

CURE MODERN

–

Initiative moderne Bauwerksprüfung, Stadt- und Regionalplanung

Jochen H. Kurz¹, Ralf M. Moryson¹, Christian Eschmann¹, George Burrier², Carsten Chassard³, Timo Wundsam⁴, Jan-Phillip Exner⁴

¹Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Campus E3 1, 66123 Saarbrücken,
Telefon: +49 681 9302-3880, E-Mail: jochen.kurz@izfp.fraunhofer.de

²Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement,
Direction territoriale Est, 1, Boulevard Solidarité 57070 METZ CEDEX 3

³Landesbetrieb für Straßenbau – Saarland, Lindenallee 2a, 66538 Neunkirchen

⁴ Technische Universität Kaiserslautern, Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden in
Raumplanung und Architektur, Pfaffenbergstraße 95, 67663 Kaiserslautern

Abstract. - *Die Region Saarland-Lothringen-Westpfalz zeichnet sich durch eine Jahrhunderte alte, gemeinsame Geschichte aus, in der dieser Landstrich nicht immer durch territoriale Grenzen getrennt war. Bereits die römischen Baumeister hinterließen Bauwerke von großer kulturhistorischer Relevanz, die die regionale Infrastruktur bis zum heutigen Tag prägen. Um dieses kulturell bedeutungsvolle Erbe auch weiterhin bewahren zu können sowie modernen Ingenieurbauwerken zu einer möglichst langen Lebensdauer zu verhelfen, muss der Zustand der Bausubstanz kontinuierlich geprüft bzw. überwacht werden. Im Rahmen des durch das Programm INTERREG IV A-Großregion geförderten Projektes „CURE MODERN – Initiative moderne Bauwerksprüfung, Stadt- und Regionalplanung SMLPO“ wurde ein Netzwerk von spezialisierten Partnern aus den Regionen Saarland, Lothringen und Westpfalz aufgebaut, das zum grenzüberschreitenden Erfahrungsaustausch im Bereich zerstörungsfreier Prüfverfahren im Bauwesen und der Stadt- und Regionalplanung beiträgt.*



Projet cofinancé par le Fonds européen de développement régional dans
du programme INTERREG IVA Grande Région
L'Union européenne investit dans votre avenir.

Gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im
des Programms INTERREG IVA Großregion
Die Europäische Union investiert in Ihre Zukunft.



1. Einleitung

Grenzregionen gehören in Europa oft zu den strukturschwächeren Gebieten. Die großen Metropolen und Industriezentren entstehen und wachsen meist abseits von den Grenzen eines Landes. Aber in der Region Saarland-Moselle-Lothringen-Westpfalz (SMLW) besteht eine Besonderheit, denn sie zeichnet sich durch eine Jahrhunderte alte, gemeinsame Geschichte aus, die diese Region nicht immer durch territoriale Grenzen trennte.

Im europäischen Raum kannten bereits die griechischen und römischen Baumeister Techniken, die sie befähigten, Bauwerke von großer Leistungsfähigkeit, Schönheit, hohem Nutzen und Langlebigkeit zu bauen. Die römische Zivilisation prägte unsere Region bereits nachhaltig mit ihren Bauwerken, sei es nun die Porta Nigra zu Trier, der Emilianus-Stollen des Kupferbergwerks zu St. Barbara, die römischen Straßen des Saargaus und des Saartals, die römischen Villen von Reinheim und Perl, der Vicus (gallisch-römische Kleinstadt) von Bliesbruck, das Aquädukt von Gaudiacum (heute: Jouy-aux-Arches) oder der Ausbau von Divodorum (heute: Metz) zu einer der größten Städte Galliens.

Aufgrund der historischen Bedeutung und der langen wechselvollen Geschichte dieser Region wurden bis weit in das 20. Jahrhundert hinein Infrastrukturbauwerke oder auch kulturhistorische Gebäude nach den jeweiligen länderspezifischen Auslegungen in Gebieten realisiert, deren territoriale Zugehörigkeiten heute nur noch auf historischen Karten wiederzufinden sind.

Das Problem einer alternden Infrastruktur oder der Verfall der kulturhistorischen Bauwerke ist allein kein europäisches Problem, sondern ein globales. Aber gerade in einem Landstrich wie der Region SMLW zeigt sich recht schnell, wie unterschiedlich die verschiedenen Ansätze zur Lösung aussehen können. Es beginnt bei unterschiedlichen gesetzlichen Bestimmungen oder der Interpretationen von EU-Richtlinien und endet bei historisch gewachsenen Herangehensweisen oder Lösungsansätzen. Um die Infrastruktur und kulturhistorische Bauwerke auch weiterhin erhalten zu können sowie modernen Ingenieurbauwerken zu einer möglichst langen Lebensdauer zu verhelfen, muss generell der Zustand der Bausubstanz geprüft bzw. überwacht werden. Heute finden wir neben den verschiedenen Bauverfahren auch Verfahren bzw. Messmethoden des Bauwesens, die uns eine zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von Bauwerken ermöglichen. ZfP im Bauwesen ist eine vergleichsweise junge technische Disziplin, die besonders in den letzten 10 bis 15 Jahren signifikante Fortschritte gemacht hat. Etliche Entwicklungen stehen kurz vor der Umsetzung des Standes der Wissenschaft in die Anwendung.

Da zerstörungsfreie Prüfverfahren meist nicht wie Geräte aus dem Baumarkt bedient und eingesetzt, d.h. nicht ohne Kenntnis der physikalischen Grundlagen der verwendeten Methode eingesetzt werden können, gibt es immer noch Schwierigkeiten bei der Verbreitung in der Praxis. Dort wo Prüfvorschriften und eine dazugehörige Qualifizierung des Personals gegeben sind, findet die ZfP am Bau natürlich besser Eingang als dort, wo diese Prüfvorschriften fehlen. Letzteres ist dabei meist der Fall. Hinzu kommt, dass auch bei modernen Baustoffen und neuen Konstruktionen eine bessere Prüfbarkeit der Ingenieurbauwerke wünschenswert ist, aber derzeit kaum umgesetzt wird. Dreidimensionale Gebäude- und Fassadenmodelle sind in architektonisch geprägten Bereichen zu einem Standardprodukt geworden. Dies reicht von Neubauten, wie dem Centre Pompidou-Metz bis zur Rekonstruktion kulturhistorischer Bauwerke wie der Vauban-Festung von Saarlouis, bei denen nur noch Teile der eigentlichen Grundsubstanz vorhanden sind.

Vor allem in den Disziplinen der Stadtplanung und des Denkmalschutzes wird ein hoher Detaillierungsgrad gefordert, der eine photogrammetrische Aufnahme zur dreidimensionalen Modellierung von Gebäuden und Fassaden nötig macht. Um allerdings auch Veränderungen von Gebäuden über eine längere Zeit hinweg zu registrieren, bedarf es eines Gebäude- und Infrastrukturmonitorings. Um ein solches Monitoring effizient nutzen und einsetzen zu können, wird zunächst eine vollständige Bestandsaufnahme und Archivierung der Daten sowie eine Sichtung der bereits vorliegenden Unterlagen (z.B. Bildmaterial) benötigt, um daraus folgend eine dreidimensionale Modellierung von Bauwerken und Fassaden zu ermöglichen und diese gegebenenfalls im Modell zu rekonstruieren. Eine Verbindung der realen Substanzdaten, die mit Hilfe der ZfP-Verfahren gewonnen wurden, mit den rekonstruierten Modellen ermöglicht eine neuartige Qualität der Zustandserfassung und Schadensdiagnostik. Damit können bereits entstandene Schäden besser erkannt, analysiert und eine Sanierung der Bauwerke optimiert werden.

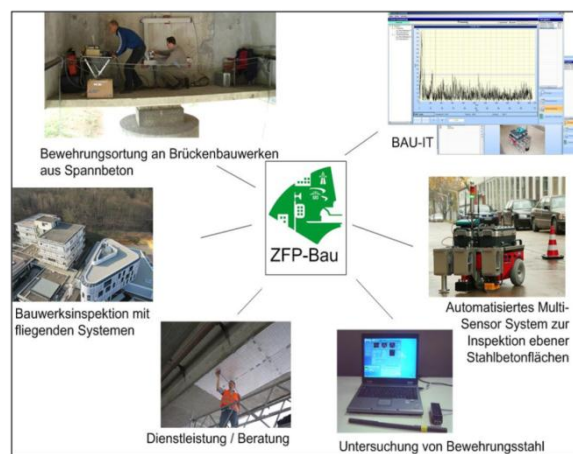


Abbildung 1: Dienstleistungen im Bereich BAU-ZfP

Vor allem die alternden Infrastrukturbauwerke stellen hier ein internationales Problem dar. Größtenteils errichtet zu einer Zeit, in der diese Technologien noch nicht existierten, müssen diese Bauwerke heute den ständig wachsenden Verkehrsbelastungen angepasst werden. Dies stellt die Baulastträger vor besondere Aufgaben, gerade im Bereich der Zustandserfassung. Zusammen mit den unmittelbar angrenzenden Gebieten belegt die Region SMLW mit der Lage ihrer Ballungszentren, wie sehr ihre Gebiete durch die gemeinsame Geschichte immer miteinander verwoben waren. Sei es durch die regionale Bedeutung der Landwirtschaft im Saar- und Bliesgau, der ehemaligen Kohlegewinnung im Warndt, der Schwerindustrie des Lothringer Beckens und des Saarreviers, der Gründung der Universität in Saarbrücken als Außenstelle der Universität Nancy oder auch durch die Festungsanlagen von Vauban u.a. in Metz, Saarlouis, Homburg oder Bitche.

Mit dem Bau neuer Straßen und Brücken sowie dem Ausbau des Bestandes wächst die Region Saarland-Moselle-Lothringen-Westpfalz weiter zusammen. Aufgrund der Altersstruktur vieler Brückenbauwerke in Deutschland und Frankreich (Hauptbauphase 60er und 70er Jahre des 20. Jahrhunderts) ist hier auch aktuell ein zunehmender Bedarf an zerstörungsfreien Untersuchungen gegeben, in manchen Bereichen ist die Zustandserfassung sogar ein drängendes Problem. Stellt man sich der Tatsache, dass die Baulastträger grundsätzlich für die Sicherheit bzw. Verkehrssicherheit ihrer Bauwerke verantwortlich sind, wird deutlich, wie wichtig dieses Vorgehen auch für andere Zweige der wirtschaftlichen Entwicklung in der Region sein kann, sei es nun die Infrastruktur mit ihren Verkehrswegen zur Verbesserung der wirtschaftlichen Entwicklung, der Erhalt kulturhistorischer Bauwerke aus Sicht des Tourismus oder aus Sicht der Städteplanung, die Absicherung der Nutzung solcher Bauwerke in einem anderen Kontext wie z.B. der Völklinger Hütte als europäisches Kulturzentrum, der Erweiterung des kulturhistorischen Hauptbahnhofes

von Metz oder der Wiederaufbau und die Nutzung der Burg Meinsberg (heute Malbrouck) in Manderen als Touristenattraktion, Ausstellungs- oder Veranstaltungsort.

Im Rahmen der Erhaltung und Pflege ingenieurtechnischer und kulturhistorischer Bauwerke im städteplanerischen Gesamtkontext ist es die Intention des Fraunhofer IZFP und seiner Projektpartner, moderne Prüfverfahren, städteplanerische Anwendungsmodelle oder auch Techniken und Verfahren zur Zustandserfassung auf regionaler Ebene (Saarland-Moselle-Lothringen-Westpfalz) verstärkt in die Anwendung zu führen. Dabei sind Ingenieurbauwerke sowie Straßen, die heute den größten Belastungen ausgesetzt sind (Verkehr und Umwelt), ein Schwerpunkt in diesem Vorhaben.

2. Ziele des Projekts

1. Die Einrichtung eines grenzüberschreitenden Netzwerks von spezialisierten Partnern aus den Regionen Saarland, Lothringen und Westpfalz, das über die Projektlaufzeit hinaus bestehen bleiben soll.
2. Die Einführung und Anwendung neuer automatisierter zerstörungsfreier Prüfsysteme, die dann in entsprechenden Dienstleistungen zur Zustandserfassung von Infrastrukturbawerken, zur Untersuchung von Straßen in der Asphaltbauweise und Bauwerksdenkmälern aus Stahlbeton und Spannbeton in der Region Saarland-Lothringen-Westpfalz umgesetzt werden.
3. Einsatz von Methoden und Verfahren zum Aufbau von 3D-Zustandsmodellen ausgewählter Bauwerke der Region, in Verbindung mit Unternehmen aus der regionalen Industrie.
4. Um Baulastträgern, Kämmerern und Gemeinderäten ein Werkzeug zur besseren Übersicht über den Zustand ihrer Infrastruktur und kulturhistorischen Bauwerke zu geben, sollen Möglichkeiten zum Aufbau einer grenzüberschreitenden Datenbank eruiert werden.

Im Saarland und im heutigen Lothringen liegen viele Gemeinden, deren geografische Lage eine umfassende Zusammenarbeit im Hinblick auf die Infrastruktur unabdingbar macht, sei es nun Stiring-Wendel und Saarbrücken, Klein- und Großblittersdorf oder Klein- und Großrosseln. Nicht zu vergessen ist die besondere Lage des Ortes Nassweiler, der mit den lothringischen Orten Merlebach, Cocheren und Rosbruck faktisch zusammengewachsen ist oder die des Ortes Leidingen, dessen Hauptstraße die Grenze bildet (s. Abb. 2).



Abbildung 2: Dorfeinfahrt von Leidingen / Leiding. Links Deutschland, rechts Frankreich

Darüber hinaus verbindet das einzigartige Projekt der europäischen Entwicklungszone „Saarbrücken - Saarlouis - Moselle – Est“ diesen Raum. Die Entwicklung dieser Zone benötigt eine funktionierende Infrastruktur, die im städteplanerischen Kontext mit dem Altbestand die Seele dieser Region erhält und die Dynamik des Zusammenwachsens forciert.

3. Untersuchungsobjekte von CURE MODERN

Für die Umsetzung der grenzüberschreitenden Inspektionen von Ingenieurbauwerken und kulturhistorischen Gebäuden wurden verschiedene Objekte in der Region mit entsprechenden Fragestellungen durch die Projektpartner zur Verfügung gestellt. Für die Untersuchungen kamen objektspezifisch ausgewählte Methoden zum Einsatz. Neben durchgeführten zerstörungsfreien Untersuchungen wurden auch von allen Untersuchungsobjekten dreidimensionale, georeferenzierte Modelle erstellt. Beides wurde dann in die entwickelte Datenbank implementiert. Im Folgenden werden einige Untersuchungsbeispiele und die dazugehörigen Ergebnisse vorgestellt.

3.1 Château de Malbrouck, Manderen

Aufgrund der in Frankreich seit 2012 geltenden gesetzlichen Vorschriften für den Einsatz unbemannter Flugsysteme wurde im Rahmen des Projektes am Fraunhofer IZFP eine weitere UAS-Kleinflugplattform beschafft, welche mit voller Ausrüstung unter einem maximalen Abfluggewicht von zwei Kilogramm bleibt und somit in die niedriger eingestufte Klassifizierung „D“ fällt. Die Befliegungen wurden in Absprache und mit Genehmigung des neuen strategischen Partners Conseil Général de la Moselle durchgeführt, der auch mit einem Vertreter bei sämtlichen Untersuchungen zugegen war.

Bei den Befliegungen wurden die vorab als relevant ermittelten Bereiche untersucht. In diesem Fall heißt dies, dass hochauflösende Fotoaufnahmen gemacht wurden, die später als Grundlage für die Schadensdarstellung aber auch Texturierung der 3D-Modelle dienen. Ein Auszug aus den verschiedenen Bilddatenserien ist in den folgenden Abbildungen zu sehen.



Abbildung 3: Links: UAS-Höhenaufnahme des Château de Malbrouck mit Blickrichtung Süden. Rechts: UAS-Nahaufnahme im Innenhof Eingangsbereich



Abbildung 4: Links: UAS-Nahaufnahme, Tour des Dames, Nordseite. Rechts: UAS-Detailaufnahme, Verbindungsmauer Westseite

Aus der großen Datenmenge der UAS-Luftaufnahmen wurden anschließend hochauflösende Großansichten zusammengesetzt, welche wiederum auf ein erstelltes 3D-Modell des Château de Malbrouck projiziert wurden. Die 3D-Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

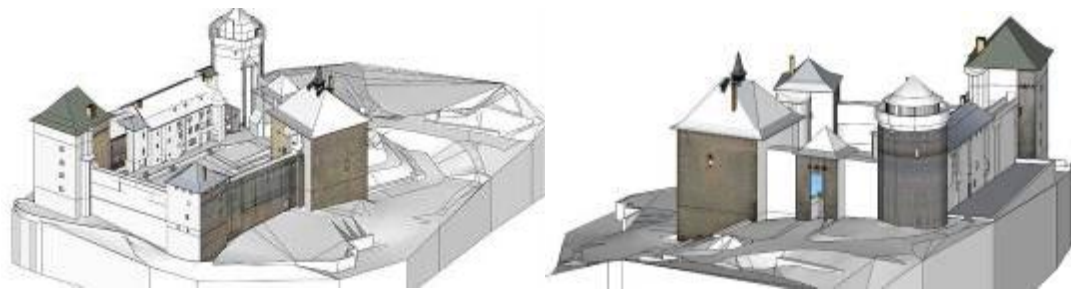


Abbildung 5: 3D-Modell der ZfP-Datenfusion

3.2 Straßenbrücke in Rosbruck

Das Spannbetonbauwerk zeigt deutliche Korrosionsschäden von außen und wurde, da es über der Schnellzugverbindung nach Paris verläuft, bereits teilweise ertüchtigt. Aufgrund des Alters des Bauwerks (Baujahr 1952) ist nicht mit engmaschiger schlaffer Bewehrung zu rechnen. Wegen der von außen sichtbaren Schäden und der Mitteilungen zum Zustand des Bauwerks vom Département de la Moselle wurde entschieden mittels Georadar an einem Längsträger im Hohlkastenbereich der Brücke zu überprüfen, ob alle laut Planunterlagen vorhandenen Spannglieder auch tatsächlich vorhanden sind. In einem zweiten Messeinsatz wurden neben der weiteren Lokalisierung von Spanngliedern auch magnetische Streuflussmessungen durchgeführt, um eventuell vorhandene Spanndrahtbrüche zu detektieren, die in den ausgewählten, untersuchten Bereichen nicht nachgewiesen wurden.

Die Messungen mittels Georadar wurden während zwei Messeinsätzen an mehreren Längsträgern durchgeführt. Dabei kam das Georadar Hilti PS 1000 zum Einsatz. Aufgrund der geringen schlaffen Bewehrung und einer Dicke der Längsträger im mittleren Bereich von nur 17 cm, konnten mit dem eingesetzten Gerät bei diesem Bauwerk hochauflösende Grid-Projekte zur dreidimensionalen Rekonstruktion des inneren Aufbaus angewendet werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass der innere Aufbau der untersuchten Bereiche des Bauwerks mit den Planunterlagen übereinstimmt. Die Lage und der Verlauf der Längsspannglieder konnten rekonstruiert werden. Sowohl schlaffe Bewehrung als auch Spannglieder konnten deutlich abgebildet werden.

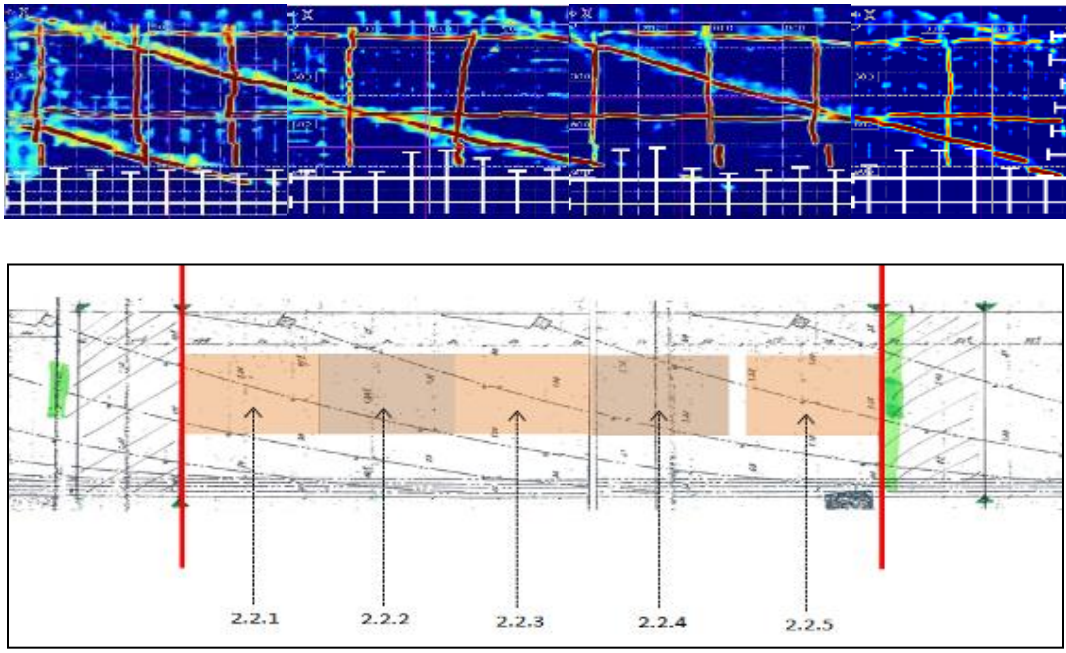


Abbildung 6: Lokalisierung der Lage der Längsspannglieder mittels Georadar am Längsträger P7

Auf Basis der existierenden Planunterlagen wurde ein 3D-Modell der Brücke in Rosbruck erstellt. Abbildung 7 zeigt das georeferenzierte Gesamtmodell in der Außenansicht.



Abbildung 7: 3D-Modell Brücke Rosbruck (Außenansicht)

In das erstellte 3D-Modell des Bauwerks wurden dann die Messergebnisse der zerstörungsfreien Untersuchungen implementiert. Abbildung 8 zeigt zwei Hohlkästen mit ortsgetreuer Darstellung der Georadar-Messungen.

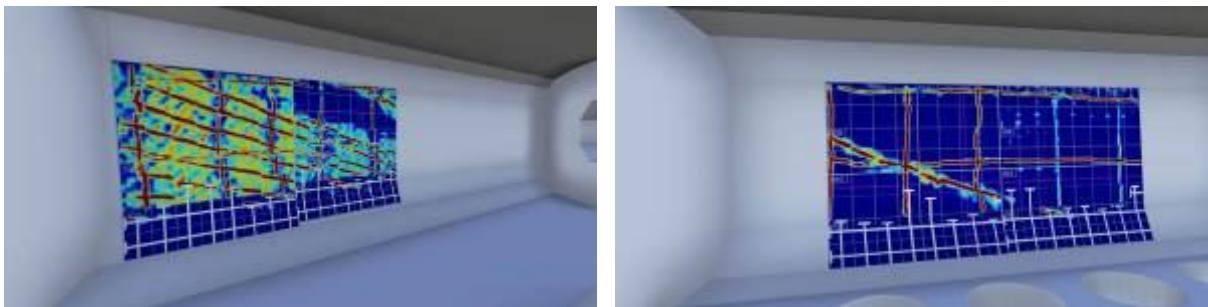


Abbildung 8: 3D-Modelle zweier Hohlkästen (Innenseite) mit ortsgetreu hineinprojizierten Messergebnissen der Georadaruntersuchung

3.3 Talbrücke Mettnich, Nonnweiler (D)

Die untersuchte Talbrücke Mettnich liegt auf der Bundesautobahn 1 (E 422) zwischen Saarbrücken und Trier und ist Teil des Fahrbahnabschnittes Tholey – Nonnweiler.



Abbildung 9: Links: Kartenansicht der Mettnicher Talbrücke. Rechts: Foto der Mettnicher Talbrücke

Bei diesem Bauwerk wurde eine Befliegung mittels eines unbemannten Flugsystems mit visueller Kamera durchgeführt. Die Befliegung als solche umfasste aus Sicherheitsgründen nur die Südwest-Seite der Brücke, da lediglich die Fahrbahn in Fahrtrichtung Saarbrücken für den allgemeinen Verkehr gesperrt war. Die Aufnahmen mit einer visuellen Kamera umfassten hierbei die Brückenpfeiler 4, 5 und 6 sowie die sich oberhalb anschließenden Seitenwände der Brücke (Abbildungen 10-12).



Abbildung 10: UAS-Luftbild der Südwestseite oberhalb Pfeiler 5



Abbildung 11: UAS-Luftbild des Brückenpfeilers 5, Nordansicht



Abbildung 12: UAS-Höhenaufnahme der Mettnicher Talbrücke

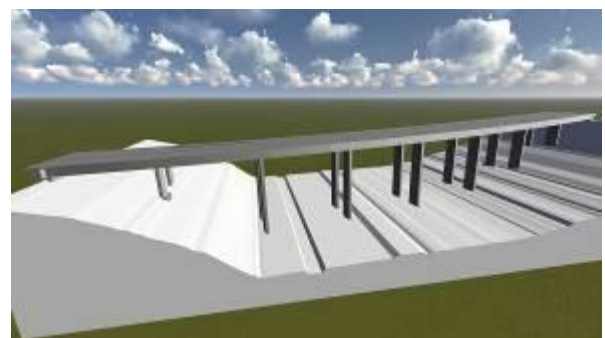


Abbildung 13: 3D-Modell der Talbrücke Mettnich mit Geländeeinbindung

Wie beim Château de Malbrouck werden auch bei der Mettnicher Talbrücke die Bilderserien der UAS-Befliegungen zu hochauflösenden Gesamtansichten zusammengesetzt und dann auf ein 3D-Modell projiziert. Hierfür wurde bereits ein entsprechendes 3D-Modell erstellt, welches in Abbildung 13 dargestellt ist.

3.4 Kirche Rilchingen-Hanweiler (D)

Die Aufgabenstellung bestand hier in der Bestimmung der Lokation des Grundsteins der Kirche von Rilchingen-Hanweiler (Abbildung 14). Ohne die genaue Zusammensetzung und Struktur der Kirchenmauern zu kennen, war jedoch bekannt, dass es sich beim hierfür verwendeten Material vermutlich um ein Sandsteinmauerwerk handelt. Die Wände weisen eine dementsprechende Dicke auf (zwischen 50 cm und 80 cm).



Abbildung 14: Links: Blick auf den Eingang der Kirche von Rilchingen-Hanweiler. Rechts: Foto des freigelegt Steins während einer Sanierung (Foto rechts: Herr Strauss)

Für die Untersuchungen wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Mala ProEx Modul mit Radarantennen 1,2 GHz und 1,6 GHz
- Hilti PS1000 (Frequenz 2,5 GHz)

In einem ersten Schritt wurde die maximale Erkundungstiefe der eingesetzten Antennen bei diesem Mauerwerk ermittelt. Dafür wurden an verschiedenen Kirchenwänden, die unterschiedlich dick sind, mehrere Messungen vorgenommen.

Erste Hinweise hatten dazu geführt, den Bereich um den Chorraum zu untersuchen. Es ist oftmals so, dass der Grundstein in diesem Teil der Kirche beim Bau gesetzt wird. Eine zweite Information aus dem Kirchenbuch ließ darauf schließen, dass der Grundstein sich auf der Höhe der hinteren Wand, hinter dem Altar der Kirche, befindet (Abbildung 15, wahrscheinliche Positionsstellen des Grundsteins). Ferner wurden die Gegenstände, die sich im Innern dieses Steins befinden, genauer beschrieben: "zwei Flaschen Wein, Münzen und Schriftstücke". Außerdem ist es gut möglich, dass ein Grundstein regelmäßiger und besser verarbeitet ist als die anderen Steine des Bauwerks (Abbildung 16: vermutete Struktur von Mauerwerk und Grundstein), was bedeutet, dass die Grenzfläche zwischen Putz und Stein (die bei Einsatz gewöhnlicher Steine auf Grund ihrer Unebenheit gut sichtbar ist) an der Position des Grundsteins kaum sichtbar sein wird. Abbildung 17 zeigt den typischen Maueraufbau einer solchen Kirchenwand.

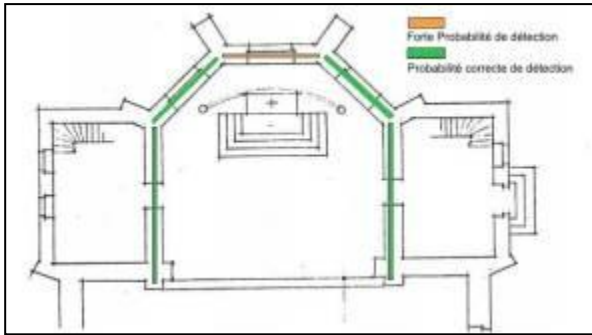


Abbildung 15: Wahrscheinliche Lokationen des Grundsteins

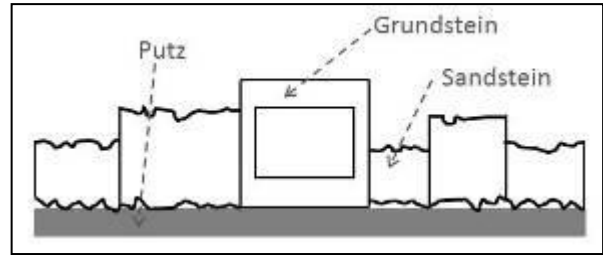


Abbildung 16: Vermuteter Aufbau Mauerwerk und Grundstein

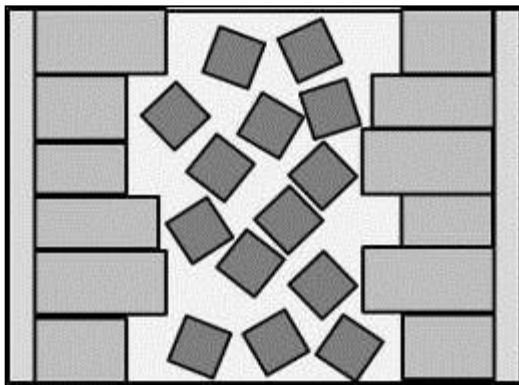


Abbildung 17: Links: schematische Darstellung des Mauerwerksaufbaus. Rechts: Beispiel einer realen Mauer mit einer solchen Struktur (Foto rechts, Herr Strauss)

Mittels Georadar wurden im ganzen Chorraumbereich Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse, die mit dem Hilti-System erzielt wurden, sind in Abbildung 18 dargestellt. Auf den verschiedenen Ausschnitten erkennt man unterschiedliche Anzeigen, was die Struktur der Mauer widerspiegelt.

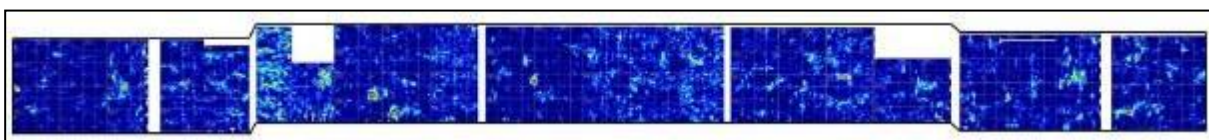


Abbildung 18: Georadar Messungen mittels Hilti PS 1000 im inneren Bereich des Kirchenchores, Dargestellt sind Grid-Projekt-Scans eines Tiefenbereichs von 10 cm bis 20 cm

Unter Berücksichtigung der aufgrund historischer Dokumente wahrscheinlichen Lokationen des Grundsteins konnte in den Georadar-Messergebnissen, die im mittleren Bereich des Chores auf der Außenseite aufgenommen wurden, eine Auffälligkeit ermittelt werden. Diese hebt sich auch dahingehend von anderen Messungen ab, weil genau dort der Putz besonders eben zu sein scheint, da im Vergleich zu anderen Bereichen hier keine oberflächennahen Störreflektionen zu erkennen sind.

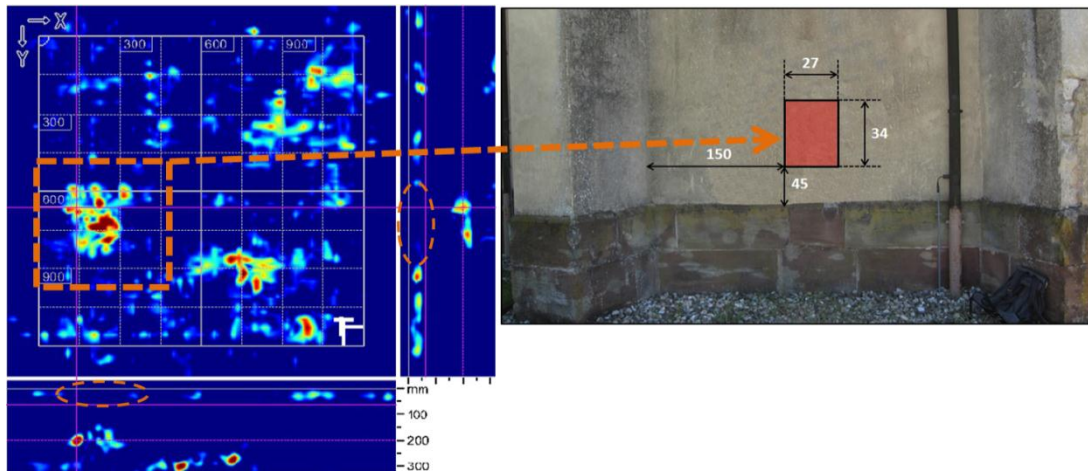


Abbildung 19: Zentrale Bereiche des Chors, wo sich der Grundstein wahrscheinlich befindet

Man erkennt in dem in Abbildung 19 markierten Bereich regelmäßige Strukturen, die auf die gleichmäßige Form eines solchen Steins schließen lassen könnten. Zudem ist die Anzeige in einer Tiefe von ca. 15 cm, was darauf schließen lässt, dass dieser Stein sich in einer Reihe mit den anderen Werksteinen befindet. Zum Vergleich ist in Abbildung 20 beispielhaft das Ergebnis einer Georadar-Messung von einer der anderen Wände dargestellt. Die erkennbaren Reflektionen resultieren aus der unregelmäßigen Sandsteinstruktur der Wand, unterscheiden sich aber deutlich von dem Bereich, in dem wahrscheinlich der Grundstein liegt.

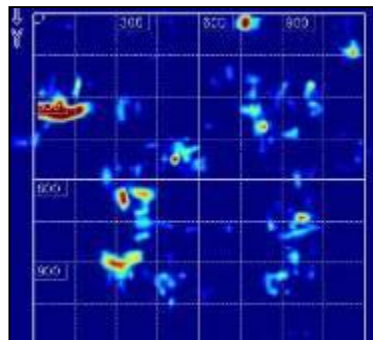


Abbildung 20: Ergebnisdarstellung der Georadar-Messungen wie sie an den anderen Wänden erzielt wurden

Von der Kirche wurde ebenfalls ein 3D-Modell erstellt, das mit den Messergebnissen fusioniert wurde (Abbildung 21).

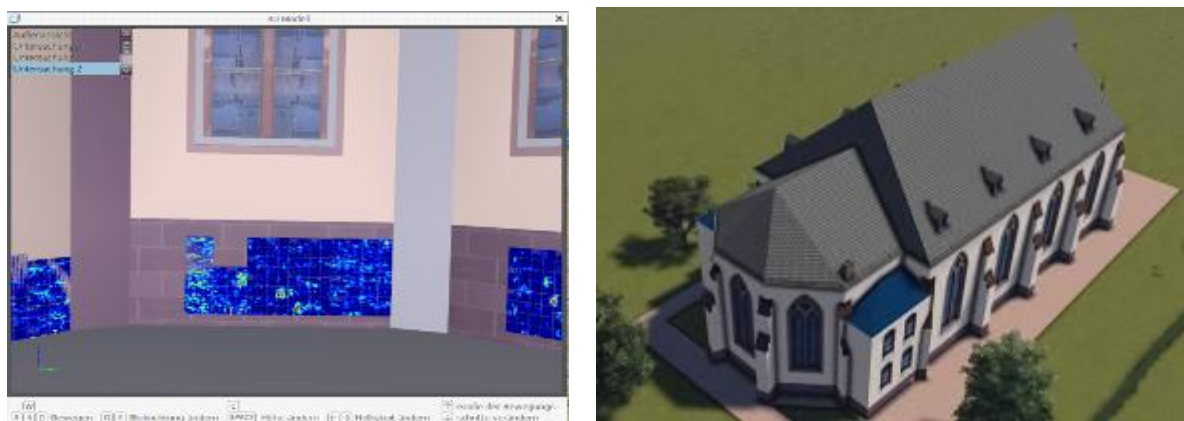


Abbildung 21: Links: 3D-Modell des Kirchenschiffs mit ortreferenzierten Georadar-Messergebnissen. Rechts: 3D-Modell der Kirche in der Außenansicht

3.5 Aufbau einer grenzüberschreitenden Datenbank

Im Rahmen des Projektes war es bereits im Vorfeld ein Anliegen, dass eine sog. Kulturdatenbank entwickelt wird. Diese Datenbank sollte es ermöglichen zu erkennen, wo aktuell Arbeiten durchgeführt werden und um welche Form von Objekten es sich dabei handelt. Im Zuge des Projektes zeigte sich jedoch, dass der Bedarf an Informationen zunehmend größer wurde. Daher wurde bei der Erarbeitung des WebGIS-Dienstes darauf geachtet, dass eine Vielzahl von Informationen über Bauwerke eingetragen bzw. eingebunden werden können und dass dabei gleichzeitig die grafische Benutzeroberfläche sehr reduziert und aufgeräumt wirkt. Hierbei können unter anderem auch dreidimensionale Modelle, Messergebnisse, Bilder und Pläne hinterlegt werden.

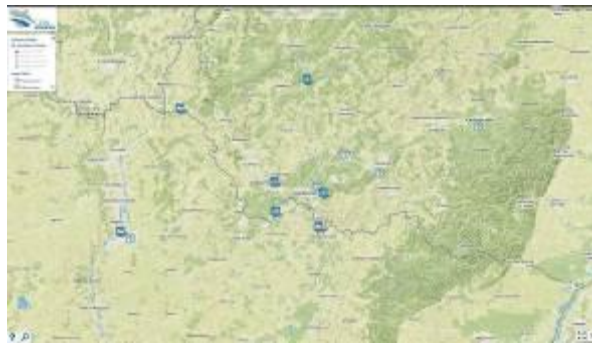


Abbildung 22: Benutzeroberfläche WebGIS CURE MODERN

Im Anschluss an die durchgeführten Untersuchungen besteht die Aufgabe darin, die erfassten Daten mit einem zugrunde gelegten Plan oder, wenn möglich, mit einem erarbeiteten 3D-Modell zu verknüpfen. Hierbei soll es dem Betrachter ermöglicht werden, den Schadens- bzw. Prüfungsort exakt zuordnen zu können, um somit später auch vor Ort die Schadensstelle am Bauwerk direkt erkennen zu können. Darüber hinaus werden alle erfassten Bauwerke innerhalb einer Karte online verortet, um letztlich auch die räumliche Zuordnung des Untersuchungsobjektes zu ermöglichen. Somit ergibt sich ein Zusammenhang der Untersuchungen und die Ergebnisse können sowohl grafisch als auch visuell aufgezeigt werden und damit beispielsweise kommunalen Entscheidungsträgern eine Grundlage für Handlungsempfehlungen an die Hand gegeben werden, um über den weiteren Verlauf bzw. die weitere Vorgehensweise entscheiden zu können.

Das Anlegen einer sogenannten Kulturdatenbank als Planungs- und Kommunikationsplattform ist mit vielfältigen Anforderungen verbunden, aus welchen sich die notwendigen Funktionalitäten ableiten lassen. Dies umfasst einerseits die Verwaltung von Geodaten als andererseits auch die modulare Nutzung für die grenzübergreifende Projektgruppe.

Die Benutzeroberfläche weist unterschiedliche kartographische Grundlagen zur Auswahl auf. Hierzu gehören die Geländekarte, zwei verschiedene Straßendarstellungen sowie eine Satellitenbildkarte. Diese können vom Benutzer selbst oder, je nach Zoomstufe, automatisch selektiert werden. Des Weiteren ist eine Suchfunktion verfügbar, in der alle Objekte und Untersuchungen hinterlegt sind.

In der Karte sind einerseits die Projektpartner verortet und mit dem Projektlogo von CURE MODERN versehen. Andererseits sind weitere Marker zu finden, die bereits anhand der Silhouette einen Hinweis darauf geben, um welche Art von Untersuchungsobjekten es sich dabei handelt. Hierbei wird derzeit zwischen Infrastrukturbauwerk und kulturhistorischem Bauwerk unterschieden.



Abbildung 23: Verwendete Marker

Die hinter den Markern der Untersuchungsobjekte befindliche Datenbank umfasst weitere Inhalte und Zusatzinformationen über das Bauwerk, wie z.B. Name des Bauwerks, Baujahr, 3D-Modell, Untersuchungsliste. Die Untersuchungsliste eines Objekts kann mehrere Einträge beinhalten. Diese können vom Benutzer in Form von Schadendetails oder mittels Untersuchungsobjekten eigenständig erfasst werden. Durch Auswählen der jeweiligen Untersuchung öffnet sich ein weiteres Fenster, in dem weitere Schadendetails registriert werden können, wie z.B. Name der Untersuchung, Priorität, Status, Kosten. Hier können auch weitere Anhänge ergänzt und eingetragen werden.

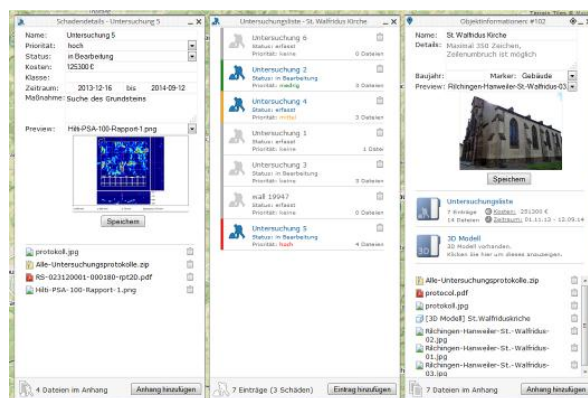


Abbildung 24: Objektinformationen, Untersuchungsliste & Schadendetails

Werden bei den Schadendetails Kosten und Zeiträume erfasst, so ist es bereits im Bereich der Objektinformationen möglich, sich hierzu jeweils ein Diagramm darstellen zu lassen.

Ein weiteres Hauptaugenmerk des erarbeiteten WebGIS liegt auf der Möglichkeit, 3D-Modelle darstellen zu können. Die zuvor erarbeiteten Modelle müssen jedoch zunächst in Form einer 3D-PDF vorliegen, um diese in dem System zu verankern und darstellen zu können. Es ist jedoch auch möglich, frei im 3D-Modell zu navigieren.

Durch das im Vorfeld gelegte Hauptaugenmerk auf die Erstellung einer „grenzüberschreitenden Kulturdatenbank“ ist es nun möglich, Untersuchungen und Ergebnisse visuell zu verknüpfen und diese auch geobasiert zu verorten. Mithilfe der dargestellten Plattform wurden diese Ansprüche umgesetzt und sogar um die Möglichkeit der Darstellung von 3D-Modellen erweitert. Diese Verknüpfung bietet zahlreiche Vorteile für den Planer und den Planungsprozess. Durch die dargestellte WebGIS-Plattform wird vor allem Planern ein flexibles und offenes Instrument zur Verfügung gestellt, mit dem es möglich ist, projekt- und planungsbezogene Lösungen zu schaffen. Im Zuge des Projektes ist es vor allem wichtig, einerseits Projektteilnehmern ein Tool an die Hand zu geben, mit dem es möglich ist, aktuelle Zustände und Untersuchungsergebnisse von Bauwerken einzusehen. Andererseits soll es aber auch Entscheidungsträgern dazu dienen, in Gremien aktuelle Zustandsberichte vorzuweisen und evtl. auf besondere Schäden aufmerksam zu machen.

4. Fazit

Im Rahmen des durch das Programm INTERREG IV A-Großregion geförderten Projektes „CURE MODERN – Initiative moderne Bauwerksprüfung, Stadt- und Regionalplanung SMLPO“ wurde ein Netzwerk von spezialisierten Partnern aus den Regionen Saarland, Lothringen und Westpfalz

aufgebaut. Die Verknüpfung von Bauwerksuntersuchungen mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Zustandserfassung und Schadensdiagnose mit einer WebGIS –Plattform ist ein neuartiger Ansatz, der im grenzüberschreitenden Kontext neue Planungsmöglichkeiten sowie einen flexiblen Austausch von Informationen ermöglicht. Ein wichtiges Werkzeug ist hierbei die georeferenzierte 3D-Modellbildung zu den Untersuchungsobjekten und die Fusion dieser Modelle mit den Messergebnissen. Anhand einer Reihe von Untersuchungsobjekten konnten verschiedene Ansätze zur zerstörungsfreien Zustandserfassung und Schadensdiagnose wechselseitig angewendet und jeweils neue Möglichkeiten erarbeitet werden.