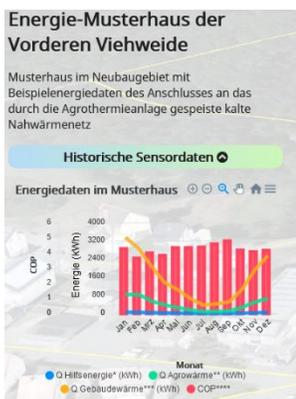


Abschlussbericht zum Projekt Smart Villages

Attraktive Orte im ländlichen Raum





3D-Webanwendung:

<https://3dweb.lgl-bw.de/3D/SmartVillages/>

Story Map der Gemeinde Wüstenrot:

<https://3dweb.lgl-bw.de/3D/EEP-Wuestenrot/>

Projektmitwirkende:

Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

- Dieter Heß, Referatsleitung Geoinformationsdienste
- Melanie Geiger

Hochschule für Technik Stuttgart, Studienbereich Informatik und Vermessung

- Prof. Dr.-Ing. Volker Coors, Wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Angewandte Forschung (IAF)
- Thunyathep Santhanavanich, Akademischer Mitarbeiter (Geoinformatik)
- Patrick Würstle, Akademischer Mitarbeiter (Geoinformatik)

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

- Karl-Heinz Holuba, Abteilungsleitung Produktion
- Stephan Bludovsky, Referatsleitung Geoinformationssysteme
- Gerald Graf, Teamleitung Geoinformatik, GIS-Dienstleistung
- Monique Vögele, Projektleitung
- Elke Blessing, stv. Teamleitung

Stadt Niedernhall

- Achim Beck, Bürgermeister
- Otto Hachtel, Leiter des örtlichen Bau- und Liegenschaftsamts

Gemeinde Wüstenrot

- Timo Wolf, Bürgermeister
- Thomas Löffelhardt, Fachbereich Planen und Bauen, Energie und Technik

Landratsamt Hohelohekreis, Vermessungsamt

- Gerald Bär, Amtsleitung

Abschlussbericht zum
Projekt Smart Villages

Attraktive Orte im ländlichen Raum

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung.....	6
2 Das Projekt Smart Villages.....	7
2.1 Teilprojekt Städtebauliche Entwicklungen (Niedernhall).....	7
2.1.1 Einleitung.....	7
2.1.2 Einleitung.....	7
2.1.3 Planungen Kelterhof.....	8
2.1.4 3D-Planungsmodell Solebad Niedernhall	9
2.1.5 Integration BIM-Modelle.....	10
2.1.6 Bewertung	10
2.1.7 Fazit	12
2.2 Projektteil Verknüpfung 3D-Webpräsentation mit Sensordaten (Wüstenrot).....	13
2.2.1 Einleitung.....	13
2.2.2 Anwendungsfall Plusenergiesiedlung „Vordere Viehweide“	13
2.2.3 Anwendungsfall Energieversorgung „Georg-Kropp-Arealnetz“	14
2.2.4 Story Map Energieerlebnispfad	16
2.2.5 Bewertung	17
2.2.6 Fazit	18
2.3 Online Beteiligungsverfahren	18
2.3.1 Einleitung.....	18
2.3.2 Grundlagen zur Online Bürgerbeteiligung.....	18
2.3.3 Niedernhall Kelterareal und Solebad	19
2.3.4 Lauchheim, Bebauungsplan Hülen	21
2.3.5 Bewertung	22
2.3.6 Fazit	23
2.4 Analysen, Auswertungen.....	24
2.4.1 Potentialanalyse Agrothermie.....	24
2.4.2 Gebäudetexturierung Gemeinde Wüstenrot	24
2.4.3 Windows Mixed Reality	25
2.4.4 Verstetigung nach Projektabschluss.....	26

3	Zusammenfassung.....	28
4	Präsentationen, Publikationen und sonstige Anlagen	30
4.1	Präsentationen und Tagungen	30
4.2	Publikationen und Fachzeitschriften	31
4.3	Masterarbeiten, Lehrveranstaltung, Betrieblicher Auftrag.....	31
4.4	Anlagen.....	32
A 1	– Dokumentation zur Übernahme von BIM-Modellen - Fa. Virtual City Systems (VCS)	33
A 2	– Evaluierung Potenzialanalyse Agrothermieanlage	45
A 3	– Resümee Gebäudetexturierung	65
A 4	– Workshopbericht - Fa. Virtual City Systems (VCS)	75
A 5	– Umfrageauswertung <i>VC Planner</i> in Niedernhall	105
A 6	– Umfrageauswertung <i>VC Planner</i> in Wüstenrot.....	111
A 7	– Beteiligungsaufruf zur Außengestaltung des Kelterareals	135
A 8	– Schulungsunterlagen <i>VC Planner</i>	143

Vorwort

Der ländliche Raum in Baden-Württemberg zeichnet sich durch eine hohe Wirtschaftskraft und Lebensqualität aus. Im Hinblick auf große Herausforderungen wie vor allem demographischer Wandel, Klimawandel und Energiewende, wirtschaftlicher Strukturwandel, Ressourcenschutz und Digitalisierung sind jedoch zunehmend neue und innovative Lösungen gefragt. Vor diesem Hintergrund soll mit der Digitalisierungsstrategie „digital@bw“ aufgezeigt werden, in welche Zukunft uns die Digitalisierung führen soll und kann, wenn wir die richtigen Weichenstellungen vornehmen. Für eine technische Behörde wie das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) ist es eine wichtige und vordringliche Aufgabe, die Kommunen bei den Vorhaben zu unterstützen, die darauf abzielen, die Zukunft kreativ zu gestalten und als Kommune zukunftsfähig zu werden.

Das Projekt „Smart Villages“ steht ganz im Zeichen dieses Ziels. Als Projektpartner in der Wissenschaft konnte die Hochschule für Technik (HFT) für das Projekt gewonnen werden, was als ein großer Gewinn für das LGL zu sehen war und ist. Es entstand eine hervorragende und überaus produktive Kooperation zwischen dem LGL und der HFT. Die Zusammenarbeit war dynamisch und lebendig und eine große Bereicherung für beide Seiten. Übereinstimmend gibt es ein großes Interesse an einer Fortsetzung der Zusammenarbeit.

Eine außerordentlich wichtige Erfahrung war außerdem die Zusammenarbeit mit den kommunalen Projektpartnern, nämlich der Stadt Niedernhall und der Gemeinde Wüstenrot. Ohne die Bereitschaft und Neugier dieser Kommunen, neue Wege zu beschreiten, wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen. Mit großem Engagement wurden die Themen aufgegriffen und bereitwillig unterstützt.

Das LGL beabsichtigt aufgrund der vielen positiven Erfahrungen, der wichtigen neuen Erkenntnisse und der neuen Fragen, die sich stellen, auf diesem Weg weiterzugehen und hofft auf weiterhin breite Unterstützung aus Wissenschaft, Politik und Verwaltung.

Karl-Heinz Holuba, Stephan Bludovsky, Gerald Graf,
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg

1 Einleitung

Im Rahmen der Digitalisierungsoffensive des Landes Baden-Württemberg digital@bw arbeitet das LGL mit der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT) im Projekt Smart Villages daran, eine 3D-Webplattform bereitzustellen. In einer Internetanwendung sollen das 3D-Gelände- und das 3D-Gebäudemodell visualisiert, geplante (Bau-) Maßnahmen integriert und die Vernetzung mit Sensorfachdaten realisiert werden. Planungen sollen damit für Gemeindevertreter*innen und Bevölkerung besser les- und erlebbar gemacht werden. Mit der Hochschule für Technik Stuttgart, einer der führenden Hochschulen in Deutschland im Bereich von 3D-Entwicklungen, wurde die durch das LGL bereits realisierte 3D-Webpräsentation weiterentwickelt.

Smart City ist ein Begriff, der seit den 2000er Jahren verwendet wird, um technologiebasierte Veränderungen und Innovationen in urbanen Räumen zusammenzufassen. Die Idee der Smart City geht mit der Nutzbarmachung digitaler Technologien einher und stellt zugleich eine Reaktion auf die wirtschaftlichen, sozialen und politischen Herausforderungen dar, mit denen unsere Gesellschaft konfrontiert ist. Im Fokus stehen hierbei der Umgang mit Umweltverschmutzung, dem demographischen Wandel, Bevölkerungswachstum oder Ressourcenknappheit. Der Begriff schließt auch nicht-technische Innovationen ein, die zum besseren und nachhaltigen Leben in der Stadt beitragen sollen. Dazu gehören beispielsweise die Konzepte des Teilens (Share Economy) oder zur Bürgerbeteiligung bei (Groß-) Bauprojekten.¹

Ländliche Gebiete sind mit vergleichbaren Problemstellungen konfrontiert. Ziel des Projekts Smart Villages ist es daher, den Smart City-Ansatz auf kleine und mittelgroße Gemeinden, unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten des ländlichen Raums, zu übertragen. Im Mittelpunkt stehen Planungen für Investitionsvorhaben, mit denen z.B. im Entwicklungsprogramm Ländlicher Raum (ELR) eine nachhaltige, integrierte Entwicklung von Kommunen gefördert wird. Über eine Webplattform sollen auf Grundlage der 3D-Modelle folgende Anwendungen integriert und visualisiert werden:

1. Gebäudemodelle (3D-Planungs-, BIM-Modelle) für kommunale Planungen,
2. Verknüpfung des 3D-Basismodells mit Sensoren und Echtzeitvisualisierung zur Auswertung dynamischer Messergebnisse sowie deren Präsentation und damit Nutzbarmachung für Wissenschaft, Verwaltung und Bürger,
3. Verknüpfung des Verkehrs (Rad, ÖPNV, PKW) und deren Auswirkung auf Infrastruktureinrichtungen.

Damit sollen Geoinformationsdienste für eine nachhaltige Entwicklung attraktiver Wohn- und Arbeitsorte im ländlichen Raum angeboten und eine intuitive Beteiligungsplattform zur Verfügung gestellt werden. Zielgruppe sind die Kommunen mit ihrer Stadt- und Verkehrsplanung, Architekt*innen und Bürger*innen sowie regionale Wirtschaftsunternehmen mit der Möglichkeit, eigene Dienste auf Basis der Webplattform zu entwickeln.

¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Smart_City

2 Das Projekt Smart Villages

Das Projekt Smart Villages besteht aus 2 Teilprojekten:

Teilprojekt 1 – Städtebauliche Entwicklungen: mit dem Schwerpunkt zur Herstellung von Planungsvarianten sowie Integration von 3D-Objekten und BIM-Modellen in die vorhandene 3D-Webanwendung zusammen mit der im Norden Baden-Württembergs gelegenen Stadt Niedernhall (Hohenlohekreis).

Teilprojekt 2 – Verknüpfung 3D-Webpräsentation mit Sensordaten: mit dem Fokus auf die Darstellung nachhaltiger Energiegewinnung über Sensordatenauswertung und Präsentation über die vorhandene 3D-Webanwendung zusammen mit der Gemeinde Wüstenrot (Landkreis Heilbronn).

Zusammen mit den Projektpartnern sollten die Vorteile, die eine 3D-Präsentation bietet, vor Ort genutzt, getestet und überprüft werden. Parallel dazu wird auch das Datenangebot des LGL verifiziert und die eingesetzte Software geprüft. Es sollen der Softwarefirma Änderungen bzw. Erweiterungen vorgeschlagen werden, um die Entwicklungen ggf. beeinflussen zu können. Ziel ist die 3D-Webanwendung für die Kommunen künftig dauerhaft zur Verfügung zu stellen.

2.1 Teilprojekt Städtebauliche Entwicklungen (Niedernhall)

2.1.1 Einleitung

Die Gemeinderatsarbeit in Niedernhall, aber auch die Abläufe in der Verwaltung erfolgen zunehmend in digitaler Form. Durch die Digitalisierung hat sich der Informationsbedarf gewandelt und die Beteiligten wünschen sich bessere Darstellungen ihrer Vorhaben. Der heutige politische Anspruch ist, die Bürger*innen in Entscheidungsprozesse einzubinden und verständliche Informationen sowie genaue Darstellungen für Gremien zu nutzen. Investitionsvorhaben der Stadt, aber auch private Bauvorhaben in 3D visualisiert, könnten in Zukunft eine wichtige Rolle spielen, wenn es gelingt, komplizierte und komplexe Planungs- oder Investitionsvorhaben greifbar zu machen.

2.1.2 Einleitung

Bereits vor Projektbeginn gab es Kontakt mit der Stadt Niedernhall, um anstehende Baumaßnahmen im historischen, denkmalgeschützten Ortskern über die vorhandene 3D-Webpräsentation darzustellen. Durch die Unterstützung der HFT konnten Architekturpläne über eine Studienarbeit als 3D-Modell (Abb.1) umgesetzt und anschließend in die 3D-Webanwendung übernommen werden.



Abb. 1: Innenbereichsentwicklung Kelterareal 1. Ausgangslage, 2. mit Planungsgrundlage und 3. mit dem LoD3-Modell der HFT Stuttgart.

Für das Projekt sollte das 3D-Planungstool *VC Planner* getestet, 3D-Planungen und BIM-Modelle in die 3D-Webvisualisierung integriert werden.

2.1.3 Planungen Kelterhof

Während große Bereiche des nicht mehr genutzten Kelterareals im historischen Kern von Niedernhall zum Abriss vorgesehen waren (s. Abb.1), sollte das historische Keltergebäude (Abb. 3), mit seiner neuen Funktion als Fest- und Gemeinschaftshalle erhalten bleiben. Zur Gestaltung des davorliegenden Hofes mit seinen historischen Mauern, gab es zu diesem Zeitpunkt noch keine konkreten Vorstellungen. Die Planungen zum Kelterhof teilen sich in zwei Aufgaben auf. Zum einen sollte der Gemeinderat in die Lage versetzt werden, selbst Vorschläge zur Gestaltung des Kelterhofs mit der 3D-Planungssoftware *VC Planner* (2.1.2.1) zu entwickeln. Zum anderen waren Szenarien zu entwickeln (2.1.2.2) zur künftigen Gestaltung festlicher Veranstaltungen, innerhalb des Kelterhofs.

2.1.3.1 3D-Online Planung mit VC Planner

Die Planungssoftware der Fa. VCS besteht aus einer Planungskomponente und einer Benutzerverwaltung. Die Benutzerverwaltung bietet die Möglichkeit, dass – nach gegenseitiger Abstimmung – Planungen eingesehen, zusammen bearbeitet oder weitergegeben werden können. Nach Absprache mit den Verantwortlichen der Stadt Niedernhall sollten die Möglichkeiten im Rahmen des Projekts erweitert werden. Es sollte sich z.B. ein Planer mit einer Nutzergruppe austauschen können. Um das zu realisieren musste die HFT die Benutzerverwaltung übernehmen und für die Schulungen zur Verfügung stellen. Zur Realisierung der Planungen erfolgte eine Schulung des Gemeinderats Niedernhall und eine weitere Veranstaltung nach einem Aufruf in der lokalen Presse für interessierte Bürger*innen (siehe Anlage 7). Eine dritte Schulung wurde, im Rahmen des zweiten Teilprojekts, in Wüstenrot durchgeführt. Mit der Planungssoftware werden vorgefertigte 3D-Symbole wie Bäume, Pflanzkübel, Bänke, Gebäude usw. zur Verfügung gestellt (Abb. 2). Mit einem Zeichentool können z.B. auch Parkplatzmarkierungen angebracht werden.



Abb. 2: Platzierung der Städtemöblierung (z.B. Bäume, Bänke, Pflanzkübel) im Kelterhof.

2.1.3.2 Übernahme von 3D-Planungsmodellen

Mit dem *VC Planner* können neben der Herstellung eigener Planungen 3D-Modelle übernommen werden. Im Projekt wurde zur Erstellung von 3D-Planungsmodellen die Software SketchUp verwendet. SketchUp ist eine 3D-Design-Software, die eine 3D-Modellierung für jedermann ermöglicht und sich durch umfangreiche und ansprechende Videoanleitungen im Internet auszeichnet. Nach der Erstellung der Modelle in SketchUp wird eine Konvertierung in das Format Gltf vorgenommen. Dieses Format ist gut geeignet für die performante Visualisierung von 3D-Modellen im Internet. Um aufwändige Szenarien wie zum Beispiel eine Open-Air Veranstaltung oder einen Weihnachtsmarkt in den historischen Mauern des Kelterhofs darzustellen, ist eine intensive Einarbeitung von etwa einer Woche notwendig. Wurde einmalig beispielsweise eine Weihnachtsmarkthütte oder eine Stuhlreihe erstellt, kann dieses Symbol beliebig oft in der 3D-Webanwendung platziert werden. Ein Bearbeitungsfortschritt ist durch die Nutzung geeigneter SketchUp-Modelle schnell erkennbar und es lassen sich zügig weitere Varianten erstellen.



Abb. 3: Gestaltung des Kelterhofs durch die Übernahme von SketchUp-Modellen

2.1.4 3D-Planungsmodell Solebad Niedernhall

Durch ein Förderprogramm motiviert, bewarb sich die Stadt für ihr sanierungsbedürftiges Solebad. Im 3D-Modell wurden verschiedene Varianten visualisiert. Die Basisvariante umfasste die Erhaltung des Ist-Zustands, bei der eine Sanierung des Solebads erforderlich wäre. In weiteren Varianten wurden bauliche Veränderungen und Erweiterungen visualisiert. Diese wurden durch 3D-Modellvarianten dargestellt. Die Bürger von Niedernhall sollten über eine Online-Befragung in den Entscheidungsprozess zur besten Variante einbezogen werden. Das ebenfalls mit der Software SketchUp erstellte Modell (Abb. 4) wurde mit seinen Varianten über die 3D-Webpräsentation bereitgestellt, die Darstellungen der Varianten sind in Abb. 15 zu entnehmen.



Abb. 4: Solebad Niedernhall – 1. Erweiterungsplan, 2. Istzustand und 3. als 3D SketchUp-Modell

2.1.5 Integration BIM-Modelle

Das ursprüngliche Vorhaben, ein BIM-Modell durch Studierende der Fakultät Architektur der HFT erstellen zu lassen, ließ sich im Projektzeitraum nicht realisieren. Die Erstellung eines Modells auf der Basis von Gebäude- und Leitungsdaten wurde mangels vorhandener Daten nicht umgesetzt. Erfreulicherweise hatte das von der Gemeinde beauftragte Architekturbüro Knorr & Thiele Architekten (Öhringen) die Möglichkeit, ein BIM-Modell aus den Planungen des Neubaus der Grundschule zu generieren und dem LGL zur Verfügung zu stellen.

Die mit dem Datenimport beauftragte Firma VCS entwickelte das Softwaretool *virtualcityBIM* zur Übernahme von BIM-Modellen. Das Ergebnis ist ein LoD2-Modell (Abb. 5a). Da eine detailliertere Darstellung gewünscht wurde, realisierte VCS die Extension *FME-Erweiterung BIM* auf der Basis des *VC Planner* zur Übernahme von BIM-Modellen (Abb. 5b) mit einem graphisch anspruchsvollerem Ergebnis. Einer detaillierten Darstellung, die dem Architekturmodell wesentlich besser entspricht.

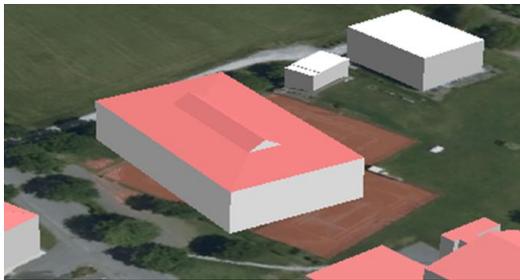


Abb. 5a: BIM-Modell Import mit *VC BIM*

Abb. 5b: BIM-Modell Import mit *VC Planner*

Während der Testphase bestand durch VCS die Möglichkeit weitere BIM-Modelle in die 3D-Webanwendung zu integrieren. Daher konnte zusätzlich das BIM-Modell des Kindergartens in Wüstenrot des Architekturbüros Kraft & Kraft (Schwäbisch Hall) übernommen werden. Neben einer detaillierten Außendarstellung konnte in diesem Fall auch die Inneneinrichtung dargestellt werden. Es ermöglicht eine realitätsnahe Sicht auf das Modell (Abb. 6a) und zusätzlich die Sicht aus dem Innenraum (Abb. 6b).



Abb. 6a: 3D-Modell Kindergarten Wüstenrot

Abb. 6b: Ausblick aus dem Gebäudemodell

2.1.6 Bewertung

3D Onlineplanung mit dem *VC Planner* / Resonanz der Anwender

Es wurden drei Schulungen zur Nutzung des 3D-Planungstools *VC Planner* durchgeführt

1. mit 14 Personen (Gemeinderat Niedernhall),
2. mit 6 Personen (Aufruf an interessierte Bürger in Niedernhall),

3. mit 6 Personen (organisiert durch Verwaltung Wüstenrot).

Für die Schulung des Planungstools wurden 2 Stunden eingeplant. Es war notwendig, mit unterstützendem Personal vor Ort zu sein, damit die Teilnehmer individuell betreut werden konnten. Den Teilnehmer*innen wurden alle notwendigen Unterlagen (siehe Anlage 8) und Basisdaten bereitgestellt. Eine weitere Voraussetzung ist eine gute Hardwareausstattung sowie Internetanbindung, die im Falle der Schulung in Wüstenrot nicht dem Bedarf entsprach.

Die Erfahrungen haben verdeutlicht, dass das 3D-Planungstool *VC Planner* für Anwender ohne fachlichen Bezug nicht intuitiv genutzt werden kann. Selbst geübten Nutzer*innen fehlen praktische Tools wie z.B. copy&paste, um bereits modellierte 3D-Objekte einfach vervielfältigen zu können. Das Planungstool konnte in den zur Verfügung stehenden 2 Stunden gut vermittelt werden. Es wurde trotz zusätzlich zur Verfügung stehender schriftlicher Anleitung nach der Schulung jedoch nur von insgesamt zwei Nutzern verwendet.

Den Schulungsteilnehmenden wurde die von der HFT realisierte Benutzerverwaltung zur Verfügung gestellt. Der erhoffte Austausch selbst erstellter Planungen fand untereinander, weder während der Schulung, noch danach statt. Aus diesem Grund wird künftig die Benutzerverwaltung nicht mehr erweitert.

Die Schulungen wurden über eine Online-Befragung bewertet. Die Auswertungen befinden sich im Kapitel 2.3 *Online Beteiligungsverfahren*.

3D-Online Planungen durch Übernahme von 3D-Planungsmodellen (SketchUp)

Die Herstellung der Szenarien im Hofbereich der Kelter entstand auf Initiative der Verwaltung Niedernhall und wurde von einem Mitarbeiter der Stadtverwaltung zusammen mit einem Auszubildenden der Geomatik des LGL umgesetzt. Problematisch war die Übernahme sehr detaillierter SketchUp-Objekte in die 3D-Webpräsentation, da dies zu erheblichen Performanceproblemen führte. So mussten beispielsweise Stuhlreihen durch einfache Bankreihen ersetzt werden, oder graphisch ansprechende, filigrane Pflanzkübel oder Baumobjekte ebenfalls einer einfacheren Darstellung weichen.

Die durch SketchUp erstellten und in der 3D-Webanwendung übernommenen Objekte wurden durchweg positiv bewertet. Die 3D-Darstellung konnte einen plastischen Einblick in die Planungsvorhaben geben. Der Vorteil gegenüber analogen Plänen wurde von den Anwender*innen positiv wahrgenommen.

Ein Desiderat ist, mit SketchUp erstellte Planungen nach exakten Positionsangaben einzupassen. Die iterative Einpassung war im Falle des Solebads – auf freiem Feld – unproblematisch, könnte jedoch bei Baulücken in engen Ortslagen zu einem Problem führen. Dies muss im Bedarfsfall kommuniziert werden.

Integration BIM-Modelle

Eine Beauftragung der Fa. VCS zur Übernahme von BIM-Modellen in die 3D-Webpräsentation führte zu zwei Lösungsansätzen, die in einem zusammenfassenden Bericht der Fa. VCS (s. Anlage 1) beschrieben wurden. Zum einen wurde mit *VC BIM* eine Software erstellt, die ein BIM-Modell im IFC-Format übernehmen kann und georeferenziert in die 3D-Webpräsentation platziert. Alternativ wurde die Möglichkeit realisiert, ein BIM-Modell über den *VC Planner* zu integrieren. Die *VC Planner* Erweiterung *FME Extension BIM* wird zwischenzeitlich als zusätzliches Produkt von der Firma VCS vermarktet.

Mit *VC BIM* können nur reduzierte Datenmengen verarbeitet werden, d.h. die Vorverarbeitung bzw. die Überprüfung durch einen Experten wird vorausgesetzt, bevor das BIM-Modell importiert werden kann. Die zweite Einschränkung ist, dass die Darstellung lediglich eines LoD2-Gebäudes entspricht (Abb. 5a). Eine detaillierte Darstellung des BIM-Modells ist mit diesem Tool aktuell nicht vorgesehen. Der georeferenzierte Import eines Objekts nach Passpunkten in die 3D-Webanwendung ist möglich, sofern diese im BIM-Modell vorhanden sind.

Mit der *VC Planner* Erweiterung *FME Extension BIM* können die BIM-Modelle importiert und platziert werden (Abb. 5b und 6). Die graphische Qualität und der hohe Detaillierungsgrad sind beeindruckend. Eine korrekte Platzierung des Planungsmodells in der 3D-Planungsszene ist erforderlich, um die Auswirkungen auf das Umgebungsmodell und weitere Planungsmodelle abschätzen zu können (z.B. Einfügung in die Bestandsbebauung, Abschattung, solare Einstrahlung, etc.). Obwohl der IFC-Standard die Möglichkeit der Georeferenzierung vorsieht, fehlt diese bei Modellen in der Praxis oftmals, z.B. weil sie vom Planer/Architekten nicht gesetzt oder vom erzeugenden System nicht unterstützt wird. Weiterhin stimmen oftmals Maßstab oder Maßeinheiten des Architekturmodells nicht mit den 3D-Geodaten überein, so dass sich das Modell im Größenverhältnis nicht korrekt in die 3D-Szene einfügt.

Die Reaktionen der Beteiligten machen deutlich, dass ein detailliertes Modell, das den 3D-Architekturdarstellungen entspricht, bereits erwartet wird. Daher wurden ausschließlich die BIM-Modelle mit der Erweiterung *FME Extension BIM* in die 3D-Webanwendung integriert. Beide Beispiele mussten iterativ eingepasst werden.

2.1.7 Fazit

Mit dem Planungstool *VC Planner* konnte im Projekt bereits vieles realisiert werden. Dadurch besteht der Wunsch des LGL, das Tool für zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten weiterzuentwickeln.

Der *VC Planner* ist ein Expertentool, mit dem es möglich ist, Planungsmodelle (SketchUp-Modelle) zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Planung in die landesweite 3D-Webanwendung zu integrieren. Beispiele dafür sind die Szenarien Weihnachtsmarkt und Open-Air-Veranstaltung. Das Beispiel Solebad zeigt, dass durch die Darstellung verschiedener Varianten eine frühzeitige Beteiligung der Bürgerschaft und einer fachlich qualifizierten Einbindung von Planer*innen möglich ist.

Die Integration von BIM-Modellen und damit sehr komplexer Geometrien ist mit dem Erweiterungstool *FME Extension* in beeindruckender graphischer Qualität gelungen, wie das die Beispiele Grundschule in Niedernhall und Kindergarten in Wüstenrot zeigen. Es sind noch Weiterentwicklungen nötig, wie sie im Ergebnisbericht des Workshops von VCS (Anlage 4) beschrieben wurden.

Ein dringender Bedarf besteht in der Aktualisierung und Qualitätsverbesserung des LoD2-Datensatzes des LGL. Sollen z.B. 3D-Planungsmodelle in Baulücken von Ortskernen integriert werden, wird ein aktueller und vollständiger Bestand erwartet, wie er beispielsweise durch Laserscanauswertungen verbessert werden könnte. Sollte es zu einer dauerhaften 3D-Internetpräsentation kommen, besteht die Notwendigkeit, eine bessere Aktualität und Qualität anzubieten.

2.2 Projektteil Verknüpfung 3D-Webpräsentation mit Sensordaten (Wüstenrot)

2.2.1 Einleitung

Die 6600 Einwohnerstarke Gemeinde Wüstenrot hat mit einem ambitionierten Vorhaben die Transformation der kommunalen Energieversorgung, von einer „energiebedürftigen“ Kommune, hin zu einer „Energieüberschusskommune“ eingeleitet. Entgegen den tradierten Energieverteil- und Energienutzungswegen wurden neue, innovative Ideen zur Realisierung einer nachhaltigen, regionalen, CO2 freien Versorgung der Gemeinde mit Wärme und Strom initiiert und zu großen Teilen umgesetzt. Das Projekt "Smart Villages" hat zum Ziel, dieses Smart Cities-Konzept in die Öffentlichkeit zu tragen. Dies soll durch die Entwicklung einer dreidimensionalen (3D) Web-Plattform erreicht werden, die das 3D-Gebäudemodell mit Sensoren und Echtzeit-Visualisierung durch standardisierte Lösungen verknüpft und für Wissenschaft, Verwaltung und Bürger*innen nutzbar macht. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde eine webbasierte virtuelle 3D-Anwendung auf der Basis von 3D-Stadtmodellen zusammen mit den zugehörigen dynamischen Sensordaten unter Verwendung des OGC SensorThings API-Standards implementiert.

2.2.2 Anwendungsfall Plusenergiesiedlung „Vordere Viehweide“

In der Plusenergiesiedlung wurden Agrothermiekollektoren zur Bereitstellung von regenerativer Wärme über das kalte Nahwärmenetz eingesetzt. Das Gebiet besteht aus 17 neu errichteten, hochenergieeffizienten Wohngebäuden, welche mit mehreren Energiesystemen ausgestattet sind. Dazu gehören eine Agrothermieanlage in geringer Tiefe, Wärmepumpen und PV-Anlagen in ausreichender Größe von 6-13 kWp Nennleistung für jedes Gebäude. Um die Leistung eines solchen Systems zu überwachen, wurden Sensoren zur Messung des Energieflusses des Systems ausgestattet und mit dem SensorThings-Server verwaltet, der in der HFT Stuttgart gehostet wird.

Die agrothermischen Sensordaten in der Plusenergiesiedlung können direkt in der Smart Villages Anwendung visualisiert werden. Diese Sensordaten werden vom oben erwähnten SensorThings-Server geladen. Zum Beispiel können die Nutzer*innen die Bodentemperatur auf verschiedenen Ebenen als historische Datenreihe (Abb. 7a) und in Echtzeit (Abb. 7b) visualisieren. Auch die Energieproduktion für die Häuser in diesem Bezirk wird beobachtet. Aus Datenschutzgründen werden in der Anwendung jedoch nur die historischen Durchschnittsdaten der Energieerzeugung vom Agrothermalnetz bis zum Musterhaus visualisiert (Abb. 8).

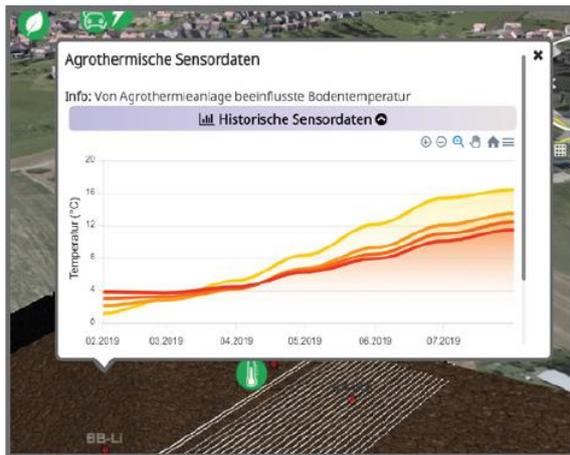


Abb. 7a: Historische Sensordaten visualisieren

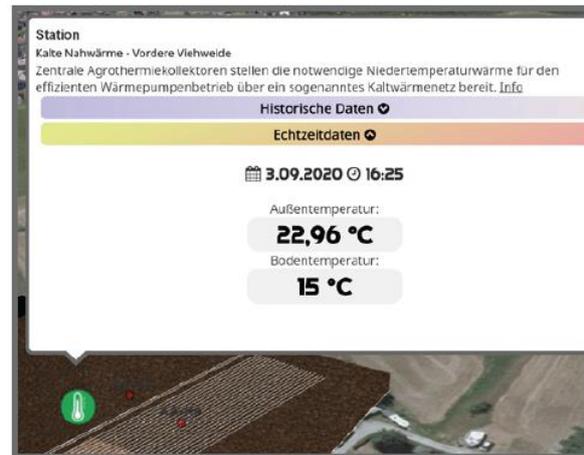


Abb. 7b: Echtzeitdaten visualisieren

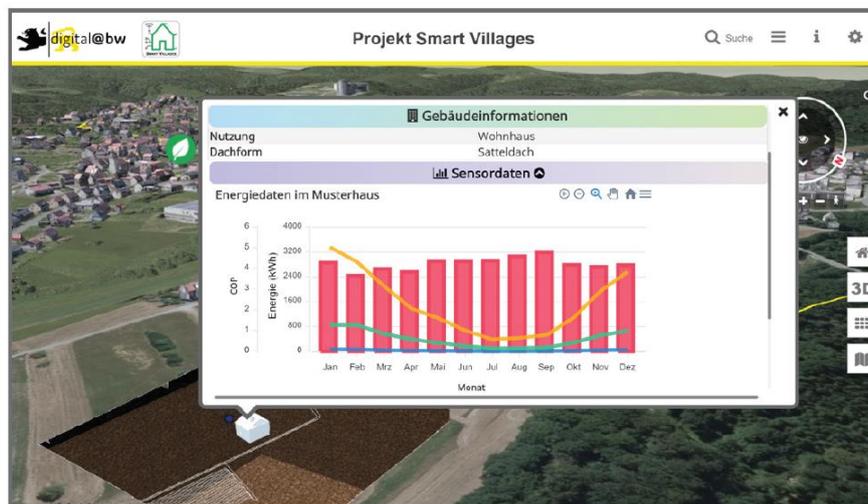


Abb. 8: Durchschnittliche Energiegewinnungsdaten der Agrothermieanlage für das Musterhaus

2.2.3 Anwendungsfall Energieversorgung „Georg-Kropp-Arealnetz“

Das Georg-Kropp-Areal besteht aus einer Gemeinschaftsschule, einem Kindergarten und einer Mehrzweckhalle, wobei die Gemeinschaftsschule in An- und Hauptbau, einen Neu- und Altbau sowie einen Pavillon unterteilt ist. Hier wurde ein in kommunaler Hand befindliches Stromnetz ausgebaut. Auf der Georg-Kropp-Halle ist eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 72,5 kWp installiert. Dieser produzierte Strom wird im kompletten Areal zur Verfügung gestellt bzw. in einen 30 kW/h Stromspeicher eingeführt. Auf den Dächern des Anbaus und dem Pavillon befinden sich zwei weitere PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 40,04 kWp, welche Vollständig in das kommunale Stromnetz eingespeist wird.

In der Anwendung "Smart Villages" können die Nutzer die Gebäude- und Sensormetainformationen direkt in der interaktiven Sprechblase visualisieren, wenn sie auf die 3D-Gebäudemodelle klicken (Abb. 9). Im Backend werden die Gebäudeinformationen im CityGML-Modell gespeichert, während die Sensormetadaten im SensorThings-Server gespeichert wurden.



Abb. 9: Das Balloon Pop-Up zeigt Informationen zu dem Gebäude und zu den Sensoren.

Die Photovoltaik-Sensordaten im Arealnetz können auch in interaktiven Sprechblasen aus dem 3D-Stadtmodell in der Anwendung „Smart Villages“ angezeigt werden. Beispielsweise zeigt Abb. 10 die historischen Sensordaten in den Tagesintervallen des Anbau-Gebäudes im Arealnetz. Diese Sensordaten beinhalten Energieerzeugung (kWh), Bewölkung (%) und Temperatur (°C), was einen Überblick über die ungefähre tägliche Energieerzeugung gibt. Es zeigt auch deutlich den umgekehrten Zusammenhang zwischen Energieerzeugung und Bewölkung.



Abb. 10: Das Balloon Pop-Up zeigt historische Sensordaten in täglichen Intervallen.

Die Smart Villages Anwendung vergleicht auch die historischen Sensordaten, PV Energieerzeugung und die Bezugsenergie jedes Gebäudes in stündlichen Intervallen innerhalb des interaktiven Ballons (Abb. 11). Zusätzlich werden die aggregierten Sensordaten aller Gebäude des Arealnetzes im interaktiven Dashboard "Energiebilanz" dargestellt. Es zeigt eine übersichtliche Darstellung der positiven oder negativen Energiebilanz zu jeder Tageszeit.

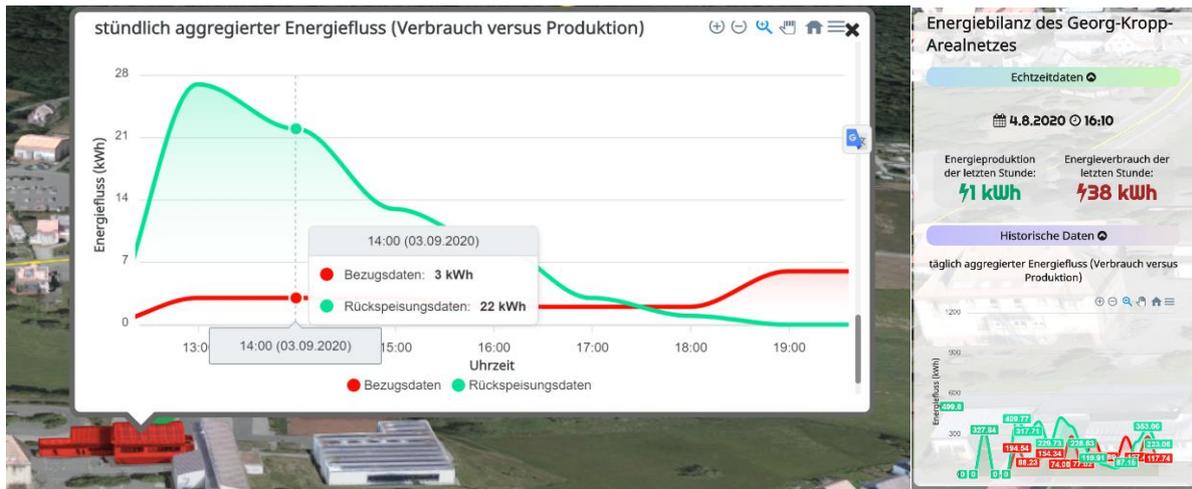


Abb. 11: Das Balloon Pop-Up zeigt einen Vergleichsgraphen zwischen historischen Sensordaten der Energieerzeugung durch die PV Anlage und der Bezugsenergie in stündlichen Intervallen.

2.2.4 Story Map Energieerlebnispfad

Die Gemeinde Wüstenrot hat ein großes Interesse daran, die bereits umgesetzten, innovativen Ideen zur Realisierung einer nachhaltigen, regionalen, CO₂-neutralen Versorgung der Gemeinde mit Wärme und Strom der Öffentlichkeit darzustellen. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, wurde als weiterer Baustein mit der Gemeinde vereinbart, den Energieerlebnispfad durch eine Story Map im Internet bereitzustellen. Der Energieerlebnispfad soll interessierten Besuchern und Bürger*innen vor Ort an verschiedenen Stationen zum einen das Thema Energie näherbringen und zum anderen bereits erreichte Ergebnisse zu zeigen. Der Besucher erfährt z.B., welcher Aufwand nötig ist, um eine Glühbirne zum Leuchten zu bringen. Über die erreichten Ziele wird der Besucher*in durch die sogenannten Stationen der Story Map informiert. Stationen sind z.B. die energetisch wertvollen Sanierungsmaßnahmen der Burgfriedenhalle, die Abfrage von Energiebilanzen des kalten Nahwärmenetzes (Agrothermie-Anlage) oder des Netzes der Georg-Kropp-Schule, die Strom aus PV-Anlagen erzeugt.

Die Inhalte zu den Standorten wurden von der Gemeinde geliefert. Die Kollegen der HFT realisierten die Verknüpfung der Sensoren mit der 3D-Webanwendung in Echtzeit und integrierten die Dashboards in die Story Map. Das Büro LUV Design überarbeitete die graphische Darstellung zur Präsentation im Internet. Die Story Map steht unter der Adresse <https://3dweb.lgl-bw.de/3D/EEP-Wuestenrot> zur Verfügung.

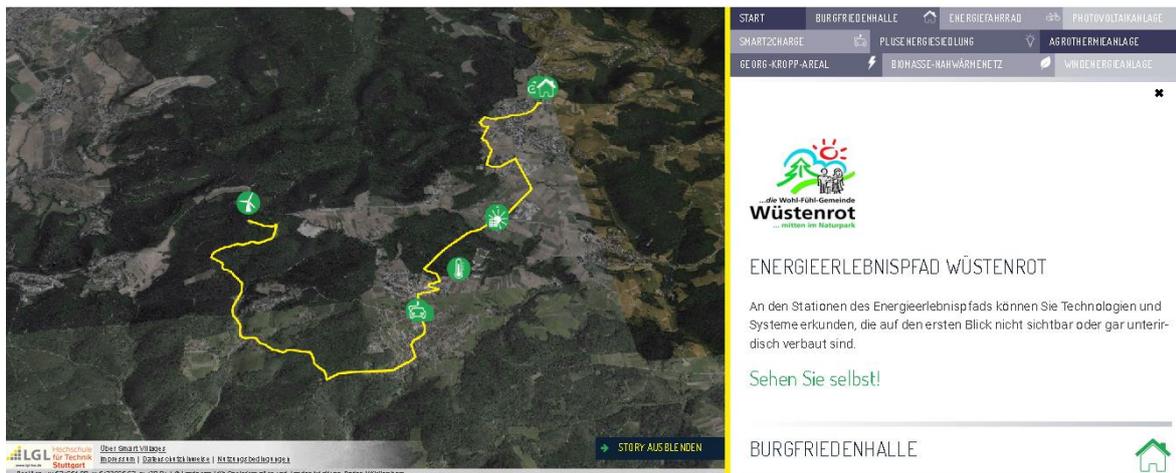


Abb. 12: Übersichtsdarstellung Energieerlebnispfad der Story Map Wüstenrot

2.2.5 Bewertung

Insgesamt umfasst die Umsetzung dieses Teils die Entwicklung des Sensordaten-Management-Systems und der 3D-Web-Client-Anwendung. Das Sensordaten-Managementsystem wurde unter Verwendung des SensorThings API-Spezifikationsstandards entwickelt. Dieser Server sammelt Daten aus verschiedenen Quellen im Gebiet Wüstenrot, darunter sind die Sensoren der Agrothermieanlage, das Photovoltaik-Sensorsystem, die Wetterstation usw. Darüber hinaus wurde das "CityThings" Konzept verwendet um jede Datenentität mit jedem Gebäude im CityGML-basierten Modell zu verbinden. Die Gebäudeinformationen basieren auf den Daten aus den Attributen des CityGML-Modells, die auch im 3D-Tiles Modell zur webbasierten Visualisierung gespeichert sind. Die Sensorinformationen werden aus dem Thing und der Sensor-Entität der SensorThings-Datenbank abgerufen. Für das Liniendiagramm, das die gemessenen Daten anzeigt, verwenden wir die Open-Source-JavaScript-Bibliothek Apexcharts.js, um ein interaktives Diagramm zu erstellen, indem wir die Sensordaten aus der SensorThings-Observations Entität entnehmen. Auf die gleiche Weise unterstützt die Plattform auch die Visualisierung der unterirdischen Agrothermieanlagen in 3D, wobei das interaktive Diagrammfenster die Sensorinformationen und Temperaturdaten von verschiedenen Bodenebenen anzeigt. In diesem Anwendungsfall werden die Rohdaten aller Sensorsysteme unregelmäßig in mehreren Zeitintervallen von einer Minute bis hin zu Intervallen von einem Tag in der Datenbank gespeichert. Der entwickelte SensorThings Aggregator wird verwendet, um die Sensordaten auf der Serverseite zu aggregieren und um Daten zu prozessieren und in gleichmäßigen Zeitintervallen an den Client zu liefern.

Die Erstellung der Story Map ist mit Aufwand verbunden, was eine gute Abstimmung unter den Beteiligten erfordert. Seitens der HFT konnten die bereits erstellten Dashboards hervorragend in die Informationsleiste integriert werden. Das Layout der Story Map wurde durch die Fa. LUV Design sehr ansprechend gelöst. Der Energieerlebnispfad der Gemeinde Wüstenrot ist ein sehr gutes und geeignetes Beispiel für die Umsetzung einer Story Map. Inhaltliche Anpassungen müssen noch fertiggestellt werden. Sobald alle Inhalte vollständig vorliegen, können sie eingepflegt werden. Der weitere Austausch mit der Gemeinde Wüstenrot ist daher wünschenswert.

2.2.6 Fazit

Die OGC SensorThings API-Spezifikation wurde als Sensordatenspeicher im Rahmen des Smart Villages-Projekts verwendet und implementiert. Mit SensorThings kann auf Sensordaten aus verschiedenen Quellen auf einheitliche Weise zugegriffen werden. Zum Beispiel wurden im Projekt die Sensordaten von iPlon GmbH, DWD und Enisyst GmbH in SensorThings gespeichert und in der Smart Villages Anwendung visualisiert. Ohne SensorThings muss auf Sensordaten von verschiedenen Anbietern mit unterschiedlichen Schnittstellen zugegriffen werden, was Zeit und Energie kostet. Außerdem können die Sensordaten, nachdem sie gemäß der SensorThings-Spezifikation bereitgestellt wurden, effizient in mehreren Anwendungen gleichzeitig genutzt werden. Zum Beispiel (<https://3dweb.lgl-bw.de/3D/SmartVillages/>) und die Story Map Anwendung zum Energieerlebnispfad Wüstenrot (<https://3dweb.lgl-bw.de/3D/EEP-Wuestenrot/>). Es ist jedoch wichtig, die Konnektivität zwischen dem Datenquellenanbieter und dem SensorThings-Server sicherzustellen. Teilweise sind Sensordaten während des Projektes aufgrund von Verbindungs- und Netzwerkproblemen verloren gegangen.

Die Story Map Energieerlebnispfad bietet sich sehr gut an, um Bürger*innen, Fachleuten, aber auch Schüler*innen und Besucher*innen einen Überblick über die bereits realisierten, nachhaltigen Energieprojekte zu geben. Eine gut umgesetzte Internetdarstellung ist die geeignete Werbung für die bereits vorliegenden Ergebnisse und die Story Map bietet – passend eingesetzt – die Möglichkeit dazu.

2.3 Online Beteiligungsverfahren

2.3.1 Einleitung

Im Smart Villages Projekt werden Inhalte wie Gebäude und Planungen in einer 3D Umgebung dargestellt. Dies bietet neue Möglichkeiten um Planungen zu betrachten und mehrere Aspekte in die Wahrnehmung zu integrieren. Eine Funktion, welche das repräsentiert ist die integrierte Verschattungsfunktion. Diese nutzt die 3D Darstellung um Schattenfall zu berechnen und zu visualisieren. Der Nutzer kann daraus dann direkt Schlüsse zu den Dimensionen neu geplanter Gebäude in Relation zu umliegenden Gebäuden ziehen. Diese Vorteile sind auch hilfreich für Beteiligungsprozesse.

Zudem ist es in der momentanen Lage immer notwendiger, Partizipationsprozesse adäquat online durchführen zu können, um große Menschenansammlungen zu vermeiden.

2.3.2 Grundlagen zur Online Bürgerbeteiligung

Beteiligungsprozesse werden nun seit geraumer Zeit immer mehr durch Onlinetools unterstützt. Um diese 3D Umgebung nun mit Beteiligungsprozessen zu verknüpfen wurde im Smart Villages Projekt der Baustein Bürgerbeteiligungswerkzeug ins Leben gerufen.

Es gibt verschiedene Formen der Bürgerbeteiligung. In der Planung kann zwischen formellen und informellen Prozessen unterschieden werden. Da bei formellen Prozessen viele rechtliche Gegebenheiten zu beachten sind, welche außerhalb des Projektumfangs liegen, wurde innerhalb des Projektes, auf die informelle Beteiligung fokussiert. Dennoch wurde mit dem Beteiligungsverfahren in

Lauchheim versucht, eine beispielhafte Entwicklung zu erstellen, die theoretisch auch auf formelle Verfahren angewandt werden kann.

Des Weiteren kann ein Beteiligungsprozess in der Planung auch in die Kategorien Information, Partizipation und Kooperation unterteilt werden.

Es wurden beispielhafte Anwendungen für alle der drei Kategorien entwickelt.

2.3.3 Niedernhall Kelterareal und Solebad

In Niedernhall wurden alle Stufen der Beteiligung im Planungsbereich durchlaufen. Im Bereich der reinen Bürgerinformation wurde die Umgestaltung des Kelterareals visualisiert.

Dazu wurden die bestehenden Gebäude zum Teil abgerissen. Um die Bürger über diesen Vorgang zu informieren wurde der Abriss im Zeitraffer gefilmt und die Videos an den entsprechenden Stellen in der Karte visualisiert. So kann der Bürger die alten Gebäude und die neue Planung in der 3D Umgebung sehen. Mit Hilfe der Videos, die den Abriss zeigen, werden beide Zustände verknüpft.

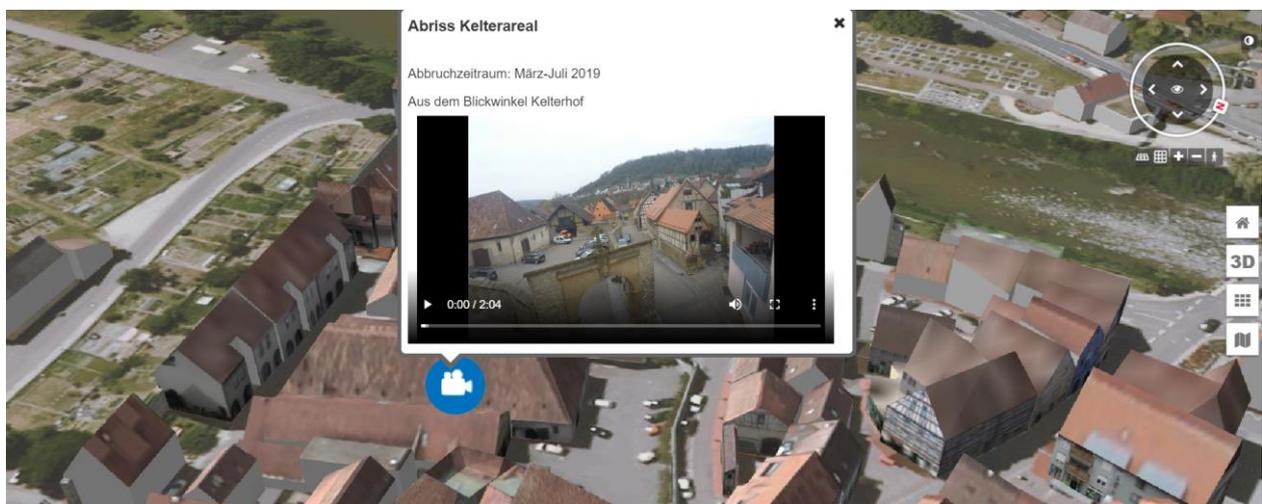


Abb. 13: Videointegration in die 3D Umgebung in Niedernhall

Die Planung zu den neuen Gebäuden wurde von Studenten der HFT erstellt und vom LGL entsprechend in die Plattform integriert. Die Plattform bietet Funktionen, um die abgerissenen Gebäude auszublenden, ohne das zugrundeliegende CityGML Modell zu ändern.





Abb. 14: Planungsvarianten durch die Hochschule im Kelterareal

Die Texturierung vorhandener Gebäude durch das LGL ermöglicht hierbei eine realistischere Visualisierung.

In einem weiteren Vorhaben der Stadt Niedernhall sollte über verschiedene Modernisierungsvarianten eines Solebades entschieden werden. Die Beteiligung wurde nicht umgesetzt, da das Modernisierungsprojekt gestoppt wurde. Die folgenden Beschreibungen bilden die von der Projektgruppe geleisteten und umgesetzten Arbeiten ab.

Grundlage der Darstellungen waren die Baupläne für die verschiedenen Varianten des Bades. Mithilfe der Software SketchUp wurden diese Varianten dann in 3D konstruiert und in einer Plattform visualisiert. Gespeichert werden dieses 3D Modelle in einer binär Variante des glTF Formates, glb.

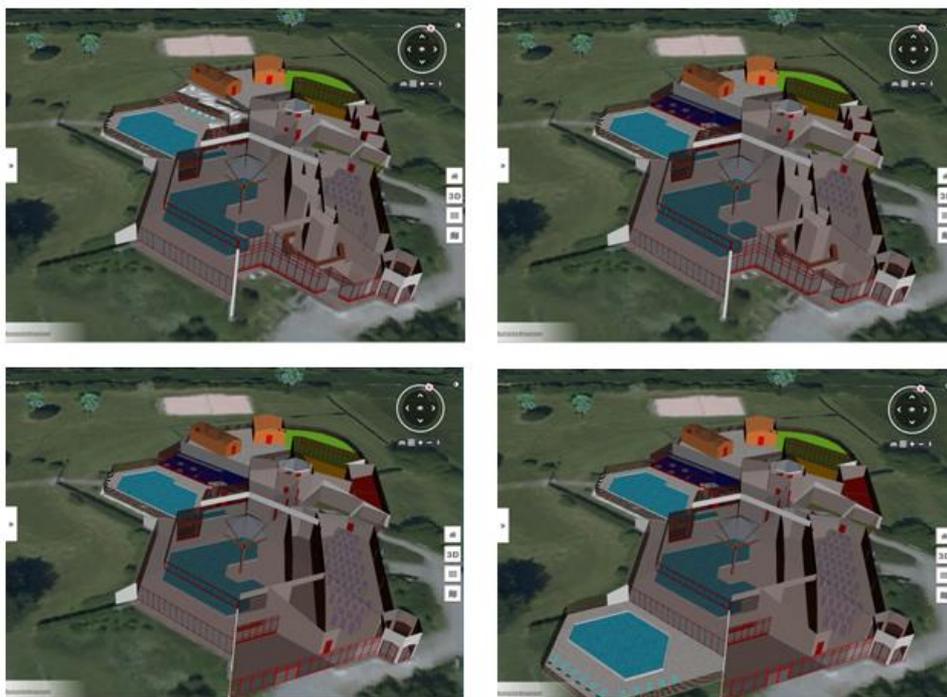


Abb. 15: Planungsvarianten 1-4 Solebad Niedernhall

Für das Beteiligungsverfahren stehen zwei grundsätzlich verschiedene Planungen des Schwimmbades zur Verfügung. Die zweite Planung enthält jeweils noch zwei optionale Erweiterungen, was insgesamt vier verschiedene Modelle ergibt. Das glb-Format erlaubt es, die Modelle in die vorhandene Plattform zu integrieren. Da die Modelle keine Informationen zu ihrem Standort beinhalten, sondern nur lokale Koordinaten (Gebäudekoordinatensystem), müssen sie noch manuell platziert werden. Die Modellvarianten können beliebig ein- und ausgeblendet werden, um die Szenarien an derselben Stelle vergleichbar zu visualisieren.

Um die Meinung der Bürger*innen über die Ausbauvarianten einzuholen, ist ein Umfragetool in die Plattform integriert. Das Umfragetool speichert die Antworten der Nutzer*innen auf einem Server der BWCloud. Somit wird gewährleistet, dass die Daten innerhalb Deutschlands gespeichert sind.

Das Umfragetool bietet verschiedene Umfragemethoden (offene Frageform, Ankreuzfragen). Vom Umfragebetreiber kann festgelegt werden, ob die Beteiligten anonym bleiben oder eine Registrierung erfolgen muss.

Um die Bürgerbeteiligung in einem Planungsverfahren durchführen zu können, enthält die Plattform ein spezielles Planungswerkzeug. Dieses erlaubt, 3D Modelle in die Plattform zu laden oder Modelle direkt in der Plattform zu zeichnen.

Den Nutzer*innen wird ein eigener Bereich zur Gestaltung zur Verfügung gestellt. Dort kann jede(r) Teilnehmer*in des Beteiligungsprozesses seine private Planung erstellen. Dazu ist es notwendig, die Teilnehmer*innen in einer Nutzerverwaltung anzulegen und verschiedene Schreib- und Leserechte zu vergeben. Die Nutzer*innen können die Planung ebenfalls untereinander austauschen oder öffentlich machen. In einem ersten Testverfahren in Niedernhall entstanden beispielsweise die Planungen in Abb. 3. zur Gestaltung des Kelterhofs durch die Übernahme von SketchUp-Modellen. (siehe 2.1.2.2)

2.3.4 Lauchheim, Bebauungsplan Hülen

Das Verfahren in Lauchheim bezieht sich auf die Offenlegung eines Bebauungsplans. Da es sich bei einem Bebauungsplanverfahren um ein formelles, rechtsverbindliches Verfahren handelt, können die komplexen technischen Anforderungen im Rahmen dieses Projekts nicht abgedeckt werden.

Es kann aber ein rein informelles Verfahren zur Verfügung gestellt werden. Erfahrungsgemäß macht es Sinn, Bürger*innen frühzeitig über ein bevorstehendes Bebauungsplanverfahren zu informieren, dieses für jedermann verständlich aufzubereiten und frühzeitig Meinungen einzuholen. Eingebettet in eine Story Map wird der georeferenzierte Bebauungsplan oder der Bebauungsplanentwurf in die 3D-Webanwendung integriert. Die Zeichenerklärung, die textliche Festsetzung, der Flächennutzungsplan und alle für die Fragestellung relevanten Unterlagen werden zum Download bereitgestellt. Es können Gebäude, die abgerissen werden müssen, bereits ausgeblendet und andere Inhalte oder Zusammenhänge hervorgehoben werden.

Über die Story Map wird das Online-Befragungstool Limesurvey zum Beispiel über ein Textfeld eingebettet, in das der Teilnehmende seine Stellungnahme (Freitext) schreiben kann. Auf die für die Fragestellung wesentlichen Inhalte wird der Nutzer über die Story Map Techniken pointiert

hingewiesen, indem Inhalte fokussiert oder gezoomt oder von den verschiedensten Seiten betrachtet werden können.

Limesurvey ist ein vielseitiges Online-Umfragetool. Es beinhaltet sehr viele Abfragemöglichkeiten und vielseitige Möglichkeiten, die Teilnahme basierend auf verschiedenen Kriterien einzuschränken.

Die Auswertung der Stellungnahmen erfolgt durch die Gemeinde.



Abb. 16: Bebauungsplan integriert in die 3D Umgebung

2.3.5 Bewertung

Die technische Umsetzung der Beteiligungsplattform -tools besteht aus der in anderen Projektteilen getesteten und erweiterten Story Map. Diese kann leicht angepasst und verändert und mit gewünschten Inhalten gefüllt werden. Die Story Map ist eine Erweiterung der Software *VC Map* und kann als solche Inhalte der 3D-Darstellung mit HTML Elementen verbinden. Das erlaubt dem*der Anwender*in viele Verschiedene Inhalte wie Videos, Bilder und Texte darzustellen.

Die Software *VC Map* erlaubt es, relativ einfach Inhalte, welche relevant für eine Beteiligung sind, zu visualisieren. Dies wurde anhand der Videos (Beispiel Niedernhall) und des Bebauungsplans (Beispiel Lauchheim) gezeigt. Die zur Verfügung stehenden Werkzeuge / Features des *VC Planner* entsprechen größtenteils den Erwartungen an ein Planungstool. Die im Backend erstellbare Nutzerverwaltung bietet Möglichkeiten, nutzerbezogene Rechte zu vergeben. So können Nutzer*innen eine private Planung erstellen und diese mit anderen Nutzer*innen oder Gruppen teilen.

Was jedoch negativ ins Gewicht fällt, ist die fehlende Intuitivität des *Planner-Tools*. Bei zwei verschiedenen Schulungen von Gemeinderät*innen und städtischen Mitarbeiter*innen zu einem Planungsprozess in Niedernhall wurde festgestellt, dass Personen, die nicht mit der Nutzung von Planungssoftware vertraut sind, Probleme mit der Bedienung des *VC Planner* haben. Ein Beispiel hierfür ist das Verschieben bereits platzierter Objekte. Der Versuch, das Objekt mit der Maus zu

halten und von einem Ort zu einem anderen zu ziehen, lässt das Programm nicht zu. Hierzu ist ein User-Interface zu nutzen, das durch Werteeingaben befüllt werden muss. Des Weiteren ist es nicht möglich, erstellte Planungsinhalte zu kopieren und an anderer Stelle einzufügen. Diese müssen nochmals aus einer Liste ausgewählt werden.

Diese Einschätzung ist gestützt durch Ergebnisse einer Befragung. Im ersten Verfahren wurde dieser Fragebogen auf Wunsch in Papierform zur Verfügung gestellt. Im zweiten Verfahren wurde eine digitale Alternative in Limesurvey genutzt. Der Rücklauf war in beiden Fällen sehr gering. Die Auswertungen zu diesen Umfragen befinden sich in den Anlagen (Anlage 5 & Anlage 6).

Die letzte Komponente, die für die Beteiligungsverfahren genutzt wurde, ist das Limesurvey Umfrage Tool. Dieses gibt es für Selbst-Hoster als kostenloses Open-Source Tool. Man kann jedoch auch eine Instanz auf einem Limesurvey Server mieten. Limesurvey bietet verschiedene Möglichkeiten zur Auswertung und verschiedene Fragetypen. Die Auswertung kann auch ausgelagert werden, da sich die Umfrageergebnisse als Excel Datei oder für SPSS exportieren lassen.

Da sich die Limesurvey Umfrage als IFrame in die Anwendung einbinden lässt, bestehen auch die IFrame üblichen Einschränkungen. So ist es am besten, wenn die Umfrage und die Plattform nach Same-Origin-Policy (SOP) auf einem Server unter derselben Domain zu finden sind. Dies ist speziell für Chrome Nutzer notwendig, da dieser CSRF Token verbietet. Somit würden die Antworten nicht gespeichert werden. Durch das Setzen bestimmter Attribute für die Cookies, welche auf einem anderen Server gespeichert werden sollen, kann dies umgangen werden. Hier gibt man allen Cookie Parametern das Attribute SameSite: none, welches diese Speicherung dann explizit zulässt. Dies muss in die Config Datei von Limesurvey geschrieben werden. Dadurch kann es jedoch sein, dass manche Antivirus Browser Plugins die Verbindung als nicht vertrauenswürdig einstufen. Wenn diese Rahmenbedingungen jedoch auf der Developer Seite beachtet werden, kann die Umfrage problemlos eingebunden werden.

2.3.6 Fazit

Die für Bürgerbeteiligungen notwendigen Funktionen sind zum Teil in der Virtual City Suite vorhanden. Speziell die Tools Story Map und *VC Map* können genutzt werden, um den Teilnehmer*innen Inhalte aufzubereiten und zur Verfügung zu stellen.

Der *VC Planner* ist komplex und kann begrenzt zum Einbringen eigener Inhalte der Beteiligten genutzt werden. Die Komplexität kann für Beteiligte ein Hindernis darstellen.

Das Umfragetool Limesurvey ist eine sinnvolle Ergänzung zum Gesamtpaket von VCS zur Einholung von Nutzermeinungen. Es wurde erfolgreich in Wüstenrot eingesetzt, um Rückmeldungen zum Plannertool zu bekommen.

2.4 Analysen, Auswertungen

2.4.1 Potentialanalyse Agrothermie

In Wüstenrot wurde die Plusenergie-Mustersiedlung „Vordere Viehweide“ an eine großflächige geothermische Wärmeversorgung, ein sogenanntes kaltes Nahwärmenetz, angeschlossen, und zwar über eine 1,5 ha große Agrothermieanlage, die sich ca. 2 m unter einer benachbarten Ackerfläche befindet. Die Wärmeversorgung der sehr gut gedämmten Gebäude mit PV-Anlagen wird über ein intelligentes Netz (Smart-Grid-Komponenten) messtechnisch begleitet. D.h. Energieerzeugung und Verbrauch werden über eine intelligente Steuerung optimal geregelt, damit sich der eigengenutzte Energieanteil deutlich erhöht.

Um geeignete Standorte für weitere Agrothermieanlagen zu finden, wurde nach Rücksprache mit den Experten der Fa. Doppelacker eine Potentialanalyse im GIS durchgeführt. Ausgangspunkt war, die voraussetzenden Kriterien zu ermitteln, um über eine GIS-Auswertung potentielle Flächen gemeinde- oder kreisweise in Baden-Württemberg generieren zu können.

Zur Flächenermittlung spielen Bodenfaktoren wie Hangneigung und Bodenfeuchte eine Rolle. Sie lassen einen Rückschluss auf die potenzielle Energiegewinnung zu. Aus ALKIS wurden die räumlich begrenzenden Acker- und Grünlandflächen entnommen, aus dem Digitalen Geländemodell die Höhe. Die Flächen wurden über den sog. Topographic Wetness Index (TWI) wie in Anlage 2 beschrieben ermittelt. Abb. 17 zeigt die Ergebnisse auf der Gemarkung der Gemeinde Wüstenrot.



Abb. 17: nach TWI ermittelte Agrothermieflächen (hellblau) nach der Berechnung der Spannweite (R) nach Bahrenberg; Lage Agrothermieanlage (rot)



Abb. 18: nach TWI ermittelte Agrothermieflächen (hellblau) nach der Berechnung der Wahrscheinlichkeitsdichte σ (Z) nach Bahrenberg

Da die Ausgangsvoraussetzungen nicht eindeutig ermittelt werden konnten, wurden zwei Varianten berechnet. 1. nach der Spannweite und 2. nach der Wahrscheinlichkeitsdichte nach Bahrenberg. Die Ergebnisse der beiden Methoden weisen eine sehr unterschiedliche Flächenanzahl auf: 1. 12 Flächen bzw. 2. 102 Flächen, deren Größe 1,5 ha übersteigen. Das Fazit ist, dass für eine Flächenvorauswahl eine umfangreichere fachliche Expertise gefragt ist, in der auch praktische Erfahrungen einfließen müssen. Eine ausführliche Dokumentation zur Evaluierung der Potenzialanalyse Agrothermie befindet sich in Anlage 2.

2.4.2 Gebäudetexturierung Gemeinde Wüstenrot

Seit Beginn der 3D-Webpräsentation kann beobachtet werden, dass interessierte Nutzer*innen von Planungen über fotorealistic 3D-Gebäudedarstellungen wesentlich einfacher eingebunden werden können, da sich ein Wiedererkennungseffekt einstellt. Fotorealistic Darstellungen der Gebäude sind ein großer Vorteil und daher ein probates Mittel, um Interessenten in anstehende

Planung einzubeziehen. Die Verfahren zur Gebäudetexturierung über die Luftbilddatenauswertung sind etabliert und die Kosten für eine Gemeinde tragbar. Bei einer Fläche von ca. 30 km² und ca. 5700 Gebäuden ist mit Kosten von ca. 32.000€ zu rechnen.

Die Dachstrukturen werden am oberen Rand einer Gebäudewand fortgesetzt, da die LoD2-Gebäude nicht über die Dachfläche, sondern über die Grundrissfläche generiert werden (Abb. 19, rechts). Das, sowie vegetationsbedeckte Hauswände sind die Schwächen des Verfahrens. Die in Wüstenrot fehlenden Gebäudeflächen können künftig dadurch vermieden werden, dass kaum sichtbare Lücken des LoD2-Modells vor der Datenabgabe entdeckt werden, d.h. das Modell muss vorab sehr genau geprüft werden.



Abb. 19: Gebäudetexturierung Gemeinde Wüstenrot

Bild 1 Fehlende Gebäudeflächen, Bild 3 „umgeklappte“ Dachvorsprünge

Mit Ausnahme dieser Mängel ist die Qualität für den Zweck im Wesentlichen gut. Besteht der Bedarf ein einzelnes Objekt höherwertiger darzustellen, so ist eine interaktive Bearbeitung unumgänglich. Die Dokumentation zur Gebäudetexturierung befindet sich in Anlage 3.

2.4.3 Windows Mixed Reality

Windows Mixed Reality (WMR) ist eine von Microsoft entwickelte Plattform für virtual- (VR) und augmented-reality (AR) Anwendungen. Erschienen ist WMR im Jahr 2015 unter der Bezeichnung *Windows Holographic*, was anfangs ausschließlich zum Betrieb der Microsoft HoloLens vorgesehen war.²

Die Microsoft HoloLens ist eine Datenbrille, die aus transparenten Gläsern besteht, in deren Gestell die Prozessoren verbaut sind. Die HoloLens funktioniert ohne Smartphone und ohne zusätzlichen Computer. Die Inhalte werden über einen Chip hinzugefügt. Die HoloLens unterstützt Gesten, d.h. zur Bedienung zeigt der Anwender einfach auf virtuelle Schaltflächen, die auf den transparenten Displays eingeblendet werden. Dem*Der Anwender*in ist es auch möglich, um seine virtuellen Gegenstände herumgehen.



² https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HoloLens



Abb. 20: Mit der Microsoft HoloLens dargestelltes 3D-Modell Solebad Niedernhall

Die Fa. M.O.S.S. bietet die Tools an, um 3D-Planungsmodelle des LGL über die Microsoft HoloLens präsentieren zu können. Das Solebad Niedernhall (Abb. 20) wurde damit bei der Intergeo 2019 in Stuttgart präsentiert. Es gäbe bei Bedarf auch die Möglichkeit, ein Softwaretool in die bereits vorhandene IT-Struktur des LGL zu integrieren. Ein konkreter Nutzen seitens des LGL-Vertriebs oder des LGL-Marketingreferats ist denkbar. Ein LGL-interner Austausch dazu ist empfehlenswert.

2.4.4 Verstetigung nach Projektabschluss

Das Projekt Smart Villages wird zum Jahresende 2020 abgeschlossen. Aus technischer Sicht konnten sämtliche Anforderungen erfüllt werden. Eine zeitgleiche Betreuung von zwei und evtl. weiterer Gemeinden sind durch das LGL möglich, die Betreuung aller Gemeinden Baden-Württembergs jedoch nicht. Um die Kommunen einbinden zu können, wurde ein Workshop mit der Fa. VCS am 26.06.2020 vereinbart. Es war das Ziel, die verwendete Software so anzupassen, dass die bereits umgesetzten Projektlösungen durch eine Gemeinde möglichst eigenständig durchgeführt werden können. Zusätzlich sollten die Kommunen in der Lage sein, ein Planungsobjekt oder vorhandene Sensordaten eigenständig in die 3D-Webpräsentation des LGL zu integrieren.

Es wurden des Weiteren die 3D-Datenaktualisierung und die künftigen Entwicklungen von VCS besprochen. Die Szenarien:

1. Die Bereitstellung eines Dienstes über die offene 3D Portrayal Service (3DPS) Schnittstelle als Streamingdienst.
2. Das LGL stellt mit der *VC Map* 3D-Dienste mit seinen Daten bereit. Die Kommunen nutzen den *VC Planner* eigenständig, d.h. unterstützt durch VCS, und greifen auf die bereitgestellte 3D-Webpräsentation des LGL zu. Sie haben die Möglichkeit, Planungen eigenständig durchzuführen, vor allem die Übernahme von 3D-Planungs- und BIM-Modellen.
3. Das LGL stellt den *VC Map* und den *VC Planner* bereit und reagiert auf die Anforderungen der Gemeinden – wie das bei dem Projekt der Fall war.

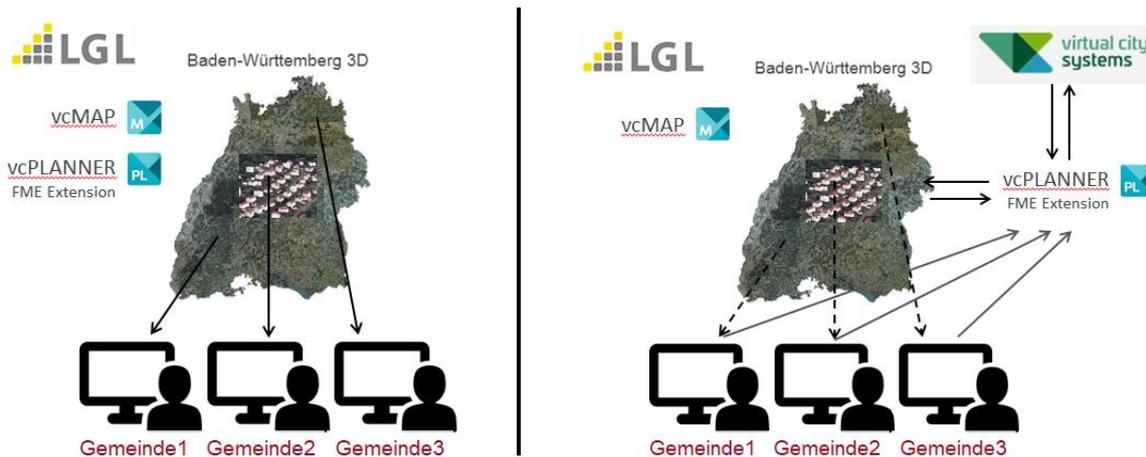


Abb. 21: Aktueller Stand 3D-Webpräsentation(links), vom LGL präferiertes Szenario 2 (Bild rechts)

Nach aktuellem Stand ist davon auszugehen, dass Szenario 1 umgesetzt wird. Über den Runden Tisch GIS ist vorgesehen eine begrenzte, jedoch mit Bayern länderübergreifende Lösung zur Nutzung des 3D-Portrayal Services (3DPS) zu realisieren.

Szenario 2 (Abb. 21, Bild rechts) wäre aus Sicht des LGL die anzustrebende Variante, die jedoch wegen voraussichtlicher Wettbewerbsverzerrung nicht einfach umsetzbar ist. Solange es keinen 3DPS gibt, ist ein Wettbewerbsvorteil für VCS-Nutzer unstrittig.

Szenario 3 kommt für das LGL nicht in Frage, da eine dafür geforderte Flexibilität nicht gewährleistet werden kann. Zudem bedeutet die 3D-Datenbereitstellung für kommunale Belange eine staatliche Einmischung bzw. eine evtl. Überschneidung mit dem Kompetenzbereich privater Unternehmen. Diese Vorgehensweise muss daher vorab nicht nur LGL-intern besprochen, sondern bei Bedarf präzise abgegrenzt werden.

Da Szenario 2 aktuell nicht in Frage kommt, wird davon Abstand genommen, die für die Kommunen geplanten Leitfäden zu erstellen. Die Leitfäden sollten Anleitungen liefern, um z.B. Planungen oder BIM-Modelle eigenständig in die *VC Map* des LGL zu integrieren. Für die Integration von Sensordaten reichen der Fa. VCS die vorhandenen Schnittstellen der *VC Map* aus. Diese Schnittstellen können ausschließlich durch Experten genutzt werden und weitere Entwicklungen sind diesbezüglich seitens VCS nicht vorgesehen. Der Ergebnisbericht der Fa. VCS befindet sich in Anlage 4.

3 Zusammenfassung

Mit dem Projekt Smart Villages sind das LGL und die HFT angetreten, Verwaltungs-, Planungs- und Entscheidungsprozesse mit Hilfe raumbezogener Informationen zu unterstützen und zu verbessern. Gerade für kleine und mittlere Gemeinden soll die 3D-Webanwendung nützlich sein und beispielsweise ermöglichen, mehr Alternativen bei Bauvorhaben zu schaffen, verschiedene Varianten zu entwickeln und diese anschaulich zu visualisieren.

Die zu Projektbeginn gestellten Aufgaben wurden während des Projektverlaufs sehr gut umgesetzt und die daraus resultierenden Ergebnisse können über die 3D-Webpräsentation betrachtet werden. Es wurden Erfahrungen im Umgang mit der 3D-Plattform Cesium und den darauf aufbauenden Produkten von Virtual City Systems gesammelt. Die 3D-Webanwendung präsentierte die Ergebnisse während der gesamten Projektlaufzeit störungsfrei und mit unverändert guter Performance, obwohl die Präsentation sukzessive verändert und erweitert wurde. Einzig die Übernahme einer größeren Anzahl komplexer Objekte, detaillierter 3D-Planungs- oder BIM-Modelle kann die Performance beeinträchtigen. Da eine gute Performance fundamental wichtig ist für die Akzeptanz der 3D-Anwendung, müssen bei Bedarf Lösungen für dieses Problem gefunden werden.

Es hat sich bestätigt, dass die 3D-Planungssoftware *VC Planner* ein Expertentool ist, das sich in der aktuellen Version noch nicht für beliebige Anwender eignet. Auch die Benutzerverwaltung des *VC Planner*, die alle Möglichkeiten einer übergreifenden Zusammenarbeit und des Austauschs gut strukturiert anbietet, ist nach den Projekterfahrungen ebenfalls als Expertentool anzusehen. Ein*Eine Expert*in mit zusätzlichen 3D-Modellierungskenntnissen wie der 3D-Design-Software SketchUp ist in der Lage, den *VC Planner* für 3D-Planungen sehr nützlich und gewinnbringend einzusetzen, wie das in Niedernhall eindrücklich gezeigt werden konnte. Zudem ist die visuelle Darstellung importierter BIM-Modelle beeindruckend. Am Beispiel der eingelesenen Gebäude konnten Geometrie, Farben und Texturen bereits sehr gut umgesetzt werden. Die typischen Herausforderungen bei der visuellen Integration von BIM/IFC-Modellen sind: Georeferenzierung, Maßstab, große Datenmenge und komplexe Geometriekonvertierungen, die sich noch in der Weiterentwicklung befinden.

Zur Bewältigung der 3D-Planungsaufgaben sollten künftig bereits vorhandene Methoden zur besseren Aktualisierung und Qualitätsverbesserung des LoD2-Datenbestands eingesetzt werden, damit die anstehenden Planungsaufgaben ein möglichst realistisches Umfeld wiedergeben.

Eine Bürgerbeteiligung in ihren drei Stufen – Information, Partizipation und Kooperation – kann mit den vorhandenen Mitteln gut unterstützt werden. Dies bezieht sich nur auf informelle Prozesse. Aus rechtlichen Gründen ist es schwierig die formellen Prozesse, wie z.B. Bebauungsplanverfahren zu unterstützen, da in solchen Prozessen Anforderungen gestellt werden, die mit dem Tool nicht einfach zu erfüllen sind. Darüber hinaus gibt es noch weitere technische Einschränkungen, die für eine gute Nutzerexperience verbessert und überarbeitet werden müssen.

Die Vorteile der Plattform liegen hier in der Visualisierung der Inhalte. Die möglichen Bauvarianten und andere Inhalte in 3D zu visualisieren ermöglicht hier eine aussagekräftige Darstellung für die Bürger*innen und anderen Beteiligten. Dies wurde durch Erkenntnisse aus dem Projekt zusätzlich untermauert. In Bezug auf die momentan gegebenen Einschränkungen des öffentlichen Lebens sind Tools wie dieses essentiell um Bürger*innen weiterhin Beteiligung zu ermöglichen.

Aus Sicht der Nutzer*innen der Smart Villages Plattform können verschiedene Sensordaten sowohl in Echtzeit als auch historisch in interaktiven Charts der Pop-up-Ballone und des Energiebilanz-Dashboard visualisiert werden. Dies kann den Nutzer*innen helfen, die Charakteristik der Energieerzeugung in Verbindung mit anderen Parametern wie Wetterbedingungen und Jahreszeit zu verstehen. Um den vollen Nutzen aus diesen interaktiven Diagrammen zu ziehen, wird den Benutzer*innen empfohlen, die Webanwendung über einen hochauflösenden PC-Bildschirm (Full-HD) zu nutzen, um den Anwendungsbildschirm und die richtige Diagrammgröße zu optimieren. Gegenwärtig visualisiert die Smart Villages-Anwendung nur den tatsächlichen Datensatz in Echtzeit und historisch, aber es sind noch keine Datenanalysen (z.B. Energiedatenvorhersage) in der Anwendung implementiert. Dies könnte Teil eines zukünftigen Projekts sein.

Die Implementierung des Sensordatenmanagements wird auf der Grundlage des OGC SensorThings API-Standards entwickelt. Der Vorteil des Einsatzes von SensorThings liegt darin, dass es eine standardisierte Schnittstelle bietet, die Entwickler*innen oder Forscher*innen nutzen, die den Datensatz erweitern können und nicht auf eine Anwendung beschränkt ist. Da die Smart Villages-Anwendung auf der Grundlage des VCS-Frameworks entwickelt wird, ist es für uns wesentlich, eine erste Entwicklung vorzunehmen, um Sensordaten vom SensorThings-Server zu verbinden und als interaktives Diagramm in der Anwendung zu visualisieren. Dieser Schritt erfordert Zeit und Mühe. Ein weiteres Problem, auf das wir während der Entwicklung gestoßen sind, ist die Datenverbindung zwischen den Sensorgeräten in Wüstenrot und dem SensorThings-Server, der in der HFT Stuttgart eingesetzt wird. Mehrmals gab es Probleme mit den Sensorgeräten vor Ort, die nicht direkt von Stuttgart aus bearbeitet werden konnten und den Support eines Partnerteams in Wüstenrot benötigten. Dies verursacht eine Verzögerung im gesamten Entwicklungsprozess. Für die Zukunft wird empfohlen, dass eine Partei, die die Sensorgeräte steuert, die Sensordaten direkt über eine standardisierte Schnittstelle (z.B. SensorThings) zur Verfügung stellt.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist Smart Villages ein zukunftsweisendes Projekt. Aus technischer Sicht konnten alle Anforderungen umgesetzt werden. Selbstverständlich gibt es noch einen nicht zu verachtenden Entwicklungsbedarf, um die Softwaretools zu verbessern und die 3D-Datengrundlage sollte aktueller und qualitativ besser werden. Es wurde durch das Projekt deutlich, welchen Bedarf es gibt und welche interessanten Ansätze weiterverfolgt werden sollten. Eine dauerhafte Präsenz der 3D-Webanwendung wäre von Vorteil, damit die anschaulich präsentierten Ergebnisse unter anderem eine Basis für weitere Inspirationen sind und dadurch weiterhin von kleinen und mittleren Gemeinden gewinnbringend eingesetzt werden können.

4 Präsentationen, Publikationen und sonstige Anlagen

4.1 Präsentationen und Tagungen

- 20.09.2018 Blessing, E.: Smarte Villages in Baden-Württemberg beim VCS-Anwendertreffen in Berlin.
- 20.11.2018 Bludovsky, S.: Smart Villages beim Kommunalen GIS-Forum in Neu-Ulm.
- 15.03.2019 Coors, V.: Integrierte web-basierte Visualisierung von 3D-Stadt- und Landschaftsmodellen und Sensordaten auf Basis von OGC Standards bei der GI-Runde in München.
- 15.03.2019 Vögele, M.: Smart Villages - Vernetzung von Geoinformation und umweltrelevanter Sensordaten bei der GI-Runde in München.
- 15.03.2019 Santhanavanich, T.: Vision Zero – 4D web-based application for secure routing for cyclists and pedestrians bei der GI-Runde in München.
- 04.04.2019 Würstle, P.: Smart Villages – The Development of an E-Participation Platform for Rural Areas in the Study Area of Niedernhall bei der RealCorp in Karlsruhe.
- 07./08.05.19 Coors, V.; Vögele, M.; Graf, G.: Vertiefungsthemen: Erweiterte 3D-Landschaftsmodelle - Anwendungen für Smart Cities beim Internationalen 3D-Forum in Lindau.
- 24.06.2019 Santhanavanich, T.; Coors, V.: Citythings: An Integration of the Dynamic Sensor Data to the 3D City Model. In: The 2nd International Conference on Urban Informatics, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- 26.07.2019 Bludovsky, S.; Vögele, M.; Graf, G.: Projektstand zum Digitalisierungstag bei der BUGA in Heilbronn.
- 17.–19.09.19 Bludovsky, S.; Graf, G.; Blessing, E.: AdV-Standbetreuung Intergeo 2019 in Stuttgart.
- 18.09.2019 Graf, G.: Smart Villages – Attraktive Orte im ländlichen Raum bei der Intergeo 2019 in Stuttgart.
- 29.10.2019 Vögele, M.: Smart Villages – attraktive Orte im ländlichen Raum bei der DGfK Sektion Stuttgart in Stuttgart.
- 18.11.2019 Bludovsky, S.: BW Map mobile und Smart Villages bei der Fachtagung der Geoinformationsverwaltung Sachsen-Anhalt in Ilsenburg-Drübeck.
- 03.04.2019 Würstle, P.; Santhanavanich, T.; Coors, V. (2019): The Development of an E-Participation Platform for Rural Areas in the Study Area of Niedernhall. In the Real Corp 2019, the 24th International Conference on Urban Planning and Regional Development in the Information Society GeoMultimedia 2019, Karlsruhe, Germany.
- 11.09.2019 Santhanavanich, T. (2019): Smart Villages – Attractive Places in Rural Areas. In the Smart Cities DWG, 112TH OGC Technical Committee Meetings, Banff, Alberta, CA.

- 21.11.2019 Santhanavanich, T. (2019): CityThings – An Integration of the Dynamic Sensor Data to the 3D City Model. In the 3D Information Management (3DIM) Domain Working Group, 113TH OGC Technical Committee Meetings, Toulouse, France.
- 15.06.2020 Würstle, P.; Santhanavanich, T.; Padsala, R.; Coors, V. (2020): The Concept of an Energy Dashboard using 3D City Models. In: The e-Energy '20: The Eleventh ACM International Conference on Future Energy Systems, Virtual Event Australia.

4.2 Publikationen und Fachzeitschriften

- Beck, A.; Bludovsky, S.; Heß, D. (2019): Smart Villages – 3-dimensionales Planen und Bauen in Niedernhall. In: Die Gemeinde – Bauen und Wohnen, BWGZ 14/2019, S. 709-711.
- Blessing, E.; Bludovsky, S., Graf, G.; Vögele, M. (2019): Smart Villages – Vernetzung von Geoinformationen und umweltrelevanter Sensordaten. In: Geoinformationssysteme 2019 – Beiträge zur 6. Münchner GI-Runde, S. 90-91.
- Bludovsky, S. (2019): Digitalprojekt „Smart Villages“. In: Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg Geschäftsbericht 2019, S. 15.
- Coors, V.; Willkomm, P. (2020): Urbane Simulationen. In: Kommune21 – E-Government, Internet und Informationstechnik 9/2020, S. 16-17.
- Eichner, A. (2019): BIM: Philosophie, Mehrwert, Risiken. In: GIS.Business 1/2019, S. 13-14.
- Heß, D. et al (2019): geo-goes-digital@bw – Die Digitalisierung in Baden-Württemberg mit Geodaten gestalten. In: Flächenmanagement und Bodenordnung 5/2019, S. 213-219.
- Vögele, M.; Santhanavanich, T.; Würstle, P.; Graf, G.; Coors, V. (2020): Smart Villages - Vernetzung von 3D-Geoinformation und umweltrelevanten Sensordaten im ländlichen Raum. In: GIS.Science 02/2020, S. 47-58.

4.3 Masterarbeiten, Lehrveranstaltung, Betrieblicher Auftrag

Master Thesis

- Horvat, Helena (2020): Konzeption und Implementierung einer Ähnlichkeitssuche von Dachflächen im 3D Gebäudemodell am Beispiel Stromertrag von Photovoltaikanlagen auf Dächern.
- Pantzer, Janine (2018): Webbasierte 3D-Visualisierung städtebaulicher Planungen – Untersuchung aktueller Methoden zur Visualisierung dreidimensionaler Daten im Internet unter Berücksichtigung des Geodienstes 3D Portrayal Service.
- Rothengaß, Lukas (2018): Generierung und Evaluierung dreidimensionaler Landschaftsmodelle für eine CFD-Windsimulation.
- Sabo Kwada Sini (2018/2019): Sensor data integration for Smart Villages.
- Singh, Harpreet (2019/2020): Concept and Evaluation of a Geodata Server for Automatic Updates and the Visualization of 3D City Models based on OGC Standards.

Lehrveranstaltung

Pado, Ulrike (Feb. 2019): Lehrveranstaltung „Mensch-Maschine-Kommunikation“ des Studiengangs Informatik/Wirtschaftsinformatik mit dem Thema „Design von Benutzerschnittstellen“.

Projektarbeit zur Erarbeitung von Entwurfsvorschlägen für die Projektseite Smart Villages.

Betrieblicher Auftrag

Fabian Jäckel (2019): 3D-Darstellung der Georg-Kropp-Schule in Wüstenrot incl. des örtlichen Stromnetzes.

4.4 Anlagen

Anlage 1

Dr. Trometer, Stefan (Fa. VCS): Dokumentation der Fa. VCS zur Umsetzung der Möglichkeiten BIM-Modelle in die 3D-Webpräsentation übernehmen zu können.

Anlage 2

Vögele, Monique: Dokumentation zur Vorgehensweise geeignete Flächen für Agrothermie-Anlagen auszuweisen.

Anlage 3

Vögele, Monique: Resümee der Gebäudetexturierung der Gemeinde Wüstenrot.

Anlage 4

Dr. Ross, Lutz; Dr. Nagel, Claus (Fa. VCS): Workshopbericht zu den Optionen der Umsetzung eines 3D-Geodatenviewers Baden-Württemberg und der Realisierung eines Angebots für kleine Kommunen zur Durchführung von Planungen in einem 3D-Viewer.

Anlage 5

Würstle, Patrick: Auswertung der Umfrage zur Anwendung des *VC Planner* in Niedernhall.

Anlage 6

Würstle, Patrick: Auswertung der Umfrage zur Anwendung des *VC Planner* in Wüstenrot.

Anlage 7

Beck, Achim; Graf, Gerald: Aufruf zur Beteiligung an der Außengestaltung des Kelterareals vom 03.2.2019 im Bekanntmachungsblatt der Stadt Niedernhall.

Anlage 8

Vögele, Monique; Graf, Gerald; Blessing, Elke: Schulungsunterlagen *VC Planner* „Digitale Planung für das Projekt Smart Villages“.

Projektpartner:



Hochschule für Technik
Stuttgart

Projektgemeinden:



Gefördert durch:

