

Master of Science FHNW in Virtual Design and Construction

# Mehrwerte durch die Integration einer automatisierten Baufortschrittskontrolle für KMUs



Tim Siegin

Thesis-Begleiter\*in: Prof. Nora Dainton

Thesis-Expert\*in: Oliver Schneider

Praxispartner\*in: Siegin GmbH und Trimble  
Technology Lab der FHNW

## Eigenständigkeitserklärung

"Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Titel «Mehrwerte durch die Integration einer automatisierten Baufortschrittskontrolle für KMUs» selbst und selbständig verfasst habe,

dass ich sämtliche nicht von mir selbst stammenden Textstellen bzw. Bestandteile eines Werkes (Bilder, Grafiken, Codes, etc.) gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt zitiert und die verwendeten Quellen gut sichtbar erwähnt habe;

dass ich in einem Verzeichnis alle verwendeten Hilfsmittel (KI-Assistenzsysteme wie Chatbots [z.B. ChatGPT], Übersetzungs- [z.B. DeepL] Paraphrasier- [z.B. Quillbot]) oder Programmierapplikationen [z.B. Github Copilot] deklariert und ihre Art der Verwendung offenlege und bei den entsprechenden Textstellen angegeben habe,

dass ich sämtliche immateriellen Rechte an von mir allfällig verwendeten Materialien wie Bilder oder Grafiken erworben habe oder dass diese Materialien von mir selbst erstellt wurden;

dass das Thema, die Arbeit oder Teile davon nicht bei einem Leistungsnachweis eines anderen Moduls verwendet wurden, sofern dies nicht ausdrücklich mit der Dozentin oder dem Dozenten im Voraus vereinbart wurde und in der Arbeit ausgewiesen wird;

dass ich mir bewusst bin, dass meine Arbeit auf Plagiate und auf Drittautorschaft menschlichen oder technischen Ursprungs (künstliche Intelligenz) überprüft werden kann;

dass ich mir bewusst bin, dass die Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik einen Verstoß gegen diese Eigenständigkeitserklärung bzw. die ihr zugrundeliegenden Studierendenpflichten der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik verfolgt und dass daraus disziplinarische (Verweis oder Ausschluss aus dem Studiengang) Folgen resultieren können.“

Vorname Nachname: Tim Siegin

Ort, Datum: 10.01.2025, Muttenz

Unterschrift:

## Danksagungen

Die Danksagung gilt allen, die mich, während meines Master-Studium sowie bei der Erstellung der Thesis unterstützt und begleitet haben.

Ein grosser Dank geht an meine Familie und Freunde, insbesondere an Barbara Siegin, Peter Siegin, Sven Siegin und Stefanie Otto, die mich während der Thesis stets unterstützen.

Darüber hinaus danke ich der Firma Siegin GmbH und ihren Mitarbeiter\*innen sowie alle am Proof of Concept Beteiligten Personen für ihre Zeit und Mithilfe.

Ein weiterer besonderer Dank geht an Oliver Schneider, Prof. Nora Dainton und Prof. Lukas Schildknecht für die enge Betreuung und wertvollen Beiträge während der Thesis.

## Abstract

Obwohl in grossen Projekten und Unternehmen in der Baubranche bereits erhebliche Fortschritte im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung erzielt worden sind, gehen diese Entwicklungen erfahrungsgemäss an kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs) oft vorbei. Die Arbeit zeigt Mehrwerte durch die Entwicklung sowie Integration einer automatisierten Baufortschrittskontrolle im Innenausbau für KMUs auf. Infolgedessen sollen analoge, redundante Prozesse durch die Nutzung kosteneffizienter digitaler Werkzeuge automatisiert, digitalisiert sowie effizienter gestaltet werden. Für den Vergleich der Technologien kommt die Choosing by Advantages-Methode zum Einsatz. Mithilfe von Prozessdiagrammen werden die Ist-, Soll- und Ziel-Situationen erarbeitet. Je Situation werden die Struktur und Schnittstellen in einer Systemarchitektur festgehalten. Eine statische Sicht auf die Strukturierung der Informationen liefert ein Klassendiagramm. Die Praxistauglichkeit der Soll-Situation wird durch ein Proof of Concept (PoC), getestet und anschliessend analysiert. Durch die Baufortschrittskontrolle können Projektbeteiligte aufgrund von tagesaktuellen Daten proaktiv agieren, anstatt auf unerwartete Entwicklungen zu reagieren. Die Qualität, Aussagekraft und Genauigkeit der Daten werden, in Bezug auf Kosten, Termine und Dokumentation, durch die regelmässige Einpflege erhöht. In der Analyse wird eine Effizienzsteigerung durch die Baufortschrittskontrolle belegt. Die Umfragen mit am PoC Beteiligten ergeben ein gesamthaft positives Feedback zur Bedienbarkeit sowie dem Interesse einer Wiederverwendung beim nächsten Projekt. Dennoch entstehen auch Herausforderungen, wie der Faktor Mensch, Sprache und die Technik selbst. Weitere Schritte der Automatisierung werden in den Ziel-Situationen dargelegt. Ausserdem werden in einer Implementierungsroadmap zukünftige Massnahmen für den externen Partner aufgezeigt. Die Inhalte der Thesis sollen von KMUs in der Baubranche als Grundlage oder Vorlage für eine kosteneffiziente Digitalisierung genutzt werden können.

Schlagwörter: Baufortschrittskontrolle, KMU, Innenausbau, Digitalisierungsprozesse, PoC.

# Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen .....	1
2	Einleitung .....	2
2.1	Problemstellung .....	2
2.2	Hauptfragestellung .....	2
2.3	Teilfragestellungen .....	2
2.4	Externe Partner .....	2
2.5	Ausgangslage .....	3
3	Methodik.....	4
3.1	Vorgehen und verwendete Methoden .....	4
3.2	Aktueller Stand der Forschung .....	4
4	Vorarbeit PoC: Technologie .....	6
4.1	Vorgehen .....	6
4.2	Hardwarelösung für Punktwolkenaufnahme .....	7
4.3	Softwarelösung für Punktwolkenaufnahme.....	8
4.4	Punktwolkenaufnahme zu DBM .....	10
4.5	Baumanagement Softwarelösung.....	12
5	Vorarbeit PoC: Integration in den Prozess.....	14
5.1	Vorgehen .....	14
5.2	Prozessdiagramm und Systemarchitektur: Ist-Situation.....	15
5.2.1	Prozessdiagramm: Ist-Situation .....	15
5.2.2	Systemarchitektur: Ist-Situation .....	16
5.3	Prozessdiagramm und Systemarchitektur: Veränderungen durch PoC .....	17
5.3.1	Prozessdiagramm: Veränderungen durch PoC.....	17
5.3.2	Systemarchitektur: Veränderungen durch PoC .....	18
5.4	Entwicklungsprozess Vorarbeit.....	19
5.5	Varianten .....	19
5.6	Sorba.....	19
5.7	Dalux.....	20
5.8	Schulung und Anleitungen .....	21
5.9	Dashboard .....	22
6	PoC .....	24
6.1	Praxisbeispiel .....	24
6.2	Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Soll-Situation für PoC.....	24
6.2.1	Prozessdiagramm: Soll-Situation .....	24
6.2.2	Systemarchitekturen: Soll-Situation .....	26
6.3	Digitaler Tagesrapport.....	26

---

6.4	Dalux.....	27
6.5	Dashboard in Microsoft Excel.....	28
6.5.1	Strukturierung der Informationen .....	30
6.6	Identifikator .....	30
6.7	Entwicklungsprozess PoC .....	31
7	Analyse.....	33
7.1	Varianten .....	33
7.1.1	Genauigkeitsvergleich: Massaufnahme und Weiterverarbeitung .....	33
7.1.2	Zeitlicher Vergleich: Massaufnahme und Weiterverarbeitung.....	33
7.2	Zeitlicher Vergleich: Rapportierung .....	36
7.3	Umfragen.....	37
8	Diskussion .....	39
9	Fazit .....	41
9.1	Mehrwerte .....	41
9.2	Herausforderungen.....	43
10	Ausblick.....	44
10.1	Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1.....	44
10.1.1	Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1 .....	44
10.1.2	Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1.....	46
10.2	Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2.....	47
10.2.1	Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2 .....	47
10.2.2	Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2.....	48
10.3	Alternative Baumanagement-Softwarelösungen .....	49
10.4	Implementierungsroadmap .....	50
10.5	Backlog .....	52
11	Hilfsmittelverzeichnis .....	53
12	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	54
13	Abbildungsverzeichnis.....	56
14	Anhangsverzeichnis .....	57

## 1 Abkürzungen

BIM	=	Building Information Modeling
BPMN	=	Business Process Model and Notation
CBA	=	Choosing by Advantages
CBS	=	Cost Breakdown Structure
CDE	=	Common Data Environment
DBM	=	Digitales Bauwerksmodell
FHNW	=	Fachhochschule Nordwestschweiz
GUID	=	Globally Unique Identifier
ID	=	Identifikator
IFC	=	Industry Foundation Classes
KMU	=	Kleine und mittlere Unternehmen
LE	=	Leistungseinheit
NDA	=	Non-Disclosure Agreement
PoC	=	Proof of Concept
Std	=	Stunden
Sub	=	Unter
TTL	=	Trimble Technology Lab
VDC	=	Virtual Design and Construction
WBS	=	Work Breakdown Structure

## 2 Einleitung

### 2.1 Problemstellung

Die Digitalisierung und Automatisierung schreitet in der Baubranche immer weiter voran. Obwohl in grossen Projekten und Unternehmen bereits erhebliche Fortschritte im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung erzielt worden sind, gehen diese Entwicklungen erfahrungsgemäss an kleineren bis mittleren Projekten und Unternehmen oft noch vorbei. Hier findet häufig aufgrund von begrenzten Ressourcen und Fachkräftemangel keine vollständige Digitalisation statt, sondern lediglich eine Digitalisation (Shoab, 2022). Daher wird der Fokus auf die Entwicklung einer automatisierten, kosteneffizienten Baufortschrittskontrolle im Innenausbau für KMUs gelegt. Die ausgewählten, wirtschaftlichen Technologien werden anhand eines Praxisbeispiel als PoC getestet. Ziel ist es, diese in den Workflow eines KMUs zu integrieren und Prozessoptimierungen zu erzielen. Sich wiederholende händische Arbeiten sollen ganz oder zu grossen Teilen automatisiert werden. Darüber hinaus müssen die Lösungen für die KMU benutzerfreundlich, effizient und mit einem geringen Schulungsaufwand der Mitarbeitenden eingesetzt werden können.

### 2.2 Hauptfragestellung

- Wie kann eine automatisierte, kosteneffiziente Baufortschrittskontrolle im Innenausbau für KMUs entwickelt, sowie in bestehende Prozesse integriert werden und dabei Mehrwerte generieren?

### 2.3 Teilfragestellungen

- Wie kann eine automatisierte Baufortschrittskontrolle im Innenausbau durch den Einsatz von kosteneffizienten Technologien für KMUs entwickelt werden?
- Wie lassen sich Technologien einer automatisierten Baufortschrittskontrolle im Innenausbau in den Workflow eines KMUs integrieren, um Prozessoptimierungen zu erzielen?
- Welche Mehrwerte können durch die Entwicklung und den effizienten Einsatz der Technologien in den Prozessen eines KMUs generiert werden?

### 2.4 Externe Partner

Die externen Partner sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Vorteile für die Thesis ausgewählt. Das Trimble Technology Lab der FNHW (TTL FNHW) stellt eine grosse Auswahl an fortschrittlichen Technologien, wie beispielsweise Messgeräte und verschiedene Softwarelösungen zur Verfügung. Ergänzend bietet die Siegin GmbH mit über 20 Jahren Erfahrung als KMU einen fachlichen Wertbeitrag. Darüber hinaus stellt Firma Siegin die Möglichkeit bereit, die Thesis praxisorientiert anhand eines realen Umbauprojekts sowohl auf der Baustelle als auch im Büro umzusetzen. Das Praxisbeispiel ist ein Umbau im bewohnten Bereich, mit terminlichen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Etappen und Gewerken. Entlang des Praxisbeispiels soll ein PoC aufgestellt werden. Dieser soll zeigen, dass Technologien in die Prozesse integriert werden können und dabei Mehrwerte generieren. Des Weiteren können mithilfe des Praxisbeispiels, der PoC mit einem derzeitigen "herkömmlichen Bauablauf" einer KMU verglichen werden.

Die nachfolgend verwendeten Begriffe werden aus der Firma Siegin GmbH übernommen. Projekt- und Bauleiter\*innen sind im PoC eine einzelne Person. Bauführer\*innen sind im PoC jeweils durch die Sub-Unternehmer\*innen vertreten. Als Mitarbeiter\*innen werden Vorarbeiter\*innen und Mitarbeiter\*innen des externen Partners und des Sub-Unternehmens bezeichnet.

## 2.5 Ausgangslage

Der Baufortschritt soll mit kosteneffizienten Technologien erfasst werden. Diese Technologien werden zudem in die Workflows des Unternehmens integriert, um Prozessoptimierungen zu erzielen.

In einem ersten Schritt werden mögliche Technologien ausgesucht und miteinander verglichen. Um eine Integration der zuvor verglichenen Technologien bei der Siegin GmbH zu ermöglichen, wird zunächst durch Beobachtungen und Fachgespräche die Ist-Situation in einem Prozessdiagramm festgehalten. Darin werden die Prozesse definiert. Mit der Ist-Situation als Grundlage werden weitere Prozessdiagramme ausgearbeitet. Als erstes werden die betroffenen Prozessschritte farblich markiert. Danach wird für das PoC ein Soll-Situation Prozessdiagramm erarbeitet werden. Das PoC wird anhand der erarbeiteten Soll-Situation an einem Praxisbeispiel durchgeführt. Zuletzt werden aus der Soll-Situation und den gesammelten Erfahrungen durch das PoC als Grundlage, weitere Ziel-Situation Prozessdiagramme erarbeitet. Diese sollen die Soll-Situation weiter mit möglichen Optimierungsvorschlägen ergänzen.

Die Struktur und Schnittstellen der im Prozessdiagramm verwendeten Software- und Hardwarelösungen werden jeweils pro Situation in einer eigenen Systemarchitektur festgehalten. Eine statische Sicht auf die Strukturierung der Informationen für die Soll- und Ziel-Situation werden in einem Klassendiagramm festgehalten. Ausserdem wird anhand des realen Bauprojektes versucht eine effiziente in Beziehung zueinanderstehender Kosten- und Projektstruktur zu erstellen (Borrmann et al., 2021).

## 3 Methodik

### 3.1 Vorgehen und verwendete Methoden

Es werden mehrere Methoden für die Erarbeitung und Ausarbeitung der Masterthesis genutzt. Zu Beginn wird eine Literaturrecherche durchgeführt. Dazu werden verschiedene Quellen wie beispielsweise Automatic Indoor as-built Building Information Models Generation by Using Low-Cost RGB-D Sensors (Li et al., 2020), Integrating cost breakdown structure (CBS) and work breakdown structure (WBS) in Construction Projects by Using Data Analytics (Khosii et al., 2020) und Automatisierte Baufortschrittsermittlung und -kontrolle (Zenners, 2022) analysiert. Die Resultate der Analyse bilden die Grundlage für die Vorarbeit des PoC.

Anschliessend werden Fachgespräche mit Spezialisten auf fachlicher und technischer Ebene durchgeführt, um einen Überblick auf der Prozess- und Informationsebene zu erhalten. Dabei handelt es sich um Fachgespräche mit Geschäftsführer\*innen, Bauführer\*innen, Mitarbeiter\*innen der Firma Siegin GmbH und der Sub-Unternehmer, welche am PoC beteiligt sind. Ausserdem werden Beobachtungen während der Durchführung des PoC entlang des Praxisbeispiels durchgeführt. Darüber hinaus werden mit Spezialisten von Software- und Hardwarelösungen weitere Fachgespräche geführt und an Online-Schulungen der gewählten Softwarelösungen teilgenommen, um diese grundlegend zu verstehen und kennen zu lernen. Zusätzlich wird am 26.11.2024 das Event Baumeister.digital - Baustelle und Büro verbinden, veranstaltet von BuildingPoint Schweiz AG, vor Ort in Spreitenbach besucht. Das PoC wird entlang eines Praxisbeispiels herausgearbeitet, getestet und ausgewertet sowie mit einem «herkömmlichen Bauablauf» unter gleichen Bedingungen verglichen.

Der grösste Teil der Arbeit wird mit der Methode «Trial-and-Error» erarbeitet werden, da es aktuell wenig bis keine Literatur bzw. Informationen zum spezifischen Thema «automatisierte Baufortschrittskontrolle im Innenausbau für KMUs» gibt (siehe Kapitel 3.2).

Die Darstellung der Prozessdiagramme ist an die BPMN-Standards (BPMN 2.0 Poster, 2021) angelehnt. Allerdings werden gezielte Ausnahmen von den BPMN-Standards gemacht. Es werden keine eigene Swim-Lanes für den Austausch und die Speicherung von Dateien erstellt. Stattdessen gibt es einen beabsichtigten Freiraum zwischen den Swim-Lanes, um dies darzustellen. Die Events werden ebenfalls zum leichteren Verständnis durch weitere Zeichen ergänzt. Um eine schnelle Nachverfolgbarkeit der Entwicklung von der Ist- bis hin zu den Ziel-Situationen zu gewährleisten, werden verschiedene Farben verwendet.

Die Methode Choosing by Advantages wird für den Vergleich der Software- und Hardwarelösungen eingesetzt. Die Website [www.choosingbyadvantages.ch](http://www.choosingbyadvantages.ch) beschreibt die Methode wie folgt: „Choosing by Advantages (CBA) ist eine Methode zur Entscheidungsfindung, basierend auf der Wichtigkeit von Vorteilen“ (Choosing by Advantages (CBA), 2024). Die maximale und minimale zu vergebende Punktzahl für die einzelnen Faktoren wird aufgrund der Wichtigkeit für den externen Partner bestimmt. Die Software- und Hardwarelösungen bekommen angesichts ihrer Vorteile eine Punktzahl im vorgegebenen Bereich. Die Faktoren werden für eine schnelle Übersicht in Übergruppen zusammengefasst. Die Summe der Vorteilspunkte ergeben den Gesamtvorteil. Die Kombination aus Gesamtvorteil und Kosten wird in einem Vorteil-Kosten-Diagramm ausgegeben und dient als Entscheidungsgrundlage.

### 3.2 Aktueller Stand der Forschung

Durch die Erfahrungen im Master-Studiengang VDC an der FHNW ist deutlich geworden, dass die fortschreitende Digitalisierung zunehmend auch die Baubranche beeinflusst. Es wird versucht möglichst viele Prozesse zu automatisieren und zu digitalisieren. Dabei ist der Begriff BIM mittlerweile ein fester Bestandteil, wenn es um Grossprojekte geht.

Es gibt auch bereits Forschungsprojekte, wie beispielsweise «Innosuisse BMETRY» (Schneider, 2024), das sich mit der Thematik der automatisierten Baufortschrittsermittlung und -kontrolle im grossen Massstab auseinandersetzt. Entsprechend der Aussage von Zenners sollen Entscheidungen im Projekt auf Grundlage der gesammelten, aktuellen Daten getroffen werden, anstatt ausschliesslich auf den Erfahrungen und Interpretationen der Bauleiter\*innen zu basieren (Zenners, 2022). Des Weiteren wurde bereits versucht automatisch generierte Indoor as-Built Building Information Models mithilfe von Low-Cost Tools zu erstellen (Li et al., 2020). Dieses Thema ist auch ein Bestandteil dieser Masterthesis. Somit kann das Paper als Ideengebung und Grundlage genutzt werden, wobei die Technologie bereits etwas überholt ist und der Fokus auf der automatisierten Modellerstellung liegt. Das Unternehmen SORBA EDV AG hat eine Webinar Reihe namens «Baumeister.digital» auf ihrer Webseite veröffentlicht (Baumeister.digital, 2024). Dabei wird auf die Möglichkeiten der Baufortschrittskontrolle in Bezug auf Kosten aufmerksam gemacht. Teile der Webinar Reihe werden als Grundlage für die Vorarbeit des PoC genutzt.

## 4 Vorarbeit PoC: Technologie

### 4.1 Vorgehen

Zunächst werden passende und kosteneffiziente Technologien für den externen Partner, ein KMU, erforscht. Mithilfe dieser Technologien wird eine automatisierte Baufortschrittskontrolle im Innenausbau entwickelt. Die Hardware- und Softwarelösungen werden mittels CBA miteinander verglichen (Choosing by Advantages (CBA), 2024). Zuerst wird in Kapitel 4.2 eine Hardwarelösung und in Kapitel 4.3 die passende Software bestimmt. Anschliessend wird eine Software zur Generierung des DBMs gesucht (siehe Kapitel 4.4). Zuletzt werden, für die Abbildung des terminlichen Baufortschritts, verschiedene Baumanagement-Softwarelösungen gegenübergestellt (siehe Kapitel 4.5).

Bei der Auswahl der für den Vergleich herangezogenen Hardware und Software wird der Fokus zunächst auf bereits bekannte Lösungen oder solche gelegt, die beispielsweise in der Literatur (Li et al., 2020) beschrieben werden. Die Faktoren, Kriterien und die Punkteverteilung werden mit der externen Partnerfirma herausgearbeitet und diskutiert. Die Attribute kommen durch Recherchen, direkte Informationen vom Hersteller oder Erfahrungswerte zustande. Dabei kann es in speziellen Fällen zu leichten Abweichungen oder Ungenauigkeiten kommen.

Das in der Firma bereits vorhandene Softwaresystem Sorba (Sorba EDV AG, 2024), welches für Verwaltungsprozesse verwendet wird, bleibt aufgrund der erforderlichen Praxistauglichkeit für das PoC bestehend. Eine Neuimplementierung einer Unternehmenssoftware ist für die Thesis und das darin durchgeführte PoC zu umfangreich. Aufgrund dessen werden keine Alternativen Unternehmenssoftwarelösungen in Betracht gezogen und die Interoperabilität mit der Software Sorba als Faktor in den folgenden Vergleichen miteinbezogen. Derzeit wird beim externen Partner die Software lediglich für die Erstellung von Offerten und Rechnungen verwendet. Dabei werden keine einheitlichen Vorlagen verwendet, sondern je Projekt variierende, manuell eingegebene Eigentexte.

Die nachfolgenden Abbildungen der Vergleiche, zeigen jeweils eine Übersicht der Ergebnisse. Die vollständigen Vergleiche befinden sich im Anhang A.

## 4.2 Hardwarelösung für Punktwolkenaufnahme

Die erste Entscheidungsfindung betrifft die Hardwarelösungen. Mithilfe der kosteneffizienten Hardware werden Punktwolken von Innenräumen aufgenommen. Durch den Vergleich wird ersichtlich, dass der Structure Sensor 3 (XRPro LLC, 2024a) die meisten Punkte hat und somit für die Firma Siegin GmbH am geeignetsten ist, ohne Berücksichtigung der Kosten (siehe Abbildung 1). Für den Structure Sensor 3 wird allerdings ein Apple iPad (Apple Inc., 2024) als externes Gerät benötigt. Daher ist der Sensor im Vergleich zu einem Apple iPad oder Apple iPhone (Apple Inc., 2024), mit integriertem Lidar-Sensor, teurer. Die Apple Fabrikate liegen preislich und bei der Bewertung des Gesamtvorteils im Mittelfeld.

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Bedienung + Handhabung</b> <i>Attribute (pro Alternative)</i> <i>Vorteile (pro Alternative)</i> <i>je einfacher und intuitiver die Bedienung und Handhabung, desto besser</i>	einfache Bedienung, schwierige Handhabung (externes Gerät benötigt)	einfache Bedienung, schwierige Handhabung (externes Gerät benötigt)	einfache Bedienung und Handhabung durch Befestigung an iPad	einfache Bedienung, Hardware muss pro Raum installiert werden	einfache Bedienung und sehr einfache Handhabung	einfache Bedienung und sehr einfache Handhabung
	90	90	235 <ul style="list-style-type: none"><li>Befestigung an iPad</li><li>kurze Anleitung genügt, keine Schulung</li></ul>	155	250 <ul style="list-style-type: none"><li>intuitiv</li><li>kurze Anleitung genügt, keine Schulung</li><li>sehr gute Handhabung</li></ul>	250 <ul style="list-style-type: none"><li>intuitiv</li><li>kurze Anleitung genügt, keine Schulung</li><li>sehr gute Handhabung</li></ul>
<b>Technische Spezifikationen</b> <i>Attribute (pro Alternative)</i> <i>Vorteile (pro Alternative)</i> <i>je präziser die Technischen Spezifikationen für das angestrebte Konzept passen, desto besser</i>	Reichweite, Sichtfeld und Verarbeitungsgeschwindigkeit sind gut	Reichweite und Tiefengenaugkeit sind gut	sehr gute Tiefengenaugkeit und Reichweite	grosses Sichtfeld bei Aufnahme, gute Tiefengenaugkeit	gutes Sichtfeld und Reichweite	gutes Sichtfeld und Reichweite
	285	290	370 <ul style="list-style-type: none"><li>hohe Tiefengenaugkeit &lt;0,5% bei 4m*</li><li>grosse Reichweite 20cm - 5m</li></ul>	360 <ul style="list-style-type: none"><li>360° Panorama Sichtfeld bei Aufnahme</li><li>gute Tiefengenaugkeit &lt;1% unter 5m</li></ul>	225	225
<b>Mobilität</b> <i>Attribute (pro Alternative)</i> <i>Vorteile (pro Alternative)</i> <i>je robuster, mobiler und transportgeeigneter, desto besser</i>	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau, IP66, externe Stromversorgung	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau, externe Stromversorgung	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau, gute Akkulaufzeit 3h	8h Akkulaufzeit, Aufbau/ Abbau mit Stativ, schwere und grosse Hardware	sehr robust, mobil und transportgeeignet	sehr robust, mobil und transportgeeignet
	120	80	105	120	185 <ul style="list-style-type: none"><li>IP68, staubdicht und wasserdicht</li><li>leicht, sehr gut transportierbar, kein Auf- und Abbau</li></ul>	130 <ul style="list-style-type: none"><li>leicht, sehr gut transportierbar, kein Auf- und Abbau</li><li>ca. 4h Akkulaufzeit (bei Aufnahmen von Punktwolken)</li></ul>
<b>Verarbeitung der Daten</b> <i>Attribute (pro Alternative)</i> <i>Vorteile (pro Alternative)</i> <i>je einfacher, präziser und ressourcenschonender die Daten verarbeitet werden, desto besser</i>	eigenen Entwicklung der Verarbeitungssoftware, SDK vorhanden	eigenen Entwicklung der Verarbeitungssoftware, SDK vorhanden	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach	Zugang und Weitergabe einfach, nur native Matterport-Software	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach
	100	100	270 <ul style="list-style-type: none"><li>verschiedene Softwarelösungen zur Auswahl</li><li>einfacher Zugang und Weitergabe</li><li>verschiedene Exportformate</li></ul>	230 <ul style="list-style-type: none"><li>einfacher Zugang und Weitergabe</li><li>verschiedene Exportformate</li></ul>	270 <ul style="list-style-type: none"><li>verschiedene Softwarelösungen zur Auswahl</li><li>einfacher Zugang und Weitergabe</li><li>verschiedene Exportformate</li></ul>	270 <ul style="list-style-type: none"><li>verschiedene Softwarelösungen zur Auswahl</li><li>einfacher Zugang und Weitergabe</li><li>verschiedene Exportformate</li></ul>
<b>Support</b> <i>Attribute (pro Alternative)</i> <i>Vorteile (pro Alternative)</i> <i>je schneller, präziser und zuverlässiger der Support, desto besser</i>	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	sehr schnell und zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote, Englisch	sehr schnell und zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote, Deutsch	schnell, nicht spezifisch für Hardware (Sensor) Apple Support	schnell, nicht spezifisch für Hardware (Sensor) Apple Support
	160	180	200 <ul style="list-style-type: none"><li>verschiedene Kanäle zur Kontaktaufnahme</li><li>sehr schnelle Rückmeldung</li><li>verschiedene Hilfsangebote</li></ul>	220 <ul style="list-style-type: none"><li>verschiedene Kanäle zur Kontaktaufnahme</li><li>sehr schnelle Rückmeldung</li><li>verschiedene Hilfsangebote</li><li>Schulungen usw.</li></ul>	120	120
<b>Gesamtvorteil</b>	●●○ 755	●●○ 740	●●○ 1180	●●○ 1085	●●○ 1050	●●○ 995
<b>Kosten externes Gerät inkl. MWSt.</b>	○ 88.90 CHF <sup>1</sup>	○ 88.90 CHF <sup>2</sup>	○ 999 CHF <sup>3</sup>	○ - <sup>4</sup>	○ -	○ -
	<sup>1</sup> Preis ist beispielhaft für ein mögliches externes Gerät. In diesem Fall das Raspberry Pi (www.digitec.ch, besucht am 28.11.2024)	<sup>2</sup> Preis ist beispielhaft für ein mögliches externes Gerät. In diesem Fall das Raspberry Pi (www.digitec.ch, besucht am 28.11.2024)	<sup>3</sup> Preis ist beispielhaft für ein mögliches externes Gerät. In diesem Fall das iPad Pro (Generation 6) (apple.com (CH), besucht: 28.11.2024)	<sup>4</sup> Zur Auswertung wird ein Computer benötigt. Dieser muss jedoch keine spezifischen Bedingungen erfüllen. Daher werden keine Anschaffungskosten eingerechnet	Es wird kein externes Gerät benötigt.	Es wird kein externes Gerät benötigt.
<b>laufende Kosten pro Jahr inkl. MWSt.</b>	● - 11	● - 22	● - 33	● 2812 CHF <sup>44</sup>	○ -	○ -
	<sup>11</sup> Laufende Kosten können durch die Auswahl der Softwarelösung entstehen. Es stehen mehrere Softwarelösungen für diese Hardware zur Auswahl.	<sup>22</sup> Laufende Kosten können durch die Auswahl der Softwarelösung entstehen. Es stehen mehrere Softwarelösungen für diese Hardware zur Auswahl.	<sup>33</sup> Laufende Kosten können durch die Auswahl der Softwarelösung entstehen. Es stehen mehrere Softwarelösungen für diese Hardware zur Auswahl.	<sup>44</sup> Laufende Kosten unterscheiden sich aufgrund des Abonnements. Der Matterport Pro 2 muss mit einem der Abonnements von Matterport betrieben werden	Laufende Kosten können durch die Auswahl der Softwarelösung entstehen. Es stehen mehrere Softwarelösungen für diese Hardware zur Auswahl.	Laufende Kosten können durch die Auswahl der Softwarelösung entstehen. Es stehen mehrere Softwarelösungen für diese Hardware zur Auswahl.
<b>Anschaffungskosten in CHF, inkl. MWSt.</b>	● ca. 433 CHF <sup>111</sup>	● ca. 381 CHF <sup>222</sup>	● ca. 693 CHF <sup>333</sup>	● 2981 CHF <sup>444</sup>	● ab 1049 CHF <sup>5</sup>	● ab 999 CHF <sup>6</sup>
	<sup>111</sup> 499 US-Dollar umgerechnet am 25.09.2024 (Wechselkurs ca. 0.87). Es wird ein externes Gerät (zusätzlich) für den Betrieb benötigt.	<sup>222</sup> 439 US-Dollar umgerechnet am 25.09.2024 (Wechselkurs ca. 0.87). Es wird ein externes Gerät (zusätzlich) für den Betrieb benötigt.	<sup>333</sup> 799 US-Dollar umgerechnet am 25.09.2024 (Wechselkurs ca. 0.87). Es wird ein externes Gerät (zusätzlich) für den Betrieb benötigt.	<sup>444</sup> 3000 Euro und 3180 Euro umgerechnet am 25.09.2024 (Wechselkurs ca. 0.94). Es wird ein externes Gerät (zusätzlich) für den Betrieb benötigt.	<sup>5</sup> Preisangabe von apple.com (CH) mit kleinster Ausstattung (Besuch: 25.09.2024). Variiert nach Speicherplatz und Ausstattung.	<sup>6</sup> Preisangabe von apple.com (CH) mit kleinster Ausstattung (Besuch: 25.09.2024). Variiert nach Speicherplatz und Ausstattung.

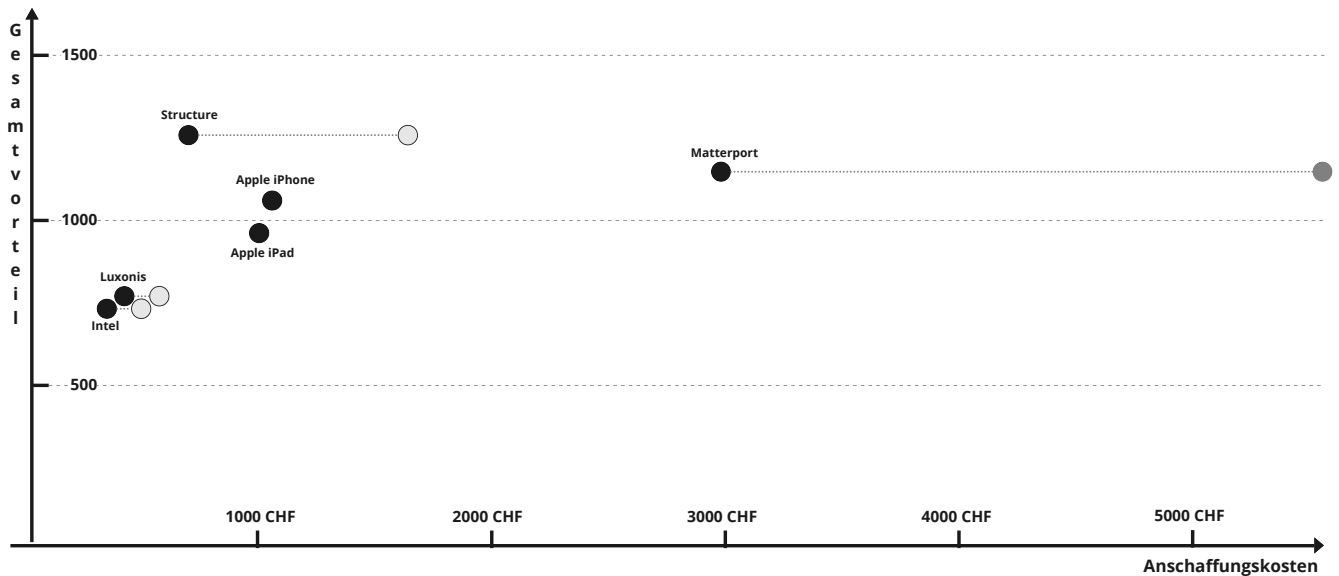


Abbildung 1: Vergleich der Hardwarelösungen für die Punktwolkenaufnahme (Tabelle und Diagramm)

Der Matterport Pro 2 (Matterport Inc., 2024) schneidet bei den Punkten zwar vor den Apple Produkten ab, ist jedoch nicht sehr kosteneffizient in der Anschaffung und im Unterhalt. Der Luxonis OAK-D Pro W (Luxonis Inc., 2024) und der Intel RealSense Depth Camera D455f (Intel Corporation, 2024) sind kostengünstig, aber erzielen keinen zufriedenstellenden Gesamtvorteil.

Aufgrund des Gesamtvorteils, der technischen Spezifikationen, Verarbeitung der Daten und Bedienbarkeit wird der Structure Sensor 3 im weiteren Verlauf der Thesis genutzt. Ausserdem werden beide Apple Produkte angesichts ihrer Bedienbarkeit, Mobilität, Verarbeitung der Daten und der niedrigen Kosten weiterhin in Betracht gezogen.

### 4.3 Softwarelösung für Punktwolkenaufnahme

Aus dem ersten Vergleich der Hardwarelösungen für die Punktwolkenaufnahme, gehen der Structure Sensor 3 und die beiden Apple Produkte als geeignete und kosteneffiziente Aufnahmegeräte für Innenräume hervor. Daher werden nachfolgend, dementsprechend auch zwei für die jeweiligen Geräte sinnvolle Softwarelösungen weiterverfolgt, gekennzeichnet mit Variante 1 und 2. Für den Vergleich werden die neuesten iPhone und iPad Modelle verwendet. Allerdings besitzen iPad Pro 11 Zoll Modelle ab der 2. Generation sowie iPad Pro 12,9 Zoll Modelle ab der 4. Generation einen Lidar-Sensor und sind damit für die Punktwolkenaufnahme geeignet (Apple Inc., 2024). Das iPhone besitzt ab den Modellen 12 Pro und 12 Pro Max einen Lidar-Sensor und eignen sich ebenfalls für Punktwolkenaufnahmen (Apple Inc., 2024).

Variante 1 beinhaltet das Vorgehen für eine Punktwolkenaufnahme mit dem Structure Sensor 3. Das Erscheinungsdatum des Structure Sensor 3 ist Anfang September 2024. Der Sensor wird per Vorbestellung erworben. Konzipiert ist der Structure Sensor 3 ursprünglich für den medizinischen Bereich. Dabei wird er überwiegend für das Scannen von Füßen genutzt. Hinsichtlich der Neuerscheinung und der überwiegenden Nutzung im Aufnahmebereich von kleinen Volumen, gibt es zu diesem Zeitpunkt keine funktionierende App, mit welcher Innenräume aufgenommen werden können. Durch einen regen Austausch mit dem amerikanischen Unternehmen XRPro LLC wird die Structure Lite App «3DChonkScan» (XRPro LLC, 2024a), infolge der gestellten Anfrage, frühzeitig einem Update unterzogen und auf die speziellen Bedürfnisse für das Scannen von Innenräumen angepasst. Diese Applikation macht es möglich Innenräume, mit dem Structure Sensor 3 in Kombination mit einem Apple iPad, aufzunehmen (siehe Abbildung 2 und Anhang B). Die App kann nicht im App Store heruntergeladen

werden. Nach Unterzeichnung eines NDA (Non-Disclosure Agreement, Geheimhaltungsvertrag) wird die App über die TestFlight-App (Apple Distribution International Limited, 2024a) heruntergeladen und kann anschliessend benutzt werden. Alternativ wird zukünftig eine neue Version der Structure Capture App (XRPro LLC, 2024b) verfügbar sein, welche gemäss Hannah Behnen (Associate Account Manager, XRPro LCC, per E-Mail am 31.12.2024) die erforderlichen Funktionen abdecken soll. Updates für den Sensor werden über die im App Store zu findende Structure App (XRPro LLC, 2024c) installiert. Die Kalibrierung von iPad Kamera und iPad Lidar-Sensor mit dem Structure Sensor 3 erfolgt über die separate, ebenfalls im App Store kostenlos zugängliche, Calibrator App (XRPro LLC, 2024d). Das iPad und der Structure Sensor 3 nehmen im Zusammenspiel der Kameras und Sensoren die Objekte auf (siehe Abbildung 2) und generieren eine Punktwolke, welche beispielsweise im ply-Format exportiert werden kann.

Alternativ wird für die Variante 1 versucht, auf einem Macbook (Apple Inc., 2024) mit dem Software Development Kit (SDK) von Structure (XRPro LLC, 2024e) und der App XCode (Apple Distribution International Limited, 2024b) ein Open-Source-Code der Scanner App (structure.io, 2024) von Structure, anzupassen. XCode bzw. das Apple Developer Program kostet jährlich 98,99 Euro und ist eine integrierte Entwicklungsumgebung von Apple, welche für die Entwicklung von Applikationen und Softwarelösungen für Apple gedacht ist. Die Scanner App (XRPro LLC, 2024f) kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden und ist kompatibel mit dem Structure Sensor 3. Allerdings können nur begrenzte Volumen von bis zu 3x3x3 Metern aufgenommen werden, was für die Aufnahme von Innenräumen unzureichend ist. Structure stellt zusätzlich den Open-Source-Code der Scanner Sample App online zur Verfügung (structure.io, 2024). Es wird in XCode versucht den Code abzuändern, um die Begrenzungen aufzuheben oder zu erweitern. Anschliessend wird die angepasste App über XCode auf das iPad geladen. Die Aufhebung der Begrenzung ist gelungen, jedoch stürzt die angepasste App hin und wieder ab. Für eine vollständige Anpassung und eine reibungslose Bedienung der Scanner App für die Bedürfnisse einer Innenraumaufnahme, muss mehr Zeit in Anspruch genommen werden. Da dies aber nicht der Hauptfokus dieser Arbeit ist und die Aufnahmen mit der 3DChonkScan App (XRPro LLC, 2024a) getätigt werden, stoppt hier die weitere Untersuchung.



Abbildung 2: Structure Sensor 3 mit Apple iPad (XRPro LLC, 2024a)

Für Variante 2, welche die Punktwolkenaufnahme mit dem Lidar-Sensor der Pro-Produkte von Apple behandelt, werden mehrere Softwarelösungen getestet. Die Softwarelösungen Connect AR von

Trimble (Trimble Inc., 2024a), die Scan-Funktion in SketchUp for iPad (Trimble Inc., 2024b) und Polycam App (Polycam Inc., 2024) werden versucht. Diese sind alle zu unpräzise und die automatisierte Modellerstellung ist derzeit noch sehr ungenau sowie fehlerbehaftet. Dadurch wird von einer genaueren Betrachtung abgesehen. Die Canvas App (Occipital Inc., 2024) hingegen liefert eine präzise Aufnahme des Innenraumes. Die Aufnahme kann auf ihre Qualität überprüft und in einem weiteren Schritt von Canvas weiterverarbeitet werden (siehe Kapitel 4.4 und Anhang C). Ein genauerer Vergleich durch die CBA-Methode ist damit hinfällig.

#### **4.4 Punktwolkenaufnahme zu DBM**

Die Softwarelösung übernimmt die Umwandlung der Punktwolke zu einem Ist-Zustand DBM für Variante 1 und die Weiterverarbeitung in das Soll-Zustand DBM für Variante 1 und 2. Dabei werden mehrere Softwarelösungen untersucht und eine Auswahl, bestehend aus 3 Softwarelösungen, in einem CBA miteinander verglichen (siehe Abbildung 3).

Das Ist-Zustand DBM der Variante 2 wird vollständig durch die externe Punktwolkenverarbeitung in Canvas erzeugt.

In der Übersicht der Ergebnisse wird schnell deutlich, dass bei den Gesamtvorteilen kein grosser Unterschied vorliegt, jedoch bei den laufenden Kosten. SketchUp mit dem Plug-in Scan Essentials (Trimble Inc., 2024c) ist für das PoC völlig ausreichend und weniger kostenintensiv als die anderen Softwarelösungen 3DWorx (rmData GmbH, 2024) und Trimble Realworks (Trimble Inc., 2024d) (siehe Abbildung 3 und Anhang A). Daher wird SketchUp mit dem Plug-in Scan Essentials für die Weiterverarbeitung der Punktwolke für das PoC ausgewählt.

Faktor / Kriterium	rmData 3DWorx	Trimble RealWorks	SketchUp Scan Essentials
<b>Bedienung   Benutzung</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <small>je einfacher und intuitiver die Bedienung und Benutzung, desto besser</small>	einfache Bedienung, übersichtliche Darstellung • einfach • übersichtliche Darstellung • moderate Einarbeitungszeit 180	anspruchsvoll, hoher Lernaufwand 85	intuitive und einfache Bedienung, schnell erlernbar und übersichtlich • intuitiv und einfach • übersichtliche Darstellung • sehr schnell erlernbar 240
<b>Datenverarbeitung</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <small>je einfacher, schneller und präziser die Datenverarbeitung, desto besser</small>	gute Punktwolkenbearbeitung und sehr gute Modellerstellung • sehr gut für präzise Modellerstellung geeignet • automatisierte Funktionen zur Modellerstellung verfügbar 190	sehr gute Punktwolkenbearbeitung und Modellerstellung • sehr gute Punktwolkenbearbeitung und -bereinigung • automatisierte Funktionen zur Modellerstellung verfügbar 205	keine Punktwolkenbearbeitung und Automatisierungen 75
<b>Integration in Workflow</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <small>je besser und effizienter die Softwarelösung in den Workflow eingebunden werden kann, desto besser</small>	vielseitige Export- und Importformate verfügbar • IFC-Export 100	vielseitige Export- und Importformate verfügbar, kein IFC-Export 55	vielseitige Export- und Importformate verfügbar • IFC-Export 100
<b>Support</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <small>je schneller und zuverlässiger der Support, desto besser</small>	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfestellungen 190	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfestellungen 190	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfestellungen 190
<b>Gesamtvorteil</b>	● 660	● 535	● 605
<b>laufende Kosten pro Jahr inkl. MWSt.</b> <small><sup>1</sup> Auskunft durch Michael Schulz, Mitarbeiter rmData Gruppe (29.08.2024 per E-Mail), 3301 Euro umgerechnet am 29.10.2024 (Wechselkurs ca. 0,94)</small> <small><sup>2</sup> Auskunft durch Dimitri Arx, Mitarbeiter BuildingPoint Schweiz AG (25.10.2024 per E-mail)</small> <small><sup>3</sup> Preis abgefragt auf sketchup.com am 26.10.2024, 722 Euro umgerechnet am 29.10.2024 (Wechselkurs ca. 0,94)</small>	● 3092 CHF <sup>1</sup>	● ca. 4000 CHF <sup>2</sup>	● 676 CHF <sup>3</sup>

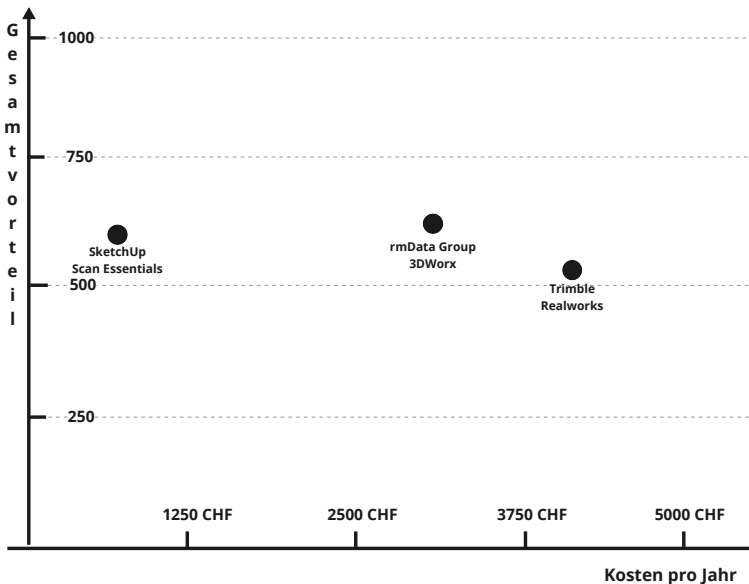


Abbildung 3: Vergleich von Softwarelösungen zur Weiterverarbeitung der Punktwolkenaufnahme

## 4.5 Baumanagement Softwarelösung

Es wird nach möglichen Baumanagement-Softwarelösungen recherchiert und eine Auswahl bestehend aus Trimble Connect Status Sharing Tool (Trimble Inc., 2024e), Dalux (Dalux ApS, 2024a), Specter Automation (specter Automation GmbH, 2024) getroffen. Die Auswahl fällt auf bereits bekannte Softwarelösungen infolge der erforderlichen Praxistauglichkeit für das PoC (siehe Abbildung 4 und Anhang A).

Dalux liegt bei den Kosten und im Gesamtvorteil deutlich vorne. Ausserdem ist Dalux sehr intuitiv zu bedienen und es können sowohl 2D-Pläne als auch 3D-Modelle verwendet und miteinander verknüpft werden. Durch das «Baukastensystem» in Dalux, kann es spezifisch auf die Bedürfnisse des Projekts eingestellt werden. Die Sub-Unternehmen können ebenfalls kostenlos in das Projekt integriert werden. Aufgrund dessen wird im weiteren Verlauf mit der Software Dalux fortgefahren. Allerdings ist direkt in Dalux die Abbildung eines vollständigen Ist- und Soll-Baufortschritts nicht möglich.

Specter ist für eine 4D-Bauzeitenplanung ausgelegt. Es kann zwar 2D-Pläne visuell miteinbinden, aber ansonsten ist es vollständig modellbasiert bzw. bauteilbasiert aufgebaut. Für das PoC ist es daher eher ungeeignet, da alles über ein DBM abgewickelt werden muss. Das Praxisbeispiel ist ein Umbau von einer Küche und Bad (siehe Kapitel 6.1). Dafür müssten alle Schichten einzeln und präzise modelliert werden, dass ein Einsatz von Specter Sinn macht. Trotz eines sehr detaillierten Modells, müssten dennoch sehr viele Arbeitsschritte bzw. Positionen der Offerte auf dieselben Bauteile referenziert werden. Dies ist unwirtschaftlich und die durch den Aufwand entstehenden Kosten übersteigen den Nutzen. Specter kann im Gegensatz zu Dalux den Baufortschritt im Ist- und Soll-Zustand abbilden, ist aber aufgrund der vollständigen modellbasierten Abwicklung für das PoC und den externen Partner eher ungeeignet.

Das Trimble Connect Status Sharing Tool hat eine direkte Integration von Sorba über Trimble Connect. Dadurch wird eine modellbasierte Mengenermittlung und die Abbildung des Fortschrittes in Sorba ermöglicht. Jedoch ist es ebenfalls aufgrund der bauteilbasierten Abwicklung eher ungeeignet, unwirtschaftlich und auf einer Baustelle wie im PoC nicht sehr intuitiv in der Handhabung.

Im Verlauf der Thesis und des PoCs werden, aufgrund neuer Erkenntnisse und Erfahrungen, weitere Bauprozessmanagement-Softwarelösungen untersucht (siehe Kapitel 10.3).

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Bedienung   Benutzung</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <i>je einfacher, intuitiver und anpassungsfähiger die Bedienung und Benutzung, desto besser</i>	übersichtlich, anpassungsfähig, geringer Schulungsaufwand 135	sehr übersichtlich, anpassungsfähig und geringer Schulungsaufwand 180 • sehr intuitiv • sehr anpassungsfähig, eigene Zusammenstellung • sehr geringer Schulungsaufwand	übersichtlich, anpassungsfähig, geringer Schulungsaufwand 135
<b>Zeitlicher Baufortschritt</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <i>je übersichtlicher, weniger aufwendig, automatisierter der Baufortschritt abgebildet werden kann, desto besser</i>	Bauteilbasierter Baufortschritt, hohe Automatisierung Baufortschritt 405 • farbliche 4D-Visualisierung • Baufortschritt verknüpft mit Terminplan • Baufortschritt anhand von Arbeitspaketen, Soll + Ist Vergleich	Baufortschritt in 2D-Pläne + Diagramm, spezifisch abrufbar 365 • Baufortschritt in 2D-Pläne + Diagramm • Baufortschritt anhand Arbeitspaketen • spezifisch zugeschnitten abrufbar	keine Mehraufwand falls Modell vorhanden, farbliche 4D-Visualisierung 295
<b>Integration in Workflow</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <i>je besser und effizienter die Softwarelösung in den Workflow integriert werden kann, desto besser</i>	einfacher Import von Modell, visuelle Einbindung von 2D-Plan 80	einfacher Import von Modell, Verknüpfung von 3D-Modell mit 2D-Plänen 130 • Verknüpfung von 3D-Modell mit 2D-Plänen	sehr einfacher Import Modell, Integration von Sorba und Trimble Connect 130 • Integration von Sorba • sehr einfacher Import
<b>Zugänglichkeit und Einbindung</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <i>je einfacher, schneller Personen eingebunden und miteinander kommunizieren können, desto besser</i>	Zugriffsrechte sind einschränkbar, unbegrenzte Projekte + Beteiligte 190	Zugriffsrechte in Gruppen, sehr gute Kommunikation 290 • Zugriffsrechte können in selbst erstellten Gruppen zugewiesen werden • anpassbare Kommunikationswege • sehr einfache Anmeldung	Zugriffsrechte einschränkbar, sehr gute Kommunikation 235 • Zugriffsrechte sehr gut einschränkbar • sehr gute Kommunikation (direkt und per E-Mail)
<b>Support</b> <small>Attribute (pro Alternative)</small> <small>Vorteile (pro Alternative)</small> <i>je schneller und zuverlässiger der Support, desto besser</i>	schnell, weitgehend zuverlässig, verschiedene Hilfestellungen 165 • Helpcenter • Tutorials • Anleitungen	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfestellungen 185 • schnell, zuverlässig • Helpcenter • Tutorials • Anleitungen	schnell, zuverlässig, begrenzte Hilfestellungen 135
<b>Gesamtvorteil</b>	● 975	● 1150	● 930
<b>laufende Kosten pro Jahr inkl. MWSt.</b>	● 9326 - 37'302 CHF <sup>1</sup>	● ca. 6240 CHF <sup>2</sup>	● min. 14'950 CHF <sup>3</sup>

<sup>1</sup> ca. 50 - 200 Euro pro Baustelle (Auskunft: Emanuel Groh, Mitarbeiter Specter Automation am 13.11.2024 per E-Mail); Circa 200 Baustellen im Jahr (Siegin GmbH), Euro zu Franken umgerechnet 20.11.2024 (Wechselkurs ca. 0.93)

<sup>2</sup> ca. 520 CHF im Monat aufgrund Umsatz Firmaz: Auskunft durch Kristopher Veith, Mitarbeiter Dalux Switzerland GmbH (19.09.2024 per Teams)

<sup>3</sup> Trimble Connect Enterprise 14'950 CHF/Jahr für Firmen unter 10 Mio. Jahresumsatz, Auskunft durch Dimitri Arx, Mitarbeiter BuildingPoint Schweiz AG (30.10.2024 per E-mail).

Software-Lösung	laufende Kosten pro Jahr (CHF)	Gesamtwert
Dalux Field	ca. 6240	ca. 1150
Specter Automation	37'302 - 9326	975
Trimble Connect Status Sharing Tool	min. 14'950	930

Abbildung 4: Vergleich von Baumanagement Softwarelösungen

13

## 5 Vorarbeit PoC: Integration in den Prozess

### 5.1 Vorgehen

Um die in Kapitel 4 ausgewählten Technologien in den Prozess des externen Partners integrieren zu können, wird zunächst der Ist-Prozesszustand in einem an die BPMN-Notation angelehnten Prozessdiagramm und in der dazugehörigen Systemarchitektur festgehalten. Im Prozessdiagramm wird ein gesamter Bauablauf eines bewohnten Umbaus im Innenbereich festgehalten. Bauherr\*in, Bauleiter\*in, Mitarbeiter\*in, Sub-Unternehmer\*in bekommen eine eigene Swim-Lane. In einem zweiten Schritt werden die vom PoC betroffenen Stellen rot markiert. Mithilfe dieser Grundlage wird im Kapitel 6.2 eine Soll-Situation erarbeitet.

Anschliessend wird auf die im PoC verwendeten Softwarelösungen, Dalux und Sorba, eingegangen. Diese sollen, unter anderem mithilfe von Schulungen, in den Prozess integriert werden. In einem weiteren Schritt sollen Daten, aus Sorba und Dalux, die den Baufortschritt abbilden, über eine dritte Software miteinander dargestellt werden. In der dritten Software soll ein Dashboard entstehen, welches auf einen Blick den Baufortschritt auf kosten- und terminlicher Ebene abbildet. Die Sub-Unternehmer\*innen stellen ihre Rechnungen direkt an die Bauherrschaft und nutzen dahingehend allein die Software Dalux, um den Baufortschritt auf terminlicher Ebene abzubilden. Der Baufortschritt in Bezug auf die Kosten wird nur für die Firma Siegin GmbH erzeugt.

Die vollständigen Abbildungen der Prozessdiagramme sind im Anhang D1 vorhanden. Die Abbildungen der Ist-Situationen zeigen den für das PoC relevantesten Ausschnitt.

## 5.2 Prozessdiagramm und Systemarchitektur: Ist-Situation

Die Ist-Situation wird durch Beobachtungen und Fachgespräche mit Mitarbeiter\*innen aus der Firma Siegin GmbH ermittelt. Die Ist-Situation enthält manuelle und redundante Schritte, wie beispielsweise das Abschreiben der im Rapport handgeschriebenen Leistungen in eine Excel-Tabelle (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Das vollständige Prozessdiagramm befindet sich im Anhang D1. Oftmals werden Vorgänge durch eine ineffiziente und redundante Mischung von digitalen und analogen Werkzeugen erledigt. Mehrfach ist eher eine Digitisation anstatt Digitalisation vorhanden (Shoaiab, 2022).

### 5.2.1 Prozessdiagramm: Ist-Situation

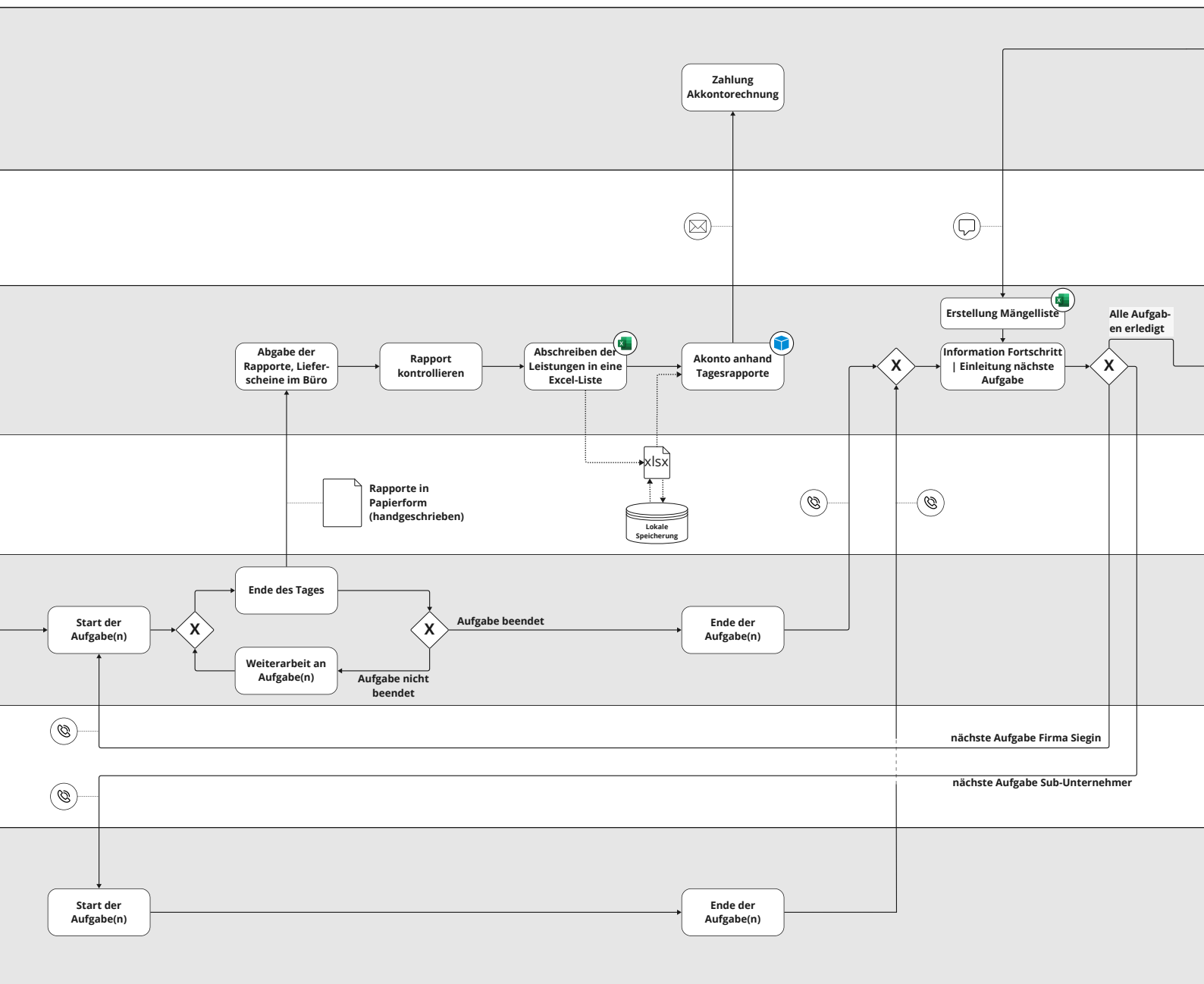


Abbildung 5: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ist-Situation

Legende:

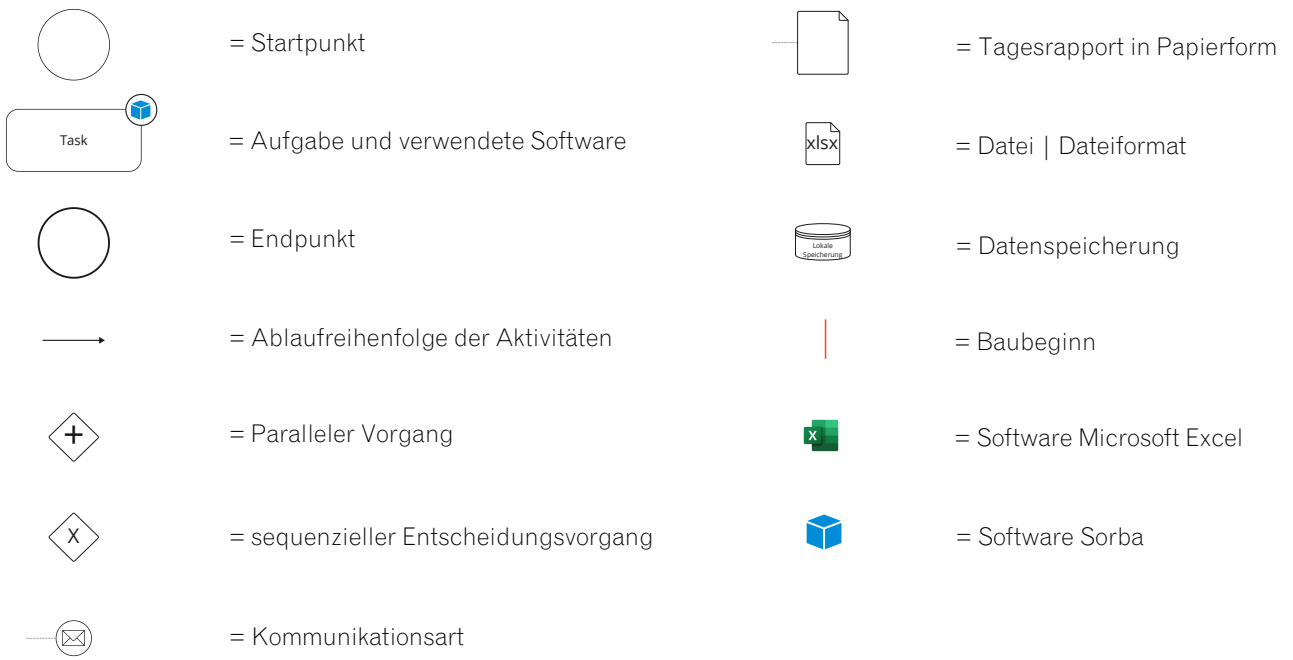


Abbildung 6: Legende Prozessdiagramm: Ist-Situation

### 5.2.2 Systemarchitektur: Ist-Situation

In der Systemarchitektur ist die technische Sicht der Ist-Situation zu sehen (siehe Abbildung 7, Abbildung 8 und Anhang D1).

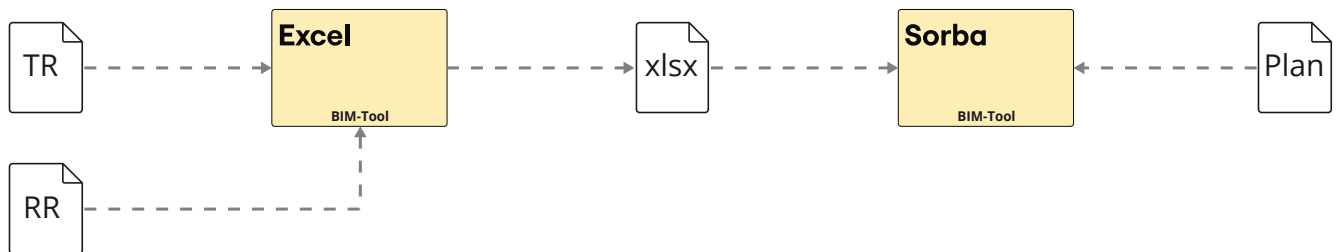


Abbildung 7: Systemarchitektur: Ist-Situation

Legende:

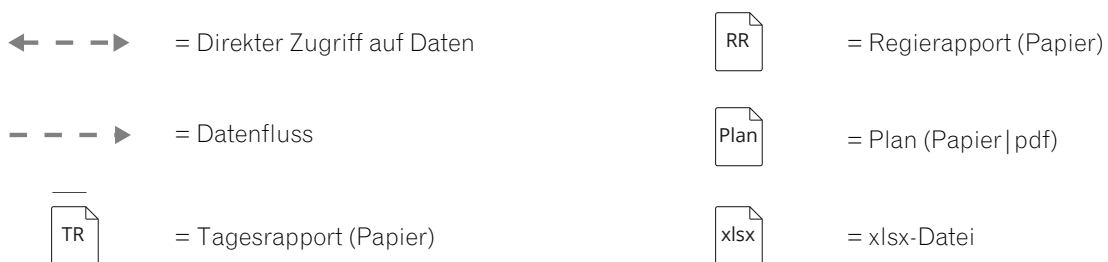


Abbildung 8: Legende Systemarchitektur: Ist-Situation

### 5.3 Prozessdiagramm und Systemarchitektur: Veränderungen durch PoC

In der Ist-Situation des Prozessdiagramms und der Systemarchitektur sind in diesem Zwischenschritt, die vom PoC betroffenen Aktivitäten, Ereignisse, Gateways, Daten und Softwarelösungen mit rot markiert. Ein Wegfallen, starke oder leichte Abänderungen sind hierbei möglich (siehe Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11 und Abbildung 12). Vollständiges Prozessdiagramm siehe Anhang D1.

#### 5.3.1 Prozessdiagramm: Veränderungen durch PoC

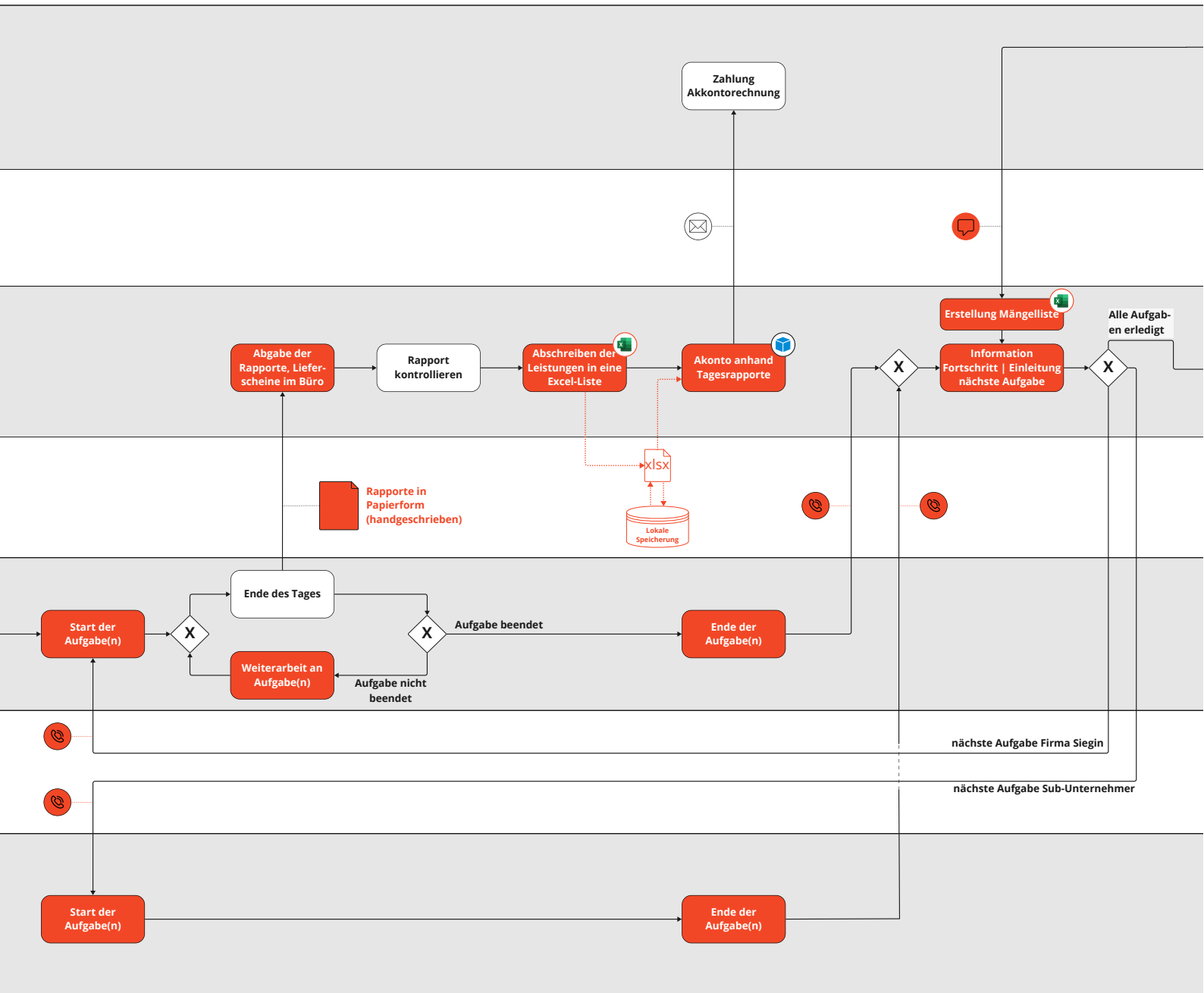


Abbildung 9: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ist-Situation mit markierten Veränderungen

Legende:

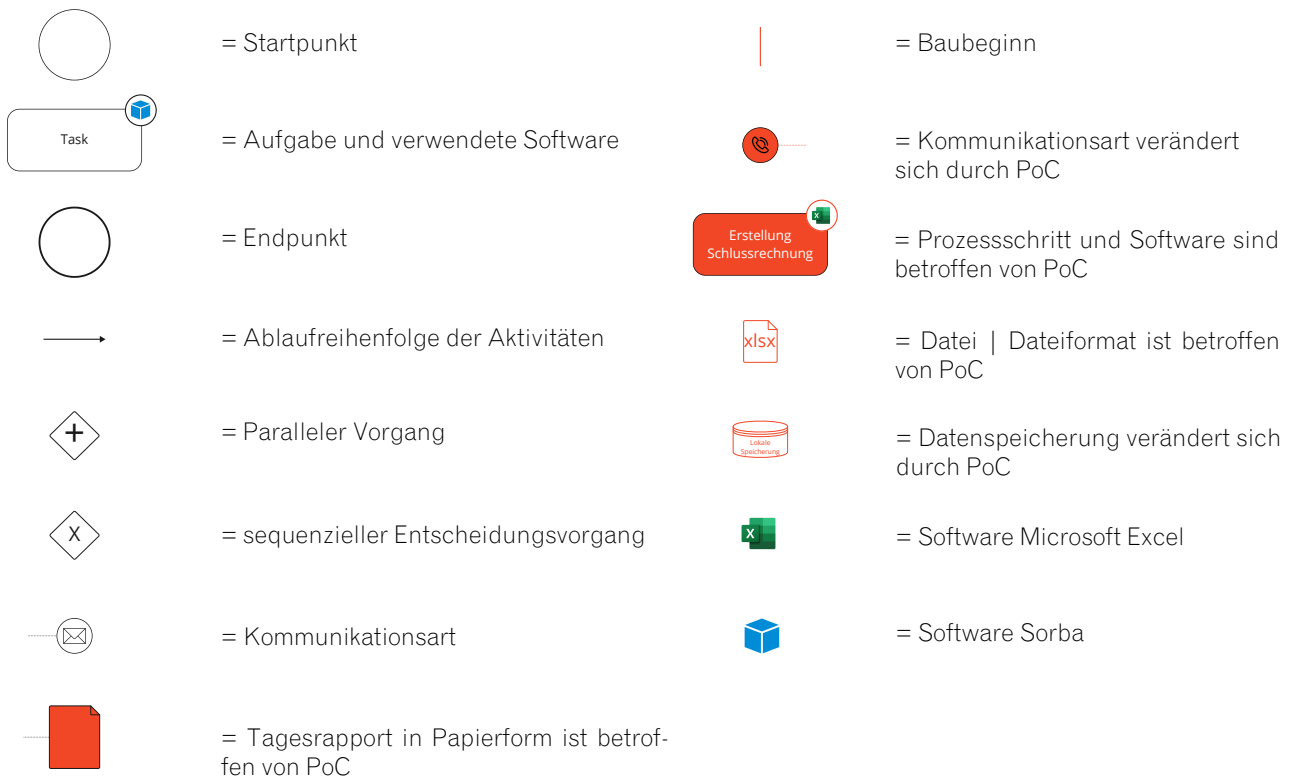


Abbildung 10: Legende Prozessdiagramm: Ist-Situation mit markierten Veränderungen

### 5.3.2 Systemarchitektur: Veränderungen durch PoC

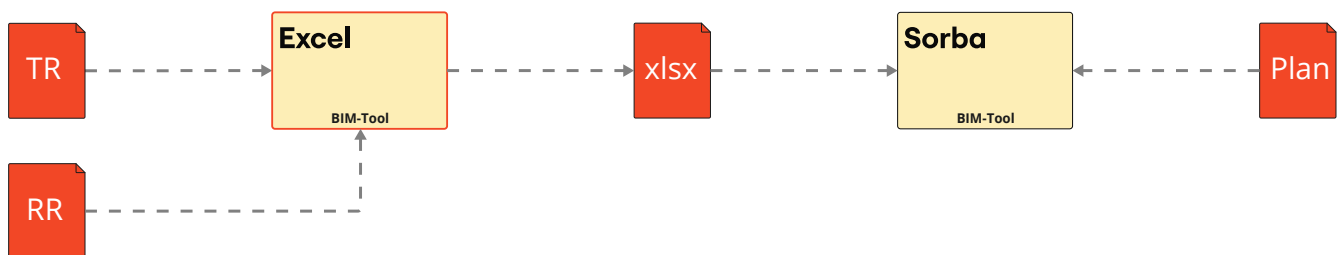


Abbildung 11: Systemarchitektur: Ist-Situation mit markierten Veränderungen

Legende:



Abbildung 12: Legende Systemarchitektur: Ist-Situation mit markierten Veränderungen

## 5.4 Entwicklungsprozess Vorarbeit

Es wurde zu Beginn die Annahme getroffen, dass es eine separate CDE für die Projekte benutzt werden muss, um den Zugriff und die Rechte für alle Projektbeteiligten zu regeln. Dabei wurden keine Vergleiche für die CDE ausgeführt, da sowohl SketchUp als auch Sorba eine sehr gute Interoperabilität mit Trimble Connect aufweisen. Insbesondere die Modellbasierte Mengenermittlungen in Sorba geht nur mit Trimble Connect als CDE. Bei genauerer Betrachtung wurde herausgefunden, dass eine modellbasierte Mengenermittlung nur für wenige Vorgänge genutzt werden kann. Die Offerte beinhaltet sehr wenig Mengenangaben, die aus dem DBM entnommen werden. Ausserdem ist die Nutzung der von der Baumanagement-Software zur Verfügung gestellten CDE sinnvoller. Die Kosten für Trimble Connect als CDE entfallen und die Sub-Unternehmer\*innen können durch die Baumanagement-Software miteinbezogen werden. Somit ist der ursprünglich geplante Einsatz der Software Trimble Connect für das PoC hinfällig.

Anfangs war ein DBM mit daraus entstehendem 4D- und 5D-Modell für eine Abbildung von Kosten und Terminen angedacht. Nach genauerer Betrachtung war klar, dass der Baufortschritt im Innenausbau für KMUs aus wirtschaftlicher Sicht und Gründen der Komplexität über Vorgänge bzw. Arbeitspakete aufgezeichnet werden muss. Die Projekte des externen Partners beinhalten zumeist Räume wie Küchen und Bäder (siehe Kapitel 6.1). Diese werden entkernt und anschliessend saniert. Die Veränderungen sind während der verschiedenen Bauphasen minim und über Photogrammetrie schwierig festzuhalten, zu verarbeiten und stark abweichend von Projekt zu Projekt. Die Kostenschätzung und der Kostenfortschritt würden ein detailliertes DBM erfordern, da viele Schichten und Profile modelliert werden müssten. Zusätzlich gibt es oft Anpassungen oder Veränderungen beispielsweise durch die Bauherrschaft im Verlaufe des Projekts. Diese können viel einfacher mittels Arbeitsvorgänge gehandhabt werden anstelle einer Anpassung des DBMs. Daher wird von einer vollständig automatisierten Baufortschrittskontrolle mit Photogrammetrie und künstlicher Intelligenz, wie beim Forschungsprojekt BMETRY (Schneider, 2024) und einer Darstellung des Fortschritts über ein 4D und 5D-Modell abgesehen. Der Ressourcenaufwand und die damit verbundenen Kosten würde den Nutzen bei weitem übersteigen.

Daher wird das Ist- und Soll-DBM über einen Sensor und die entsprechenden Softwarelösungen (siehe Kapitel 4) erstellt und als Grundlage für den terminlichen Baufortschritt über eine Baumanagement-Software mittels Arbeitsvorgänge verwendet. Der Fortschritt wird über das tägliche Festhalten der getätigten Vorgänge und die dafür benötigten Ressourcen durch die Projektbeteiligten erzeugt.

## 5.5 Varianten

Für das PoC wird die Technologie und der Prozess von Variante 1 und 2 (siehe Kapitel 4) ausgetestet. Die Punktwolken werden sowohl mit dem Structur Sensor 3 und der dazugehörigen Applikation 3DChonkScan (beides XRPro LLC), als auch mit einem iPhone (Apple Inc.) und der Canvas App (Occipital Inc.) aufgenommen. Weiterverarbeitet zum Ist-DBM-Zustand werden die Punktwolken mit der Software SketchUp und dem Plug-in Scan Essentials oder bei Variante 2 in Canvas. Letzten Endes wird das Soll-DBM von Variante 1, aufgrund der höheren Genauigkeit (siehe Kapitel 7.1.1), für das PoC verwendet (siehe Anhang E).

## 5.6 Sorba

Die Bauprojektmanagement-Software Sorba wird bereits in der Firma Siegin GmbH genutzt. Dabei wird jedoch nur auf einen kleinen Teil des Softwareumfangs zugegriffen und dies meist nicht in entsprechender Empfehlung der Sorba EDV AG. Die Software Sorba wird beibehalten (siehe Kapitel 4.1) und die Möglichkeiten von Sorba, bezüglich des Baufortschritts auf kostenebene, ausgereizt.

Die Offerten werden in Eigentext erstellt und jedes Mal erneut mit dem Eigentext verfasst. Geschäftsinterne Identifikatoren sind nicht vorhanden. Die einzelnen Vorgänge werden aufgrund von Erfahrungswerten offeriert. Mitarbeiterstamm, Temporärstamm und Lagerstamm (Inventar, Material/Fremdleistungen) sind beim externen Partner, nicht in Sorba hinterlegt.

Die folgenden Aufbereitungen der Daten werden durch Schulungen und Austausch mit Marco Sorba und Shaun Ostertag (beide Mitarbeiter von SORBA EDV AG) unterstützt. In Sorba wird ein Grundkatalog für Bad, WC und Küchen Umbau erstellt. Dieser kann für zukünftige Bauvorhaben immer als Grundlage verwendet werden und enthält die korrekten Identifikatoren (siehe Kapitel 6.6). Für die angestrebte digitale Rapportierung müssen der Mitarbeiterstamm, Temporärstamm und Lagerstamm (Inventar, Material/Fremdleistungen) in Sorba eingetragen und auf einen aktuellen Stand gebracht werden (siehe Anhang F). Zu Beginn werden die Stammdaten spezifisch für das PoC angelegt und in weiteren Schritten vervollständigt (siehe Kapitel 10.4).

Die Einpflegung der Stammdaten ermöglichen die digitale Rapportierung (siehe Kapitel 6.3) über die myRapport App (Sorba EDV AG, 2024), die die Kosten tagesaktuell erfasst und mit den Vorgängen aus der Offerte verknüpft.

## 5.7 Dalux

Durch eigenständiges Austesten, das Dalux HelpCenter und über den Austausch mit Kristopher Veith und Nicolas Bosson (beide Mitarbeiter von Dalux ApS) werden die Projektgrundlagen in Dalux erstellt.

Die Projektbeteiligten müssen sich registrieren und über die, je Gewerk, benutzerdefinierte Gruppe ins Projekt eingeladen werden. DBM und Pläne müssen hochgeladen und referenziert werden. Alle auf der Baustelle und im Büro benötigten Dateien, werden zur «Box» in Dalux hinzugefügt. Die Box ist die CDE für das Projekt und die Projektbeteiligten können im Umfang der «Box Light» Dateien einsehen und herunterladen. Die Dalux Box Pro mit Funktionen wie Zugriffsrechten und einer unbegrenzten Anzahl an Dateien kostet zusätzlich und wird für das PoC nicht benötigt. Die im PoC verwendete Box Light ist im Dalux-Field Modul enthalten und kann pro Projekt bis zu 60 Dateien verwalten, welche allein die Projekt- und Fieldadministratoren bearbeiten und hochladen können.

In den Einstellungen von Dalux Field werden Arbeitspakete wie Workflows und Freigaben, Aufgabenvorlagen, Freigabevorlagen und Aufnahme- sowie Einsichtsrechte der Fotos definiert. Die Workflows legen fest welche Personen miteinander in welche Richtung kommunizieren bzw. Informationen austauschen. Bei den Freigaben hingegen ist die Flussrichtung der Kommunikation und Informationen vorgegeben. In den Aufgabenvorlagen und Freigabevorlagen werden die auszufüllenden Felder für eine Aufgabe/Freigabe festgelegt und als Pflichtfelder oder optionales Feld festgelegt. In den «Capture» Einstellungen werden den definierten Gruppen, wie beispielsweise Maurer\*in oder Gipser\*in, Zugriffsrechte auf 360 Grad-Fotos und Fotoalben festgelegt. Die in Dalux direkt verknüpfte 360-Grad Kamera, Ricoh Theta Sc2 (Ricoh Imaging Europe SAS, 2024), wird für die Aufnahmen im PoC verwendet (siehe Anhang E). Dabei werden pro Raum, in regelmässigen Abständen von circa 1-3 Tagen, 360-Grad Bilder aufgenommen, welche Metadaten wie beispielsweise Verortung im Plan, Zeit, Datum enthalten (siehe Anhang E).

In Dalux wird der zeitliche Fortschritt, durch Vorgänge festgehalten (siehe Abbildung 15). Vorgänge werden in Dalux als Aufgaben bezeichnet. Die Aufgaben werden einer verantwortlichen Person, mit einem geplanten Start- und Enddatum, zugewiesen. Bei der Zuweisung entsteht das effektive Startdatum. Durch das Bereitmelden und anschliessende Freigeben der Aufgabe wird ein effektives Enddatum dokumentiert (siehe Kapitel 6.4).

## 5.8 Schulung und Anleitungen

Bei der Schulung von Dalux und Sorba werden alle Projektbeteiligten, mit Ausnahme von Küchenbauer\*in, Glaser\*in, Maler\*in und Reinigungskräften, ins Büro des externen Partners eingeladen. Dabei wird Dalux mit allen Projektbeteiligten betrachtet, während die Rapportierung mit der myRapport App von Sorba lediglich den externen Partner selbst betrifft. Die Einführung in Dalux besteht aus einer Powerpoint-Präsentation, einer Live-Demonstration, einem Rollenspiel sowie eine anschließende Diskussion und dauert ungefähr 2 Stunden. Die Schulung zur Rapportierung in Sorba erfolgt ebenfalls durch eine kurze PowerPoint Präsentation, einer Live-Demo sowie eigenständigen austesten und ist auf eine halbe Stunde angesetzt. Die vollständigen PowerPoint Präsentationen von der Schulung, Dalux und Sorba sind im Anhang G beigefügt.

Aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen der Projektbeteiligten, werden verschiedene Angebote zum Erlernen bzw. Verstehen der Softwarelösungen angeboten. Dadurch kann jeder entsprechend seiner individuellen Vorkenntnisse und Fortschritte, die Softwareapplikationen kennen lernen und verstehen. Auf das Helpcenter von Sorba und Dalux wird hingewiesen und der Link geteilt. Zusätzlich wird auf Video-Tutorials hingewiesen, welche im Helpcenter zumeist bereits hinterlegt sind.

Ausserdem werden Anleitungen in Papierform ausgegeben (siehe Anhang H und Anhang I). Dadurch muss beim Anwenden kein weiteres digitales Gerät benutzt oder immer wieder zwischen dem Helpcenter und der App hin und her gewechselt werden. Die Anleitungen in Papierform sind ausführlich und sollen auch eine Anwendung ohne eine ausführliche Schulung ermöglichen sowie Rückfragen reduzieren. Die Mitarbeiter\*innen mit einer anderen Muttersprache als deutsch, können die Applikationen auf Ihre bevorzugte Sprache umstellen. Das Helpcenter ist ebenfalls in verschiedenen Sprachen verfügbar. Die Anleitungen in Papierform werden in Zukunft auch in mehreren Sprachen zur Verfügung stehen (siehe Kapitel 10.4). Die Anleitungen sind im Anhang H (Dalux) und im Anhang I (Tagesrapport) beigefügt.



Abbildung 13: Schulung und Diskussion beim externen Partner (Foto: Barbara Siegin)

### 5.9 Dashboard

Die Softwarelösungen Dalux und Sorba halten jeweils benötigten Daten für eine automatisierte Baufortschrittskontrolle fest, allerdings bilden sie den Baufortschritt nicht vollständig ab. Dalux bildet in der Software selbst lediglich den Status, wie beispielsweise neu, laufend, bereit oder freigegeben, der Vorgänge immer bis zum heutigen Tag ab (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16). Sorba kann, mit Hilfe der Daten aus den Tagesrapporten, den Baufortschritt bis zu einem eingestellten Datum bzw. zum aktuellen Tag aufzeigen. Die Kosten können detailliert aufgelistet oder nach Vorgängen sortiert eingesehen werden. Dabei werden die Kosten jedoch nicht visuell dargestellt und auch nicht abhängig vom zeitlichen Verlauf.

Daher wird eine Lösung gesucht, welche die beiden Softwarelösungen verbindet und den Baufortschritt gänzlich auf einem Dashboard abbildet. Dadurch soll es Projektbeteiligten möglich sein auf einen Blick den Baufortschritt auf terminlicher und Kostenebene zu betrachten (siehe Anhang J). Dazu wird die Software Microsoft Excel verwendet. Diese wird bereits in der Firma verwendet und ist eine einfache, intuitive Lösung, um die Dashboard-Idee umzusetzen.

In der Skizze (siehe Abbildung 14) ist die erste Idee des Excel-Dashboards festgehalten. In Rot sind die Eingaben gekennzeichnet und in Orange die Übertragung der erforderlichen Daten. Ein ausführlicheres Prozessdiagramm, welches die Erstellung des Dashboards aufzeigt, befindet sich im Anhang K.

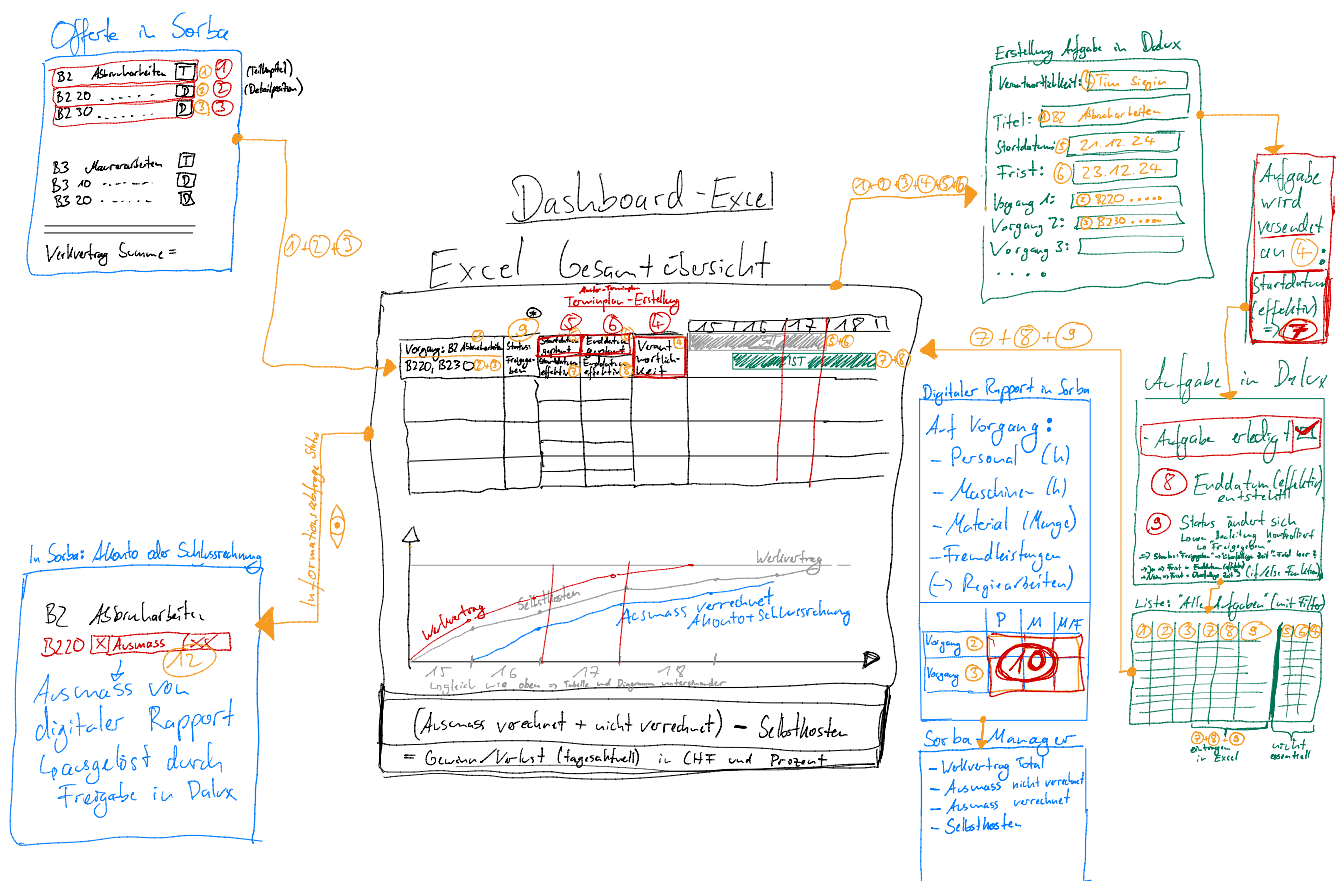


Abbildung 14: Erste Entwurfsskizze der Dashboard-Idee (eigene Darstellung)

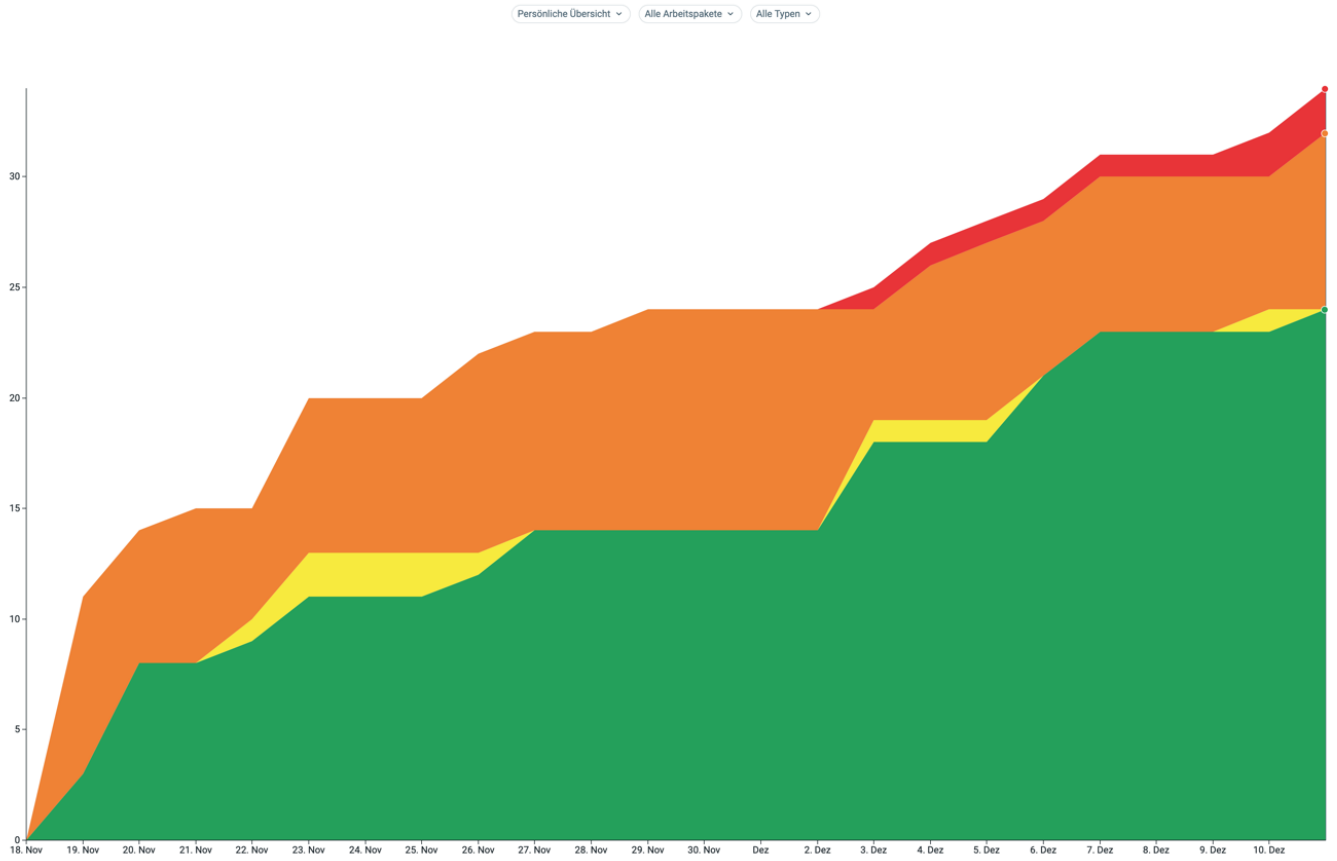


Abbildung 15: Fortschrittsdiagramm in Dalux: 18.11 bis 11.12.2024

Legende:

- - Neu
- - Freigegeben, Nachverfolgung
- - Laufend
- - Freigegeben, geschlossen
- - Abgelehnt
- - Abgelehnt, geschlossen
- - Als bereit gemeldet
- - Abgebrochen
- - Freigabe abwarten
- - Archiviert

Abbildung 16: Legende Fortschrittsdiagramm in Dalux (Dalux ApS, 2024b)

## 6 PoC

### 6.1 Praxisbeispiel

Das PoC wird anhand eines Praxisbeispiels in Basel durchgeführt. Die Bauleitung, Kundenmaurer-, Gipser- und Plattenlegerarbeiten werden von der Firma Siegin GmbH durchgeführt. Die Sanitär-, Elektro-, Küchenbau- und Malerarbeiten werden von Sub-Unternehmen ausgeführt. Es handelt sich um ein bewohntes Mehrfamilienhaus. Die Arbeiten sind alle im Innenbereich. Badezimmer, Gäste-WC und Küche werden inklusive Leitungen kernsaniert.

### 6.2 Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Soll-Situation für PoC

Mit den Vorarbeiten aus Kapitel 4 und 5 als Grundlage wird eine Soll-Situation für das PoC entwickelt. Für das Soll-Situation Prozessdiagramm werden von den Optimierungen betroffene Prozesse, Kommunikation und Austausch angepasst (Rot) oder weggelassen (Gelb). Dabei sollen händische und redundante Prozesse optimiert und eine CDE als gemeinsame Plattform für die Dateiablage und Kommunikation genutzt werden.

#### 6.2.1 Prozessdiagramm: Soll-Situation

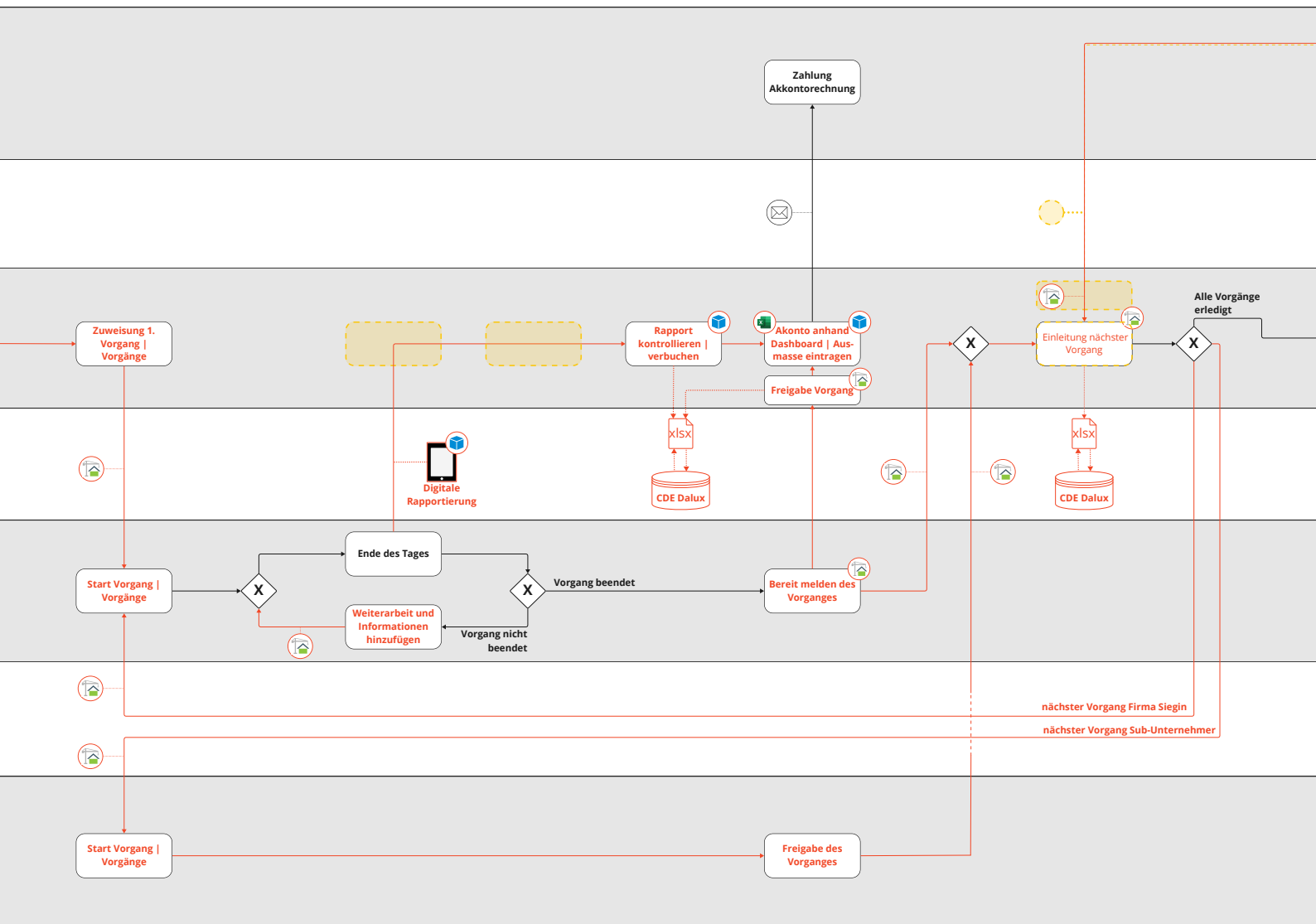


Abbildung 17: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Soll-Situation

Legende:



Abbildung 18: Legende Prozessdiagramm: Soll-Situation

Die für den Baufortschritt wesentlichen Veränderungen finden im Abschnitt, welcher auf der Abbildung 17 dargestellt wird, statt. Zudem gibt es Optimierungen im Bereich der Erstellung von Unternehmerlisten, Terminplänen und Massaufnahmen (DBM und 2D-Pläne). Diese sind im vollständigen Prozessdiagramm im Anhang D2 abgebildet.





**DALUX**

Übersicht

Standorte

Field

Box

Einstellung

Hilfe

Karte

Thiersteinerrain, Basel

3D Zeichnung Geteilte Ansicht 3D-Schnitt

Grundriss · 01\_Grundriss\_Allgemein

Suche

Aufgaben

Ordner: Alle Aufgaben Arbeitspaket

Typ Zone + Filter hinzufügen

AUFGABEN (21)

- Sani1**  
S1: Bad + WC Installationen abhängen  
05\_Sanitär + Heizung  
Frist: 18. Nov 2024, 01:00  
Geändert: 18. Nov 2024, 11:49 durch Tim Siegin, Siegin GmbH
- Sani2**  
S1: Küche Installationen abhängen  
05\_Sanitär + Heizung  
Frist: 18. Nov 2024, 01:00  
Geändert: 18. Nov 2024, 11:49 durch Tim Siegin, Siegin GmbH
- Elek1**  
E1: Bad + WC Installationen abhängen  
04\_Elektro  
Frist: 18. Nov 2024, 01:00  
Geändert: 19. Nov 2024, 12:41 durch Tim Siegin, Siegin GmbH
- Elek2**  
E1: Küche Installationen abhängen  
04\_Elektro  
Frist: 18. Nov 2024, 01:00  
Geändert: 19. Nov 2024, 12:41 durch Tim Siegin, Siegin GmbH
- Maur1**  
A Installation  
01\_Maurerarbeiten  
Frist: 18. Nov 2024, 01:00

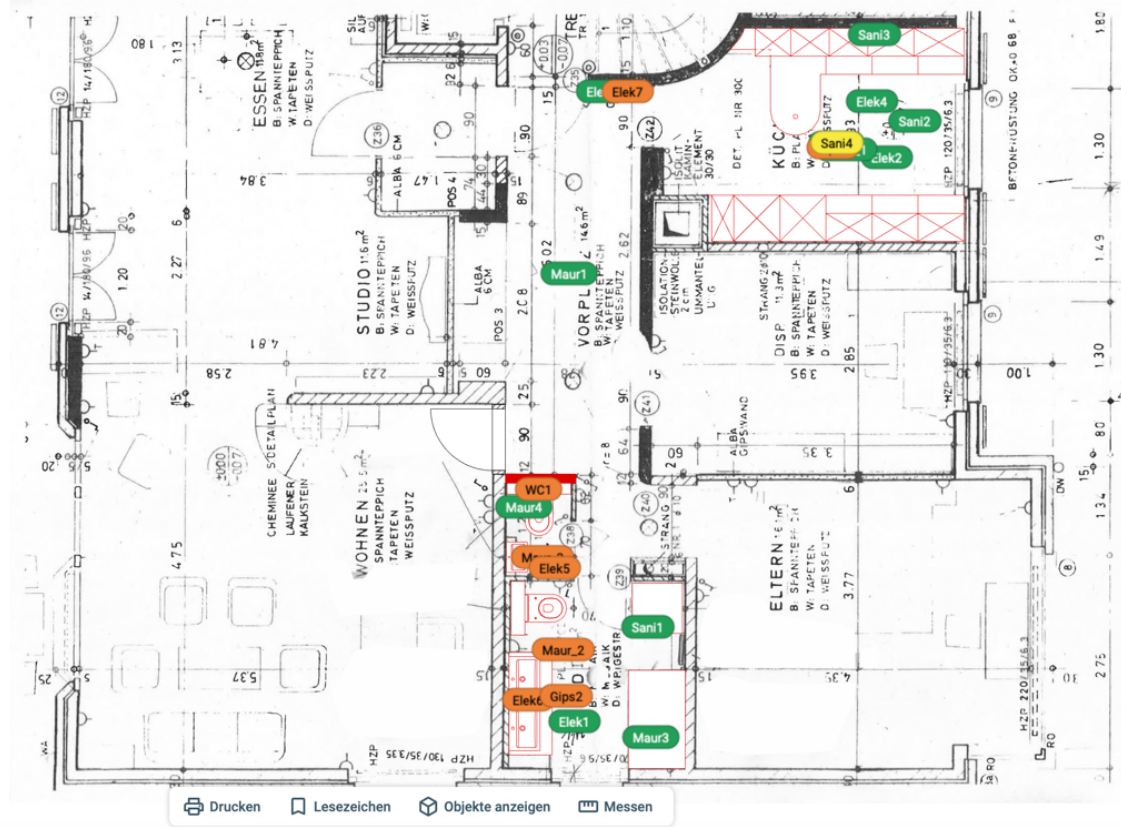


Abbildung 22: Verortung und farblicher Fortschritt der Aufgaben bzw. Vorgänge im Grundriss

### 6.5 Dashboard in Microsoft Excel

In der Abbildung 23 wird farblich markiert, welche Daten aus den Softwarelösungen Sorba, Dalux und Excel importiert bzw. exportiert werden. Die blaue Spalte Vorgang und das in blau markierte Kosten-Zeit-Diagramm werden mit den aus Sorba importierten Daten, bestehend aus Offerte und Rapportierung, erstellt. Die einzelnen Vorgänge aus der Offerte werden dabei zur besseren Lesbarkeit, zu Arbeitspaketen zusammengefasst.

Bei einer Zwischenbesprechung während des PoCs wurde gewünscht, dass ein Feld für Bemerkungen dem Dashboard hinzugefügt wird (siehe Abbildung 23, Grün markiert). In diesem Feld sind Informationen, beispielsweise ein Grund für die Verzögerung, zu den jeweiligen Vorgängen vermerkt. Diese Information wird aus der Aufgabe aus Dalux importiert oder direkt im Dashboard eingetragen (siehe Abbildung 23).

Das geplante Start- und Enddatum in der roten Spalte, wird direkt im Dashboard selbst eingetragen. Daraus entsteht der Soll-Terminplan im Gantt-Diagramm.

Das Auslösen des Vorganges durch die Bauleitung in Dalux, wird als effektives Startdatum genutzt. Das Personal auf der Baustelle dokumentiert die Vorgänge mit der Dalux Field App und meldet sie als «bereit» nach der Fertigstellung. Nach der Prüfung durch die Bauleitung, wird der Vorgang in Dalux freigegeben und das effektive Enddatum des Vorganges entsteht. So wird auf dem Dashboard, der terminliche Ist- Zustand, in der grünen Spalte generiert.

Die Balkendiagramme der farblichen Ist-Terminsituation und der grauen Soll-Terminsituation sowie die Status-Spalte sind automatisiert. Das Prozessdiagramm im Anhang K zeigt den zeitlichen Fluss der Daten, welcher für die korrekte Erstellung und Aktualisierung des Dashboards ist ausschlaggebend ist (siehe Abbildung 23 und Anhang J).

Das mit tagesaktuellen Daten angereicherte Gantt- und Liniendiagramm, bietet in Kombination einen schnellen und präzisen Überblick der Kosten, Termine sowie deren Abhängigkeiten. Dabei werden für die Kosten und Termine der Ist- und Soll-Situation abgebildet (siehe Abbildung 23). Das Dashboard ist in voller Grösse im Anhang J, sowie ein zwischenzeitlicher Stand des Dashboards und die dazugehörige Datentabelle, welche das Zeit-Kosten-Liniendiagramm erzeugt.

Im PoC findet der Datenaustausch zwischen den Softwarelösungen noch händisch statt. Eine mögliche Automatisierung der im PoC noch händischen Abläufe wird im Kapitel Ausblick behandelt.

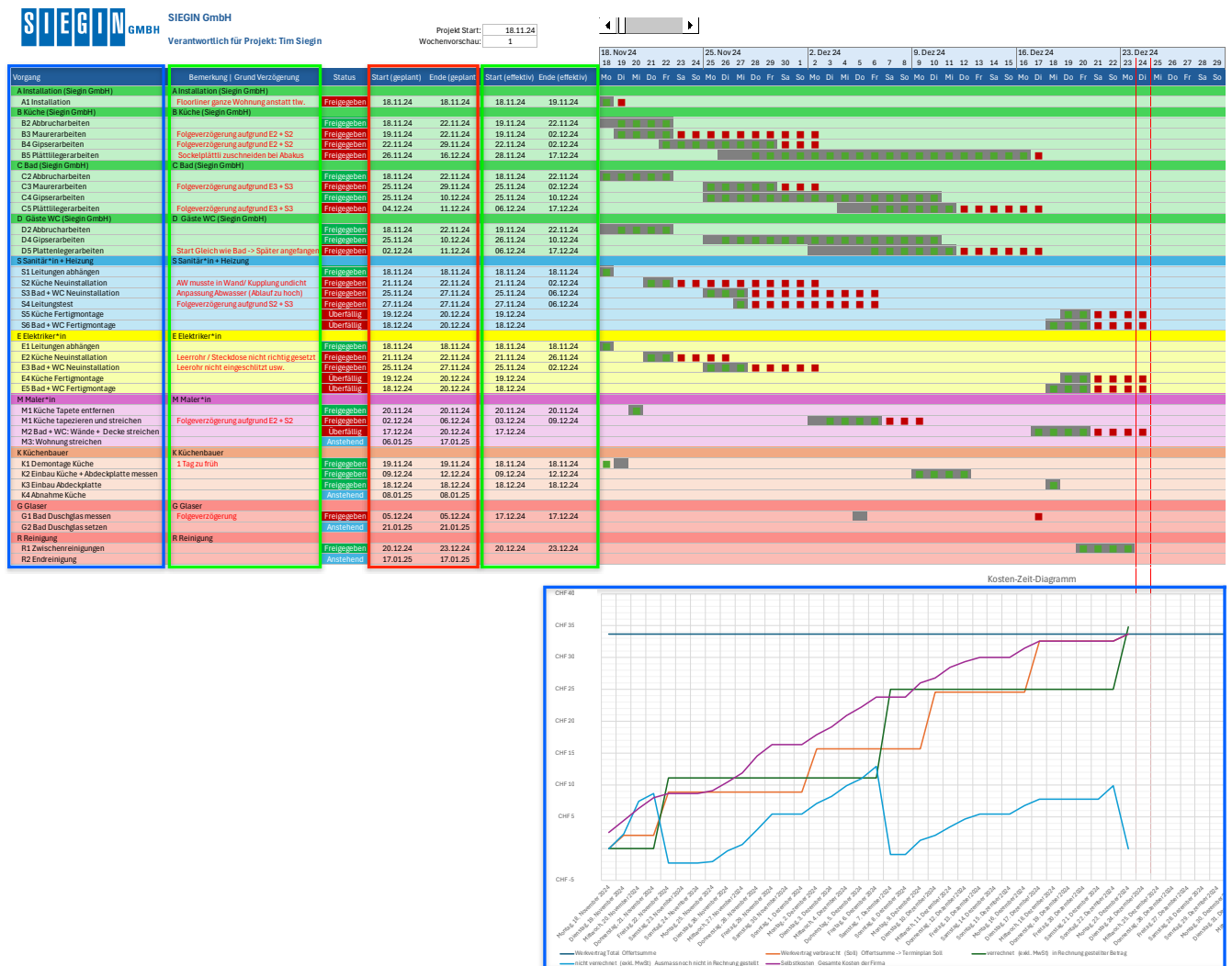


Abbildung 23: Dashboard in Microsoft Excel mit tagesaktuellem Baufortschritt

Die für die Automatisierung des Dashboards zuständigen Formeln und Regeln in Microsoft-Excel wurden mit ChatGPT (Version 4) korrigiert und teilweise erstellt (siehe Hilfsmittelverzeichnis).

### 6.5.1 Strukturierung der Informationen

Die statische Sicht auf die Strukturierung der Informationen für die Soll-Situation (siehe Kapitel 6.2.1) und Ziel-Situation 1 (siehe Kapitel 10.1.1) werden in einem Klassendiagramm festgehalten (siehe Abbildung 24 und Anhang D3). Der Schlüssel für die reibungslose Verknüpfung der Daten ist der Identifikator (ID) der Vorgänge (siehe Kapitel 6.6).

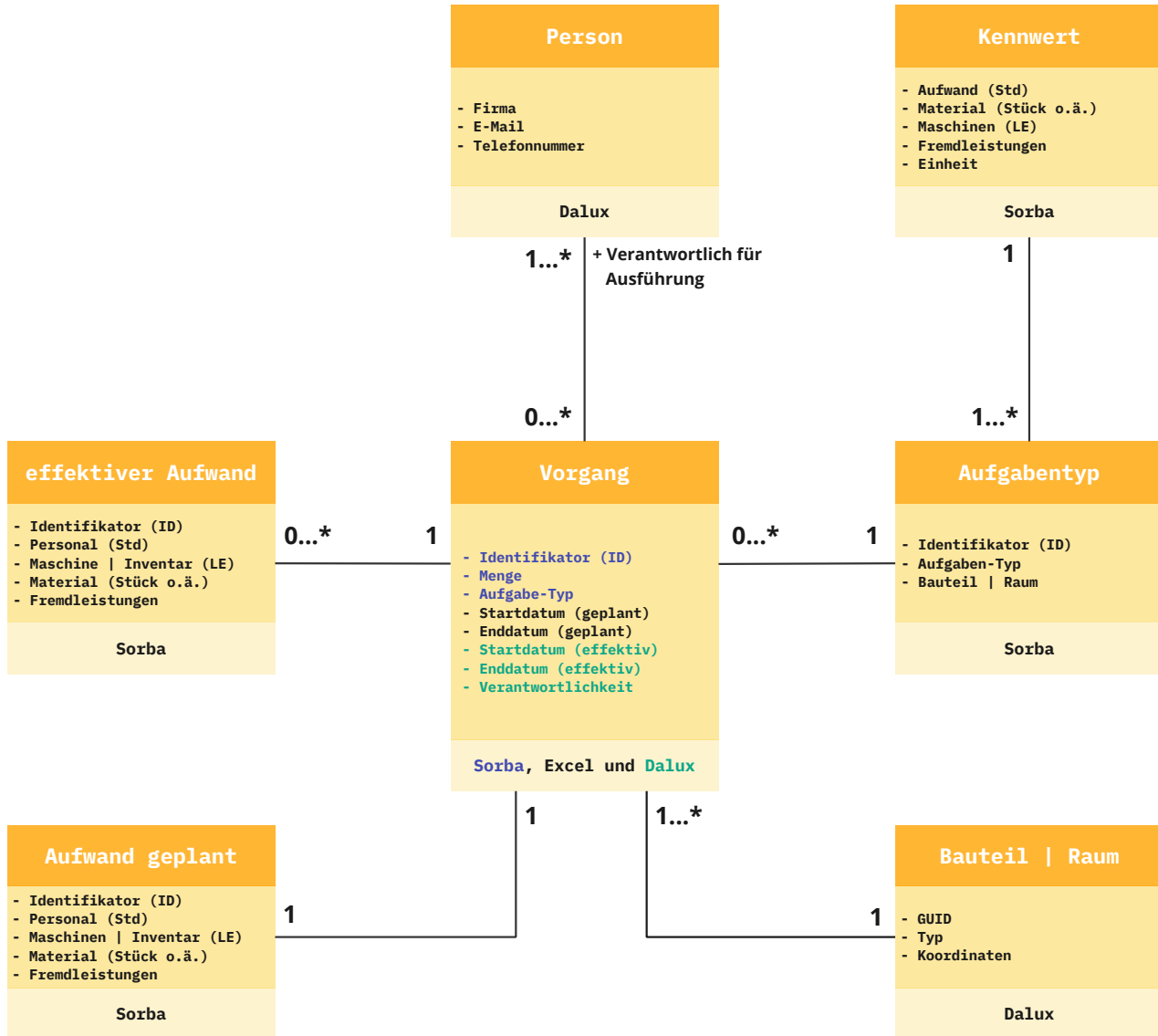


Abbildung 24: Klassendiagramm für die Soll-Situation und die Ziel-Situationen 1 und 2

### 6.6 Identifikator

Jeder Vorgang bekommt einen eindeutigen Identifikator. Der Identifikator ist einem Aufgabentyp im Firmen internen Grundkatalog zugeordnet. Dadurch wird eine einheitliche und eindeutige Identifikation aller Vorgänge über alle Projekte hinweg ermöglicht (siehe Anhang F). Der Identifikator soll bei einer weiteren Automatisierung des Prozesses (siehe Kapitel 10), als Primärschlüssel in der Datenbank dienen.

Der alphanumerische Code besteht aus 4 Zeichen. Das erste Zeichen steht für Installation (A), Räume (B - ?) oder Mulden (C - ?). Das zweite Zeichen ist eine Ziffer (1 – 9) und ordnet den Vorgang einem Gewerk zu. Das dritte Zeichen (0 - 9) ist die übergeordnete Arbeitsbezeichnung. Zuletzt wird der spezifische Arbeitsvorgang (0 – 9) im vierten Zeichen definiert.

Ein Beispiel: C541

C = Raum: Bad

5 = Gewerk: Plattenleger\*in

4 = übergeordnete Arbeitsbezeichnung: Arbeiten im Duschbereich

1 = spezifische Arbeitsbezeichnung: Nische ausbilden

Die ID wird bei der Rapportierung angezeigt und ermöglicht ein schnelleres sowie sprachenunabhängiges Finden der Arbeitsvorgänge (siehe Kapitel 6.3 und Anhang F).

## 6.7 Entwicklungsprozess PoC

Nach dem Start und während des PoC werden mehrere Sitzungen abgehalten. Dabei wird das Projekt besprochen und die Softwarelösungen Dalux und Sorba diskutiert. Es waren der Bauleiter, der Bauführer des Sanitär- und Elektrobetriebes und die Mitarbeiter\*innen des externen Partners anwesend. Es werden dabei nachfolgende Inhalte besprochen:

### Dalux:

- Frage: Können die Namenskonventionen für die Aufgaben in Dalux geändert werden (siehe Abbildung 22)?  
Lösung: Für die Gewerke sind nur die zugewiesenen Aufgaben sichtbar und damit eine Namenskonvention des Gewerks überflüssig. Für eine schnelleres Zurechtfinden der Mitarbeiter\*innen wird daher ein Raum als Namenskonvention angegeben.
- Frage: Können Bilder aus den Aufgaben wiederverwendet und erneut ins Bild kommentiert werden?  
Lösung: Nein. Es muss ein Screenshot gemacht werden und anschließend muss das Bild erneut hochgeladen werden.
- Frage: Warum gibt es keinen Zugriff auf einen Freigabeprozess, sobald die Freigabe erfolgte?  
Lösung: Die Freigabeprozesse werden durch Workflows ersetzt.
- Frage: Können Sub-Unternehmer\*innen keine Dateien hochladen  
Lösung: Die Zugriffsrechte für Sub-Unternehmer\*innen müssten geändert werden. Dabei bekommen die Sub-Unternehmer\*innen, unbeabsichtigt zu viele Zugriffsrechte. Daher müssen Sub-Unternehmer\*innen, dem Projektadministrator die Dateien schicken, welcher die Dateien hochlädt.
- Frage: Kann ein Terminplan mit Dalux bzw. in Dalux erstellt werden?  
Lösung: Nein. Es kann kein Terminplan direkt in Dalux erstellt werden.
- Frage: Gibt es eine Fotogalerie mit allen Fotos im Überblick zum Downloaden?  
Lösung: Nein. Die Fotos müssen in den Aufgaben gesucht werden und können nur in der Webversion gedownloadet werden.

### Sorba:

- Frage: Müssen die Vorgänge, Inventar und Material immer wieder erneut ausgewählt werden? Bei den Tagesrapporten auf Papier gibt es eine Vorauswahl.

Lösung: Es können mehrere, spezifische Vorlagen mit bereits vorhandenen Vorgängen, Inventar und Material erstellt werden (siehe Kapitel 10.4). Dadurch kann Zeit eingespart werden und es geht weniger vergessen bei der Rapportierung.

- Frage: Werkzeug- und Materialliste sind noch nicht vollständig. Werden diese noch ergänzt?  
Lösung: Ja diese werden in naher Zukunft, zusammen mit Mitarbeiter\*innen und den Daten von den Lieferanten ergänzt und vervollständigt (siehe Kapitel 10.4). Dies ist ein laufender Prozess, da immer wieder neue Werkzeuge und Materialien auf den Markt kommen. Es können alternativ neue Artikel von Mitarbeiter\*innen eingetragen und hinterher im Büro vervollständigt werden.
- Frage: Warum sind die Positionen bzw. Vorgänge aus der Offerte, welche den Arbeiter\*innen im Tagesrapport zur Auswahl stehen, manchmal nicht vorhanden oder zu unpräzise?  
Lösung: Durch die zukünftige Erarbeitung eines allgemeingültigen Grundkataloges mithilfe der Mitarbeiter\*innen, werden durch die Vereinheitlichung und regelmässige Überarbeitung die Lücken geschlossen.

Die Lösungen wurden jeweils direkt in der Besprechung, durch Trial-and-Error oder per Austausch mit den Verantwortlichen von Dalux oder Sorba herausgefunden. Aufgrund der fehlenden Funktionen in Dalux, die wichtig für den externen Partner sind, wird nach weiteren Baumanagement-Softwarelösungen gesucht (siehe Kapitel 10.3).

## 7 Analyse

### 7.1 Varianten

Die Varianten 1 und 2 aus Kapitel 4.2 und eine herkömmliche Massaufnahme mit Meter oder Laser-Distanzmesser werden nachfolgend auf Genauigkeit und zeitlichen Aufwand miteinander verglichen.

#### 7.1.1 Genauigkeitsvergleich: Massaufnahme und Weiterverarbeitung

Im Genauigkeitsvergleich in der Abbildung 25 werden, anhand von Aufnahmen des bestehenden Badezimmers, die Varianten V1 und V2 mit einem Meteraufmass (M) verglichen. Die Varianten V1 und V2 werden auf die Genauigkeit der Aufnahme der Punktwolken und des daraus entstehenden DBMs kontrolliert. Dabei wird ersichtlich, dass Variante 1 ihre vorausgesagte Genauigkeit bestätigt (siehe Anhang A). Variante 2 zeigt die vorausgesagten leichten Abweichungen von +1cm in der Länge und +3cm in der Breite, auf (siehe Anhang A).

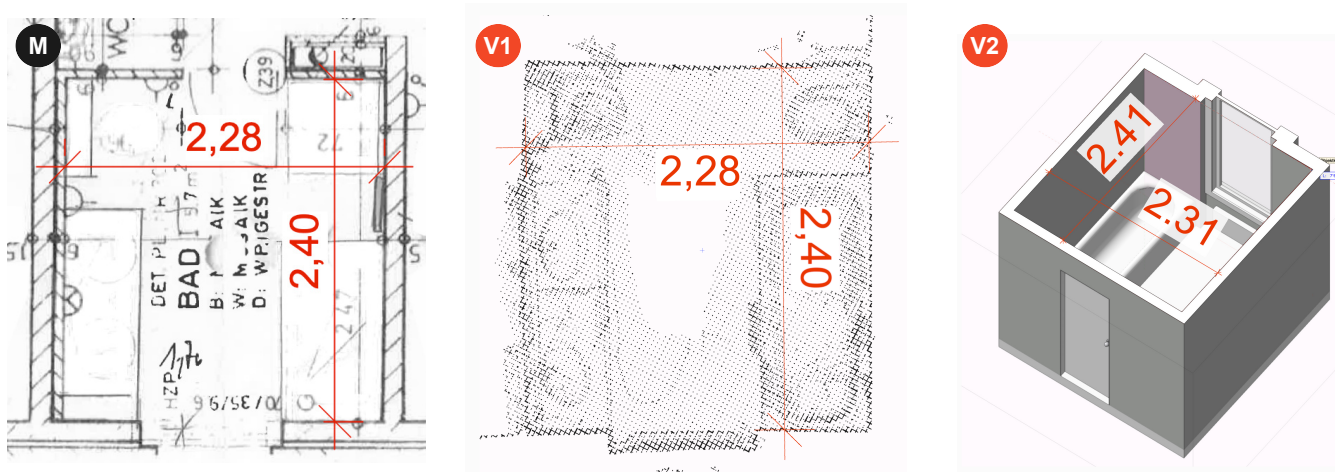


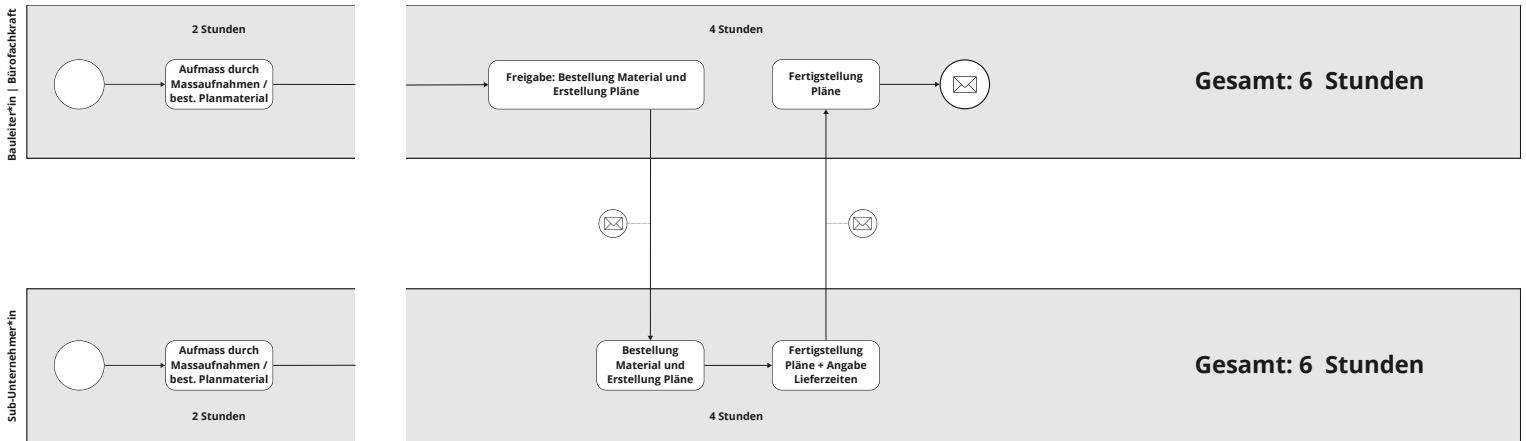
Abbildung 25: Genauigkeitsvergleich

#### 7.1.2 Zeitlicher Vergleich: Massaufnahme und Weiterverarbeitung

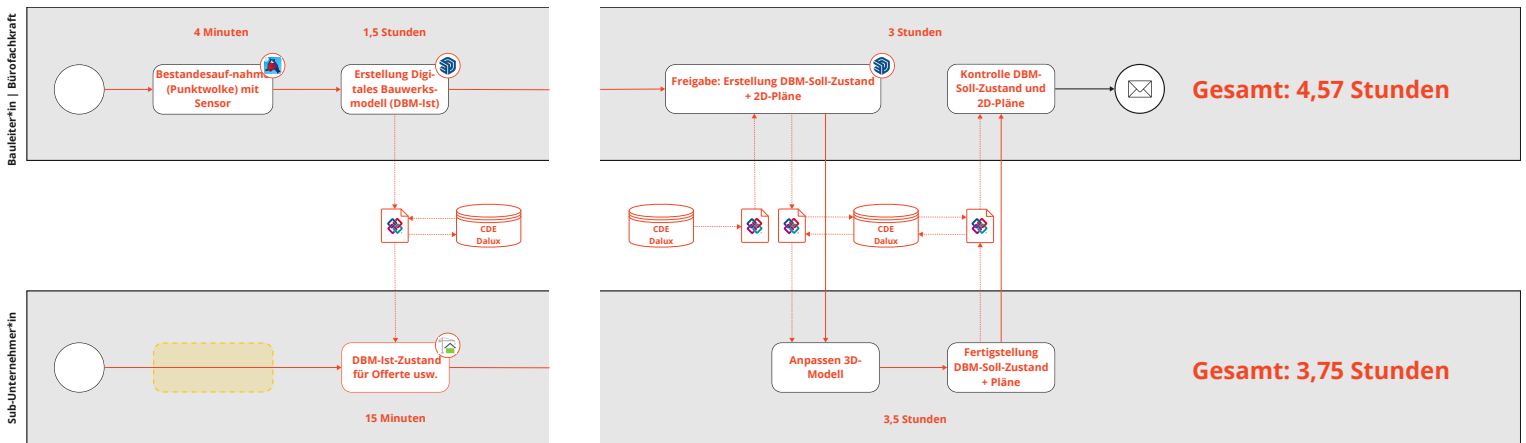
Für den zeitlichen Vergleich des Aufnahme- sowie Erstellungsprozesses des DBMs bzw. der Pläne werden erneut beide Varianten (siehe Kapitel 4.2) sowie das Aufmass mit dem Meter herangezogen. In Prozessdiagramm für den zeitlichen Vergleich wird zusätzlich genauer auf den Austausch zwischen den Swim-Lanes eingegangen (siehe Abbildung 26 und Abbildung 27). Die zeitlichen Angaben entstehen durch die Zeitmessung für die Aufnahme des Badezimmers des Praxisbeispiels. Für das herkömmliche Meteraufmass (M) werden zeitliche Angaben der am PoC beteiligten Sanitärfirma übernommen. Durch die zeitlich dargestellten Prozesse wird ersichtlich, dass die Varianten 1 (V1) und 2 (V2) im Gegensatz zum Meteraufmasses effizienter ist.

Die Bauleitung und die Bürofachkraft sparen bei V1 und V2, gegenüber der Massaufnahme mit dem Meter, durch die schnelle Punktwolkenaufnahme Zeit. Ausserdem wird durch die Punktwolke eine effizientere Erstellung des DBM-Soll-Zustandes und der Pläne ermöglicht. Die Variante 2 (V2) ist nochmals effizienter als Variante 1 aufgrund der externen DBM-Ist-Zustand Erstellung über die Canvas-App.

**M**



**V1**



**V2**

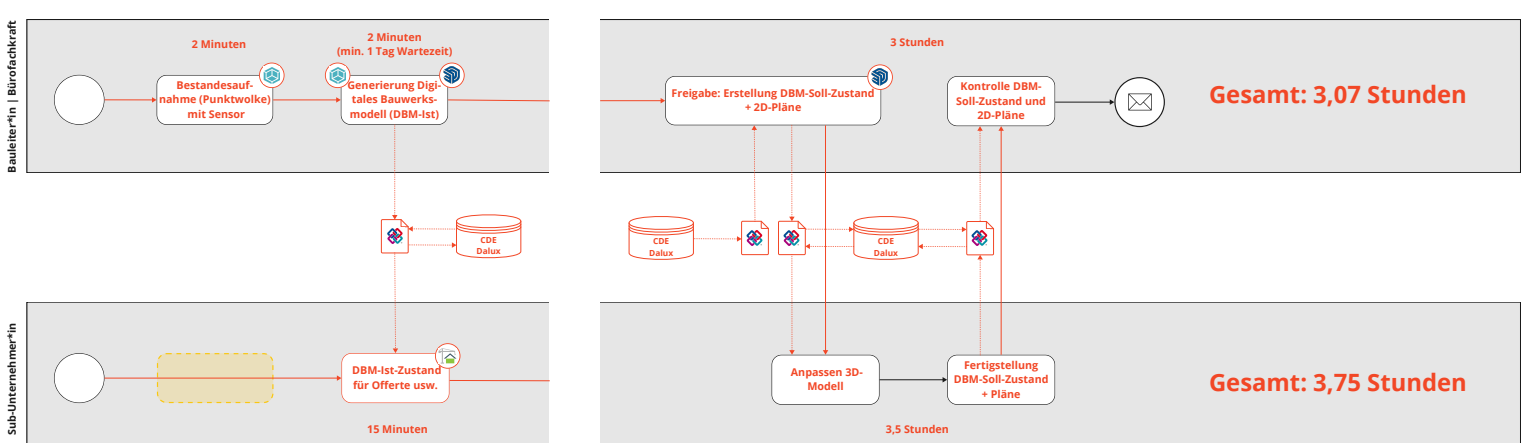


Abbildung 26: Zeitlicher Vergleich der Ist-Situation und der Varianten für die Soll-Situation

## Legende:

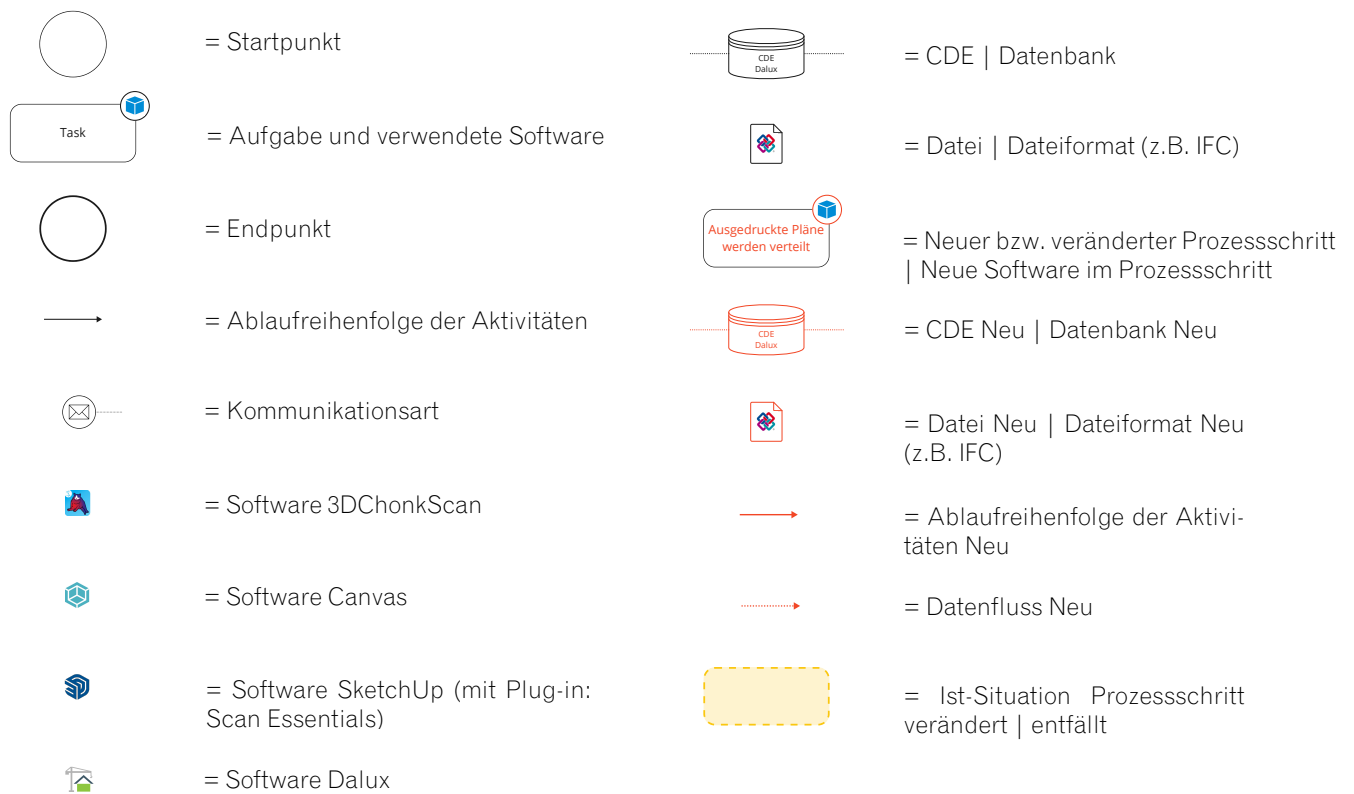


Abbildung 27: Legende für den zeitlichen Vergleich der Massaufnahme und Weiterverarbeitung

Als Resultat von Kapitel 7.1 wird festgehalten, dass beide Varianten der Punktwolkenaufnahme bis hin zur Erstellung des DBMs, je nach Voraussetzungen sinnvoll sein können. Dadurch entsteht eine Variabilität für den externen Partner. Je nach Verfügbarkeit der Ressourcen in Form von Arbeitskräften, Arbeitsgeräten und Lizenzen, kann die geeignete Variante ausgewählt werden. Variante 1 benötigt mehr Ressourcen in Form einer qualifizierten Arbeitskraft und einem Computer mit einer Lizenz sowie der Software für SketchUp mit Scan Essentials durch die manuelle Modellerstellung. Wohingegen Variante 2 mit der automatischen Modellerstellung Zeit spart, aber mehr Kosten verursacht. Ein extern erstelltes DBM von Canvas, kostet 0.1817 Franken (0.20 US-Dollar, umgerechnet am 05.01.2024, Kurs 0,9085) pro sqft (1 sqft = 0.0929 qm<sup>2</sup>). Für ein Bad in der Grösse von circa 5.60 qm<sup>2</sup> ist der Mindestbetrag Betrag von circa 18.17 Franken (20 US-Dollar, umgerechnet am 05.01.2024, Kurs 0,9095) fällig.

Eine weitere Variabilität besteht in der Genauigkeit. Variante 1 (V1) ist sehr präzise, während die zweite Variante (V2) etwas unpräzise ist. Allerdings sind die Abweichungen in der Genauigkeit laut Bauführer\*innen und Mitarbeiter\*innen der Siegin GmbH je nach Baustelle im Toleranzbereich. Ausserdem enthält das von Canvas (V2) gelieferte Ist-Zustand DBM bereits Bauteile mit korrekten Ifc-Elementen, wie beispielsweise Ifc-Window. Das für die Autorensoftware erforderliche Dateiformat, müssen bei der Bestellung ausgewählt werden. Zum Autorensoftwareformat wird jeweils ein dwg- und dae-File mitgeliefert. Zusätzlich muss für die Lieferung des Ist-Zustand-DBM mit Wartezeiten von 1-5 Tagen gerechnet werden. Aufgrund der externen Herstellung wird die Wartezeit beim zeitlichen Vergleich (siehe Abbildung 26) nicht mit eingerechnet. Die Wartezeit für das DBM, welches für die Vergleiche erstellt wird, beträgt weniger als 24 Stunden.

## 7.2 Zeitlicher Vergleich: Rapportierung

Für den zeitlichen Vergleich der Ist- und Soll-Situation der Rapportierung werden verschiedene Aktivitätsabfolgen verglichen. Dafür werden die Aktivitäten separiert in einem Prozessdiagramm (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29) dargestellt und die einzelnen Aktivitäten von Ist- und Soll-Situation zeitlich bemessen.

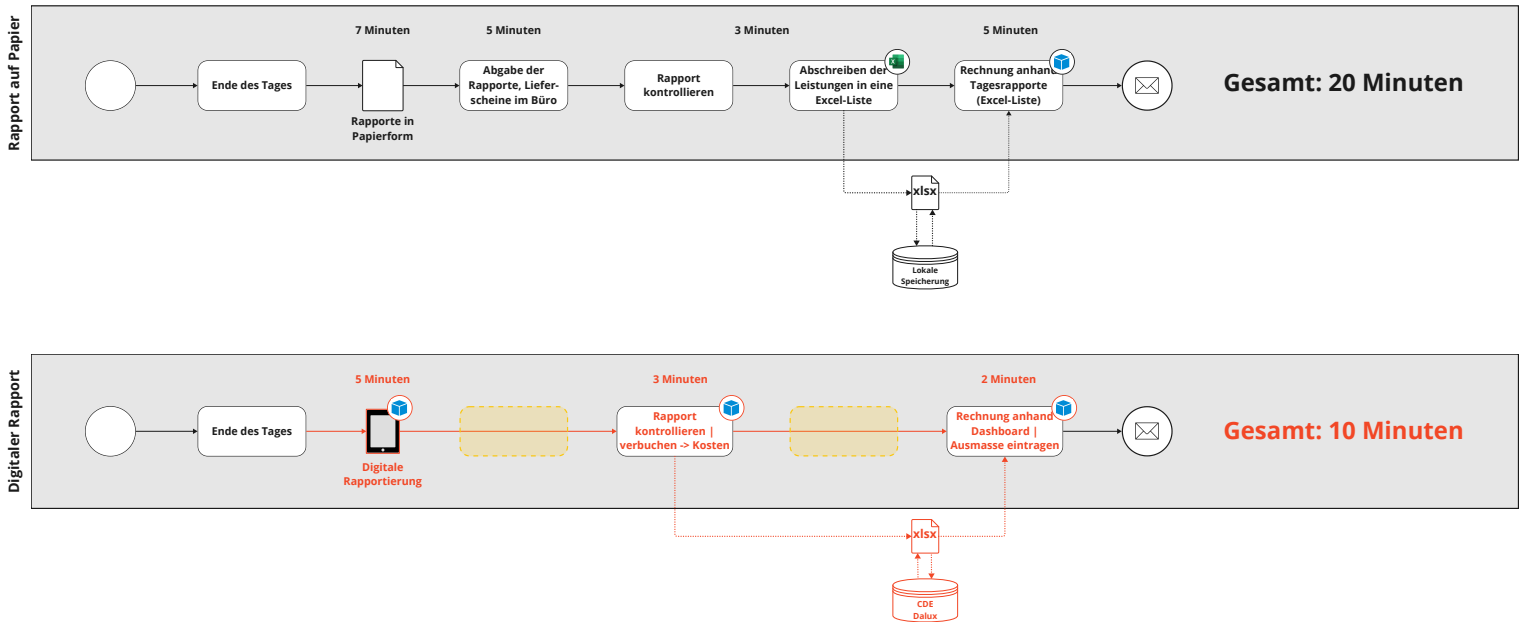


Abbildung 28: Zeitlicher Vergleich Rapportierung: Ist- und Soll-Situation

Legende:

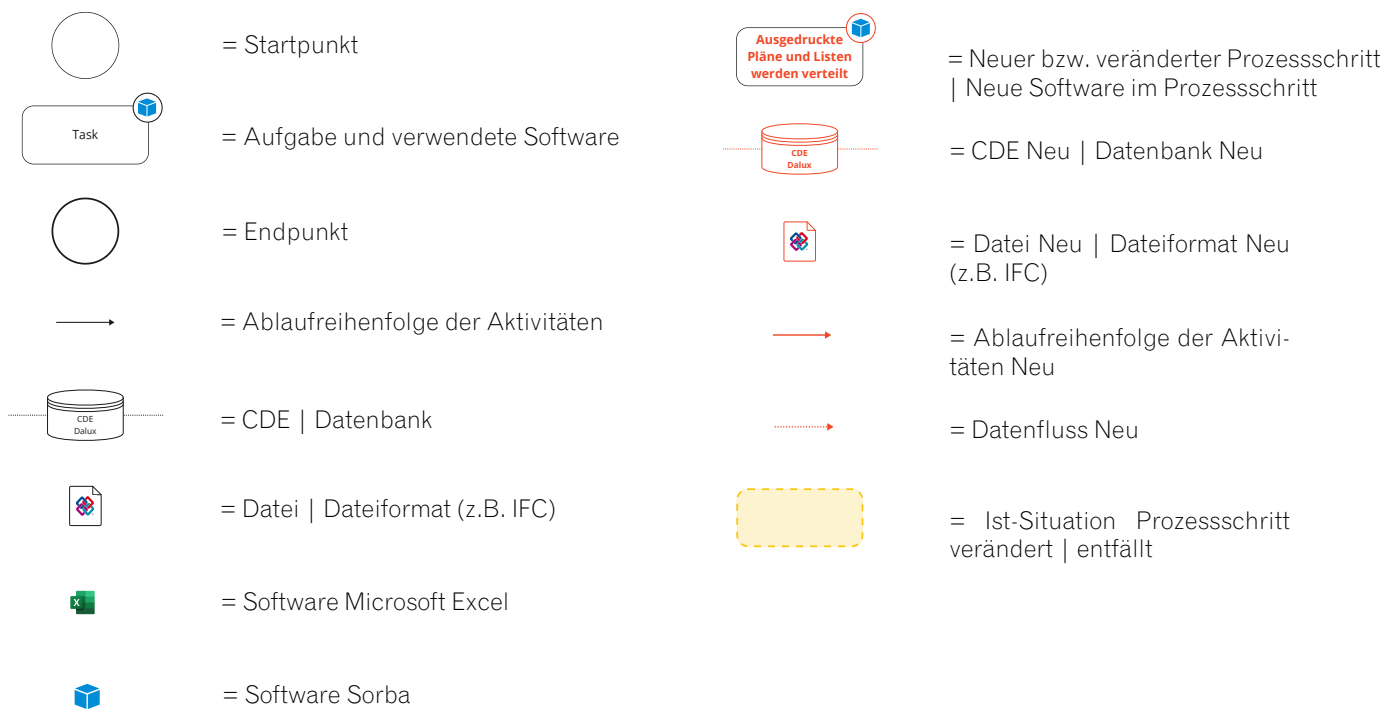


Abbildung 29: Legende für den zeitlichen Vergleich der Rapportierung

Pro Tagesrapport werden über den gesamten Ablauf gesehen, 10 Minuten eingespart was 50% der ursprünglichen Zeit entspricht. Dieses Ergebnis resultiert vor allem durch eine schnellere Rapportierung der Mitarbeiter, der gesparten Zeit durch die Abgabe über die App und der effizienten Eintragung der Ausmasse bei Rechnungsstellung (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29).

### 7.3 Umfragen

Es werden Umfragen mit den Verwendern der Softwarelösungen durchgeführt. Eine Umfrage zum Tagesrapport mit der myRapport App von Sorba und eine weitere zu Dalux. Dabei führen die Mitarbeiter\*innen und Bauleiter\*innen des externen Partners beiden Umfragen durch, während die Bauführer\*innen und Mitarbeiter\*innen des Sub-Unternehmens lediglich die Dalux-Umfrage durchführen (siehe Kapitel 5.8). Die Umfragen werden mit Mentimeter (Mentimeter AB (publ), 2024) durchgeführt und sind anonym.

Beim Rapport sind es 3 Mitarbeiter und ein Bauleiter des externen Partners. Bei der Dalux-Umfrage sind es 2 Mitarbeiter und ein Bauleiter des externen Partners, sowie jeweils ein Mitarbeiter und Bauführer der Sanitär- und Elektrikerfirma. Alle an der Umfrage beteiligten Personen sind männlich.

Durch die gestellten Fragen soll in erster Linie herausgefunden werden, wie gut die Anwender\*innen mit den Applikationen zurechtkommen und ob sie eine weitere Anwendung als sinnvoll erachten. Ausserdem gibt es die Möglichkeiten in beiden Umfragen in einem Freitext, die als Mehrwert oder Herausforderung empfundenen Punkte zu benennen.

Die Kernaussagen werden im Folgenden zusammengefasst:

#### Umfrage myRapport App von Sorba:

Die Umfrage zum Tagesrapport in der «myRapport» von Sorba zeigt (siehe Anhang M), dass die Anwender mit dem digitalen Rapportieren gut bis sehr gut zurechtgekommen sind und sehr gerne erneut den Rapport in der digitalen Version abgeben würden.

Vor allem die Abschaffung des Papiers bei der Rapportierung, die Einfachheit sowie Schnelligkeit wird von den Mitarbeitern als grösster Mehrwert empfunden. Die Umfrage wird nur mit den Mitarbeitern auf der Baustelle durchgeführt, da die Schulungen im Büro für die digitale Rapportierung kein Bestandteil des PoC ist und erst später erfolgt (siehe Kapitel 10.4).

Die Herausforderungen der Rapportierung sind seit Beginn des PoCs bekannt und die Mitarbeiter\*innen werden darauf hingewiesen. In der kurzen Zeit ist keine vollumfängliche Erstellung bzw. Überarbeitung der Grundkataloge, Werkzeug- und Materialliste möglich, wird aber folgen (siehe Kapitel 10.4). Die Vorlagenfunktion in der myRapport werden ebenfalls aus zeitlichen Gründen zunächst ausser vorgelassen. Durch diese brauchen die Mitarbeiter\*innen weniger Text eingeben und sparen Zeit.

Die Originalantworten der Beteiligten zum Thema Mehrwerte, Herausforderungen der digitalen Rapportierung sowie Verbesserungsvorschläge für die digitale Rapportierung befinden sich im Anhang M.

#### Umfrage DaluxField App:

Aus der Umfrage zu DaluxField wird ersichtlich (siehe Anhang M), dass ein Nutzen von dem\*denVerwender\*innen erkannt wird und sie die Softwarelösung gerne erneut nutzen möchten. Allerdings ist die Bedienung von Dalux zu Beginn etwas herausfordernd.

Eine Frage behandelt die Benutzung des DBMs und der 2D-Pläne. Dabei soll herausgefunden werden, ob das DBM oder die 2D-Pläne mehr genutzt werden. Die Auswertung offenbart, dass die meisten Verwender\*innen mit den 2D-Plänen, wie Grundriss und Schnitt arbeiten. Einige Verwender\*innen nutzen beides, keiner nutzt das DBM mehr als die 2D-Pläne. Die beschränkte Nutzung des DBM lässt sich darauf zurückführen, dass die Komplexität des ersten Projekts durch die Nutzung der neuen Applikation für die Beteiligten höher als normal ist. Daher wurden zunächst die essenziellen und einfach zu bedienenden Funktionen genutzt. Dennoch wird angemerkt, dass das DBM die Baustelle schneller verständlich macht. Daher ist eine vermehrte Verwendung des DBMs in folgenden Projekten durchaus plausibel.

Die Verwender\*innen sehen die Punkte wie weniger Papier, Aktualität, Zuweisung von Fotos und Informationen zu den Vorgängen, gemeinsame Nutzung einer CDE, verbesserte Kommunikation sowie Dokumentation als Mehrwerte an. Dies sind wertvolle Informationen für die weitere Nutzung einer Baumanagement-Softwarelösung und bestätigt die Annahmen von möglichen Mehrwerten durch die praktische Umsetzung.

Wie bereits angemerkt, ist die Bedienbarkeit von Dalux zu Beginn etwas herausfordernd aber dennoch im Vergleich mit anderen Softwarelösungen sehr intuitiv (siehe Kapitel 4.5 und Anhang A). Dem soll mit zur Verfügung gestellten Tutorials und Anleitungen entgegengewirkt werden. Hilfreich dabei ist auf die Anleitung oder auf das Tutorial bei Baubeginn nochmals hinzuweisen oder bei Problemen nochmals gemeinsam mit dem\*den Verwender\*innen die Prozesse durchzugehen. Die Anleitungen werden bei der Schulung verteilt und die auf die Tutorials hingewiesen. Dennoch wurden die Anleitungen und Tutorials wenig genutzt. Technische Ausrüstung ist durch ein Smartphone oder Tablet gegeben. Die grösste Schwierigkeit ist die konsequente Nutzung der Projektbeteiligten. Diese müssen den Mehrwert selbst erkennen und eine Routine, ähnlich wie beim Tagesrapport entwickeln. Allein durch die konsequente Nutzung aller Beteiligten bringt eine Software wie Dalux die gewünschten Mehrwerte.

Die Originalantworten der Beteiligten zum Thema Mehrwerte, Herausforderungen von Dalux sowie Verbesserungsvorschläge für Dalux befinden sich im Anhang M.

Abschliessend werden die Auswertungen der Umfragen im Januar 2025 mit den am Projekt Beteiligten, Retrospektiv besprochen.

## 8 Diskussion

In der Diskussion werden die Ergebnisse und Erkenntnisse auf die Haupt- und Teilfragestellungen der Arbeit dargelegt, interpretiert, kritisch hinterfragt, bewertet und die Implikationen erörtert.

Aus den vorherigen Kapiteln geht hervor, dass eine automatisierte Baufortschrittskontrolle für KMUs im Innenausbau durchaus Sinn macht und umsetzbar ist. Die Durchführung des PoC ist dabei ein wesentlicher Bestandteil, welcher auf dem Vergleich (siehe Kapitel 4) von kosteneffizienten Technologien und der Integration in die Prozesse des externen Partners (siehe Kapitel 5) basiert.

Während des PoC wird die Baufortschrittskontrolle bereits weiterentwickelt und erste Komplikationen beseitigt (siehe in den Entwicklungsprozess-Kapiteln 5.4 und 6.7). Die Umfragen der Anwender\*innen (siehe Kapitel 7.3) bekräftigen durch ihre Resultate, weiterhin die Nutzung der Baufortschrittskontrolle. Das entwickelte Dashboard (siehe Kapitel 6.5) mit allen wichtigen Projektinformationen im Überblick sowie die bereits in Sorba und Dalux integrierten Werkzeuge (siehe Kapitel 6.3 und 6.4), ermöglichen den Projektbeteiligten aufgrund von tagesaktuellen Daten proaktiv agieren zu können, anstatt auf unerwartete Entwicklungen zu reagieren. Es können Rückschlüsse gezogen und Optimierungsmassnahmen für die nächsten Bauabschnitte oder folgende Projekte getroffen werden. Entscheidungen und der Verlauf des Projekts werden nachvollziehbar, aufgrund der vorhandenen Informationen, gesteuert und gleichzeitig dokumentiert.

Der zeitliche Vergleich und Genauigkeitsvergleich zeigen eine deutliche, auf Fakten basierende, Effizienzsteigerung (siehe Kapitel 7). Die daraus entstehenden Mehrwerte sind im Kapitel 9 aufgeführt. Die Haupt- und Teilfragestellungen bestehen aus dem Entwickeln einer automatisierten Baufortschrittskontrolle durch den Einsatz kosteneffizienter Technologien (siehe Kapitel 4), der Integration in die Prozesse (siehe Kapitel 5 und 6) und den daraus generierten Mehrwerten (siehe Kapitel 9.1). Diese werden durch das beschriebene Vorgehen und die erzielten Ergebnisse erfolgreich beantwortet.

Allerdings ist im PoC noch manuelle Arbeit beim Übertragen der Daten von Nöten. Die manuellen Arbeiten können, aufgrund der begrenzten Zeit, für das PoC nicht vollständig automatisiert werden. Die Automatisierung ist jedoch bereits im PoC angedacht und vorbereitet (siehe Kapitel 10), so dass die in der Fragestellung geforderte Automatisierung noch stärker ausgeprägt werden kann.

Auf Grundlage der Vorarbeit wird das PoC erstellt. Die getroffenen Annahmen (siehe Kapitel 4 und 5) werden während des PoC durch neue Erfahrungen oder Wissen entweder widerlegt oder erneut hinterfragt (siehe Kapitel 6.7). Beispielsweise im Falle der Baumanagement-Software, wird aufgrund der zeitlichen Begrenzung und der geforderten Praxistauglichkeit für das PoC, die Auswahl auf bereits bekannte Softwarelösungen für den Vergleich eingeschränkt. Dalux wurde in Anbetracht des Gesamtvorteils und der Kosten für das PoC ausgewählt (siehe Kapitel 4.5). In Hinblick auf die fehlenden Funktionen in Dalux, die wichtig für den externen Partner sind (siehe Kapitel 6.4 und 6.7), wird nach alternativen Baumanagement-Softwarelösungen gesucht und im Kapitel 10.3 behandelt.

Das Dashboard im Kapitel 6.5 bzw. Anhang J und zeigt den terminlichen Ist-Zustand. Dabei wurden viele Vorgänge nicht im vorgegebenen Zeitraum beendet. Dies ist zum Teil auf den Master-Terminplan, welcher vor Beginn der Thesis bereits vom externen Partner angefertigt wird, zurückzuführen. Dieser ist zu undetailliert und die Sub-Unternehmer\*innen sehen nicht präzise genug, innerhalb welches Zeitraums ein Vorgang abgeschlossen werden muss. Dadurch und aufgrund weiterer nicht direkt beeinflussbarer Faktoren, die von Sub-Unternehmer\*innen genannt werden, entstanden Verzögerungen. Dies verursacht mehrere Folgeverzögerungen, wodurch ein termingerechter Abschluss nicht möglich ist. Durch einen von Beginn an konsequent geführten Baufortschritt mit einem detaillierten Vorgangsbezogenen Terminplan hätte dies womöglich eingegrenzt werden können.

Bei den Schulungen und der Durchführung des PoC gibt es wenig Widerstand der Beteiligten. Die beteiligten Personen sind sehr aufgeschlossen gegenüber den neuen Ideen und ermöglichen ein gutes Gelingen.

Der Einsatz der digitalen Rapportierung ist für Projekte, jeder Art, sinnvoll und sollte in Zukunft verwendet werden. Bei der Baumanagement-Softwarelösung hingegen ist dies anders. Der Einsatz ist nur sinnvoll bei Baustellen ab einem gewissen Bauvolumen. Für kleine Baustellen unter einer offerierten Summe von ungefähr 30.000 Franken durch den externen Partner, ohne Sub-Unternehmer\*in eingerechnet, ist der Einsatz unverhältnismässig. Grund dafür ist der erhöhte Aufwand bei der Erstellung und Aufgleisung des Projekts. Hierfür gibt es von dem Unternehmen Sorba alternative, firmeninterne Lösungen die interessant sein könnten (siehe Kapitel 10.5). Der Gesamtumsatz des externen Partners wird ungefähr zu 40-50% über Baustellen mit einem Bauvolumen von über 30.000 Franken erwirtschaftet (Angaben des externen Partners).

Das Vorgehen und die Umsetzung im PoC kann als Grundlage für viele KMUs, unabhängig des Gewerks, dienen. Sie können darauf aufbauen und es in der Praxis direkt anwenden. Die direkte Anwendbarkeit ist für eine KMU aus wirtschaftlicher Sicht wichtig bzw. notwendig. Daher ist das PoC ein zentraler Bestandteil und dient als Beweis der Praxistauglichkeit.

Wie auch in Kapitel 3 beschrieben, gibt es speziell zum Thema automatisierte Baufortschrittskontrolle für KMUs im Innenausbau derzeit noch keine weiteren Forschungen. Durch den besonderen Fokus auf KMUs und Innenausbau wird mit dieser Theses eine Forschungslücke im Bereich automatisierte Baufortschrittskontrolle im Innenausbau für KMUs erschlossen.

Abschliessend kann gesagt werden, dass eine automatisierte Baufortschrittskontrolle für KMUs im Innenausbau bereits praxistauglich ist, was durch das PoC bewiesen wird. Dabei gibt es jedoch Herausforderungen, welche sich durch eine stetige Weiterentwicklung eingrenzen lassen. Die Forschungsfragen werden beantwortet und es kann noch weiter in Bezug auf die Automatisierung geforscht werden, wobei bereits einige Ansätze im Kapitel 10 behandelt werden.

## 9 Fazit

### 9.1 Mehrwerte

Nachfolgend werden die Mehrwerte der automatisierten Baufortschrittskontrolle für KMUs, in Kategorien aufgeteilt, aufgelistet. Teile davon sind stichwortartig aufgelistet, um einen Überblick zu geben.

#### Mehrwerte für Bauherr\*in:

- Weiterverarbeitung: Aufnahme des DBM mit Sensor. Das DBM kann für den Entwurf für die Bauherrschaft genutzt werden
- Nachvollziehbarkeit: Alles ist genau festgehalten und kann falls gewünscht eingesehen werden. Zeitpunkt, Ort, Verantwortlichkeiten sowie getroffene Entscheidungen sind dokumentiert und nachweisbar

#### Mehrwerte für Administration und Verwaltung:

- Weiterverarbeitung: Die Daten der Rapportierung können für Stundenkarte, Lohn und Finanzbuchhaltung weiterverwendet werden (siehe Kapitel 10.4)
- Einheitlichkeit: Verbesserte und einheitliche Prozesse. Durch ein einheitliches Vorgehen können, bei beispielsweise Krankheitsfällen, die Positionen schneller ersetzt werden
- Effizienzsteigerung: Keine analoge und digitale Datenredundanz mehr. Die digitalen Daten werden für mehrere Prozesse genutzt und zumeist automatisiert weitergegeben. Die Qualität und Aussagekraft der Daten wird, durch die regelmässige Einpflegung erhöht
- Zuordnung: Schnelleres Finden und Zuordnen von benötigten Daten, durch das Referenzieren, Vereinheitlichung und den zugewiesenen Identifikator
- Interoperabilität: Schnittstellen zwischen den Softwarelösungen werden auf ein Minimum reduziert und können durch weitere Automatisierungen in Zukunft noch effizienter werden (siehe Kapitel 10)

#### Mehrwerte für Projektleiter\*in | Bauleiter\*in:

- Planung: Bauleiter können Zeit und Kosten für Vorgänge durch die festgehaltenen Erfahrungswerte und die regelmässig aktualisierten Daten aus den bereits abgeschlossenen Baufortschrittskontrollen, genauer im Voraus bestimmen. Das Ist-Zustand DBM und die daraus folgenden Plangrundlagen können durch die Aufnahme mittels der Sensoren effizienter erstellt werden.
- Variabilität: Durch die Varianten V1 und V2 entsteht die Möglichkeit einer optimierten Ressourcenverteilung
- Übersicht: Einsicht des Fortschritts über das Dashboard, Dalux und Sorba
- Dokumentation: Dokumentieren von Vorgängen sowie Mängeln und ihrer Ausbesserung. Die 360-Grad Kamera beispielsweise, dokumentiert einen gesamten Raum pro Bild. Ausserdem können die 360-Grad Bilder miteinander oder mit dem DBM verglichen werden (siehe Anhang E). Dadurch werden wichtige Zwischenschritte beim Bau dokumentiert. Dies sorgt für eine schnellere Aufklärung von beispielsweise Mängeln

- Entscheidungen: Treffen von transparenten Entscheidungen, aufgrund von eingepflegten Daten und nicht allein aufgrund von Erfahrungen
- Voraussicht: Frühzeitiges Erkennen von Fehlentwicklungen der Baustelle in Bezug auf Kosten, Zeit und die Kombination aus Kosten und Zeit, durch das Dashboard
- Optimierung: Optimierung der nächsten Bauabschnitte und nachfolgenden Baustellen. Lernen für weitere Projekte. Viele Fehler können im Voraus vermieden werden
- Genauigkeit: Durch das Festhalten der Vorgänge und die damit verbundenen Selbstkosten des Unternehmens, können während und nach Abschluss des Projekts, eine genaue Analyse des Gewinns bzw. Verlustes erfolgen. Nachträge können präziser gestellt und belegt werden
- Verantwortung: Bauleiter\*in kann mehr Verantwortung an Bauführer\*innen und Mitarbeiter\*innen abgeben. Bauleiter\*in verteilt die Arbeit auf mehrere Schultern, wird entlastet und behält dennoch durch die Einsicht in die Baufortschrittskontrolle die Übersicht.
- Integration: Der Terminplan ist im Workflow integriert, detailliert und bildet den Soll- und Ist-Zustand ab. Die Unternehmerliste erstellt sich durch die Anmeldung der Projektbeteiligten in Dalux selbständig

#### **Mehrwerte für Bauführer\*in:**

- Effizienzsteigerung: Die Bauführer\*innen des externen Partners und des Sub-Unternehmens müssen weniger vor Ort auf die Baustelle. Die Besprechungen mit dem Personal können morgens im Büro abgehalten werden aufgrund der digitalen Dokumentation und des Fortschritts.
- Einteilung: Durch die Einsicht des Fortschritts kann das Personal besser eingeteilt und eine Verschwendung von Ressourcen verringert werden

#### **Mehrwerte für Mitarbeiter\*innen:**

- Aktualität: Immer auf dem aktuellen Stand
- Zugriff: Digitaler, papierloser Zugriff und Einteilung auf alle benötigten Dateien. Zum Beispiel ist durch die Digitalisierung, eine Einsicht auf bereits abgegebene Rapporte möglich
- Vereinfachung: Vorgänge aus der Offerte stehen beim Rapportieren zur Auswahl. Weniger Schreibarbeit und Zeitverlust. Durch ein DBM wird das Verständnis verbessert und Missverständnisse reduziert
- Sprache: Durch die Einpflegung von Grundkatalogen mit eindeutigen den Identifikatoren (siehe Kapitel 6.6), stehen immer, je nach Baustellenart, dieselben Vorgänge beim Rapportieren zur Verfügung. Dies ist ein Vorteil, insbesondere für nicht deutschsprachige Mitarbeiter\*innen.

## 9.2 Herausforderungen

### Herausforderungen Mensch:

- Unterschiede: Sehr unterschiedlicher Umgang und Vorkenntnisse mit den Applikationen. Jeder lernt in seiner Geschwindigkeit und mit den eigens bevorzugten Hilfsmitteln
- Bereitschaft: Die Bereitschaft für die Verwendung der Softwarelösungen ist ebenfalls sehr verschieden. Nicht alle Mitarbeiter\*innen sind bereit, ihre Komfortzone zu verlassen.
- Mehraufwand: Anfänglich entsteht ein Mehraufwand, durch das Erstellen bzw. Ausfindig machen von Anleitungen, Tutorials usw.
- Nutzung Hilfsmittel: Bei den Schulungen zur Verfügung gestellte Anleitungen und Tutorials werden nicht genutzt oder geraten in Vergessenheit.
- Problemfindung: Die digitalen Werkzeuge sind bei korrekter Benutzung effizienter und weniger fehleranfällig. Dennoch wird von den nicht Technik affinen Mitarbeiter\*innen, regelrecht nach Fehlerquellen gesucht, um ein analoges Vorgehen rechtfertigen zu können

### Herausforderungen Sprache:

- Sprache: Im Falle des externen Partners arbeiten Französisch Sprachige Mitarbeiter\*innen im Unternehmen.

### Herausforderung Technik:

- Aufwand und Nutzen: Der Aufwand und die Kosten dürfen den daraus generierten Nutzen nicht übersteigen.
- Updates: Durch neue Updates können sich die Benutzeroberfläche verändern und technische Probleme entstehen. Am ersten Tag des PoC hat ein Update die Software Dalux lahmgelegt.
- Internet: Bei einer schlechten Internetverbindung kann es zu Einschränkungen kommen. Dalux kann offline benutzt werden, muss aber im Vorhinein darauf vorbereitet werden. Der digitale Report hingegen benötigt eine stabile Internetverbindung.

Als abschliessendes Fazit kann, gesagt werden, dass die Mehrwerte klar überwiegen. Dennoch gibt es einige Herausforderungen zu meistern. Diese können jedoch durch einen geschickten Einsatz und Umgang mit der Technik eliminiert oder zumindest minimiert werden.

## 10 Ausblick

Im folgenden Kapitel wird ein Ausblick auf weitere Optimierungspotenziale des externen Partners gegeben. Dabei wird verstärkt auf die weiter fortschreitende Automatisierung der Baufortschrittskontrolle und alternative Baumanagement-Softwarelösungen eingegangen. Des Weiteren wird eine Implementierungsroadmap und ein Backlog erstellt. Dabei wird zwischen zwei Ziel-Situationen unterschieden. Ziel-Situation 1 ist eine optimierte Variante der Soll-Situation mit den Softwarelösungen Dalux und Sorba. Die Ziel-Situation 2 hingegen arbeitet mit Platzhaltern anstatt konkreten Softwarelösungen. Die für den Baufortschritt wesentlichen Veränderungen finden im Abschnitt, welcher auf der Abbildung 30 und Abbildung 34 dargestellt werden, statt. Die vollständigen Prozessdiagramme und Systemarchitekturen befinden sich im Anhang D4.

### 10.1 Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1

In der Ziel-Situation 1 wird der Prozess der Soll-Situation stärker automatisiert. Damit entfällt ein manuelles Übertragen von Daten für die Aktualität des Dashboards.

#### 10.1.1 Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1

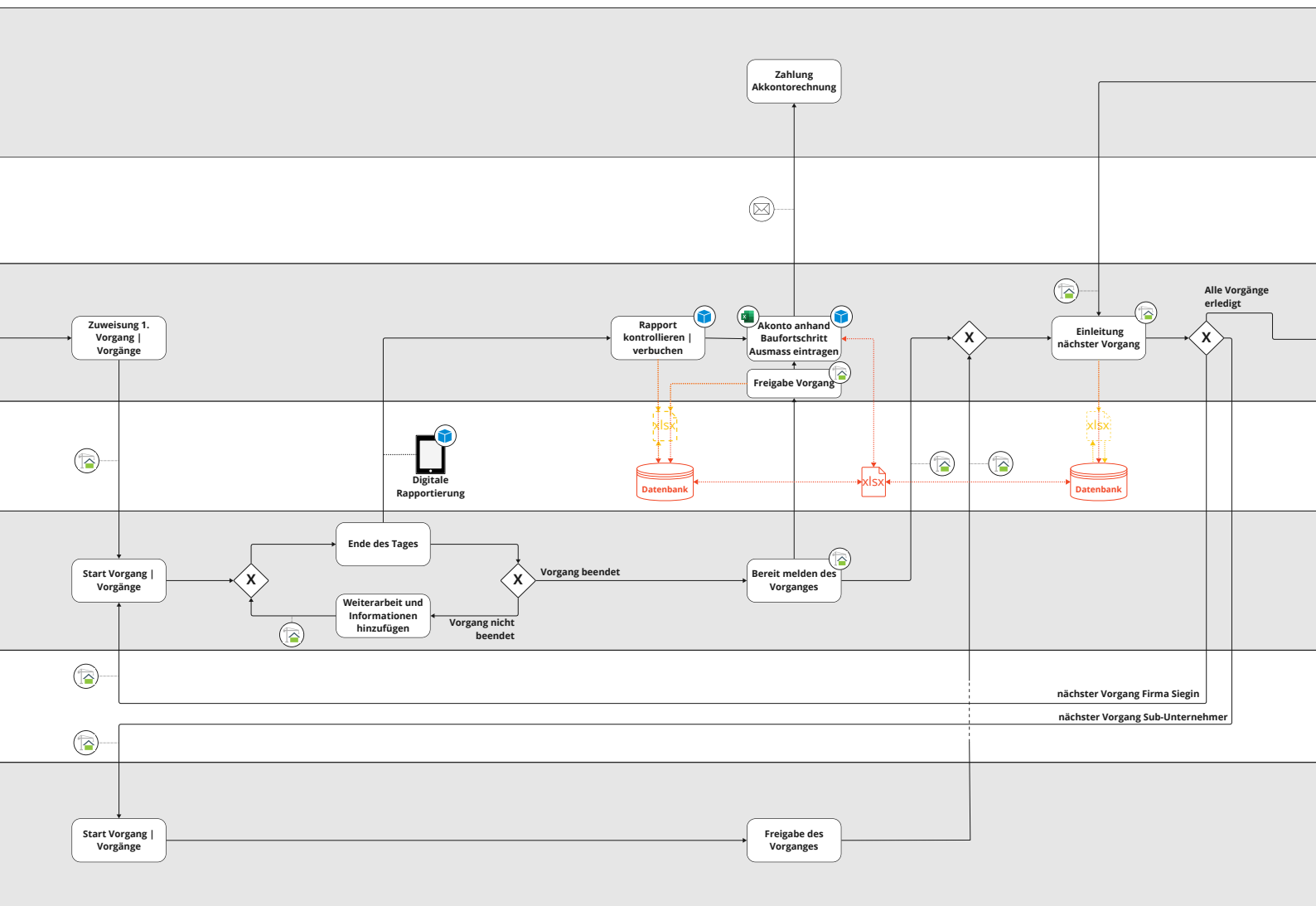


Abbildung 30: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1

Für die Ziel-Situation 1, werden die von den Optimierungen betroffenen Prozesse aus der Soll-Situation (siehe Kapitel 6.2) in Rot oder Gelb markiert. In Rot wird der neue und in Gelb der ersetzte Prozess teil dargestellt (siehe Abbildung 30 und Abbildung 31).

Legende:



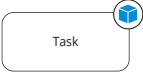























	= Startpunkt		= Baubeginn
	= Aufgabe und verwendete Software		= CDE   Datenbank
	= Endpunkt		= Datei   Dateiformat (z.B. IFC)
	= Ablaufreihenfolge der Aktivitäten		= Neuer   veränderter Prozessschritt   Neue Software im Prozessschritt
	= Paralleler Vorgang		= Datenbank Neu
	= sequenzieller Entscheidungsvorgang		= Datei Neu   Dateiformat Neu (z.B. IFC)
	= Kommunikationsart		= Ablaufreihenfolge der Aktivitäten Neu
	= Software Microsoft Excel		= Datenfluss Neu
	= Software Sorba		= Soll-Situation Prozessschritt verändert   entfällt
	= Software 3DChonkScan		= Soll-Situation Kommunikation verändert   entfällt
	= Software Canvas		= Soll-Situation Dateiformat verändert   entfällt
	= Software SketchUp (mit Plug-in: Scan Essentials)		= Soll-Situation Ablaufreihenfolge der Aktivitäten verändert   entfällt
	= Software Dalux		= Soll-Situation Datenfluss verändert   entfällt

Abbildung 31: Legende Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1

### 10.1.2 Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1

Die Systemarchitektur zeigt die technische Umsetzung der angestrebten Automatisierung des Excel-Dashboards über eine Datenbank (siehe Abbildung 32, Abbildung 33 und Anhang D4). Es werden erneut beide, im Kapitel 4.2 entwickelten, Varianten V1 und V2 berücksichtigt.

Der Austausch der Softwarelösungen Dalux, Excel und Sorba erfolgt über eine Datenbank, um mögliche Konsistenzprobleme zu vermeiden. Durch die Verwendung einer korrekt eingerichteten Datenbank als Schnittstelle können die Konsistenzprobleme, durch Synchronisierung, Standardisierung und Automatisierung der Daten minimiert werden.

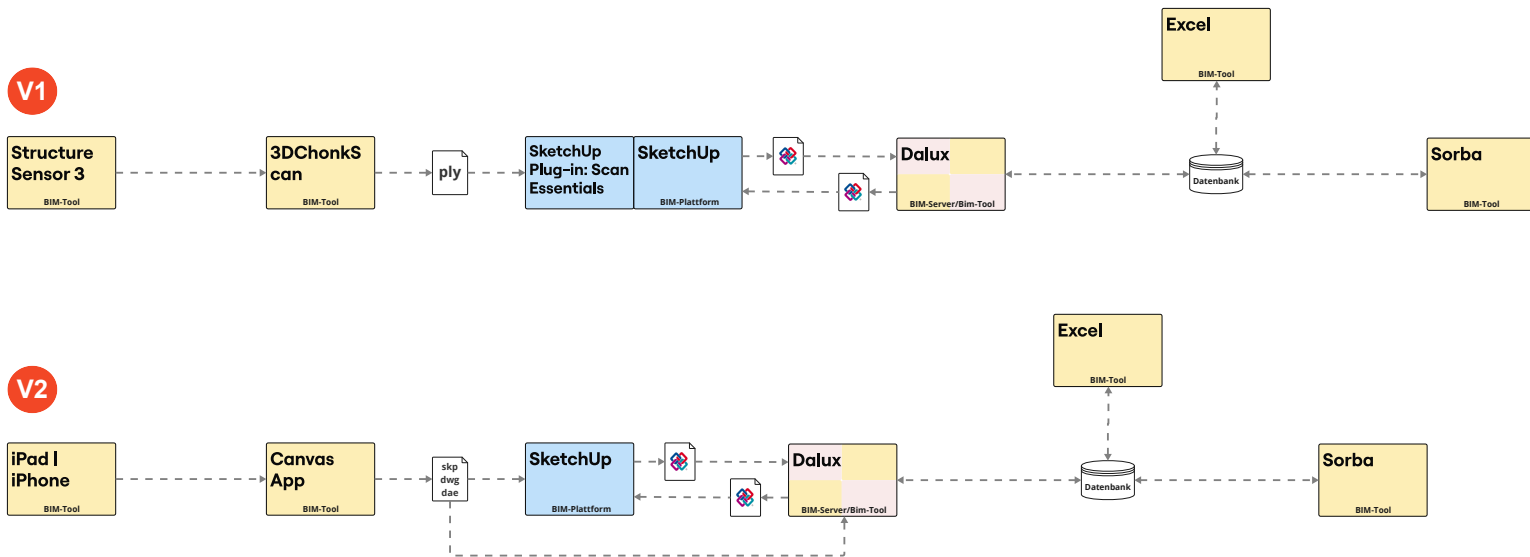


Abbildung 32: Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1

Legende:




- ← - - - -> = Direkter Zugriff auf die Daten
- - - -> = Datenfluss
-  = IFC-Datei
-  = Datei und Format
-  = Datenbank

Abbildung 33: Legende Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1

## 10.2 Prozessdiagramm und Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2

In der Ziel-Situation 2 wird ein möglicher Prozess mit zwei Softwarelösungen Y und Z als Platzhalter beleuchtet. Der Platzhalter Y stellt die Baumanagement-Software und Z die Unternehmenssoftware dar. Die Softwarelösungen Y und Z haben bereits nahtlose Schnittstellen. Durch diese bereits in Y und Z vorhandene Schnittstellen ist eine sehr gute Interoperabilität gegeben. Dabei wird das in Excel generierte Dashboard aus Ziel-Situation 1, mit den direkt in Software Y und Z vorhandenen Anwendungen, ersetzt. Ausserdem werden weitere Prozesse, wie zum Beispiel die Erstellung des Terminplanes im Dashboard, hinfällig. Ein Terminplan kann direkt in der Baumanagement Software Y erstellt und mit Vorgängen verknüpft werden. Dies ist in der vollständigen Abbildung im Anhang D4 ersichtlich. Im Kapitel 10.3 wird auf mögliche Kandidaten für die Platzhalter Y und Z eingegangen.

### 10.2.1 Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2

Für die Ziel-Situation 2, werden die von den Optimierungen betroffene Prozesse aus der Ziel-Situation 1 (siehe Kapitel 10.1.1) in Rot oder Gelb markiert. In Rot wird der neue und in Gelb der ersetzte Prozesse teil dargestellt (siehe Abbildung 34 und Abbildung 35).

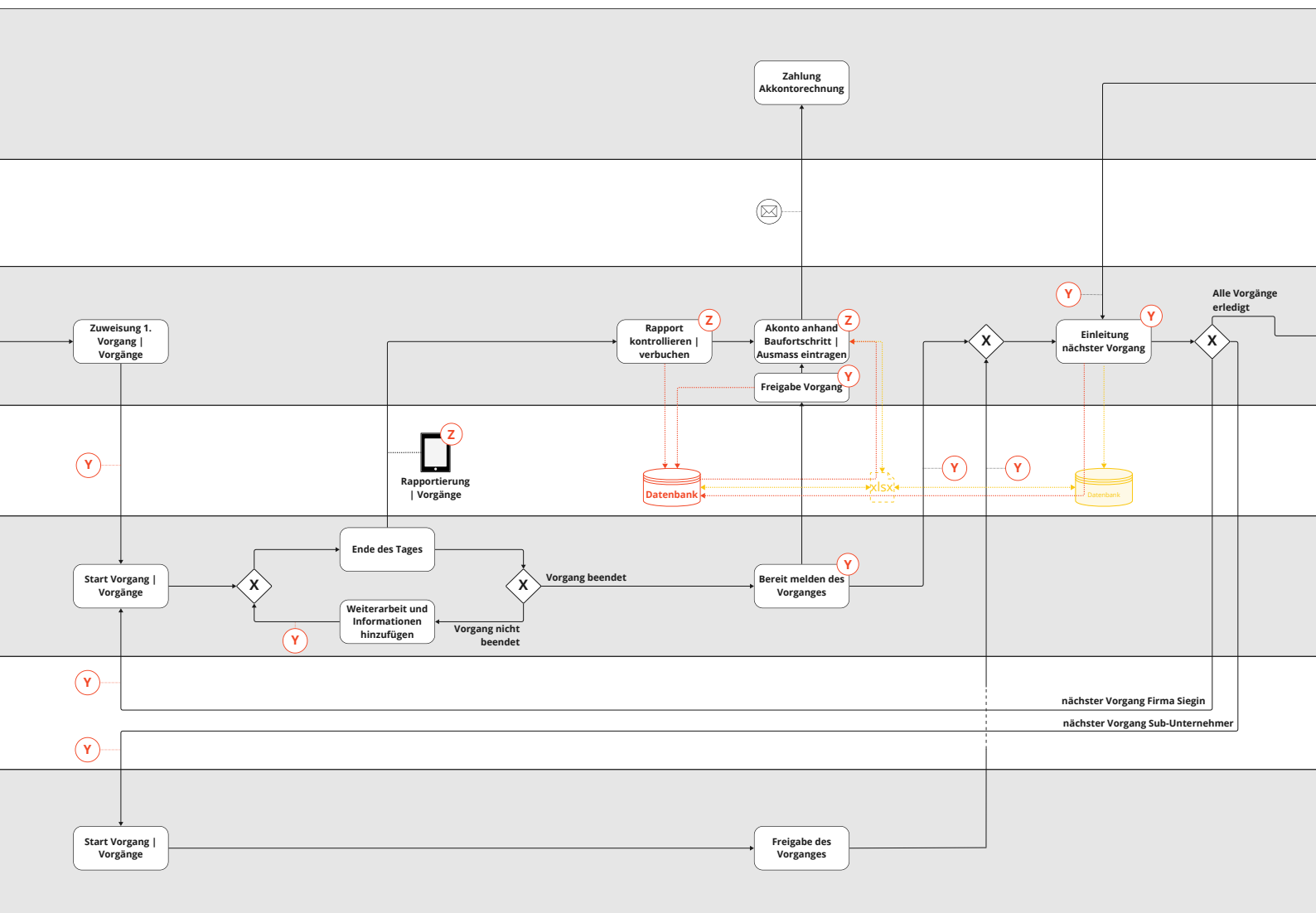


Abbildung 34: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2

Legende:























	= Startpunkt		= Baubeginn
	= Aufgabe und verwendete Software		= CDE   Datenbank
	= Endpunkt		= Datei   Dateiformat (z.B. IFC)
	= Ablaufreihenfolge der Aktivitäten		= Neuer   veränderter Prozessschritt   Neue Software im Prozessschritt
	= Paralleler Vorgang		= CDE Neu   Datenbank Neu
	= sequenzieller Entscheidungsvorgang		= Datei Neu   Dateiformat Neu (z.B. IFC)
	= Kommunikationsart		= Ablaufreihenfolge der Aktivitäten Neu
	= Software Microsoft Excel		= Datenfluss Neu
	= Software Sorba		= Ziel-Situation 1 Datenbank verändert   entfällt
	= Software 3DChonkScan		= Ziel-Situation 1 Kommunikation verändert   entfällt
	= Software Canvas		= Ziel-Situation 1 Dateiformat verändert   entfällt
	= Software SketchUp (mit Plug-in: Scan Essentials)		= Ziel-Situation 1 Ablaufreihenfolge der Aktivitäten verändert   entfällt
			= Ziel-Situation 1 Datenfluss verändert   entfällt

Abbildung 35: Legende Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2

### 10.2.2 Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2

Die technische Integration der möglichen Softwarelösungen Y und Z, wird in der nachfolgenden Systemarchitektur dargestellt (siehe Abbildung 36, Abbildung 37 und Anhang D4). Die Interoperabilität ist durch die bereits von den Softwarelösungen vorhandene Schnittstellen gegeben. Es werden, wie auch in Ziel-Situation 1, beide im Kapitel 4.2 entwickelten Varianten V1 und V2 berücksichtigt.

In der Ziel-Situation 2 ist das Konsistenzproblem durch die Softwarelösungen Y und Z gelöst. Das Dashboard fällt weg und somit werden Daten nur noch über die von den Softwarelösungen bereits vorhandenen Schnittstellenanbindungen ausgetauscht.

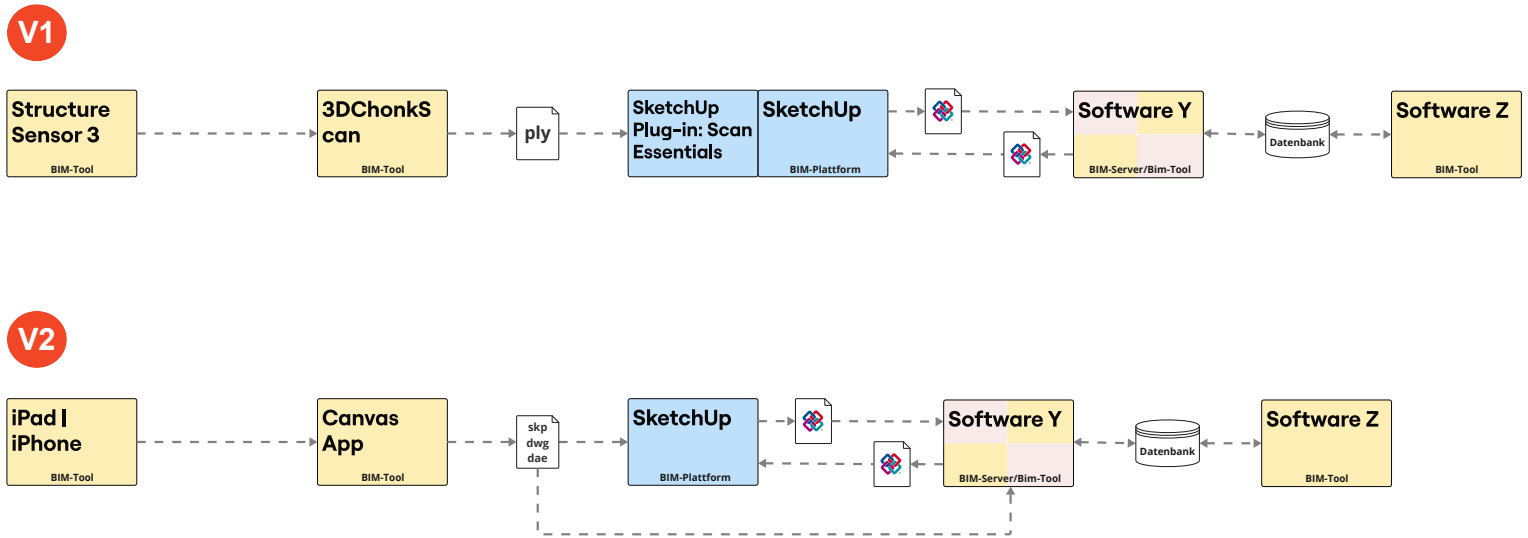


Abbildung 36: Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2

Legende:




- ← - - - -> = Direkter Zugriff auf die Daten
- - - -> = Datenfluss
-  = IFC-Datei
-  = Datei und Format
-  = Datenbank

Abbildung 37: Legende Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2

### 10.3 Alternative Baumanagement-Softwarelösungen

Der Entwicklungsprozess während des PoC legte offen, dass Dalux nicht alle von den Projektbeteiligten relevanten Anforderungen erfüllt (siehe Kapitel 6.7) und es für die Anwender\*innen intuitiver in der Anwendung sein könnte (siehe Kapitel 7.3). Daher werden weitere Baumanagement-Softwarelösungen betrachtet.

In Folge einer Internetrecherche werden die Softwarelösungen Fieldwire (Hilti (Schweiz) AG, 2024), Capmo (Capmo GmbH, 2024) und Planradar (PlanRadar GmbH, 2024) getestet. Dabei wird auf die im PoC zusätzlich entstandenen (siehe Kapitel 6.7) sowie die ursprünglichen Anforderungen (siehe Kapitel 4.5 und Anhang A) des externen Partners Bezug genommen. Viele der Funktionalitäten von Fieldwire, Capmo und PlanRadar entsprechen denen von Dalux. Allerdings gibt es Bereiche und Funktionalitäten, in denen sie sich von Dalux abheben.

Fieldwire wurde 2021 von der Firma Hilti aufgekauft (swissinfo.ch, 2021) und kostet für den externen Partner für 40 Benutzer\*innen ungefähr 13.000 Euro im Jahr (Angaben von Hilti (Schweiz) AG, per Telefon am 11.12.2024). Fieldwire macht kein pauschales Angebot, sondern rechnet pro Arbeiter\*in ab. Dabei werden die Arbeiter\*innen der Firma Siegin und der Sub-Unternehmer\*in abgerechnet. 40 Benutzer\*innen ist wahrscheinlich ausreichend, jedoch müssen für jedes neue Projekt die Benutzer\*innen von den Sub-Unternehmer\*innen wieder entfernt werden, was ein zusätzlicher Aufwand ist. Ansonsten wird die maximale Anzahl von 40 Benutzer\*innen überschritten. Die Software überzeugt durch die Abdeckung der meisten, im Entwicklungsprozess PoC erfragten Funktionalitäten (siehe Kapitel 6.7), ist jedoch kostenintensiver als Dalux. Überdies ist die Benutzeroberfläche in der Applikation für die Mitarbeiter\*innen anspruchsvoll und nicht sehr intuitiv. Dadurch entfällt Fieldwire als Alternative zu Dalux.

Die Software PlanRadar überzeugt nicht in den Bereichen der Übersichtlichkeit und Bedienung. Daher wird von einer vertieften Betrachtung abgesehen.

Capmo hingegen ist sehr intuitiv und benutzerfreundlich aufgebaut. Die im Kapitel 6.7, Entwicklungsprozess PoC, geforderten Funktionalitäten werden, bis auf die direkte Kommentarfunktion in den Bildern, abgedeckt. Der in Capmo integrierte Gantt-Terminplan, welcher mit den Vorgängen verknüpft werden kann, überzeugt durch einfache Bedienung und Plastizität. Es können ein kritischer Pfad, sowie Unter- und Überkategorien für die Vorgänge, eingerichtet werden. Des Weiteren ist ein automatisierter, terminlicher Ist- und Soll-Vergleich möglich. In der Fotogalerie können alle Fotos vom Projekt auf einen Blick angezeigt und gedownloadet werden. Die Unternehmer können vom Administrator mit E-Mail, Firma, Telefonnummer eingespeichert werden. Eine weitere Funktion ist das Dokumentieren von Besprechungen in Verknüpfungen mit Vorgängen. Besprechungen können mit Teilnehmer\*innen, Fotos, Plänen festgehalten und anschliessend den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden. Ferner sind Schnittstellen wie beispielsweise Outlook, SharePoint, OneDrive und Microsoft Teams bereits in Capmo integriert. Allerdings ist in Capmo keine 360-Grad Kamera Funktion integriert. Fotos können, im Gegensatz zu Dalux, mit 0.5x fachen Zoom aufgenommen werden. Die Kosten für Capmo belaufen sich als pauschale für den externen Partner auf circa 5870 Euro im Jahr (Angaben von Sabine Huber, Capmo GmbH, per Teams am 04.12.2024). Dabei sind die Sub-Unternehmer\*innen mitinbegriffen.

Capmo ist eine mögliche Variante für die Software Y in der Ziel-Situation 2 (siehe Kapitel 10.2). Es gibt bereits direkte Schnittstellen zu der Unternehmenssoftware SAP, welche eine mögliche Software Z darstellen könnte (siehe Kapitel 10.2). Aufgrund der vielversprechenden Vorteile wird Capmo als alternative Lösung zu Dalux, in einem Projekt ab Januar 2025 getestet (siehe Kapitel 10.4).

#### 10.4 Implementierungsroadmap

Für die nächsten Schritte, bis hin zur vollständigen Implementierung der automatisierten Baufortschrittskontrolle im Innenbereich in der Firma Siegin GmbH wird eine «Roadmap» erstellt. Diese soll einen möglichen zeitlichen Verlauf der Integration von Hardware- und Softwarelösungen in die bestehenden Prozesse des externen Partners über die nächsten 12 Monate aufzeigen. In Stichworten und nach Kategorien unterteilt sind die Implementierungsmassnahmen festgehalten:

##### Digitale Werkzeuge:

- Ab Mitte Januar 2025:  
Alternativ-Lösung einer Baumanagement-Software «Capmo» wird an einem Projekt getestet
- Anfang März 2025:

Mobile Endgeräte, Tablets für gesamtes Personal

- Anfang März 2025:  
Lizenzen für myRapport-App von Sorba für gesamtes Personal

### **Onboarding:**

- Ab Anfang März 2025:  
Schulungen der Bauleiter\*innen, Bauführer\*innen, Mitarbeiter\*innen für die digitale Rapportierung
- Ab Anfang März 2025:  
Schulungen für die Administration, Bürofachkräfte für den Umgang der digitalen Rapportierung
- Ab Anfang April 2025:  
Schulungen für die Bauleiter\*innen und Bauführer\*innen für die Baumanagement-Softwarelösung
- Ab Anfang April 2025:  
Schulungen der Mitarbeiter\*innen für die Baumanagement-Softwarelösung

### **Onboarding-Ressourcen:**

- Februar - März 2025:  
Präsentationen und Materialien für Schulungen vorbereiten
- Februar - März 2025:  
Anleitungen erstellen bzw. raussuchen und in verschiedenen Sprachen zur Verfügung stellen
- Februar - März 2025:  
Videoanleitungen, Tutorials erstellen bzw. raussuchen und in verschiedenen Sprachen zur Verfügung stellen

### **Umstellungen:**

- Ab März - Juni 2025:  
Neue Projekte nur noch mit Digitaler Rapportierung
- Ab April 2025:  
Baumanagement-Softwarelösung wird für weitere passende Projekte eingesetzt

### **Standardisierungen:**

- Ab Anfang Februar 2025:

Stammdaten (Inventar, Material, Fremdleistungen) vervollständigen und aktualisieren

- Ab Mitte Februar 2025:  
Grundkataloge für alle Baustellentypen mit Identifikator einrichten
- Ende Februar 2025:
- Rapport-Vorlagen in der myRapport-App von Sorba für alle Baustellentypen (Bad, Küche, Lift usw.) bzw. Gewerke (Maurer\*in, Gipser\*in, Plattenleger\*in, Kernbohrer\*in usw.)
- Ab Juni 2025:  
Stundenkarten mit Daten aus Rapport in Sorba automatisieren
- Ab August 2025:  
Lohnabrechnungen über die Rapportierung und Stundenkarten in Sorba zu Teilen automatisieren
- Dezember 2025:  
Finanzbuchhaltung am Ende des Jahres in Sorba zu Teilen automatisieren

## 10.5 Backlog

Im Backlog werden weitere Ideen und Verbesserungen festgehalten.

In naher Zukunft werden zusätzlich die zwei Anwendungen «Acitivity» und «Ressourcenplanung» von dem Unternehmen Sorba EDV AG genauer betrachtet. Das Acitivity-Modul kann beim externen Partner als internes Management-Tool für Aufgaben eingesetzt werden. Activity befindet sich laut Sorba EDV AG derzeit noch in der Entwicklung bzw. Weiterentwicklung und könnte eine zukünftige Lösung, für beispielsweise kleinere Baustellen sein. Die Ressourcenplanung hingegen ist für eine effektive Planung von Ressourcen gedacht wie beispielweise Mitarbeiter\*innen und Geräte. Diese Module könnten bei einer Implementierung einen möglichen Mehrwert für den externen Partner erzielen.

## 11 Hilfsmittelverzeichnis

- OpenAI (2024/2025): ChatGPT (Version 4). Unterstützung bei der Formulierung durch Vorschläge für einzelne Wörter oder Teilsätze in der gesamten Dokumentation. Verfügbar unter: <https://openai.com> (Letzter Zugriff: 05. Januar 2025).
- OpenAI (2024): ChatGPT (Version 4). Nutzung für Korrektur und teilweise Erstellung der für die Automatisierung des Dashboards zuständigen Formeln und Regeln in Microsoft-Excel. Verfügbar unter: <https://openai.com> (Letzter Zugriff: 12. Dezember 2024).

## 12 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Apple Distribution International Limited, 2024a. TestFlight [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/testflight/id899247664> (accessed 1.7.25).
- Apple Distribution International Limited, 2024b. Xcode [WWW Document]. Mac App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/xcode/id497799835?mt=12> (accessed 1.7.25).
- Apple Inc., 2024. Apple [WWW Document]. Apple. URL <https://www.apple.com/> (accessed 1.7.25).
- Baumeister.digital, 2024. Eventreihe Baumeister.digital [WWW Document]. URL <https://software.sorba.ch/eventreihe-baumeister.digital> (accessed 9.21.24).
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (Eds.), 2021. Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, VDI-Buch. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33361-4>
- BPMN 2.0 Poster, 2021. BPMN 2.0 Poster - BPMN. URL <https://www.bpmn.de/lexikon/bpmn-2-0-poster/> (accessed 9.30.24).
- Capmo GmbH, 2024. Capmo Baumanagement-Software | intuitiv, ganzheitlich, partnerschaftlich [WWW Document]. URL <https://www.capmo.com/> (accessed 1.7.25).
- Choosing by Advantages (CBA), 2024. Choosing by Advantages (CBA). URL <https://www.choosingbyadvantages.ch/> (accessed 9.7.24).
- Dalux ApS, 2024a. Homepage - Dalux [WWW Document]. URL <https://www.dalux.com/> (accessed 1.7.25).
- Dalux ApS, 2024b. Grundlagen: Aufgabenstatus [WWW Document]. Dalux Help. URL <https://dalux.zendesk.com/hc/de/articles/6476482335004-Grundlagen-Aufgabenstatus> (accessed 12.20.24).
- Hilti (Schweiz) AG, 2024. Jobsite Management For Construction Teams | Fieldwire by Hilti [WWW Document]. URL <https://www.fieldwire.com/> (accessed 1.7.25).
- Intel Corporation, 2024. Depth Camera D455f [WWW Document]. Intel® RealSense™ Depth Track. Cameras. URL <https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d455f/> (accessed 1.7.25).
- Khosiin, M.W., Wang, W.-C., Wijatmiko, I., 2020. Integrating CBS and WBS in Construction Projects by Using Data Analytics. Nusant. Sci. Technol. Proc. 91–95. <https://doi.org/10.11594/nstp.2020.0513>
- Li, Y., Li, W., Tang, S., Darwish, W., Hu, Y., Chen, W., 2020. Automatic Indoor as-Built Building Information Models Generation by Using Low-Cost RGB-D Sensors, Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Sensors 20, 293. <https://doi.org/10.3390/s20010293>
- Luxonis Inc., 2024. OAK-D Pro W [WWW Document]. Luxonis. URL <https://shop.luxonis.com/products/oak-d-pro-w> (accessed 9.26.24).
- Matterport Inc., 2024. Pro2 Kamera [WWW Document]. Matterport. URL <https://matterport.com/de/pro2> (accessed 1.7.25).
- Mentimeter AB (publ), 2024. <https://www.mentimeter.com/> [WWW Document]. URL <https://www.mentimeter.com/> (accessed 12.15.25).
- Occipital Inc., 2024. Canvas: LiDAR 3D Measurements [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/canvas-lidar-3d-measurements/id1169235377> (accessed 1.7.25).
- PlanRadar GmbH, 2024. Bau, Facility Management & Immobilienplattform PlanRadar [WWW Document]. PlanRadar. URL <https://www.planradar.com/de/> (accessed 1.7.25).
- Polycam Inc., 2024. Polycam - LiDAR & 3D Scanner for iPhone & Android [WWW Document]. URL <https://poly.cam/> (accessed 1.7.25).
- Ricoh Imaging Europe SAS, 2024. Ricoh Theta SC2 für Unternehmen – Professionelle immersive 360°-Kamera [WWW Document]. RICOH THETA - Off. Store. URL <https://ricohtheta.eu/de/products/ricoh-theta-sc2-for-business-professional-360-immersive-kamera> (accessed 1.7.25).
- rmData GmbH, 2024. rmDATA 3DWorx ist die Software zum Ableiten von Geometrien. [WWW Document]. URL <https://www.rm-datagroup.com/produkte/rmdatagroup3dwork/> (accessed 1.7.25).
- Schneider, O., 2024. Innosuisse Forschungsprojekt BMETRY [WWW Document]. FHNW. URL <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/architektur-bau-geomatik/institute/institut-digitales-bauen/forschung/forschungsprojekte-des-instituts-digitales-bauen/bmetry> (accessed 9.21.24).
- Shoaib, 2022. Digitization vs Digitalization vs Digital Transformation. Plumlogix Inc. URL <https://plumlogix.com/digitization-vs-digitalization-vs-digital-transformation/> (accessed 9.16.24).

- Sorba EDV AG, 2024. SORBA Bausoftware ⇒ Gesamtlösung für die Bauadministration [WWW Document]. URL <https://www.sorba.ch> (accessed 1.7.25).
- specter Automation GmbH, 2024. specter | Software für Baumanagement [WWW Document]. URL <https://www.specter-automation.com> (accessed 1.7.25).
- structure.io, 2024. structureio/sample-scanner [WWW Document]. URL <https://github.com/structureio/sample-scanner> (accessed 12.30.24).
- swissinfo.ch, S.W.I., 2021. Hilti kauft für 300 Mio USD US-amerikanische Firma Fieldwire. SWI Swissinfo. URL <https://www.swissinfo.ch/ger/hilti-kauft-fuer-300-mio-usd-us-amerikanische-firma-fieldwire/47114404> (accessed 12.19.24).
- Trimble Inc., 2024a. Augmented Reality for Construction - Trimble Connect AR [WWW Document]. URL <https://www.trimble.com/en/products/building-construction-field-systems/connect-ar> (accessed 1.7.25).
- Trimble Inc., 2024b. 3D-Modellierung auf dem iPad | SketchUp für iPad | 3D-Visualisierung auf dem iPad | SketchUp [WWW Document]. URL <https://www.sketchup.com/de/products/sketchup-for-ipad> (accessed 1.7.25).
- Trimble Inc., 2024c. Software für 3D-Modelle auf der Grundlage von Punktwolken – Punktwolken-3D-Modell – SketchUp | SketchUp [WWW Document]. URL <https://www.sketchup.com/de/products/scan-essentials> (accessed 1.7.25).
- Trimble Inc., 2024d. Trimble RealWorks | Auswertesoftware [WWW Document]. URL <https://geospatial.trimble.com/products/software/trimble-realworks> (accessed 1.7.25).
- Trimble Inc., 2024e. Trimble Connect Workflow Extensions User Guide - Status Sharing [WWW Document]. URL <https://docs.workflowextensions.connect.trimble.com/status-sharing> (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024a. Structure - The World's Leading Healthcare 3D Scanning Platform [WWW Document]. URL [https://structure.io/structure-sensor-3/?gad\\_source=1&gbraid=0AAAAA9c7Ky7HU5xbtriQWvfuexBSW-d6&gclid=EAlaIQobChMI6ZvX6KjjigMVzICDBx0buhTIEAAYASAAEgLt\\_PD\\_BwE](https://structure.io/structure-sensor-3/?gad_source=1&gbraid=0AAAAA9c7Ky7HU5xbtriQWvfuexBSW-d6&gclid=EAlaIQobChMI6ZvX6KjjigMVzICDBx0buhTIEAAYASAAEgLt_PD_BwE) (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024b. Structure Capture [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/structure-capture/id6450060157> (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024c. Structure [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/structure/id570447097> (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024d. Structure Sensor Calibrator [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/structure-sensor-calibrator/id914275485> (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024e. Structure - SDK [WWW Document]. URL <https://structure.io/structure-sdk/?srsltid=AfmBOoohAE9CaSEFQN8He9nRFi8Xrwag4hPSrM5khrTDIaRI2dNQJXRF> (accessed 1.7.25).
- XRPro LLC, 2024f. Scanner - Structure SDK [WWW Document]. App Store. URL <https://apps.apple.com/de/app/scanner-structure-sdk/id891169722> (accessed 1.7.25).
- Zenners, L., 2022. Automatisierte Baufortschrittsermittlung und -kontrolle, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW.

## 13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Hardwarelösungen für die Punktwolkenaufnahme (Tabelle und Diagramm).....	8
Abbildung 2: Structure Sensor 3 mit Apple iPad (Quelle: <a href="https://structure.io/structure-sensor-3/">https://structure.io/structure-sensor-3/</a> ) .....	9
Abbildung 3: Vergleich von Softwarelösungen zur Weiterverarbeitung der Punktwolkenaufnahme. ....	11
Abbildung 4: Vergleich von Baumanagement Softwarelösungen.....	13
Abbildung 5: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ist-Situation .....	15
Abbildung 6: Legende Prozessdiagramm: Ist-Situation.....	16
Abbildung 7: Systemarchitektur: Ist-Situation.....	16
Abbildung 8: Legende Systemarchitektur: Ist-Situation .....	16
Abbildung 9: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ist-Situation mit markierten Veränderungen .....	17
Abbildung 10: Legende Prozessdiagramm: Ist-Situation mit markierten Veränderungen .....	18
Abbildung 11: Systemarchitektur: Ist-Situation mit markierten Veränderungen.....	18
Abbildung 12: Legende Systemarchitektur: Ist-Situation mit markierten Veränderungen .....	18
Abbildung 13: Schulung und Diskussion beim externen Partner (Foto: Barbara Siegin) .....	21
Abbildung 14: Erste Entwurfsskizze der Dashboard-Idee (eigene Darstellung) .....	22
Abbildung 15: Fortschrittsdiagramm in Dalux: 18.11 bis 11.12.2024 .....	23
Abbildung 16: Legende Fortschrittsdiagramm in Dalux (Quelle: <a href="https://dalux.zendesk.com">https://dalux.zendesk.com</a> ).....	23
Abbildung 17: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Soll-Situation .....	24
Abbildung 18: Legende Prozessdiagramm: Soll-Situation.....	25
Abbildung 19: Systemarchitekturen: Soll-Situation .....	26
Abbildung 20: Legende Systemarchitekturen: Soll-Situation .....	26
Abbildung 21: Tagesrapport in pdf-Format ausgegeben .....	27
Abbildung 22: Verortung und farblicher Fortschritt der Aufgaben bzw. Vorgänge im Grundriss.....	28
Abbildung 23: Dashboard in Microsoft Excel mit tagesaktuellem Baufortschritt .....	29
Abbildung 24: Klassendiagramm für die Soll-Situation und die Ziel-Situationen 1 und 2.....	30
Abbildung 25: Genauigkeitsvergleich .....	33
Abbildung 26: Zeitlicher Vergleich der Ist-Situation und der Varianten für die Soll-Situation.....	34
Abbildung 27: Legende für den zeitlichen Vergleich der Massaufnahme und Weiterverarbeitung ...	35
Abbildung 28: Zeitlicher Vergleich Rapportierung: Ist- und Soll-Situation .....	36
Abbildung 29: Legende für den zeitlichen Vergleich der Rapportierung .....	36
Abbildung 30: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1 .....	44
Abbildung 31: Legende Prozessdiagramm: Ziel-Situation 1 .....	45
Abbildung 32: Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1 .....	46
Abbildung 33: Legende Systemarchitekturen: Ziel-Situation 1.....	46
Abbildung 34: Kernausschnitt Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2.....	47
Abbildung 35: Legende Prozessdiagramm: Ziel-Situation 2 .....	48
Abbildung 36: Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2.....	49
Abbildung 37: Legende Systemarchitekturen: Ziel-Situation 2.....	49

## 14 Anhangsverzeichnis

Anhang A.....	Vergleiche mit Methode: Choosing by Advantages
Anhang B.....	Aufnahme Punktwolke mit 3DChonksan und Structure Sensor 3
Anhang C.....	Canvas   Apple iPhone
Anhang D1.....	Prozessdiagramme und Systemarchitekturen der Ist-Situationen
Anhang D2.....	Prozessdiagramm und Systemarchitekturen der Soll-Situation
Anhang D3.....	Klassendiagramm der Soll-Situation und Ziel-Situation 1
Anhang D4.....	Prozessdiagramme und Systemarchitekturen der Ziel-Situationen 1 und 2
Anhang E.....	Dalux: 360-Grad Bilder und DBM
Anhang F.....	Rapport, Lagerstamm und Offerte mit Identifikatoren
Anhang G.....	Präsentation: Schulung am 12.11.2024
Anhang H.....	Statusbericht, Fortschrittsdokumentation und Anleitung Dalux
Anhang I.....	Anleitung: myRapport App Sorba
Anhang J.....	Dashboard in Microsoft Excel
Anhang K.....	Prozessdiagramm Dashboard
Anhang L.....	Dokumentation Baufortschritt in Dalux
Anhang M.....	Resultate der Umfragen in Mentimeter

# Anhang A: Vergleiche mit Methode: Choosing by Advantages

## Hardware: Aufnahme von Punktwolken

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Bedienung</b>	einfache Bedienung, schwierige Handhabung (externes Gerät benötigt)	einfache Bedienung, schwierige Handhabung (externes Gerät benötigt)	einfache Bedienung und Handhabung durch Befestigung an iPad	einfache Bedienung, Hardware muss pro Raum insuliert werden	einfache Bedienung und sehr einfache Handhabung	einfache Bedienung und sehr einfache Handhabung
<b>Handhabung</b>	Rechtweite, Schiefeld und Verarbeitungsleistung sind gut	Rechtweite und Tiefenauflösung sind gut	sehr gute Tiefenauflösung und Reichweite	großes Schiefeld bei Aufnahme, gute Tiefenauflösung	gutes Schiefeld und Reichweite	gutes Schiefeld und Reichweite
<b>Maße</b>	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau, IP66, keine Stromversorgung	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau, externe Stromversorgung	klein, leicht, einfacher Aufbau und Abbau, gute Akkulaufzeit (3h)	sehr robust, mobil und transportgerecht	sehr robust, mobil und transportgerecht	sehr robust, mobil und transportgerecht
<b>Verarbeitung</b>	eigene Entwicklung der Verarbeitungssoftware, SDK vorhanden	eigene Entwicklung der Verarbeitungssoftware, SDK vorhanden	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach	Zugang und Weitergabe einfach, nur native Matterport Software	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach	verschiedene Softwarelösungen, Zugang und Weitergabe einfach
<b>Support</b>	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	sehr schnell und zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote, Englisch	sehr schnell und zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote, Deutsch	schnell, nicht spezifisch für Hardware (Genot) Apple Support	schnell, nicht spezifisch für Hardware (Genot) Apple Support
<b>Gesamtvorteil</b>	755	740	1180	1085	1050	995
<b>Kosten externes Gerät inkl. MwSt.</b>	88.90 CHF	88.90 CHF	999 CHF	-	-	-
<b>Laufende Kosten pro Jahr inkl. MwSt.</b>	-	-	2812 CHF	-	-	-
<b>Anschaffungskosten in CHF, inkl. MwSt.</b>	ca. 433 CHF	ca. 381 CHF	ca. 693 CHF	2081 CHF	ab 1049 CHF	ab 999 CHF

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Bedienung</b>	einfach	einfach	intuitiv, einfach	intuitiv, einfach	sehr intuitiv und einfach	sehr intuitiv und einfach
<b>Handhabung</b>	schwierige Handhabung, Kabelbindung zu ext. Gerät	schwierige Handhabung, Kabelbindung zu ext. Gerät	sehr einfache Handhabung durch Befestigung an iPad	gute Handhabung, muss pro Raum umgestellt werden	sehr einfache Handhabung	sehr einfache Handhabung
<b>Schulungen</b>	benötigt Einführung	benötigt Einführung	kurze Anleitung genügt	benötigt Einführung	kurze Anleitung genügt	kurze Anleitung genügt
<b>Gesamtvorteil</b>	90	90	235	155	250	250

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Schichtdicke (max. Prof.)</b>	127" H, 79.5" V	87" H x 58" V	50" H, 59" V	360° Panorama	120" H	122" H, 90" V
<b>Tiefe (genauigste Depth Accuracy)</b>	<1% unter 3.5m - <4% zwischen 3.5m - 6.5m	<2% at 4m	<0.5% bei 4m**	<1% unter 5m	<4% bei 4m**	<4% bei 4m**
<b>Anschauung (Rang)</b>	40cm - 6m	60cm - 6m	200m - 5m	ca. 5m horizontal	ca. 5m	ca. 5m
<b>Verarbeitungsleistung (Frame Rate)</b>	120 FPS (maximal)	30 FPS	60 FPS (maximal)	nicht spezifiziert	60 FPS	60 FPS
<b>Gesamtvorteil</b>	285	290	370	360	225	225

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Transport / Auf- und Abbau</b>	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau	klein, leicht, einfacher Auf- und Abbau	klein, leicht, einfacher Aufbau und Abbau	Aufbau mit Stativ pro Raum, 3.4kg	leicht, sehr gut transportierbar, kein Auf- und Abbau	leicht, sehr gut transportierbar, kein Auf- und Abbau
<b>Akku / Stromversorgung</b>	externe Stromversorgung benötigt	externe Stromversorgung benötigt	3 Stunden (maximal)	austauschbarer Akku (3 Stunden bei Dauerbetrieb)	ca. 3 Stunden**	ca. 4 Stunden (bei 8 Stunden bei Dauerbetrieb)
<b>IP66-rated, staub- und wassergeschützt</b>	IP66-rated, staub- und wassergeschützt	keine IP Spezifizierung, muss vor Staub und Wasser geschützt sein	keine IP Spezifizierung, muss vor Staub und Wasser geschützt sein	keine IP Spezifizierung, muss vor Staub und Wasser geschützt sein	IP66, staub- und wassergeschützt	keine IP Spezifizierung, muss vor Staub und Wasser geschützt sein
<b>Gesamtvorteil</b>	120	80	105	120	185	130

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Verarbeitungssoftware</b>	eigene Entwicklung, SDK vorhanden	eigene Entwicklung, SDK vorhanden	mehrere Softwarelösungen möglich	nur native Matterport Software	mehrere Softwarelösungen möglich	mehrere Softwarelösungen möglich
<b>Verarbeitungsleistung</b>	langsam, da komplex durch eigene Entwicklung	langsam, da komplex durch eigene Entwicklung	schnell und direkt	schnell und direkt	schnell und direkt	schnell und direkt
<b>Verknüpfungen / Abhängigkeiten</b>	Verknüpfungen / Abhängigkeiten werden dargestellt	möglich durch manuelles Verbinden	einfacher Zugang und Weitergabe	über Matterport	einfacher Zugang und Weitergabe	einfacher Zugang und Weitergabe
<b>Kompatibilität</b>	verschiedene Exportformate, in Entwicklung festgelegt	verschiedene Exportformate, in Entwicklung festgelegt	verschiedene Exportformate	verschiedene Exportformate	verschiedene Exportformate	verschiedene Exportformate
<b>Gesamtvorteil</b>	100	100	270	230	270	270

Faktor / Kriterium	Luxonis OAK-D Pro W	Intel RealSense Depth Camera D455f	Structure Structure Sensor 3 for iPad	Matterport Matterport Pro 2	Apple iPhone 16 Pro	Apple iPad Pro 6. Generation
<b>Erreichbarkeit / Zuverlässigkeit</b>	schnell, zuverlässig	schnell, zuverlässig	sehr schnell, zuverlässig, Englisch, Ziffernbelegung	sehr schnell, zuverlässig	schnell, nicht spezifisch	schnell, nicht spezifisch
<b>Kanäle</b>	E-Mail	Kontaktformular	E-Mail, Telefon	Kontaktformular, Telefon	Apple Support App, Telefon	Apple Support App, Telefon
<b>Wiß durch FAQ / Center / Tutorial</b>	Dokumentation, FAQ	Dokumentation, White Papers, Videos, Tutorials, FAQ	FAQ, Help Center, Get Started, Team Meeting	Helpcenter, Schulungen, Tutorials, FAQ	Apple Support, kein spezifischer Support	Apple Support, kein spezifischer Support
<b>Gesamtvorteil</b>	160	180	200	220	120	120

## Software: Punktwolke zu DBM

Faktor / Kriterium	rmData 3DWorkx	Trimble RealWorks	SketchUp Scan Essentials
<b>Bedienung / Darstellung</b>	einfache Bedienung, übersichtliche Darstellung	anspruchsvoll, hoher Lernaufwand	intuitive und einfache Bedienung, schnell erlernbar und übersichtlich
<b>Datenverarbeitung</b>	gute Punktwolkenbearbeitung und sehr gute Modellierung	sehr gute Punktwolkenbearbeitung und Modellierung	keine Punktwolkenbearbeitung und Automatismen
<b>Integration in Workflow</b>	vielseitige Export- und Importformate verfügbar	vielseitige Export- und Importformate verfügbar	vielseitige Export- und Importformate verfügbar
<b>Support</b>	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote
<b>Gesamtvorteil</b>	660	535	605
<b>Kosten pro Jahr inkl. MwSt.</b>	3092 CHF	ca. 4000 CHF	676 CHF

Faktor / Kriterium	rmData 3DWorkx	Trimble RealWorks	SketchUp Scan Essentials
<b>Bedienung</b>	einfach	anspruchsvoll	intuitiv, einfach
<b>Lernaufwand</b>	moderate Einarbeitungszeit	langame Einarbeitungszeit	schnelles Erlernen mit Lernvideos
<b>Darstellung</b>	übersichtliche und gute Darstellung	gute Darstellung	übersichtliche und gute Darstellung
<b>Gesamtvorteil</b>	180	85	240

Faktor / Kriterium	rmData 3DWorkx	Trimble RealWorks	SketchUp Scan Essentials
<b>Punktwolkenbearbeitung / -bearbeitung</b>	gute Punktwolkenbearbeitung und -bearbeitung	sehr gute Punktwolkenbearbeitung und -bearbeitung	keine Punktwolkenbearbeitung
<b>Modellierung</b>	sehr gut für präzise Modellierung	präzise und komplexe Modellierung sehr gut möglich	gute Funktionen zur Modellierung für einfache Modelle
<b>Automatisierung</b>	automatisierte Funktionen zur Modellierung verfügbar	automatisierte Funktionen zur Modellierung verfügbar	keine Automatismen
<b>Gesamtvorteil</b>	190	205	75

Faktor / Kriterium	rmData 3DWorkx	Trimble RealWorks	SketchUp Scan Essentials
<b>Import</b>	einfacher Import für mehrere Formate	einfacher Import für mehrere Formate	einfacher Import für mehrere Formate
<b>Export</b>	gute und vielseitige Exportfunktionen	IFC nicht direkt verfügbar, andere Exportfunktionen verfügbar	gute und vielseitige Exportfunktionen (durch Plugins)
<b>Support</b>	gute und vielseitige Exportfunktionen	IFC nicht direkt verfügbar, andere Exportfunktionen verfügbar	gute und vielseitige Exportfunktionen (durch Plugins)
<b>Gesamtvorteil</b>	100	55	100

### Zertifikat Kurs: Scan Essentials

Quelle: <https://learn.sketchup.com/courses/using-scan-essentials>

## Software: Baumanagement

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Bedienung / Schulungsaufwand</b>	übersichtlich, anpassungsfähig, geringer Schulungsaufwand	sehr übersichtlich, anpassungsfähig und geringer Schulungsaufwand	übersichtlich, anpassungsfähig, geringer Schulungsaufwand
<b>Zugriffsberechtigungen</b>	Benutzerbasiertes Bauprojekt, hohe Automatisierung Bauprojekte	Baufortschritt in 2D-Pläne + Diagramm, spezifisch anbaubar	keine Mehraufwand falls Modell vorhanden, einfache 2D-Visualisierung
<b>Importieren von Modellen</b>	einfacher Import von Modellen, visuelle Einbindung von 2D-Plänen	einfacher Import von Modellen, Verknüpfung von 3D-Modell mit 2D-Plänen	sehr einfacher Import Modell, Integration von Sorba und Trimble Connect
<b>Zugriffsberechtigungen</b>	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar, sehr gute Kommunikation	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar, sehr gute Kommunikation
<b>Support</b>	schnell, weitgehend zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, weitgehend zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote
<b>Gesamtvorteil</b>	936 - 3730 CHF	ca. 6240 CHF	min. 14950 CHF
<b>Laufende Kosten pro Jahr inkl. MwSt.</b>	975	1150	930

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Bedienung</b>	sehr übersichtlich, einfach	sehr übersichtlich, einfach, intuitiv	sehr übersichtlich, einfach
<b>Anpassungsfähigkeit / Funktionen</b>	anpassungsfähige Funktionen	sehr anpassungsfähige Funktionen	anpassungsfähige Funktionen
<b>Schulungen</b>	geringer Schulungsaufwand durch einfache Bedienung	sehr geringer Schulungsaufwand durch einfache Bedienung	geringer Schulungsaufwand durch einfache Bedienung
<b>Gesamtvorteil</b>	135	180	135

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Visualisierung / 3D-Modellierung</b>	farbliche 4D-Visualisierung möglich in Form eines Videos	keine 4D-Visualisierung möglich in Form eines Videos	farbliche 4D-Visualisierung möglich in Form eines Videos
<b>Darstellung / Baufortschritt</b>	Baufortschritt, Darstellung Baufortschritt, Verknüpfung und Verknüpfung	übersichtliche Darstellung Baufortschritt in 2D-Pläne + Diagramm	Baufortschritt, farbliche Darstellung Baufortschritt
<b>Automatisierung / Baufortschritt</b>	Baufortschritt durch abhaken von Arbeitspaketen	Baufortschritt durch abhaken von Bauelementen	Baufortschritt durch Auswahl von Bauelementen in 3D-Modell
<b>Aufwand für Baufortschritt</b>	sehr geringer Mehraufwand, kein Transparenz und Modell bereit	geringer Mehraufwand, Aufgaben müssen erstellt werden	kein Mehraufwand, falls 3D-Modell bereit
<b>Verknüpfung / Baufortschritt</b>	Baufortschritt für jeden Bauelement	Baufortschritt für jeden Bauelement	Baufortschritt für jeden Bauelement
<b>Gesamtvorteil</b>	405	365	295

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Import / 3D-Modelle</b>	einfacher Import des Modells	einfacher Import des Modells	sehr einfacher Import des Modells durch Trimble Connect
<b>Integration von 2D-Plänen</b>	nur visuelle Einbindung, keine Verknüpfung	visuelle Einbindung, Verknüpfung von 3D-Modell mit 2D-Plänen	nur visuelle Einbindung, keine Verknüpfung
<b>Integration / Sorba</b>	keine direkte Integration zu Sorba	keine direkte Integration zu Sorba	keine direkte Integration zu Sorba
<b>Support</b>	schnell, weitgehend zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote	schnell, weitgehend zuverlässig, verschiedene Hilfsangebote
<b>Gesamtvorteil</b>	80	130	130

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Unabhängigkeit / Projekte / Beteiligte</b>	unabhängig Projekte und Beteiligte	unabhängig Projekte und Beteiligte	unabhängig Projekte und Beteiligte
<b>Zugriffsberechtigungen</b>	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar, sehr gute Kommunikation	Zugriffsberechtigungen sind ersichtbar, sehr gute Kommunikation
<b>Kommunikation</b>	keine direkte Kommunikation	sehr gute Kommunikation und einfache Kommunikationswege	sehr gute Kommunikation, direkt über per Email
<b>Anmeldung</b>	einfache, schnelle Anmeldung	sehr einfache, schnelle Anmeldung	einfache, schnelle Anmeldung
<b>Gesamtvorteil</b>	190	290	235

Faktor / Kriterium	Specter Automation	Dalux Field	Trimble Connect Status Sharing Tool
<b>Erreichbarkeit / Zuverlässigkeit</b>	schnell, weitgehend zuverlässig	schnell, zuverlässig	schnell, zuverlässig
<b>Kanäle</b>	E-Mail, Telefon	E-Mail, Telefon	E-Mail, Telefon
<b>Wiß durch FAQ / Center / Tutorial</b>	Helpcenter, Tutorials, Anleitungen	Helpcenter, Tutorials, Anleitungen	Helpcenter, Tutorials, Anleitungen
<b>Gesamtvorteil</b>	165	185	135

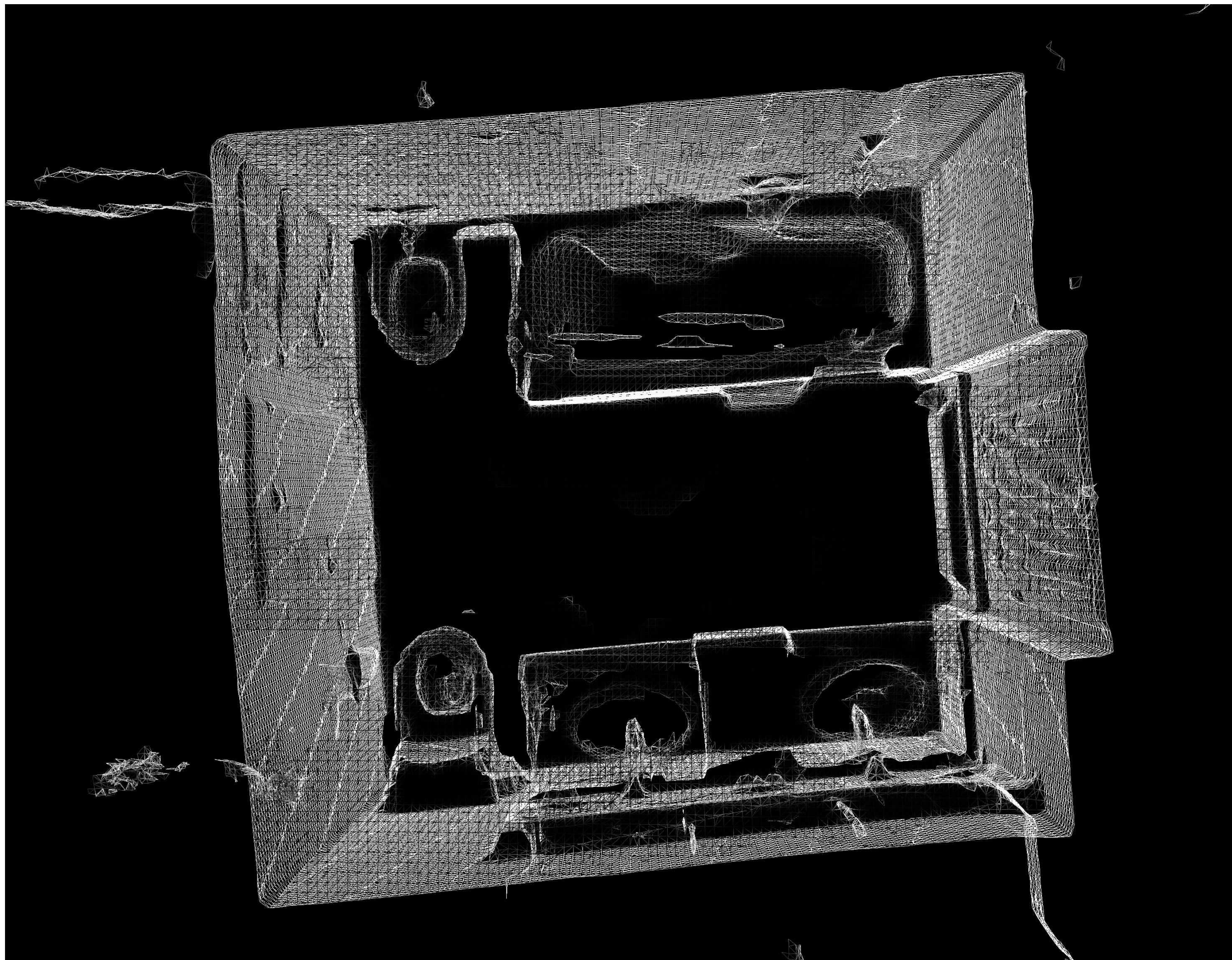
Quellen: eigene Abbildungen erstellt mit Miro (Realtime Board, Inc)

# Anhang B: Aufnahme Punktwolke mit 3DChonkScan und Structure Sensor 3

Aufnahme der Küche



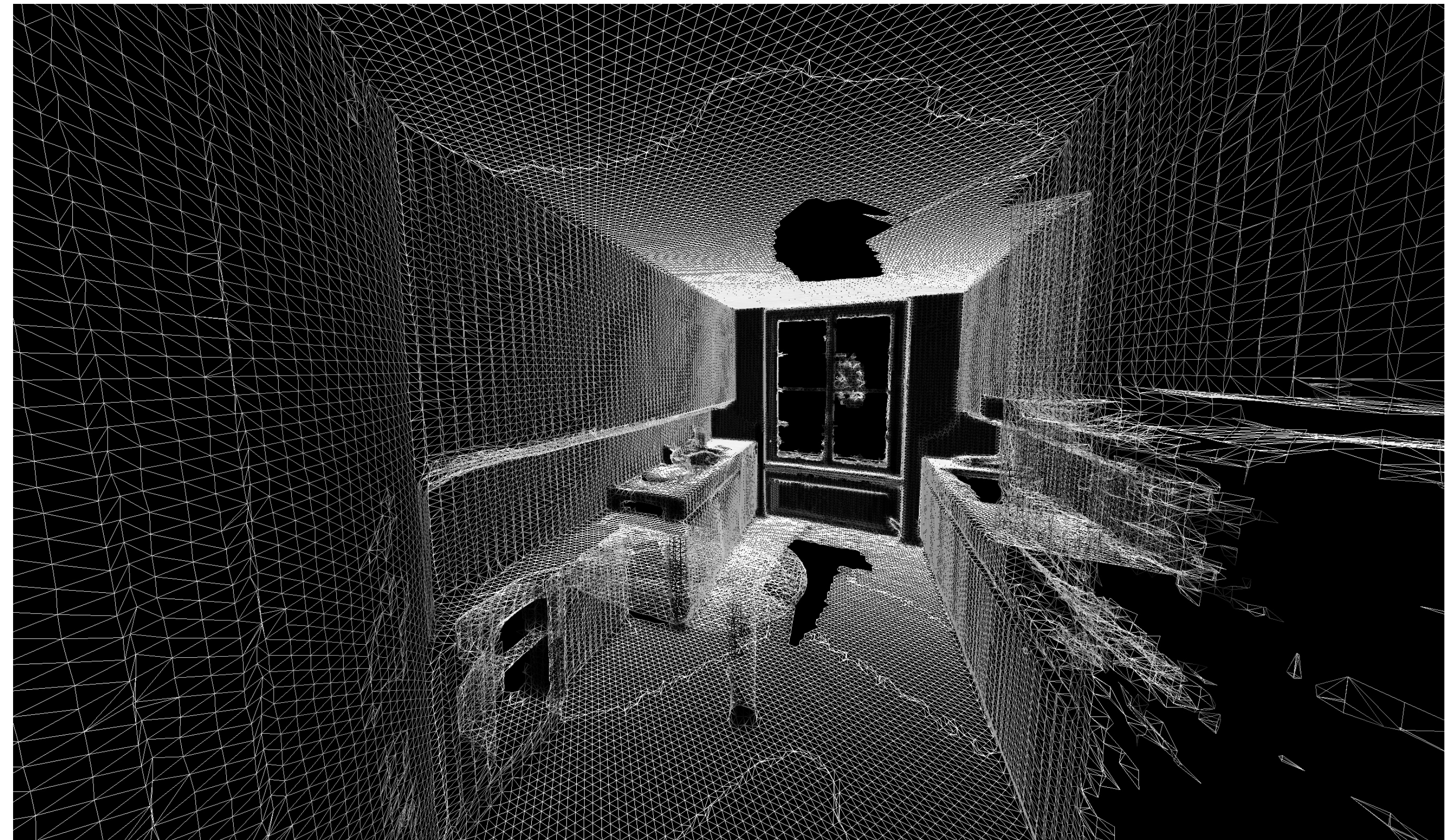
Resultat Aufnahme Bad



Handhabung des Sensor mit Apple iPad (Foto: Oliver Schneider)



Resultat Aufnahme Küche

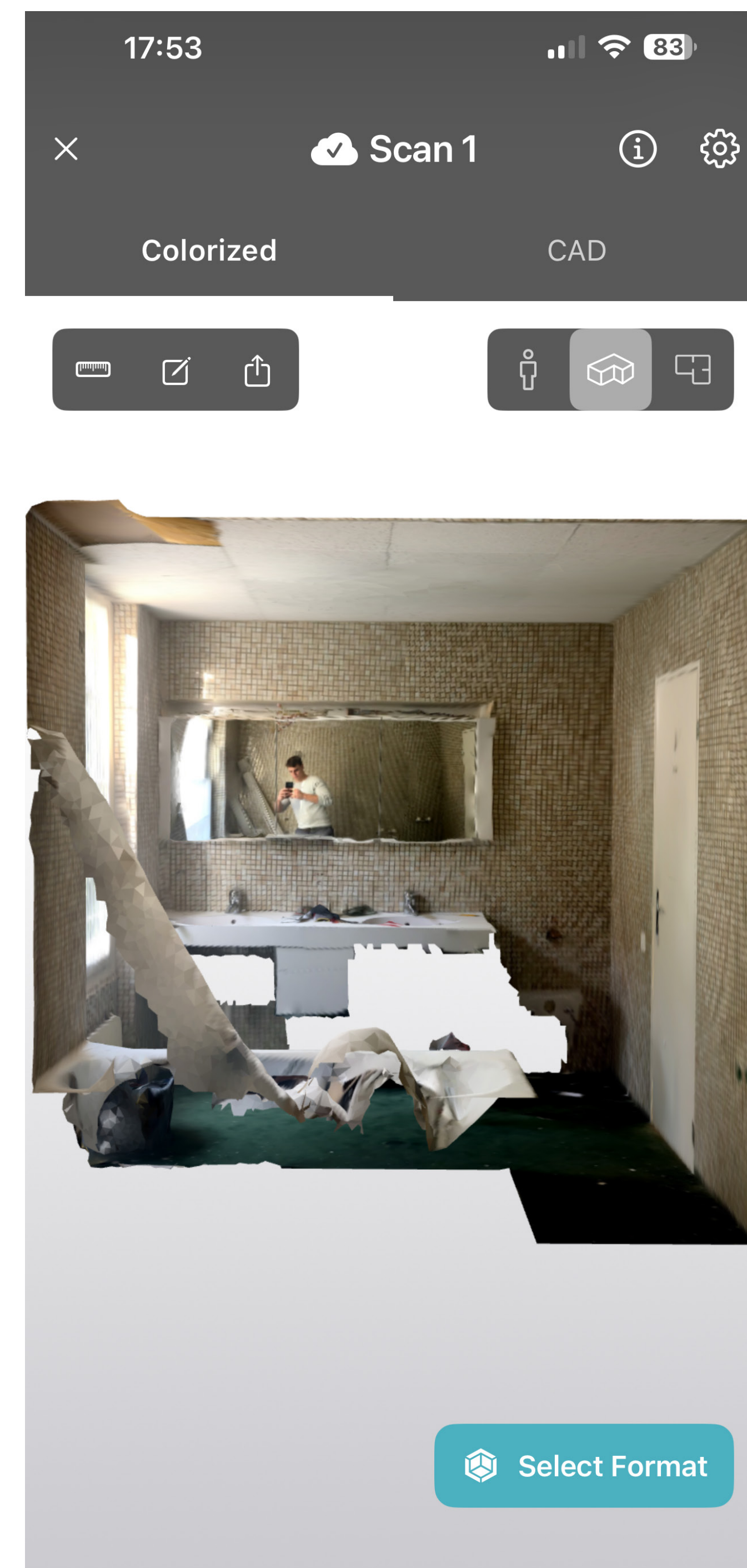


# Anhang C: Canvas | Apple iPhone

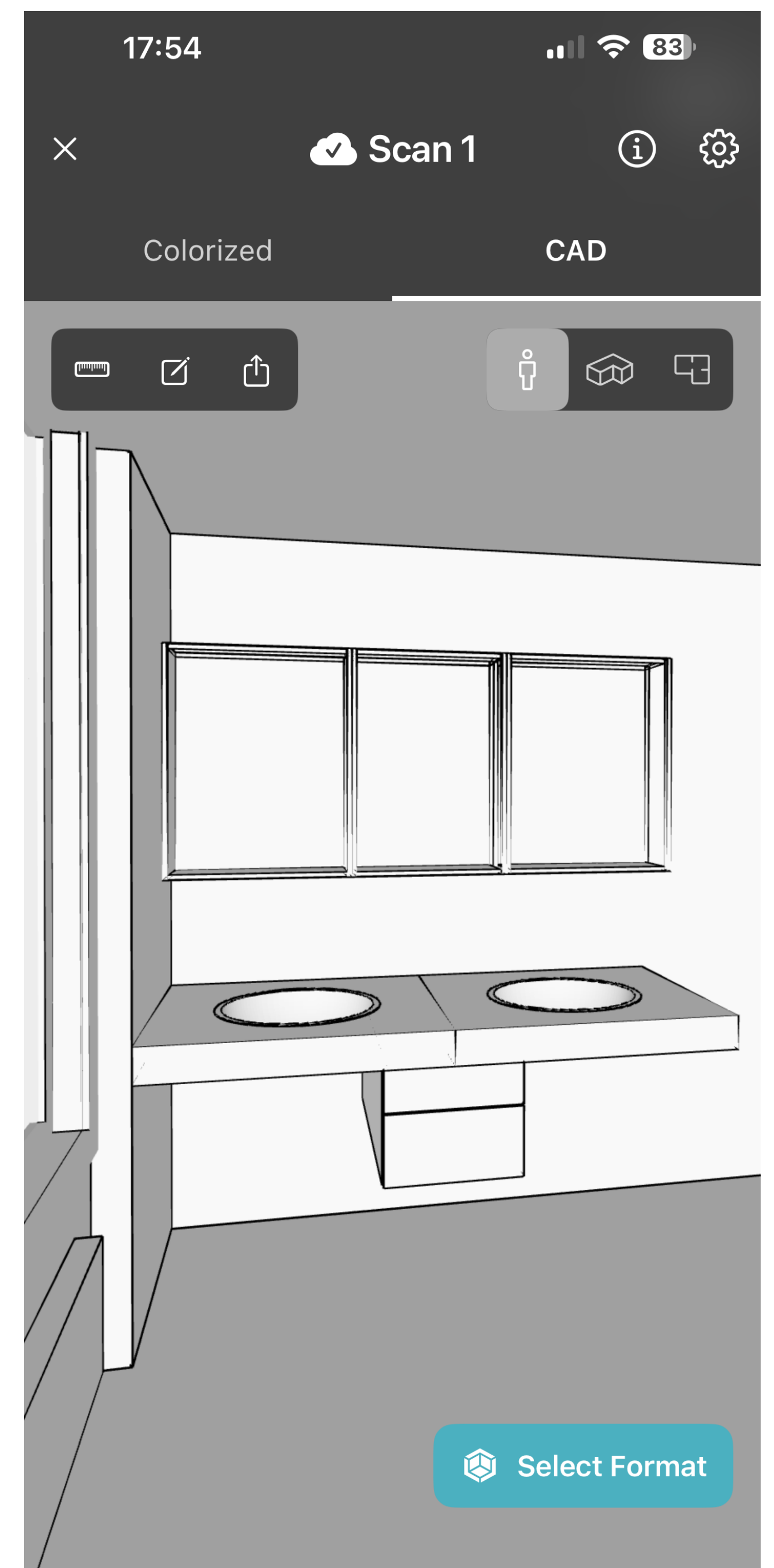
Screenshot in der Canvas App nach der Aufnahme des Bads



Texturierte Punktwolkenaufnahme Bad



DBM Ist-Zustand Bad (extern hergestellt)

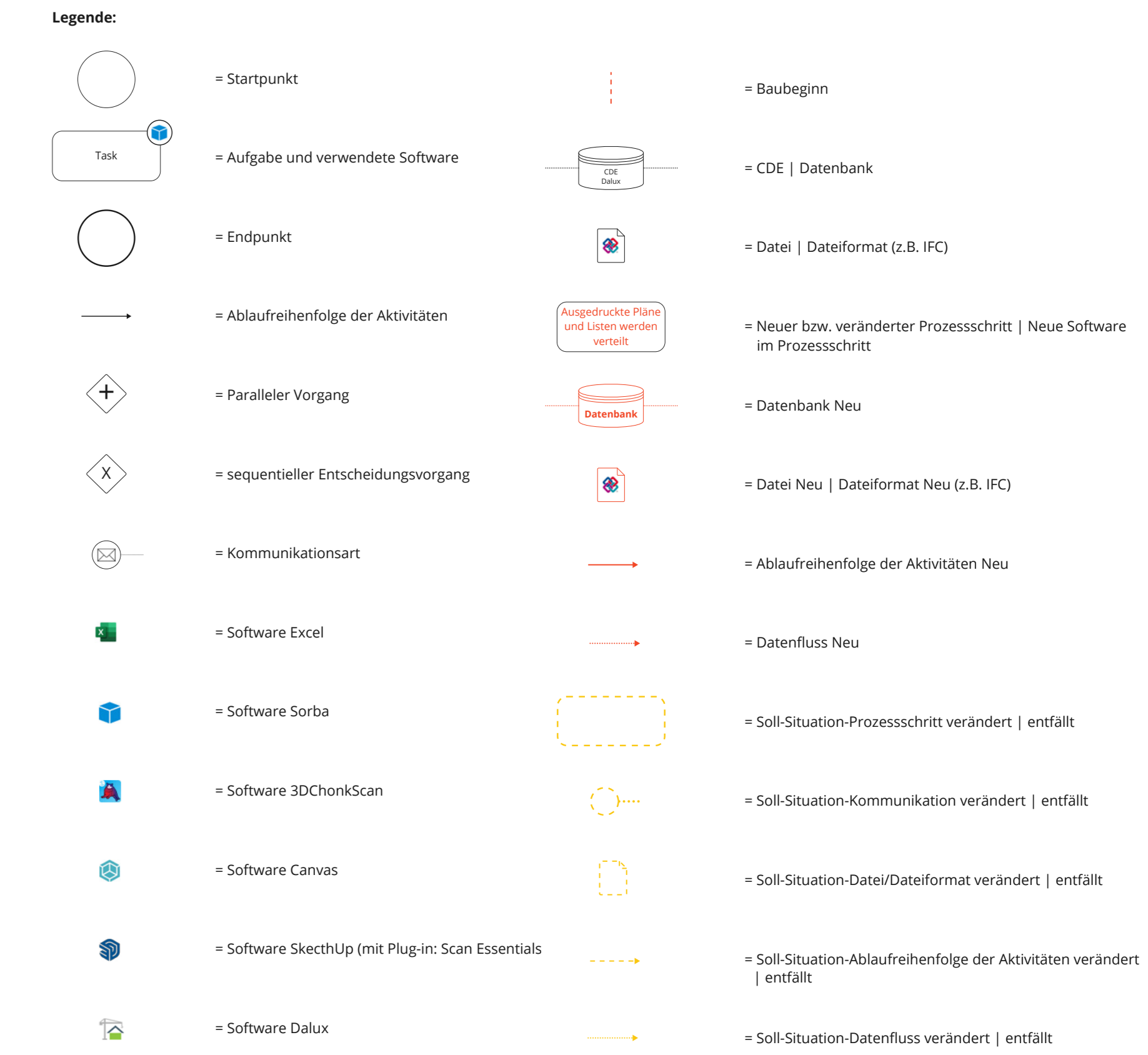
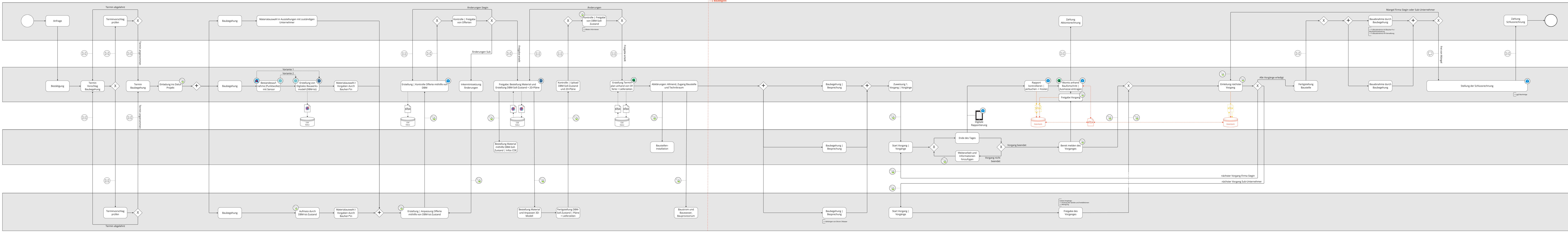




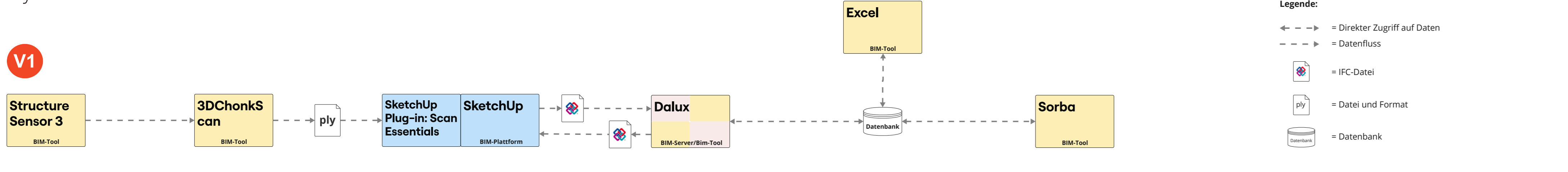


# Anhang D4: Prozessdiagramme und Systemarchitekturen der Ziel-Situationen 1 und 2

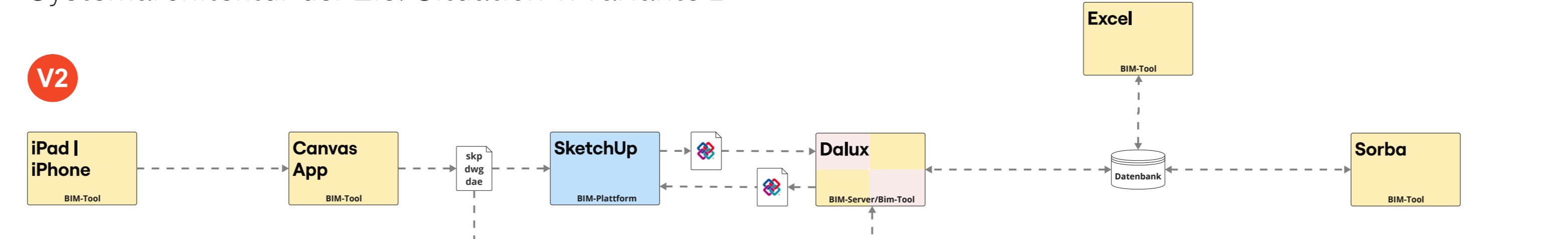
Prozessdiagramm der Ziel-Situation 1



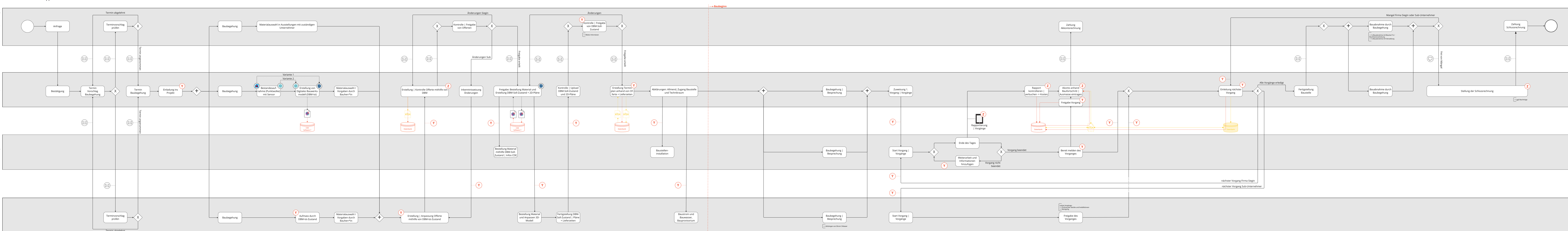
Systemarchitektur der Ziel Situation 1: Variante 1



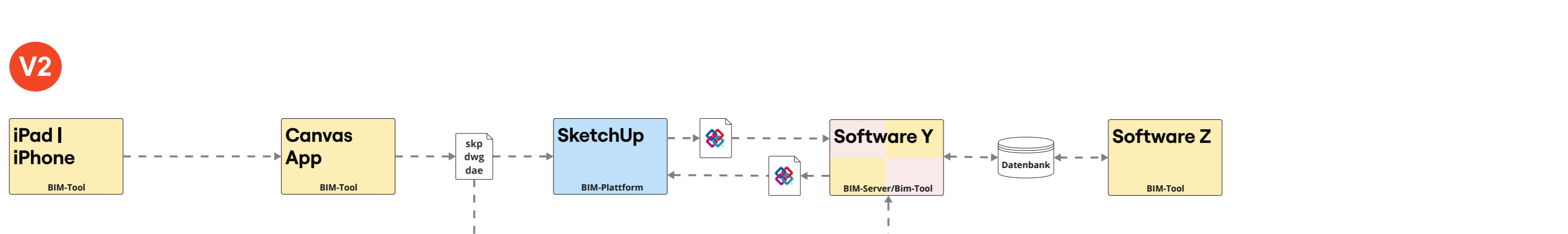
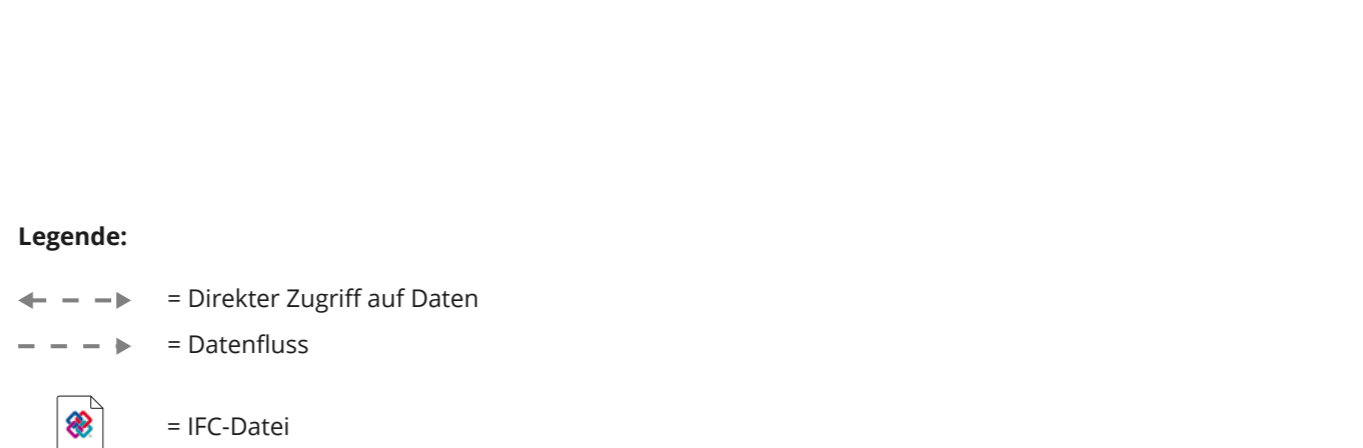
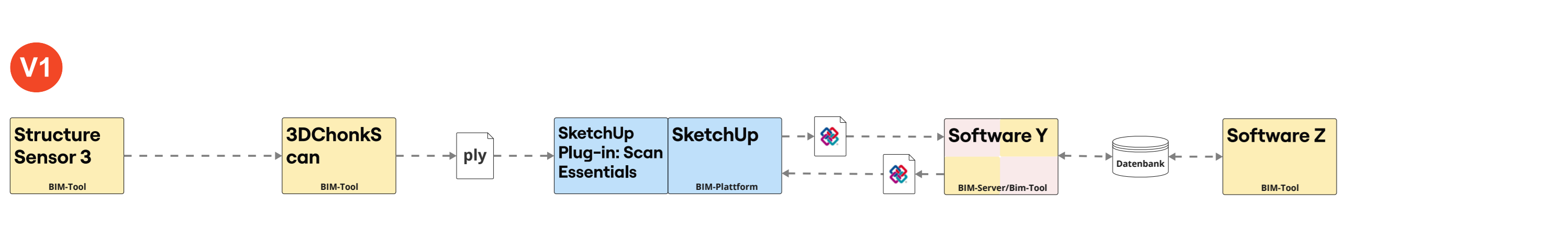
Systemarchitektur der Ziel Situation 1: Variante 2



Prozessdiagramm der Ziel-Situation 2

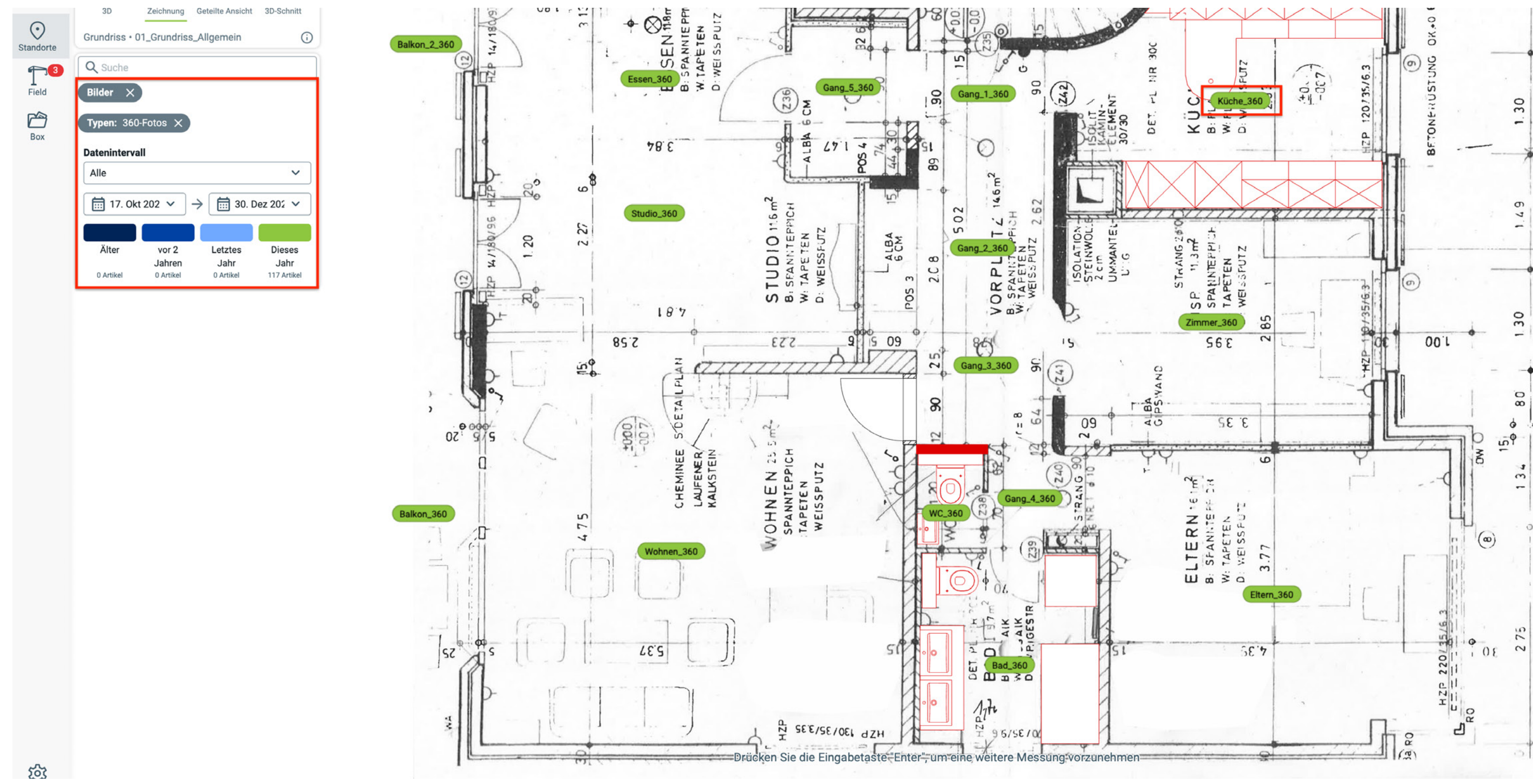


Systemarchitekturen der Ziel-Situation 2: Variante 1 und 2

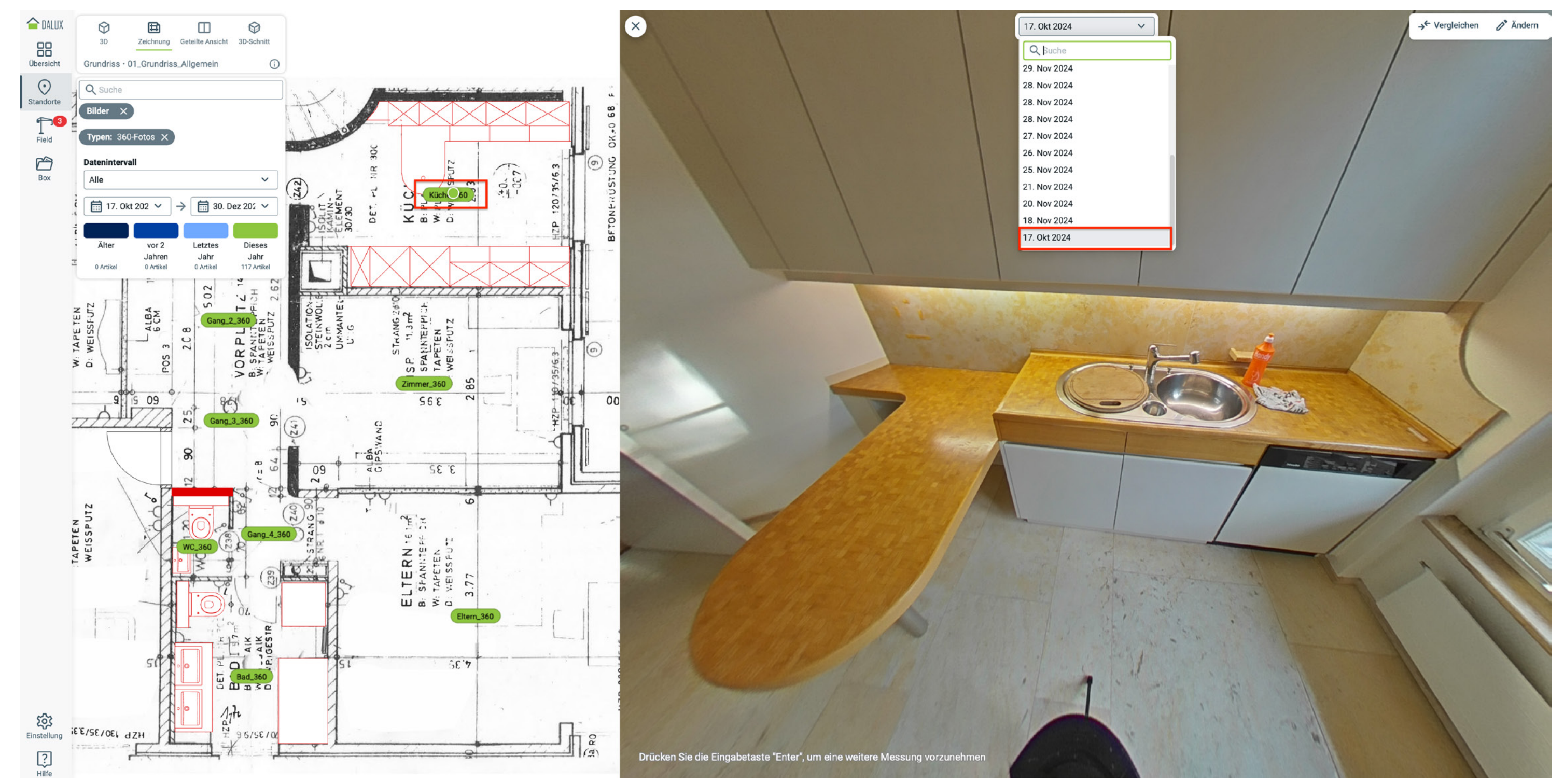


# Anhang E: Dalux: 360-Grad Bilder und DBM

Verortung der 360-Grad Bilder im Plan



360-Grad Bild Küche vom 17. Oktober 2024



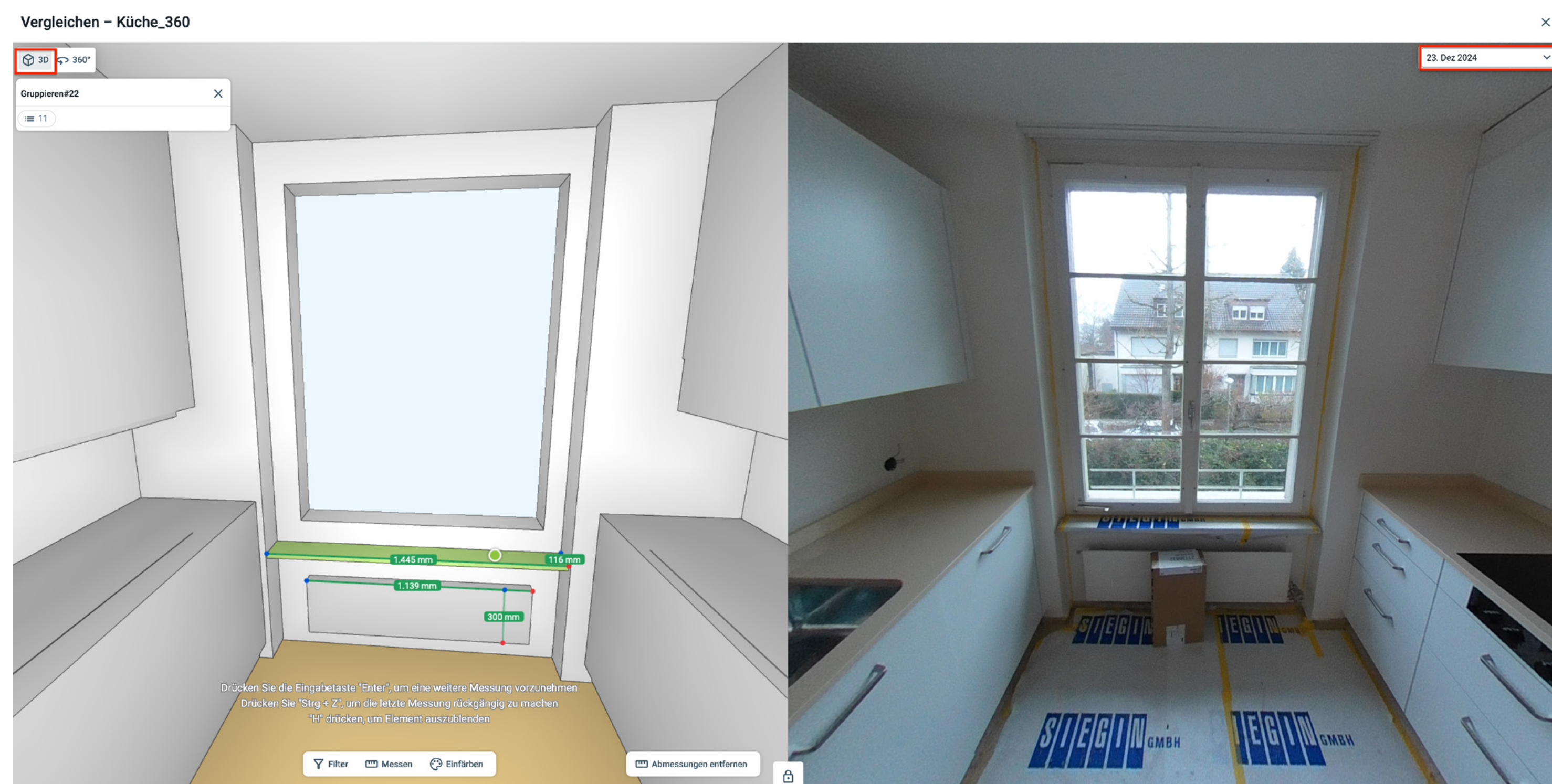
Küche: Vergleich von 360-Grad Bilder vom 17. Oktober und 23. Dezember 2024



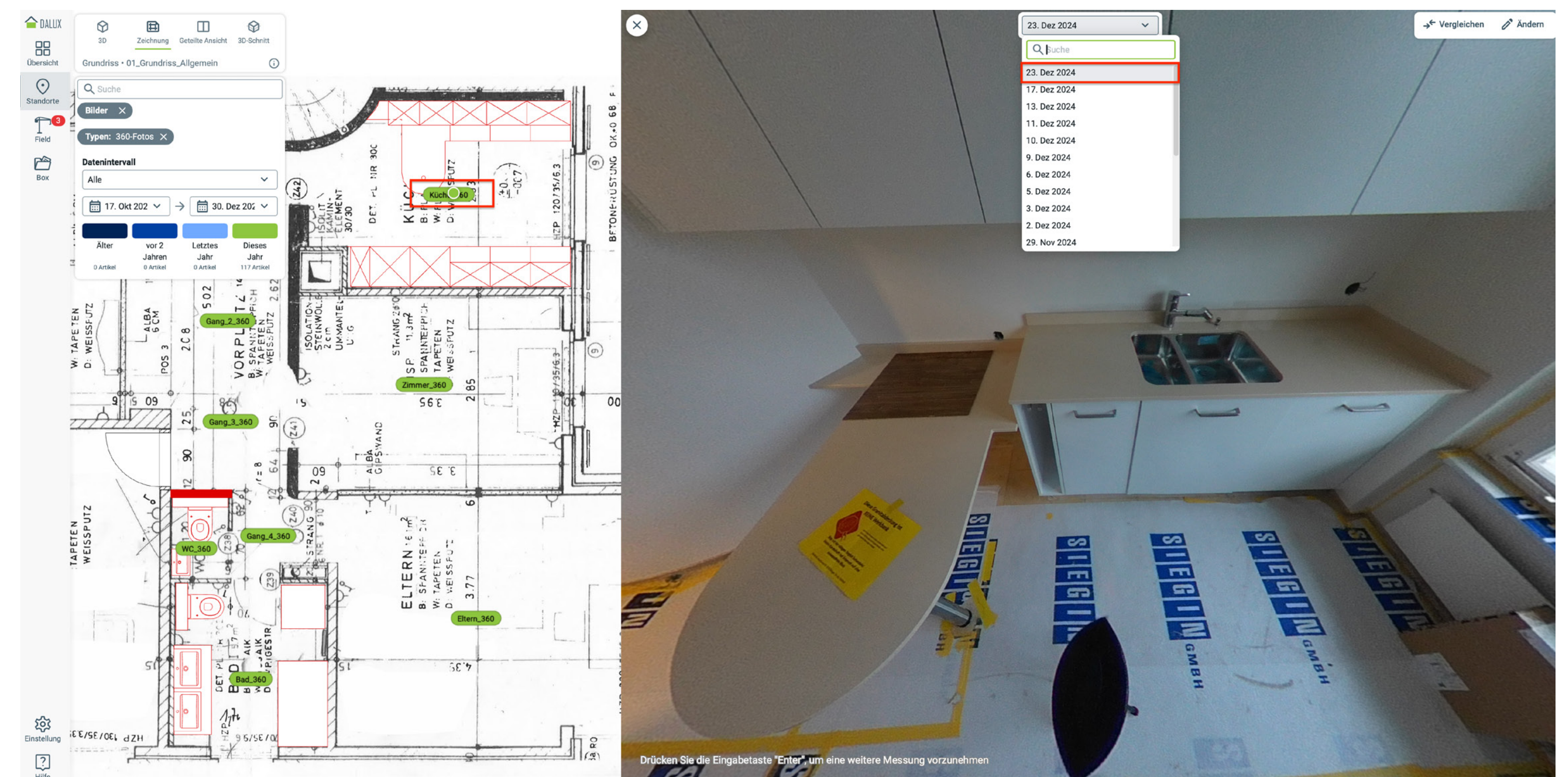
360-Grad Bild Küche vom 29. November 2024



Küche: Vergleich von DBM und 360-Grad Bild vom 23. Dezember 2024



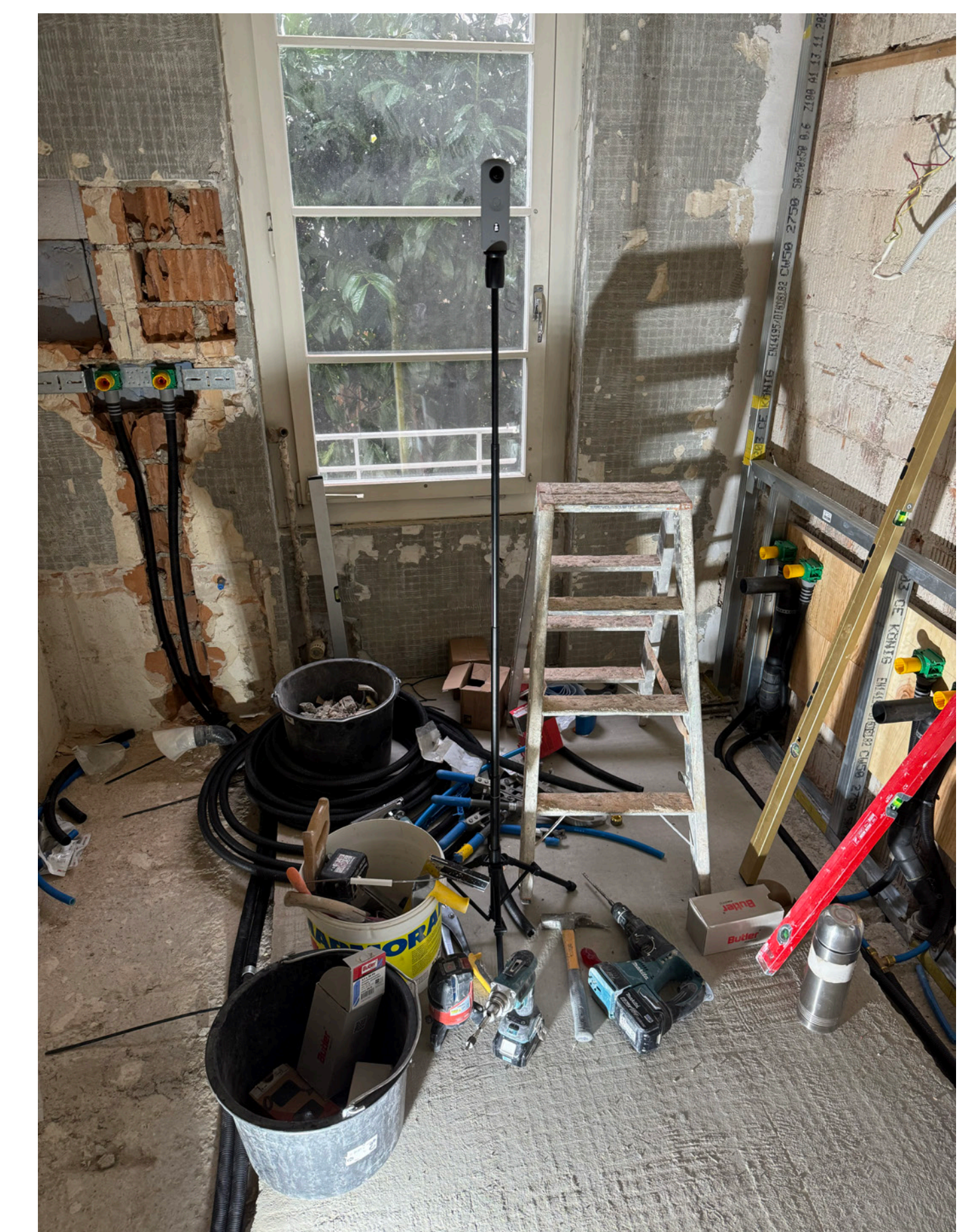
360-Grad Bild Küche vom 23. Dezember 2024



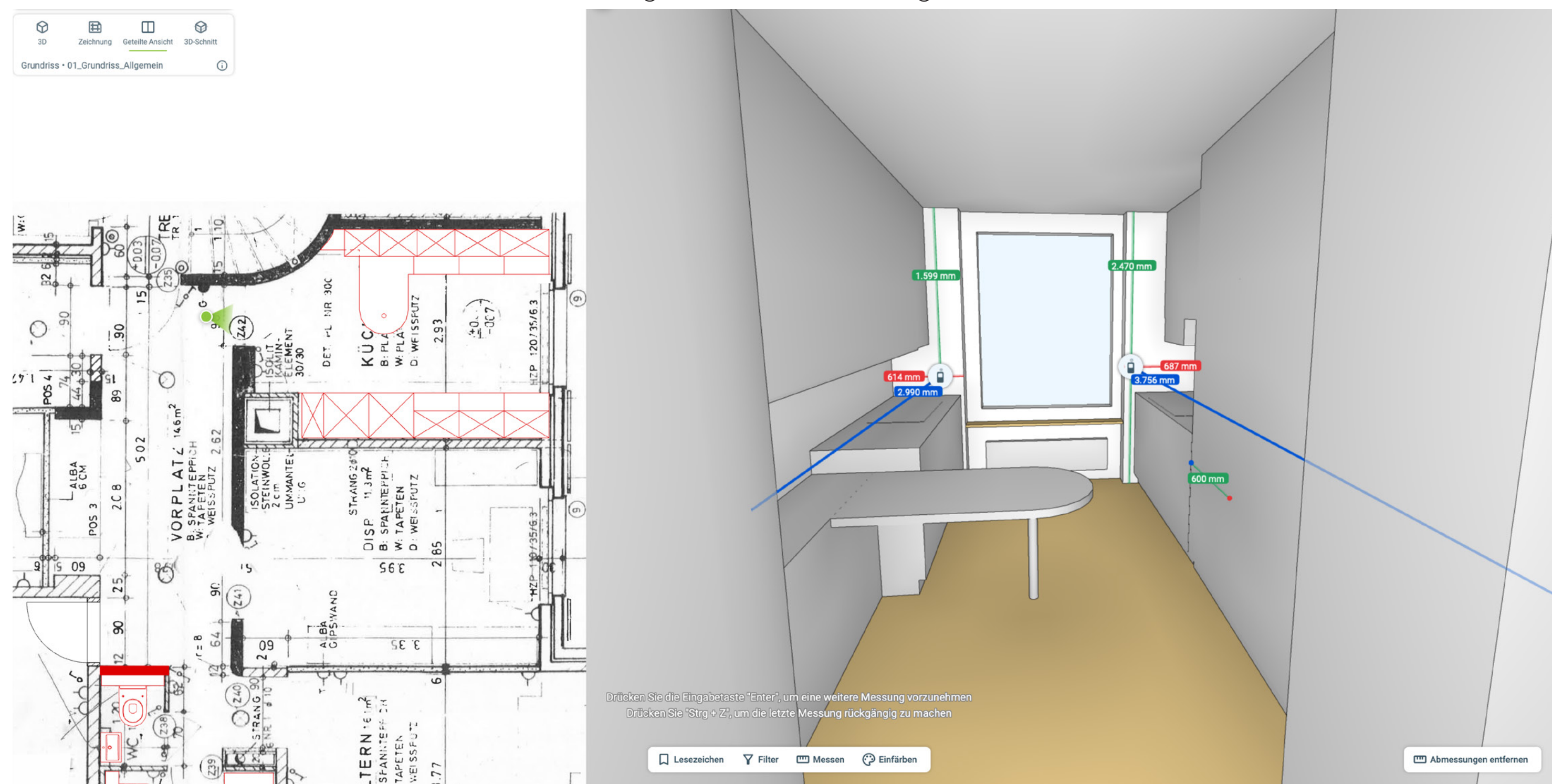
Bad: 360-Grad Bild



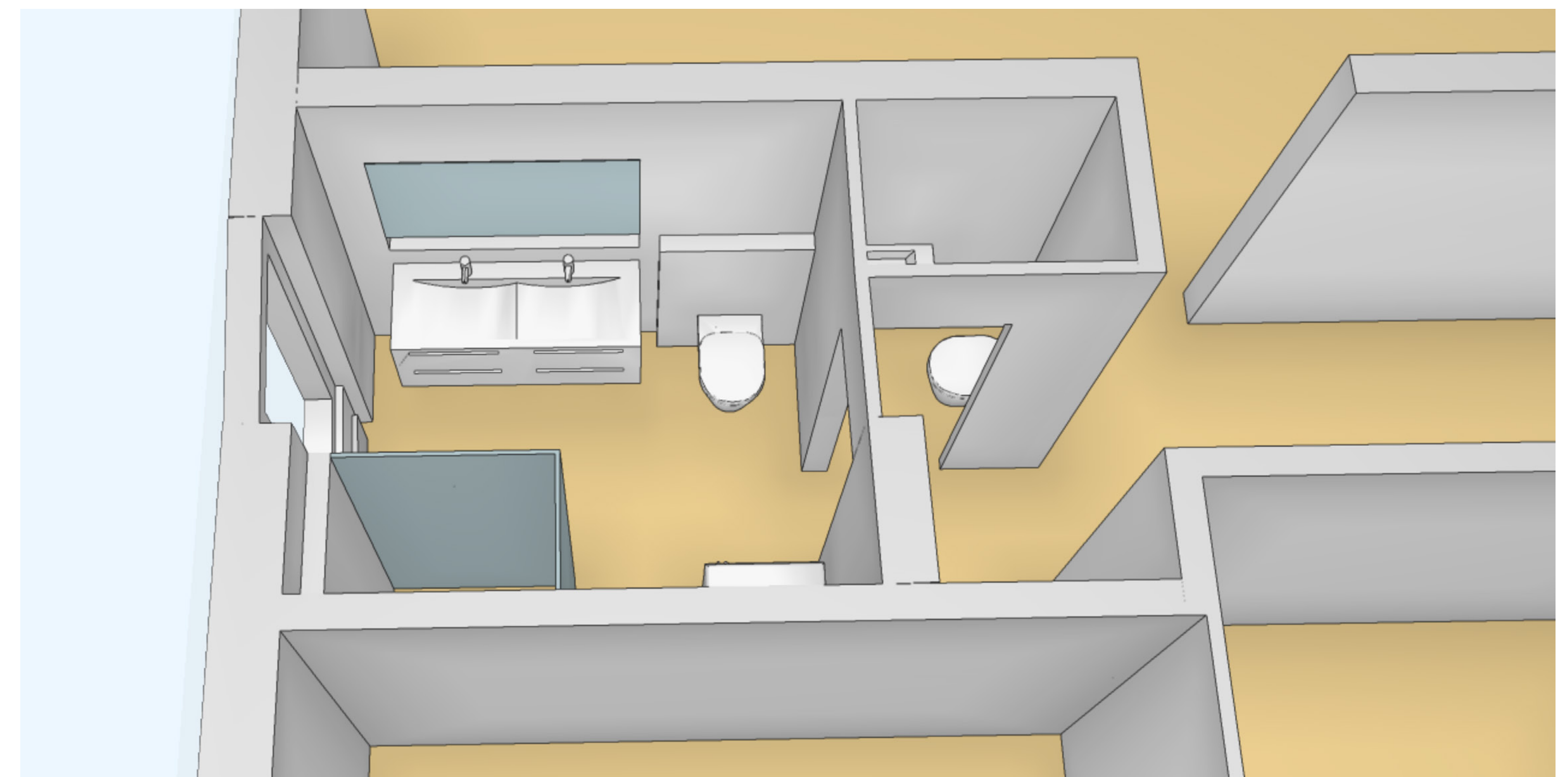
360-Grad Kamera im Einsatz



DBM Soll-Zustand der Küche mit Verortung und Blickrichtung im Grundriss



DBM Soll-Zustand: Bad





# Anhang G: Präsentation Teil 1/2: Schulung am 12.11.2024

Seiten 01 - 21 der Präsentation

**Masterthesis**  
Automatisierte Baufortschrittskontrolle im Innenausbau

**Erklärung Thema Master Thesis**

**Masterthesis**

- Wie kann eine **automatisierte, kosteneffiziente Baufortschrittskontrolle im Innenausbau** für KMUs entwickelt, sowie in bestehende Prozesse integriert werden und dabei Mehrwerte generieren?
- 1. Technologie
- 2. Prozess | Integration
- 3. Mehrwerte

**Masterthesis**

**Proof of Concept**

- Austesten im Rahmen der Masterthesis
- Versuch -> Gut und schlecht -> Potenziale
- Umfrage -> Potenziale und Herausforderungen erkennen
- Betreuung durch mich vor Ort, per Telefon und E-Mail

**Why? Motivation?**

- Auf der Baustelle und im Büro -> Fehler, Qualität, Koordination, hoher Aufwand
- Wissen aus Studium -> Möglichkeiten
- In Studium -> Grossprojekte -> KMU
- Technologie ist vorhanden -> wird nicht genutzt

**Baubranche**

- Arbeitsproduktivität zwischen 1994 - 2018
- Digitalisierung -> bringt keine Produktivitätserhöhung
- > Warum ist das so?

**Eure Vorteile | Eine mögliche Lösung...?**

- Aufgaben: Einfachere + präzisere Kommunikation
- Fortschritt: Aktueller Stand auf der Baustelle und im Büro
- Höhere Qualität: weniger Mängel, Fehler
- Dokumentation: z.B. Strukturierte Ablage der Fotos
- Effizienz: weniger Ressourcenverschwendung

**Einstieg in Dalux**

**Einstieg**

1. E-Mail mit Einladung

**Einstieg**

1. E-Mail mit Einladung
2. Benutzer erstellen -> E-Mail-Adresse Geschäft -> Passwort notieren

**Einstieg**

1. E-Mail mit Einladung
2. Benutzer erstellen
3. App herunterladen -> Tablet oder Smartphone

**Einstieg**

1. E-Mail mit Einladung
2. Benutzer erstellen
3. App herunterladen -> Tablet oder Smartphone
4. Login und Projektauswahl

**Benutzung von Dalux**

**Benutzung**

1. Home
2. Standorte
3. Box
4. Mehr

**Benutzung**

1. Home
2. Standorte
3. Box
4. Mehr

**Benutzung**

1. Home
2. Standorte
3. Box
4. Mehr

**Benutzung**

1. Home
2. Standorte
3. Box
4. Mehr

**Aufgaben in Dalux**

**Aufgaben | Workflow**

1. -> Bauleiter\*in -> Maurer\*in -> Bauleiter\*in
2. -> Bauleiter\*in -> Sanitär\*in -> Maurer\*in -> Sanitär\*in -> Elektriker\*in -> Bauleiter\*in

**Aufgaben**

- Neu
- Laufend
- Abgelehnt
- Als bereit gemeldet
- Freigabe abwarten
- Freigeben, Nachverfolgung
- Freigeben, geschlossen

„Ampelsystem“

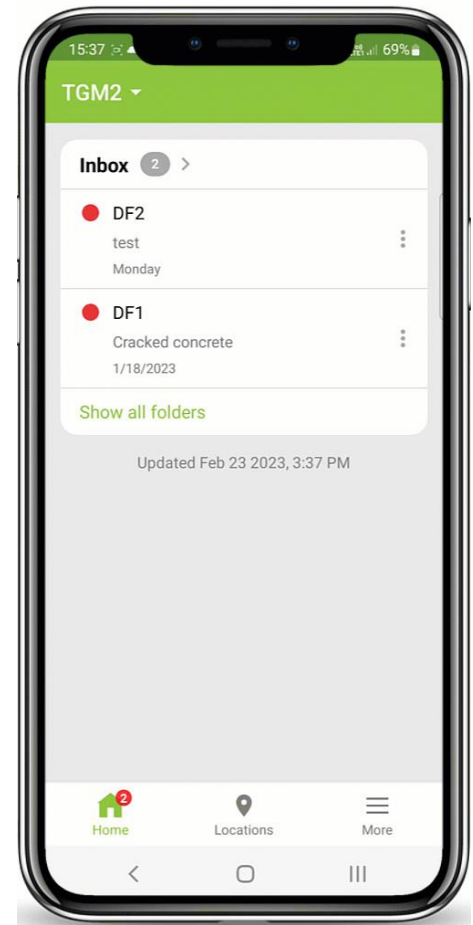
# Anhang G: Präsentation Teil 2/2: Schulung am 12.11.2024

Seiten 22 - 41 der Präsentation

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Aufgaben

1. Aufgabe als bereit melden -> „Erledigt“ melden



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 22

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Einstieg in die Digitale Rapportierung

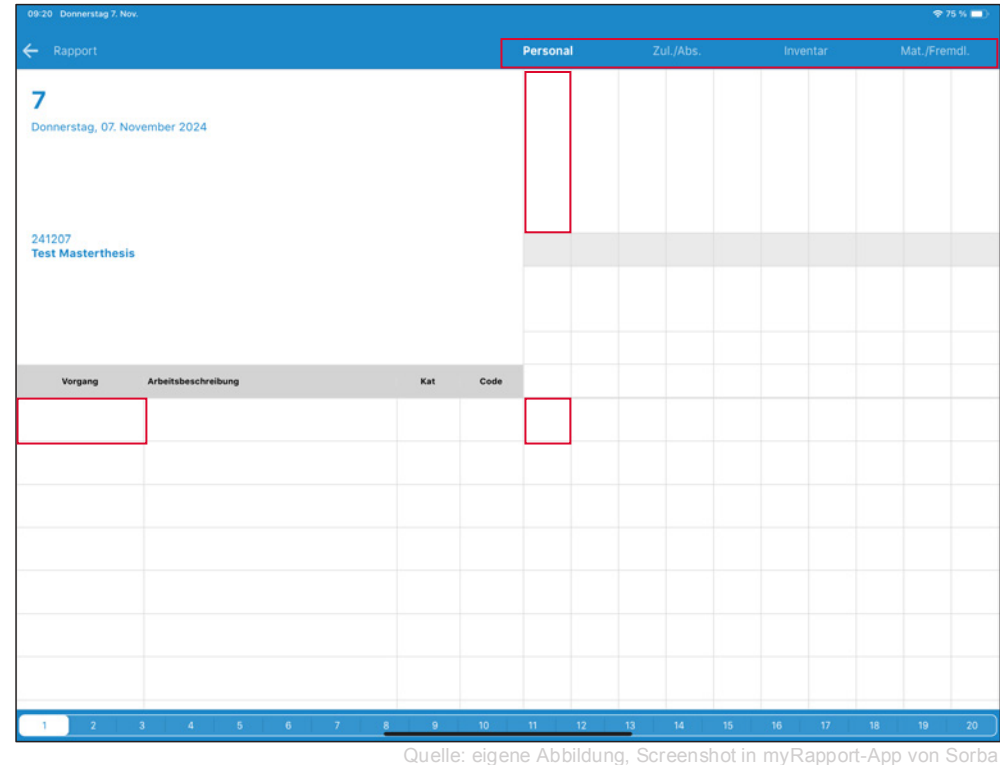


Quelle: eigene Aufnahme, Studiengang Planung Seite  
www.fhnw.ch/mag 23

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Eingabematrix

- Personal, Maschinen und Material
- Vorgänge eingeben
- Personal eingeben (in diesem Fall)
- Stunden | Aufwand bei Kreuzung eingeben

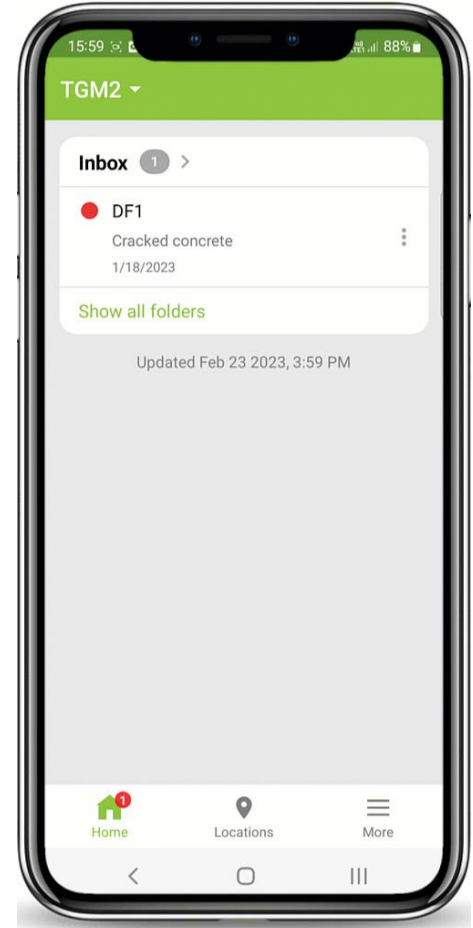


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 24

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Aufgaben

1. Aufgabe als bereit melden -> „Erledigt“ melden  
2. Aufgabe Ablehnen -> „zurückweisen“ an Bauleitung

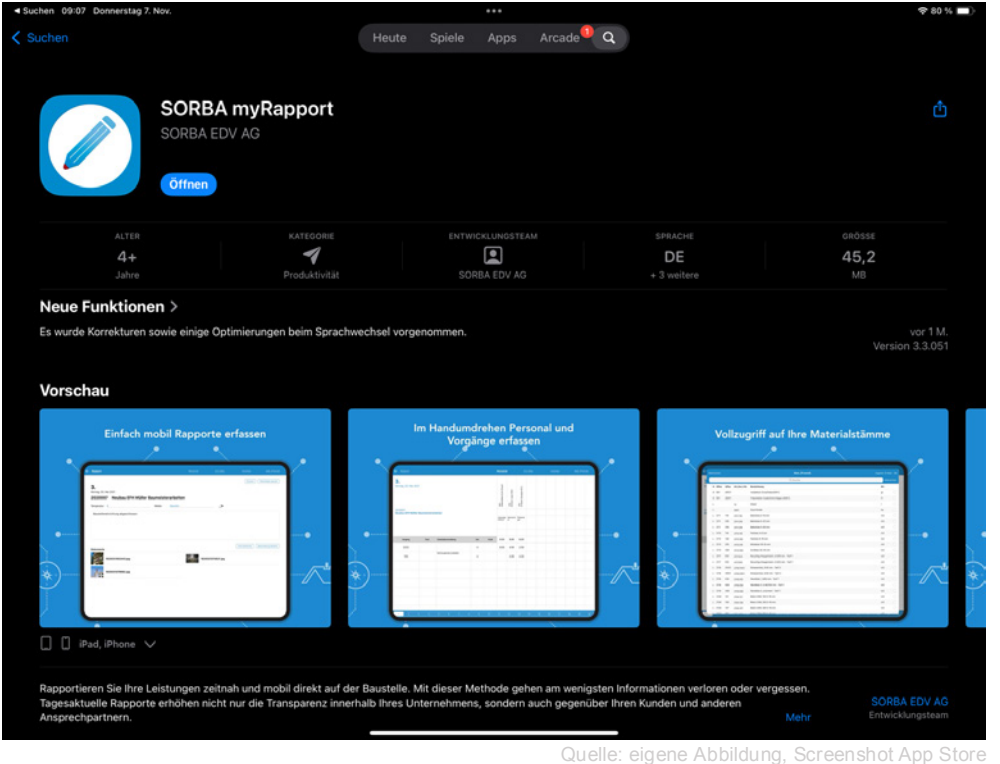


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 25

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Herunterladen der „Sorba myReport“ App

- Herunterladen „my Report“
- Zugriff auf den Ordner „Alle Firma Siegin“? -> Anleitung digital -> Notizen in Goodnotes
- Anleitungen in Papierform -> Notizen

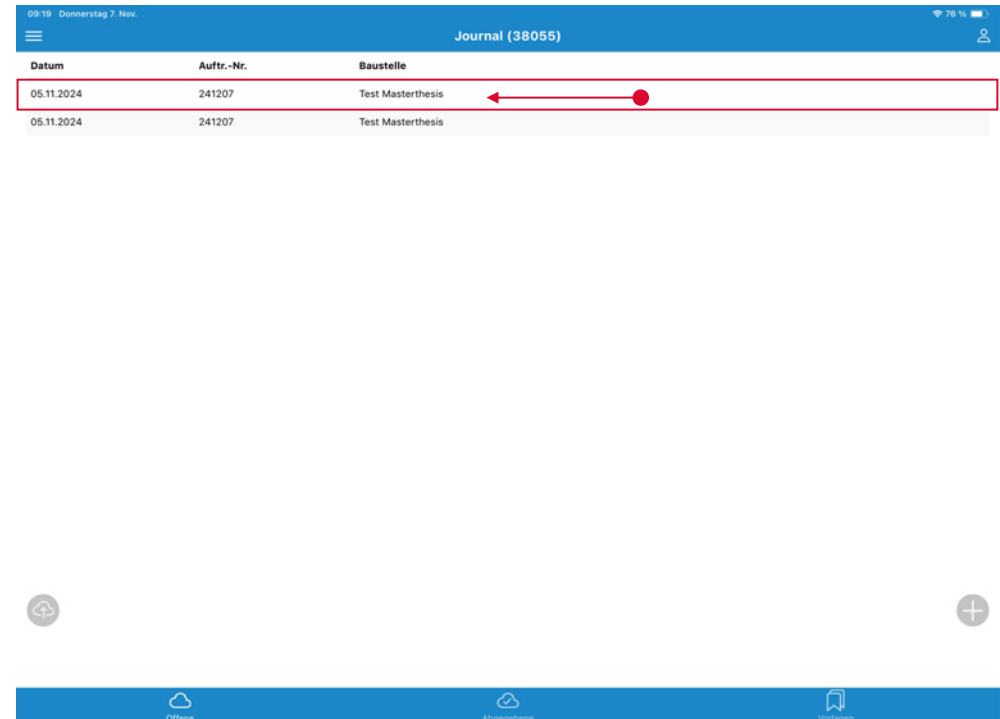


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 26

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Abgabe Rapport

- Rapport anklicken (gedrückt halten)
- Nach links schieben

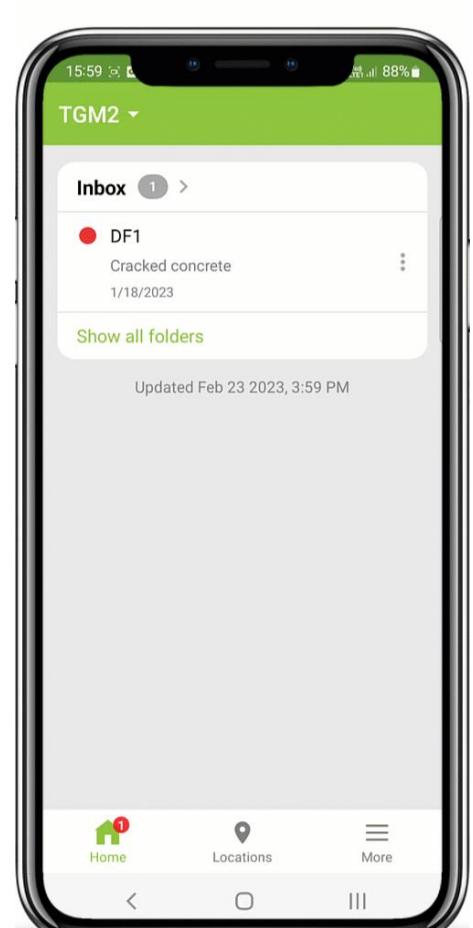


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 27

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Live Demo

1. Aufgabe als bereit melden -> „Erledigt“ melden  
2. Aufgabe Ablehnen -> „zurückweisen“ an Bauleitung

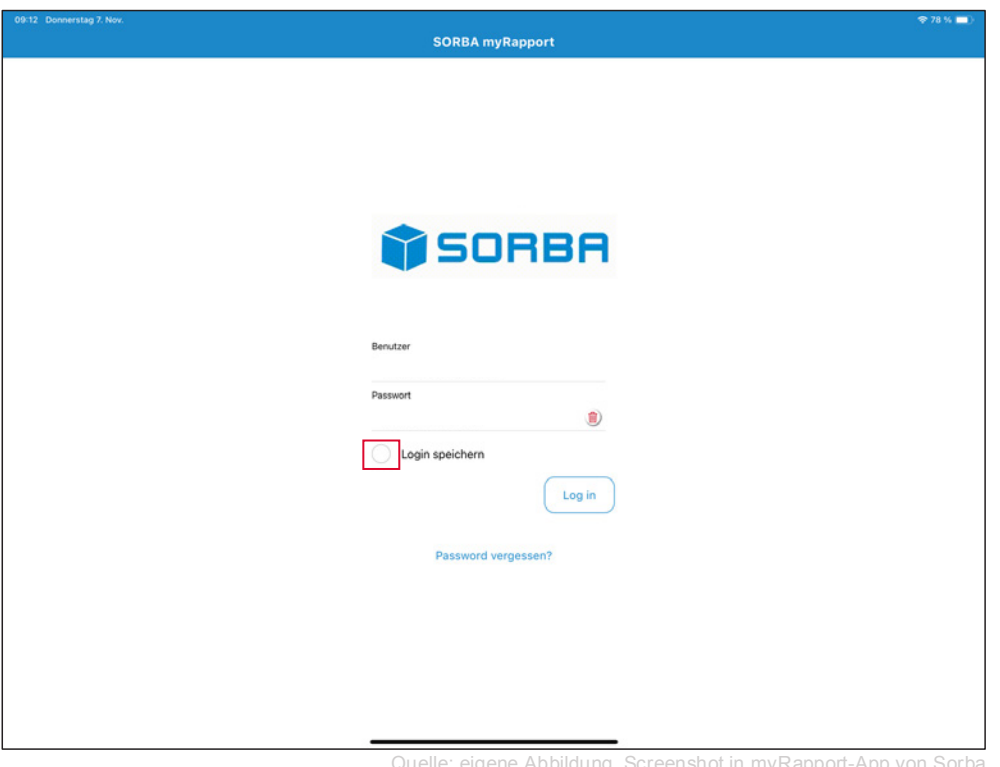


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 28

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Anmeldung in der „Sorba myReport“ App

- Benutzer eingeben
- Passwort eingeben
- Haken bei Login speichern

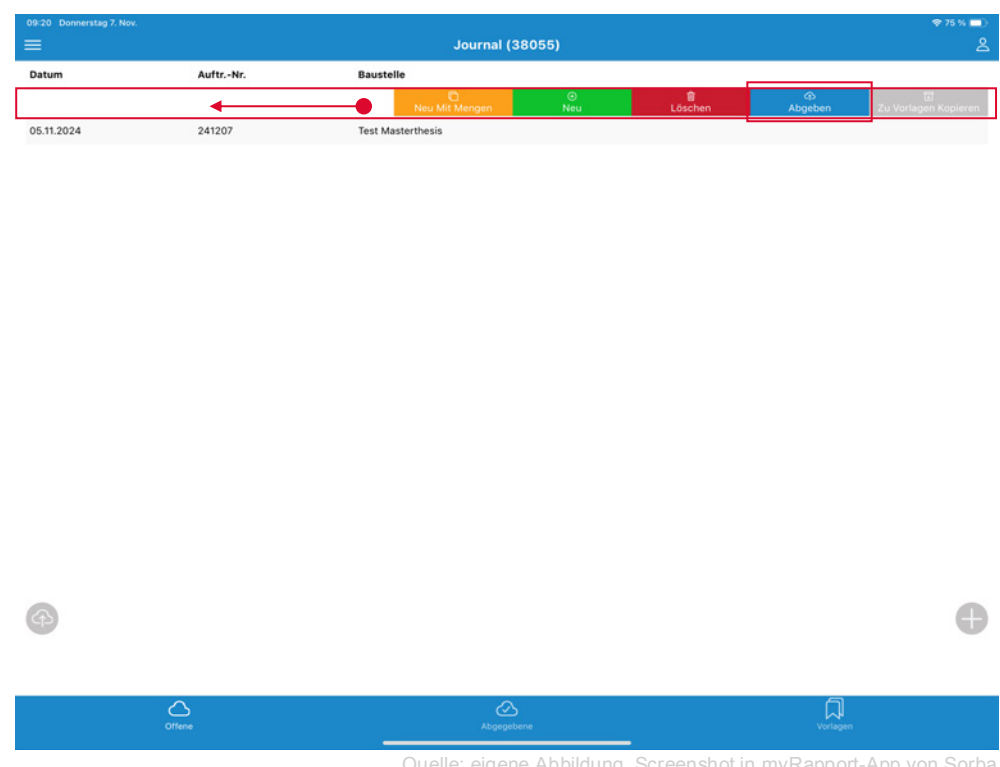


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 29

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Abgabe Rapport

- Rapport anklicken (gedrückt halten)
- Nach links schieben



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 30

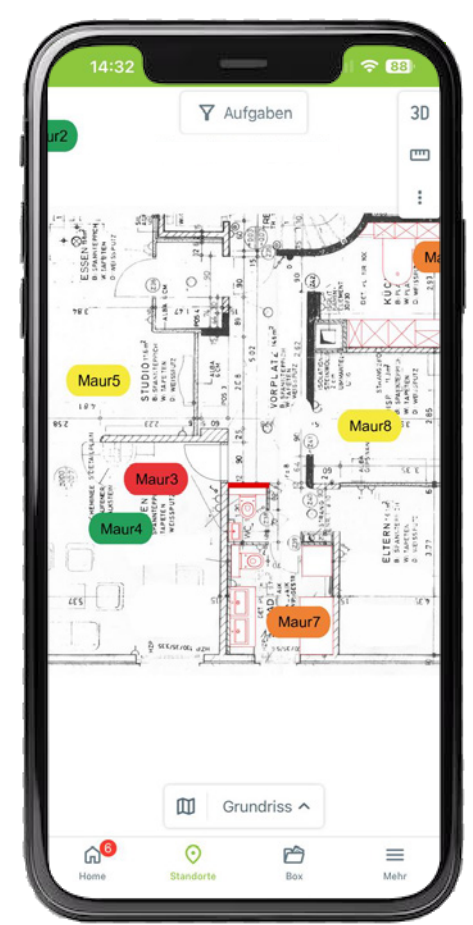
**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Rollenspiel

1. **Sanitär** -> 1-3 Personen (iPhone)  
- Bekommt von Bauleitung -> Spitzarbeiten Maurer  
- Bekommt von Maurer Meldung Spitzarbeiten erledigt  
- Gibt für Elektriker Spitzarbeiten frei

2. **Maurer** -> 1-3 Personen (iPad)  
- Bekommt von Sanitär Spitzarbeiten  
- Meldet es sobald er fertig ist mit Bildern

3. **Elektriker** -> 1-3 Personen (Laptop)  
- Bekommt Meldung und kann starten

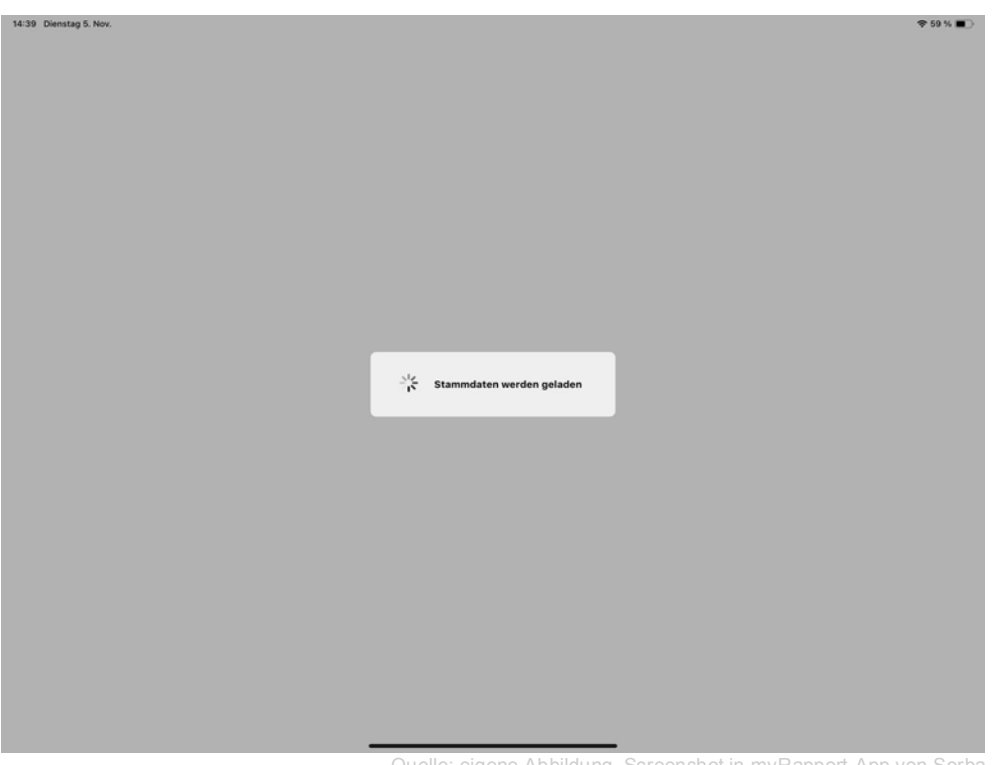


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 31

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Stammdaten

- Was sind Stammdaten?
- Stammdaten -> täglich automatisch aktualisiert
- Manuelle Aktualisierung -> siehe Anleitung




Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 32

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Live Demo

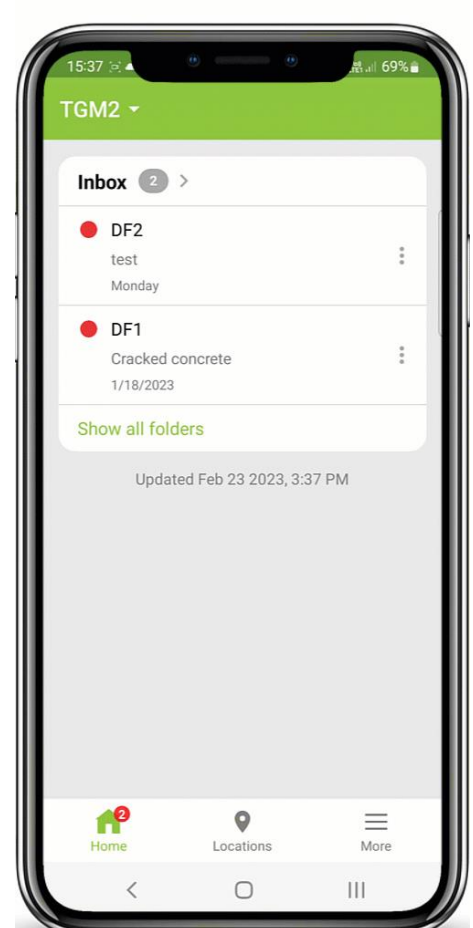
Rapportierung durchspielen  
-> Ein Beispiel  
-> Jeder einmal



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 33

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Fragen?



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 34

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Startseite

- „Offene“ = Offene Rapporte angezeigt
- „+“ = Neuer Rapport erfassen



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 35

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Fragen...?

- Fragen?
- Anmerkungen?
- Ideen?

Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 36

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Feedback + Ideen

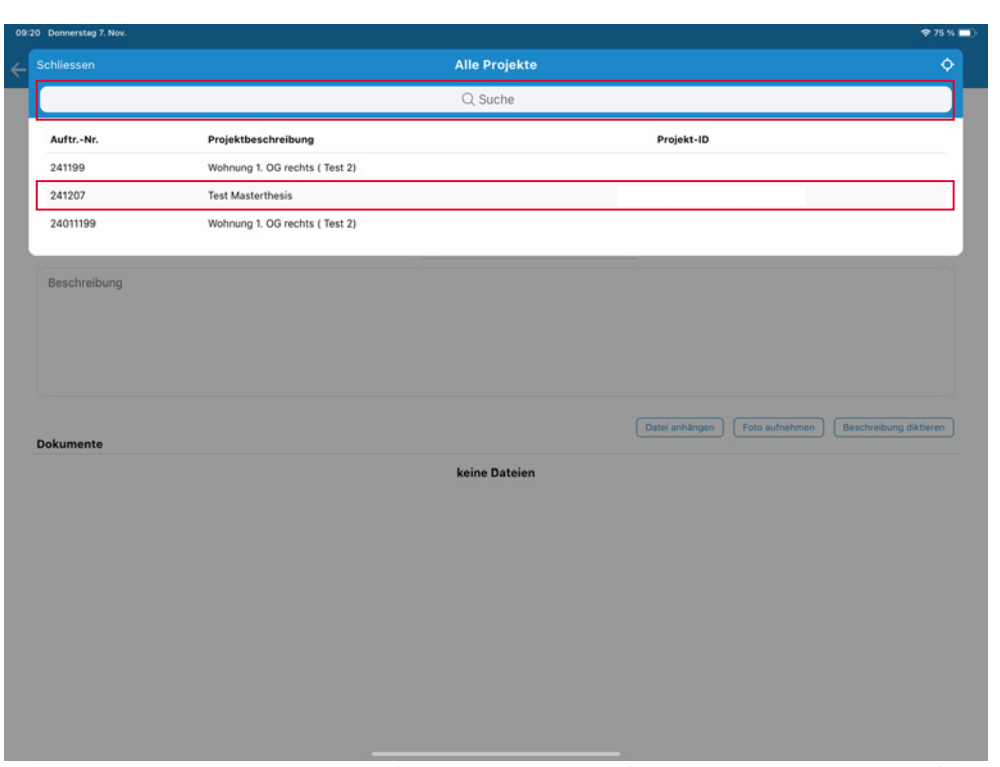
- Was wurde als besonders hilfreich | nützlich empfunden?
- Welche Herausforderungen | Probleme könnte es bei der praktischen Umsetzung geben?
- Habt ihr den Eindruck ihr könntet Dalux bereits effektiv nutzen?
- Wie hilfreich empfindet ihr die Dokumentation | Überblick über den Baufortschritt?

Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 37

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Projekt | Baustelle öffnen

- Vorher auf „+“ geklickt
- Suchfeld
- Auf Baustelle klicken



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 38

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

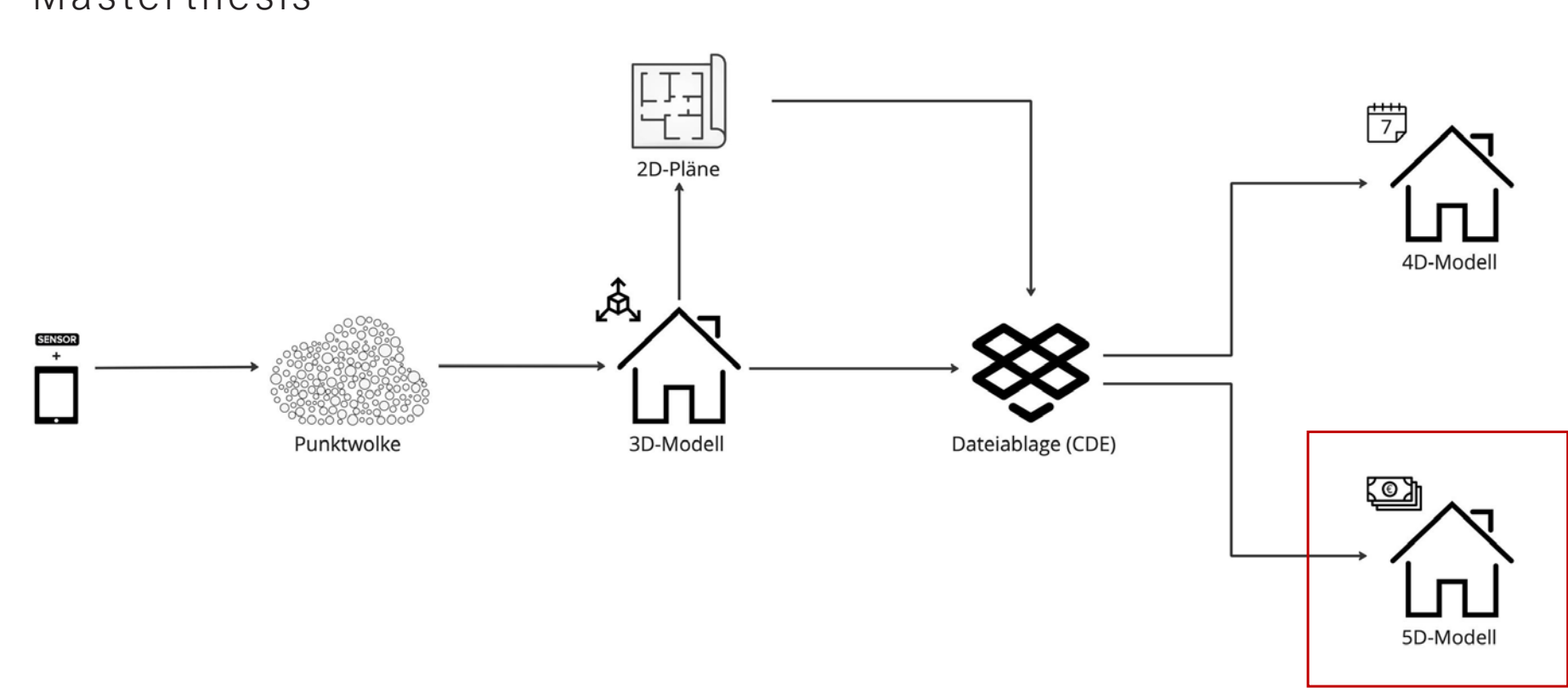
## Quellen

- [https://www.softeq.com/de/blog/bauen-4-0-fuert-herausforderungen-fuer-eine-wirklich-digitale-bauindustrie](https://www.softeq.com/de/blog/bauen-4-0-fuerth-herausforderungen-fuer-eine-wirklich-digitale-bauindustrie)
- <https://br.pinterest.com/pin/792563234416365292/>
- <https://www.buildingsmart.de/buildingsmart/mitglieder/dalux-germany-gmbh>
- [https://dalux.zendes.com/hc/de/articles/10923308125084-Ein-Profil-erstellen-und-in-Dalux-einloggen#\\_01H4DZP4DEBFN1WP6ESCDR2W63](https://dalux.zendes.com/hc/de/articles/10923308125084-Ein-Profil-erstellen-und-in-Dalux-einloggen#_01H4DZP4DEBFN1WP6ESCDR2W63)
- <https://dalux.zendes.com/hc/de/articles/6476482335004-Grundlagen-Aufgabenstatus>
- Darstellungen von der Dalux iOS App: <https://apps.apple.com/de/app/dalux/id504561520>
- [https://de.freepik.com/free-psd/psd-telefonvorlage-mit-leerem-rahmen-fuer-design\\_64775172.htm#fromView=keyword&page=1&position=4&uuiid=269457c3-a252-424e-a328-a59e33aad473](https://de.freepik.com/free-psd/psd-telefonvorlage-mit-leerem-rahmen-fuer-design_64775172.htm#fromView=keyword&page=1&position=4&uuiid=269457c3-a252-424e-a328-a59e33aad473)
- Darstellungen von der Sorba myReport iOS App: <https://apps.apple.com/de/app/sorba-myreport/id1482393937>

Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 39

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Masterthesis

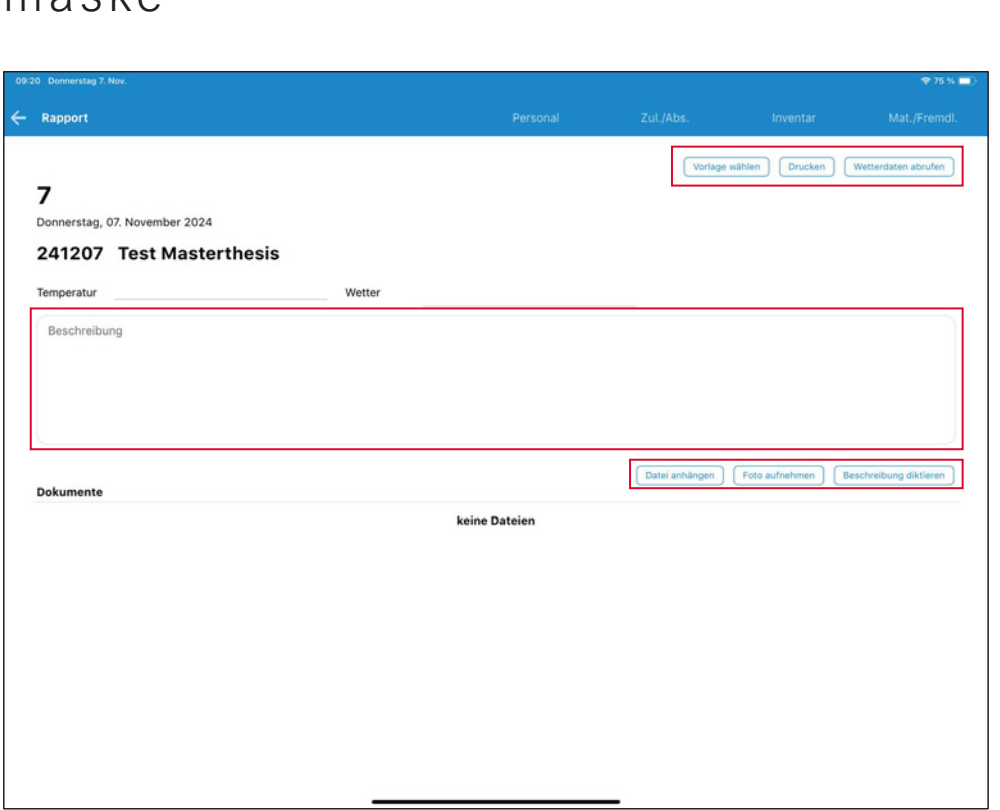


Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 40

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

## Benutzeroberfläche: Eingabemaske

- Eingabemaske erscheint
- Beschreibung
- Dateien, Fotos dem Rapport mitgeben



Quelle: eigene Abbildung, Screenshot in myReport App von Sorba  
www.fhnw.ch/mag 41

# Anhang H: Statusbericht, Fortschrittsdokumentation und Anleitung Dalux

Alle Aufgaben des PoC zusammengefasst

**Siegin GmbH**  
Alle Aufgaben



Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
01_Maurerarbeiten	Maur1 A Installation			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	18. Nov 2024 Frist: 18. Nov 2024	19. Nov 2024	19. Nov 2024
04_Elektro	Elek10 Anpassen Dampfzugssteckdose			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	4. Dez 2024 Frist: 6. Dez 2024	6. Dez 2024	6. Dez 2024
04_Elektro	Elek7 Anpassung Kabelführung Wohnung 1 OG			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	25. Nov 2024 Frist: 28. Nov 2024	-	29. Nov 2024
01_Maurerarbeiten	Maur2 B2 Abbrucharbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_02_Küche_Schnitt_01	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	18. Nov 2024 Frist: 21. Nov 2024	19. Nov 2024	19. Nov 2024
05_01_Sanitär -> Maurer	Maur_1 B2: Küche Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	19. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	-	21. Nov 2024
01_Maurerarbeiten	Maur3 B3 Maurerarbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_03_Küche_Schnitt_02	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	22. Nov 2024 Frist: 29. Nov 2024	2. Dez 2024	2. Dez 2024
02_Gipsarbeiten	Gips1 B4 Gipsarbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	22. Nov 2024 Frist: 29. Nov 2024	2. Dez 2024	2. Dez 2024
03_Plattelegearbeiten	Küche1 B5 Plattelegearbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Timo Mehler Siegin GmbH	28. Nov 2024 Frist: 29. Nov 2024	-	-

Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
05_Sanitär + Heizung	San3 Bauprovisiorium			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	18. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	22. Nov 2024	22. Nov 2024
04_Elektro	Elek3 Bauprovisiorium			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	18. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	19. Nov 2024	19. Nov 2024
01_Maurerarbeiten	Maur3 C2 Abbrucharbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	18. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	-	25. Nov 2024
05_01_Sanitär -> Maurer	Maur_2 C2: Bad Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	19. Nov 2024 Frist: 26. Nov 2024	-	-
02_Gipsarbeiten	Gips2 C4 Gipsarbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	25. Nov 2024 Frist: 10. Dez 2024	12. Dez 2024	13. Dez 2024
03_Plattelegearbeiten	Bad1 C5 Plattelegearbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Timo Mehler Siegin GmbH	6. Dez 2024 Frist: 13. Dez 2024	-	23. Dez 2024
01_Maurerarbeiten	Maur1 D2 Abbrucharbeiten Gäste WC			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Erik Nowe Siegin GmbH	18. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	21. Nov 2024	22. Nov 2024
05_01_Sanitär -> Maurer	Maur_3 D2: Gäste WC Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	19. Nov 2024 Frist: 26. Nov 2024	-	-

Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
02_Gipsarbeiten	WC1 D4 Gipsarbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	26. Nov 2024 Frist: 10. Dez 2024	-	10. Dez 2024
03_Plattelegearbeiten	WC2 D5 Plattelegearbeiten			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Timo Mehler Siegin GmbH	6. Dez 2024 Frist: 13. Dez 2024	-	23. Dez 2024
04_Elektro	Elek1 E1: Bad + WC Installationen abhängen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_01_Bad und WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	18. Nov 2024 Frist: 18. Nov 2024	19. Nov 2024	19. Nov 2024
04_Elektro	Elek2 E1: Küche Installationen abhängen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	18. Nov 2024 Frist: 18. Nov 2024	19. Nov 2024	19. Nov 2024
04_Elektro	Elek4 E2: Küche Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	20. Nov 2024 Frist: 22. Nov 2024	26. Nov 2024	26. Nov 2024
04_Elektro	Elek6 E3: Bad Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	22. Nov 2024 Frist: 27. Nov 2024	-	5. Dez 2024
04_Elektro	Elek5 E3: WC Neuanstellung Leitungen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	22. Nov 2024 Frist: 26. Nov 2024	2. Dez 2024	2. Dez 2024
04_Elektro	Küche2 E4: Küche Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	11. Dez 2024 Frist: 7. Jan 2025	-	-

Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
04_Elektro	Bad3 E5: Bad Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	17. Dez 2024 Frist: 7. Jan 2025	-	-
04_Elektro	WC4 E5: WC Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	17. Dez 2024 Frist: 7. Jan 2025	-	-
08_Glaser*in	Glas1 G1: Bad Duschglas ausmessen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	17. Dez 2024 Frist: 17. Dez 2024	21. Dez 2024	21. Dez 2024
06_Küchenbauer*in	Küch1 K1: Küche Demontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	18. Nov 2024 Frist: 19. Nov 2024	-	18. Nov 2024
06_Küchenbauer*in	Küch2 K2: Küche einbauen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	9. Dez 2024 Frist: 12. Dez 2024	-	23. Dez 2024
04_Elektro	Elek13 Leerrohr einlegen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	10. Dez 2024 Frist: 13. Dez 2024	11. Dez 2024	11. Dez 2024
04_Elektro	Elek8 Leerrohr verlegen?			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	3. Dez 2024 Frist: 4. Dez 2024	5. Dez 2024	5. Dez 2024
07_Maler*in	Maler1 M1: Küche Tapeten und Streichen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	2. Dez 2024 Frist: 6. Dez 2024	21. Dez 2024	21. Dez 2024

Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
07_Maler*in	Maler2 M2: Bad Wände + Decke streichen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	23. Dez 2024 Frist: 21. Jan 2025	-	-
07_Maler*in	Maler3 M3: WC Wände + Decke streichen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	23. Dez 2024 Frist: 21. Jan 2025	-	-
07_Maler*in	Maler4 Malen der gesamten Wohnung			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	23. Dez 2024 Frist: 21. Jan 2025	-	-
04_Elektro	Elek9 Provisorische Lampenfassung Gang			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	3. Dez 2024 Frist: 4. Dez 2024	5. Dez 2024	5. Dez 2024
05_Sanitär + Heizung	San1 S1: Bad + WC Installationen abhängen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_01_Bad und WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	18. Nov 2024 Frist: 18. Nov 2024	18. Nov 2024	18. Nov 2024
05_Sanitär + Heizung	San2 S1: Küche Installationen abhängen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	18. Nov 2024 Frist: 18. Nov 2024	18. Nov 2024	18. Nov 2024
05_Sanitär + Heizung	San4 S2: Küche Neuanstellung			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	22. Nov 2024 Frist: 2. Dez 2024	-	2. Dez 2024
05_Sanitär + Heizung	Küche3 S5: Küche Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 02_01_Küche_GR	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	11. Dez 2024 Frist: 20. Dez 2024	-	-

Arbeitspaket	Aufgabe	Bild	Verortung	Verortungsbeschreibung	Erstellt von	Beantwortet durch	Erstellungsdatum	Bereitgemeldet am	Freigegeben
05_Sanitär + Heizung	Bad2 S6: Bad Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_02_Bad_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	17. Dez 2024 Frist: 20. Dez 2024	-	-
05_Sanitär + Heizung	WC3 S6: WC Fertigmontage			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 03_03_WC_Grundriss	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	17. Dez 2024 Frist: 20. Dez 2024	-	-
04_Elektro	Elek12 Steckdose versetzen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Tim Siegin Siegin GmbH	10. Dez 2024 Frist: 11. Dez 2024	11. Dez 2024	11. Dez 2024
04_Elektro	Elek11 Steckdosen Waschbecken bohren			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Marco Andriolo Morisset & Partner AG	5. Dez 2024 Frist: 6. Dez 2024	6. Dez 2024	6. Dez 2024
05_Sanitär + Heizung	San5 Undichtigkeit Verschluss Bauzapfen			Gebäude: Basal Etage: Grundriss Zeichnung: 01_Grundriss_Allgemein	Tim Siegin Siegin GmbH	Andreas Ankelein Rosenmund Haustechnik AG	17. Dez 2024 Frist: 17. Dez 2024	-	-

Beispiel: Aufgabe für eine Mangelbehebung

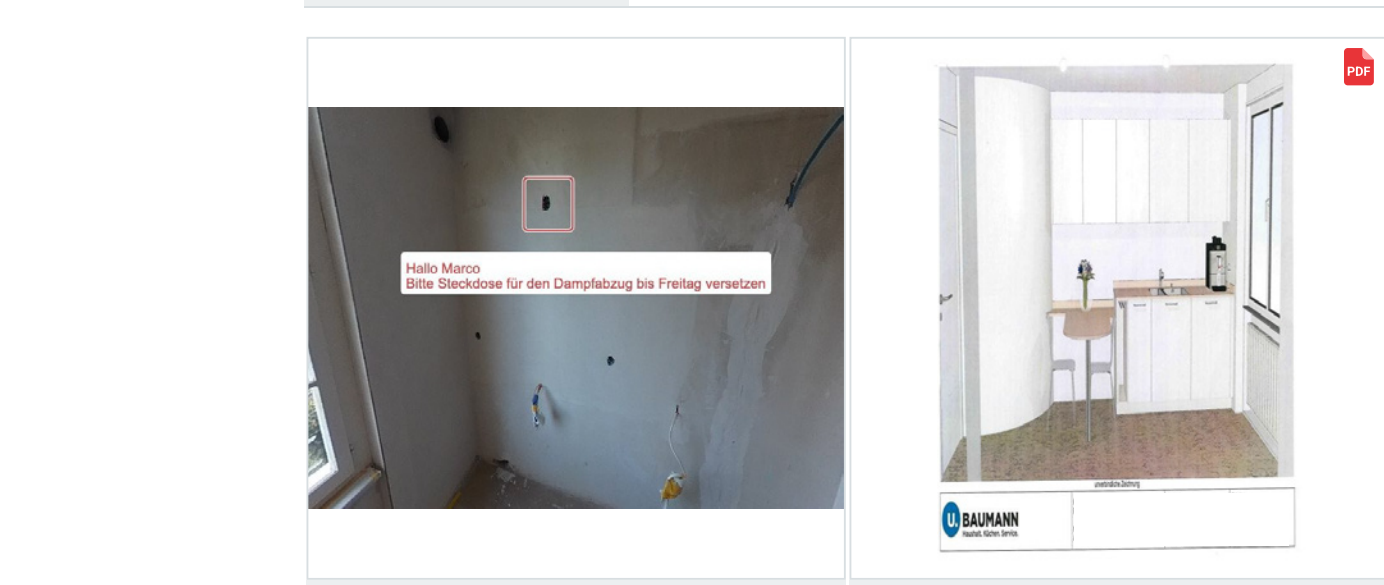


Projekt	Arbeitspaket	Arbeitspaket	04_Elektro
Siegin GmbH	Elektro	Arbeitspaket	04_Elektro
Gebäude	Grundriss	Arbeitspaket	Bauleitung -> Elektro*in
Ebene	Grundriss	Erstellungsdatum	4. Dez 2024, 11:32
Zeichnung	01_Grundriss_Allgemein	Frist	6. Dez 2024
Koordinaten	4 528-2 882 180	Erstellt von	Tim Siegin, Siegin GmbH
		Verantwortlichkeit	(Freigegeben, geschlossen)



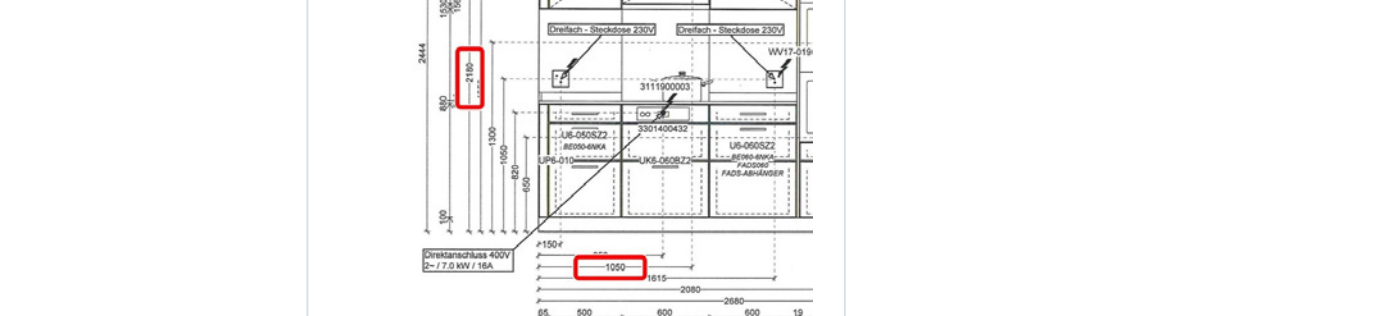
4. Dez 2024, 11:32  
An Morisset & Partner AG zugewiesen

Erstellt von: Tim Siegin, Siegin GmbH  
 Entworfen durch: Marco Andriolo, Morisset & Partner AG  
 Titel: Anpassen Dampfzugssteckdose  
 Frist: 6. Dez 2024  
 Beschreibung: Email von Küchenbauer:  
 Hallo Zusammen,  
 Ich bitte den Elektriker noch die Dampfzugssteckdose anpassen. Sie ist jetzt gerade hinter dem Dampfzylinder und dort hat es kein Platz. Die Steckdose köcheln. Dampfleitung auf Spüle kann man montieren. Wo werden mit der Küchenmontage am Montag den 9.12 anfangen. Vielen Dank!  
 Freundliche Grüsse  
 Andreas Geuss



4. Dez 2024, 13:07  
Aktualisiert von: Tim Siegin, Siegin GmbH  
 Nachricht: Hallo Marco  
 Bitte die Steckdose bis Freitag 05.12 in Küche montieren  
 - Dampfleitung (nach anpassen)  
 - Spüle  
 - Mörtel  
 - Ofen

4. Dez 2024, 13:58  
Aktualisiert von: Tim Siegin, Siegin GmbH  
 Nachricht: Du kannst sie weiter oben montieren



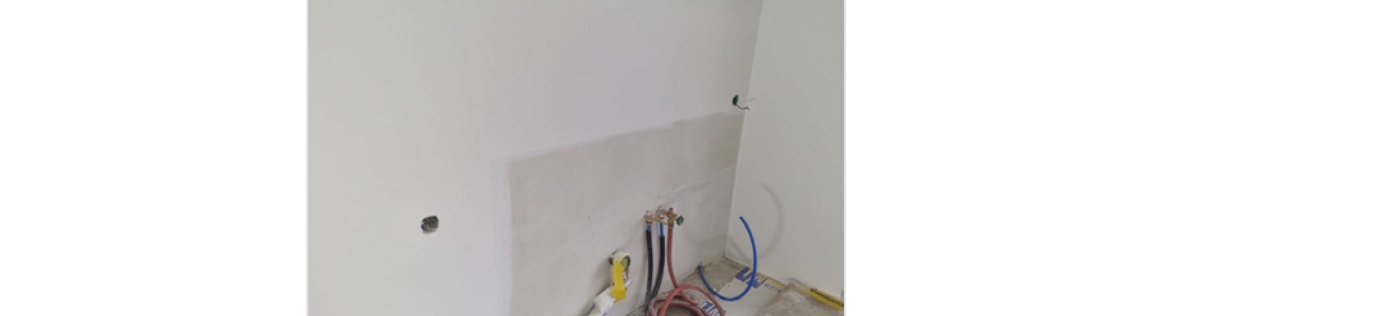
4. Dez 2024, 11:36  
Bereitgemeldet von Morisset & Partner AG  
 Aktualisiert von: Marco Andriolo, Morisset & Partner AG  
 Nachricht: Neu veranberlicht:  
 Tim Siegin, Siegin GmbH



6. Dez 2024, 11:37  
Freigegeben von Siegin GmbH  
 Aktualisiert von: Tim Siegin, Siegin GmbH

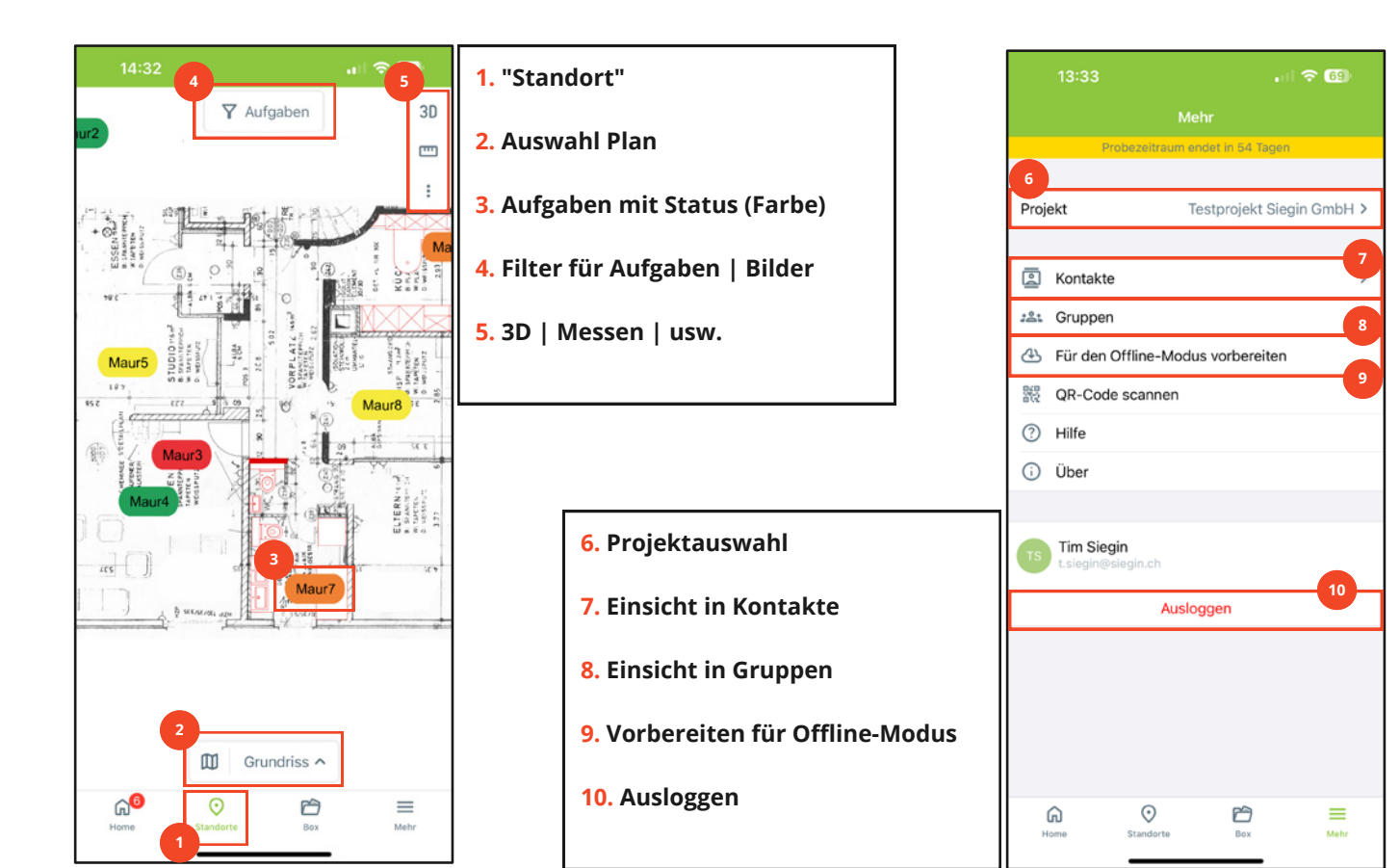


6. Dez 2024, 12:13  
Aktualisiert von: Tim Siegin, Siegin GmbH

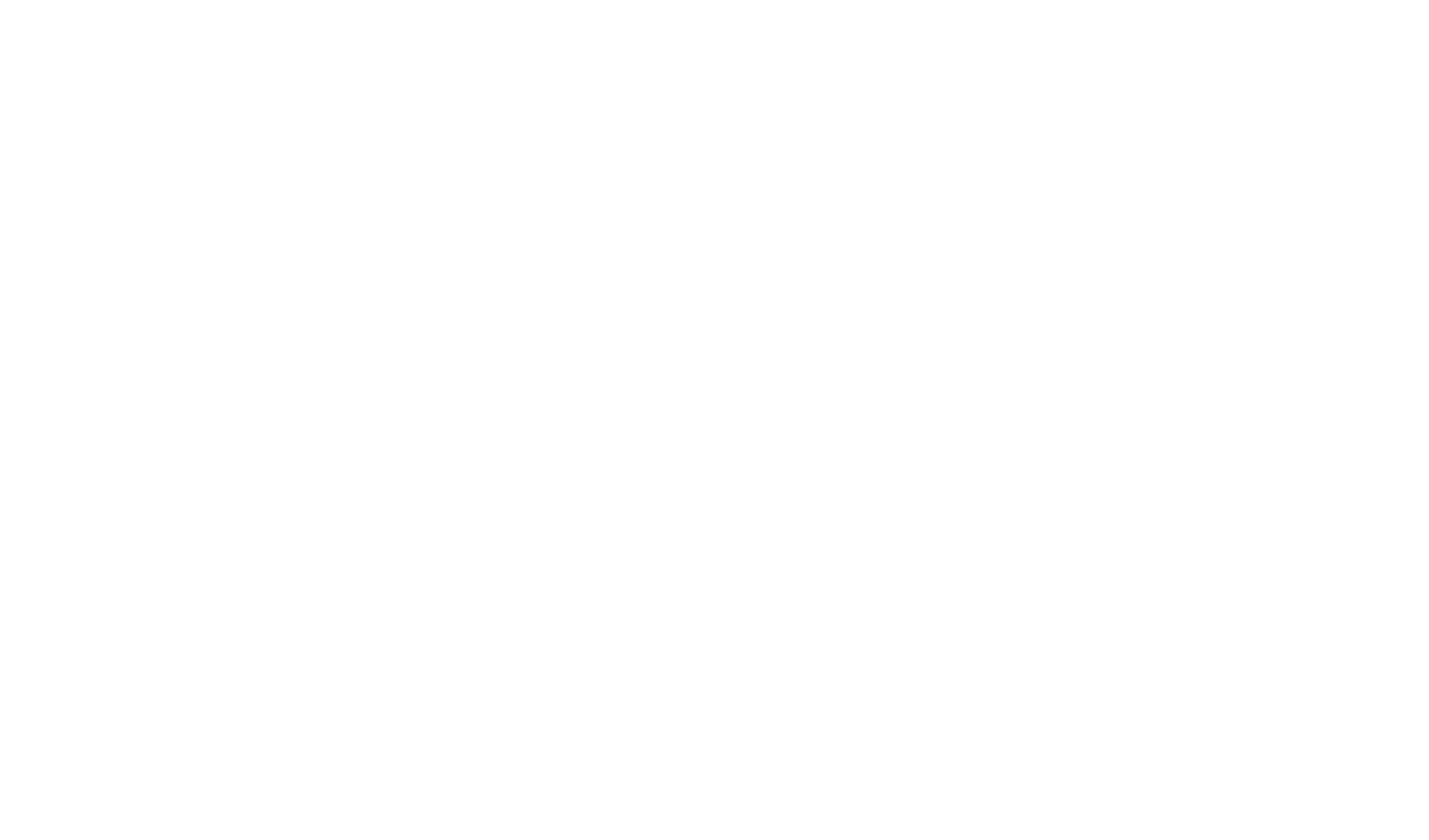
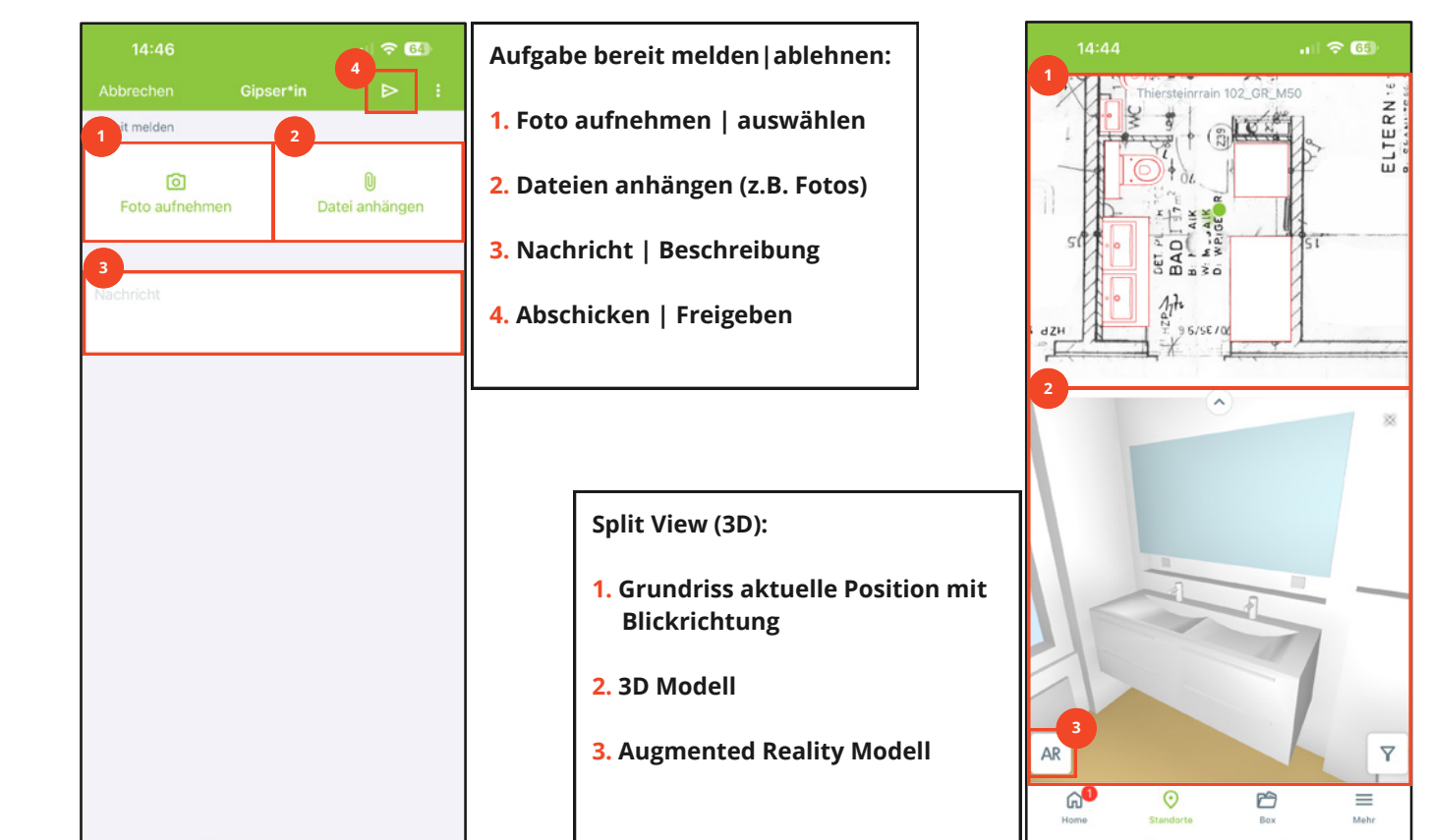


6. Dez 2024, 12:14  
Freigegeben von Siegin GmbH  
 Dalux Field  
 Geduckt: 23. Dez 2024, 14:39  
 Tim Siegin

Anleitung zur DaluxField App (Vorderseite)



Anleitung zur DaluxField App (Rückseite)



# Anhang I: Anleitung Teil 1/3: myRapport App Sorba



## Digitale Rapportierung


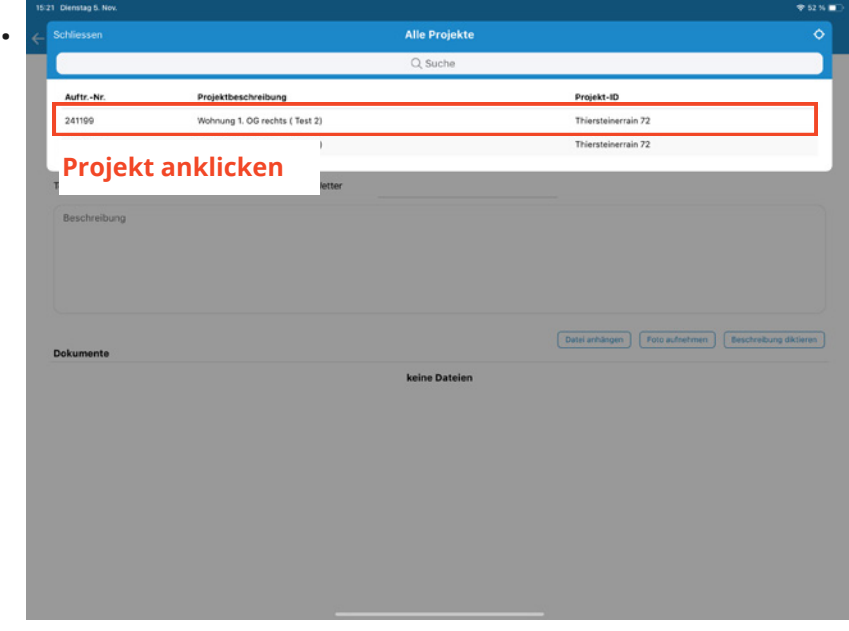
Anleitung Tablet | Smartphone  
Version 1.0.0



Name Mitarbeiter\*in:

### Neuer Rapport: Projekt öffnen

**Notizen:**

-  1. Schritt: "Offene" anklicken
-  2. Schritt: "+" anklicken

Diese Erfassungsmaske erscheint...

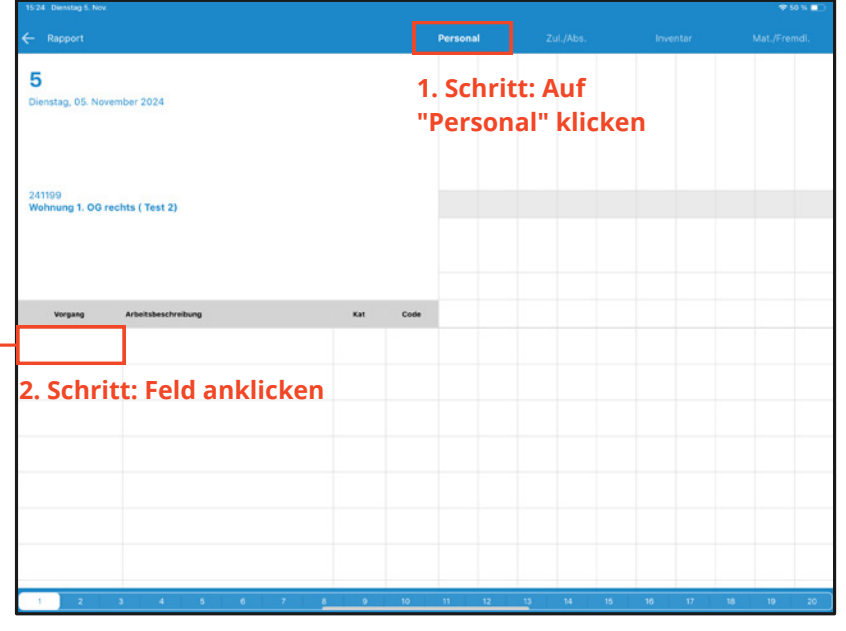
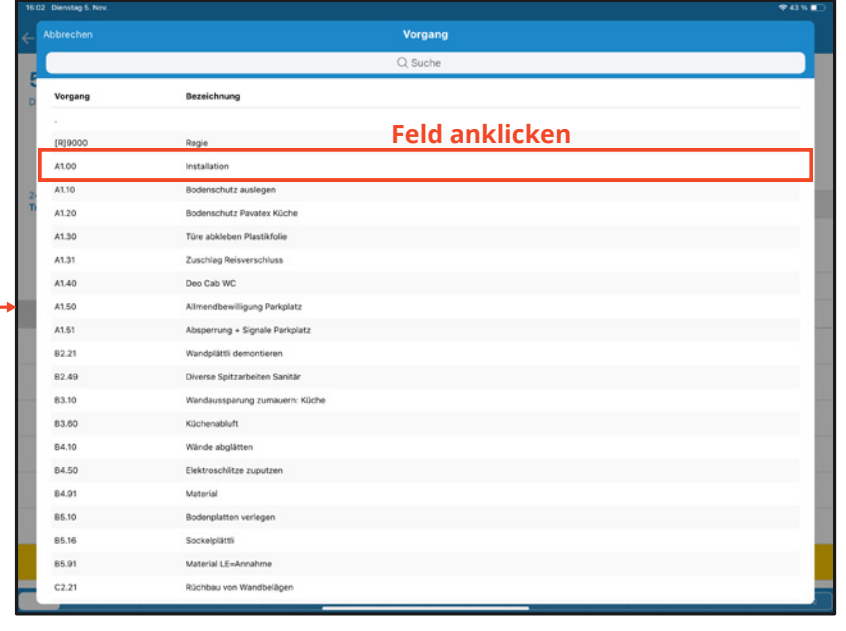
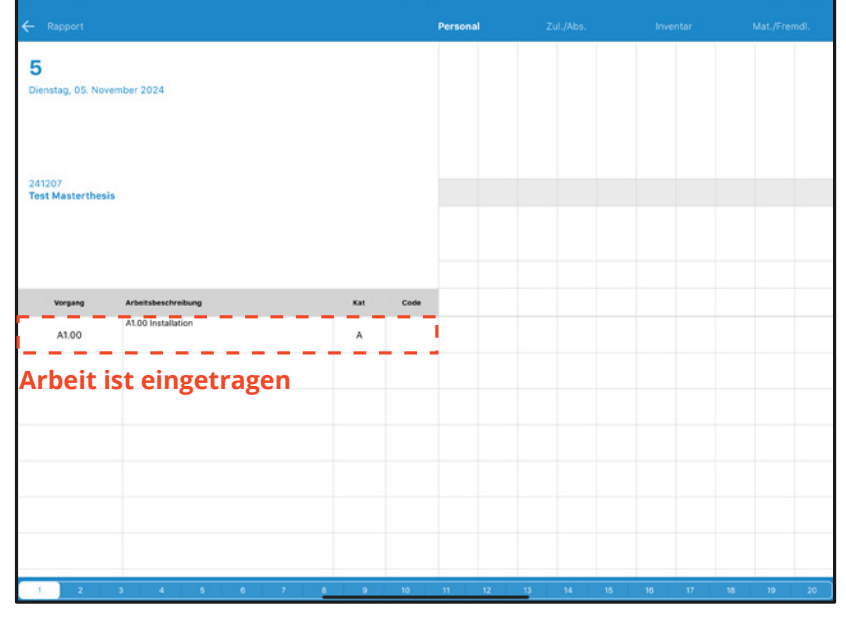
*Auf der nächsten Seite wird die Erfassungsmaske erklärt ->*

2

### Vorgänge: Arbeiten eintragen

Alle Arbeiten in der Spalte "Vorgang" eintragen.

**Notizen:**

-  1. Schritt: Auf "Personal" klicken
-  2. Schritt: Feld anklicken
-  Arbeit ist eingetragen

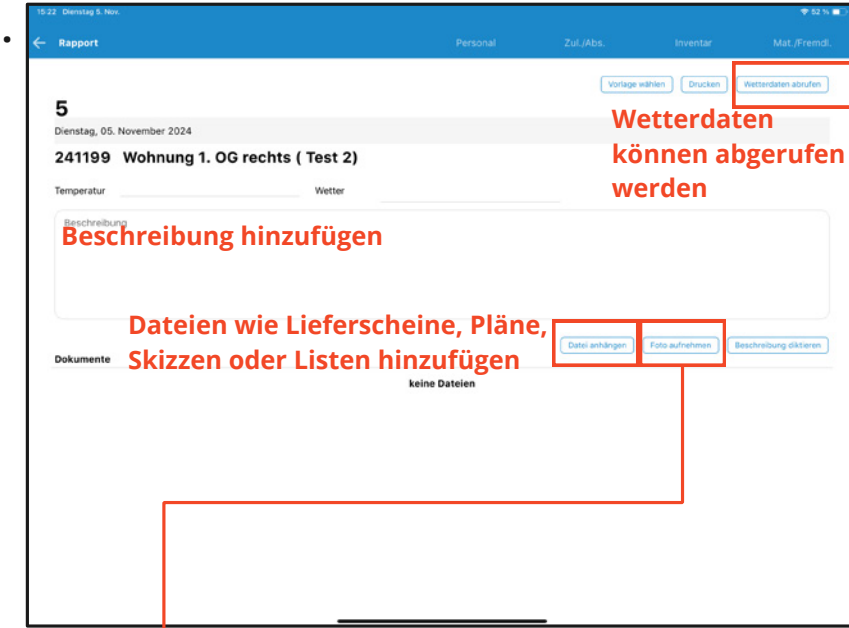
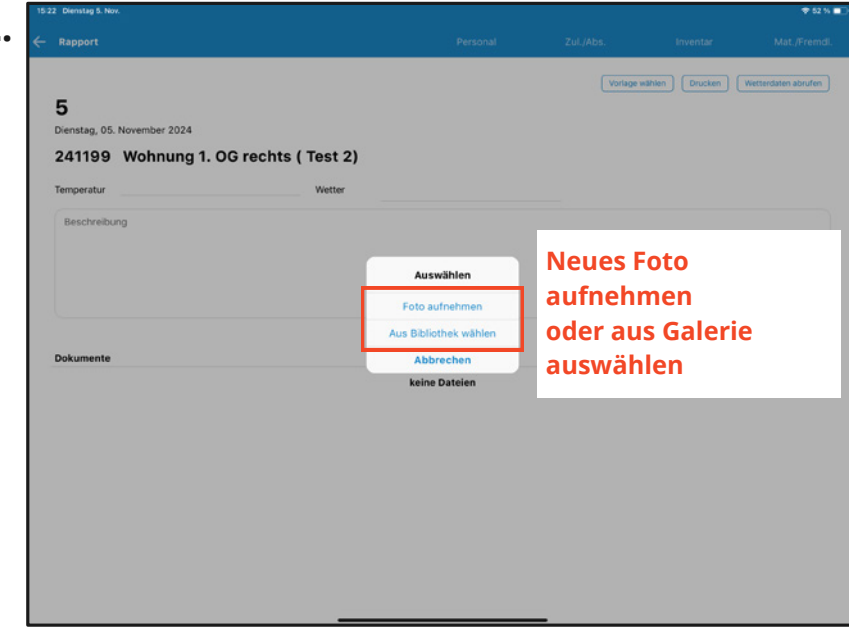
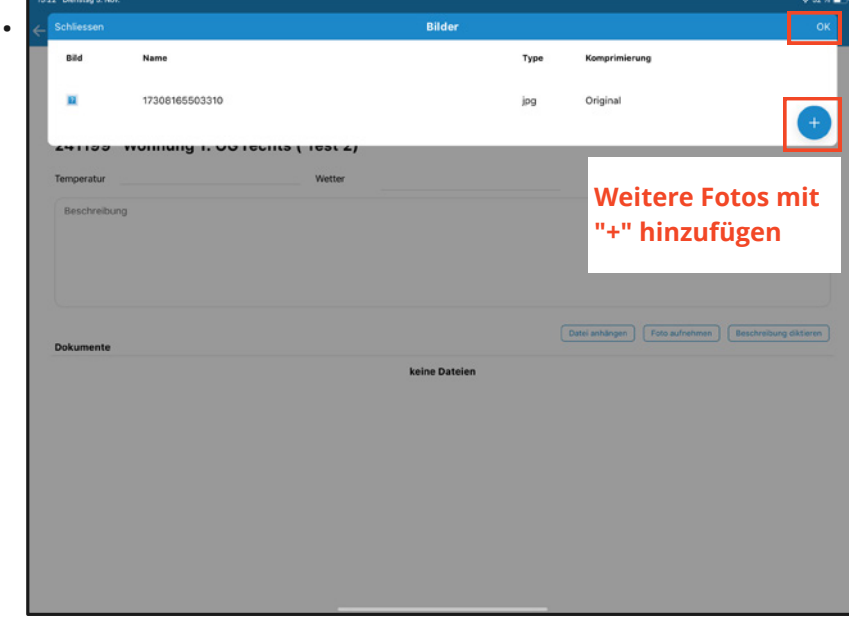
5

Inhaltsverzeichnis	Notizen:
Stammdaten aktualisieren	Seite 1
<b>Projekt</b> öffnen	Seite 2
Dateien, Fotos, Beschreibung usw.	Seite 3
Navigation	Seite 4
<b>Arbeit</b> eintragen	Seite 5
Arbeitsbeschreibung anpassen	Seite 6
<b>Personal</b> eintragen	Seite 7
Aufwand   Zeit eintragen	Seite 8
Regiearbeiten eintragen	Seite 9
<b>Inventar</b> eintragen	Seite 10
eigener Artikel erstellen	Seite 11
Aufwand   Zeit eintragen	Seite 12
<b>Material   Fremdleistungen</b>	Seite 13
eigener Artikel erstellen	Seite 14
Aufwand   Zeit eintragen	Seite 15
Zeile   Spalte einfügen oder löschen	Seite 16
<b>Fertigstellung:</b> Rapport schliessen	Seite 17
<b>Fertigstellung:</b> Rapport abgeben	Seite 18
Kalenderwochen	Seite 19
<b>Aufbau:</b> Namenskonvention	Seite 20

### Rapport: Dateien | Fotos

Dem Rapport können Dateien, Fotos, Beschreibung und vieles mehr hinzugefügt werden.

**Notizen:**

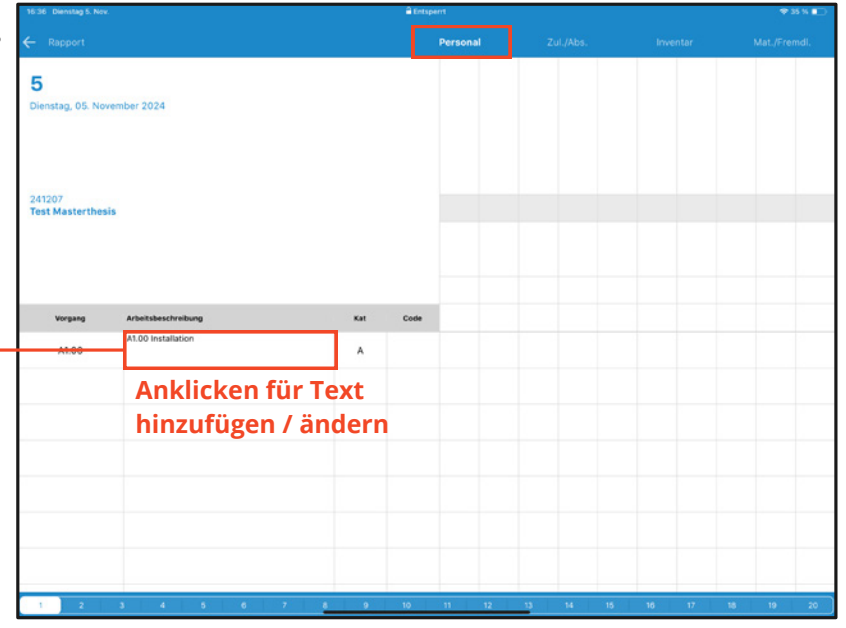
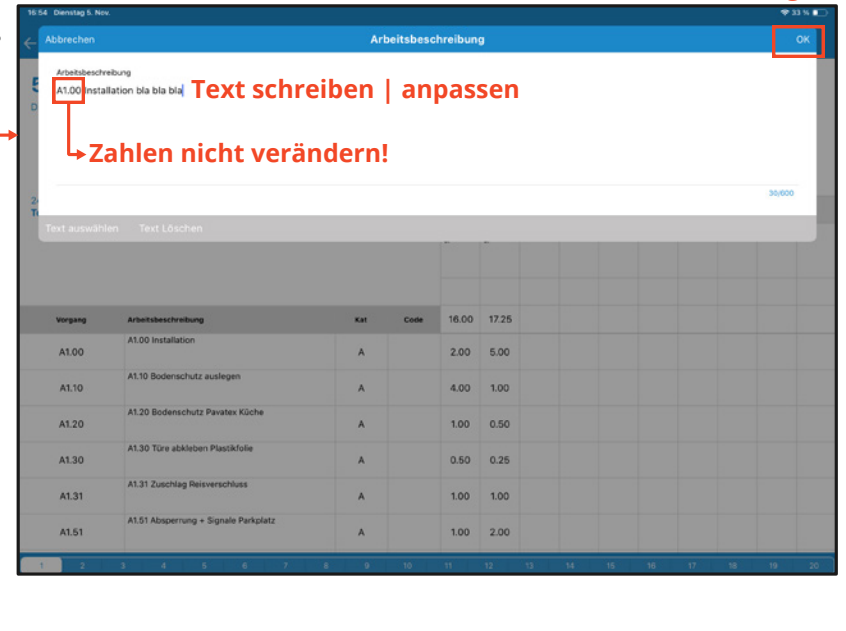
-  1. Schritt: Beschreibung hinzufügen  
Dateien wie Lieferscheine, Pläne, Skizzen oder Listen hinzufügen
-  2. Schritt: Fotos hinzufügen  
Neues Foto aufnehmen oder aus Galerie auswählen
-  3. Schritt: Mit "OK" Bestätigen  
Weitere Fotos mit "+" hinzufügen

3

### Vorgänge: Arbeitsbeschreibung

Die vorhandene Arbeitsbeschreibung kann (muss nicht unbedingt) durch die folgenden Schritte angepasst/ergänzt werden. **W** Bitte die Zahlen nicht löschen oder ersetzen! -> Nur den Text!

**Notizen:**

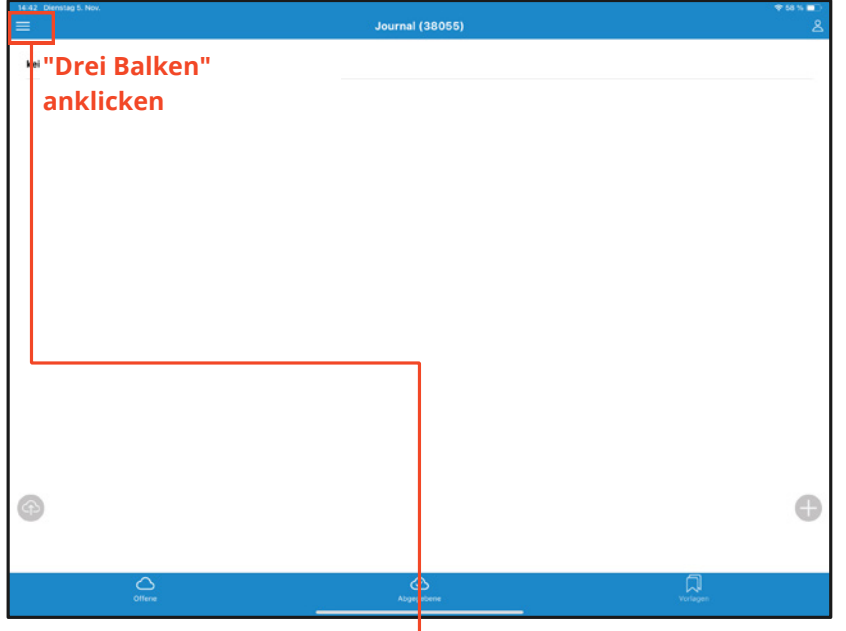

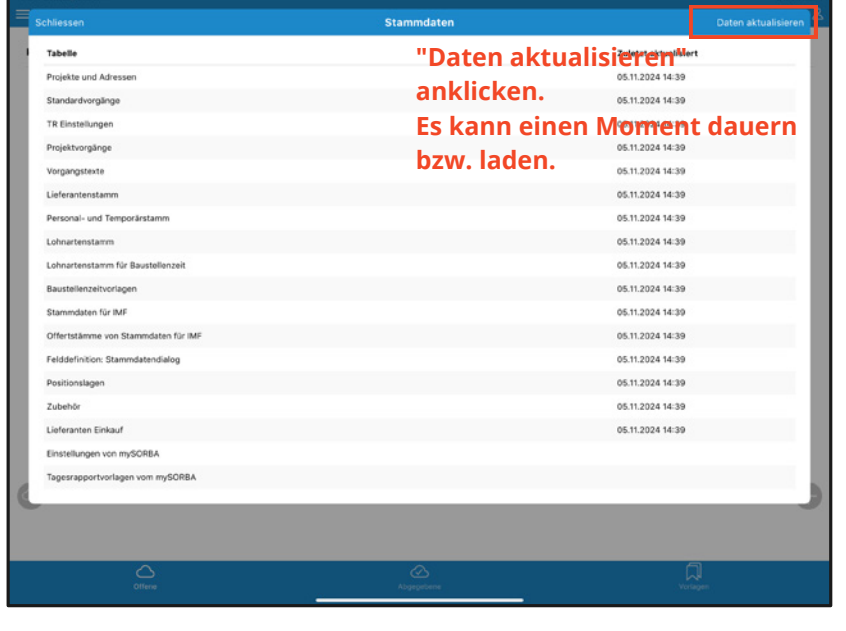
-  1. Schritt: An klicken für Text hinzufügen / ändern
-  2. Schritt: Text schreiben | anpassen  
Zahlen nicht verändert!  
Mit OK Bestätigen

6

### Aktualisierung: Stammdaten

Normalerweise werden die Stammdaten automatisch täglich aktualisiert. Falls bei der Rapportierung etwas nicht klappen sollte, müssen die folgenden Schritte getriggert werden. Ein Neustart der App (App komplett schliessen) kann vielleicht auch helfen.

**Notizen:**

-  1. Schritt: "Drei Balken" anklicken
-  2. Schritt: "Stammdaten" anklicken
-  3. Schritt: "Daten aktualisieren" anklicken.  
Es kann einen Moment dauern bzw. laden.

1

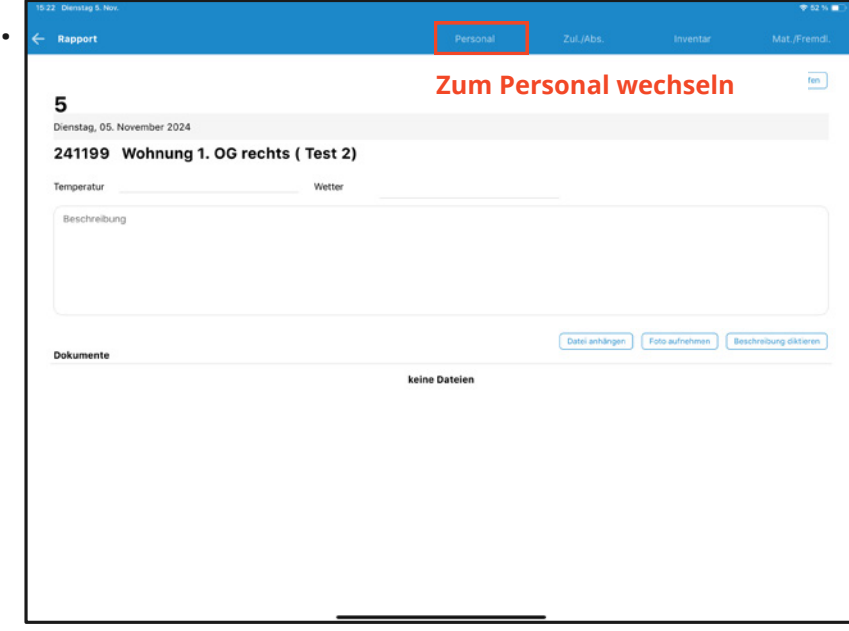
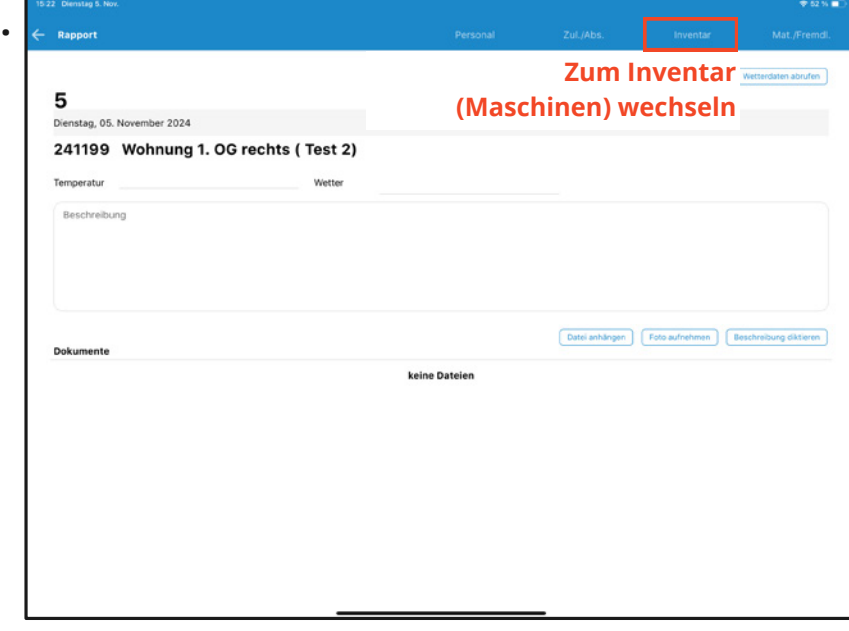
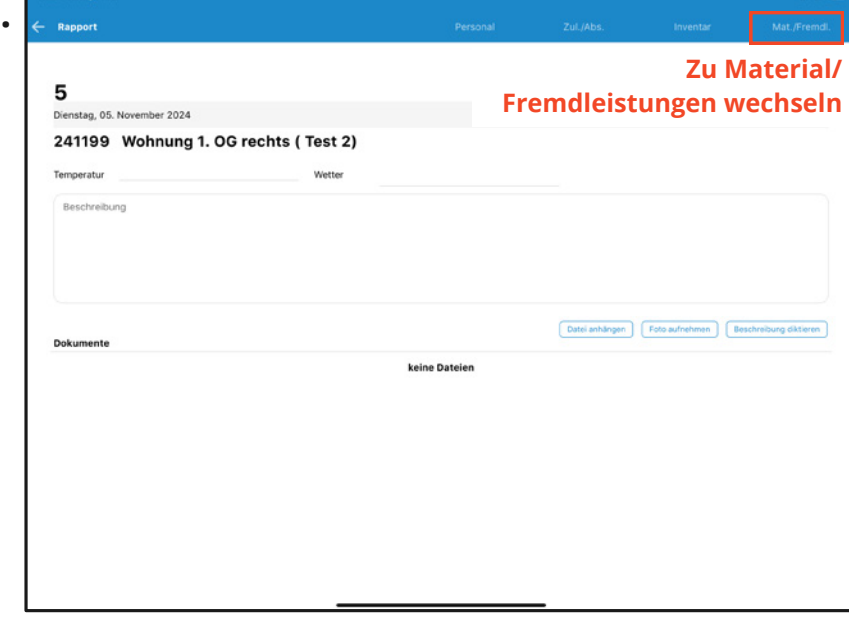
### Allgemein: Navigation

In der Erfassungsmaske kann zum:

- Personal
- Inventar
- Material/Fremdleistungen

gewechselt werden.

**Notizen:**

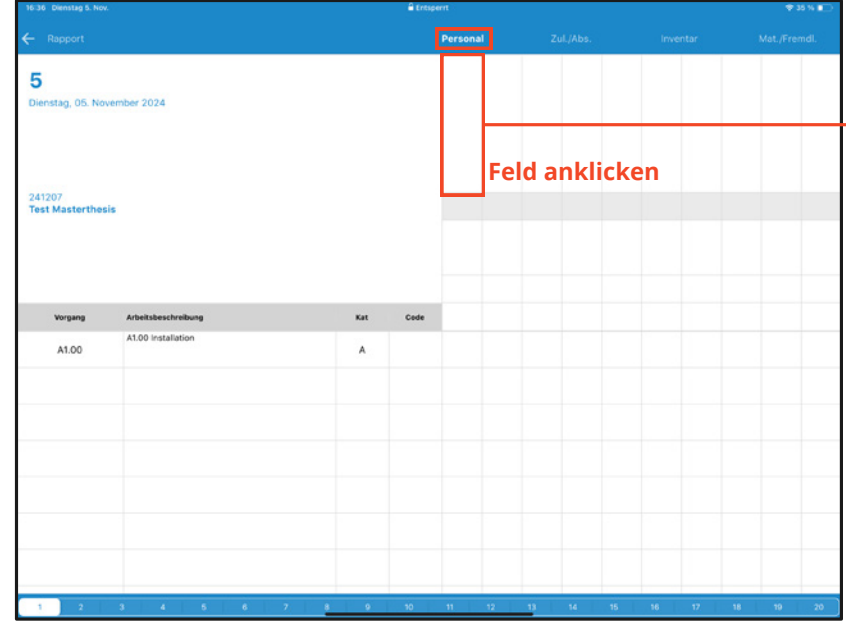
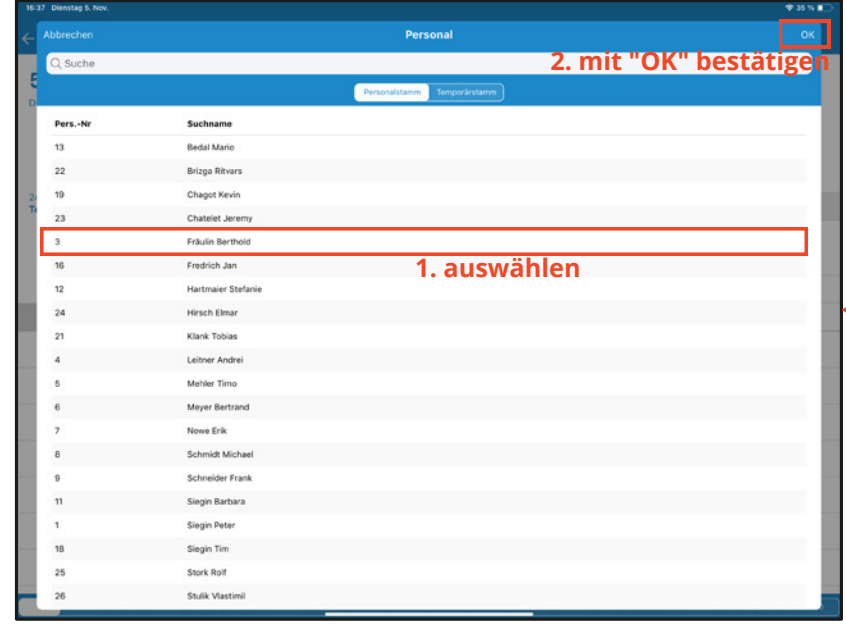
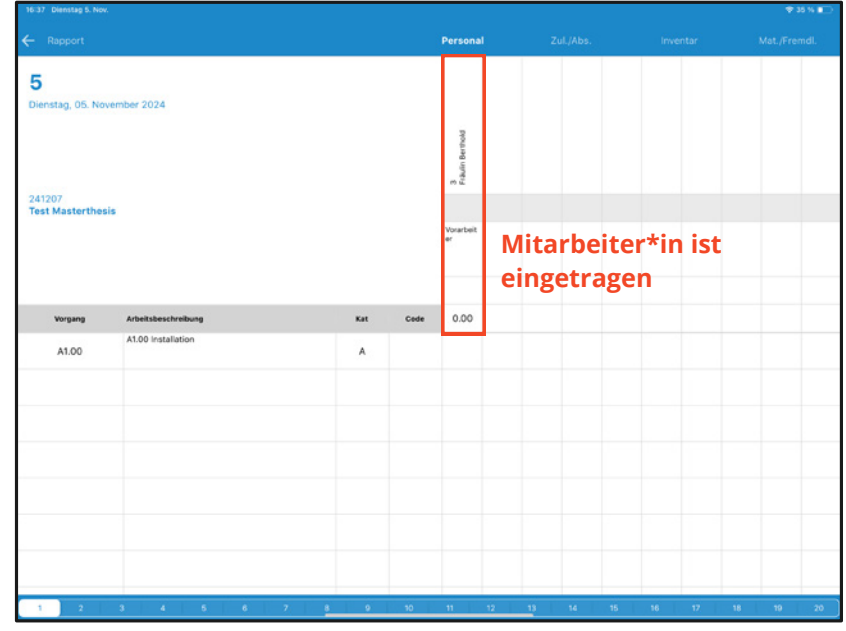
-  1. Schritt: Zum Personal wechseln
-  2. Schritt: Zum Inventar (Maschinen) wechseln
-  3. Schritt: Zu Material/ Fremdleistungen wechseln

4

### Personal: Personal eintragen

Personal in die Felder eintragen.

**Notizen:**

-  1. Schritt: Feld anklicken
-  2. Schritt: 1. auswählen  
2. mit "OK" bestätigen
-  3. Schritt: Mitarbeiter\*in ist eingetragen

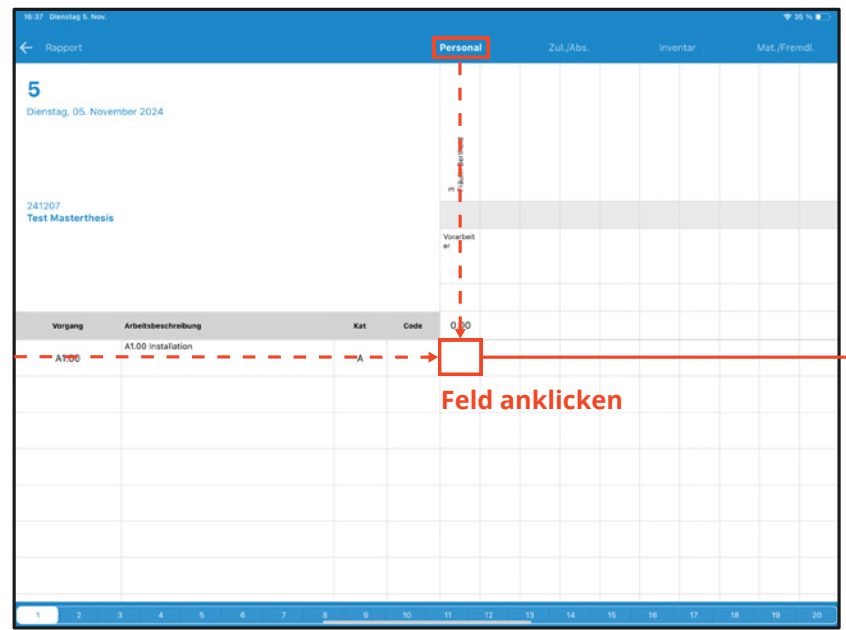
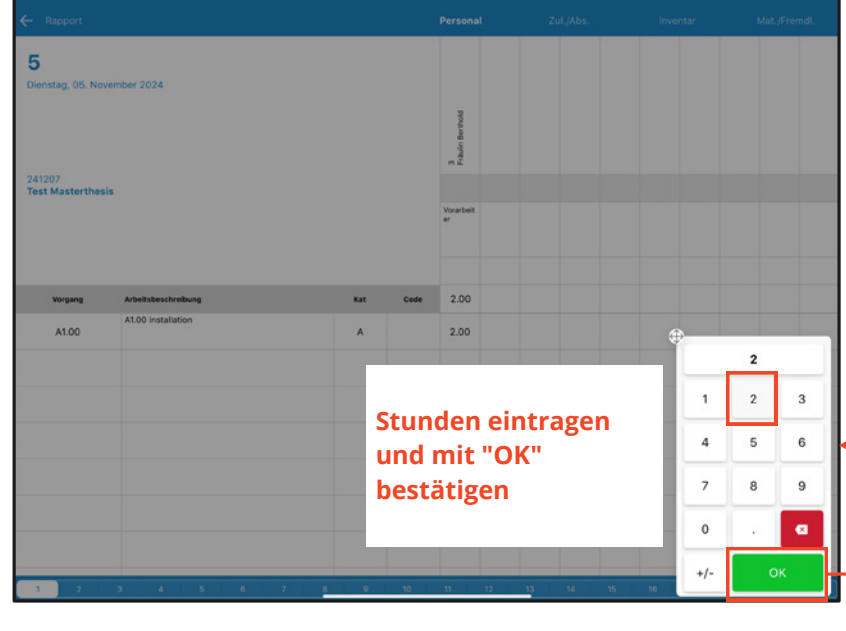
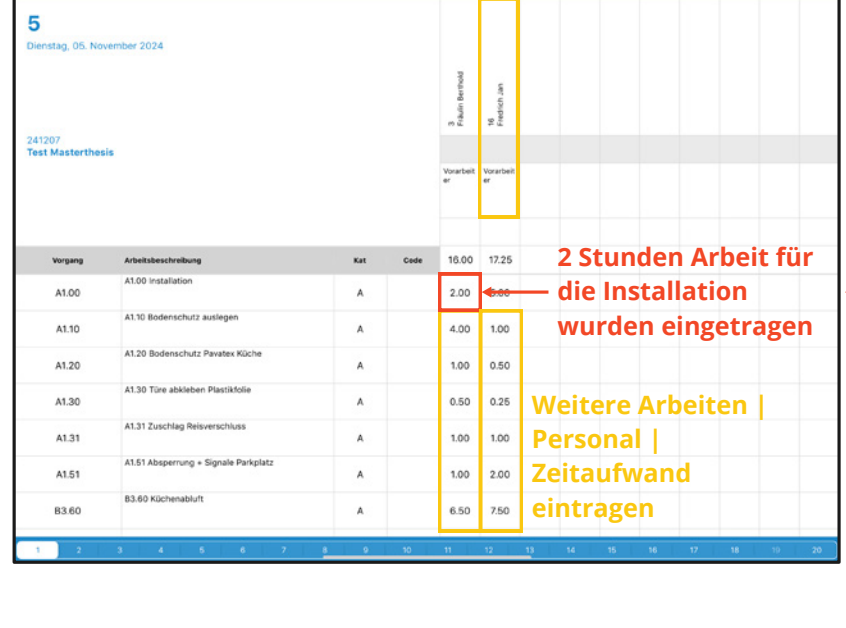
7

# Anhang I: Anleitung Teil 2/3: myRapport App der Sorba EDV AG

**Personal: Aufwand | Zeit eintragen**

Hier wird die Zeit pro Aufgabe pro Mitarbeiter eingetragen

**Notizen:**

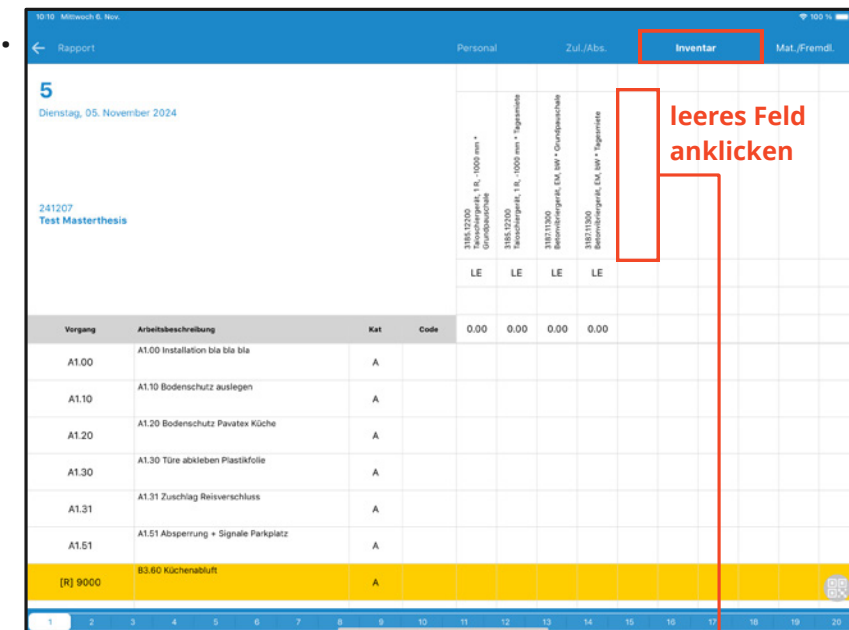

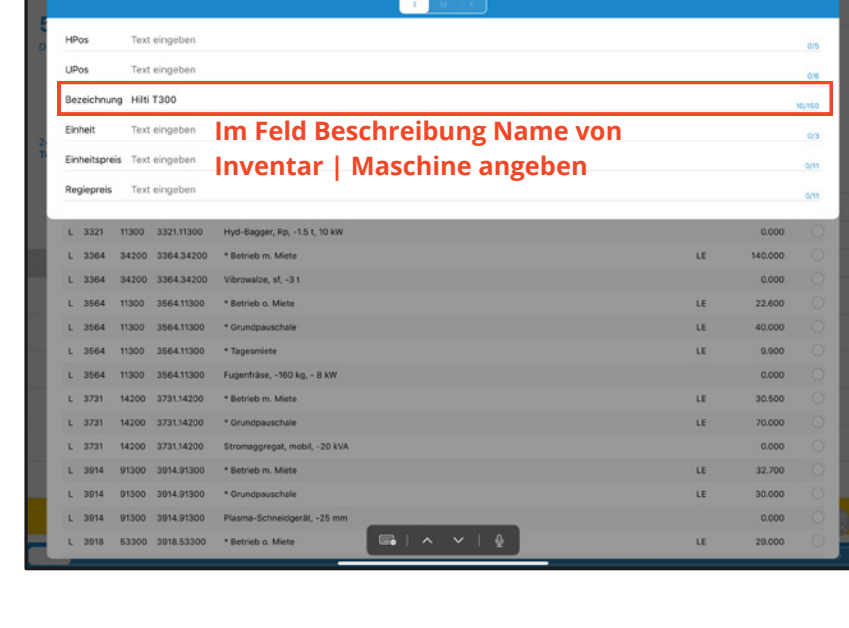
-  1. **Feld anklicken**
-  2. **Stunden eintragen und mit "OK" bestätigen**
-  3. **2 Stunden Arbeit für die Installation wurden eingetragen**  
**Weitere Arbeiten | Personal | Zeitaufwand eintragen**

8

**Inventar: eigener Artikel erstellen**

Falls ein Inventar | Maschine nicht vorhanden ist, können diese selbst erfasst werden. Dafür reicht die Eingabe im Feld "Beschreibung". Ansonsten ist es der gleiche Vorgang wie beim Inventar.

**Notizen:**

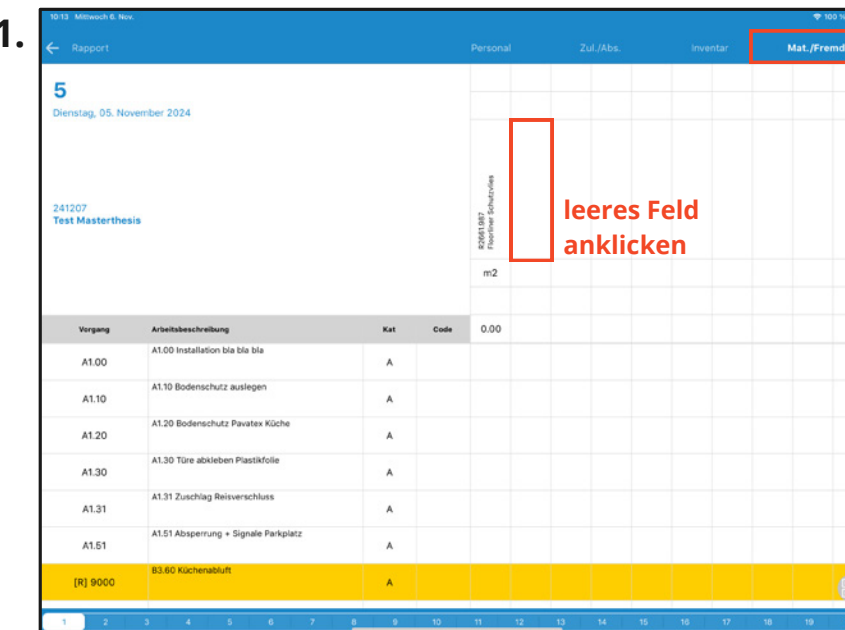

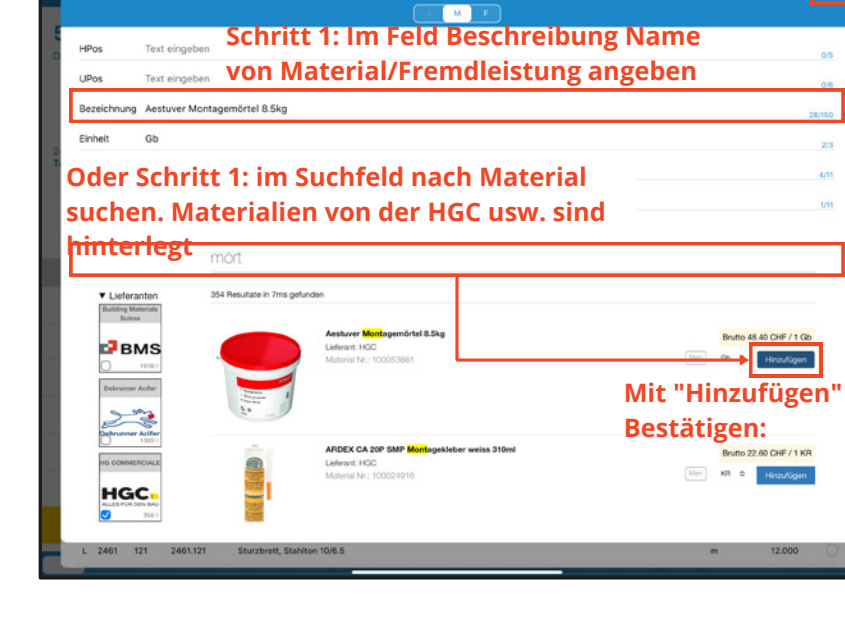
-  1. **leeres Feld anklicken**
-  2. **Falls Inventar nicht gefunden werden kann: "eigener Artikel" anklicken**
-  3. **Im Feld Beschreibung Name von Inventar | Maschine angeben**  
**Mit "OK" Bestätigen**

11

**Material/Fremdleistung: eigener Artikel erstellen**

Falls ein Material/Fremdleistung nicht vorhanden ist, können diese selbst erfasst werden. Dafür reicht die Eingabe im Feld "Beschreibung". Oder es kann im Suchfeld nach Materialien von unserem Lieferanten gesucht werden. Ansonsten ist es der gleiche Vorgang wie beim Inventar.

**Notizen:**

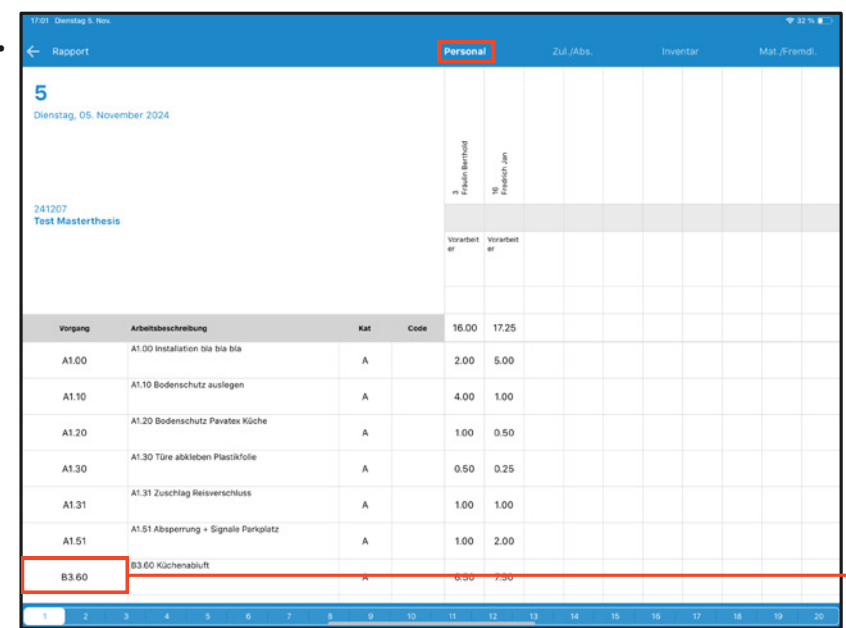
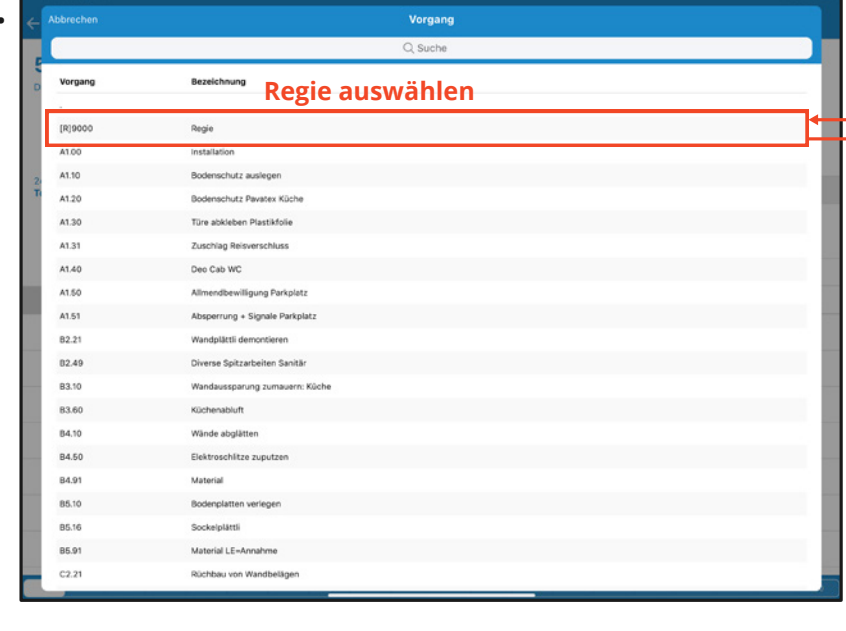

-  1. **leeres Feld anklicken**
-  2. **Falls Material nicht gefunden werden kann: "eigener Artikel" anklicken**
-  3. **Schritt 1: im Feld Beschreibung Name von Material/Fremdleistung angeben**  
**Mit "Hinzufügen" Bestätigen**

14

**Personal: Regiearbeiten eintragen**

Zuerst muss die Arbeit wie zum Beispiel: "33.69 Küchenabluft" ausgewählt werden. In einem zweiten Schritt wird die Arbeit angeklickt (Schritt 1), welche als Regiearbeit rapportiert werden.

**Notizen:**

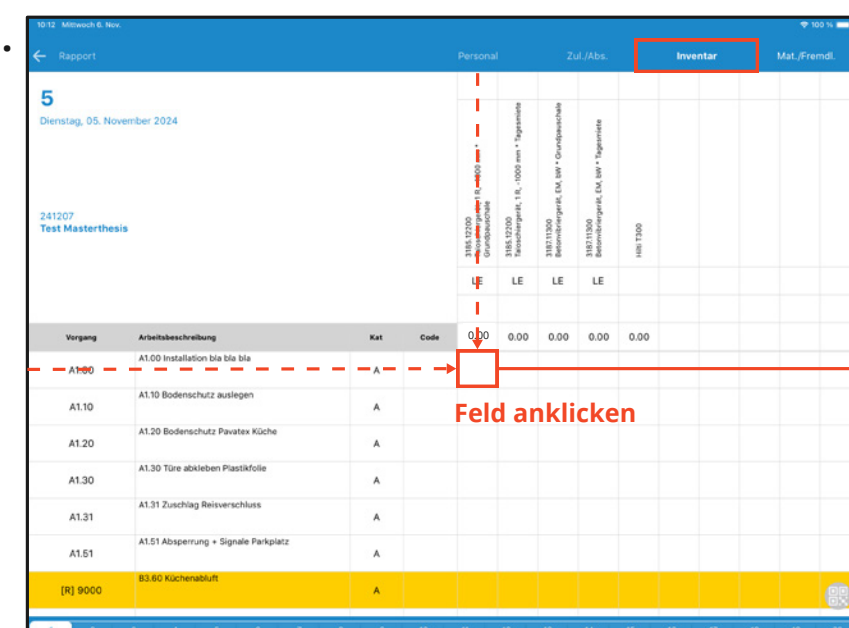
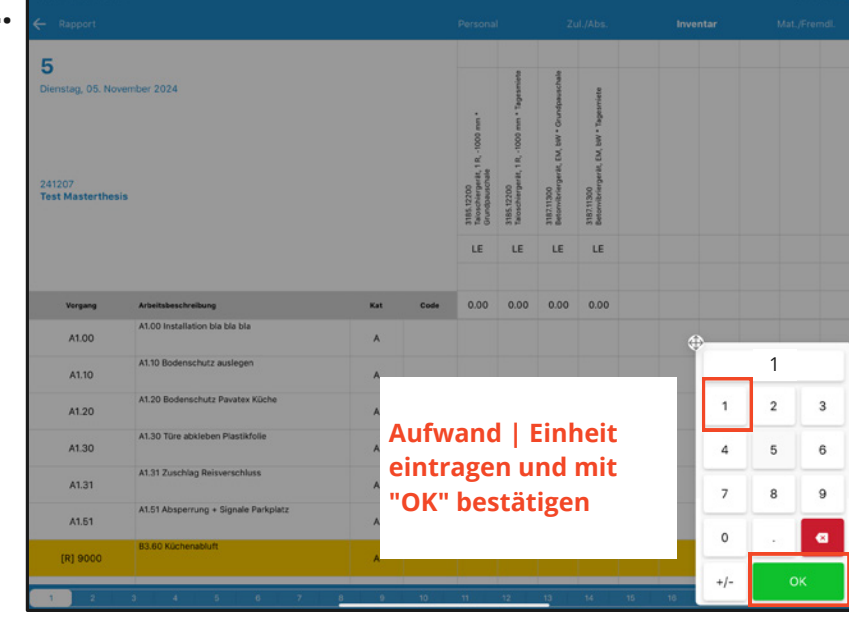
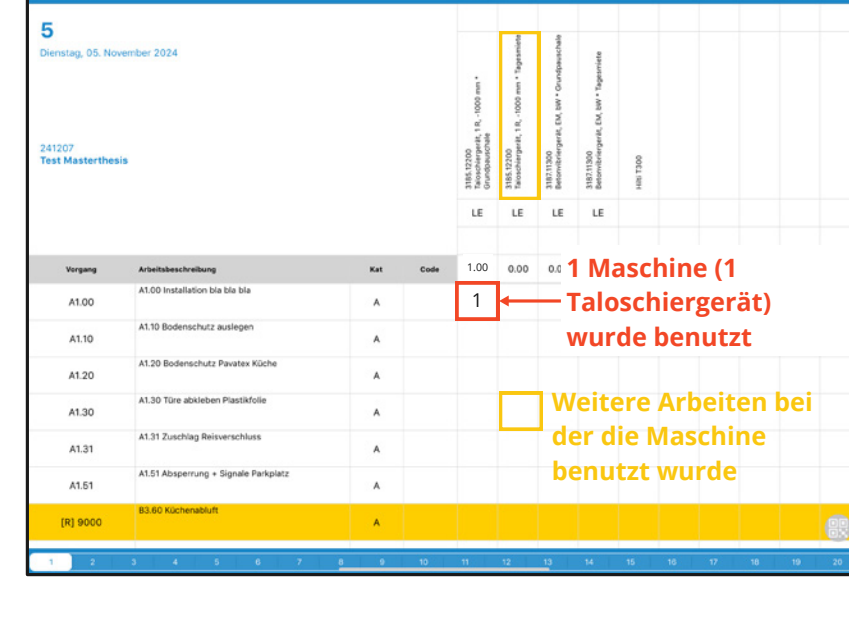
-  1. **Die Arbeit, welche eine Regiearbeit werden soll, anklicken.**
-  2. **Regie auswählen**
-  3. **Regiearbeiten werden orange hinterlegt**

9

**Inventar: Aufwand | Zeit erfassen**

Gleich wie beim Personal

**Notizen:**

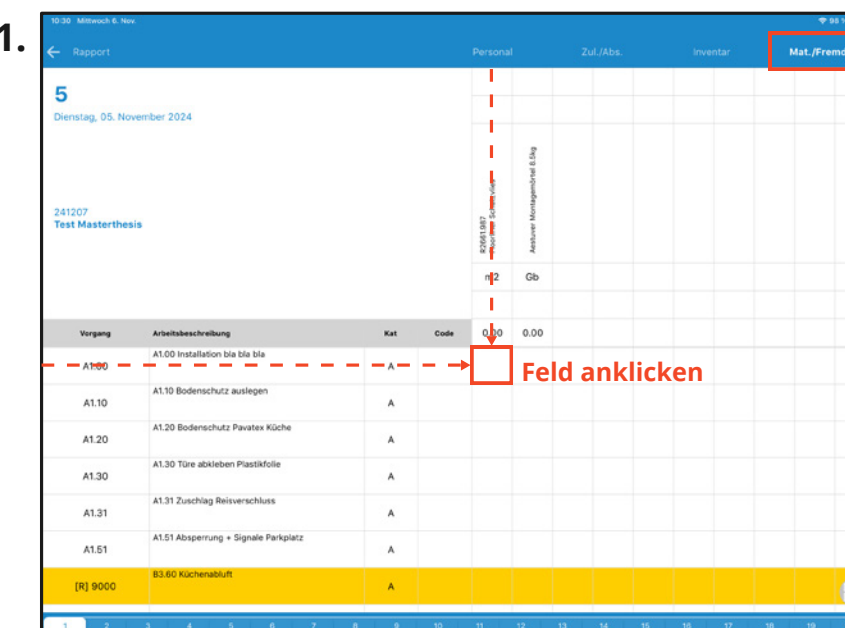
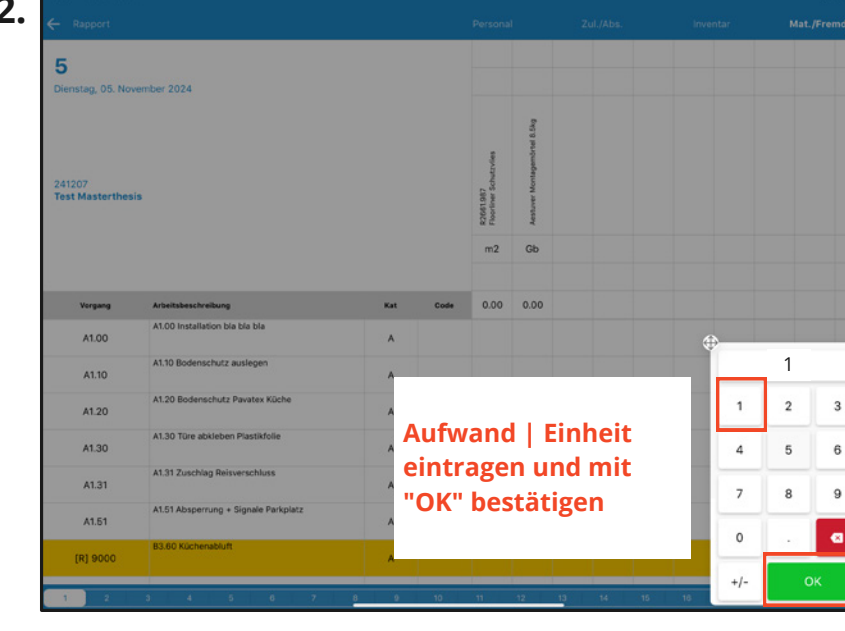
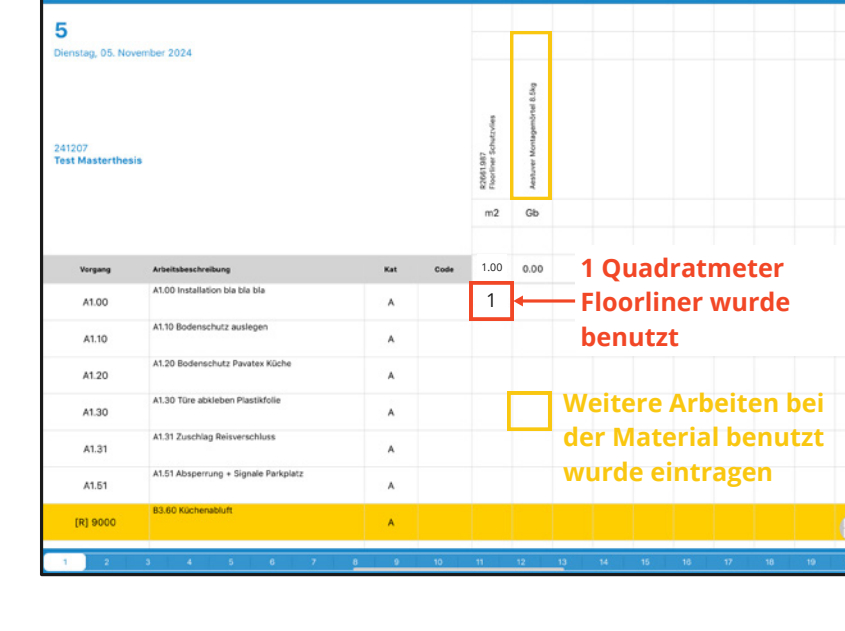
-  1. **Feld anklicken**
-  2. **Aufwand | Einheit eintragen und mit "OK" bestätigen**
-  3. **1 Maschine (1 Taloschiergerät) wurde benutzt**  
**Weitere Arbeiten bei der die Maschine benutzt wurde**

12

**Material/Fremdleistung: Aufwand | Zeit erfassen**

Gleich wie beim Personal und Inventar.

**Notizen:**

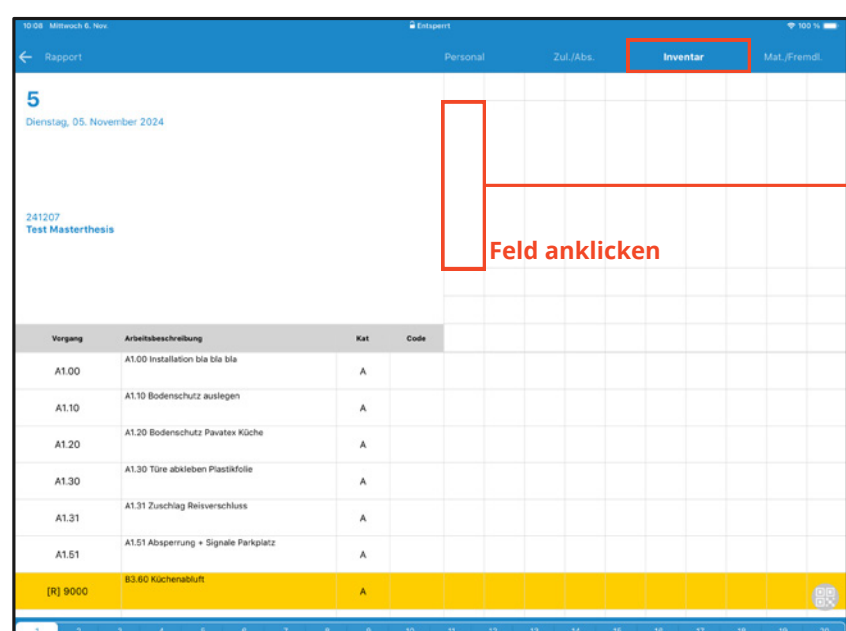
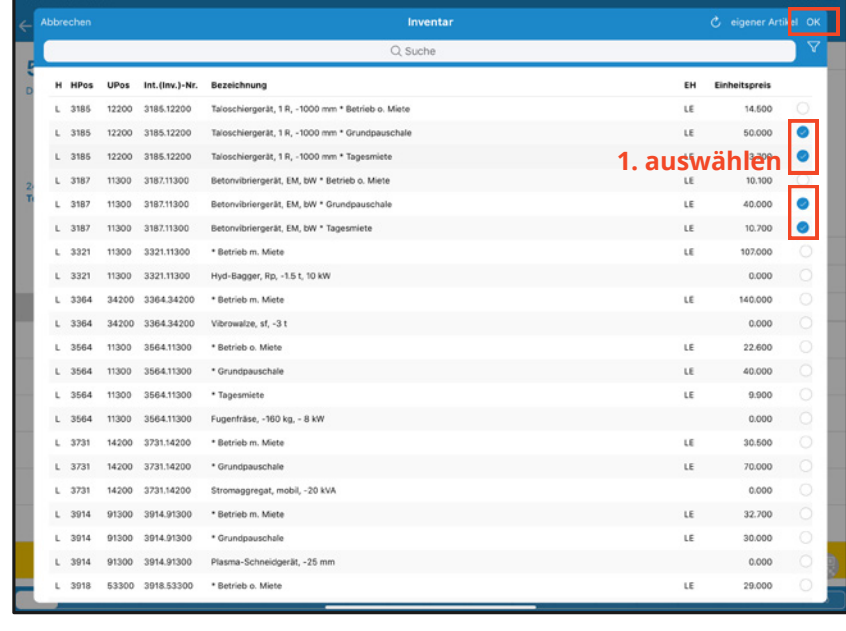
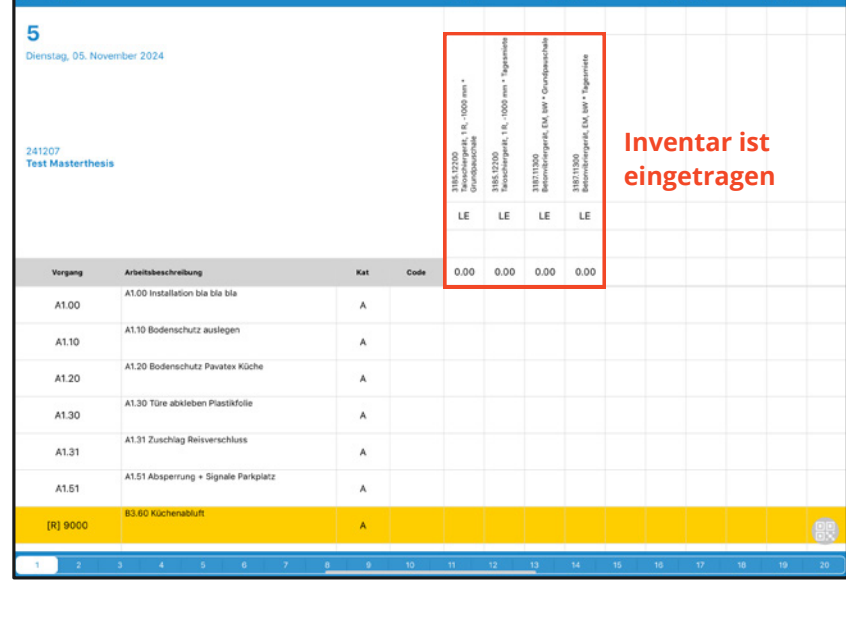
-  1. **Feld anklicken**
-  2. **Aufwand | Einheit eintragen und mit "OK" bestätigen**
-  3. **1 Quadratmeter Floorliner wurde benutzt**  
**Weitere Arbeiten bei der Material benutzt wurde eintragen**

15

**Inventar: Inventar eintragen**

Gleicher Vorgang wie beim Personal.

**Notizen:**

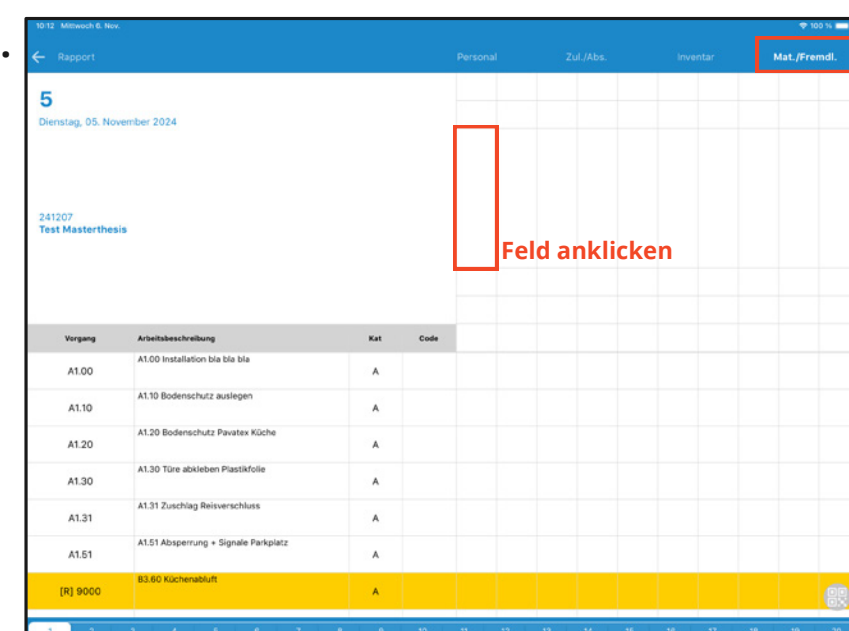

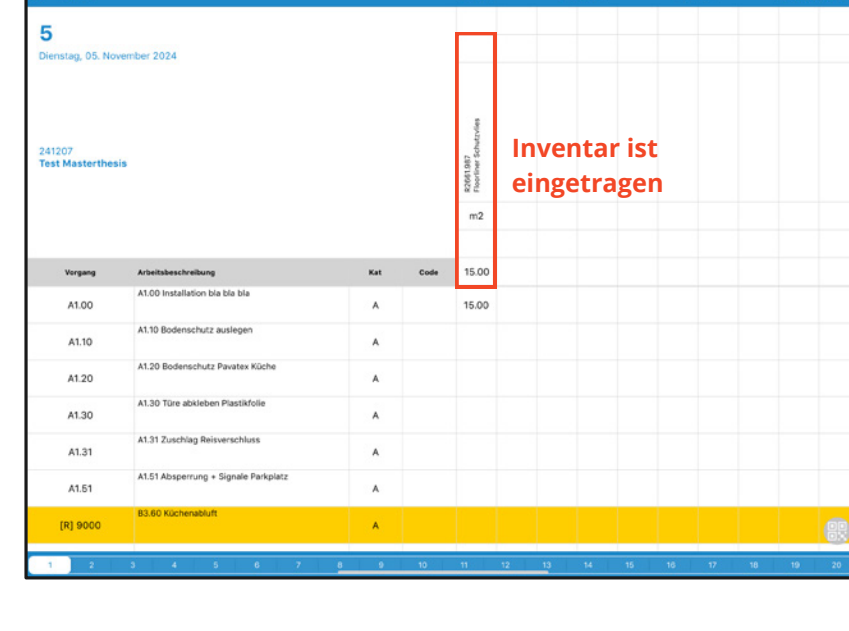
-  1. **Feld anklicken**
-  2. **1. auswählen**
-  3. **Inventar ist eingetragen**

10

**Material/Fremdleistung: Material/Fremdleistungen eintragen**

Gleicher Vorgang wie beim Personal und Inventar.

**Notizen:**

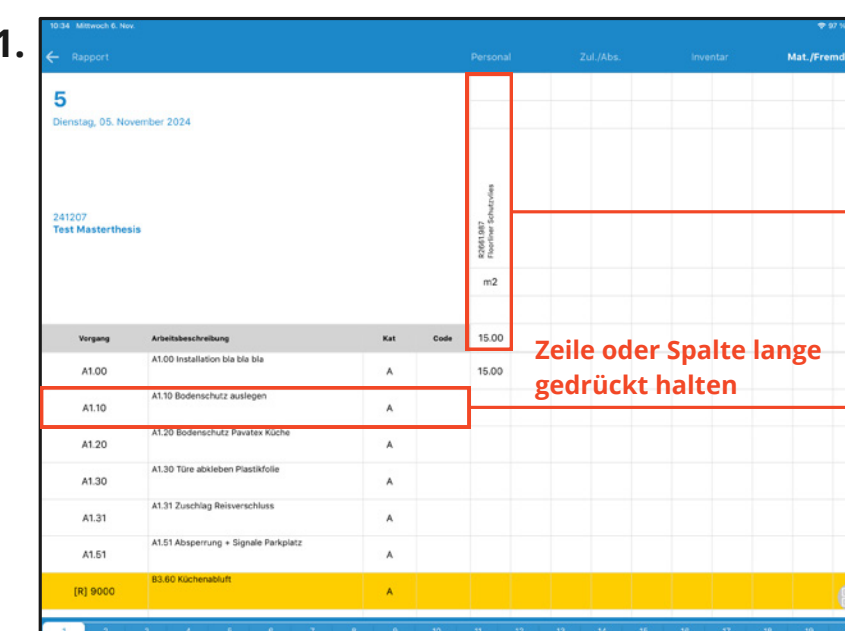
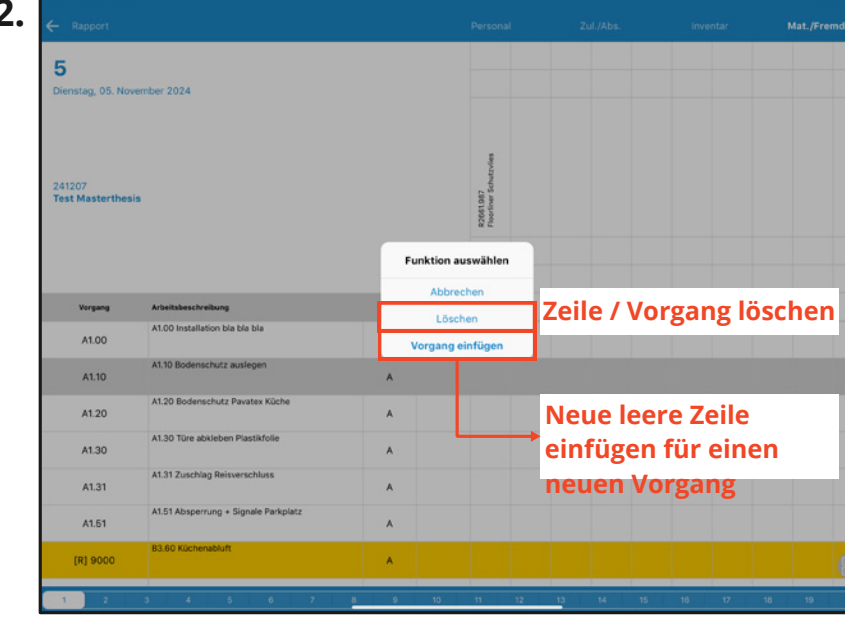

-  1. **Feld anklicken**
-  2. **Suchfunktion kann benutzt werden**  
**1. auswählen**
-  3. **Inventar ist eingetragen**

13

**Bearbeitung: Zeilen oder Spalten löschen**

Zeilen oder Spalten können gelöscht werden. Es können auch noch Zeilen oder Spalten ergänzt werden.

**Notizen:**

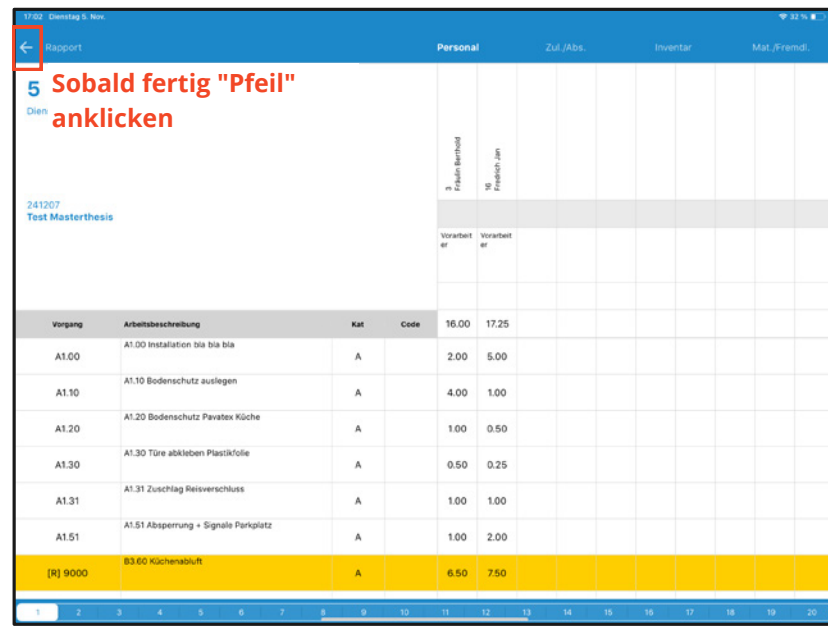
-  1. **Zeile oder Spalte lange gedrückt halten**
-  2. **Zeile / Vorgang löschen**  
**Neue leere Zeile einfügen für einen neuen Vorgang**
-  3. **Spalte löschen**  
**Neue leere Spalte einfügen**

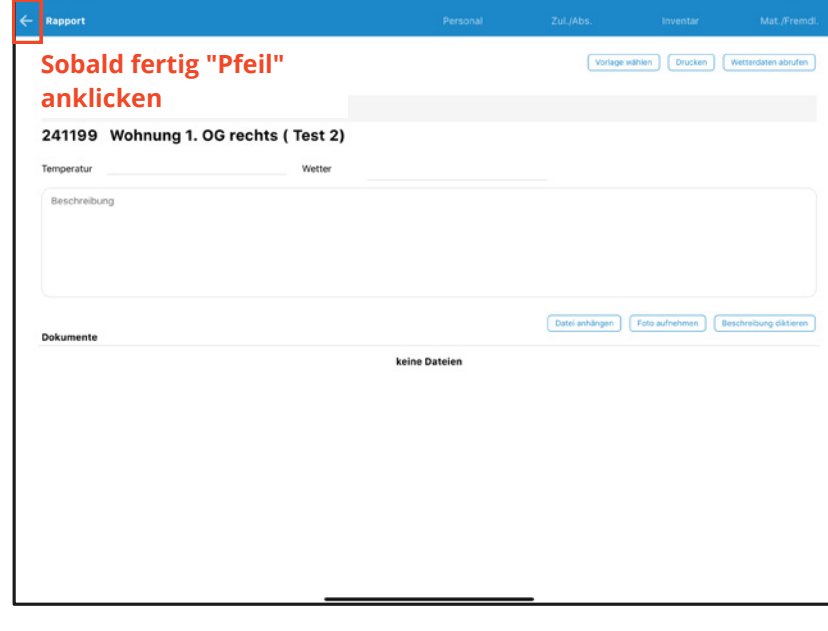
16

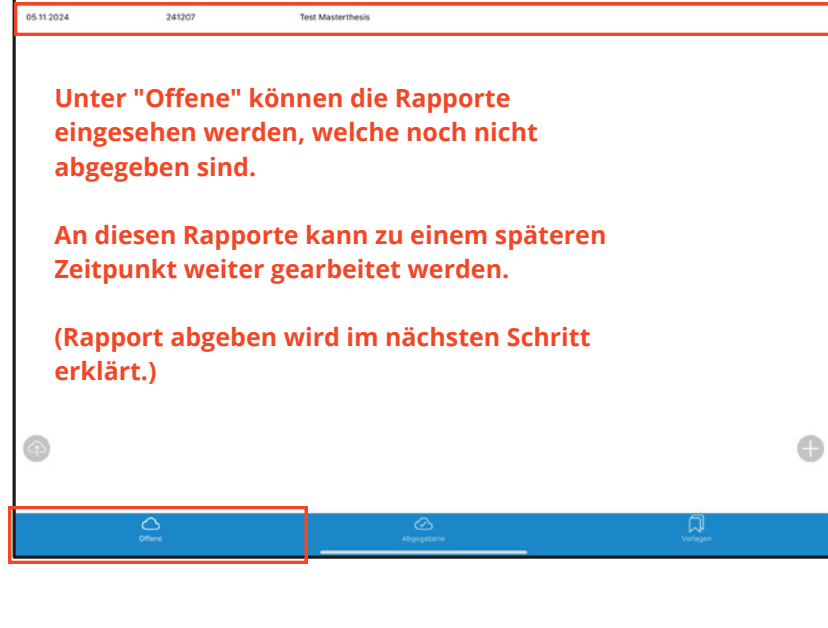
# Anhang I: Anleitung Teil 3/3: myRapport App der Sorba EDV AG

### Fertigstellung: Rapport schliessen

Sobald alles eingetragen ist, wird der Pfeil angeklickt, ihr kommt zurück zur Übersicht des Rapports.

- 

Sobald fertig "Pfeil" anklicken
- 

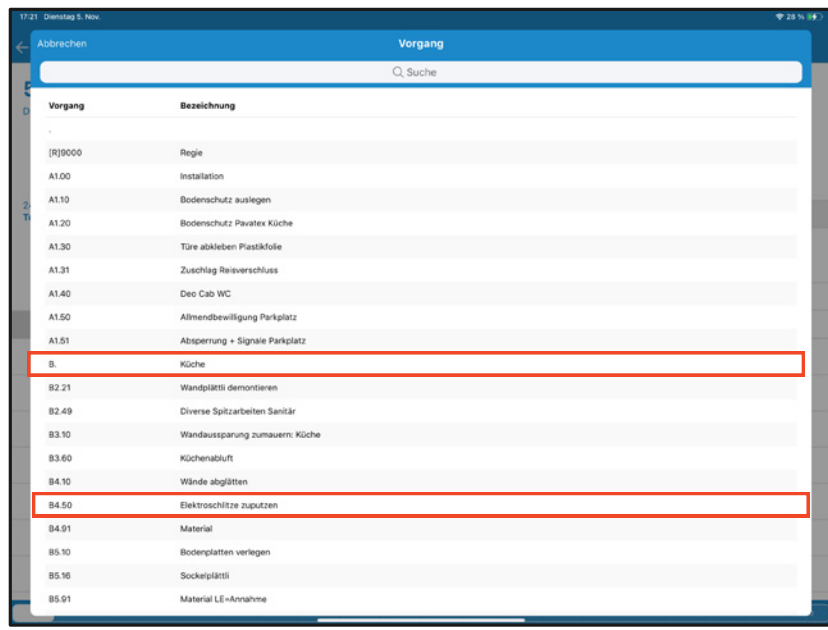
Sobald fertig "Pfeil" anklicken
- 

Unter "Offene" können die Rapporte eingesehen werden, welche noch nicht abgegeben sind.  
An diesen Rapporte kann zu einem späteren Zeitpunkt weiter gearbeitet werden.  
(Rapport abgeben wird im nächsten Schritt erklärt.)

Notizen:

17

### Aufbau vom Rapport: Namens- bzw. Zahlen-Konvention

- 

Buchstabe A ist Installation  
Buchstabe B-Z sind Räume (letzter Buchstabe ist Mulde)

100 - 199 = Installation  
200 - 299 = Abbrucharbeiten  
300 - 399 = Mauerarbeiten  
400 - 499 = Gipsarbeiten  
500 - 599 = Plattenlegerarbeiten

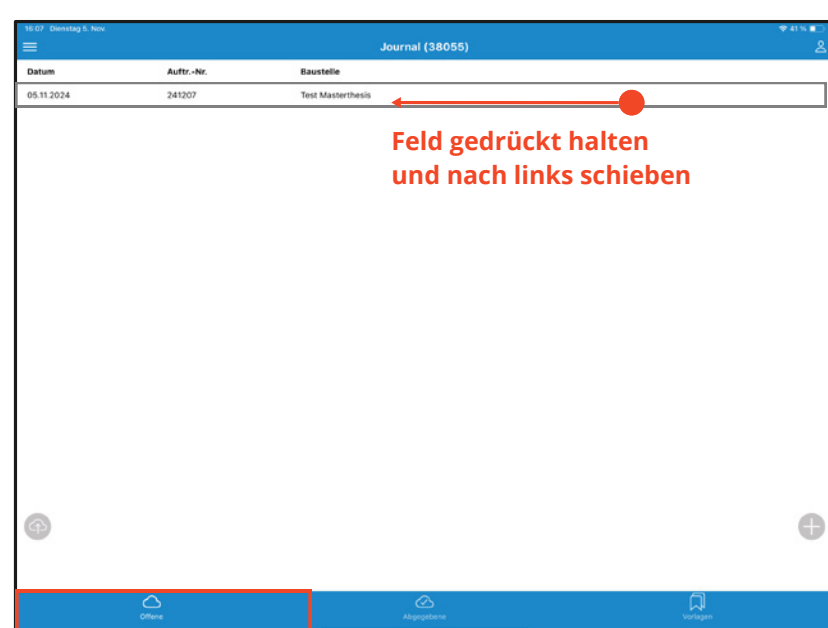
Beispiel B4.50 Elektroschlitze zuputzen:  
B -> Raum = Küche  
4 -> Gewerk = Gips  
5 -> Arbeitstyp = Gips in Kombination mit Elektriker  
0 -> Arbeit = Elektroschlitze zuputzen


Notizen:

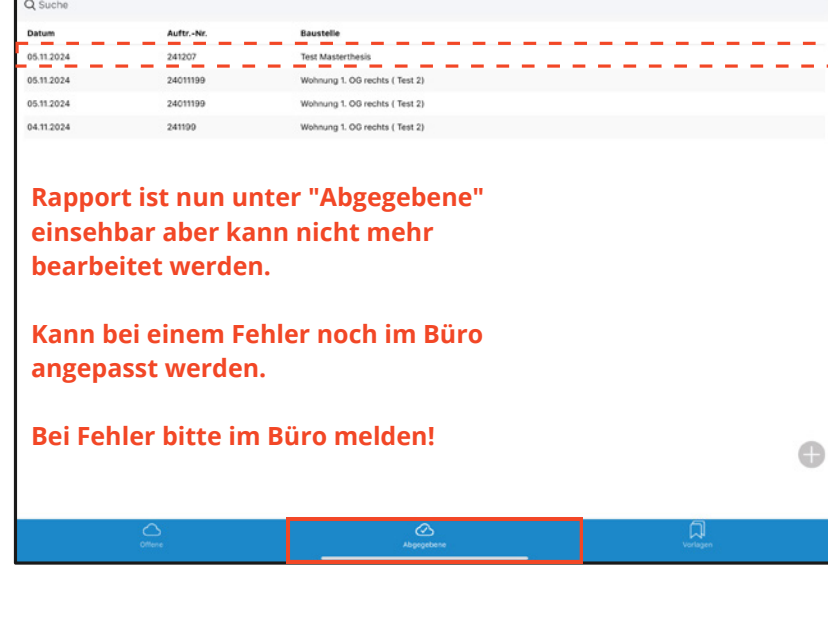
20

### Fertigstellung: Rapport abgeben

Für die Abgabe des Rapports müssen folgende Schritte getätigt werden.  
Weitere Funktionen: Neu mit Mengen, Neu, Löschen und zur Vorlage kopieren (siehe Schritt 2.)

- 

Feld gedrückt halten und nach links schieben
- 

Rapport abgeben.  
-> Kann danach nicht mehr bearbeitet werden! (Nur noch im Büro)
- 

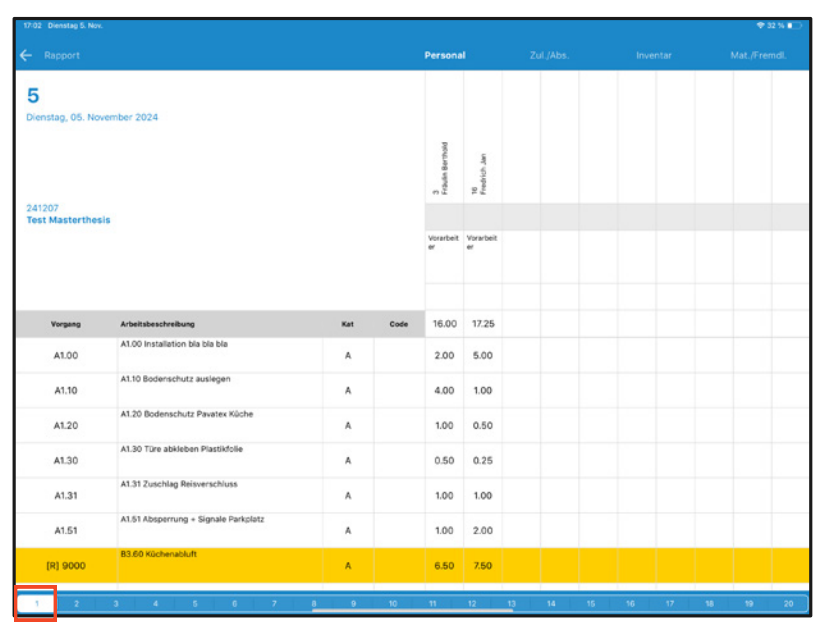
Rapport ist nun unter "Abgegeben" einsehbar aber kann nicht mehr bearbeitet werden.  
Kann bei einem Fehler noch im Büro angepasst werden.  
Bei Fehler bitte im Büro melden!


Notizen:

18

### Achtung: Kalenderwochen

Falls ein Rapport über mehrere Wochen geht kann zwischen den Kalenderwochen gewechselt werden. -> Häufig wird versehentlich drauf gedrückt. Daten sind nicht weg -> Sind in Kalenderwoche 1

- 

Kalenderwoche 1
- 

Kalenderwoche 2

Felder sind "leer"

Notizen:

19

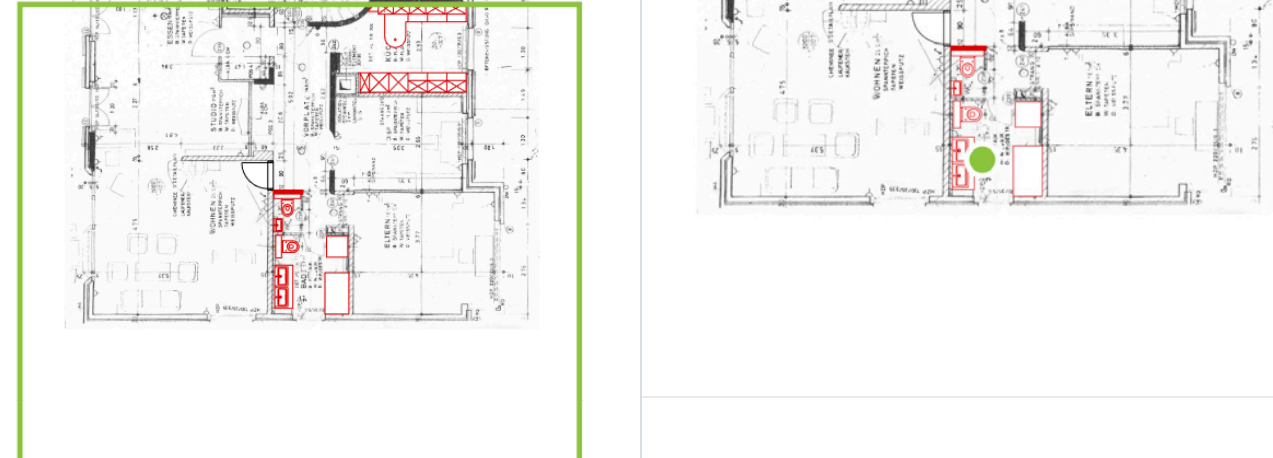




# Anhang L: Dokumentation Baufortschritt in Dalux

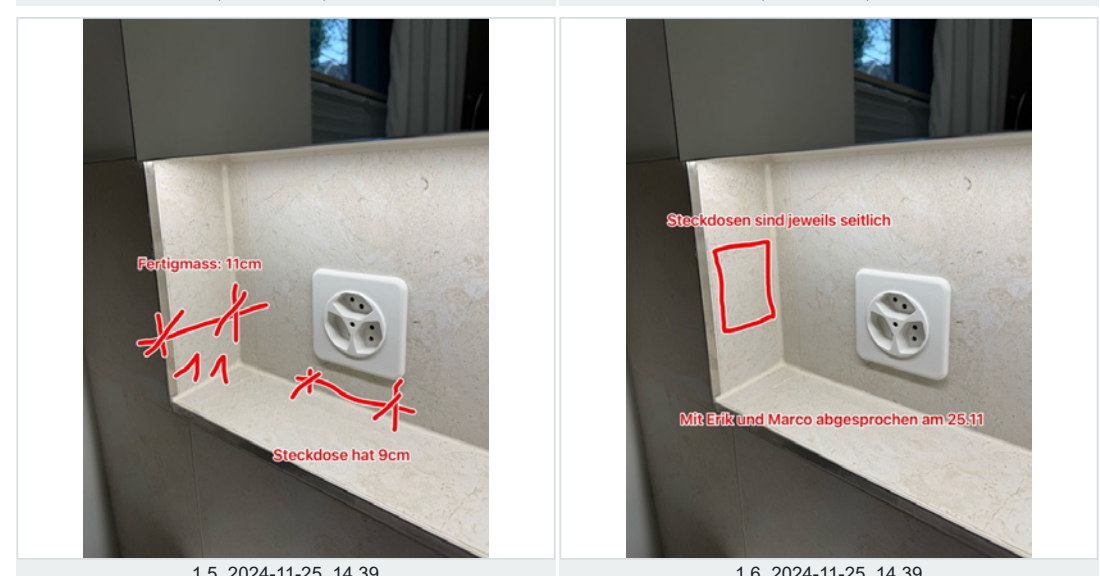
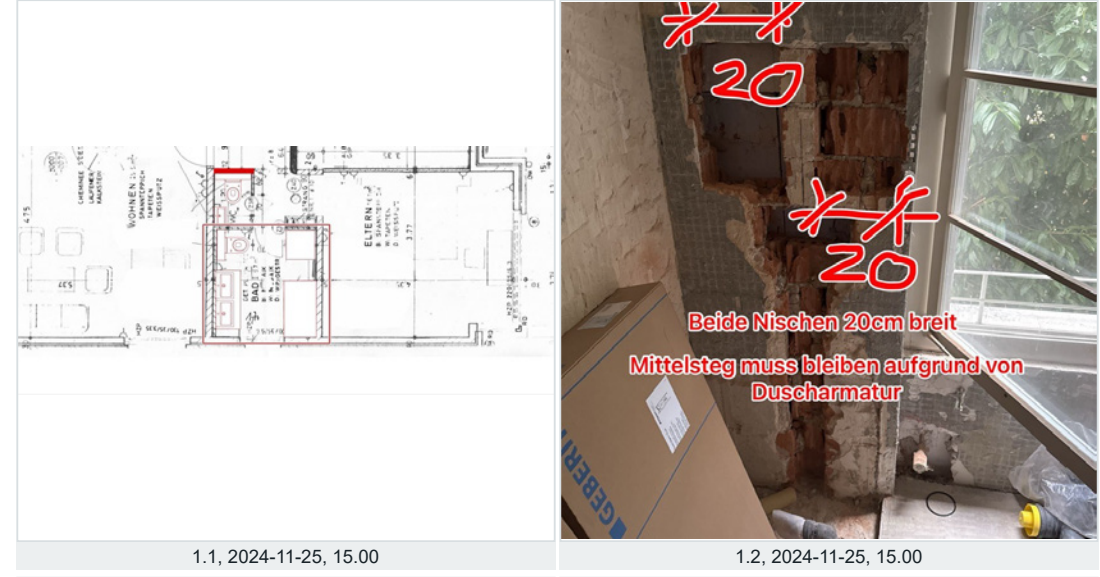
## Dokumentation Gipsarbeiten im Bad Teil 1/3

Gips2 C4 Gipsarbeiten			
Projekt	Segen GmbH	Arbeitspaket	02_Gipsarbeiten
Gebäude		Workflow	Bauablauf -> Gipsarbeiten
Ebene	Grundriss	Erstellungsdatum	25. Nov 2024, 15:05
Zeichnung	01_Grundriss_Allgemein	Frei	10. Dez 2024
Koordinaten	-1478 1313 3000	Erstellt von	Tim Siegh, Segen GmbH
		Verantwortlichkeit	(Freigegeben, geschlossen)
Startdatum (geplant)	25. November 2024	Vorgang 4	C450 Elektroarbeiten ausarbeiten
Vorgang 1	C410 Handarbeiten abgeben	Vorgang 5	C310 Mauerarbeiten: Wandausparung zumauern
Vorgang 2	C441 Vorwand: Rückverankerung erstellen + ausfüllen für Installationsleitungen Vorwand erstellen	Vorgang 6	
Vorgang 3	C442 Spiegelstank: Nische ausbilden		



25. Nov 2024, 15:05  
An Segen GmbH zugewiesen

Erstellt von: Tim Siegh, Segen GmbH  
Empfänger: Erik Nowe, Segen GmbH  
Titel: C4 Gipsarbeiten  
Frei: 10. Dez 2024



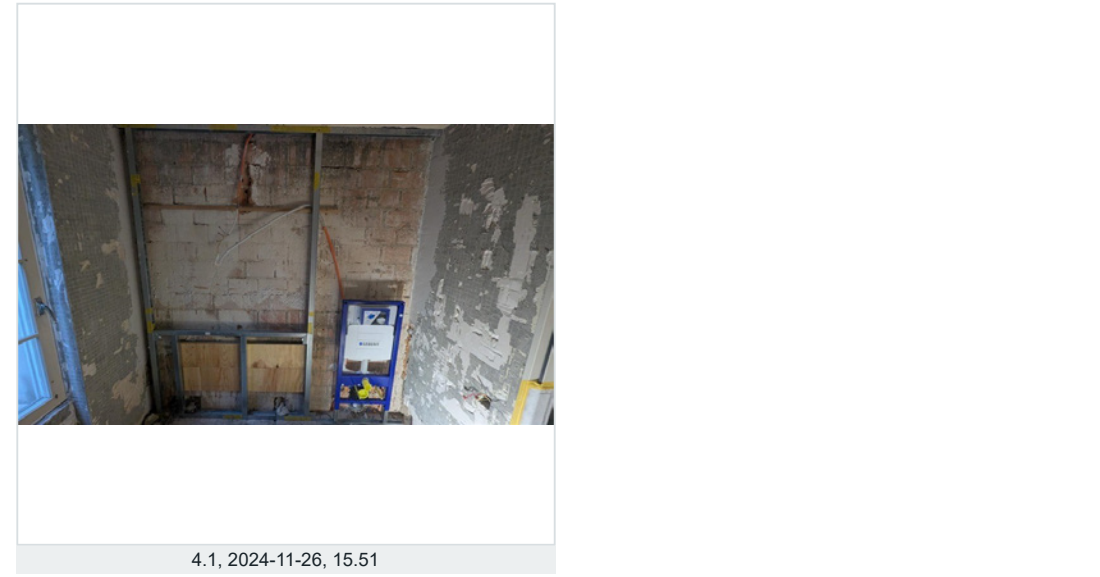
25. Nov 2024, 15:33



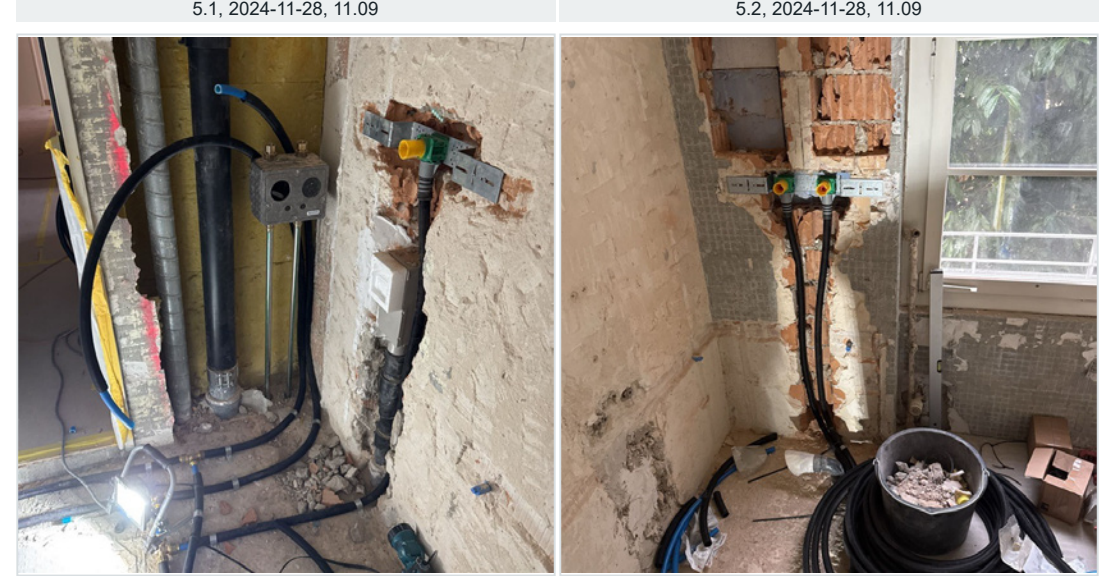
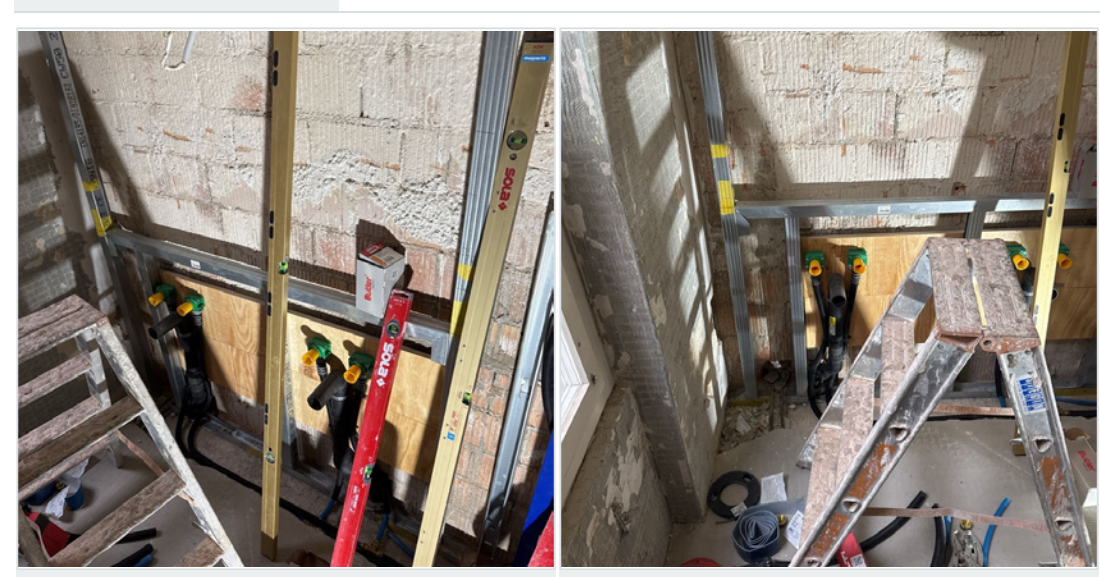
25. Nov 2024, 15:39



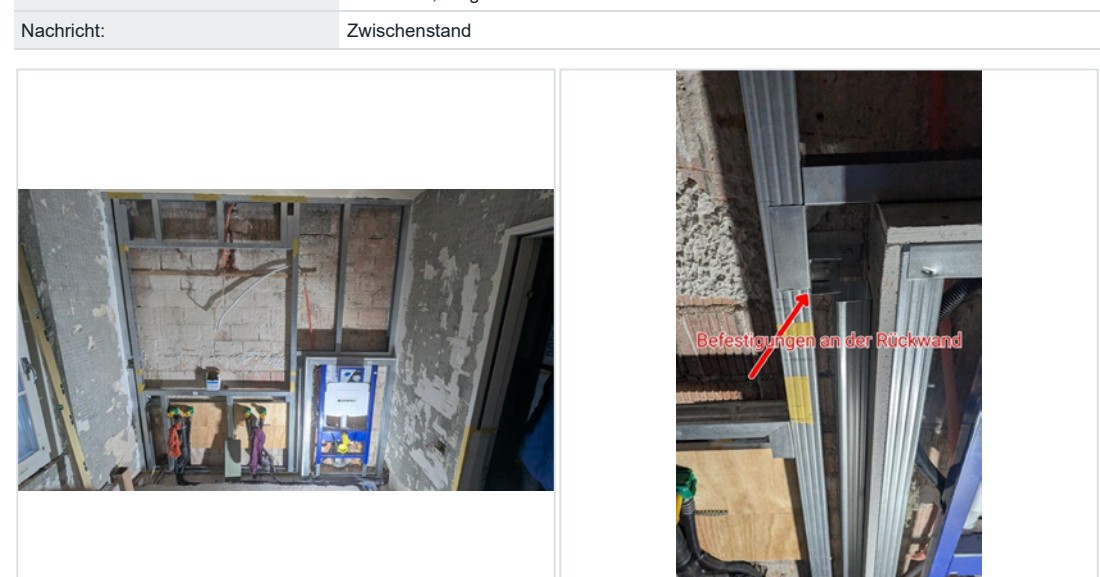
26. Nov 2024, 16:28



28. Nov 2024, 11:12



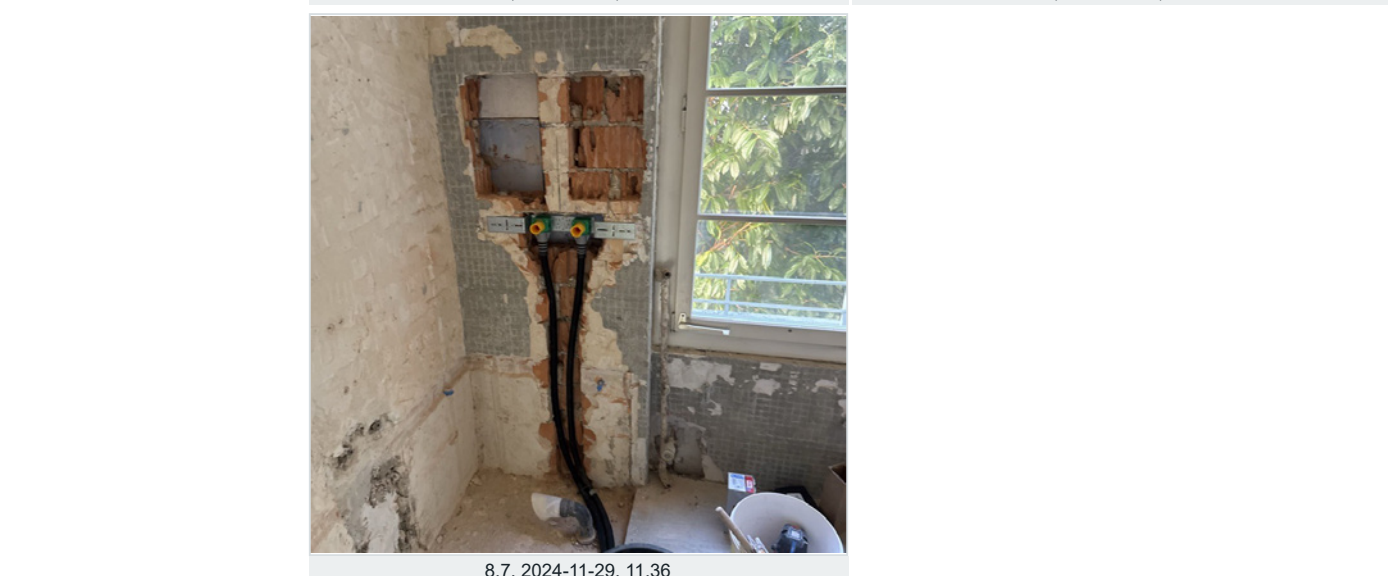
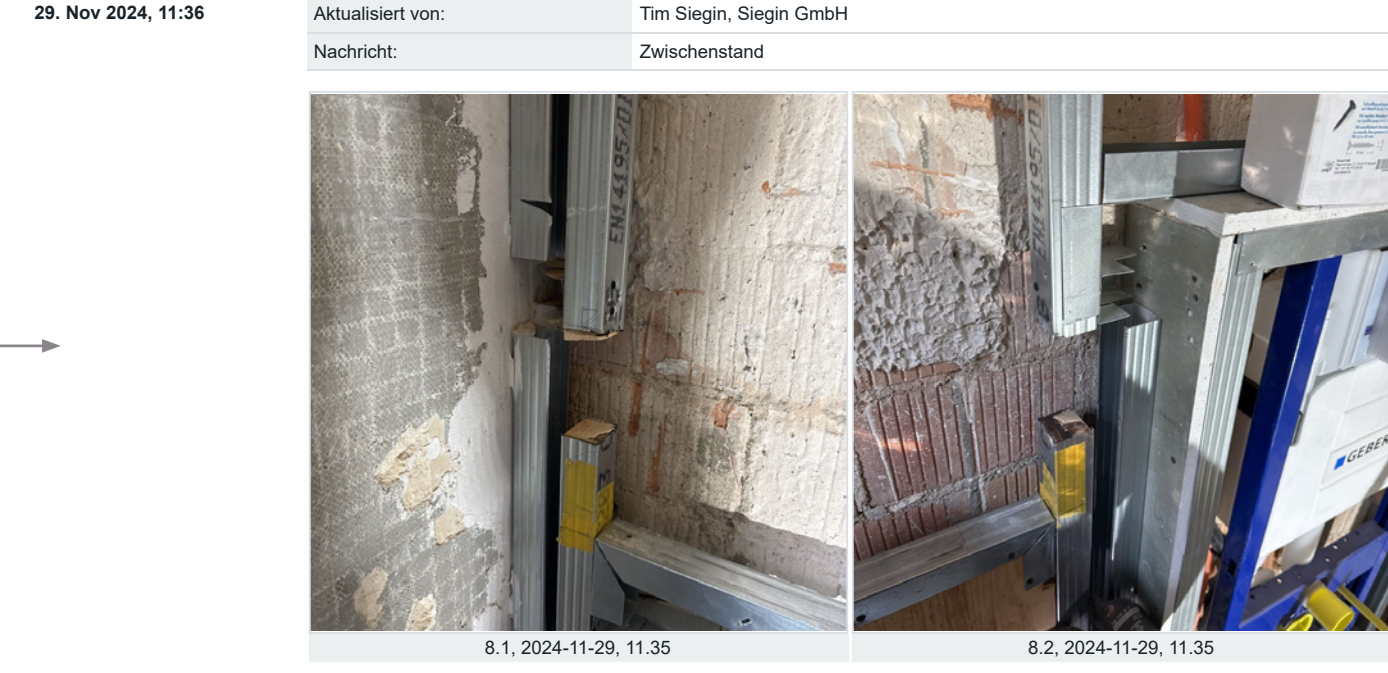
28. Nov 2024, 17:56



29. Nov 2024, 10:03



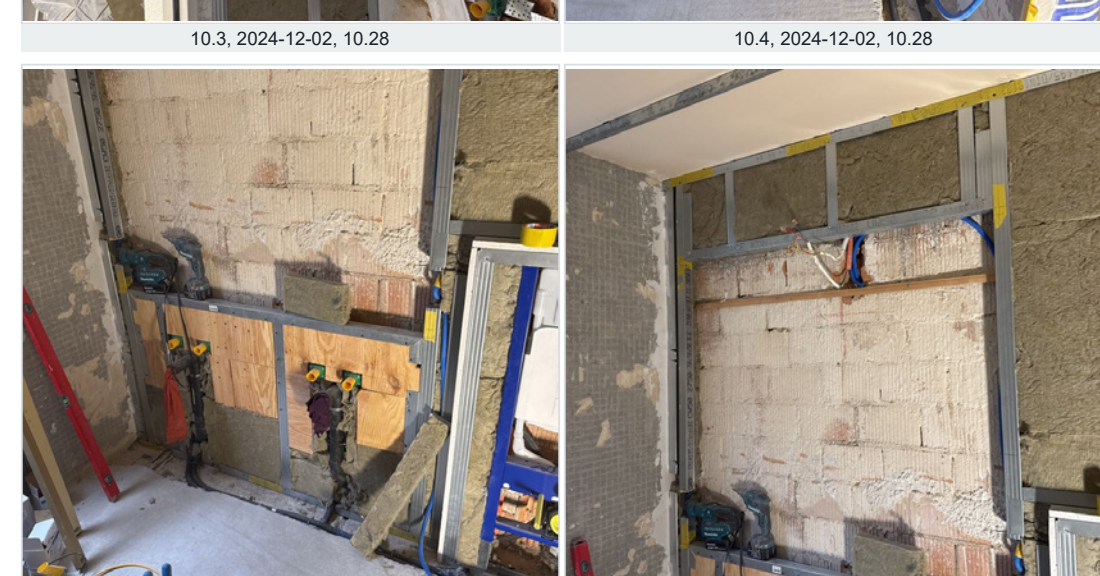
## Dokumentation Gipsarbeiten im Bad Teil 2/3



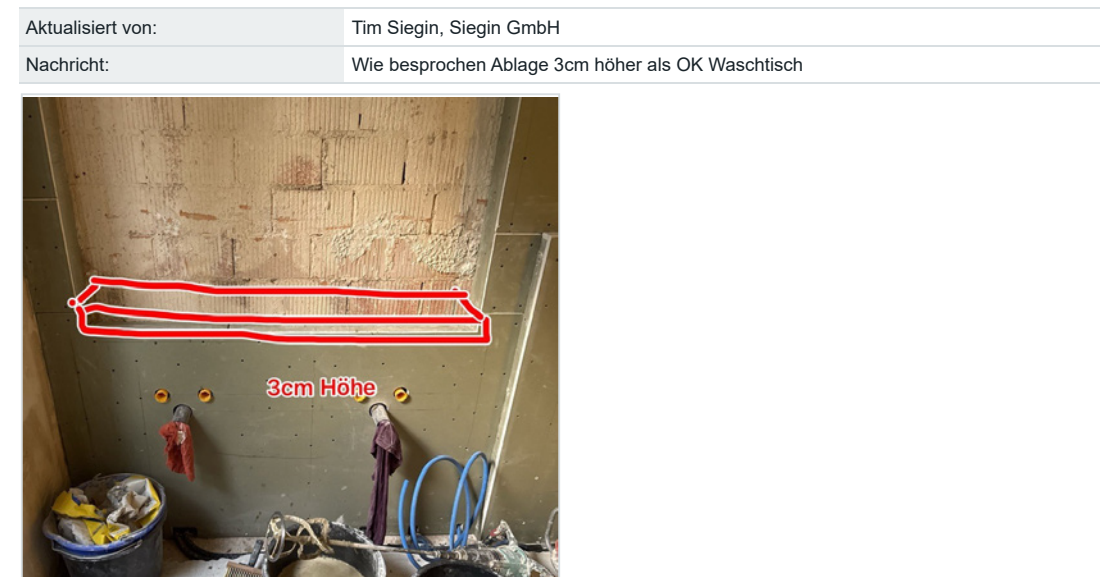
29. Nov 2024, 19:09



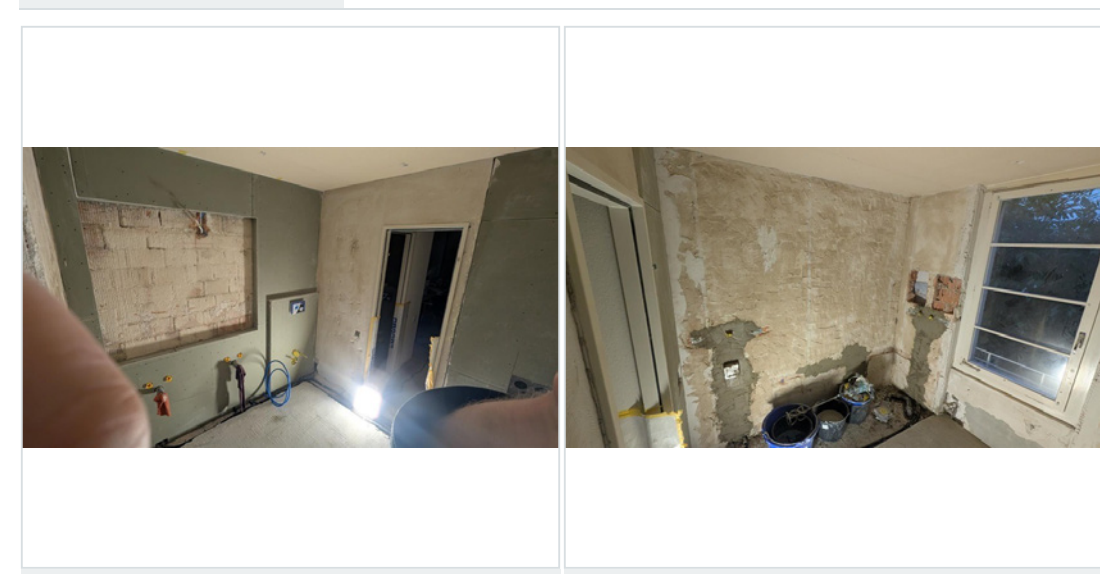
2. Dez 2024, 10:28



3. Dez 2024, 15:28



3. Dez 2024, 16:43



4. Dez 2024, 17:14



5. Dez 2024, 13:32



## Dokumentation Gipsarbeiten im Bad Teil 3/3



5. Dez 2024, 13:42



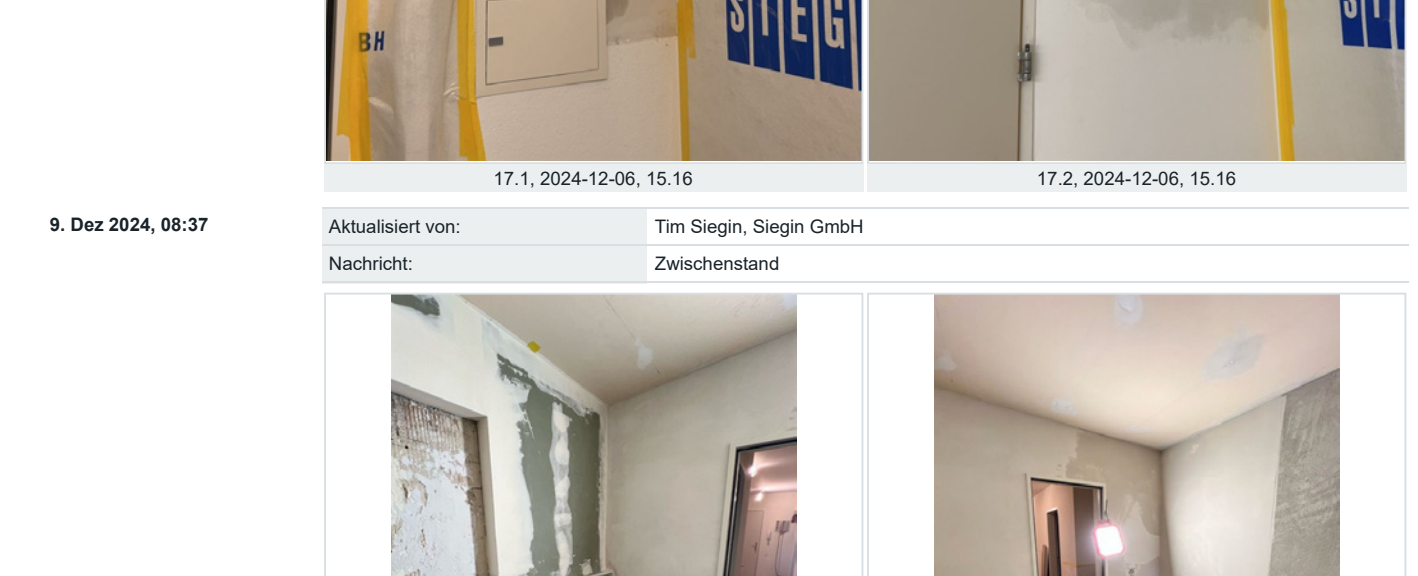
5. Dez 2024, 13:53



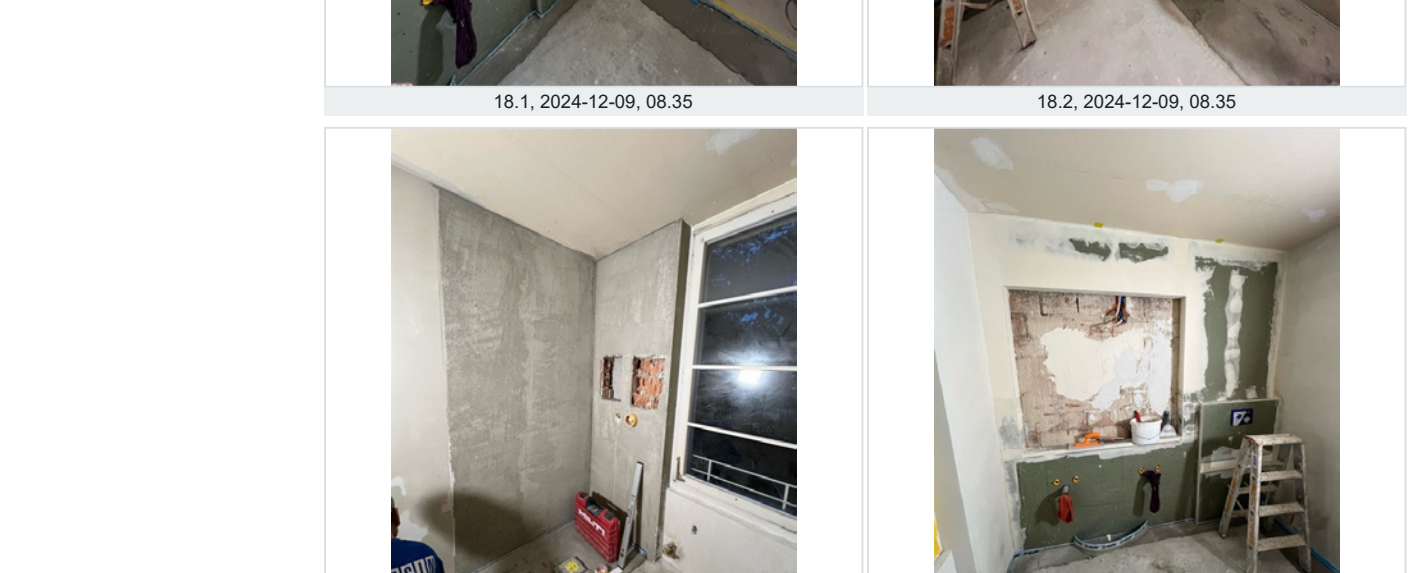
6. Dez 2024, 15:17



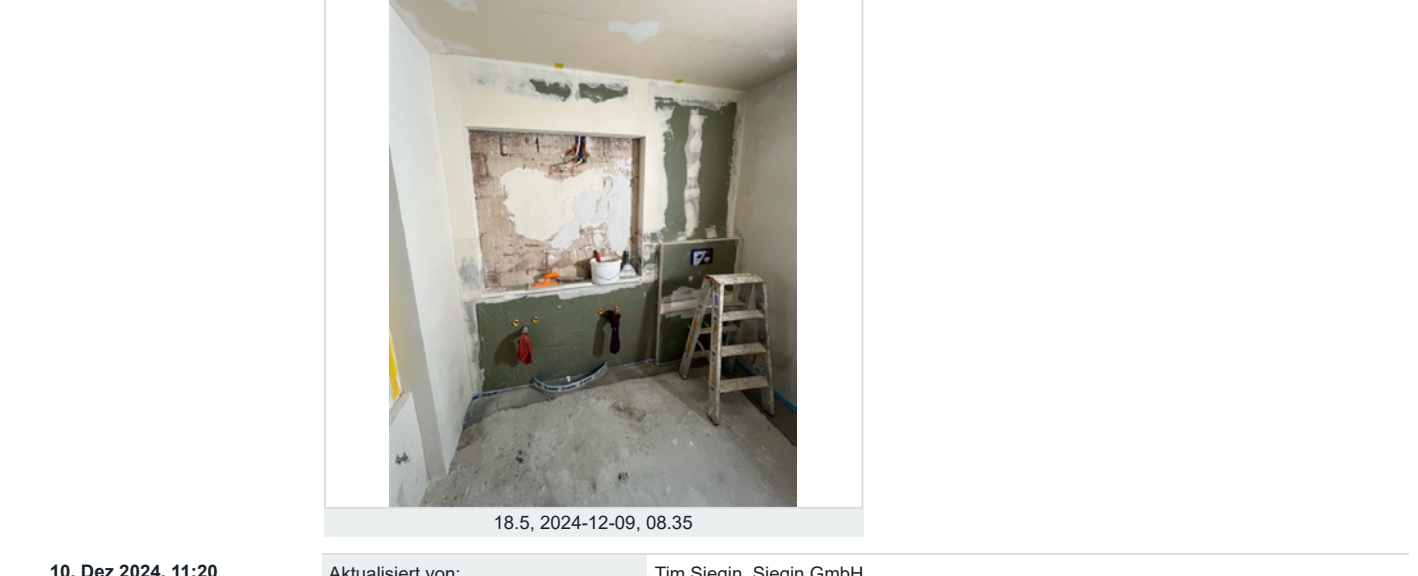
9. Dez 2024, 08:37



10. Dez 2024, 11:20



10. Dez 2024, 11:22



12. Dez 2024, 16:32



13. Dez 2024, 13:41



12. Dez 2024, 16:32



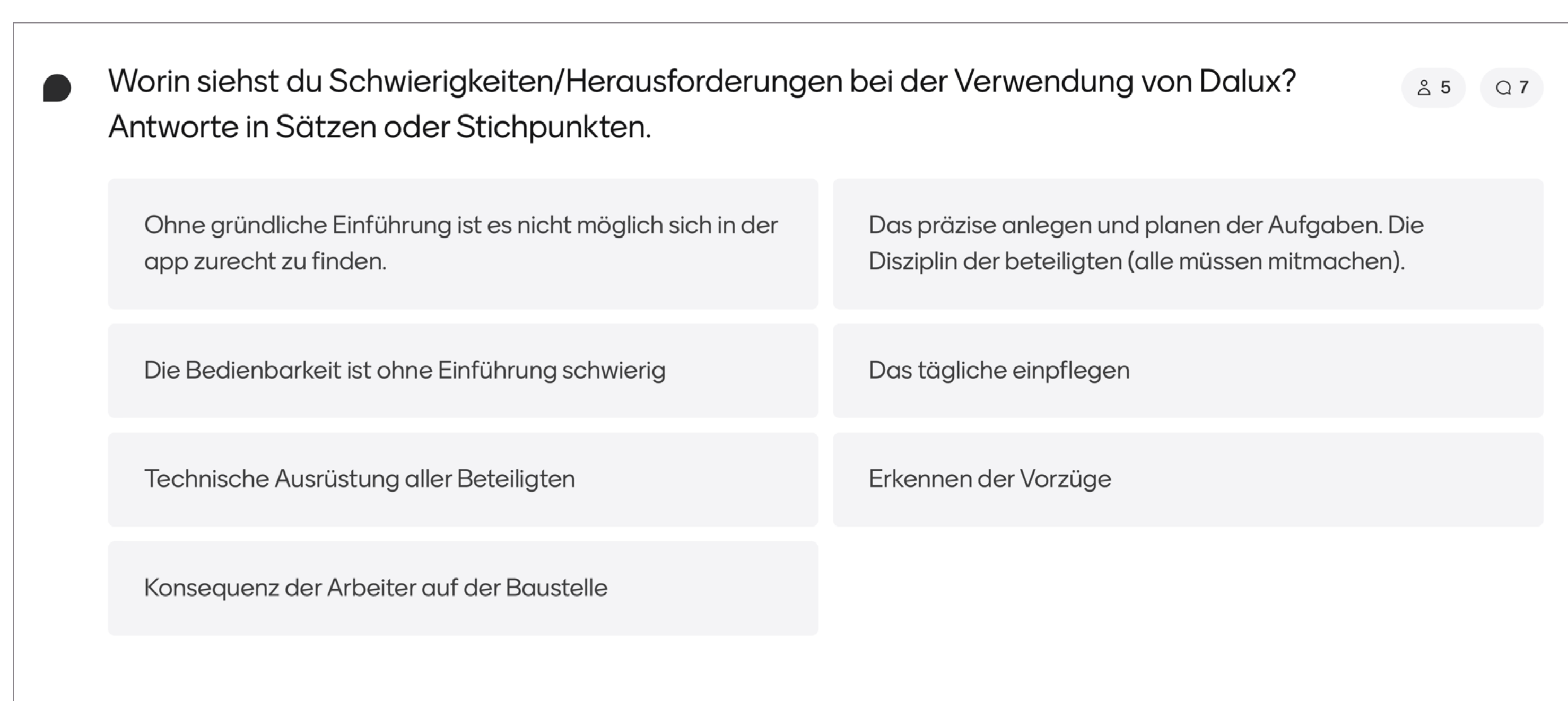
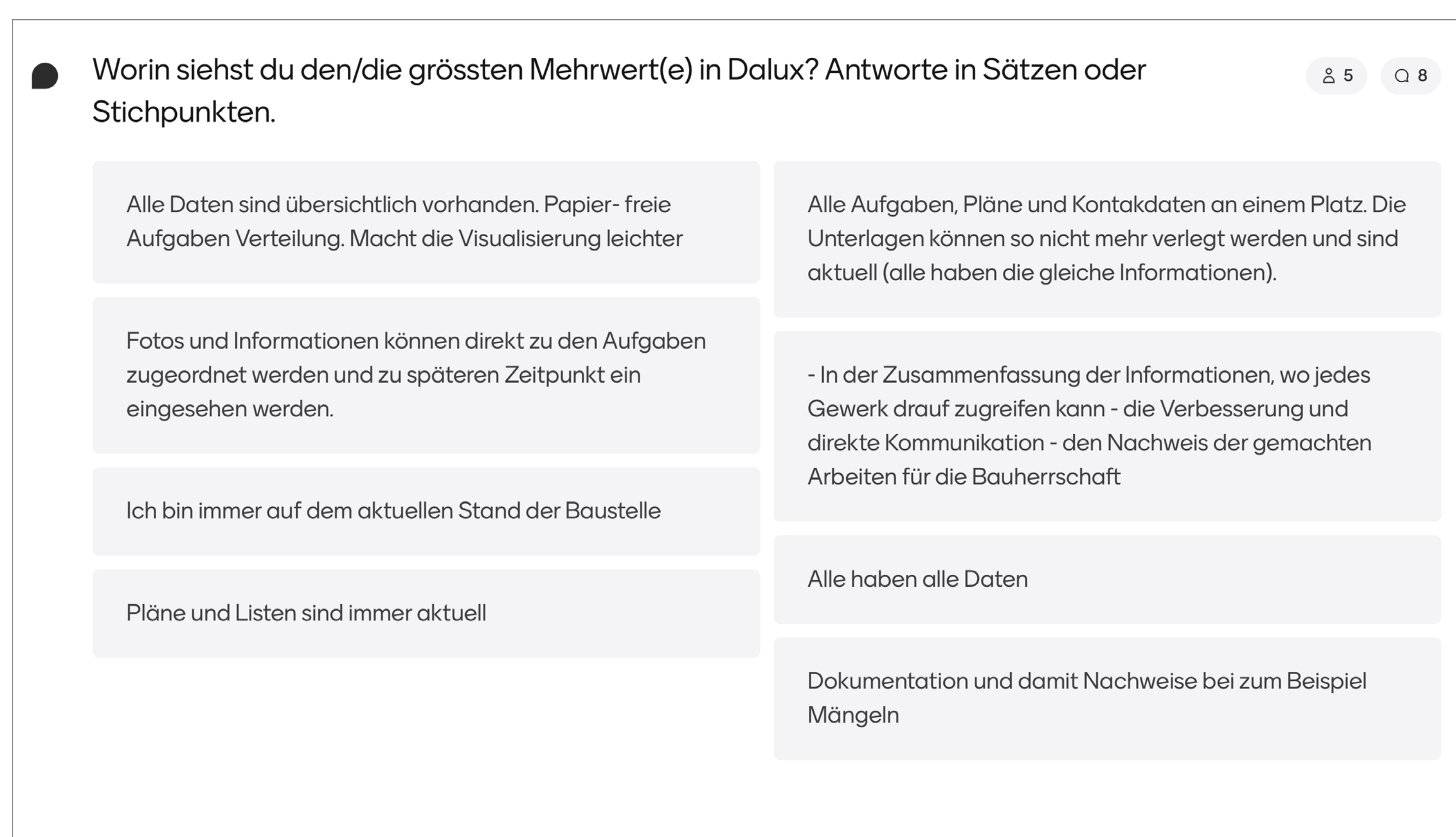
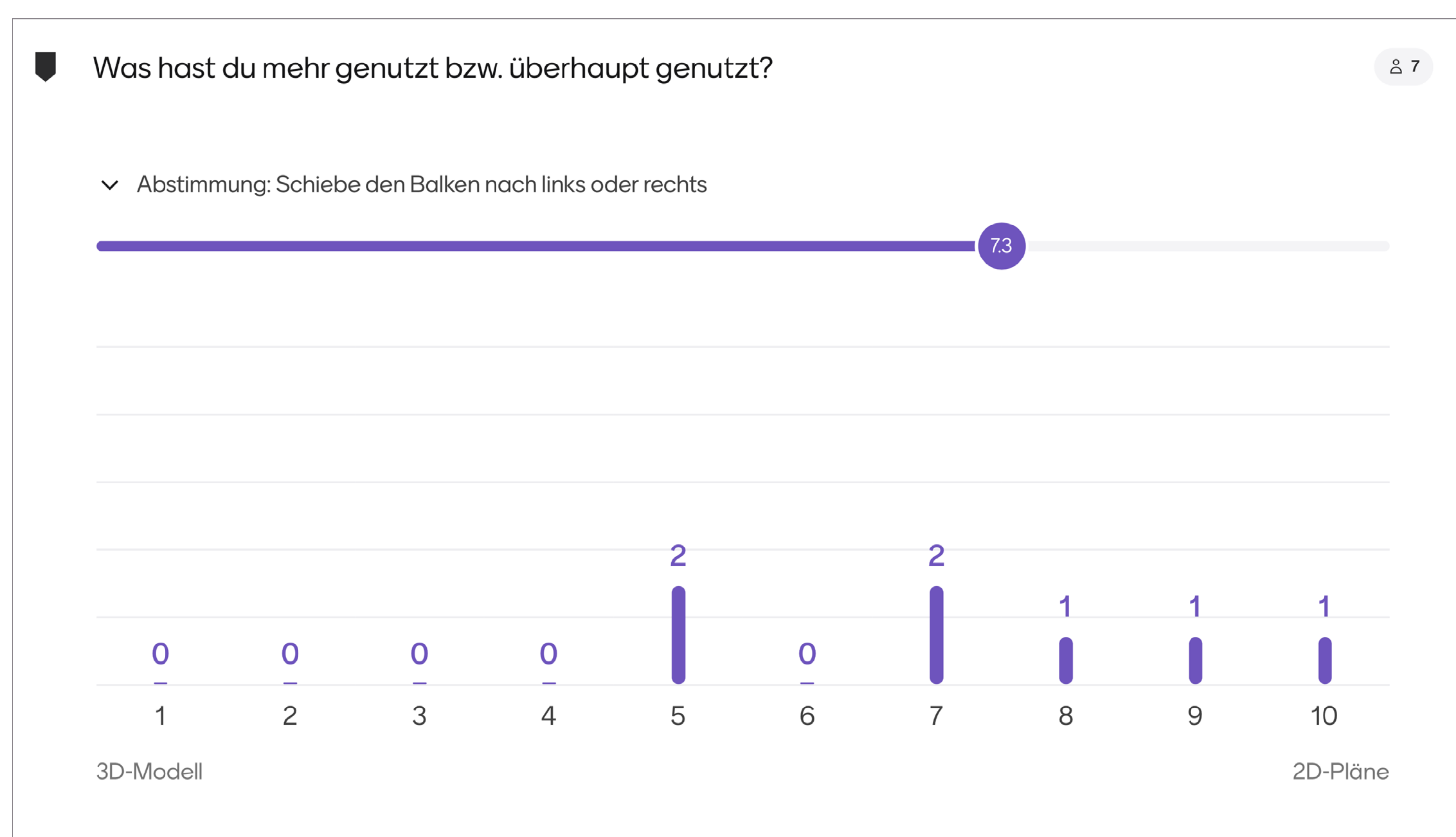
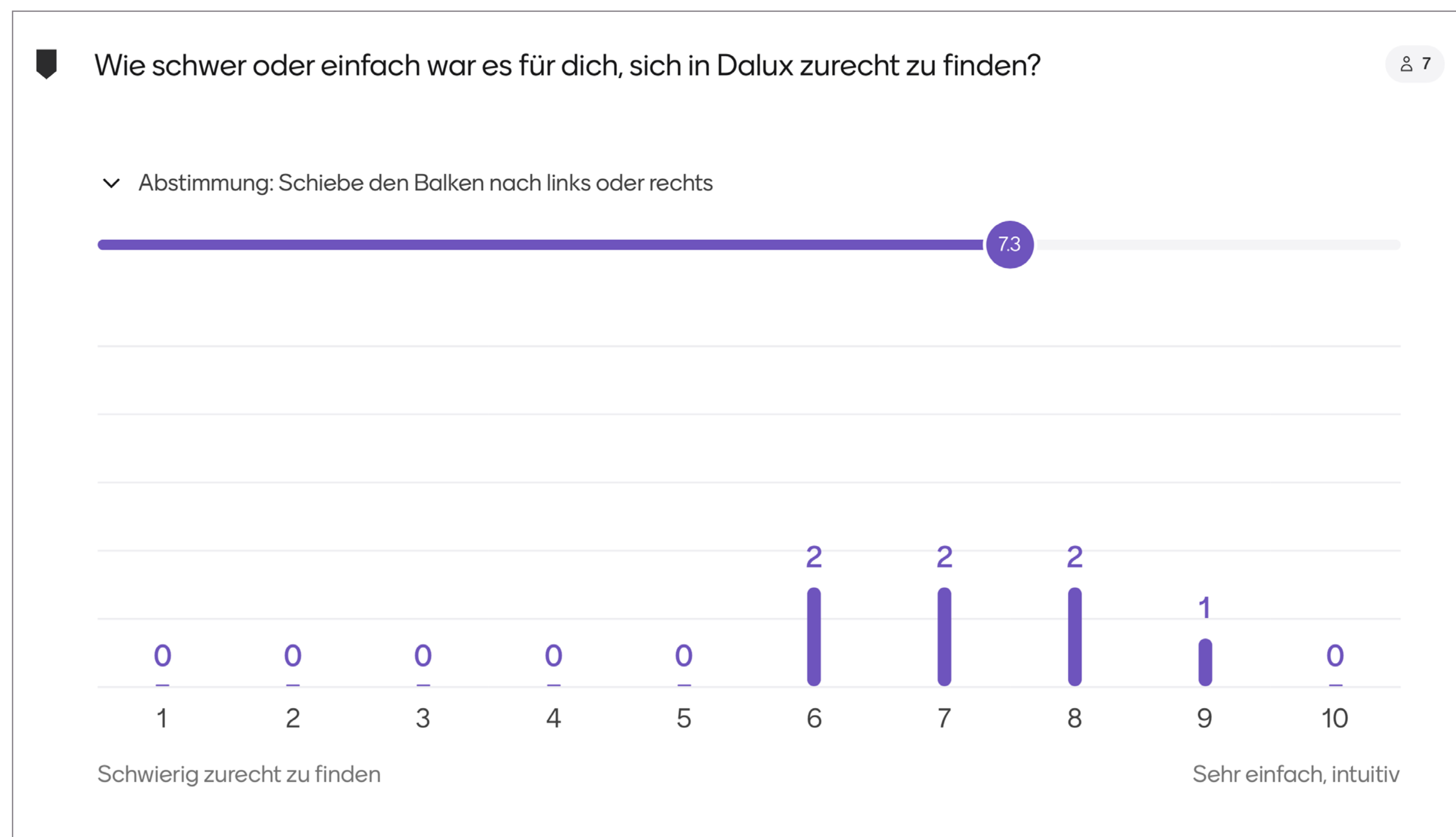
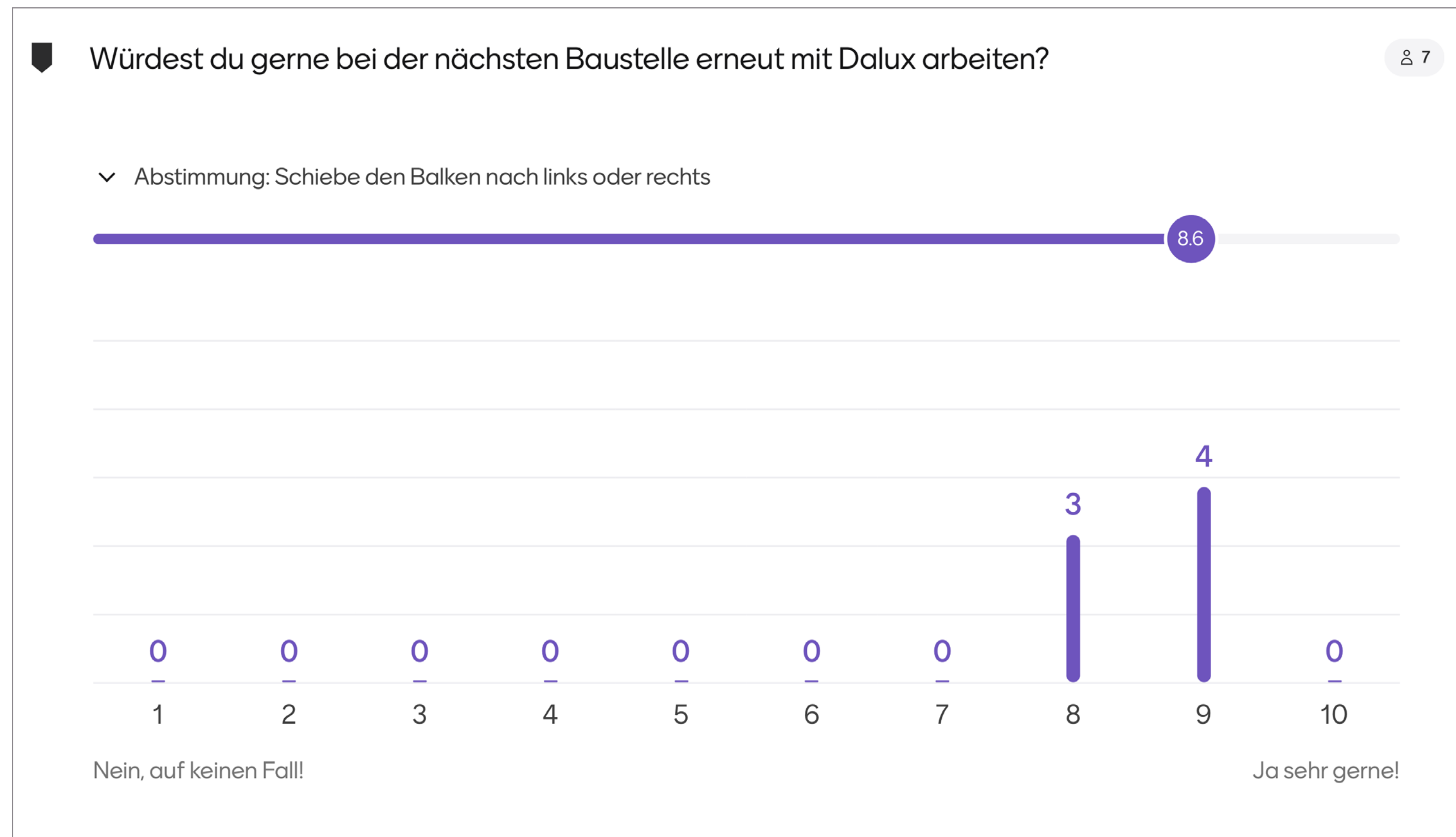
13. Dez 2024, 13:41



13. Dez 2024, 13:41

# Anhang M: Resultate der Umfragen in Mentimeter

Resultate der Umfrage zur DaluxField App von Dalux ApS



Resultate der Umfrage zur myRapport App von Sorba EDV AG

