## 2. GRUND DER PROJEKTAUSLÖSUNG

Die Stützmauer bei der Kirche Lauperswil zeigt seit langem diverse Schäden. Der Zustand der Stützmauer wurde im Rahmen der Hauptinspektionen 2018 und 2022 durch das Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV, als schadhaft beurteilt. Eine Instandsetzung der Stützmauer bis 2026 wurde angezeigt.

## 3. GRUNDLAGEN

- Bericht Nr. 3 der Hauptinspektion des OIK IV vom 11.05.2022
- Kurzbericht Stützmauer Kirche Lauperswil von BSA-Rosati vom Mai 2023
- Richtofferte Sanierung Stützmauer von BSA-Rosati vom 19.05.2023
- Erläuterungen Verputze und Bindemittel von BSA-Rosati vom September 2020
- Kurzbericht Nr. 24111 Materialtechnische Untersuchung von Mattec AG vom 24.07.2024
- Zustandsuntersuchungen, Gräbersondagen und Musterfläche 2024, Buschor AG

## 4. IST / AUSGANGSLAGE

### 4.1. Objektdaten

Kurzbeschreibung	Natursteinmauerwerk Bruchstein - Schichtenmauerwerk
Baujahr / Alter	Mauer Inschrift VLKM 1775
Zustand	schlecht
Erfolgte Erneuerung / Instandsetzungen	Erstellung eines vollflächigen Zementverputzes rund um das Jahr 1950 (keine detaillierten Unterlagen vorhanden)
Eigentümer	Gemeinde Lauperswil
Unterhaltungspflichtig	Gemeinde Lauperswil
Vertrag	nicht vorhanden
Kostenteiler	ja / Kantonale Denkmalpflege
Bauinventar	K-Objekt, schützenswert

## 4.2. Zustandserfassung

### 4.2.1. Visuelle Zustandserfassung

Der Zustand der Mauer wurde durch die Firmen BSA-Rosati am 27.04.2023, durch die Firma Materialtechnik am Bau AG am 12.08.2023 und am 10.07.2024 sowie durch die Buschor AG im Jahre 2024 untersucht.

Der stark portlandzementhaltige Deckverputz auf der Natursteinmauer weist vollflächig Rissbildungen auf, an vereinzelt Stellen auch Abplatzungen. Die Oberfläche des Verputzes ist verschmutzt mit organischem Befall. Im oberen Drittel der Mauer verfügt der Deckverputz noch weitgehendst über eine genügende Haftung mit dem Untergrund. Darunter liegt der Deckverputz zum grössten Teil hohl und zeigt Schalenbildung. An einigen Stellen sind vollständig gelöste Abplatzungen festzustellen, die nicht mehr stabil sind und die abzufallen drohen. Unter dem Deckverputz befindet sich ein mit reinem Kalkmörtel gemauertes Bruchsteinmauerwerk aus Sandstein, Flusstein (Bollensteinen) und Tuffstein. Vereinzelt kommen auch grössere Sandsteine als Bindersteine vor. Im Bereich der südlichen Mauerecke befindet sich ein Eckverband aus gerichteten Sandsteinen. Als Mauermörtel erscheint traditioneller Kalkmörtel mit vielen Zwickelsteinen aus Flusskieseln. Zum Teil sind die Verfugungen auch mit portlandzementhaltigem Mörtel ersetzt oder ergänzt worden.

Aussenseitig sind drei grosse Ausbauchungen von bis zu 30 cm Verformung nach aussen vorhanden. Beim erstellten Sondagefenster im Bereich der südlichen Ausbauchung wurde der im Putz verlaufende Riss auch im Mauerwerk festgestellt. Die freigelegten Tuffsteine sind im Gefüge deutlich aufgeweicht, das heisst man kann sie mit einem Eisen mittels kratzen abtragen. Lokal ist dies bis in mehrere Zentimeter Tiefe problemlos möglich. Die verbauten Sandsteine zeigen zur Hälfte aufgehende Lager oder Abschalungen. Im Lager aufgehen bedeutet, dass sich die Steine parallel zum Lager öffnen und man meint der Stein würde aus mehreren Platten zusammengesetzt sein. Die Stärke dieser Platten liegt hier im Bereich von 1-3 cm und betrifft oft die gesamte Steinstärke. Das Abschalen geschieht in der Regel senkrecht zum Lager und gleicht auf den ersten Blick den aufgehenden Lagern. Allerdings variiert die «Plattenstärke» im Bereich von einigen Millimetern bis zu ein, zwei Zentimeter. Die einzelnen Abschaltungsschichten werden dabei von mehr oder weniger sandenden Oberflächen begleitet und die Schadentiefe geht eher selten über 10 cm hinaus. Die Schadentiefe bei den Sandsteinen variiert daher vom oberflächlichen Absanden bis zur gesamten Steinstärke. Anhand der Spitzöffnung kann man im Mauerwerk von einer Schadentiefe von 1 bis 50 cm ausgehen. In grösseren Löchern die mit dem Zementmörtel gestopft wurden, finden sich auch Zwickel- und Bollensteine.

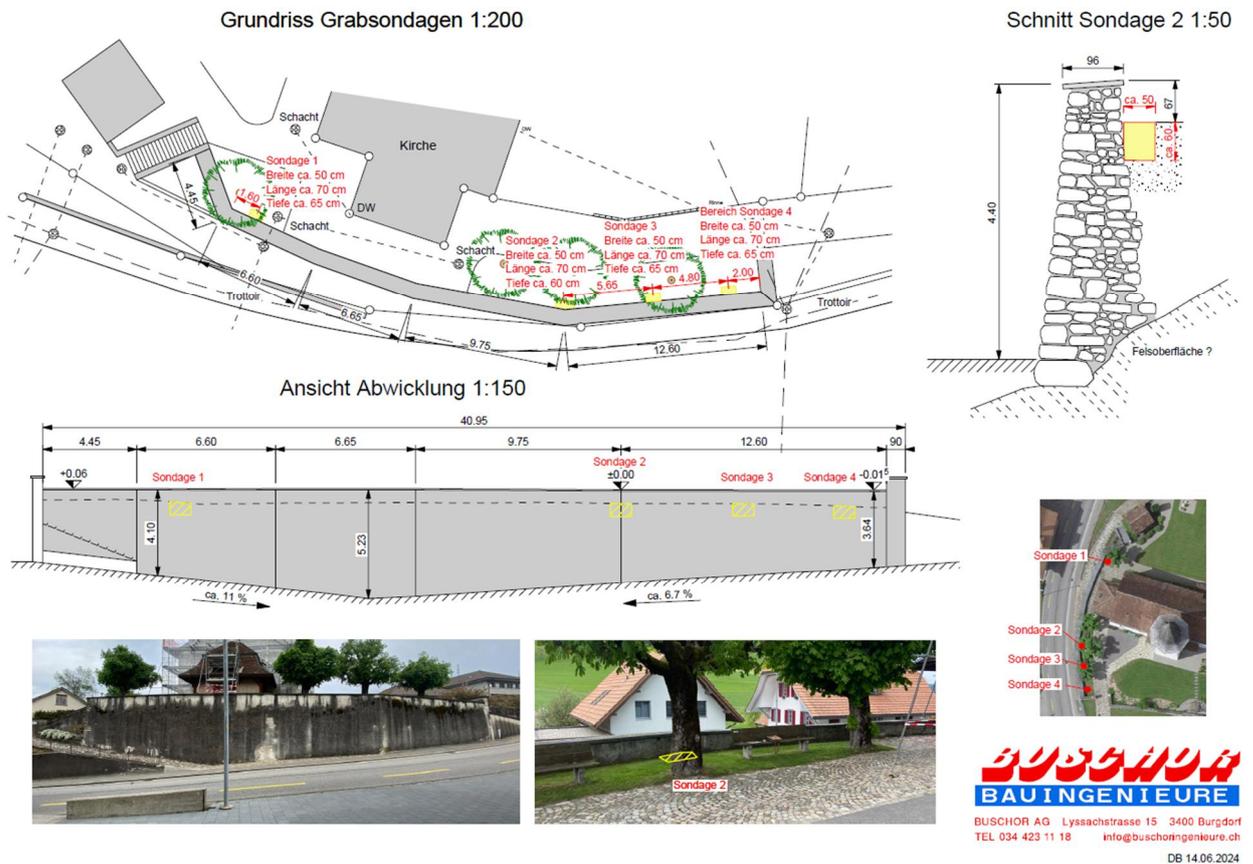


Die zementösen Fugen zwischen den Abdeckplatten aus Gneis auf der Mauerkrone sind auf ganzer Länge der Mauer beiderseits der Abdeckplatten von den Stirnflächen abgelöst und nicht mehr intakt, bzw. teilweise oder gänzlich ausgebrochen. Vereinzelt sind die Abdeckplatten vom Mauerwerk abgelöst. Im Bereich der defekten Fugen der Abdeckplatten der Mauerkrone sind Wasserläufe auf den Maueroberflächen sichtbar.

4.2.2. Gräbersondagen

In Absprache mit dem archäologischen Dienst wurden am 14.06.2024 vier Sondagen zur Ermittlung von eventuellen Gräbern hinter der Stützmauer durchgeführt. Die Sondagen waren rund 50 cm breit und rund 60 cm tief. Der erdseitige Mauerwerksmörtel variierte zwischen intakt und mürbe.

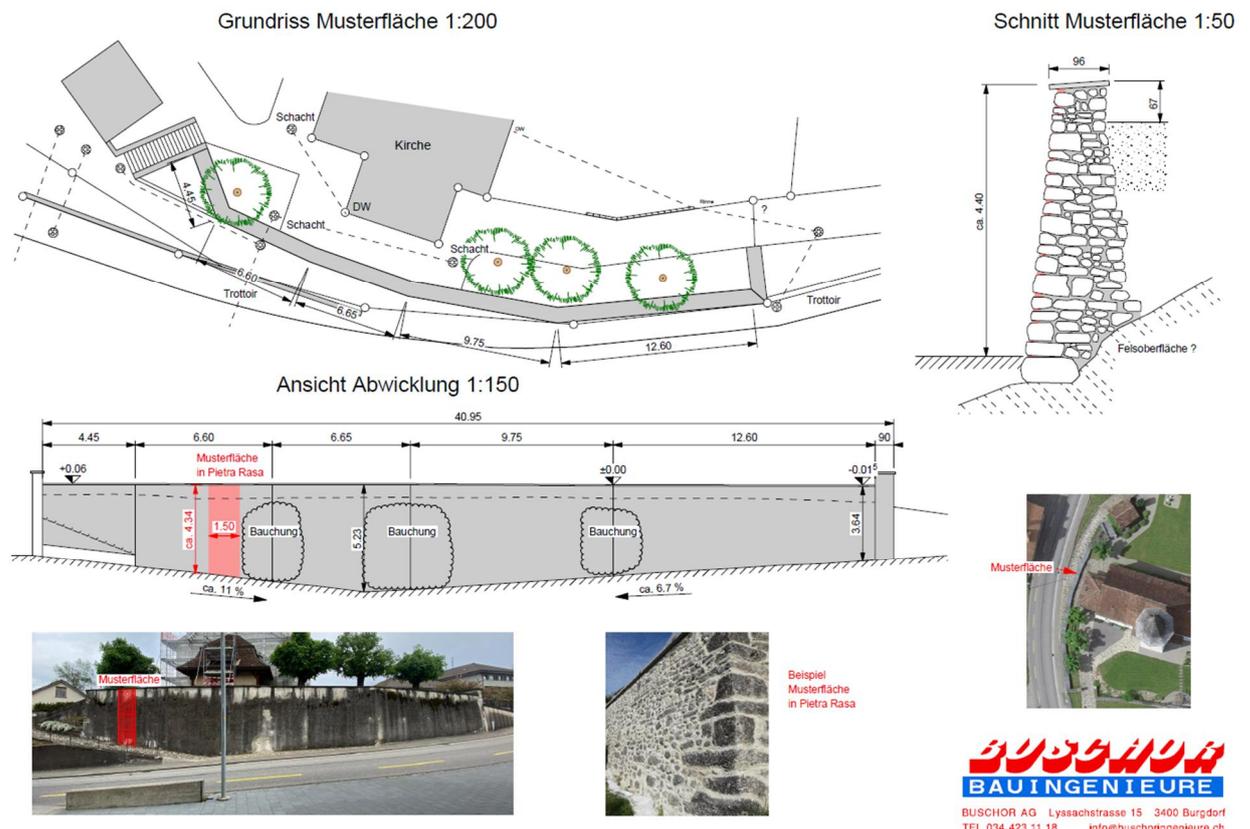
Die entlang der Stützmauer erstellten vier Sondagen enthalten keine Hinweise auf Gräber. In zwei der vier Sondagen kamen einzelne menschliche Knochen zum Vorschein. Es handelt sich hierbei um Einzelfragmente, wie sie im Umfeld eines Friedhofs zu erwarten sind.



4.2.3. Musterfläche

Um das Sanierungskonzept detaillierter zu definieren, wurde in Absprache mit der Denkmalpflege und dem archäologischen Dienst, eine mauerhohe Musterfläche auf Grundlage des erarbeiteten Sanierungskonzeptes erstellt. Die Musterfläche dient auch für die Beurteilung des Sanierungskonzeptes durch die kantonale Denkmalpflege und als Referenz für die Beurteilung der neuen Maueroberfläche durch die Bevölkerung.

Die Musterfläche wurde vom 02.09. bis am 14.10.2024 durch Rosati-BSA erstellt.



Nach dem Entfernen des zementösen Verputzes wurde die Mauer am 04.09.2024 mit dem archäologischen Dienst, Martin Portmann begutachtet. Das Mauerwerk ist sorgfältig und gut gemauert. Es sind viele grosse Steine vorhanden, sodass die geplante Maueroberfläche als verputztes Bruchsteinmauerwerk erstellt werden kann. Die Lagerfugen sind relativ dünn und breite Stossfugen sind mit Zwickelsteinen versetzt. Es scheint, dass der obere Bereich der Mauer bereits vor langer Zeit stellenweise neu aufgemauert wurde.

Im oberen Bereich der Mauer und am Rand der Bauchung sind grosse Zementplomben vorhanden, welche beim Aufbringen des zementösen Verputzes anstelle von Steinersatz erstellt wurden. Diese Zementplomben sind ebenfalls zu entfernen und neu aufzumauern. Der bestehende zementöse Verputz wurde zudem mit gedübelten Schrauben in die Stützmauer verankert.

Der bestehende Fugenmörtel ist stark zersetzt und besteht grösstenteils nur noch aus Sand. Grosse Sandsteine sind zum Teil infolge Durchnässung an der Oberfläche stark verrottet und müssen ersetzt werden.



Zustand Mauerwerk nach dem Entfernen des Verputzes



Abdeckplatten liegen auf einer dicken Zementmörtelschicht



Vorbereitete und verfüllte Fugen Abdeckplatten, es wurden zwei verschiedene Mörtelrezepturen für das Verfüllen der Fugen verwendet



Zustand Mauerwerk nach dem Ersatz des mürben Fugenmörtels.

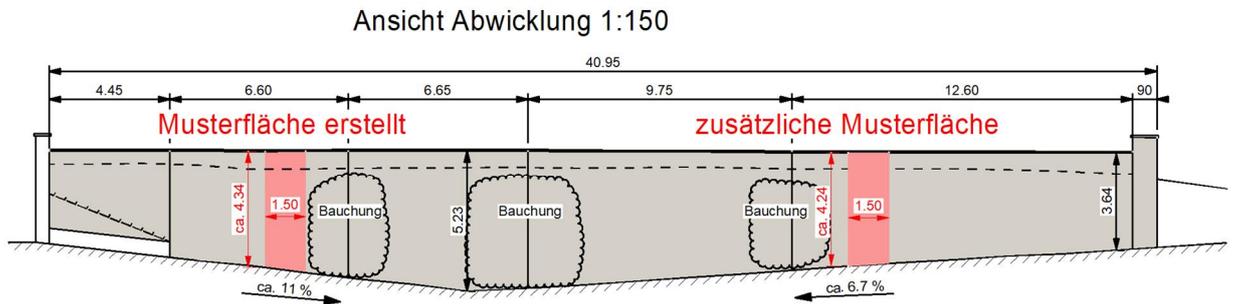
Dies entspricht dem Endzustand der Mauer-  
oberfläche als verfügtes Bruchsteinmauerwerk.

Die neue Oberfläche der Mauer als verputztes Bruchsteinmauerwerk dürfte der ursprünglich erstellten Mauerwerksoberfläche entsprechen. Die Steinoberflächen stehen rund 1 bis 5 cm vor. Aufgrund der bestehenden Verformungen der Mauer, welche aus Kostengründen nicht alle korrigiert werden können, wird eine relativ "wilde" Oberfläche entstehen.

Die Kosten für die Erstellung der rund 7 m<sup>2</sup> grossen Musterfläche betragen:

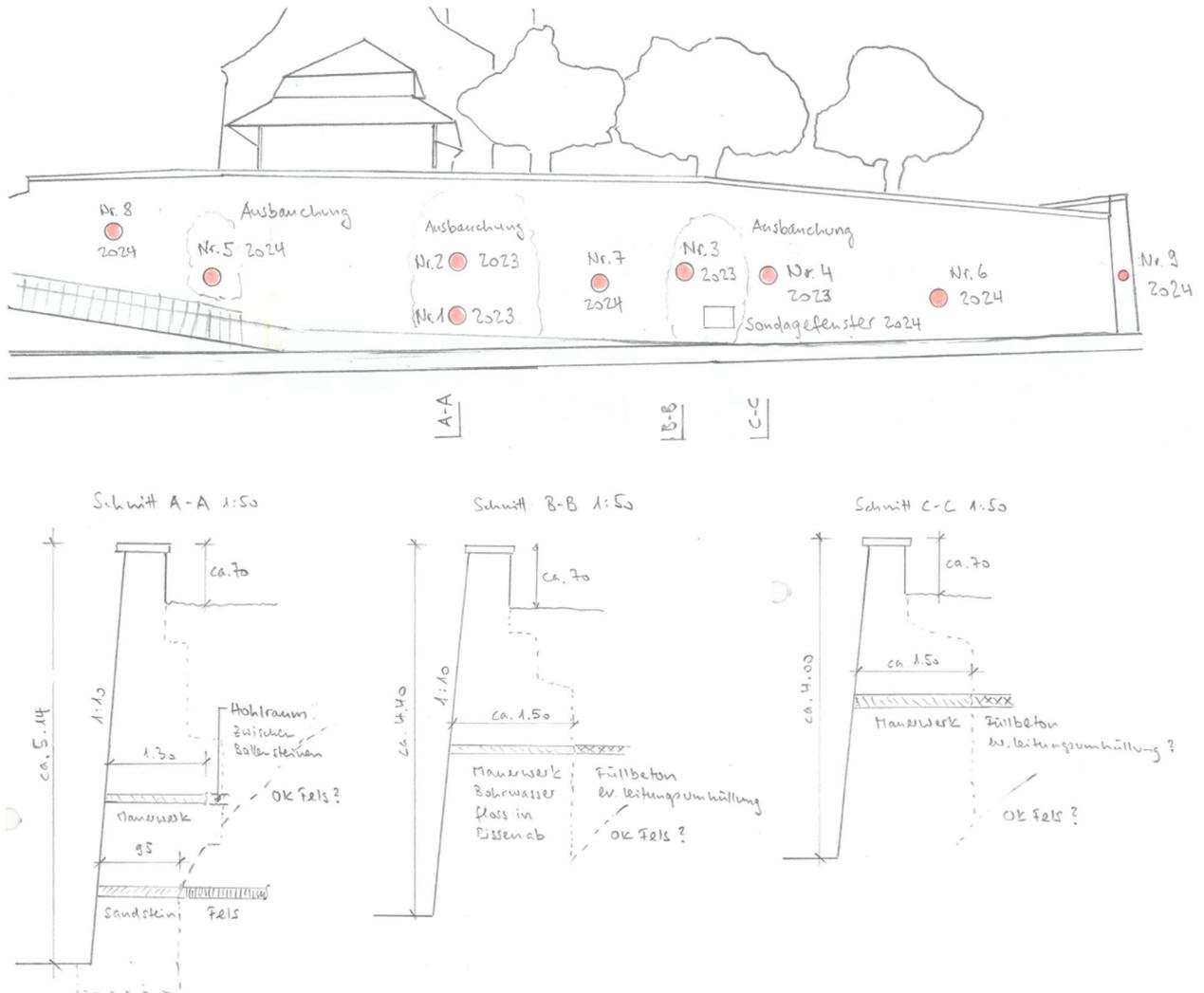
Gerüst, M. Krähenbühl AG, Zollbrück	1'729.60 inkl. MWST
Maurerarbeiten, BSA-Rosati, Zollbrück	7'999.10 inkl. MWST
Planung und Bauleitung, Buschor AG, Burgdorf	3'783.50 inkl. MWST

Der archäologische Dienst empfiehlt, vor Beginn der Instandsetzung eine zusätzliche Musterfläche zu erstellen, da die Mauer sehr lang ist und um ein repräsentativeres Bild des bestehenden Mauerwerkes über die gesamte Mauerlänge zu erlangen.



4.2.4. Materialtechnologische Untersuchungen

Es wurden total 9 Kernbohrungen ausgeführt und untersucht. Bohrungen Nr. 1 bis 4 wurden am 12.08.2023 und die Bohrungen Nr. 5 bis 9 am 10.07.2024 erstellt.



Aufgrund der Bohrungen beträgt die Mauerstärke in einer Höhe von rund 2 m etwa 1.5 m. Der sichtbare zementöse Putzmörtel zeigt eine Stärke von 2 bis 15 cm, lokal kann die Stärke auch grösser sein.

Die Bohrung 1 auf ca. 60 cm Höhe zeigte nur eine Mauerstärke von rund 95 cm, allerdings wurde dahinter der anstehende Sandsteinfels erbohrt. Beim durchbohrten Sandstein an der Wandaussenseite handelt es sich um einen Binderstein.

Die Bohrung 2 wurde in einen Putzriss zwischen 2 leicht gerissenen Rissiegeln gemacht. Hier zeigte sich beim Bohren, dass dieser im neueren Zementputz sichtbare Riss im dahinterliegenden Mauerwerk deutlich breiter ist und auch Hohlräume erbohrt wurden. Beim Bohren sind dann immer wieder Steinstücke nachgerutscht, sodass die Bohrung in einer Tiefe von 130 cm abgebrochen werden musste.

Die Bohrung 3 zeigt einige oberflächenparallele Risse und Hohlräume im Mauerwerk, sodass bei dieser Bohrung das Bohrwasser im Mauerwerk abgeflossen ist. Zudem wurde beim Putzauftrag ein Hohlraum im Mauerwerk verfüllt.

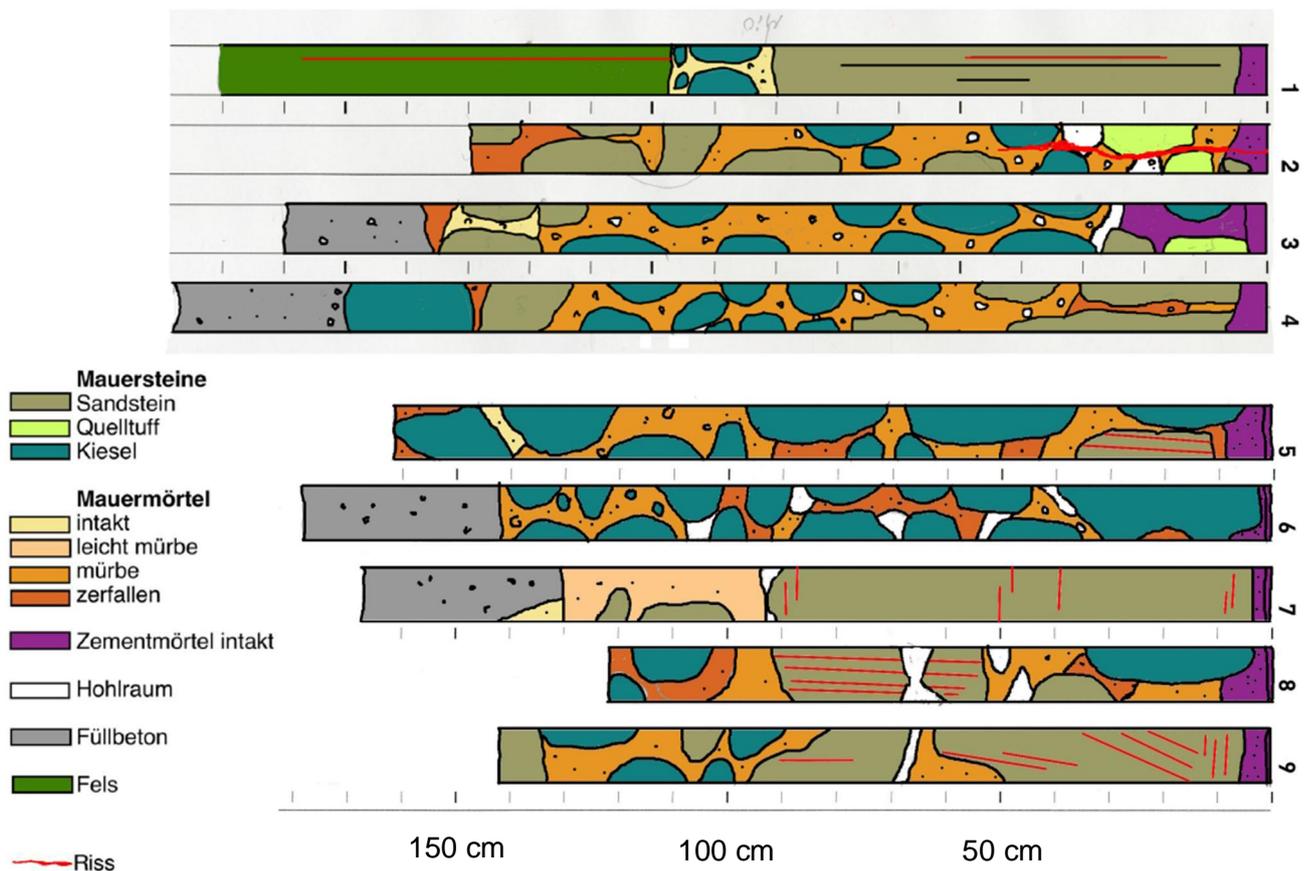
Die Bohrungen 4 und 5 zeigen einen eher besseren Kern, trotz des mürben bis zerfallenen Mörtels, da hier noch keine Hohlräume zu sehen sind.

Die Bohrung 6, 7 und 9 zeigen dann wieder die typischen Hohlräume mit dem zerfallenen Mauermörtel.

Die Bohrung 7 zeigt wie schon die Bohrung 1 einen Binderstein.

Bei den Bohrungen 3, 4, 6 und 7 wurde zum Schluss jeweils in einen Füllbeton gebohrt.

Grundsätzlich zeigen alle Bohrungen, dass der erbohrte Mauermörtel meist mürbe oder zerfallen ist und daher beim Bohren in Bohrlochwandnähe bis max. in einige Zentimeter Tiefe ausgespült und durch den Kies aus dem Mörtel auch ausgerieben wurde.



### Laboruntersuchungen

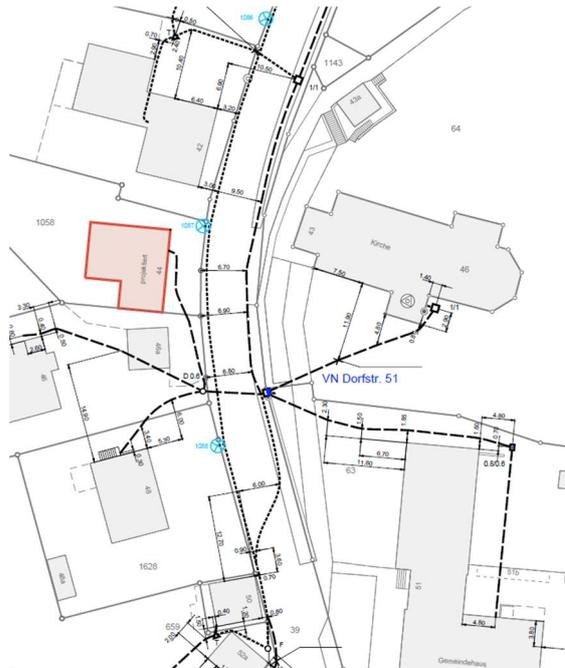
Am intakten Mauermörtel beträgt der Mittelwert der Druckfestigkeit 5.4 N/mm<sup>2</sup>.

Die aufgrund des Zustandes geschätzte Normaldruckfestigkeit des Naturstein-Mauerwerks beträgt  $f_{yk} = 2 \text{ N/mm}^2$  bei mürben Mauermörtel und  $f_{yk} = 1 \text{ N/mm}^2$  bei zerfallenem oder fehlendem Mauermörtel. Dies sind geringe Festigkeiten. Entsprechend ist der Widerstand des Mauerwerks gegen horizontale Kräfte ebenfalls als gering einzustufen.

4.2.5. Untersuchungen zum Baugrund / Geologie, Grundwasserspiegel

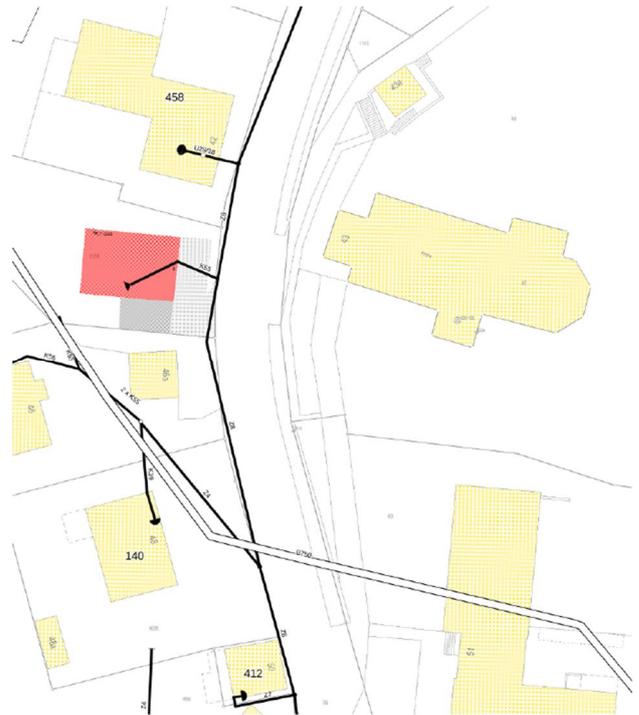
Es wurden keine geologischen Untersuchungen erstellt. Auf swisstopo des Kantons Berns sind keine Bohrprofile in der näheren Umgebung der Kirche vorhanden. Aufgrund des guten Zustandes der Kirche dürfte diese auf gutem Baugrund / Fels fundiert sein. Bei der durchgeführten Bohrung Nr. 1 am Fuss der Stützmauer wurde Sandsteinfels erbohrt.

4.2.6. Angaben zu Werkleitungen, Entwässerungs- und Sickerleitungen



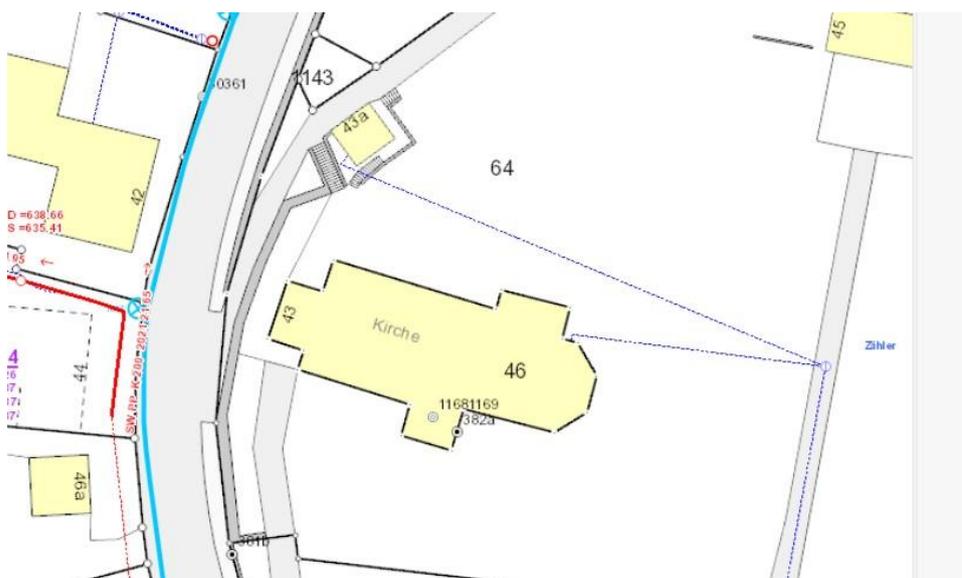
Auftrags-Nr. : 2903136  
Gemeinde : Lauperswil

Elektra Emmenmatt  
Schöpbachstrasse 14  
3543 Emmenmatt



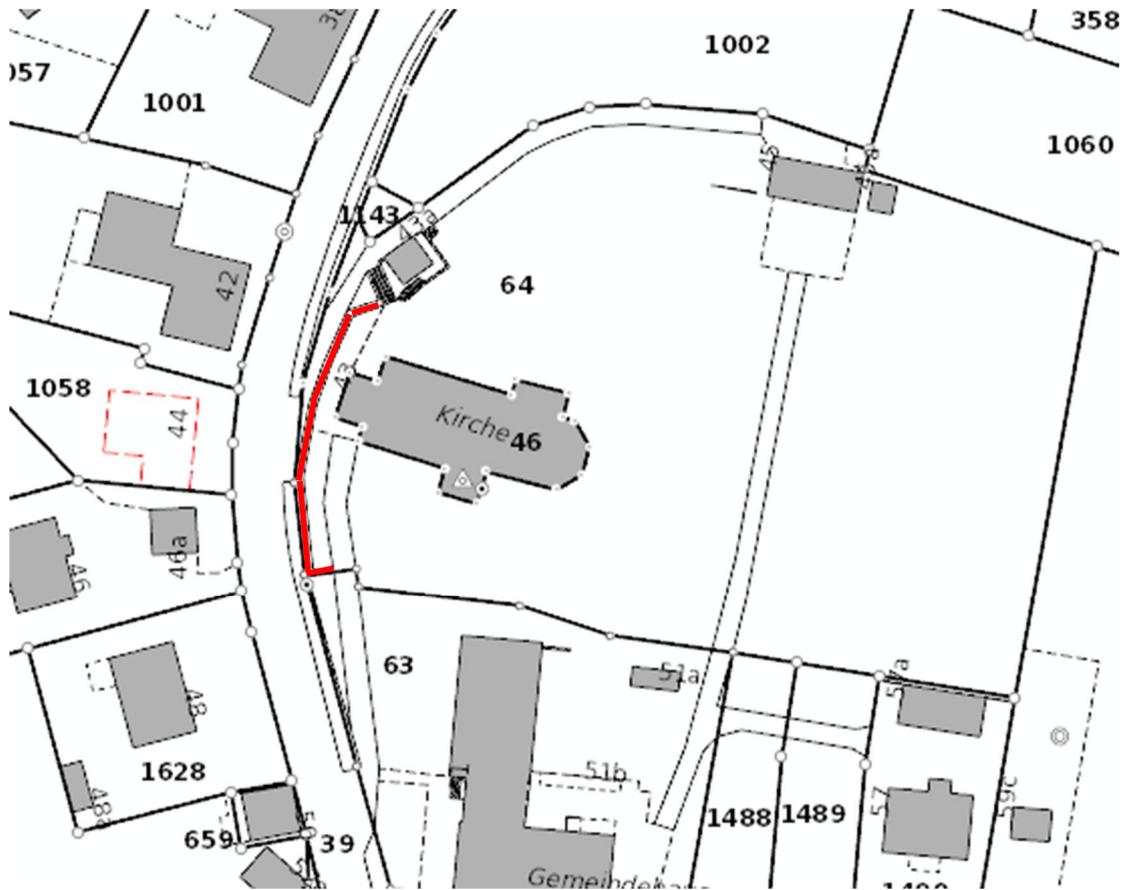
Elektra Emmenmatt

Swisscom Netzauskunft



Leitungskataster EWG Lauperswil

4.2.7. Eigentumsverhältnisse



Parzelle	Eigentümer
39	Kanton Bern Tiefbauamt
63	Einwohnergemeinde Lauperswil
46	Kirchgemeinde Lauperswil
64	Einwohnergemeinde Lauperswil
1143	Verein zur Unterhaltung des Denkmals der Lst.Kan.KP 23 Lauperswil

4.3. Tragwerksanalyse und Nachweise

Ein Nachweis der Tragsicherheit kann nicht geführt werden. Hierfür fehlen die erforderlichen Kennwerte (geologische Kennwerte zum Baugrund, exakte Mauerabmessungen, zeitliche Veränderungen in der Zusammensetzung des Mörtels durch Wassereinwirkung, Verwitterung der Steine und Störungen durch Wurzelbildung, etc.). Die durch die Mattec AG festgestellten Mauerwerksfestigkeiten sind gering. Die Festigkeiten werden durch den Ersatz des mürben Mörtels und von verwitterten Steinen im vorderen Bereich der Mauer wieder auf ein annehmbares Niveau angehoben. Im Kern der Mauer und auf der Rückseite der Mauer bleibt jedoch die relativ geringe Festigkeit bestehen. Es ist davon auszugehen, dass ein Nachweis der inneren Tragsicherheit gemäss den Anforderungen der aktuellen SIA-Normen auch nach der Instandsetzung nicht erbracht werden kann.

Da die Mauer ein erhebliches Alter erreicht hat, kann davon ausgegangen werden, dass diese nach der Instandsetzung wieder eine genügende innere Tragfähigkeit aufweisen wird. Durch den Einbau einer Vernadelung im Bereich der instabilen Ausbauchungen wird die innere Tragfähigkeit in diesen Bereichen deutlich verbessert, auch wenn nicht der gesamte Mauerquerschnitt neu aufgemauert wird. Es handelt sich hierbei um eine sichernde Massnahme. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass nach der Instandsetzung auch Bereiche, welche heute als genügend tragfähig betrachtet werden, zukünftig auch noch vernadelt werden müssen.

Die Vernadelung der Mauer birgt auch Risiken bei der Ausführung und sie verändert das ursprüngliche Tragverhalten der Mauer. Es ist deshalb geplant, nur die Bereiche zu vernadeln, welche starke Verformungen aufweisen, dies im Wissen, dass gegebenenfalls später weitere Bereiche vernadelt werden müssen. Die Mauer muss auch nach der Instandsetzung regelmässig inspiziert werden um Bereiche, welche eine ungenügende Tragfähigkeit aufweisen, festzustellen und wieder instand zu setzen.

Die äussere Tragsicherheit der Mauer gegen Kippen, Gleiten und Grundbruch dürfte aufgrund der Zustandsuntersuchung genügend sein. Es wurden keine Verformungen festgestellt, welche auf eine ungenügende äussere Tragfähigkeit hinweisen. Eine Verstärkung der Mauer für eine Verbesserung des äusseren Tragwiderstands ist aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes nicht notwendig.

#### **4.4. Zustandsbeurteilung**

Der Zustand der Stützmauer muss aufgrund der bis zu rund 30 cm starken Ausbauchung, der Risse im Mauerwerk und im sichtbaren Zementputz zusammen mit der teilweise fortgeschrittenen Verwitterung der Baustoffe als schlecht eingestuft werden. Die Instandsetzung der Mauer muss aus unserer Sicht daher innerhalb der nächsten 1 bis 2 Jahre erfolgen.

##### **Schadensmechanismus**

Der originale, kalkgebundene Mauermörtel wurde durch den zementösen Verputz erheblich in Mitleidenschaft gezogen. Aufgrund dieser feuchtigkeitsundurchlässigen Putzschicht konnte aufsteigende und hinter der Mauer eindringende Feuchtigkeit und Nässe im Mauerwerk nicht mehr nach aussen entweichen. Die Bausubstanz ist vollständig durchfeuchtet, was u.a. zu Frostschäden und einer Degeneration des Mauermörtels und des Sandsteinmaterials führte.

Zudem konnten sich dadurch aus dem Boden gelöste und durch das Material selbst eingebrachte, respektive durch Streusalz zusätzlich eingetragene Salze langfristig im Mauerwerkgefüge einlagern. Diese kristallisieren zwischen Mauerwerksoberfläche und Verputz aus und verursachen Ablösungen bzw. Abplatzungen der harten Schale und sie schädigen den weichen Kalkmörtel des Mauerwerks nachhaltig.

Dieser zementöse Verputz dürfte rund um das Jahr 1950 als Sanierungsmassnahme zur Stabilisation und als Schutz vor Witterung erstellt worden sein. Es sind kaum Dokumente dazu vorhanden.

## **5. TECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE**

### **5.1. Projektrandbedingungen**

#### 5.1.1. Denkmalpflege

Die Stützmauer ist ein K-Objekt und gilt als schützenswert. Die kantonale Denkmalpflege ist deshalb von Beginn an bei den Untersuchungen und der Erarbeitung des Instandsetzungskonzeptes involviert.

#### 5.1.2. Sicherheitsmassnahmen gegen Absturz - Geländer

Auf der Mauerkrone, welche sich rund 60 cm über dem obenliegenden Terrain befindet, ist kein Geländer vorhanden. Um die Absturzsicherheit zu gewährleisten empfehlen wir deshalb ein filigranes Geländer als Absturzsicherung zu erstellen. Die Planung eines solchen Geländers ist durch einen Fachplaner Architektur zu erstellen. Die Denkmalpflege ist während der Planungsphase beizuziehen.

Der Gemeinderat der Einwohnergemeinde Lauperswil hat an seiner Sitzung vom 13.08.2024 beschlossen, auf ein neu zu erstellendes Geländer auf der Mauerkrone zu verzichten. Es wird der Bestand vorerst beibehalten.

#### 5.1.3. Sicherheit

Am Mauerfuss befindet sich ein Trottoir und die Kantonsstrasse (Dorfstrasse). Die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer während den Instandsetzungsarbeiten ist zu gewährleisten. Es ist kein Busbetrieb auf diesem Strassenabschnitt vorhanden.

Der Strassenabschnitt vor der Stützmauer ist auf 30 km/h beschränkt. Es wird deshalb auf eine Lichtsignalanlage verzichtet. Für die Instandsetzung der Etappe 2 wird vor dem Gerüst entlang des Trottoirrandes ein Doppellattenzaun erstellt und die Baustelle wird mit der standardmässigen Signalisation für Baustellen ausgerüstet. Der Fussgängerverkehr wird über den Kirchengang umgeleitet.

Die geplante Baustellenabspernung und ggf. weitere Massnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit sind mit dem Strasseninspektorat (Rolf Stöckli, 034 633 76 26) und der Kantonspolizei (Richard Schmid / Raffael Binder 031 635 53 11) abzuklären.

#### 5.1.4. Land und Rechte, Verträge, Nachbarrechte

Es gibt keine Unterhaltsverträge. Der Unterhalt der Stützmauer geht zu Lasten der Einwohnergemeinde Lauperswil. Die kantonale Denkmalpflege hat eine Beteiligung an den Instandsetzungskosten der historischen Bausubstanz von rund 17.5 % in Aussicht gestellt.

#### 5.1.5. Bestandesaufnahme

Vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten ist eine Bestandesaufnahme / Rissprotokoll mindestens von der Kirche, Parzelle Nr. 46, und von der Dorfstrasse zu erstellen.

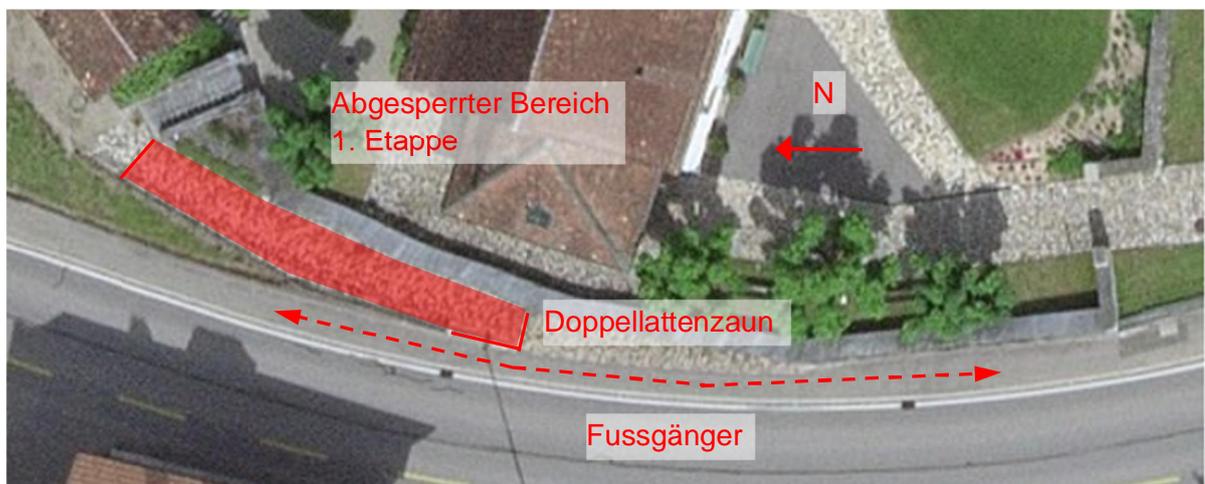
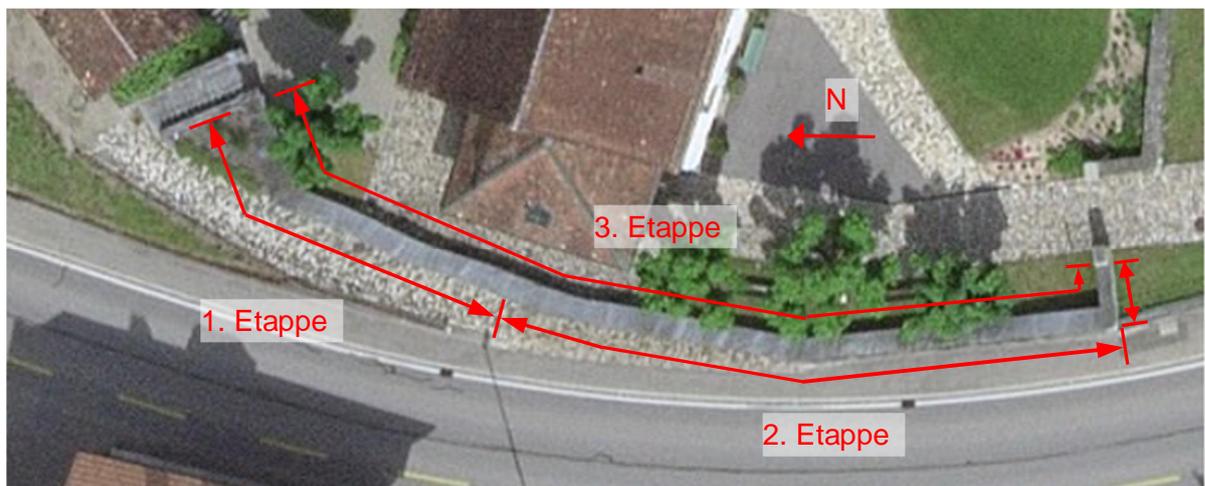
5.1.6. Bewilligungswesen

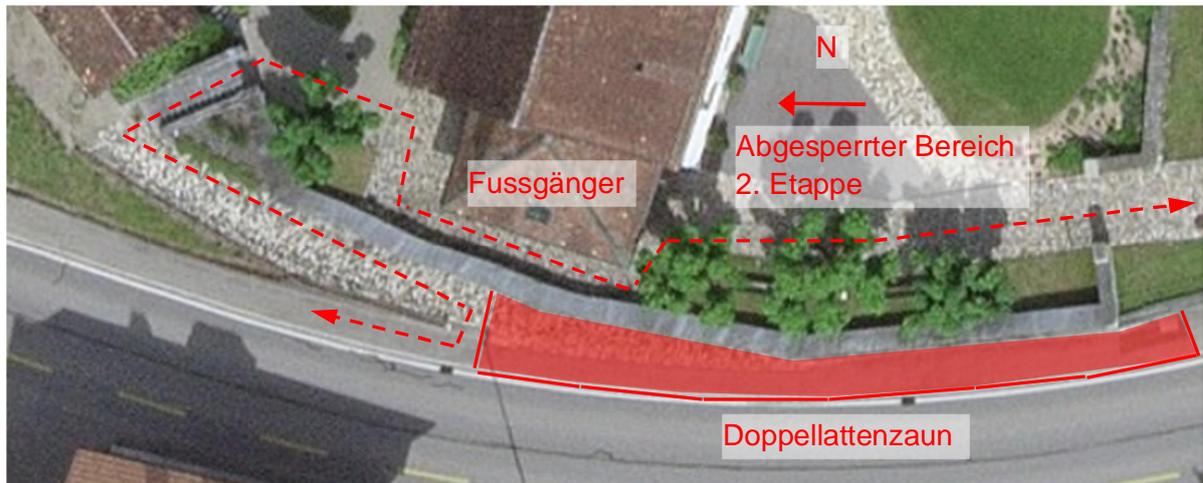
Seitens Gemeinde ist abzuklären, ob die Instandsetzung im Allgemeinen, die Erstellung des Sickergrabens mit den Leitungen und neuen Schächten hinter der Stützmauer und die Gefällsänderung entlang des Fussbereiches der Stützmauer beim gepflasterten Kirchenaufgang bewilligungspflichtig sind.

Die Fachstelle der Denkmalpflege empfiehlt ein Bewilligungsverfahren, insbesondere auch für die Rechtssicherheit des Werkeigentümers im Hinblick auf angrenzende Objekte wie Kirche, Bäume, Absturzsicherung (Geländer), Kantonsstrasse usw.

5.1.7. Baurealisierung und Bauphasen

Aktuell ist geplant, die Mauer in drei Etappen instand zu setzen. Die nördliche erste Etappe im Bereich des Aufstiegs zur Kirche kann ohne Verkehrsbeeinträchtigungen erstellt werden. Für die Instandsetzung der südlichen zweiten Etappe kann nur das Trottoir der Kantonsstrasse gesperrt werden. Die Innenseite der Stützmauer wird in einer dritten Etappe instandgesetzt.

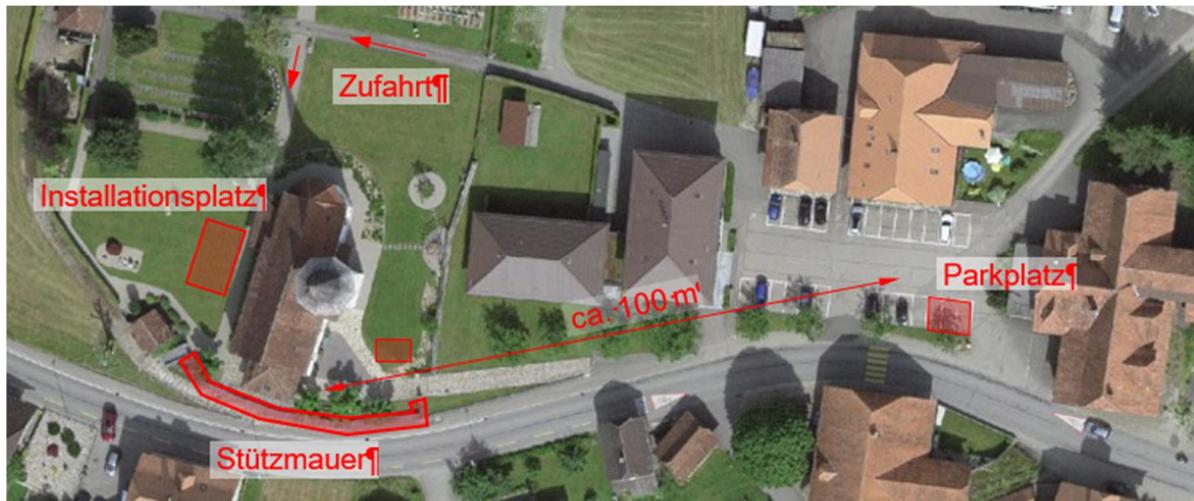




Während der 2. Etappe müssen Bauschutt und Baumaterialien über die Stirnseiten des Gerüsts zu den Mulden respektive an den Arbeitsort transportiert werden.

#### 5.1.8. Baustelleninstallation

Der Installationsplatz befindet sich nördlich der Kirche. Auf dem Parkplatz der Gemeindeverwaltung werden 3 Parkplätze zur Verfügung gestellt. Die öffentliche WC-Anlage kann während der Bauzeit durch den Unternehmer benutzt werden. Dort kann auch Wasser genommen werden. Die WC-Anlage ist 1 x wöchentlich durch den Unternehmer zu reinigen. Strom kann ab der Kirche entnommen werden. Reicht die Stromleistung für die Geräte des Unternehmers nicht aus, ist durch den Unternehmer eine Notstromgruppe zu stellen.



#### 5.1.9. Ausführungszeitpunkt und Bauzeit

Aufgrund des schlechten Zustandes der Mauer war die Instandsetzung ursprünglich im Jahre 2025 geplant. Die Erarbeitung des Sanierungskonzeptes mit den notwendigen Untersuchungen hat jedoch viel Zeit in Anspruch genommen. Die Sanierung wurde deshalb ins Jahr 2026 verschoben.

Wir schätzen die Bauzeit für die Umsetzung des Instandsetzungskonzeptes auf rund 6 Monate. Die Mauer wird bis zum Sanierungsstart regelmässig beurteilt, um mögliche kritische Zustände, welche zu einem Teileinsturz führen könnten, frühzeitig zu erkennen und

entsprechende Massnahmen umsetzen zu können. Wir schätzen das Risiko eines Teileinsturzes bis zum Sommer 2026 als klein ein.

Im Jahr 2025 wird eine zweite Musterfläche erstellt, um ein repräsentativeres Bild der Mauer und deren Zustand über die gesamte Mauerlänge zu erhalten. Auch wird der Zustand der bestehenden Leitungen mittels Kamera untersucht.

## **5.2. Variantendiskussion**

Grundsätzlich können die Varianten Zustand belassen, Neubau und Instandsetzung in Betracht gezogen werden. Die Variante Zustand belassen ist jedoch aufgrund des schlechten Zustandes der Mauer mit den instabilen Ausbauchungen keine Option mehr.

Ein Neubau der Mauer mittels Betonwand und Vormauerung in Pietra Rasa oder verputzt, hätte gegenüber der geplanten Instandsetzung deutlich grössere Kosten zur Folge. Dafür wäre die nahezu unterhaltsfreie Nutzungsdauer mit 50 – 100 Jahre ebenfalls deutlich höher. Auch die Tragsicherheit der neuen Stützwand würde den Anforderungen der SIA-Normen entsprechen. Der notwendige Aushub und die Baugrubensicherung (Nagelwand) nahe der Kirche bergen jedoch erhebliche Risiken von Erschütterungen und Setzungen, welche zu Schäden an der Kirche führen könnten. Für die Denkmalpflege ist unter anderem aufgrund dieser Risiken eine Betonmauer aufgrund des heutigen Kenntnisstandes nicht bewilligungsfähig.

Die Instandsetzung der Mauer ist prinzipiell möglich und aus denkmalpflegerischer Sicht gewünscht. Mit den im Instandsetzungskonzept vorgeschlagenen Massnahmen können nicht alle Problemfelder der Stützmauer behoben werden. Es wird auch nach der Instandsetzung ein regelmässiger Unterhalt der Stützmauer erforderlich sein. Die Problemfelder, welche aufgrund des heutigen Kenntnisstandes nach der Instandsetzung weiterhin bestehen bleiben, sind in Kapitel 1.1 aufgelistet.

## 6. INSTANDSETZUNGSKONZEPT

### 6.1. Massnahmen

Die Instandsetzung der Stützmauer besteht im Wesentlichen aus folgenden Massnahmen:

- Abspitzen und Entsorgen des zementösen Deckverputzes
- Vernadelung der Stützmauer der instabilen Bereiche mit Ausbauchungen mittels Chromstahlstangen, um eine genügende Stabilität zu erhalten
- Erneuerung von mürben Fugen soweit wie zugänglich, Ausbau, Reinigung und neu Versetzen von losen Mauer- und Zwickelsteinen
- Rückbau und neues Aufmauern von destabilisierten Mauerbereichen (z.B. Ausbauchungen), Ersatz von qualitativ schlechtem Steinmaterial (verwitterte Sandsteine)
- Reinigen der Maueroberfläche mittels Fluatierens und Bürstens
- Erstellen neue Maueroberfläche steinsichtig als verfugtes Bruchsteinmauerwerk mit möglichst viel sichtbaren Steinoberflächen
- Erstellen von Entlastungsbohrungen am Mauerfuss und von kleinen Öffnungen in den Mauerwerksfugen zur Belüftung und Förderung des Abtrocknens des Mauerquerschnitts
- Erstellen einer Sickerleitung hinter der Stützmauer um möglichst viel Oberflächenwasser abzuführen
- Falls erforderlich neu versetzen von losen bestehenden Abdeckplatten
- Ersatz der bestehenden Fugen zwischen den Abdeckplatten
- Erstellung eines Gefälles weg vom Fuss der Stützmauer im Bereich des gepflästerten Kirchenganggangs

#### 6.1.1. Bestandesaufnahme

Vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten ist eine Bestandesaufnahme / Rissprotokoll mindestens von der Kirche, Parzelle Nr. 46, und von der Dorfstrasse zu erstellen.

#### 6.1.2. Abspitzen des bestehenden Verputzes

Das Abspitzen des bestehenden Verputzes hat sorgfältig und in Etappen zu erfolgen. Die Etappengrösse ist dem Zustand des Mauerwerks anzupassen. In stabilen Bereichen beträgt eine Etappenbreite rund 1.5 bis 2 m und reicht über die gesamte Höhe der Mauer. In den instabilen Bereichen der Ausbauchungen beträgt die Etappengrösse rund 1.5 x 1.5 m oder weniger. Die erste Etappe ist in einem möglichst stabilen Bereich auf eine Breite von rund 2 bis 2.5 m zu erstellen. Der Ersatz des mürben Fugenmaterials erfolgt danach in der Mitte dieser Etappe auf eine Breite von rund 1.5 m. Somit kann gewährleistet werden, dass während dem Abspitzen der Folgetappen der instandgesetzte Fugenmörtel keine Schäden aufgrund von Erschütterungen und Vibrationen nimmt. Diese werden in den nicht instandgesetzten Bereichen der freiliegenden Mauer abgebaut.

#### 6.1.3. Ersatz mürbes Fugenmaterial

In einigermassen stabilen Bereichen wird das mürbe Fugenmaterial aus der freigelegten Mauer entfernt und ersetzt. Einzelnes loses Steinmaterial wird ausgebaut, gewaschen und neu eingemörtelt, verwittertes Steinmaterial wird ersetzt. Beim Ersatz von verwittertem Steinmaterial ist auch Tuffstein zu verwenden, da dieser Feuchte aus dem Mauerinnern nach aussen befördert. Bevor die neuen Steine und der neue Fugenmörtel eingebaut werden, sind die entstandenen Öffnungen mittels Staubsauger auszusaugen. Die Anschlussflächen sind vor dem

Einbau des neuen Fugenmörtels vorzunässen um einen möglichst guten Verbund mit dem bestehenden Steinmaterial zu erhalten. Eine sorgfältige Nachbehandlung ist umzusetzen. Um das Abtrocknen der Mauer zu fördern sind in Bereichen ohne Tuffsteine kleine, tiefreichende Öffnungen in den Fugen zu erstellen. Der Rückbau des mürben Fugenmaterials soll möglichst tief reichen, mindestens jedoch rund 10 cm. Die anzuwendende Mörtelmischung ist mit dem archäologischen Dienst des Kantons Bern aufgrund des effektiv vorhandenen Steinmaterials und der Art des vorhandenen Mauerverbandes zu bestimmen. Als Grundlage dient die folgende Mörtelmischung:

Hartsteinmauerwerk	mauern	ausfugen
Zuschläge	5.5 Teile Sand 0 - 4 mm (70%) 2.5 Teile Kiesel 4 - 8 mm (30%)	Eventuell feiner
Bindemittel	0.8 Teile Hydr. Kalk NHL 5 (Otterbein, Fenix)	0.8 Teile
	0.5 Teile Weisszement (Aalborg)	0.5 Teile
	1.2 Teile Weisskalk (Kalko) Ca(OH) <sub>2</sub>	1.2 Teile
Zusätze	0.5 dl Porenbilder pro 100 Liter Mörtel (Sika Por M)	

[Quelle: Mörtelrezept des archäologischen Dienstes, Stand 2019, Martin Portmann]

#### 6.1.4. Vernadelung von instabilen Bereichen

Bei instabilen Bereichen (z.B. bei den Ausbauchungen) ist aufgrund der vorhandenen Risse und der inneren Aufweichung (mürber Mörtel, kaputte Steine und Hohlräume) in einem ersten Schritt eine Stabilisierung erforderlich. Dazu wird die Mauer in kleinen Etappen abschnittsweise vom Zementputz befreit und die schadhafte Steine und Mörtelbereiche bis in eine Tiefe von rund 30 cm, lokal auch bis rund 50 cm ausgeräumt und wieder aufgebaut. Lässt es die Stabilität der Mauer zu, werden weitere Kleinetappen so ausgeführt. Danach erfolgt eine systematische Vernadelung der Mauer mittels Chromstahlstangen Typ Ripinox, Ø 12 mm, Länge 150 cm. Die Mattec AG schlägt eine Vernadelung mit Chromstahlstangen Ø 16 mm vor. Wir bevorzugen einen kleineren Durchmesser, da die Mauerfestigkeit gering ist und dadurch nur relativ geringe Kräfte durch die einzelnen Nadeln aufgenommen werden müssen. Kleinere Durchmesser in kleineren Abständen sind deshalb zu bevorzugen. Die Nadeln werden möglichst in grössere noch einigermaßen gesunde Steine gesetzt. Die Injektion der Nadeln erfolgt durch die erstellten Bohrlöcher. Hierzu wird ein Schlauch aus Kunststoff, welcher mit den Nadeln ins Bohrloch gestossen wird, verwendet. Dieser Schlauch wird während dem Injektionsprozess wieder herausgezogen. Die Nadeln werden in diagonal versetzten Reihen im Abstand von ca. 75 cm und in der Höhe ebenfalls von ca. 75 cm eingebaut. Die Bohrungen für die Löcher müssen im Mantelbereich, das heisst in den ersten 70 cm ab Sichtfläche, erschütterungsfrei und schonend mittels Kernbohrungen ausgeführt werden. Danach können die vorgebohrten Löcher mit einer Schlagbohrmaschine weitergebohrt werden. Der Bohrl Lochdurchmesser beträgt rund 50 mm. Die Injektionen über die Nadellöcher hat vorsichtig von unten nach oben zu erfolgen, mit einer eher thixotropen Einstellung des Injektionsgutes (Steuerung über den W/Z-Wert) oder mit Injektionsstrümpfen. Mit diesen Massnahmen wird verhindert, dass Injektionsgut nutzlos in

Rissen und Hohlräumen verschwindet. Die Mattec AG schlägt einen Injektionsmörtel der Firma Kuchler vor (z.B. Kümix). Wir bevorzugen einen Injektionsmörtel mit möglichst geringem Anteil an Zement (z.B. Trass der Firma Holcim). Der Aufbau eines schädlichen hydrostatischen Drucks ist mittels geeigneter Etappierung, sowie Druckbegrenzung zu verhindern. Beim Setzen der Nadeln ist darauf zu achten, dass sie ca. 3 cm hinter der neuen Maueroberfläche eingebracht werden. Die Nadelköpfe können danach eingemörtelt werden.

Sollte es der Zustand der instabilen Bereiche zulassen ist auch eine Sicherung der inneren Tragfähigkeit durch den Einbau von rostfreien Bewehrungseisen in Fugen anstelle einer Vernadelung denkbar. Dies ist während den Instandsetzungsarbeiten abzuklären.

Sollte die Mauer nach dem Entfernen des Verputzes zu instabil sein, muss die Vernadelung vor dem Entfernen des Verputzes erstellt werden, damit eine genügende Tragfähigkeit der Mauer während den Instandsetzungsarbeiten gewährleistet ist. Dies hätte den Vorteil, dass austretendes Injektionsgut, welches über die Maueroberfläche läuft, durch den Abbau des Verputzes ebenfalls entfernt wird. Der durch die bestehenden Nadeln erschwerte Ab- und Wiederaufbau der Mauer wäre jedoch ein Nachteil.

#### 6.1.5. Abbau und Wiederaufbau von instabilen Bereichen

Um die Arbeiten für den Ab- und Wiederaufbau gefahrlos und etappiert ausführen zu können, sind temporäre Sicherungsmassnahmen mit Kanthölzern oder dergleichen notwendig. Der Mauerab- und Wiederaufbau ist aufgrund der Nadeln und der Sicherungsmassnahmen erschwert. Nach erfolgtem Abbau sind die Abbaubereiche, die angrenzenden Mauerteile und die entnommenen Mauersteine staubfrei (mit Wasser) zu reinigen. Bei partieller Neuerstellung muss oft ein Teil der Mauersteine neu geliefert werden. Die Formate und die Bearbeitung sind zu definieren. Sie sollen möglichst dem Bestand entsprechen. Neben Kalksteinen und Flusskieseln sind auch Tuffsteine einzubauen, welche Feuchte und Nässe aus der Mauer aufnehmen und an die Oberfläche befördern, wo es verdunstet. Auf den Einsatz von Sandsteinen ist zu verzichten, da die Mauer stark durchfeuchtet ist.

Der Wiederaufbau der abgebauten Bereiche erfolgt durch sattes Aufmauern mit den gewaschenen Steinen aus dem Bestand und mit zusätzlichen neuen Steinen. Grössere Mörtelan-sammlungen können mit sogenannten Zwickelsteinen vermieden werden. Die Arbeitsleistung wird vor allem durch die Abbindezeit des Mauermörtels beschränkt, sodass pro Tag in der Regel nicht mehr als 3 - 5 Steinlagen aufgemauert werden können (bei kühler Witterung auch weniger). Vor jedem Arbeitsschritt sind die angrenzenden Flächen mit genügend Wasser anzu-feuchten, sodass der neue Mauermörtel nicht zu schnell austrocknet und ein guter Verbund zwischen Bestand und Wiederaufbau entstehen kann. Hier ist zu beachten, dass je nach Wit-terung auch während den Arbeiten nachgefeuchtet werden muss und eine sorgfältige Nachbe-handlung mit feuchten Abdeckmatten erforderlich ist.

#### 6.1.6. Erstellen Maueroberfläche als verputztes Bruchsteinmauerwerk

Die neue Oberfläche der Mauer wird als verputztes Bruchsteinmauerwerk gezeigt. Die Stein-oberflächen werden den Fugenmörtel um 1 bis 5 cm überragen. Die Maueroberfläche wird hierfür mittels Fluatierens und Bürstens gereinigt. Die in breiten Fugen eingemörtelten Spickel-Steine werden zum Teil gezeigt. Die heute bereits bestehende unebene Form der Mauerober-fläche wird übernommen und durch den Abbau des bestehenden Verputzes noch etwas ver-stärkt. Es entsteht dadurch ein deutlich raueres und unebeneres Bild der Maueroberfläche ge-genüber der heutigen verputzten Mauerfläche oder gegenüber einer Maueroberfläche in Pietra Rasa Manier. Dies kann als störend oder visuell als unschön empfunden werden.

Der grosse Vorteil eines verfugten Bruchsteinmauerwerks gegenüber einer Oberfläche in Pietra Rasa Manier oder einer verputzten Maueroberfläche liegt in der grösseren Diffusionsfreiheit, da kein unnötiger Putzmörtel auf der Maueroberfläche aufgebracht wird. Eindringende Nässe und Feuchte können schneller an der Maueroberfläche abgegeben werden und der Mauerkerne kann deshalb besser austrocknen. Auch Abplatzungen von Verputzmörtel infolge Frosteinwirkungen werden nahezu vermieden. Die Erstellungskosten für die Maueroberfläche und die zukünftigen Kosten für den notwendigen Mauerunterhalt sind ebenfalls kleiner.



Beispiel Musterfläche als verfugtes Bruchsteinmauerwerk

#### 6.1.7. Gerüstarbeiten

Das Arbeitsgerüst ist so zu erstellen, dass ein einfaches Arbeiten möglich ist. Da die Abstellbasis des Gerüsts im Gefälle ist, werden die Arbeiten in einigen Bereichen ab Aufritten oder kurzen Bügelleitern ausgeführt. Das Arbeitsgerüst ist mit einem Dach auszubilden damit die Mauer während den Instandsetzungsarbeiten vor Niederschlägen und starker Sonneneinstrahlung geschützt ist.

In Bereichen, welche neu aufgemauert werden müssen (bei den Bauchungen), ist ein Schwerlastgerüst vorzusehen. Damit ist gewährleistet, dass genügend Platz und Nutzlast für Steinmaterial auf dem Gerüst vorhanden ist.

#### 6.1.8. Entlastungsbohrungen

Am Mauerfuss werden ca. alle 3 m Entlastungsbohrungen Durchmesser 150 mm erstellt. In diese wird ein geschlitztes Sickerrohr eingebaut. Die Entlastungsbohrungen sollen Hangwasser und Feuchte aus der Mauer befördern sowie den Mauerkerne belüften.

#### 6.1.9. Sickergraben mit Sickerleitung

Hinter der Mauer wird ein Sickergraben mit einer Sickerleitung erstellt, um Oberflächenwasser möglichst von der Mauer fern zu halten. Der Sickergraben wird rund 50 cm tief und rund 40 cm breit ausgeführt. Unter der Sickerleitung wird ein Bankett gemörtelt und darüber eine Sickerpackung eingebaut. Die Sickerpackung ist regelmässig von Bewuchs zu befreien. Die Gräbersondagen haben gezeigt, dass keine Gräber betroffen sein dürften. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass Gräber angetroffen werden. In diesem Falle müssten die Gräber durch

den archäologischen Dienst begutachtet und die Skelette entfernt werden. Die Arbeiten müssten deshalb unterbrochen werden.

#### 6.1.10. Wurzelwerk und Bäume

Das Wurzelwerk der Bäume hinter der Stützmauer schädigt diese. Wurzeln dringen in den Mauerwerksmörtel ein und fördern dessen Zersetzung. Auch kann der Wurzeldruck und das Gewicht der Bäume zu Verformungen der Mauer führen. Wir empfehlen deshalb, die Bäume zu entfernen. Ob dies möglich und gewünscht ist, muss die Einwohnergemeinde Lauperswil entscheiden.

#### 6.1.11. Abdeckplatten und Fugen

Die Fugen zwischen den Abdeckplatten werden neu erstellt und lose Abdeckplatten werden, falls erforderlich, neu versetzt. Das Erstellen der Fugen mittels Mörtel birgt das Risiko, dass wieder Risse entlang der Flanken der Abdeckplatten und im Fugenmörtel entstehen. Diese Risse sind kaum zu vermeiden und entstehen aufgrund des Schwindens des Fugenmörtels und den temperaturbedingten ungleichen Verformungen der Abdeckplatten gegenüber der Stützmauer. Das Erstellen von elastischen Silikonfugen, welche Verformungen besser aufnehmen können, anstelle von Mörtelfugen, hat den Nachteil, dass diese alle rund 5 Jahre ersetzt werden müssen. Wir planen deshalb, wie im Bericht der Mattec AG ebenfalls vorgeschlagen, eine Kombination aus Mörtel- und Silikonfugen. Alle rund 6 m wird anstelle einer Mörtelfuge eine Silikonfuge erstellt, welche die temperatur bedingten Verformungen aufnehmen kann. Das Fugenmaterial auf Silikonbasis muss für Abdeckplatten aus Naturstein geeignet sein (z.B. Illbruck oder Weber Silikon K+N). Die frisch erstellten Silikonfugen können mit Anthrazit abgesandet werden, damit diese möglichst gleich aussehen wie die Mörtelfugen. Bei den Mörtelfugen ist ebenfalls eine sorgfältige Nachbehandlung erforderlich.

Der Überstand der heutigen Abdeckplatten ist viel zu klein und eine Tropfnase ist nicht vorhanden. Dadurch ist die Maueroberfläche schlecht vor Nässe geschützt. Niederschlagswasser tropft auf die Maueroberfläche. Die Abdeckplatten liegen zudem auf einem Zementmörtelbett. Auf einen Ersatz der Abdeckplatten durch grösser Platten mit grösserem Überstand und das Entfernen des zementösen Mörtelbettes unter den Abdeckplatten wird aus Kostengründen verzichtet. Die Kosten hierfür wären gegenüber den erhöhten Unterhaltskosten bei Beibehaltung des Bestandes unverhältnismässig.

#### 6.1.12. Anpassung Gefälle am Wandfuss im Bereich der gepflästerten Strasse

Die gepflästerte Strasse beim Zugang zur Kirche weist heute ein Quergefälle zum Wandfuss hin auf. Das dadurch zugeführte Niederschlagswasser führt zu einer erhöhten Durchnässung des Wandfusses, welche diesen schädigen. Im Bereich des Wandfusses ist auf rund 50 cm die Pflasterung zu entfernen und mit einem Kontergefälle zum Wandfuss hin neu zu erstellen.

## 6.2. Kostenschätzung

Die Genauigkeit der Kostenschätzung beträgt +/- 30%. Eine höhere Kostengenauigkeit ist trotz den durchgeführten Sondagen und Untersuchungen nicht möglich. Die grösste Unsicherheit betrifft das Ausmass der ab- und neu aufzubauenden Mauerbereiche.

Die Kostenschätzung erfolgt auf Grundlage der Zustandsuntersuchungen, der ausgeführten Musterfläche, eingeholter Kostenschätzungen von Unternehmern (Gerüst und Vernadelung), der Richtofferte BSA-Rosati vom 19.05.2023 und der durch uns ausgeführten Instandsetzung der Stützmauer Thunstetten im Jahre 2020.

<b>Bauteil / Arbeitsgattung</b>	<b>Massnahmenbeschreibung</b>	<b>Kostenschätzung CHF +/- 30%</b>
Installation	Baustellensignalisation und Abschränkungen und Baustelleninstallation	20'000.--
Gerüst	Erstellen, Vorhalten, Umstellen, Miete und Abbau Gerüst mit Dach	23'000.--
Stützmauer	Vernadelung und Instandsetzung der Stützmauer, Erstellen Maueroberfläche als verputztes Bruchsteinmauerwerk	386'000.--
Sickerleitung	Erstellen Sickerleitung mit Sickerpackung hinter der Stützmauer	20'000.--
Entwässerung	Erstellen der Entlastungsbohrungen am Fuss der Stützmauer	10'000.--
Pflästerung	Erstellen Kontergefälle weg vom Fussbereich der Stützmauer	7'000.--
Total Baukosten		466'000.--
Honorare und weitere Kosten	Verwaltungsgebühren, Publikation TBA OIK IV	5'000.--
	Honorar Ausführung und Bauleitung	65'000.--
	Reserve Mehrmengen, Unvorhergesehenes	50'000.--
Total Honorare und weitere Kosten		120'000.--
Gesamttotal exkl. MwSt.		586'000.--
MwSt. 8.1 % gerundet		48'000.--
Gesamttotal inkl. MwSt.		633'000.--

### Beiträge Dritter:

Partner: Denkmalpflege des Kantons Bern

Kontaktperson: Daniel Gygax, 031 633 59 33, daniel.gygax@be.ch

Die Denkmalpflege hat einen Ansatz von 17.5 % für die Kosten der Sanierung / Restaurierung der historischen Substanz (inkl. Gerüstkosten) in Aussicht gestellt. Auf Basis der Kostenschätzung würde dies einem Betrag von rund 81'000.-- entsprechen. Der effektive Betrag kann jedoch erst nach der Schlussrechnung des Unternehmers ermittelt werden.

### **6.3. Weiteres Vorgehen, Projektphasen**

- Das Bauprojekt ist mit diesem Instandsetzungskonzept praktisch erstellt. Folgende Arbeiten sind noch ausstehend:
  - o Ausführung von Kanalfernsehuntersuchungen der bestehenden Leitungen hinter der Stützmauer. Sollten diese undicht sein, müssten sie ebenfalls instandgesetzt werden.
  - o Die Planung der Sickerleitung hinter der Stützmauer (Gefälle der Leitung und Anschlussmöglichkeiten) erfolgt durch die Gemeinde Lauperswil.
  - o Bewilligungsverfahren durch die Gemeinde Lauperswil
- Ausschreibung und Ausführungsprojekt

## **ANHÄNGE**

<b>Anhang 1</b>	<b>Inspektionsbericht BE (42620-11.05.2022)</b>
<b>Anhang 2.1</b>	<b>Kurzbericht BSA-Rosati Mai 2023</b>
<b>Anhang 2.2</b>	<b>Erläuterungen Verputze und Bindemittel BSA-Rosati</b>
<b>Anhang 2.3</b>	<b>Richtofferte Sanierung Stützmauer BSA-Rosati 19.05.2023</b>
<b>Anhang 3</b>	<b>Bericht Zustandsuntersuchung Mattec AG 24.07.2024</b>
<b>Anhang 4</b>	<b>Dokumentation Gräbersondagen 18.06.2024</b>
<b>Anhang 5.1</b>	<b>Offerte Musterfläche BSA-Rosati 11.07.2024</b>
<b>Anhang 5.2</b>	<b>Dokumentation Erstellung Musterfläche 28.10.2024</b>
<b>Anhang 5</b>	<b>Plan Instandsetzungskonzept Stützmauer 28.10.2024</b>
<b>Anhang 6</b>	<b>Detaillierte Kostenschätzung 13.09.2024</b>