

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

BETONELEMENT- ODER ORTBETONBAU?

EIN PROJEKTSPEZIFISCHER VERGLEICH DER VARIANTEN, BAUZEIT UND KOSTEN ANHAND EINES REFERENZPROJEKTES IN UZNACH – WAS BIETET SICH RÜCKWIRKEND BETRACHTET BESSER AN?

Experte: Antonio De Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Bauherrschaften und Bauleiter stehen in einer frühen Projektphase vor der Entscheidung, ob der Betonelementbau oder der Ortbetonbau die geeignetere Variante für ihr auszuführendes Projekt ist. Im Mittelpunkt dieser Entscheidung stehen die Bauzeit und die Kosten, da sie den Projektlauf und die termingerechte Fertigstellung massgeblich beeinflussen.

Die vorfabrizierte Bauweise mit Betonelementen gilt als etablierte Methode, um Bauzeiten zu verkürzen und eine hohe Qualität durch industrielle Fertigung zu sichern. Sie ermöglicht eine wetterunabhängige Produktion im Werk und eine schnelle Montage auf der Baustelle. Gleichzeitig erfordert diese Bauweise eine sehr detaillierte Planung im Vorfeld. Werkpläne, Einbauteile und Schnittstellen müssen vollständig abgestimmt sein, da nachträgliche Anpassungen auf der Baustelle nur schwer und mit hohen Kosten möglich sind. Hinzu kommen Abhängigkeiten von Lieferanten und Transporten, die exakt auf den Bauablauf abgestimmt sein müssen, damit der Montageprozess reibungslos erfolgen kann.

Der konventionelle Ortbetonbau benötigt zwar mehr Zeit und Personal für Schalung, Bewehrung und Betonagen, bietet jedoch eine wichtige Stärke – eine hohe Flexibilität in der Ausführung. Anpassungen können direkt auf der Baustelle vorgenommen werden und der Bauablauf lässt sich einfacher steuern. Die geringere Anzahl an Schnittstellen reduziert zudem organisatorische Risiken. Dadurch verläuft der Bauprozess ruhiger und stabiler, auch wenn die reine Bauzeit theoretisch etwas länger sein kann.

Das Ziel meiner Diplomarbeit war es, beide Bauweisen anhand eines realisierten Neubaus systematisch miteinander zu vergleichen. Im Zentrum der Analyse standen Bauzeit, Baustelleneinrichtung, Schnittstellen, Organisation und Kosten. Von zentraler Bedeutung war der fixe Eröffnungstermin, der von der Bauherrschaft verbindlich festgelegt wurde.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse hat gezeigt, dass der Einsatz von Betonelementen in der Praxis deutlich komplexer war, als es die Theorie erwarten liess. Zwar brachte die Bauweise viele Vorteile mit sich, gleichzeitig stellte sie aber auch hohe Anforderungen an Planung und Koordination. Der Bauablauf war stark von der termingerechten Lieferung der Fertigteile sowie von einer präzisen Abstimmung der zahlreichen Schnittstellen geprägt. Besonders anspruchsvoll war die Koordination mit den Gewerken Abdichtung und Holzbau. Zusätzlich führten Planungsänderungen und Planlieferverzug dazu, dass laufend neue Grundlagen berücksichtigt werden mussten, was den Organisationsaufwand erhöhte und zu Wartezeiten auf der Baustelle führte. Um den fixen Eröffnungstermin dennoch sicherzustellen, wurden verschiedene Beschleunigungsmassnahmen ergriffen. Diese erlaubten es, den Baufortschritt einzuhalten, verlangten jedoch eine enge Abstimmung aller Beteiligten und minderten den ursprünglich erwarteten Zeitvorteil der Elementbauweise.

Im Vergleich dazu hätte der Ortbetonbau eine deutlich höhere Flexibilität auf der Baustelle ermöglicht. Trotz Planungsänderungen und Planlieferverzug wäre es möglich gewesen, kontinuierlich weiterzuarbeiten. Die Planung von Ortbetonbauteilen ist wesentlich einfacher als bei Betonelementen. Anpassungen können direkt vor Ort erfolgen und hätten ohne Rückmeldungen aus der Werkplanung umgesetzt werden können. Zwar wäre die Bauzeit in der Theorie etwas länger ausgefallen. In der Praxis jedoch hätte der Ortbetonbau ohne die Wartezeiten, die beim Elementbau durch Planungsänderungen und Planlieferverzug entstanden sind, zu einem schnelleren Baufortschritt geführt. Damit hätte sich der fixe Eröffnungstermin insgesamt zuverlässiger absichern lassen, da ein kontinuierlicher Bauablauf gewährleistet gewesen wäre.

Auch die Kostenanalyse zeigt klare Unterschiede. Während der Ortbetonbau in der Theorie teurer erscheint, verdeutlichen die realen Marktbedingungen, dass er wirtschaftliche Vorteile geboten hätte. Unter Einbezug der Mehraufwände durch Planungsänderungen, des Planlieferverzugs und der zusätzlichen Beschleunigungsmassnahmen beim Elementbau wäre er insgesamt kostengünstiger gewesen.

Zusammenfassend wird deutlich, dass beide Bauweisen ihre Stärken haben. Die Entscheidung muss stets projektspezifisch getroffen werden. Dabei ist es wichtig, sich bewusst zu sein, dass insbesondere die Elementbauweise alle Planungsvorleistungen vor der Ausführung erfordert, während der Ortbetonbau durch eine schnellere und einfachere Planung überzeugt. Rückwirkend betrachtet erwies sich für das untersuchte Referenzprojekt jedoch der Ortbetonbau als vorteilhafter, da er organisatorische Sicherheit bot, die Einhaltung des fixen Eröffnungstermins zuverlässiger unterstützt hätte und zudem wirtschaftlich günstiger gewesen wäre.



Mathias Zwysig



Betonelementbau vs. Ortbetonbau



Anlieferung der vorfabrizierten Wandelemente



Montage der vorfabrizierten Wandelemente



Drohnenaufnahme der Rohbauarbeiten

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

VERGLEICH VON DÜNN- UND DICHSTROMVERFAHREN

Experte: Serge Cornioley

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit untersucht systematisch die beiden gängigen Spritzbetonapplikationsverfahren – das **Dünnstromverfahren (Trockenspritzen)** und das **Dichtstromverfahren (Nassspritzen)**. Ziel ist es, die Verfahren **technisch, qualitativ und wirtschaftlich** zu vergleichen, um eine fundierte Empfehlung für die Auswahl im praktischen Baustellenalltag zu geben.

Neben einer kurzen Einführung in die Geschichte des Spritzbetons liegt der Fokus auf:

- **Anschaffungs- und Betriebskosten**
- **Leistungsdaten**
- **Verschleiss und Handhabung**
- **Qualität**
- **Einsteigerfreundlichkeit**

Ein zentrales Element ist die Berechnung des **Break-Even-Points**, um zu bestimmen, ab welcher Baustellengrösse welches Verfahren wirtschaftlicher eingesetzt werden kann.

Die Untersuchungen basieren auf:

- eigener langjähriger Praxiserfahrung
- konkreten Kalkulationen realer Baustellen
- Fachgesprächen mit Branchenexperten
- technischen Daten aus der Ausführung bei der KIBAG Tief- und Rückbau AG

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Das **Dünnstromverfahren** überzeugt auf kleinen bis mittleren Baustellen durch **geringe Investitionskosten**, hohe Flexibilität, einfache Handhabung und geringe Störanfälligkeit. Besonders gut eignet es sich für Einsteiger oder Betriebe mit gelegentlichem Bedarf an Spritzbetonarbeiten.

Bei grösserem Volumen oder steigenden Qualitätsanforderungen kommt das **Dichtstromverfahren** ins Spiel. Es liefert **konstante Ergebnisse** dank fixem Wasser-Zement-Wert, minimiert den Rückprall und ermöglicht höhere Förderleistungen – ideal z. B. im Tunnel- und Infrastrukturbau.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt klar:

- **Bis ca. 50 m³** ist das Trockenspritzverfahren – insbesondere **mit Handapplikation** – günstiger.
- **Ab ca. 50 m³** oder bei kontinuierlichem Einsatz lohnt sich der **Einsatz eines Manipulators** oder der Wechsel auf das Nassspritzen (Dichtstrom).

Schlüsselgrössen bei der Entscheidung:

- Projektvolumen
- Qualitätsanforderungen
- Förderdistanz
- Platzverhältnisse
- Verfügbarkeit von Transportbeton



Sylvio Lüönd



Nägel bohren in einer Gunitwand



Trockenspritzverfahren mit Manipulator



Erstellte Gunitwand im Trockenspritzverfahren

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU EFFIZIENZSTEIGERUNG IN HOCHHAUSSANIERUNGEN

Experte: Bruno Marcantonio

THEMA DER DIPLOMARBEIT

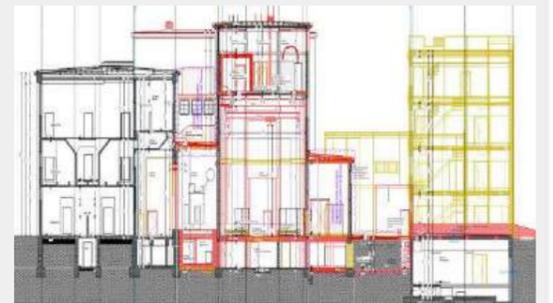
Das Unterwerk Volta in Basel ist das grösste der sieben Unterwerke der IWB und dadurch ein zentraler Knotenpunkt für die Stromversorgung der Stadt Basel. Bis 2029 werden diese Gebäude saniert, inklusive Erdbebenertüchtigung. Um die Arbeiten bestmögliche auszuführen, muss der Einsatz aller beteiligten Ressourcen optimiert werden. Durch eine frühzeitige Planung der Renovierung ist es möglich, eine gute Arbeitsvorbereitung zu realisieren. Die Arbeit unterstreicht die Bedeutung der Vorbereitung, beginnend mit der Projektdokumentation in den ersten Phasen des Prozesses. In einem detaillierten Programm werden die Phasen und Ziele des Projekts definiert, um den Einfluss auf Qualität und Kosten zu kontrollieren.

ERKENNTNISSE UND RESULTATE

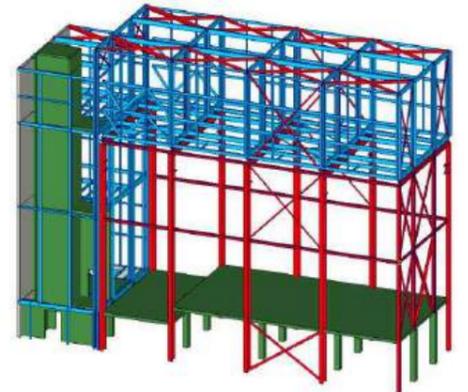
Es liegt in der Verantwortung des Bauführers, den Ausrüstungsplan, die Leistung, die Kosten, den Zeitplan zu entwickeln. Die tägliche Arbeitszeit und die Wartungstermine sind angemessen zu berücksichtigen. Da sich die Arbeiten bis 2029 erstrecken, ist es nicht möglich, eine vollständige Zusammenfassung der Funktionsweise zu ziehen. Bisher kann nur eine partielle Analyse durchgeführt werden. Und man kann daraus schliessen, dass es in den abgeschlossenen Phasen möglich war, das Ziel der Effektivität zu erreichen, da wir die Liefertermine eingehalten haben. Es war sogar möglich, die Effizienz zu steigern, weil wir Zeit gespart haben und es geschafft haben, die Phasen sogar einen Monat im Voraus zu beenden. Auf der Kostenseite war es möglich, die Kosten in einigen Stufen zu senken, die flexibel waren, und in anderen war es wichtiger, Effizienz zu erreichen, ohne die Preise senken zu können.



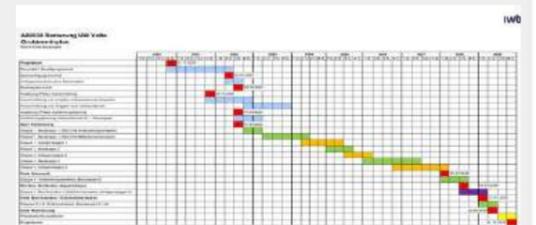
1 Denis Molina



3 Schnitt UW Volta, Rückbau, Neubau



4 Modell Stahkonstruktion



5 Gropterminplan



2 Ansicht Unterwerk Volta Basel



DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

SOFTWARE-TESTLAUF ZUR OPTIMIERUNG

DES BAUSTELLENMANAGEMENTS

Experte: Gregor Vogt

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die fortschreitende Digitalisierung stellt das Bauwesen vor grosse Herausforderungen, eröffnet aber gleichzeitig neue Chancen zur Optimierung von Prozessen. Besonders im Baustellenmanagement besteht ein hoher Bedarf an effizienten, transparenten und nachvollziehbaren Methoden, um komplexe Bauabläufe erfolgreich zu steuern. In dieser Diplomarbeit wird die Software Specter untersucht, die als digitale Lösung entwickelt wurde, um Planung, Kommunikation und Dokumentation direkt auf der Baustelle zu verbessern.

Die Anwendung ermöglicht eine modellbasierte Terminplanung, die Verknüpfung von Arbeitsschritten mit einem 3D-Modell, eine automatisierte Fortschrittskontrolle sowie eine Ereignisdokumentation in Echtzeit. Dadurch können alle Projektbeteiligten jederzeit auf aktuelle Informationen zugreifen und Abweichungen frühzeitig erkennen. Neben diesen praktischen Funktionen werden auch die theoretischen Grundlagen der Digitalisierung im Bauwesen beleuchtet. So zeigt die Arbeit auf, wie klassische, papierbasierte Methoden durch digitale Werkzeuge abgelöst werden können und welche Rolle Building Information Modeling (BIM) für die zukünftige Projektabwicklung spielt.

Ergänzend wurden Instrumente wie die SWOT- und die PESTEL-Analyse eingesetzt, um die internen Stärken und Schwächen sowie die externen Chancen und Risiken der Digitalisierung im Bauwesen systematisch zu erfassen. Dabei wird deutlich, dass digitale Hilfsmittel nicht nur technische Fragen aufwerfen, sondern auch organisatorische und personelle Aspekte betreffen. Ziel der Arbeit ist es, praxisnah zu untersuchen, wie Specter unter realistischen Bedingungen eingesetzt werden kann und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit eine Effizienzsteigerung tatsächlich erreicht wird.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

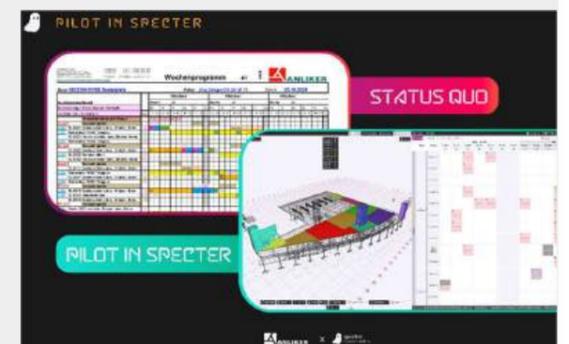
Die Untersuchung hat gezeigt, dass Specter in der Lage ist, zentrale Prozesse im Baustellenmanagement zu verbessern insbesondere die Wochenplanung, den Soll-Ist-Abgleich und die Ereignisdokumentation. In der ersten Phase der Anwendung traten jedoch zahlreiche Schwierigkeiten auf, die vor allem auf die mangelhafte Qualität des zugrunde liegenden Modells zurückzuführen waren. Falsch benannte Bauteile, fehlende Arbeitsfugen und unklare Etappierungen führten zu erheblichem Mehraufwand und verhinderten eine durchgängige digitale Steuerung. Erst durch eine bereinigte Modellstruktur und die Hinterlegung von Stammdaten konnte die Software zielführend eingesetzt werden.

Unter diesen verbesserten Bedingungen reduzierte sich der wöchentliche Zeitaufwand von mehr als fünf Stunden auf rund zwei Stunden. Besonders die digitale Wochenplanung und die automatisierte Rechnungsprüfung zeigten eine spürbare Entlastung für Polier und Bauführer. Gleichzeitig konnte die Transparenz im Bauablauf gesteigert werden, da alle Arbeitsschritte direkt mit dem Modell verknüpft waren.

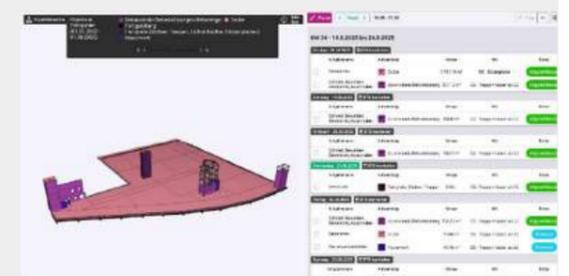
Ein weiteres zentrales Ergebnis betrifft die organisatorische Einbettung. Ohne klare Rollen und Verantwortlichkeiten sowie eine kontinuierliche Modellpflege verliert die Software ihre Wirkung. Zudem wurde deutlich, dass die Akzeptanz auf der Baustelle eng mit der Benutzerfreundlichkeit und der Verlässlichkeit der Anwendung zusammenhängt. Nur wenn die Anwender Vertrauen in die digitale Lösung haben, ersetzt sie die gewohnten analogen Hilfsmittel. Die wirtschaftliche Bewertung hat gezeigt, dass sich der Einsatz von Specter nur dann lohnt, wenn die vorbereitenden Arbeiten professionell ausgeführt werden und die Lizenzkosten auf mehrere Projekte verteilt werden können. Unter diesen Bedingungen bietet die Software jedoch die Möglichkeit, Prozesse effizienter, transparenter und nachvollziehbarer zu gestalten. Damit leistet die Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Frage, wie digitale Werkzeuge in Zukunft im Baustellenmanagement eingesetzt werden können und welche Rahmenbedingungen dafür geschaffen werden müssen.



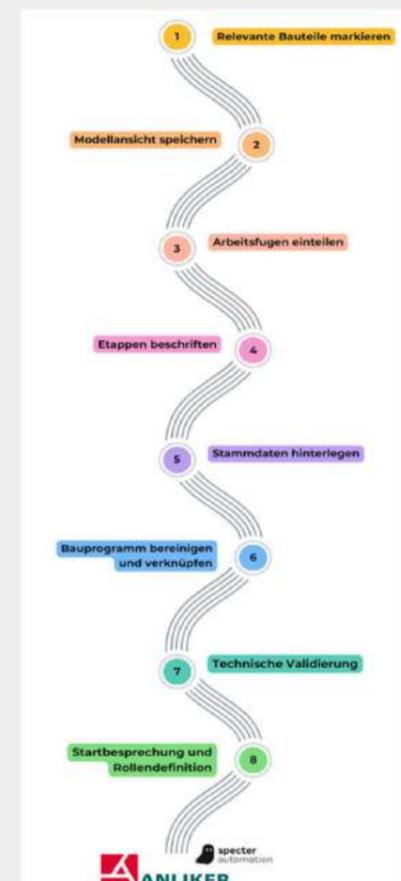
Simon Müller



Vergleich Wochenplanung Analog/Digital



Vorschau Wochenplanung



Wegleitung für die Modellaufbereitung

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DOKA UniKit 1000 – Das Lehrgerüst.

Experte: Anton Nussbaumer

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit behandelt das Traggerüstsystem DOKA UniKit 1000, das im Rahmen des Projekts TP2 Péry beim Bau der Brücke D19A erstmals in der Schweiz eingesetzt wurde. Ziel war es, Montage, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit dieses Systems praxisnah zu dokumentieren und mit konventionellen Lösungen zu vergleichen. Das Bauwerk, eine 144 Meter lange Brücke über SBB-Bahnlinie und Nationalstrasse N16, erforderte ein Lehrgerüst mit hoher Tragfähigkeit, Flexibilität und sicherem Bauablauf.

Das UniKit 1000 ist modular aufgebaut, erreicht bis zu 1000 Kilonewton pro Turm und eignet sich für grosse Aufbauhöhen. In Péry wurde es feldweise angeliefert, mit drei Kränen aufgebaut und in fünf Betonieretappen eingesetzt. Besondere Aufmerksamkeit galt der Sicherheit: Geländersysteme, mobile Hebebühnen, Schutzwände und Sperrzeiten über Verkehrsinfrastrukturen minimierten Risiken. Der Einsatz des MBT-Safeline-Systems stellte zusätzlichen Personenschutz sicher.

Die Arbeit zeigt, dass trotz höherer Mietkosten Vorteile überwogen: klar strukturierte Montage, weniger Fehlerquellen, hohe Wiederverwendbarkeit und insgesamt effizientere Abläufe. Die wirtschaftliche Analyse bestätigte, dass Zeit- und Personaleinsatz im Vergleich zu herkömmlichen Traggerüsten reduziert werden konnten.

Ein weiterer Fokus lag auf technischen Details wie Lastabtragung, statischem Verhalten und Integration der Schalung. Die geplante Demontage wird ähnlich wie die Montage erfolgen, wobei Reinigung, Zustand und Wiederverwendung der Bauteile geprüft werden.

Im Fazit betont die Arbeit, dass das UniKit 1000 technisch ausgereift, sicher und wirtschaftlich sinnvoll ist. Es bietet klare Vorteile für Brückenprojekte mit grossen Spannweiten und komplexen Randbedingungen. Der erste Einsatz in der Schweiz liefert wertvolle Erfahrungen, die für künftige Bauvorhaben genutzt werden können, wobei Kosten und Detailanpassungen kritisch zu beachten sind.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Diplomarbeit ermöglichte es, erstmals detaillierte Praxiserfahrungen mit dem UniKit 1000 auf einer Schweizer Grossbaustelle zu erfassen. Besonders wertvoll war die Beobachtung, wie sich ein neu entwickeltes Lehrgerüstsystem in den regulären Bauablauf integriert. Die Abläufe von der Anlieferung bis zur Betonage konnten eng dokumentiert und mit Protokollen hinterlegt werden. Daraus ergaben sich klare Rückmeldungen zum Montageaufwand, zur Arbeitssicherheit und zum Zusammenspiel zwischen Planung, Lieferant und Ausführung.

Ein wesentliches Resultat betrifft die Bedeutung einer abgestimmten Logistik. Das System konnte seine Vorteile nur entfalten, weil Transport, Lagerflächen und Kranzeiten präzise koordiniert waren. Ebenso zeigte sich, dass die Kommunikation zwischen Ingenieuren, Bauleitung und Monteuren entscheidend für den Erfolg ist.

Durch den Einsatz zusätzlicher Messmethoden wie Concremote und Drucksensoren entstanden wertvolle Daten für die technische Bewertung. Gleichzeitig wurde die Wiederverwendbarkeit der Systemelemente nachgewiesen, was ökologische und ökonomische Vorteile bietet.

Die Arbeit liefert damit nicht nur eine Beurteilung des UniKit 1000, sondern auch praxisnahe Erkenntnisse für künftige Brückenbauprojekte in Bezug auf Organisation, Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit.



Nino Mumenthaler



Montage Et. 5



Lehrgerüst Ausrundung Et. 5



Ansicht Lastturm



Lego-Kit und 3D Druck

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

VERWENDUNG VON RECYCLINGBAUSTOFFEN IM STRASSENTIEFBAU

Experte: Marc Zangerl

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In meiner Diplomarbeit habe ich mich mit der Frage beschäftigt, wie Recyclingbaustoffe im Strassentiefbau eingesetzt werden können. Dabei wollte ich herausfinden, welche Materialien sich für den praktischen Einsatz eignen, unter welchen rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen sie verwendet werden dürfen und wie gut sie sich im Baustellenalltag bewähren. Gleichzeitig habe ich untersucht, welche ökologischen und ökonomischen Argumente für oder gegen den Einsatz von Recyclingmaterialien sprechen.

Recyclingbaustoffe wie RC-Kies, Recyclingbeton oder Recyclingbelag sind heute technisch so weit entwickelt, dass sie in vielen Bereichen eine gleichwertige Alternative zu Primärmaterialien darstellen. Sie schonen wertvolle natürliche Ressourcen wie Kies und Sand, reduzieren Transportwege, entlasten die Deponien und tragen somit zur Verringerung der CO₂-Emissionen bei. Gleichzeitig sind sie in der Regel günstiger als Primärmaterialien, wodurch sich für Bauherren auch wirtschaftliche Vorteile ergeben können. Einschränkungen bestehen allerdings in bestimmten Einsatzgebieten, zum Beispiel in Grundwasserschutzzonen oder bei stark belasteten Verkehrsflächen, wo RC-Materialien nur eingeschränkt oder gar nicht zulässig sind.

Anhand von Praxisbeispielen konnte ich aufzeigen, dass der Einsatz von Recyclingmaterialien sowohl in grossen als auch in kleinen Bauprojekten möglich ist. Bei der Sanierung der Chapfstrasse in Herrliberg wurde der Einsatz von RC-Material aus Umwelttechnischen Gründen ausgeschlossen, dennoch zeigte ein Kostenvergleich diverse Einsparmöglichkeiten. Auf anderen Baustellen, wie bei den Umgebungsarbeiten an der Galerie Bruno Bischofberger in Mändorf oder bei Unterhaltsarbeiten in verschiedenen Gemeinden am Zürichsee, wurden Recyclingkies, RC-Beton und Oekophalt erfolgreich eingesetzt. Besonders bei nassen Witterungsverhältnissen erwiesen sich Recyclingkiese als vorteilhaft, da sie Feuchtigkeit besser binden als Primärmaterial. Auch bei kleinen Unterhaltsarbeiten summiert sich über das Jahr betrachtet ein erhebliches Potenzial, Ressourcen zu schonen und Kosten einzusparen.

Durch Interviews mit Baustellenpersonal, Bauführern und einem Bauleiter habe ich zudem ermittelt, wie das Fachpersonal den Einsatz von Recyclingmaterialien einschätzt. Besonders RC-Kies und RC-Beton werden von den meisten Befragten positiv bewertet, da sie sich gut verarbeiten lassen und vergleichbare Qualität bieten. Skepsis besteht hingegen noch beim Recyclingbelag, vor allem beim Handeinbau, wo negative Erfahrungen mit der Verarbeitbarkeit gemacht wurden. Bauführer und Ingenieure sehen Recyclingbaustoffe hingegen überwiegend positiv und raten Bauherren zur Verwendung, wenn keine speziellen statischen Anforderungen bestehen.

Zusammenfassend zeigt meine Arbeit, dass Recyclingbaustoffe im Strassentiefbau sowohl ökologisch als auch ökonomisch eine sinnvolle Alternative darstellen. Ihr Einsatz hängt jedoch stark von gesetzlichen Vorgaben, örtlichen Vorschriften und der Akzeptanz bei Bauherren ab. Damit Recyclingmaterialien zukünftig flächendeckender eingesetzt werden, braucht es mehr praktische Erfahrung, Aufklärung über ihre Qualität sowie Vertrauen in ihre Alltagstauglichkeit.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung hat gezeigt, dass Recyclingbaustoffe im Strassentiefbau sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht grosses Potenzial haben. Sie tragen zur Schonung natürlicher Ressourcen, zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zur Entlastung der Deponien bei. Gleichzeitig bieten sie Bauherren und Unternehmern die Möglichkeit, Materialkosten zu senken und nachhaltiger zu bauen.

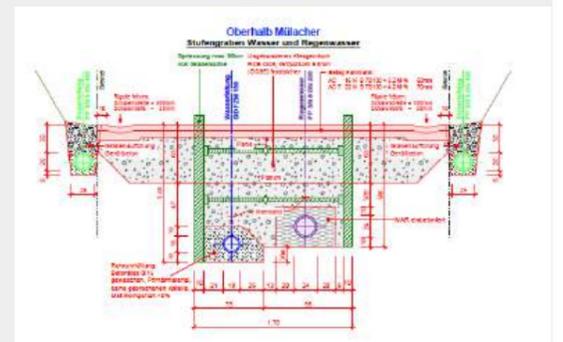
Allerdings wurde auch deutlich, dass der Einsatz von Recyclingmaterialien in der Praxis nach wie vor durch gewisse Hürden eingeschränkt ist. Dazu gehören gesetzliche Vorgaben, die Verwendung in sensiblen Bereichen wie Grundwasserschutzzonen verbieten, aber auch Vorbehalte von Bauherren, welche die Qualität und Alltagstauglichkeit noch kritisch beurteilen. Die Praxisbeispiele haben gezeigt, dass bei gezieltem Einsatz deutliche Einsparungen möglich sind, diese jedoch in der Gesamtprojektsumme oft nur einen geringen Anteil ausmachen. Dennoch summieren sich die Vorteile über viele Projekte hinweg zu einem relevanten Beitrag für Umwelt und Wirtschaftlichkeit.

Die Interviews mit Fachleuten verdeutlichen, dass Recyclingmaterialien auf Baustellen bereits bekannt sind und vor allem RC-Kies und RC-Beton breite Akzeptanz finden. Um den Einsatz weiter zu fördern, braucht es jedoch mehr Aufklärung, positive Praxiserfahrungen und ein stärkeres Vertrauen in die Qualität von Recyclingbelägen.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass Recyclingbaustoffe im Strassentiefbau eine zukunftsweisende Lösung darstellen. Damit ihr Einsatz jedoch zum Standard wird, müssen Bauherren, Planer und Unternehmer gemeinsam den Mut haben, auf nachhaltige Alternativen zu setzen und die bestehenden Vorurteile abzubauen.



Nicola Ragnacci



Normalprofil Chapfstrasse



Planausschnitt Baustelle Chapfstrasse

Material	Einheit	Menge	Preis Primär	Preis RC	Preisdifferenz
Kies 0/16	m ³	923.00	35'997.00	24'921.00	CHF 11'076.00
Beton C 0/16, 200	m ³	160.80	18'250.80	15'887.04	CHF 2'363.76
Unterschied Total:					CHF 13'439.76

Preisvergleich Materialien Baustelle Chapfstrasse

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

WANDSCHALUNGSSYSTEME IM KOSTENVERGLEICH: AVOR, KALKULATION UND AUSFÜHRUNG

Experte: Daniele Fomasi

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Anforderungen an die Herstellung hochwertiger Sichtbetonoberflächen nehmen in der modernen Bauwirtschaft stetig zu. Dabei spielen neben gestalterischen und qualitativen Aspekten vor allem wirtschaftliche und logistische Überlegungen eine entscheidende Rolle. Wandschalungssysteme haben in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Einfluss auf Bauzeiten, Kosten und die Ausführungsqualität.

In dieser Diplomarbeit werden verschiedene Wandschalungssysteme hinsichtlich ihrer Eignung für Sichtbetonbauten untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Vergleich von Trägerschalungen und Rahmenschalungen. Ziel ist es, deren Vor- und Nachteile in Bezug auf AVOR, Kalkulation und Ausführung herauszuarbeiten und eine praxisorientierte Empfehlung für den Einsatz in unterschiedlichen Bauprojekten wie Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern und Industriebauten zu erarbeiten.

Besonderes Augenmerk wird auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme gelegt. Durch die Auswertung von Erfahrungswerten, Einheitspreisen und Leistungskennzahlen aus dem Controlling abgeschlossener und laufender Projekte der Implema AG soll eine fundierte Entscheidungsgrundlage geschaffen werden. Der enge Austausch mit der Kalkulationsabteilung und erfahrenen Polierern ermöglicht es, theoretische Ansätze mit der gelebten Praxis abzugleichen und realistische Aussagen über den effektiven Einsatz der Wandschalungssysteme zu treffen.

Zur Eingrenzung des Arbeitsumfangs wird die Trägerschalung im Verlauf der Diplomarbeit vertieft behandelt.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Auswertung hat gezeigt, dass die Wahl des richtigen Schalungssystems nicht nur von technischen und gestalterischen Aspekten abhängt, sondern auch von der AVOR und den Kosten. Sowohl Trägerschalung als auch Rahmenschalung haben je nach Projektgrösse, Wiederholungen und Anforderungen an den Sichtbeton ihre Vorteile. Deshalb sollte das passende System zielgerichtet und projektspezifisch ausgewählt werden.

Rahmenschalungen empfehlen sich besonders für kleinere bis mittlere Projekte mit standardisierten Wand-Geometrien. Ihre schnelle Verfügbarkeit, einfache Handhabung und wirtschaftliche Effizienz machen sie zur bevorzugten Lösung im Wohn- und Gewerbebau.

Trägerschalungen hingegen bieten deutliche Vorteile bei anspruchsvollen Sichtbetonbauten, komplexen Formen und grossflächigen Wänden. Die Möglichkeit zur individuellen Anpassung, in Kombination mit hoher Wiederverwendbarkeit, rechtfertigt ihren Einsatz bei hochwertigen und grossvolumigen Projekten – vorausgesetzt, Planung und Logistik sind sorgfältig abgestimmt.

Die gewonnenen Erkenntnisse in der AVOR, Kalkulation und Ausführung bilden für mich eine wertvolle Grundlage für zukünftige Projekte. Sie helfen, die Schnittstellen zwischen Planung und Ausführung besser zu verstehen und zielgerichteter zu steuern.

Abschliessend lässt sich sagen: Die richtige Wahl des Schalungssystems trägt massgeblich zum technischen Erfolg, zur Qualität der Betonoberfläche sowie zur Wirtschaftlichkeit eines Bauprojekts bei und ist somit ein entscheidender Erfolgsfaktor im Hochbau.

Die erarbeiteten Inhalte haben mein Verständnis für Wandschalungssysteme wesentlich vertieft und gezeigt, wie wichtig die enge Abstimmung zwischen AVOR, Kalkulation und Ausführung für einen reibungslosen und effizienten Bauablauf ist.

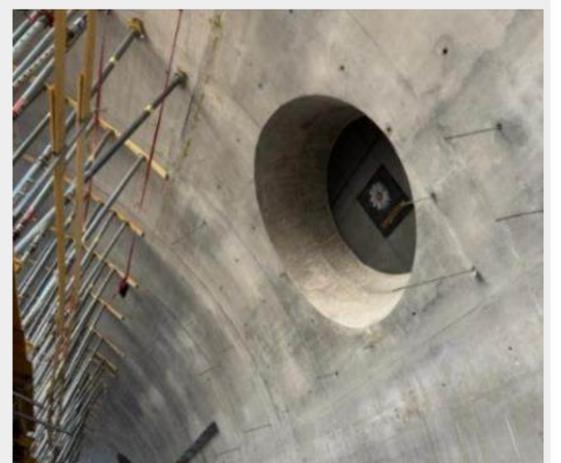
Neben der Systematik der Wandschalungen und dem Vergleich zwischen Rahmenschalung und den verschiedenen Trägerschalungssystemen konnte ich auch mein Wissen im Bereich Sichtbeton deutlich erweitern.



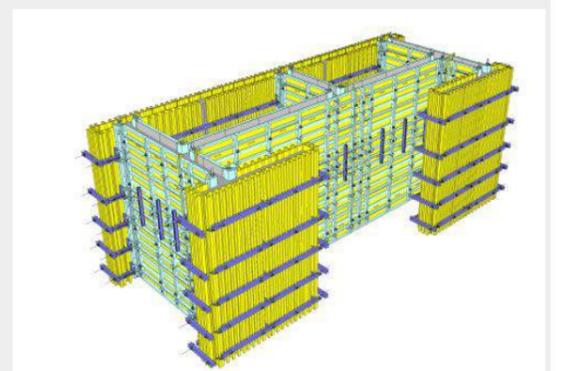
Yll Osmani



Trägerschalung Top 100 tec Doka



Sonderschalung für Sichtbeton



Schalungskonzept 3D-Modell

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DAS OCULAI-KAMERASYSTEM DIGITALISIERUNG DER BAUWIRTSCHAFT DURCH AUTOMATISIERTE BAUSTELLENDOKUMENTATION

Experte: Andreas Stenz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Meine Diplomarbeit untersucht, wie das oculai-Kamerasystem die Baustellendokumentation verändert und welchen Beitrag es zur Digitalisierung der Bauwirtschaft leisten kann. Oculai kombiniert fest installierte Kameras mit künstlicher Intelligenz, die den Baufortschritt automatisch erfasst, analysiert und in Berichte umwandelt.

Ziel war es, herauszufinden, wie sich dadurch Effizienz, Zeitaufwand und Kosten im Vergleich zur klassischen, manuellen Dokumentation verändern. Besonders interessiert hat mich, wie stark Poliere und Bauführer im Alltag entlastet werden und welche neuen Arbeitsroutinen entstehen.

Im Zentrum steht das Pilotprojekt Katzenbach in Zürich-Seebach. Dort wurde oculai erstmals mit seinem vollen Funktionsumfang eingesetzt und bot mir eine einmalige Datengrundlage. Ergänzend konnte ich auf den Baustellen Green Dielsdorf und Lokstadt Winterthur praktische Erfahrungen sammeln, wo das System in reduziertem Umfang genutzt wurde.

Für den direkten Vergleich habe ich zudem das Ausbildungszentrum Rohwiesen in Opfikon untersucht, ein ähnlich grosses Projekt, jedoch ohne digitale Dokumentation. Dadurch konnte ich objektiv aufzeigen, welche Unterschiede in der täglichen Arbeit entstehen.

Neben der Projektanalyse habe ich Interviews mit Polier, Bauführer und dem Hersteller geführt. Ihre Einschätzungen geben praxisnahe Einblicke und ergänzen die ausgewerteten Zahlen.

Die Arbeit geht damit über eine reine Technikbeschreibung hinaus. Sie zeigt, wie digitale Systeme den Arbeitsalltag verändern, welche Chancen sich für die Bauführung ergeben und welche Herausforderungen noch bestehen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Auswertung meiner Arbeit zeigt klar: Das oculai-System bringt spürbare Effizienzsteigerungen. Poliere und Bauführer sparen zusammen im Durchschnitt bis zu zwei Stunden pro Tag, was auf ein gesamtes Projekt rund 500 Stunden pro Jahr ausmacht.

Besonders wirksam ist die automatische Erstellung von Bautagesberichten (Tagesrapporte) sowie der direkte Überblick durch das Live-Bild. Damit reduziert sich der Dokumentationsaufwand um bis zu 70 %. Die frei werdende Zeit wird von den Bauführern vor allem für Führungsaufgaben, Planung und Kommunikation genutzt.

Der Vergleich Katzenbach (mit oculai) und Rohwiesen (ohne oculai) zeigt, wie deutlich sich die Arbeitsroutinen verschieben. Während in Opfikon viele Stunden für manuelle Berichte und Fotodokumentationen aufgewendet wurden, übernimmt in Katzenbach die KI diese Arbeit fast vollständig.

Die Transparenz auf der Baustelle steigt erheblich. Diskussionen über Nachträge oder Baufortschritt lassen sich dank Bildarchiv und Zeitraffer objektiv klären. Nachtragsdiskussionen haben sich nach Einschätzung der Beteiligten um rund 50 % reduziert.

Auch die Sicherheitskultur profitiert. Gefährliche Situationen können im Live-Bild früh erkannt und sofort korrigiert werden. Beinaheunfälle lassen sich im Nachhinein sachlich analysieren, wodurch das Team aus Fehlern lernt.

Ein weiterer Vorteil ist die Materiallogistik. Unnötige Mietkosten lassen sich vermeiden, da Materialbewegungen durch die Kameras sichtbar werden. Bauverzögerungen können frühzeitig erkannt werden, wenn Soll- und Ist-Termine auf der Plattform verglichen werden.

Neben den quantifizierbaren Einsparungen berichten die Anwender auch von qualitativen Vorteilen wie z.B. weniger Stress, bessere Übersicht und eine spürbare Entlastung im Tagesgeschäft. Polier und Bauführer nutzen oculai zunehmend als digitale Steuerzentrale. Routinekontrollen laufen über das Live-Bild, während Baustellenrundgänge gezielter und effizienter durchgeführt werden.

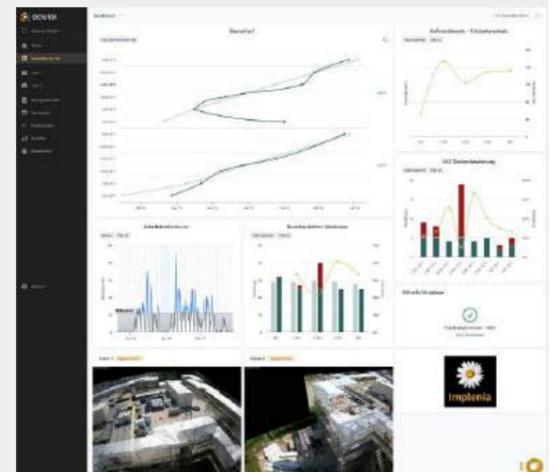
Wirtschaftlich überzeugt das System ebenfalls. Die Investition amortisiert sich bereits innerhalb eines Monats und erreicht einen Return on Investment von über 275 %. Damit ist oculai nicht nur eine technologische Innovation, sondern auch eine wirtschaftlich attraktive Lösung für moderne Bauprojekte.



Matteo Pellegrini



Kamera und geöffnete Databox mit Transmitter am Kran befestigt.



Das oculai-Dashboard. Die digitale Schaltzentrale des Projekts.



Eine Auswertung der Bauaktivität «Laufwege» in Form einer lila-farbenen Punkt-Wolke.

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

HOHLKÖRPER VS STAHLBETON

Experte: Antonio De Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Herausforderungen in der Bauwirtschaft

Die Anforderungen an Bauprojekte verändern sich stetig - nicht nur im Hinblick auf Qualität, Termine und Kosten, sondern zunehmend auch im Kontext von Umweltverträglichkeit und Ressourcenschonung. Rohstoffe wie Sand, Kies oder Eisenerz werden knapper, die Preise steigen, und gleichzeitig wachsen die Erwartungen an nachhaltiges Bauen. Diese Entwicklungen betreffen alle Akteure der Bauwirtschaft - von der Planung über die Ausführung bis hin zum Betrieb der Gebäude. Immer stärker rückt die Frage in den Vordergrund, wie Ressourcen effizienter genutzt und Emissionen reduziert werden können, ohne dabei Wirtschaftlichkeit und Funktionalität aus den Augen zu verlieren.

Hohlkörperdeckensysteme als Alternative

Eine mögliche Antwort auf diese Herausforderungen stellen Hohlkörperdeckensysteme dar. Durch den gezielten Einsatz von Kunststoffhohlkörpern wird Beton im statisch wenig wirksamen Bereich der Decke verdrängt. Das reduziert das Eigengewicht, senkt den Beton- und Bewehrungsbedarf und kann sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen. Neben der Einsparung von Material und CO₂-Emissionen ergeben sich häufig auch konstruktive Vorteile - etwa durch schlankere Tragwerke oder geringere Fundamentabmessungen. Gleichzeitig bringen die Systeme neue Herausforderungen mit sich, beispielsweise einen erhöhten Platzbedarf für die Lagerung der Hohlkörper oder zusätzliche Aufwendungen auf der Baustelle, da in zwei Betonieretappen gearbeitet werden muss.

Ziel und Fragestellungen der Arbeit

In dieser Diplomarbeit werden zwei unterschiedliche Bauweisen gegenübergestellt: die klassische Stahlbetondecke und moderne Hohlkörperdeckensysteme. Untersucht wurden zwei reale Bauprojekte, in denen verschiedene Systeme (Cobix und foerqli) zum Einsatz kamen. Im Fokus stehen die Fragen, ob der zusätzliche Aufwand bei Planung, Logistik und Ausführung gerechtfertigt ist, welche ökonomischen und ökologischen Vorteile sich tatsächlich nachweisen lassen und unter welchen Bedingungen sich der Einsatz eines Hohlkörpersystems lohnt.

Grundlage der Analyse

Die Auswertung basiert auf konkreten Zahlen und Kennwerten aus der Praxis, ergänzt durch technische Unterlagen sowie Fachgespräche mit Vertretern der Firmen Heinze Cobix Schweiz GmbH und foerqli GmbH. Ziel der Arbeit ist es, eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu schaffen - für Planer, Bauführer und weitere am Bau Beteiligte -, damit bei zukünftigen Projekten die effizienteste und nachhaltigste Bauweise gewählt werden kann.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Hohlkörperdeckensysteme sind eine innovative Alternative zur klassischen Stahlbetondecke. Durch den Einsatz von Kunststoffhohlkörpern wird Beton gezielt verdrängt, was Eigengewicht reduziert, Ressourcen schont und den CO₂-Ausstoss senkt.

Die Analyse zweier realer Projekte hat gezeigt, dass foerqli- und Cobix-Systeme deutliche Materialeinsparungen ermöglichen. Gleichzeitig bringen sie aber höhere Anforderungen an Planung, Logistik und Ausführung mit sich, was die direkten Deckenbaukosten steigen lässt.

Ob sich der Einsatz lohnt, hängt stark vom Projekt ab: Bei grossen Spannweiten, hohen Nachhaltigkeitszielen oder komplexen Grundrissen können Hohlkörperdecken ihre Vorteile voll entfalten. Zusätzlich entstehen Einsparungen bei Stützen, Fundamenten oder tragenden Bauteilen, die über die reinen Deckenkosten hinausgehen.

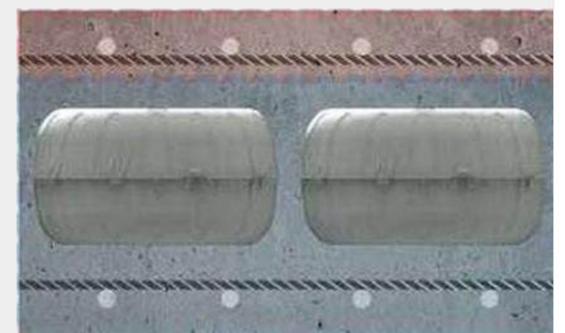
Insgesamt lässt sich festhalten: Hohlkörperdeckensysteme verbinden ökologische und wirtschaftliche Vorteile - vorausgesetzt, sie werden gezielt und projektspezifisch eingesetzt.



Noah Reber



foerqli-Decke im Bubenbergzentrum, Bern.



Betondecke mit Hohlkörper.



Cobix-Hohlkörperelement.



foerqli-Hohlkörper.

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

AVOR-LEITFADEN

Experte: Antonio De Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit behandelt die Arbeitsvorbereitung (AVOR) am Beispiel des Neubauprojekts MFH Toblerstrasse 50 in Zürich. Ziel war die Entwicklung eines strukturierten AVOR-Leitfadens, der als praxisnahes Werkzeug und Checkliste für zukünftige Baustellen dient.

Die Arbeit umfasst vier zentrale Schwerpunkte:

- Baustelleninstallation**
Eine durchdachte Installation bildet die Grundlage für einen reibungslosen Bauablauf. Aufgrund begrenzter Platzverhältnisse mussten Kranstandorte, Umschlagflächen, Zufahrten und Fussgängerwege exakt geplant werden. Durch Anpassungen wie Böschungsrückbau, provisorische Wege und optimierte Logistik konnte eine sichere und effiziente Baustellenorganisation erreicht werden.
- Materialbeschaffung**
Die strukturierte Auswertung des Leistungsverzeichnisses sowie einem systematischen Offertvergleich mit Excel, ermöglichten eine gezielte Auswahl der Lieferanten. Ein interner Kalkulationsfaktor stellte sicher, dass wirtschaftliche Materialpreise unter Berücksichtigung von Rabatten, Skonti und versteckten Zuschlägen erzielt wurden. Neben dem Preis spielten Qualität, Terminalsicherheit und Lieferzuverlässigkeit eine entscheidende Rolle.
- Kostenkontrolle**
Für die laufende Ertragsüberwachung wurde ein Excel-basiertes System entwickelt, das monatlich den Leistungsstand abgleicht. Eine zentrale Neuerung ist die Plus-/Minus-Liste, die jederzeit aktuelle Abweichungen dokumentiert und bei Nachtragsverhandlungen eine starke Argumentationsgrundlage bietet.
- Zeitberechnung**
Mithilfe von Leistungskennwerten, Erfahrungswerten und realen Baustellendaten entstand ein Excel-Zeitberechnungstool, das den Personal- und Terminbedarf präzise prognostiziert. Der Vergleich von Plan- und Ist-Werten bestätigte die hohe Genauigkeit der Methode.

Der entwickelte AVOR-Leitfaden kombiniert diese Bausteine zu einem praxisorientierten Werkzeug, das alle wesentlichen Prozesse von der Baustelleninstallation über die Materialbeschaffung bis zur Kostenkontrolle abdeckt. Damit bietet die Arbeit nicht nur eine theoretische Analyse, sondern konkrete, digitale Hilfsmittel, die langfristig für effizientere, wirtschaftlichere und sicherere Bauprojekte sorgen

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Diplomarbeit zeigt, dass eine strukturierte AVOR entscheidend für Effizienz, Kostenkontrolle und Terminalsicherheit ist. Die wichtigsten Erkenntnisse:

- Effizienz durch klare Prozesse**
Ein strukturierter Leitfaden erleichtert die Arbeitsvorbereitung, reduziert Fehlerquellen und sorgt für einen reibungslosen Bauablauf.
- Optimierte Baustellenlogistik**
Eng begrenzte Platzverhältnisse machten eine präzise Planung notwendig. Durch enge Abstimmung mit Bauleitung und Stadt Zürich konnten sichere Verkehrswege, optimale Kranpositionen und effiziente Materialflüsse gewährleistet werden.
- Wirtschaftliche Materialbeschaffung**
Die Kombination aus Offertvergleichen und Kalkulationsfaktor führt zu transparenten Preisen und ermöglicht fundierte Entscheidungen. Versteckte Kosten wurden erkannt, Einsparpotenziale genutzt und qualitative Anforderungen gesichert.
- Transparente Kostenkontrolle**
Mit der entwickelten Plus-/Minus-Liste lassen sich Abweichungen jederzeit nachweisen. Sie erleichtert Nachtragsverhandlungen und sorgt für finanzielle Klarheit.
- Realistische Terminplanung**
Das Excel-Zeitberechnungstool verbindet Leistungskennwerte, Erfahrungswerte und Praxisdaten. Der Vergleich zwischen Prognose und tatsächlichen Baustellendaten bestätigte die hohe Genauigkeit und verbessert die Ressourcenplanung.
- Digitalisierung als Erfolgsfaktor**
Der Einsatz von Excel-Tools und KI-gestützten Methoden steigert die Transparenz, beschleunigt Abläufe und erleichtert Entscheidungen in allen Projektphasen.

Fazit:

Der entwickelte AVOR-Leitfaden, die Checklisten und die Excel-Tools bilden eine zukunftsorientierte Basis für die Arbeit als Bauführer. Sie machen Bauprojekte planbarer, wirtschaftlicher und effizienter und schaffen ein praxisnahes System, das sich flexibel an neue Projekte anpassen lässt.



Philip Santos



Installation V1 Toblerstrasse Barizzi

Offerten Vergleich

Ertragsliste

Zeitberechnung

Checkliste

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DIGITALES BAUEN – UMSETZUNG ABLAGESYSTEME

Expertin: Nadine Biland

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Meine Diplomarbeit befasst sich mit den heutigen digitalen Ablagen bei der Firma Anliker. Analysiert wurden die Systeme AnlikerNet (SharePoint-basiert), OneNote sowie das historische Laufwerk G (Netzlaufwerk), wie sie in meiner Abteilung Hochbau Luzern genutzt werden. Ziel war es, Doppelspurigkeiten zu erkennen, Ablagen zu vereinheitlichen und effizienter zu gestalten. Durch die Analyse verschiedener Projekte und Gespräche mit Arbeitskollegen zeigte sich, dass die bestehenden Vorgaben zwar vorhanden sind, in der Praxis jedoch oft individuell angepasst werden, da diese Vorgaben nicht mehr der Realität entsprechen. Dies führt nicht nur zu doppelten Ablagen derselben Dokumente, sondern auch dazu, dass Projektbeteiligte von Baustelle zu Baustelle mit unterschiedlichen Strukturen arbeiten müssen. Mit klaren Vorgaben lassen sich Doppelspurigkeiten vermeiden und die Zusammenarbeit wird deutlich einfacher.

Ein zweiter Schwerpunkt lag beim Einsatz von Building Information Modeling to Field (BIM2Field). Dieses System ist zwar kein Ablagesystem im klassischen Sinn, beeinflusst aber direkt die Organisation auf der Baustelle. Während früher Pläne in Papierform oder als PDF verteilt wurden, stehen heute digitale Modelle im Vordergrund. Das bringt den Vorteil, dass immer mit der aktuellen Version gearbeitet wird. Gleichzeitig entstehen neue Herausforderungen im Umgang mit den richtigen Modellversionen und deren Nachweis in der Projektabwicklung. Diese Aspekte habe ich anhand von Beispielen aus der Praxis untersucht und aufgezeigt, welche Risiken bei fehlenden Abläufen entstehen können. Ergänzend habe ich die Kostenstruktur der BIM-Spezialisten in unserer Unternehmung analysiert. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Einführung von BIM2Field, übernehmen Support, prüfen Modelle und erstellen Organizer. Damit verursachen sie zusätzlichen Aufwand, der im Projekt richtig eingeschätzt und weiterverrechnet werden muss. Ziel meiner Arbeit war es deshalb nicht nur, die Ablagesysteme zu vereinheitlichen, sondern auch den Umgang mit Planänderungen und Zuständigkeiten im BIM2Field-Prozess praxistauglich zu verbessern und dadurch die Zusammenarbeit nachhaltig zu erleichtern.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse hat gezeigt, dass die bestehenden Systeme Doppelspurigkeiten enthalten und eine einheitliche Struktur fehlt. Daraus ergaben sich folgende Erkenntnisse im Bereich der Ablagen:

- **Ordnerstrukturen im AnlikerNet und OneNote:** Für den Bauführer- und den Polierordner wurden neue Strukturen entwickelt. Diese habe ich mit meinen Arbeitskollegen besprochen, angepasst und schliesslich festgelegt. Zusammen mit einer überarbeiteten OneNote-Vorlage entstand ein einheitliches Gerüst, das für alle verständlich ist und dennoch genügend Flexibilität für die Praxis bietet. Damit wissen alle Beteiligten, wo welche Unterlagen hingehören, und die Suche nach Dokumenten wird deutlich einfacher.
- Diese Anpassungen legen zudem die Basis für eine saubere Anbindung an digitale Prozesse, da Unterlagen eindeutig zugeordnet werden können und die Nachvollziehbarkeit auch in grossen Projekten gewährleistet bleibt.

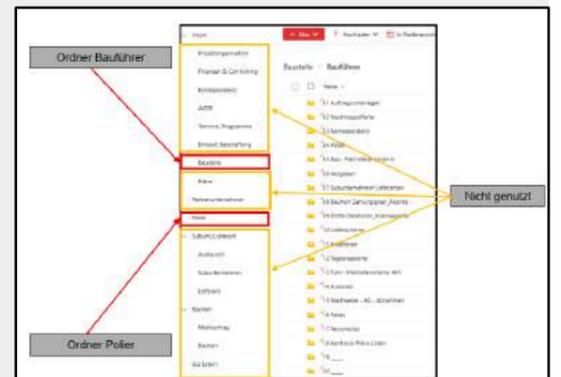
Auch beim Einsatz von BIM2Field konnten wichtige Punkte herausgearbeitet werden:

- **Klare Abläufe für Planänderungen und Planlieferungen:** Fehlen diese, besteht die Gefahr, dass mit falschen Modellen gearbeitet wird oder wichtige Nachweise fehlen. Um dem entgegenzuwirken, habe ich zwei Hilfsdokumente erstellt – eines für interne Bauführer und eines für externe Planer. Diese dienen als praxisnahe Hilfsmittel, die Klarheit und Sicherheit im BIM2Field-Prozess bringen.
- **Aufgaben der BIM-Spezialisten:** Tätigkeiten wie das Prüfen von Modellen oder das Erstellen von Organizers sind zentral für die Umsetzung von BIM2Field, verursachen aber zusätzliche Kosten. Durch meine Analyse konnten Richtwerte definiert werden, mit denen sich der Aufwand in Zukunft besser einschätzen und in den Projekten korrekt berücksichtigen lässt.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass es nicht an den technischen Möglichkeiten fehlt. Entscheidend sind klare Strukturen, Vorgaben und ein gemeinsames Verständnis. Das gilt sowohl für die digitale Ablage als auch für den Einsatz von BIM2Field. Mit den vorgeschlagenen Anpassungen lassen sich die Ablagen bei Anliker einfacher, übersichtlicher und einheitlicher gestalten. Gleichzeitig sorgen klare Abläufe im BIM2Field-Prozess dafür, dass Planänderungen, Planlieferungen und Nachweise jederzeit nachvollziehbar bleiben. So entsteht mehr Effizienz, es geht weniger Zeit verloren und die Zusammenarbeit verbessert sich im Büro wie auf den Baustellen.



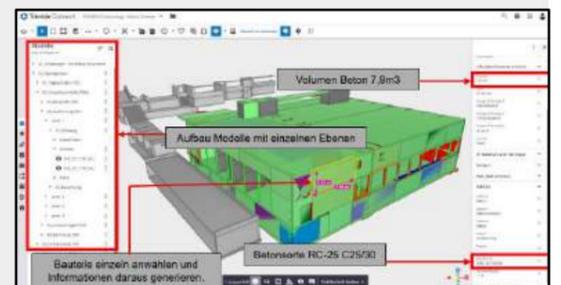
Silvan Bürlü



Projektübersicht AnlikerNet

Inhalt	Polierordner	Bauführerordner	OneNote	Bemerkung / Doppelspurigkeit
Adress-/Lieferantenlisten	01 Adress- und Telefonlisten	-	Einkauf, Beschaffung	Teilweise Überschneidung (Lieferanteninfos)
Bauprogramm / Termine	02 Bauprogramm	05 Bau- und Planlieferprogramm	Termine, Programme	In allen drei vorhanden → Anpassung nötig.
AVOR / Planung	11 AVOR Installation	04 AVOR	AVOR	In allen vorhanden → Funktion klar zuweisen.

Ausschnitt Ordnerstrukturen analysieren



Übersicht Trimble Connect Software

ANLIKER
Planänderung und Planlieferung im Zusammenhang mit dem BIM2Field-Prozess

Beschreibung
Dieses Dokument dient dazu, dass die Planer bei Planänderungen ein korrektes Revisionssystem haben. Zudem wird aufgezeigt, wer und wie die jeweiligen Projektbeteiligten bei einer sogenannten Planänderung und einem neuen Modell/Plan (Plan- und Modelllieferung) informiert werden müssen.

Wie werden Plan- und Modelländerungen erstellt (festgehalten)

- Zusätzlich zum Ordner Modell gibt es einen Ordner Pläne, bei diesem Ordner Pläne ist ein Plankopf ersichtlich, auf dem der Index, die Änderung, das Datum und die Unterschrift ersichtlich ist. Das Modell hat den aktuellen Index in der Bezeichnung.

Ablage Plankopf

Index	Änderung	Datum	Umschrieben	Umschrieben durch
01
02
03

Plankopf

Revision Baingenieur (Detailausschnitt unten aufgeführt.)

Spezielle Details zusätzlich vermerkt.

Ausschnitt Dokument extern für Planer

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN DER ARBEITSSICHERHEIT AUF SCHWEIZER BAUSTELLEN

Experte: Lennart Hauser

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In dieser Diplomarbeit setze ich mich eingehend mit der Entwicklung und dem aktuellen Stand der Arbeitssicherheit auf Schweizer Baustellen im Hoch- und Tiefbau auseinander. Ausgangspunkt sind sowohl eigene Praxiserfahrungen als Maurer, Vorarbeiter und Bauführer wie auch die Analyse historischer Ereignisse zum Beispiel den Bau des Gotthard-Tunnels, der die gravierenden Sicherheitsmängel früherer Zeiten verdeutlicht. Die Einführung der Suva und die ersten gesetzlichen Regelungen haben eine kontinuierliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen ermöglicht. Ein Schwerpunkt meiner Arbeit liegt auf moderner Unfallmedizin, dem Umgang mit Berufskrankheiten und dem Zusammenspiel von Präventionsarbeit, technischen Innovationen und rechtlichen Vorgaben, die gemeinsam zu einem deutlichen Sicherheitsgewinn geführt haben.

Im Mittelpunkt der aktuellen Sicherheitskultur stehen die lebenswichtigen Regeln der Suva, welche branchenübergreifend verbindliche Standards setzen. Anhand einer Analyse von einer meiner Baustellen in Zürich Oerlikon werden positive Entwicklungen, der konsequente Einsatz persönlicher Schutzausrüstung, gute Organisation und klare Kommunikation aufgezeigt. Auch werden Schwachstellen beleuchtet in den Bereichen Gerüstbau, elektrische Sicherheit und der Absicherung von Deckendurchbrüchen.

Die Arbeit legt zudem einen Fokus auf sprachliche Barrieren, die durch die internationale Zusammensetzung der Teams entstehen. Moderne digitale Übersetzungstools bieten hier neue Möglichkeiten, müssen aber konsequent eingeführt und geschult werden. Führungskräfte sollen ein gutes Vorbild sein. Durch regelmässige Schulungen und ein aktives Sicherheitsbewusstsein kann jeder Verantwortung übernehmen und zur Sicherheit beitragen.

Abschliessend richtet die Arbeit ihren Blick in die Zukunft. Digitalisierung, Automatisierung, Roboter und das Thema mentale Gesundheit werden immer wichtiger für die Sicherheit auf Baustellen. Die Arbeit zeigt, dass konsequente Umsetzung, laufende Weiterbildungen und die Offenheit gegenüber Innovationen unerlässlich sind. So wird Sicherheit nicht zur Belastung, sondern zum festen Bestandteil eines erfolgreichen Bauprojektes.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

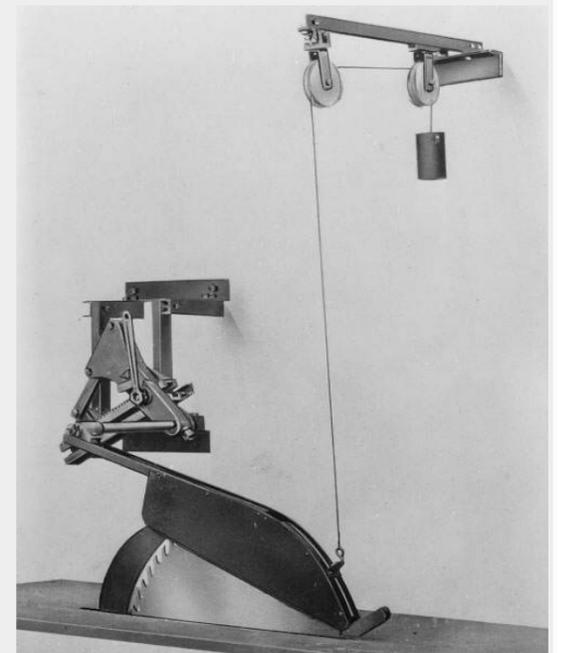
- Die Arbeitssicherheit auf Schweizer Baustellen hat sich in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Von ungeschützten Arbeitsbedingungen hin zu einer präventiven Sicherheitskultur mit klaren gesetzlichen Vorgaben.
- Die lebenswichtigen Regeln der Suva haben sich als zentrales Instrument etabliert, um klare Standards zu setzen und die Eigenverantwortung aller Beteiligten zu stärken.
- Regelmässige Schulungen und die konsequente Umsetzung der Sicherheitsvorschriften sind entscheidend, um Unfälle nachhaltig zu verhindern.
- Arbeiten müssen bei akuten Gefahren sofort gestoppt werden und das muss allen Beteiligten klar sein.
- Die Analyse der Baustelle Zürich Oerlikon zeigte Stärken bei PSA, Ordnung, Logistik, Verkehrsführung, Absturzsicherung und Brandschutz aber auch Schwachstellen bei Gerüsten, Elektrik, Maschinen Schutzvorrichtungen, Kranbereichen und Witterungsrisiken.
- Sprachbarrieren sind ein relevantes Risiko, mehrsprachige Unterweisungen und digitale Hilfsmittel verbessern die Kommunikation.
- Ein klares Geh- und Verkehrswegekonzept reduziert Stolperunfälle und muss von Beginn an geplant, umgesetzt und überwacht werden.
- Psychische Gesundheit gewinnt an Bedeutung. Diese Belastungen müssen früh erkannt und Hilfsangebote verankert werden.
- Zukünftige Anforderungen umfassen strengere Sicherheitsvorschriften, sowie die Integration von BIM, AR, Kamerasystemen, Exoskeletten und Robotik.
- **Führungskräfte tragen eine Schlüsselrolle! Sie müssen Sicherheit vorleben, Verstösse ansprechen, positives Verhalten fördern und klare Verantwortlichkeiten definieren.**



Mario Steiner



Baustelle in Zürich 1910



Erste Schutzhaube der SUVA 1920



Neustes Exoskelett der Firma Hilti 2025

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

BETONELEMENT- ODER ORTBETONBAU?

EIN PROJEKTSPEZIFISCHER VERGLEICH DER VARIANTEN, BAUZEIT UND KOSTEN ANHAND EINES REFERENZPROJEKTES IN UZNACH – WAS BIETET SICH RÜCKWIRKEND BETRACHTET BESSER AN?

Experte: Antonio De Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Bauherrschaften und Bauleiter stehen in einer frühen Projektphase vor der Entscheidung, ob der Betonelementbau oder der Ortbetonbau die geeignetere Variante für ihr auszuführendes Projekt ist. Im Mittelpunkt dieser Entscheidung stehen die Bauzeit und die Kosten, da sie den Projektlauf und die termingerechte Fertigstellung massgeblich beeinflussen.

Die vorfabrizierte Bauweise mit Betonelementen gilt als etablierte Methode, um Bauzeiten zu verkürzen und eine hohe Qualität durch industrielle Fertigung zu sichern. Sie ermöglicht eine wetterunabhängige Produktion im Werk und eine schnelle Montage auf der Baustelle. Gleichzeitig erfordert diese Bauweise eine sehr detaillierte Planung im Vorfeld. Werkpläne, Einbauteile und Schnittstellen müssen vollständig abgestimmt sein, da nachträgliche Anpassungen auf der Baustelle nur schwer und mit hohen Kosten möglich sind. Hinzu kommen Abhängigkeiten von Lieferanten und Transporten, die exakt auf den Bauablauf abgestimmt sein müssen, damit der Montageprozess reibungslos erfolgen kann.

Der konventionelle Ortbetonbau benötigt zwar mehr Zeit und Personal für Schalung, Bewehrung und Betonagen, bietet jedoch eine wichtige Stärke – eine hohe Flexibilität in der Ausführung. Anpassungen können direkt auf der Baustelle vorgenommen werden und der Bauablauf lässt sich einfacher steuern. Die geringere Anzahl an Schnittstellen reduziert zudem organisatorische Risiken. Dadurch verläuft der Bauprozess ruhiger und stabiler, auch wenn die reine Bauzeit theoretisch etwas länger sein kann.

Das Ziel meiner Diplomarbeit war es, beide Bauweisen anhand eines realisierten Neubaus systematisch miteinander zu vergleichen. Im Zentrum der Analyse standen Bauzeit, Baustelleneinrichtung, Schnittstellen, Organisation und Kosten. Von zentraler Bedeutung war der fixe Eröffnungstermin, der von der Bauherrschaft verbindlich festgelegt wurde.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse hat gezeigt, dass der Einsatz von Betonelementen in der Praxis deutlich komplexer war, als es die Theorie erwarten liess. Zwar brachte die Bauweise viele Vorteile mit sich, gleichzeitig stellte sie aber auch hohe Anforderungen an Planung und Koordination. Der Bauablauf war stark von der termingerechten Lieferung der Fertigteile sowie von einer präzisen Abstimmung der zahlreichen Schnittstellen geprägt. Besonders anspruchsvoll war die Koordination mit den Gewerken Abdichtung und Holzbau. Zusätzlich führten Planungsänderungen und Planlieferverzug dazu, dass laufend neue Grundlagen berücksichtigt werden mussten, was den Organisationsaufwand erhöhte und zu Wartezeiten auf der Baustelle führte. Um den fixen Eröffnungstermin dennoch sicherzustellen, wurden verschiedene Beschleunigungsmassnahmen ergriffen. Diese erlaubten es, den Baufortschritt einzuhalten, verlangten jedoch eine enge Abstimmung aller Beteiligten und minderten den ursprünglich erwarteten Zeitvorteil der Elementbauweise.

Im Vergleich dazu hätte der Ortbetonbau eine deutlich höhere Flexibilität auf der Baustelle ermöglicht. Trotz Planungsänderungen und Planlieferverzug wäre es möglich gewesen, kontinuierlich weiterzuarbeiten. Die Planung von Ortbetonbauteilen ist wesentlich einfacher als bei Betonelementen. Anpassungen können direkt vor Ort erfolgen und hätten ohne Rückmeldungen aus der Werkplanung umgesetzt werden können. Zwar wäre die Bauzeit in der Theorie etwas länger ausgefallen. In der Praxis jedoch hätte der Ortbetonbau ohne die Wartezeiten, die beim Elementbau durch Planungsänderungen und Planlieferverzug entstanden sind, zu einem schnelleren Baufortschritt geführt. Damit hätte sich der fixe Eröffnungstermin insgesamt zuverlässiger absichern lassen, da ein kontinuierlicher Bauablauf gewährleistet gewesen wäre.

Auch die Kostenanalyse zeigt klare Unterschiede. Während der Ortbetonbau in der Theorie teurer erscheint, verdeutlichen die realen Marktbedingungen, dass er wirtschaftliche Vorteile geboten hätte. Unter Einbezug der Mehraufwände durch Planungsänderungen, des Planlieferverzugs und der zusätzlichen Beschleunigungsmassnahmen beim Elementbau wäre er insgesamt kostengünstiger gewesen.

Zusammenfassend wird deutlich, dass beide Bauweisen ihre Stärken haben. Die Entscheidung muss stets projektspezifisch getroffen werden. Dabei ist es wichtig, sich bewusst zu sein, dass insbesondere die Elementbauweise alle Planungsvorleistungen vor der Ausführung erfordert, während der Ortbetonbau durch eine schnellere und einfachere Planung überzeugt. Rückwirkend betrachtet erwies sich für das untersuchte Referenzprojekt jedoch der Ortbetonbau als vorteilhafter, da er organisatorische Sicherheit bot, die Einhaltung des fixen Eröffnungstermins zuverlässiger unterstützt hätte und zudem wirtschaftlich günstiger gewesen wäre.



Mathias Zwysig



Betonelementbau vs. Ortbetonbau



Anlieferung der vorfabrizierten Wandelemente



Montage der vorfabrizierten Wandelemente



Drohnenaufnahme der Rohbauarbeiten

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

BETONMONITORING IN DER PRAXIS

Experte: Sacha Schmid

BETONMONITORING IN DER PRAXIS- RECOURSENEINSPARRUNG BEI DECKENSCHALUNGEN

Auf heutigen Baustellen ist der Zeitdruck enorm. Besonders die Schalungssysteme für Decken erfordern präzise Planung, da sie aufgrund der Betondruckfestigkeit länger stehen bleiben müssen als Wandschalungen. Ein effizienter Umgang mit diesen Systemen kann den Baufortschritt erheblich beeinflussen. Betonmonitoring-Systeme bieten hier eine Möglichkeit, den optimalen Zeitpunkt für das Ausschalen exakt zu bestimmen.

Diese Diplomarbeit untersucht die technischen und organisatorischen Voraussetzungen sowie die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Betonmonitoring-Systemen auf Baustellen. Im Fokus steht die Anwendung auf Deckenschalungen, deren Standzeiten mit realen Messwerten optimiert werden sollen.

Die Arbeit basiert auf einem Praxistest auf der Baustelle Volta 2.1 in Basel. Dabei wird ein Betonmonitoring-System der Firma Doka eingesetzt und die Resultate dokumentiert und analysiert. Die Ergebnisse liefern einen direkten Nutzen für den Polier und die Bauführung.

Das Concremote-System misst kontinuierlich die Temperaturentwicklung im Beton und ermöglicht dadurch eine präzise Bestimmung der Festigkeitsentwicklung. Durch die Anwendung der De Vree Methode können die Messdaten in Echtzeit ausgewertet und der optimale Zeitpunkt für das Ausschalen bestimmt werden.

Die praktische Anwendung erfolgt über mehrere Monate auf der Baustelle, wobei verschiedene Deckenbereiche mit einer Gesamtfläche von 15050 m² überwacht werden. Die Messdaten werden mit der ursprünglichen Bauplanung verglichen und die Abweichungen dokumentiert.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt deutlich die Vorteile des Systems auf. Durch die Reduzierung der Standzeiten von durchschnittlich 4-5 Tagen auf 3 Tage pro Decke können erhebliche Einsparungen erzielt werden. Bei einer Deckenfläche von 15'050 m² und Mietkosten von 1.80 CHF pro m² und Tag entstehen täglich Kosten von 4'320 CHF nur für die Schalungsmiete.

Die Kalkulation des Returns on Investment (ROI) berücksichtigt Investitionskosten, Zeitgewinn und Qualitätsvorteile. Das Ergebnis zeigt eine Rendite von 76% bereits beim ersten Einsatz des Systems, was die hohe Wirtschaftlichkeit unterstreicht.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Diplomarbeit zeigt eindeutig, dass Betonmonitoring in der Praxis funktioniert und erhebliche Vorteile bietet. Die wichtigsten Erkenntnisse im Überblick:

Zeitersparnis: Durch den Einsatz des Concremote-Systems konnten im Volta 2.1 Projekt insgesamt 14 Tage Zeitersparnis erzielt werden. Dies entspricht einer Reduzierung der durchschnittlichen Standzeit pro Decke von 4-5 Tagen auf nur 3 Tage.

Kosteneinsparung: Die Zeitersparnis führte zu direkten Kosteneinsparungen von 10'427 CHF bei der Schalungsmiete. Zusätzlich entstehen indirekte Einsparungen durch den beschleunigten Baufortschritt und die optimierte Ressourcennutzung.

Return on Investment: Die Wirtschaftlichkeitsanalyse ergab einen ROI von 76% bereits beim ersten Einsatz. Das System rechnet sich ab einer Zeitersparnis von nur 7,7 Tagen, was deutlich unter den erzielten 14 Tagen liegt.

Technische Zuverlässigkeit: Das Concremote-System erwies sich als zuverlässig und benutzerfreundlich. Die kontinuierliche Temperaturmessung und die automatische Auswertung über die zugehörige App ermöglichen eine einfache Integration in den Bauablauf.

Qualitätsverbesserung: Durch die datenbasierte Entscheidungsfindung wird das Risiko von zu frühem oder zu spätem Ausschalen minimiert. Dies führt zu einer höheren Betonqualität und reduziert das Risiko von Bauschäden.

Planungssicherheit: Die präzisen Messwerte ermöglichen eine bessere Vorhersagbarkeit der Bauzeiten und eine optimierte Ressourcenplanung. Dies ist besonders bei komplexen Bauprojekten von großem Vorteil.

Skalierbarkeit: Die Untersuchung zeigt, dass das System bereits bei mittleren Bauvorhaben wirtschaftlich einsetzbar ist. Bei größeren Projekten steigt die Rentabilität entsprechend.

Die Diplomarbeit belegt, dass Betonmonitoring den Schritt vom "Bauen nach Gefühl" zum "Bauen nach Fakten" ermöglicht. Die Kombination aus bewährter Erfahrung, wissenschaftlicher Methodik und präziser Messtechnik führt zu optimierten Bauprozessen und nachhaltigen Kosteneinsparungen.



Remo Strässler



Platzierung des Doka Deckensensors im Frischbeton. Quelle: Doka, Fotograf: Unbekannt



Prognose des Festigkeitsverlauf. Quelle: Screenshot Doka Applikation.

Kalkulierte Kosten Deckenschalung inkl. Investition Concremote				
LMIF	Positionen	Mit Concremote	Ohne Concremote	Differenz
Personal	Aufsicht und Führung	3'952.00	0.00	-3'952.00
Inventar	Schalung	281'525.00	305'705.00	24'180.00
	Sensoren	9'801.00	0.00	-9'801.00
Fremdleistungen	Transporte	1'528.00	1'528.00	0.00
Total		296'806.00	307'233.00	10'427.00
Prozentuale Einsparung Schalungsmiete		24'180.00		8%
Investition Concremote		13'753.00		
Gewinn		10'427.00		
ROI				76%

Kalkulation ROI bei Kauf der Deckensensoren. Tabelle. Eigene Berechnung. Datengrundlage Projektdaten Volta 2.1.

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

GRÜNER BELAG

Experte: Sacha Schmid

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit befasst sich mit der Frage, wie der Einsatz von Recyclingasphalt (RC-Asphalt) im Schweizer Strassenbau gesteigert werden kann. Ausgangspunkt ist die Tatsache, dass Strassenbeläge einen grossen Anteil den mineralischen Baustoffen verbrauchen und bei Sanierungen erhebliche Mengen Ausbaumasphalt anfallen. Durch den gezielten Wiedereinsatz dieses Materials lassen sich Primärrohstoffe schonen, Transportwege reduzieren und Deponieraum sparen. Die Arbeit untersucht systematisch technische, gesetzliche, wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen, die den Einsatz von RC-Asphalt begrenzen oder fördern. Neben einer umfassenden Analyse von Normen, Gesetzen und Fachliteratur wurden zwei Experteninterviews mit Branchenvertretern durchgeführt, um praxisnahe Einblicke zu erhalten. Dabei werden aktuelle Hürden und Potenziale identifiziert, die für eine nachhaltige Erhöhung der Recyclingquote entscheidend sind. Ziel ist es, fundierte Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, die sowohl für Bauunternehmen als auch für Auftraggeber als Entscheidungsgrundlage dienen können.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Auswertung der Experteninterviews und Fachquellen zeigt, dass RC-Asphalt technisch bereits heute in hohen Anteilen eingesetzt werden kann, sofern wesentliche Qualitätsanforderungen wie der Hohlraumgehalt, die Kornverteilung und die Bindemittelwerte eingehalten werden. Grenzen ergeben sich in der Praxis vor allem durch die Qualität des Ausbaumasphalts, die Alterung des Bindemittels sowie den Gehalt an Schadstoffen, insbesondere polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Gesetzlich sind vor allem die Vorgaben aus der VVEA sowie die Anforderungen der VSS-Normen relevant, ergänzt durch zusätzliche Qualitätsvorgaben einzelner Bauherren. Wirtschaftlich ist Recycling in vielen Fällen vorteilhaft, da es Primärrohstoffabbau und Deponiekosten reduziert, auch wenn die Aufbereitung selbst Investitionen und Betriebskosten verursacht. Ökologisch bietet RC-Asphalt einen klaren Mehrwert durch Ressourcenschonung und geringere CO₂-Emissionen. Die grössten Herausforderungen liegen in einer konstant hohen Materialqualität, einer verbesserten Homogenisierung, der Erfüllung künftiger strengerer Schadstoffgrenzwerte sowie in der Akzeptanz bei Auftraggebern und Planern. Eine verstärkte Förderung und klare Vergabekriterien könnten den Einsatz in Zukunft deutlich steigern.



Jonas von Rotz



RC-Kiesgemisch 0-8 mm



Trocken gelagertes RC-Kiesgemisch 0-16mm



Gesteinsbrecher

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

MODELLBASIERTE BAUSTELLE IM HOCHBAU

Experte: Marco Bieri

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem praxisnahen Einsatz der modellbasierten Baustelle im Hochbau und untersucht, wie digitale Methoden insbesondere Building Information Modeling (BIM) den Bauprozess effizienter, transparenter und wirtschaftlicher gestalten können. Während BIM in der Planungsphase vieler Projekte bereits etabliert ist, erfolgt der Einsatz auf der Baustelle bislang nur sehr zögerlich. Die Gründe dafür liegen sowohl in technischen Hürden als auch in organisatorischen und kulturellen Herausforderungen. Dennoch wird die modellbasierte Baustelle von vielen Experten als entscheidender Schritt in Richtung einer durchgängig digitalen Bauwirtschaft angesehen.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Frage, wie sich digitale Werkzeuge in der täglichen Baupraxis integrieren lassen und welchen Mehrwert sie im Vergleich zu traditionellen Methoden tatsächlich bringen. Als Pilotprojekt wurde der Bau eines Mehrfamilienhauses in Neuenhof untersucht, bei dem zentrale Prozesse von der Absteckung über die Bewehrungsplanung bis hin zur Qualitätssicherung mithilfe digitaler Modelle durchgeführt wurden. Eingesetzte Hilfsmittel waren unter anderem Trimble Connect zur cloudbasierten Modellverwaltung, Tablets zur direkten Nutzung der Daten auf der Baustelle, eine Robotic Totalstation zur modellgestützten Absteckung sowie digitale Bewehrungsmodelle, die den konventionellen Schal- und Bewehrungsplänen gegenübergestellt wurden.

Die Arbeit verfolgt einen klaren praxisorientierten Ansatz: Sie vergleicht die modellgestützte mit der traditionellen Vorgehensweise und bewertet die Auswirkungen auf Bauzeit, Kosten, Qualität und Zusammenarbeit. Darüber hinaus werden die organisatorischen Konsequenzen betrachtet, wie die Einführung neuer Rollen (z. B. BIM-Koordinator), veränderte Kommunikationswege zwischen Bauleitung, Ingenieuren und Polieren sowie rechtliche Fragen im Zusammenhang mit digitaler Dokumentation und Cloud-Lösungen.

Besonders hervorgehoben wird die Qualitätssicherung, die durch den Einsatz der digitalen Methode auf ein neues Niveau gehoben werden konnte. Anhand der modellgestützten Dokumentation wurden Abweichungen zwischen Planung und Ausführung frühzeitig erkannt und korrigiert. Dies führte nicht nur zu einer höheren Bauqualität, sondern auch zu einer gesteigerten Transparenz und Nachvollziehbarkeit des gesamten Bauprozesses. Insgesamt zeigt die Arbeit, dass die modellbasierte Baustelle nicht nur ein technisches Hilfsmittel ist, sondern ein umfassendes Konzept darstellt, das sowohl die Arbeitsweise der Bauleitung als auch die Rolle der Bauarbeiter verändert. Sie erfordert ein Umdenken in der Organisation, eine Investition in Aus- und Weiterbildung sowie eine neue Haltung gegenüber digitalen Prozessen. Gerade darin liegt jedoch auch die Chance, die Wettbewerbsfähigkeit von Bauunternehmen langfristig zu sichern und den Weg in eine digitale Zukunft aktiv mitzugestalten.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen klar, dass die modellbasierte Baustelle bereits heute deutliche Vorteile bietet. Durch den Einsatz digitaler Werkzeuge konnte die Bauzeit um rund zweieinhalb Wochen verkürzt und die Materialkosten um etwa drei Prozent gesenkt werden. Gleichzeitig erhöhte sich der Deckungsbeitrag, was vor allem auf die präzisere Mengenermittlung und die wesentlich effizientere Kalkulation zurückzuführen ist.

Die digitale Absteckung mit der Totalstation sowie die modellbasierten Bewehrungspläne führten zu einer deutlich präziseren Ausführung und verbesserten die Qualitätssicherung erheblich. Zudem zeigte sich, dass die Zusammenarbeit zwischen Bauleitung, Ingenieuren und Polieren durch die gemeinsame Arbeit an einer einheitlichen digitalen Datenbasis wesentlich effizienter und transparenter wurde.

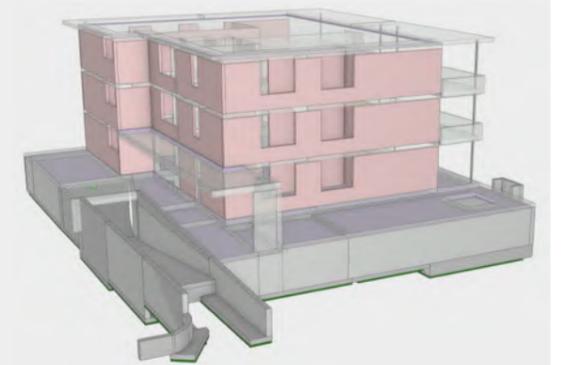
Neben den klaren Vorteilen offenbarte die Arbeit auch die bestehenden Herausforderungen. Dazu zählen insbesondere die hohen Anfangsinvestitionen in Software und Geräte, die Akzeptanzprobleme bei erfahrenen Mitarbeitenden sowie der zusätzliche Schulungsbedarf für Bauleitung und Poliere. Dennoch konnte aufgezeigt werden, dass diese Hürden mit gezielten Pilotprojekten und Weiterbildung erfolgreich überwunden werden können.

Die Arbeit zeigt deutlich: Die modellbasierte Baustelle ist keine Zukunftsvision mehr, sondern heute bereits praxisnah umsetzbar. Werden die Anfangshürden überwunden, ergeben sich nachhaltige Vorteile in Bezug auf Qualität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

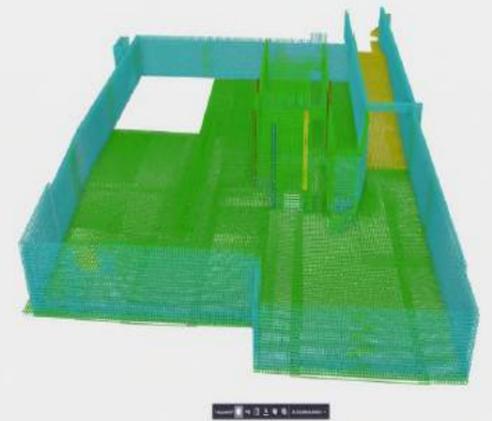
Unternehmen, die diesen Schritt frühzeitig gehen, sichern sich einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil und positionieren sich zukunftsfähig in einer zunehmend digitalen Bauwirtschaft.



Jetmir Ahmeti



MFH Neuenhof 3D-Modell West Seite



3D Bewehrungsmodell Ingenieur



Digitales Planhaus



Trimble RTS Robotic Total Station

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

ORTBETON VS. HOLZELEMENTBAUWEISE

Experte: Martin Häfeli

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In meiner Diplomarbeit habe ich die Ortbetonbauweise und die Holzelementbauweise am Beispiel eines Zweifamilienhauses mit Hanglage in Ennetbaden miteinander verglichen. Ziel war es, herauszufinden, wo die Unterschiede liegen – technisch, wirtschaftlich und ökologisch – und was das Ganze sowohl für die Bauherrschaft als auch für uns als Baumeister konkret bedeutet.

Im technischen Teil habe ich mir vor allem die Materialeigenschaften angeschaut: Wärmeausdehnung, Rohbaugewicht, Brand- und Schallschutz. Dazu kommen Unterschiede beim Fassaden- und Dachaufbau sowie beim Thema Wärme- und Kältebrücken. Ein Punkt, der in der Praxis immer wieder entscheidend ist, ist die Planung der Leitungsführungen. Hier zeigt sich klar, dass je nach Bauweise unterschiedlich früh entschieden werden muss – und das beeinflusst am Schluss auch, wie flexibel auf der Baustelle noch reagieren werden kann.

Neben den technischen Aspekten werden die Nachhaltigkeit und die Herkunft der Materialien betrachtet. Während Holz als nachwachsender Rohstoff mit kurzen Transportwegen punktet, bringt Beton durch die energieintensive Zementproduktion einen höheren CO₂-Ausstoß mit sich. Im Vergleich der Bauverfahren wird auch auf den Platzbedarf, die Möglichkeiten kurzfristiger Änderungen und die Geschwindigkeit der Bauausführung eingegangen.

Zum Schluss habe ich die Kosten verglichen – sowohl bei den Baumeisterarbeiten als auch beim Holzelementbau. Dabei ist klar geworden: Beide Bauweisen haben ihre Stärken und Schwächen. Mit der Arbeit wollte ich genau diese Unterschiede aufzeigen und so eine gute Grundlage schaffen, damit man je nach Projekt die passende Bauweise wählen kann.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Beim Vergleich von Ortbeton- und Holzelementbau gibt es einige markante Unterschiede. Ein grosser Pluspunkt beim Holzbau ist die kurze Bauzeit: Die vorgefertigten Elemente stehen in wenigen Tagen, während der Beton nach dem Einbringen rund 28 Tage zum Aushärten braucht.

Beim Kostenvergleich zeigt sich aber, dass der Holzbau trotz schneller Montage rund ein Drittel teurer ist – hauptsächlich wegen der Vorfertigung im Werk. Dafür braucht er auf der Baustelle deutlich weniger Platz, da die Elemente direkt angeliefert und versetzt werden.

Beim Brand- und Schallschutz hat Beton durch seine Masse klare Vorteile. Holz muss hier mit zusätzlichen Schichten und Massnahmen aufrüsten, um ähnliche Werte zu erreichen. Erstaunlich ist auch der Gewichtsunterschied: Der Ortbetonbau beim Zweifamilienhaus in Ennetbaden kämme auf rund 71 Tonnen, der Holzbau dagegen nur auf etwa 12 Tonnen. Das ist gerade bei Anbauten oder Aufstockungen ein grosser Vorteil.

In der Ausführung ist der Ortbetonbau flexibler, weil man auch kurz vor dem Betonieren noch Anpassungen machen kann. Beim Holzbau muss hingegen schon in der Planungsphase alles bestimmt worden sein – nachträgliche Änderungen sind teilweise sehr aufwendig.

Punkten kann der Holzbau dafür klar bei der Nachhaltigkeit: Holz wächst nach, speichert CO₂ und lässt sich teilweise sogar wiederverwenden. Beton hingegen braucht viel Energie und verursacht bei der Zementproduktion hohe CO₂-Emissionen.

Alles in allem hat mir dieser Vergleich geholfen, die Unterschiede besser zu verstehen. Beide Bauweisen haben ihre Vor- & Nachteile. Entscheidend ist am Schluss, welche Anforderungen das Projekt und die Bauherrschaft mitbringen.



Patrick Bösch



CNC-Frästisch in der Werkshalle



Ortbetonbauweise des UG und vom Liftschacht



Versetzen der vorgefertigten Holzelemente

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

BUILDING INFORMATION MODELING

Experte: Gregor Vogt

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Was ist BIM?

BIM ist eine digitale Arbeitsmethode, bei der ein Bauwerk als 3D-Modell vollständig und mit sämtlichen relevanten Informationen wie Geometrie, Mengen, Terminen und Bauphasen dargestellt wird. Dadurch kann das Modell für Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau genutzt werden, mit dem Ziel, die Zusammenarbeit zu verbessern und Qualität, Termine sowie Kosten besser zu steuern.

Ziel und Vorgehen

Ziel meiner Diplomarbeit war es, herauszufinden, wie BIM konkret auf der Baustelle funktioniert, mit Fokus auf die Rolle des Baumeisters. Als Praxisbeispiel diente die Grossbaustelle Departement Biomedizin (DBM) in Basel, ergänzt durch Erkenntnisse vom Klinikum 2 (K2) des Universitätsspitals Basel.

Der Schwerpunkt lag dabei auf der Modellstruktur und dem Modellaufbau: Nur wenn das Modell logisch gegliedert, klar codiert und in Teilmodelle unterteilt ist, kann es auf der Baustelle sinnvoll verwendet werden. Ein zentraler Punkt ist, wie wir als Baumeister Einfluss auf die Modellierung nehmen müssen, damit wir damit effizient arbeiten können.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Modellstruktur ist entscheidend

Am DBM funktionierte der Baustellenablauf dank sauberer Modellstruktur (Teilmodelle, Etappencodes, einheitliche Dateibenennung) deutlich besser als beim K2, wo diese Standards fehlten.

Kostenauswertung

Die BIM-Nutzung verursacht auf der nicht ausmassbasierten Baustelle DBM rund 1'100 CHF Mehrkosten pro Monat, insbesondere durch Tablets, Planhäuser und Mehraufwand beim Herausmessen. Auf Ausmass Baustellen hingegen bringt BIM klare finanzielle Vorteile, da Mengen direkt aus dem Modell gezogen werden können.

Technik fördert Teamgeist

Die Nutzung digitaler Werkzeuge motiviert Mitarbeitende, erleichtert den Wissenstransfer zwischen den Generationen und fördert die Teamkultur. Besonders junge Mitarbeitende und Lernende bringen sich aktiv ein.

Mehr Verantwortung für den Baumeister

Mit BIM steigt die Verantwortung auf der Baustelle: Masse müssen selbstständig aus dem Modell entnommen werden, Planfehler fallen früher auf, gleichzeitig wird man als Baumeister unabhängiger von Planern.

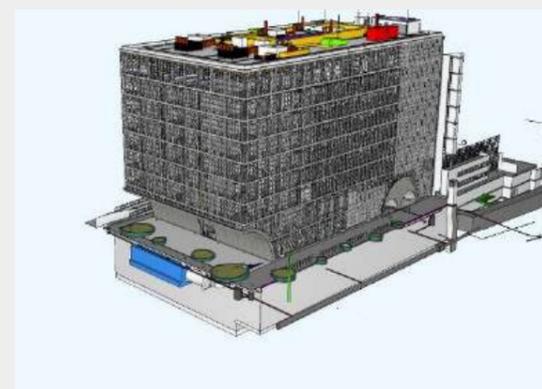
Fazit

BIM bedeutet heute für den Baumeister mehr Verantwortung, aber auch mehr Potenzial:

- ✓ Effizientere Abläufe
- ✓ Bessere Visualisierung
- ✓ Stärkere Teammotivation



Sandro Lüthi



Gesamtmodell Departement Biomedizin

Name	Geändert von	Letzte Änderung am	Größe
DBM_51_WA_MM_00.ifc	Sascha Lüthiger	Aug 27, 2025	1000.7 KB
DBM_51_WA_NB_00.ifc	Thomas With	Mar 06, 2025	122.92 KB
DBM_51_WA_NT_00.ifc	Sascha Lüthiger	Aug 27, 2025	1.81 MB
DBM_51_WA_ST_00.ifc	Thomas With	Mar 06, 2025	1.67 MB
DBM_51_WA_TR_00.ifc	Sascha Lüthiger	Aug 27, 2025	1.07 MB
DBM_51_WA_VA_00.ifc	Sascha Lüthiger	Aug 27, 2025	1.31 MB
DBM_51_WA_VB_00.ifc	Thomas With	Mar 06, 2025	1.23 MB

Einzelmodelle Departement Biomedizin



Bug DBM

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

VERGLEICH VON SICHT- UND NICHT-SICHTBETON IN DER AUSFÜHRUNG

Experte: Roberto Sibilia

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Beton ist eines der wichtigsten Baumaterialien, langlebig und vielseitig einsetzbar. Dennoch ist Beton nicht gleich Beton. Unterschiede bestehen unter anderem in Normen, Nachbehandlung, Etappierung und Ausschallfristen.

Am Praxisbeispiel in Hausen AG, sowie durch das Interview mit Hanspeter Süess vom Betonwerk wurde aufgezeigt, dass sich Sichtbeton und Nicht-Sichtbeton sowohl in der Entstehung und Lieferung als auch in der Nutzung deutlich unterscheiden. Während Nicht-Sichtbeton primär funktionalen Zwecken dient, stellt Sichtbeton höchste Anforderungen an Planung, Schalung und Nachbehandlung.

Besonders anspruchsvoll ist die Fehlerbehandlung am Sichtbeton. Jede Abweichung bleibt sichtbar und erfordert spezialisiertes Fachwissen, um weitere Schäden zu vermeiden. Die Arbeit zeigt, dass der Einsatz von Sichtbeton nicht nur eine ästhetische, sondern auch eine wirtschaftliche und qualitative Entscheidung ist.

Damit ein Bauprojekt erfolgreich umgesetzt werden kann, müssen bereits im Vorfeld Fragen wie „Wann, warum und wozu Sichtbeton?“, geklärt werden. Entscheidend ist zudem eine enge Koordination zwischen Bauherr, Architekt, Ingenieur, Bauleitung, Baufirma und Betonwerk. Nur so lassen sich Qualität, Kosten und Termine optimal steuern.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Kosten: Sichtbeton verursacht deutlich höhere Herstellungskosten. Beim Projekt Hausen AG lagen die Preise für Schalung Typ 4.1 fast doppelt so hoch wie bei Typ 2. Grund sind aufwendigere Schalungen, höhere Anforderungen an Betonqualität und längere Arbeitszeiten.

Zeitaufwand: Für Sichtbetonwände wurde nahezu die doppelte Arbeitszeit benötigt (z. B. 24.75h pro Etappe bei Typ 4 gegenüber 13.75h bei Typ 2). Grund ist die exakte Vorbereitung der Schalung, die Kontrolle der Bewehrung und das vorsichtige Ausschalen.

Qualität: Sichtbeton erfordert höchste Präzision. Schon kleine Abweichungen führen zu sichtbaren Mängeln (Lunker, Kiesnester, Abdrücke). Nicht-Sichtbeton verzeiht mehr, da er später überdeckt oder verputzt wird.

Fehlerbehandlung: Schäden bei Sichtbeton sind teuer und optisch nie vollständig korrigierbar. Bei Nicht-Sichtbeton können Mängel einfacher behoben oder überdeckt werden.

Nachhaltigkeit: Sichtbetonflächen benötigen keine zusätzlichen Beläge oder Verkleidungen. Dies spart langfristig Kosten und Materialien. Nicht-Sichtbeton ist in der Herstellung günstiger, verursacht aber Folgekosten für Unterhalt und Renovationen.

Fazit: Sichtbeton bedeutet höhere Anfangskosten und mehr Zeitaufwand, bietet aber langfristig Vorteile in Qualität, Beständigkeit und Ökologie. Nicht-Sichtbeton bleibt die wirtschaftlichere Lösung für rein funktionale Bauteile.



Arsim Hetemi



Einfamilienhaus Hausen AG



Wandschalungen Hausen AG



Grosses Fenster Hausen AG

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

MODERNE ARBEITGEBERMARKE ZUR GEWINNUNG JUNGER TALENTE

Experte: Ströbel Markus

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) im Bauhauptgewerbe stehen vor einer wachsenden Herausforderung: Junge Talente lassen sich nicht mehr allein mit klassischen Rekrutierungswegen erreichen. Zwar ist der Fachkräftemangel noch nicht überall dramatisch spürbar, doch die demografische Entwicklung macht klar: Wer jetzt nicht handelt, verliert in Zukunft an Wettbewerbsfähigkeit. Die Generation Z erwartet mehr als Sicherheit – sie will Sinn, Perspektiven, Wertschätzung und ein Umfeld, das sie ernst nimmt.

Diese Diplomarbeit untersucht, wie KMUs trotz begrenzter Ressourcen eine Arbeitgebermarke entwickeln können, die authentisch wirkt und junge Menschen überzeugt.

Als Grundlage dient die Betrachtung von fünf Handlungsfeldern, die für die Attraktivität eines Arbeitgebers im Baugewerbe besonders relevant sind: **Kultur und Wertschätzung, moderne Führung, ein klarer USP, Entwicklungsmöglichkeiten sowie Kommunikation und Sichtbarkeit.**

Eine besondere Aufmerksamkeit gilt dem Bauführer: Er verbindet operative Verantwortung auf der Baustelle mit direktem Kontakt zu Lernenden und jungen Fachkräften. Damit prägt er das Bild des Unternehmens nach innen wie nach aussen – eingebettet in die gesamte Unternehmenskultur und unterstützt durch die übrigen Handlungsfelder.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden Interviews mit Branchenexperten, eine Onlineumfrage und eine SWOT-Analyse des eigenen Betriebs durchgeführt. Die Arbeit verknüpft damit theoretische Grundlagen mit praktischen Erkenntnissen und bietet einen fundierten Überblick darüber, wie KMUs ihre Attraktivität als Arbeitgeber gezielt steigern können.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen: Die Gewinnung und Bindung junger Talente gelingt nicht durch kurzfristige Massnahmen oder Hochglanzauftritte, sondern durch eine authentische und gelebte Unternehmenskultur. Eine der zentralen Erkenntnisse dieser Arbeit lautet deshalb: „**Kultur schlägt Kampagne**“. Damit wird deutlich, dass die eigentliche Stärke von KMUs nicht in teuren Werbemassnahmen liegt, sondern in ihrem Alltag – in Teamgeist, Wertschätzung und Nähe.

Interviews, Onlineumfrage und SWOT-Analyse verdeutlichen, dass fünf Handlungsfelder entscheidend sind:

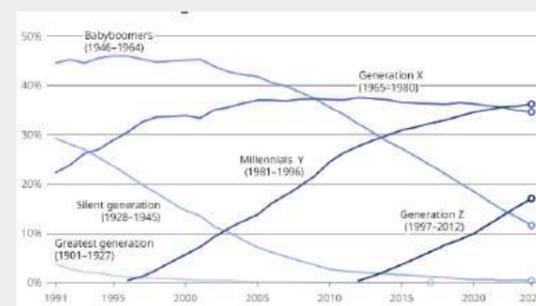
- **Kultur und Wertschätzung:** Ein offenes Betriebsklima, ehrliche Anerkennung und kleine, alltägliche Feedbacks stärken Motivation und Zugehörigkeit stärker als materielle Anreize.
- **Führung:** Der Bauführer ist Schlüsselfigur – nicht nur Organisator von Baustellen, sondern Lerncoach, Mentor und Vorbild. Sein Führungsstil entscheidet mit, ob junge Menschen bleiben oder gehen.
- **Arbeitgeberprofil (USP):** KMUs punkten mit Nähe, Teamgeist und Verlässlichkeit. Diese Stärken müssen bewusst sichtbar gemacht werden, um sich von grösseren Anbietern abzugrenzen.
- **Entwicklung:** Junge Talente wollen früh Verantwortung übernehmen und Lernfortschritte erleben. Peer-Coaching, Mikromodule und klare Entwicklungspfade schaffen Bindung und Perspektiven.
- **Kommunikation und Sichtbarkeit:** Authentische Einblicke in den Arbeitsalltag – etwa durch Lernendenvideos, Social Media oder Baustellenbesuche – wirken überzeugender als jede klassische Stellenausschreibung.

Besonders wichtig ist das Zusammenspiel dieser Handlungsfelder: Erst wenn sie ineinandergreifen, entsteht eine Arbeitgebermarke, die mehr ist als ein Versprechen. Rekrutierung und Bindung sind wie zwei Seiten derselben Medaille: Wer junge Talente von Anfang an ernst nimmt, gewinnt sie nicht nur, sondern bindet sie auch langfristig.

Die Arbeit liefert damit keine abstrakten Empfehlungen, sondern konkrete, umsetzbare Ansätze. Sie zeigt, wie KMUs trotz, zum Teil, knapper Mittel durch Authentizität, Nähe und eine gelebte Kultur im Wettbewerb um Fachkräfte bestehen können – und macht deutlich, dass gerade jetzt der richtige Zeitpunkt ist, die Weichen zu stellen. Wer den Mut hat, hier anzusetzen, legt den Grundstein für nachhaltigen Erfolg in einer Branche, die mehr denn je auf Menschen angewiesen ist.



Reto Hunziker



Demografische Entwicklung: Gen Z nimmt zu.



PERMA- Lead, Positiv Leadership



Grafik aus der Umfrage zum Thema Image der Baubranche



Echtheit statt Inszenierung

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

GRUNDWASSER – DIE VERBORGENE HERAUSFORDERUNG AM BAU

Experte: Marc Stutz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In meiner Diplomarbeit habe ich mich intensiv mit dem Thema Grundwasser beschäftigt, einer unsichtbaren, aber oft unterschätzten Herausforderung auf vielen Baustellen. Die Idee dazu kam mir durch ein eigenes Erlebnis. Während meines Praktikums musste ich kurzfristig eine Baustelle übernehmen, bei der unerwartet Grundwasser auftrat. Plötzlich war ich mit einem Problem konfrontiert, das nicht nur technisch anspruchsvoll war, sondern auch sofortige Entscheidungen verlangte.

Diese Erfahrung hat mir gezeigt, wie wenig man im Alltag manchmal über so ein zentrales Thema weiss, und genau das wollte ich mit dieser Arbeit ändern. Mein Ziel war es, die wichtigsten Grundlagen zum Thema Grundwasser zusammenzustellen, typische Probleme aufzuzeigen und vor allem praxisnahe Lösungsansätze zu analysieren. Dabei habe ich mich mit den verschiedenen Arten von Grundwasser, den Einflussfaktoren wie Geologie und Hydrologie sowie mit technischen Massnahmen zur Abdichtung und Entwässerung beschäftigt.

Besonders wichtig war mir der Praxisbezug. Deshalb habe ich ein konkretes Projekt an der Belpstrasse 28 in Bern dokumentiert. Dort habe ich den Bau eines Velo-Lifts in einer bestehenden Wohnung betreut, mit allen Schwierigkeiten, die ein hoher Grundwasserspiegel mit sich bringt. Durch Massnahmen wie Pumpensysteme und gezielte Abdichtungen konnten wir die Arbeiten trotzdem erfolgreich und sogar schneller als geplant abschliessen.

In einem weiteren Teil der Arbeit habe ich fünf verschiedene Abdichtungslösungen technisch und wirtschaftlich analysiert. Daraus entstand ein klarer Vergleich, welche Methoden sich in der Praxis wirklich lohnen und welche besser vermieden werden sollten.

Durch diese Arbeit konnte ich nicht nur mein Wissen erweitern, sondern auch ein besseres Gespür für die Planung und Durchführung von Bauprojekten im Grundwasserbereich entwickeln. Denn eines ist sicher: Wer als Bauführer mit solchen Situationen richtig umgehen kann, spart nicht nur Geld und Zeit, sondern sorgt auch für nachhaltige und sichere Bauwerke.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Grundwasser stellt auf vielen Baustellen eine ernstzunehmende Herausforderung dar. Es beeinflusst Bauabläufe, erhöht die Kosten und kann die Stabilität von Bauwerken gefährden, wenn es nicht frühzeitig erkannt und berücksichtigt wird. In meiner Diplomarbeit wurde deutlich, wie wichtig eine sorgfältige Planung ist. Ebenso zentral ist die enge Zusammenarbeit zwischen Bauleitung, Ingenieuren und der Ausführung, um solche Herausforderungen erfolgreich zu meistern. Der gezielte Einsatz geeigneter Abdichtungssysteme spielt dabei eine entscheidende Rolle.

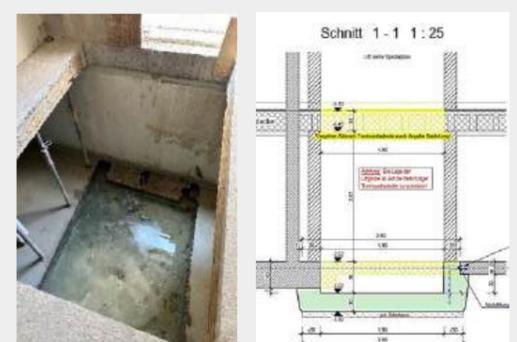
Lösungen wie Quellbänder, Injektionsschläuche oder moderne Systeme wie SikaProof ermöglichen eine wirksame Kontrolle von drückendem Wasser, sofern sie bereits zu Beginn des Projekts korrekt eingeplant werden. Meine Kalkulationen haben gezeigt, dass nachträgliche Abdichtungen zwar auf den ersten Blick günstiger erscheinen, in der Realität jedoch meist teurer und weniger effizient sind.

Das Projekt an der Belpstrasse hat mir in der Praxis vor Augen geführt, wie wichtig es ist, Theorie und praktische Umsetzung miteinander zu verbinden. Ich habe erkannt, dass Grundwasser immer berücksichtigt werden muss, um Schäden, Verzögerungen und hohe Kosten zu vermeiden.

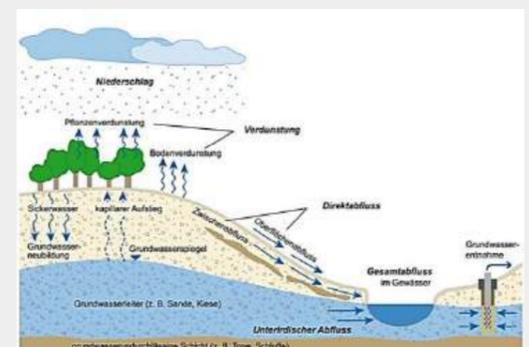
Für meine berufliche Zukunft nehme ich mit, dass technisches Fachwissen allein nicht ausreicht. Es braucht ein ganzheitliches Verständnis, Verantwortungsbewusstsein und den Willen, neue Technologien wie Sensorik oder solarbetriebene Pumpensysteme sinnvoll einzusetzen. Die Arbeit hat mir die Bedeutung einer vorausschauenden und nachhaltigen Bauweise aufgezeigt und mir wertvolle Grundlagen für meine weitere Entwicklung als Bauführer gegeben.



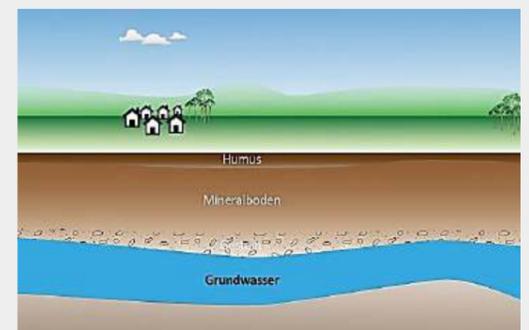
Elion Sadiki



Baustelle: Belpstrasse 28, 3007 Bern



Hydrologischer Wasserkreislauf



Bodenaufbau bis zum Grundwasser

Kalkulation	Variante	Kosten	Technische Einschätzung
1	Abdichtung gemäss Ingenieur	2'356.- Fr.	Sicher und wirtschaftlich
2	Nachträgliche Abdichtung	720.- Fr.	Nur im Notfall, am besten zu vermeiden.
3	Eine Variante zum Abdichten im Neubau.	792.- Fr.	Einfach, günstig, wirtschaftlich und sehr empfehlenswert
4	Erste Variante zum Abdichten im Neubau.	3'101.- Fr.	Sicher aber ohne grosse Möglichkeiten zur Nachbesserung.
5	Zweite Variante zum Abdichten im Neubau	4'261.- Fr.	Beste Sicherheit aber nicht wirtschaftlich (sehr teuer).

Vergleich der Kalkulationen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

PROJEKT SCHILTHORN 20XX

Experte: Marc Patrik Zangerl

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit beleuchtet die Erneuerung der Stützenfundamente der ersten beiden Sektionen der Schilthornbahn und analysiert Planung, Logistik, Geologie sowie Ausführung. Die neue erste Sektion Stechelberg–Mürren kombiniert künftig den Waren- und Personentransport. Gebaut wird grösstenteils unter laufendem Bahnbetrieb, einzig die oberste Sektion ist im Winter 2024/25 kurz ausser Betrieb. Das bedingt eine enge Koordination mit Betrieb, Tourismus und dem Dorf Mürren.

Bei **Stütze 1** an der Mürrenfluh liegt der tragfähige Fels oberflächennah. Der Aushub erfolgt zu grossen Teilen sprengtechnisch. Vor den Ankerarbeiten werden lose Felspartien geräumt und mit Gewindestangen rückverankerten Netzen gesichert. Die Gründung des eigentlichen Stützenfundamentes besteht aus zwei getrennten Betonkörpern, einem Haupt- und einem Abspannfundament. Die Tiefenfundation erfolgt mit permanenten Litzentankern. Der Beton stammt aus einer provisorischen Betonanlage in Mürren und wird mittels provisorischer Baustellenseilbahn an die Einbringungsstelle transportiert.

Stütze 2 steht auf vier Einzelfundamenten, welche ebenfalls direkt auf den tragfähigen Felsen zu stehen kommen. Die Litzentanker sind hier vertikal angeordnet; eigens angefertigte Kontrollschächte gewährleisten einen ständigen Zugang zu den Messdosen. Die Böschungssicherung erfolgt lokal lediglich bei Sockel 3, dem tiefsten Baugrubeneinschnitt des Baustellenperimeters von Stütze 2.

Stütze 3 liegt in einer Rutschzone. Drei aufwendig dimensionierte Schachtfundationen (2 x talseitig Ø 6 m/ t=7.5 m, bergseitig Ø 3 m/ t=11 m) sind über einen biegesteifen Betonrahmen miteinander verbunden; ein verschiebliches Chassis erlaubt Justierungen. Der Lockergesteinsabtrag überragt den sprengtechnischen Felsabtrag um ein Vielfaches. Regelmässige Kontrollintervalle der Rutschmasse sind für die Betriebssicherheit zwingend.

In einer eigens für den Baustellenbetrieb errichteten temporären Betonanlage in Mürren wird der Konstruktionsbeton gleich vor Ort angerührt und gemischt. Sämtliche Zuschlagsstoffe und Chemikalien werden per Baustellenseilbahn von Stechelberg direkt nach Mürren transportiert. Von dort gelangt der Beton via Fahrmischer zu den Umschlagplätzen, von wo er je nach Einsatzgebiet mit der Baustellenseilbahn weiter an seinen Bestimmungsort gebracht wird.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Der Komplettersatz der bestehenden Luftseilbahnkette verbessert den Betrieb messbar. Die Fahrzeit von Stechelberg auf das Schilthorn reduziert sich unter anderem von 32 auf nur noch 24 Minuten. Zugleich ermöglicht ein Hybrid-Batteriesystem bei deutlich höherer Förderleistung rund 10% weniger Energieverbrauch. Die neuen Seilbahnanlagen erlauben infrastrukturell einen ganzjährigen Betrieb während 365 Tagen im Jahr.

Bei den Planungen und den Ausführungsarbeiten stellt sich die Materiallogistik als massgebender Einflussfaktor heraus. Insbesondere die zahllosen Umschläge und Zwischentransporte via Baustellenseilbahnen, Fahrmischer und weitere Transportmittel stellen hohe Ansprüche an eine zeitlich geregelte Abfolge.

Die Bauarbeiten bei Stütze 1 sind logistisch enorm anspruchsvoll. Dies zur Hauptsache den beengten Platzverhältnissen in dem enorm steilen Gelände geschuldet. Die Materialversorgung dieses Baustellenperimeters kann nur auf dem Luftweg via Baustellenseilbahn oder Helikopter erfolgen. Die Mitarbeiter gelangen über eine Traverse im Hang zur Baustelle und bewegen sich im Bauperimeter auf mobilen Arbeitsplattformen und steilen Zugangstrepfen.

Stütze 2 sticht durch ihr umfassendes und sorgfältig erarbeitetes Sprengkonzept heraus. Aufgrund der Nähe zum Dorf Mürren ist es wichtig, bei sämtlichen Sprengarbeiten die Grenzwerte und Sicherheitsvorkehrungen streng zu bewachen und einzuhalten.

Stütze 3 zeichnet sich durch die komplexe und umfassende Tiefenfundation aus. Für die Erstellung der Betonrahmenkonstruktion werden 3 Schächte in Etappen abgeteuft und gesichert. Die Arbeitssicherheit spielt hier eine zentrale Rolle bei der Ausführung.

Gesamthaft lässt sich festhalten, dass die Transportwege, Materialumschläge und die Installationsvorrichtungen für die Geländezugänge einen teils massiv erhöhten Personalaufwand bewerkstelligten, als dies in den Kalkulationen berücksichtigt wurde. Die Analyse zeigt auf, dass alpine Grossprojekte bezüglich Materiallogistik und Installation gut durchdacht und geplant werden müssen, um einen ökonomischen Baustellenbetrieb zu generieren.



Matthias Müller



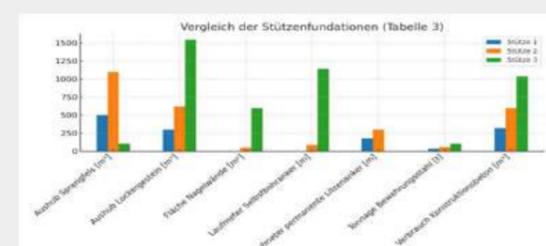
Seilbahnkette zum Schilthorn



Aufrichtungsarbeiten bei Stütze 2



Betonrahmenkonstruktion bei Stütze 3



Massenbilanz der drei Stützenfundationen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

«AS/GS – DIE GRUNDLAGEN IN DER AVOR AUF DEN BAUSTELLEN»

Expert: Andreas Stenz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit zeigt auf, wie bedeutend Arbeitssicherheit (AS) und Gesundheitsschutz (GS) bereits in der Planungsphase eines Bauprojekts, insbesondere in der Arbeitsvorbereitung (AVOR), sind. Ziel ist es, Gefahren frühzeitig zu erkennen, Risiken zu minimieren und den Bauablauf sicher und effizient zu gestalten. Die AVOR bietet dabei die Möglichkeit, sicherheitsrelevante Massnahmen bereits vor Arbeitsbeginn in den Prozess zu integrieren – strukturiert, nachvollziehbar und wirkungsvoll.

Durch die Auswertung interner Unfallstatistiken, SUVA-Daten, praxisnahe Beobachtungen auf Baustellen sowie eigene Erfahrungen als Bauführer wurde deutlich, dass viele Unfälle nicht durch fehlende Vorschriften, sondern durch unklare Umsetzung entstehen. Routineverhalten, mangelnde Instruktionen und Kommunikationsprobleme zählen zu den häufigsten Ursachen. Besonders die Planungsschnittstelle zwischen Bauführer, Sicherheitsbeauftragtem (SIBE/KOPAS) und Mitarbeitenden ist entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung der Schutzmassnahmen.

Wichtige Erkenntnisse und Resultate

Die systematische Integration von AS/GS in die AVOR zeigt messbare Vorteile: bessere Vorbereitung, klare Zuständigkeiten, weniger Unklarheiten auf der Baustelle und eine erhöhte Sensibilisierung aller Beteiligten. Die Planung wird zur ersten Sicherheitsmassnahme – nicht erst die Kontrolle auf der Baustelle. Auch einfache Mittel wie Sicherheitskurzbesprechungen, standardisierte Checklisten oder visuelle Hinweise vor Ort wirken sich positiv aus.

Eine durchgeführte SWOT-Analyse belegt: Die Stärken liegen in der strukturierten Planung, zunehmenden Schulungen und Investitionen in PSA. Als Schwächen treten mangelhafte Umsetzung, fehlende Verantwortlichkeiten und veraltete Sicherheitsdokumente hervor. Chancen ergeben sich durch Digitalisierung, klare Kommunikation und die Verankerung von Sicherheitswerten im Unternehmen. Risiken wie Zeitdruck oder Sprachbarrieren können durch gezielte AVOR-Massnahmen reduziert werden.

Empfehlungen aus der Arbeit

Basierend auf den Erkenntnissen dieser Diplomarbeit ergeben sich klare Empfehlungen für eine bessere Umsetzung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in der AVOR. Ein zentraler Punkt ist, dass Sicherheitsüberlegungen nicht erst auf der Baustelle beginnen dürfen, sondern bereits im Büro, bei der Planung. Die AVOR bietet den idealen Moment, um Risiken zu erkennen und geeignete Massnahmen frühzeitig festzulegen.

Dazu gehört, dass der Sicherheitsverantwortliche (SIBE/KOPAS) bereits in der Planungsphase miteinbezogen wird. Gemeinsam mit dem Bauführer können so sinnvolle Schutzvorgaben definiert werden, die dann auch auf der Baustelle praxisnah umgesetzt werden. Die AVOR-Protokolle und Sicherheitsunterlagen sollten vollständig, übersichtlich und auf dem aktuellen Stand sein. Zudem braucht es regelmässige Schulungen und kurze Instruktionen direkt vor Ort, damit alle Beteiligten wissen, worauf sie achten müssen.

Auch digitale Hilfsmittel wie Bau-Apps, QR-Codes oder Checklisten können die Umsetzung vereinfachen. Wichtig ist dabei, dass die Kommunikation offen bleibt und Rückmeldungen von den Mitarbeitenden ernst genommen werden. Nur wenn alle mitziehen, von der Geschäftsleitung bis zum Bauarbeiter, lässt sich die Sicherheitskultur nachhaltig verbessern. Der Bauführer spielt dabei eine zentrale Rolle: Er ist nicht nur Koordinator, sondern auch Vorbild, Vermittler und erster Ansprechpartner in Sicherheitsfragen.

Fazit

Sicherheit beginnt nicht auf der Baustelle, sie beginnt beim Planen. Die AVOR muss Sicherheitsdenken nicht nur abbilden, sondern aktiv gestalten. Wer Verantwortung ernst nimmt, plant mit Sicherheit. Nur so entsteht eine Kultur der Prävention, die allen nützt: den Mitarbeitenden, dem Projekt und dem Unternehmen.



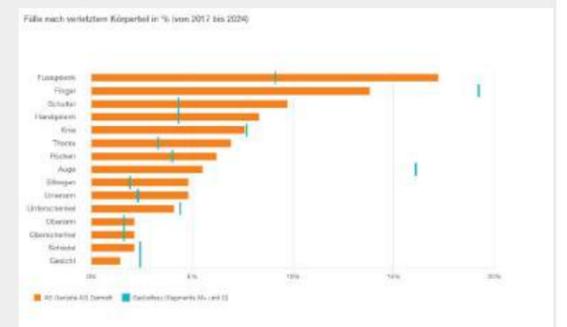
Gian Luca Fux



SWOT-Analyse: der Integration von AS/GS in der AVOR



Symbolbild PSA: Die richtige Ausrüstung schützt Leben



Auswertung interner Unfallzahlen zeigt Handlungsbedarf trotz Schutzmassnahmen (2017-2024)

CHECKLISTE BAUSTELLE			
<input type="checkbox"/> Offener Grund	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	Verpflichtet gemäss
<input type="checkbox"/> Hinweis für Zugang	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
<input type="checkbox"/> Gerüst für	<input type="checkbox"/> Lastzone	<input type="checkbox"/> Masthöhe	<input type="checkbox"/> Gerüsthöhe
<input type="checkbox"/> Kasse	<input type="checkbox"/> Dachbereich	<input type="checkbox"/> Sperrgelaß	<input type="checkbox"/> Fluchgerüst
<input type="checkbox"/> Dach 10% RP	<input type="checkbox"/> Gänge / Luke	<input type="checkbox"/> Sturz	<input type="checkbox"/> Kranh
<input type="checkbox"/> PU-Anlage	<input type="checkbox"/> Flachdach	<input type="checkbox"/> Treppenturm	<input type="checkbox"/> Kabeltrasse
<input type="checkbox"/> Handbuch	<input type="checkbox"/> Podest (mit Treppe)	<input type="checkbox"/> Fussgängerpassage	<input type="checkbox"/> neue Öffnung
<input type="checkbox"/> Netz	<input type="checkbox"/> Plastik	<input type="checkbox"/> Splitterschutz	<input type="checkbox"/> Bauaufzug

Checklisten helfen, sicherheitsrelevante Punkte in der AVOR systematisch zu erfassen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

«SANIERUNG VON BAUWERKEN ZUM LANGFRISTIGEN ERHALT DER BAUSUBSTANZ»

Experte: Bruno Marcantonio

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Der Schwerpunkt meiner Arbeit ist die Betoninstandsetzung, Abdichtungen und der Oberflächenschutz an realen Objekten (u. a. Brücken, ARA-Anlagen, Kernkraftwerken, Leitungsgängen, Tunnel und allgemeinem Sichtbeton).

Meine Arbeit untersucht praxisnahe Verfahren der Betoninstandsetzung und Abdichtung, um bestehende Bauwerke technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll zu erhalten. Schwerpunkte sind Betonsanierung Spitzen, Entrostung, Reprofilierung R3/R4, Korrosionsschutz und Feinspachtel wie auch Abdichtungssysteme (PUR-Injektionen, Vergelung/Schleierinjektionen, Combiflex-Bänder, Hydrophobierung und Versiegelungen). Dokumentiert sind unter anderem die Sanierung einer Bodenplatte mit einem Epoxidharzsystem in Wallisellen Zürich und Spachtelung und Beschichtungen in ARA-Anlagen (ARA-Limeco, in Dietikon).

Meine Kalkulationen nach NPK sichern Transparenz von der AVOR bis zur Abrechnung.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Früh handeln = günstiger sanieren: Regelmässige Kontrollen mit Profometer, Karbonatisierungstests und Rissmonitoring. Frühe Instandsetzung spart Folgekosten. Regelmässige Kontrollen (z. B. Phenolphthalein-Test zur Karbonatisierung, Rissmanagement) verhindern teure Schäden.

Oberflächenschutz wirkt. Hydrophobierung (CO₂-Bremsung über reduzierte Wasseraufnahme) und Versiegelung verbessern Dauerhaftigkeit und Optik exponierter Betonwerke.

ARA Limeco (Praxis): System Sikagard-720 EpoCem + Sikafloor-390 N Thixo; Haftzug > 1.5 N/mm² an Wänden im oberen Becken und im Polsterraum – Prüfungen bestanden.

Qualitätssicherung: Haftzugversuche > 1.5 N/mm² in der ARA Limeco bestätigt: Arbeitssicherheit inkl. Gaswarngerät + Belüftung.

Projekt Wallisellen (142 m²): Bauzeit 4 Tage, Stocken / Kugelstrahlen - Sikafloor-155 WN (Grundierung) - Sikafloor-81 EpoCem (≈ 3 mm). Bauzeit: 4 Arbeitstage: Projektkosten gesamt: CHF 19'341.50 (Lohn/Material/Inventar/Fremdleistung). Wirtschaftlicher gegenüber Rückbau/Neubau.

NPK 131 ist Fundament für Qualität & Wirtschaftlichkeit. Saubere Offerte strukturiert Leistung, AVOR, Ausführung und Abrechnung, weniger Nachträge, klare und einfache Kommunikation. Die NPK schafft klare Leistungen, verhindert Lücken und Diskussionen.

Ökologie & Ökonomie: Instandsetzung reduziert Abfall, schont den Energieverbrauch und kann in geeigneten Fällen bis zu 80 % Kosten im Gegenzug zum Neubau einsparen, Nutzungsdauer der Bauwerke kann um 20-30 Jahre verlängert werden.

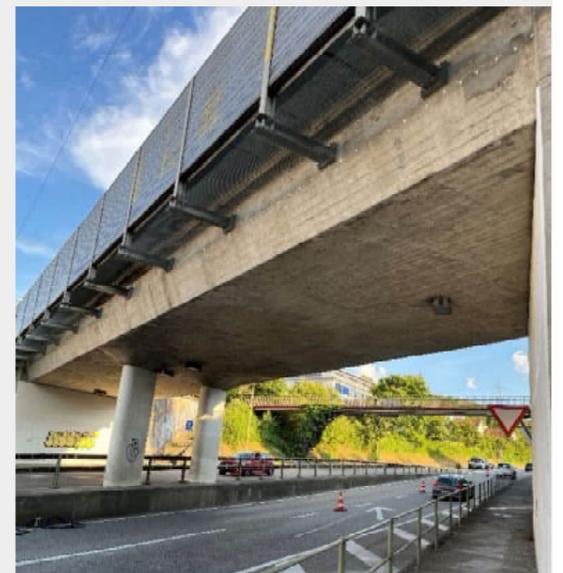
Microplastik ein direkter Eintrag durch Bauwerksbeschichtungen ist aktuell nicht belegt; ARAs entfernen im Mittel ca. 93 %, mit Filtration ca. 98 % des Microplastiks.



Hedrik Lleshaj



Kernkraftwerk Gösgen (KKG)



SBB-Brücke in Liestal



Sanierungsmaterial Sika / Mapei

DIplomARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

TITEL DER DIPLOMARBEIT

Experte: Hauer Lennart

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Asbest war über Jahrzehnte ein gefragter Baustoff, da er Eigenschaften wie Hitzebeständigkeit, Stabilität und gute Isolationswirkung vereinte. Erst später wurde bekannt, dass das Einatmen von Asbestfasern gravierende gesundheitliche Folgen haben kann, darunter Lungenkrebs und Asbestose. Insbesondere Gebäude, die vor 1990 erstellt wurden, bergen ein erhebliches Risiko, asbesthaltige Materialien zu enthalten. Entsprechend sind bei Umbauten oder Rückbauten strenge Vorschriften einzuhalten.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Schnittstellenkommunikation bei Asbestsanierungen mit geringer Komplexität darzustellen und gleichzeitig die Aspekte Zeit, Kosten und Arbeiterschutz zu beleuchten. Der Schwerpunkt liegt dabei nicht nur auf den technischen Anforderungen, sondern auch auf den organisatorischen Rahmenbedingungen. Denn Asbestsanierungen sind immer auch Kommunikationsprojekte, bei denen Bauherrschaft, Bauführung, Unternehmer und Spezialfirmen eng zusammenarbeiten müssen.

Die Arbeit untersucht, welche gesetzlichen Grundlagen massgeblich sind, welche Rollen und Verantwortlichkeiten die einzelnen Akteure haben und wie der Ablauf einer fachgerechten Sanierung gestaltet werden kann. Vom ersten Verdacht über die Schadstoffanalyse bis hin zur Sanierungsplanung, Umsetzung, Kontrolle und Dokumentation wird der gesamte Prozess betrachtet. Dabei zeigt sich, dass eine klare und strukturierte Kommunikation aller Beteiligten entscheidend ist, um die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten und den Gesundheitsschutz sicherzustellen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung verdeutlicht, dass Asbestsanierungen eine enge Verzahnung von Kommunikation, Planung und Sicherheitsmassnahmen erfordern. Bereits in der Planungsphase müssen Bauherrschaft und Unternehmer über Risiken, Pflichten und Abläufe informiert werden. So lassen sich Missverständnisse vermeiden und ein klarer Rahmen für den weiteren Prozess schaffen. Eine strukturierte Vorbereitung ist der Schlüssel, um Verzögerungen, ungeplante Mehrkosten und Sicherheitsprobleme zu verhindern.

Der Arbeiterschutz steht bei allen Sanierungen im Vordergrund. Dazu gehören der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung, die Einrichtung von Schleusen- und Unterdrucksystemen sowie regelmässige Luftmessungen zur Kontrolle der Exposition. Ebenso wichtig sind klare Arbeitspläne und die konsequente Schulung der Mitarbeitenden. Nur wenn jeder Beteiligte die Gefahren kennt und die Schutzmassnahmen versteht, kann eine sichere Durchführung gewährleistet werden.

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Kostenplanung. Oft entstehen zusätzliche Aufwände für Analysen, Entsorgung, Infrastruktur und Schutzmassnahmen, die frühzeitig einkalkuliert werden müssen. Eine transparente Kommunikation dieser Kosten gegenüber der Bauherrschaft ist entscheidend, um Vertrauen zu schaffen und Konflikte zu vermeiden. Nur wenn die finanziellen Aspekte offengelegt werden, kann eine reibungslose Abwicklung erfolgen.

Die Arbeit zeigt auch, dass Schnittstellenkommunikation der entscheidende Erfolgsfaktor ist. Unterschiedliche Akteure – Bauherrschaft, Planer, Spezialfirmen und Behörden – haben jeweils eigene Anforderungen und Perspektiven. Werden Informationen unvollständig oder verspätet weitergegeben, entstehen Verzögerungen und Unsicherheiten. Dagegen führt eine klare, regelmässige und dokumentierte Kommunikation zu mehr Sicherheit, besserer Planbarkeit und einem effizienten Ablauf.

Besonders wichtig ist der Blick auf die Praxis: Auch bei Sanierungen mit geringer Komplexität sind die Anforderungen hoch. Eine scheinbar kleine Intervention kann gravierende Folgen haben, wenn sie nicht professionell vorbereitet wird. Deshalb ist es notwendig, dass alle Beteiligten ihre Verantwortung kennen und wahrnehmen. So wird deutlich, dass Asbestsanierungen nicht nur technische, sondern vor allem organisatorische und kommunikative Projekte sind.

Langfristig bietet die konsequente Umsetzung von Schutz- und Kommunikationsmassnahmen nicht nur Sicherheit, sondern auch wirtschaftliche Vorteile. Projekte verlaufen planbarer, Risiken werden reduziert und die Qualität der Sanierungen steigt. Die Diplomarbeit kommt zum Schluss, dass nur eine ganzheitliche Betrachtung – unter Einbezug von Recht, Technik, Kosten und Kommunikation – den nachhaltigen Erfolg von Asbestsanierungen gewährleisten kann.



Wuffli Simon



DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU BESCHAFFUNG EINER WANDSCHALUNG FÜR DEN KELINBETIREB

Experte: Anton Nussbaumer

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Beschaffung eines geeigneten Wandschalungssystems für das kleine Bauunternehmen Rohrer Bauwerke GmbH mit Sitz im Kanton Obwalden. Eine solche Investition stellt für ein Bauunternehmen eine strategisch wichtige und zukunftsweisende Entscheidung dar. Ziel war es, das passende Wandschalungssystem zu finden, welches sowohl den technischen Anforderungen als auch den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Betriebs gerecht wird. Zu Beginn wurde analysiert, welche zukünftigen Einsätze und Anforderungen im Betrieb zu erwarten sind. Daraufhin wurden verschiedene Schalungssysteme verglichen, wobei zwei konkrete Systeme unterschiedlicher Hersteller im Mittelpunkt standen. Diese Systeme wurden anhand ihrer technischen, qualitativen und wirtschaftlichen Eigenschaften sowie deren Vor- und Nachteile der Handhabung und Flexibilität systematisch verglichen. Eine Bewertungsmatrix unterstützte die Auswahl des Systems für die Testphase. Im Frühjahr 2025 wurden zwei Testobjekte mit unterschiedlichen Herausforderungen realisiert. Aus diesen Einsätzen konnten erste Erfahrungen in Bezug auf Effizienz, Handhabung, und Flexibilität gesammelt werden. Auch die Miet- und Kaufmodelle wurden gegenübergestellt, um eine fundierte Entscheidung für die Investition zu ermöglichen. Ebenfalls wurde eine Amortisationsrechnung unter Berücksichtigung der zukünftigen bereits zugesagten Projekte erstellt, um die benötigte Auslastung der Schalung zu analysieren. Die beiden Testobjekte lieferten wertvolle Erkenntnisse zur Optimierung von Arbeitsabläufen und der Baustellenlogistik. Anhand dieser Erfahrungen konnten bereits erste wirtschaftliche Verbesserungen im Betrieb erfolgreich umgesetzt werden. Die Praxiseinsätze bestätigten zudem, dass die Wahl des Schalungssystems technisch und wirtschaftlich die richtige Entscheidung war. Die Investition hat sich bereits im ersten Einsatz bewährt und bietet eine solide Grundlage für zukünftige Hochbauprojekte.

Im Vergleich standen die Systeme NOEtop Alu und MEVA AluStar.

Für die Rohrer Bauwerke GmbH erwies sich NOEtop Alu als das passende Wandschalungssystem.

Der Kaufentscheid fiel rund zwei Wochen vor dem ersten Einsatz in Engelberg. Ausschlaggebend dafür waren die hohen Miet- und Transportkosten, die bei den geplanten Einsätzen für die Wandschalung entstanden wären. Da das nötige Kapital im Betrieb vorhanden war, wurde bewusst auf den direkten Kauf gesetzt.

NOEtop Alu überzeugte insbesondere durch seine technischen Eigenschaften und die hohe Flexibilität bei unterschiedlichen Baustellenanforderungen. Ein grosser Vorteil liegt in den vielfältigen Montagemöglichkeiten von Richtschienen, Richtstützen und Betoniergerüsten. Diese Eigenschaften sind besonders für Umbauten und kleinere Baustellen von grosser Bedeutung. Zudem verfügen auch die kleineren Elemente über Ausschalhilfen an den Ecken, was die Handhabung erleichtert. Das System lässt sich ausserdem problemlos mit Stahlrahmen- und Grossflächenschalungen kombinieren. Auch die robuste Bauweise der Aluminiumprofile sowie die einfache Befestigung der Schalhaut haben überzeugt.

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein geeignetes Wandschalungssystem für den Kleinbetrieb zu finden. Durch die systematische Analyse der betrieblichen Anforderungen sowie den Vergleich zweier Wandschalungssysteme wurde mir zunehmend bewusst, welchen Einfluss diese Entscheidung auf die wirtschaftliche Zukunft des Unternehmens hat. Das Aufzeigen der Vor- und Nachteile und das Erstellen der Entscheidungsmatrix war für mich eine sehr gute Methode, um das richtige Wandschalungssystem für die Zukunft zu wählen. Auch die Berechnung der Mietpreise wie auch die Amortisationsrechnung gaben eine aussagekräftige Entscheidungsgrundlage für Wandschalungssystem zu kaufen. den finalen Entscheid, das geeignete Durch das Erarbeiten der verschiedenen Themen wurde mir die Bedeutung dieser Investition immer bewusster. Diese Entscheidung prägt die zukünftige Weiterentwicklung des Hochbauzweiges meines Unternehmens massgeblich.



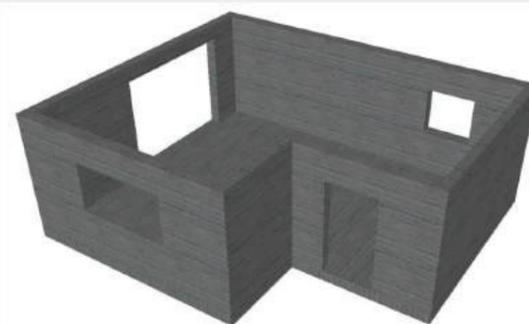
Dominik Rohrer



Wandschalungssystem NOEtop Alu



Testobjekt Christen Engelberg



3d Modell für Kalkulation, Avor und Ausmass

rohrer
Bauwerke

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

3D-BETONDRUCK: ZUKUNFT DES BAUENS?

Experte: Patrick Pfändler

ANALYSE DES 3D-BETONDRUCKS IM BAUWESEN MIT FOKUS AUF TECHNIK, NACHHALTIGKEIT UND MARKTCHANCEN

Die Baubranche steht an einem Wendepunkt. Viele Bauprozesse sind seit Jahrzehnten gleich geblieben doch mit dem 3D-Betondruck hält eine Technologie Einzug, die das Bauen grundlegend verändern könnte. Statt Beton wie gewohnt in aufwändige Schalungen zu giessen, wird er bei diesem Verfahren direkt computergesteuert Schicht für Schicht aufgetragen. Das spart nicht nur Material und Zeit, sondern ermöglicht völlig neue Formen und Konstruktionen.

Was früher nur mit grossem Aufwand realisierbar war zum Beispiel runde oder komplex geschwungene Wände lässt sich heute mit einem 3D-Drucker in einem einzigen Arbeitsschritt herstellen. Auch Schalungsarbeiten, die im klassischen Betonbau viel Personal, Holz und Entsorgung nach sich ziehen, entfallen fast vollständig. Besonders spannend ist, dass der 3D-Betondruck damit nicht nur **ökonomische**, sondern auch **ökologische Vorteile** bieten kann etwa durch den gezielten Einsatz von Material oder durch CO₂-reduzierte Spezialmörtel.

Doch der Weg zur Baustelle der Zukunft ist nicht frei von Herausforderungen. Technisch, wirtschaftlich und normativ steht der 3D-Betondruck noch ganz am Anfang. Die Systeme sind teuer, der Baustellenbetrieb komplex und viele offene Fragen zu Sicherheit, Dauerhaftigkeit und Qualität müssen erst noch beantwortet werden. Trotzdem wächst weltweit das Interesse. In mehreren Ländern wurden bereits Wohnhäuser, Pavillons, Brücken oder sogar komplette Siedlungen mit dem 3D-Druckverfahren gebaut. Auch in der Schweiz nimmt die Entwicklung Fahrt auf etwa mit dem visionären Kulturprojekt *Tor Alva*, einem 3D-gedruckten Turm mitten in den Bündner Alpen.

Diese Diplomarbeit geht der Frage nach, ob der 3D-Betondruck tatsächlich die Zukunft des Bauens ist oder ob er vor allem als Spezialanwendung interessant bleibt. Dazu werden Technik, Material, Praxisbeispiele und wirtschaftliche Aspekte beleuchtet mit einem besonderen Fokus auf das Potenzial für den Schweizer Hochbau.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Der 3D-Betondruck hat das Potenzial, die Bauweise der Zukunft wesentlich zu beeinflussen besonders bei komplexen Formen, geringem Personalaufwand und nachhaltigerem Materialeinsatz. In der aktuellen Praxis zeigt sich jedoch, dass die Technologie noch mit hohen Kosten, technischen Herausforderungen und fehlenden Normen zu kämpfen hat.

Die Kostenanalyse meiner Arbeit zeigt, dass der 3D-Betondruck heute noch teurer ist als Ortbeton oder Backsteinmauerwerk hauptsächlich wegen der teuren Drucksysteme und Spezialmörtel. Langfristig könnte sich das aber ändern: Mit zunehmender Anwendung und Serienproduktion dürften die Preise sinken.

Besonders eindrücklich war das Projekt *Tor Alva*, bei dem 3D-gedruckte Betonelemente in einem anspruchsvollen Kulturbau realisiert wurden. Es zeigt, dass die Technik funktioniert und dass sie in der Schweiz bereits erste praktische Erfolge vorweist.

Insgesamt lässt sich sagen: Der 3D-Betondruck ist heute noch kein Ersatz, aber eine vielversprechende Ergänzung zum klassischen Betonbau mit Perspektive, in den nächsten 10 bis 15 Jahren vermehrt im Baualltag Fuss zu fassen.



Dominic Feremutsch

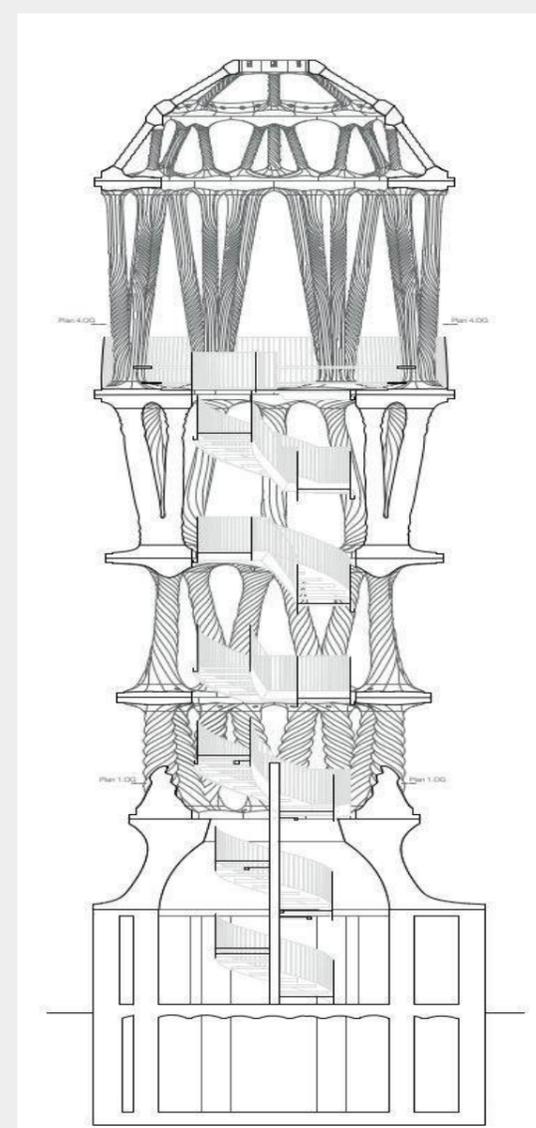


Foto: Modell von Tor Alva in Mulegns, Foto: Origen Foundation

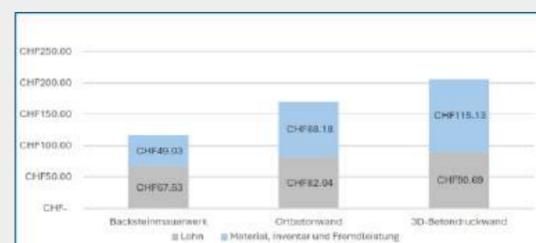


Diagramm: Vergleichsdiagramm der Kosten pro m2 Wand, Diagramm: Eigene Darstellung

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

SCHADSTOFFE IM UMBAU

Experte: Marcantonio Bruno

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Im Rahmen meiner Diplomarbeit habe ich mich mit dem Thema Schadstoffe im Umbau beschäftigt. Dabei stand insbesondere der Umgang mit asbesthaltigen Materialien sowie weiteren gesundheitsgefährdenden Stoffen wie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Vordergrund. Ziel war es, die Risiken, die im Umbau und Rückbau von Bestandsgebäuden auftreten können, aufzuzeigen und praxisnahe Vorgehensweisen für eine sichere und fachgerechte Sanierung zu erläutern.

Zu Beginn wurde auf die historische Verwendung von Schadstoffen im Bauwesen eingegangen. Dabei zeigte sich, dass Materialien wie Asbest oder PAK in der Vergangenheit aufgrund ihrer positiven bauphysikalischen Eigenschaften weit verbreitet eingesetzt wurden, obwohl deren Gefährdungspotenzial heute eindeutig nachgewiesen ist. Eine detaillierte Betrachtung der gesundheitlichen Risiken für Arbeiterinnen und Arbeiter, sowie für die spätere Gebäudenutzung, unterstreicht die hohe Relevanz dieses Themas.

Anschliessend wurden die gesetzlichen Grundlagen und Vorschriften im Bereich Schadstoffsanierung erläutert. Besondere Beachtung fanden dabei die geltenden Normen und Richtlinien für die Erkennung, den Rückbau und die Entsorgung von asbesthaltigen Baustoffen. Diese bilden die Grundlage für eine sichere Durchführung von Sanierungen und dienen gleichzeitig als Schutzmassnahme für alle Beteiligten.

Ein praktischer Schwerpunkt der Arbeit lag auf der Organisation und Durchführung einer Asbestsanierung im Rahmen eines konkreten Bauprojekts. Hierbei übernahm ich die Aufgabe, die Sanierungsfirma zu beauftragen, die Arbeiten zu koordinieren und den Ablauf zu dokumentieren. Der Prozess der Sanierung wurde detailliert beschrieben, angefangen bei der Einrichtung von Sicherheitskammern, dem staubdichten Abschotten des Arbeitsbereichs, über den Aufbau von Schleusenanlagen und Unterdruckhaltung, bis hin zur kontrollierten Entfernung und Entsorgung der asbesthaltigen Materialien. Die Einhaltung aller Schutzmassnahmen und Arbeitsabläufe erwies sich als zentral, um Gesundheitsrisiken und eine Kontamination der Umgebung zuverlässig zu verhindern. Darüber hinaus wurde die Kalkulation und Gegenüberstellung der Kosten für einen Rückbau ohne Schadstoffe im Vergleich zu einer Asbestsanierung vorgenommen. Dabei zeigte sich, dass der Aufwand und die Gesamtkosten bei einem schadstofffreien Rückbau deutlich geringer ausfallen. Sobald jedoch Schadstoffe vorhanden sind, entstehen durch die zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen, die Spezialisierung der ausführenden Firmen und die aufwendige Entsorgung erhebliche Mehrkosten.

Abschliessend wird festgehalten, dass Schadstoffe im Umbau eine besondere Herausforderung darstellen, die sowohl technisches Wissen, organisatorische Kompetenz als auch strenge Einhaltung gesetzlicher Vorschriften erfordert.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Im Verlauf meiner Arbeit habe ich deutlich erkannt, wie entscheidend eine frühzeitige Abklärung auf mögliche Schadstoffe im Umbau ist. Nur wenn von Anfang an geprüft wird, ob Materialien wie Asbest oder PAK vorhanden sind, lassen sich die Risiken einschätzen und die notwendigen Massnahmen sorgfältig planen. Besonders beim Asbest hat sich gezeigt, dass er trotz seines Verbots in zahlreichen Gebäuden nach wie vor vorhanden ist. Seine Entfernung ist komplex und muss unbedingt fachgerecht erfolgen, da bei unsachgemäsem Vorgehen erhebliche Gefahren für die Gesundheit entstehen können.

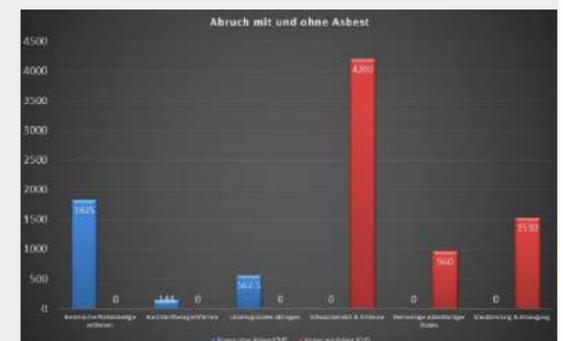
Die gesetzlichen Grundlagen und Richtlinien geben dabei einen klaren Rahmen vor. Sie schreiben unter anderem das Einrichten von Sicherheitskammern, das Abdichten des Arbeitsbereichs, die Unterdruckhaltung sowie den Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung vor. In der Praxis habe ich erlebt, wie wichtig es ist, dass diese Vorgaben konsequent umgesetzt werden. Solche Arbeiten dürfen ausschliesslich von spezialisierten und zertifizierten Firmen ausgeführt werden. Meine Rolle bestand darin, die Sanierungsfirma zu organisieren, die Abläufe zu koordinieren und die Arbeiten zu dokumentieren. Dadurch wurde mir bewusst, welche Verantwortung die Bauleitung trägt, wenn es darum geht, Sicherheit, Terminplanung und Qualität miteinander zu verbinden.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der sich in der Arbeit gezeigt hat, betrifft die Kosten. Ein Rückbau ohne Schadstoffe ist wesentlich einfacher und günstiger. Sobald jedoch Asbest oder andere Schadstoffe im Spiel sind, steigen die Gesamtkosten merklich an. Das liegt an den zusätzlichen Schutzmassnahmen, der aufwendigen Entsorgung und dem höheren Zeitaufwand. Der direkte Vergleich hat mir vor Augen geführt, wie stark sich diese Faktoren auf die Wirtschaftlichkeit eines Projekts auswirken können.

Besonders eindrücklich war für mich die Bedeutung der Arbeitssicherheit. Nur durch konsequente Schutzmassnahmen wie staubdichte Abschottungen, Schleusen und Unterdruckgeräte kann verhindert werden, dass sich Schadstoffe unkontrolliert im Gebäude oder in der Umgebung ausbreiten. In der Praxis konnte ich sehen, dass die strikte Einhaltung dieser Regeln nicht nur Vorschrift ist, sondern in erster Linie den Schutz der Arbeiterinnen und Arbeiter sowie der Umwelt sicherstellt.



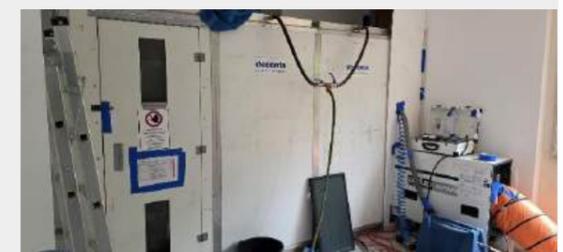
Nasuf Lezami



Abbruch mit und ohne Asbest



Schadstoffe beim Umbau
Informationsvortrag für Mitarbeiter



Schleusen und Kammern



Überwachung Unterdruck

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

TECHNISCHE WEITERENTWICKLUNG

PRESSBOHRVORTRIEB

Experte: Serge Cornioley

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit dokumentiert die technische Weiterentwicklung des Pressbohrvortriebs im grabenlosen Leitungsbau. Sie behandelt Grundlagen des Verfahrens, bei dem Stahlrohre mit Bohrkopf hydraulisch eingepresst und das Bodenmaterial mechanisch abgebaut sowie über Förderschnecken ausgetragen wird. Steuerungsverfahren wie optisches Pilotieren (Perfolux), kamerabasierte Systeme (Perforcam Nova) und ein- bzw. zweiachsige Steuerrohrtechniken werden dargestellt. Normative Vorgaben nach SIA 195/118 und relevante Toleranzen für gesteuerte und ungesteuerte Vortriebe werden aufgeführt.

Es werden Baugrund- und Betriebsgrenzen beschrieben, etwa inhomogene Böden, Findlinge, Fels, Grundwasser sowie Längenbegrenzungen durch Mantelreibung. Der Herstellerteil skizziert PERFORATOR GmbH als Teil der Schmidt Kranz Gruppe, Produktlinien und die Zusammenarbeit mit Meier & Jäggi AG, inklusive Maschinenpark (Geisert, PBA 155, PBA 125 BLH-S).

Eigenentwicklungen im Betrieb umfassen einen Überbohrkopf für ROR 406, Kamerafahrzeug für Rohrinspektion ohne Personeneinstieg, verbesserte Kabelführungen und angepasste Verspessungspunkte.

Schwerpunkt ist die PBA 125 BLH-S, ausgelegt für 1250 kN Vorschubkraft, 1080 mm Zylinderhub, 21 000 Nm Drehmoment, Rohrdurchmesser bis DN 813. Die Maschine verfügt über modularen Rahmenaufbau, verstellbare Widerlager, hydraulische Stützfüsse, elektrohydraulische Verriegelungen, Funksteuerung und integrierte Datenerfassung über PERFORAT Nova möglich. Baugruppen wie Grundrahmen, Bohrwagen, Druckbrücke und optionale Verlängerungsrahmen sind anpassbar.

Ein Interview mit dem Hersteller ergänzt Informationen zu Automatisierungspotenzial, Datenschnittstellen, modularen Vorsatzrahmen und geplanten Weiterentwicklungen. Eine Kalkulation vergleicht die PBA 125 BLH-S mit einer Geisert-Anlage anhand definierter Betriebsdaten und Zeitanätze.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse der neuen Pressbohranlage PBA 125 BLH-S hat gezeigt, dass die technischen Weiterentwicklungen im Bereich des grabenlosen Leitungsbaus bereits heute messbare Vorteile bringen. Besonders hervorzuheben ist der verlängerte Zylinderhub von 1080 mm, der eine deutliche Reduktion von Leerhuben ermöglicht und somit die Vortriebszeiten spürbar verkürzt. In Verbindung mit der Funkfernsteuerung und den hydraulisch verstellbaren Füßen resultiert daraus eine Effizienzsteigerung von rund einem Drittel im Vergleich zur bisherigen Anlage.

Auch in wirtschaftlicher Hinsicht konnte nachgewiesen werden, dass trotz höherer Maschinenkosten pro Stunde die Gesamtkosten eines Bohrprojekts geringer ausfallen. Dies ist auf die reduzierten Lohnkosten infolge kürzerer Einsatzdauer zurückzuführen. Damit verbessert sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis pro Bohrmeter und macht die PBA 125 BLH-S nicht nur leistungsfähiger, sondern auch wirtschaftlicher.

Neben den messbaren Zeit- und Kostenvorteilen wurden auch qualitative Verbesserungen festgestellt. Die ergonomische Gestaltung, die verbesserte Bedienlogik sowie die digitale Dokumentation tragen zu einer höheren Arbeitssicherheit und Transparenz bei. Zudem steigert die moderne Technik die Motivation und Zufriedenheit des Baustellenpersonals, ein Aspekt, der zwar schwer quantifizierbar, für die langfristige Leistungsfähigkeit jedoch von grosser Bedeutung ist.

Ein weiteres zentrales Ergebnis ist, dass Innovationen im Spezialtiefbau nicht allein vom Hersteller, sondern massgeblich durch die Rückmeldungen und Ideen der Anwender geprägt werden. Praxisnahe Entwicklungen wie der Überbohrkopf oder das selbstentwickelte Kamerafahrzeug verdeutlichen, dass Eigeninitiative und Teamarbeit entscheidend zur technischen Weiterentwicklung beitragen.

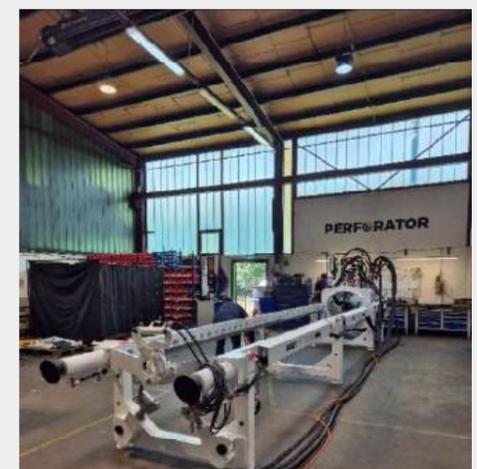
Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die PBA 125 BLH-S sowohl technisch als auch organisatorisch einen bedeutenden Fortschritt darstellt. Sie bietet nicht nur eine höhere Leistungsfähigkeit, sondern bildet auch die Grundlage für zukünftige Entwicklungen in den Bereichen Automatisierung, Digitalisierung und alternative Antriebskonzepte. Damit bestätigt sich die zentrale Erkenntnis dieser Arbeit: Technische Weiterentwicklung im Pressbohrvortrieb ist ein Schlüsselfaktor für die Effizienzsteigerung, die Modernisierung und die Zukunftsfähigkeit des grabenlosen Leitungsbaus.



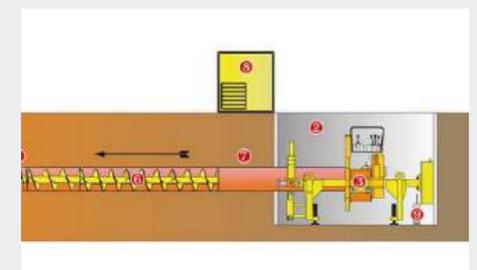
Claudio Weber



12m tiefe Startgrube mit PBA 155



PBA 125 BLH-S bei der Abnahme



Pressbohrschema

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU HOLZSCHWELLENSANIERUNG IM GLEIS

NACHHALTIGE ZWISCHENLÖSUNG FÜR LANGFRISTIGE PROJEKTE

Experte: Martin Häfeli

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit setzt sich mit der **Instandhaltung von Holzschwellen im Gleisbau** auseinander – insbesondere im Kontext des HSS-Verfahrens. Sie beginnt mit einer grundlegenden Einführung in die wichtigsten Elemente des Gleisbaus und erklärt Begriffe wie **Spurweite**, **Schwellenlage**, den Aufbau von **Oberbau und Unterbau** sowie die Bedeutung des **Weichenbereichs** für die Betriebssicherheit. Diese Grundlagen dienen dazu, auch Leserinnen und Leser ohne tiefes Fachwissen abzuholen und für die technische Thematik zu sensibilisieren.

Ein zentraler Teil der Arbeit ist der **praktische Nutzen** der Holzschwellensanierung. Während Holzschwellen durch Alterung, Feuchtigkeit oder mechanische Belastung ihre Tragfähigkeit verlieren, bietet das HSS-Verfahren eine Möglichkeit, sie **gezielt und effizient zu sanieren**. Dazu wird ein spezieller Kunststoffdübel eingesetzt, der beschädigte Bereiche stabilisiert, ohne dass die gesamte Schwelle ersetzt werden muss.

Das Verfahren kommt vor allem dort zum Einsatz, wo eine vollständige Gleis- oder Weichenerneuerung bereits geplant ist – jedoch erst in mehreren Jahren realisiert wird. In diesen Fällen überbrückt HSS den Zeitraum **zwischen Planung und Umsetzung**, ohne dass die Sicherheit oder Funktion der Schwelle eingeschränkt wird. Für Bahnbetriebe ist dies ein entscheidender Vorteil, denn Sanierungen können **zielgerichtet, schnell und mit wenig Ressourceneinsatz** durchgeführt werden.

Die Arbeit zeigt ausserdem, dass das HSS-Verfahren besonders in Weichenbereichen seine Stärken ausspielt. Dort sind die Belastungen am höchsten und der Austausch der Schwellen mit erheblichen baulichen und logistischen Aufwänden verbunden. Eine Sanierung bietet hier die Möglichkeit, die Lebensdauer der Anlage **ohne Totalsperrung oder aufwändige Baustellenlogistik** zu verlängern – ein echter Gewinn für Betrieb und Budget.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Das HSS-Verfahren zeigt sich im Vergleich mit anderen Lösungen auf dem Markt als **technisch und wirtschaftlich überzeugend**.

Technische Vorteile:

- Durch den Einsatz von **Kunststoffdübeln** bleibt die Schwelle mehrfach sanierbar. Im Gegensatz dazu kommen bei Konkurrenzlösungen **Metallbügel** zum Einsatz, die eine spätere Instandsetzung **stark erschweren und in der Praxis meist nicht mehr realisierbar machen**. Nach dem ersten Eingriff ist bei diesen Varianten die Schwelle am Ende ihrer Nutzungsdauer.
- Das HSS-Verfahren greift schonender in das bestehende Material ein und erhält die strukturelle Integrität der Schwelle.

Logistische Vorteile:

- Der Materialeinsatz ist kompakt und mobil – es wird **kein schweres Gerät benötigt**. In vielen Fällen erfolgt der Transport der benötigten Materialien **per Hand oder mit einfachen Mitteln**, was besonders auf engen oder schwer zugänglichen Baustellen ein klarer Vorteil ist.
- Auch bei Nacht- oder Sperrpausenarbeiten ermöglicht HSS eine **schnelle, zielgerichtete Ausführung mit minimalem Aufwand**.

Wirtschaftlichkeit:

- Offertenanalysen zeigen, dass das HSS-Verfahren **deutlich günstiger** sein kann als ein Schwellenersatz. Die Einsparungen ergeben sich vor allem durch die Wiederverwendung bestehender Schwellen und den reduzierten logistischen Aufwand.
- HSS ermöglicht eine **schnelle und unkomplizierte Umsetzung**, auch bei **eingeschränkten Rahmenbedingungen**.

Praxisbezug:

- Als Hilfsmittel für die Anwendung wurde ein „**HSS-ABC**“ entwickelt – ein klar strukturierter Leitfaden, der alle Schritte von der Vorbereitung über die Ausführung bis zur Nachkontrolle abdeckt. Der Fokus liegt dabei auf einer klaren, praxisorientierten Darstellung der Abläufe vor Ort.

Strategischer Nutzen:

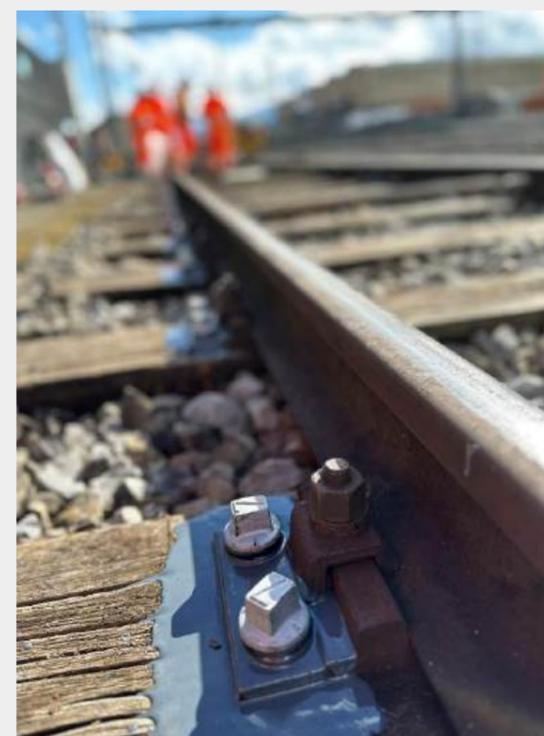
- HSS ist eine **Brückenlösung**: Sie schafft Zeit und Sicherheit, wo umfassende Erneuerungen noch ausstehen. Sie ermöglicht Bahnbetrieben, flexibel auf die Gegebenheiten vor Ort zu reagieren und gleichzeitig wirtschaftlich zu handeln.
- Es ist jedoch wichtig, im Anschluss an die HSS den Zustand regelmässig zu prüfen und frühzeitig zu entscheiden, **ob eine weitere Sanierung oder eine vollständige Erneuerung notwendig wird**.

Fazit:

Das HSS-Verfahren ist eine praxiserprobte Methode, um beschädigte Holzschwellen wirtschaftlich und nachhaltig zu erhalten. Es bietet technische Vorteile, spart Kosten und reduziert den logistischen Aufwand erheblich – ein klarer Gewinn für Unterhalt, Betrieb und Budget.



Argetim Sadiku



Holzschwellensanierung abgeschlossen – Ansicht des Endergebnisses



Ausführung HSS – Wichtrach BE



Einsatzbereit: Unser Team vor dem HSS-Anhänger

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

ASBESTSANIERUNG

Experte: Lennart Hauser

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Asbest ist auf vielen Baustellen immer noch ein aktuelles Thema. Obwohl der Einsatz seit 1990 verboten ist, befinden sich in zahlreichen älteren Gebäuden noch asbesthaltige Materialien. Vor allem bei Umbauten, Rückbauten oder Renovierungen besteht daher ein hohes Risiko, das oft unterschätzt wird. Die unsichtbaren Fasern sind extrem gesundheitsschädlich und langlebig. Schon kleinste Fehler im Umgang damit können schwerwiegende Folgen haben.

Ziel meiner Diplomarbeit war es, aufzuzeigen, wie eine Asbestsanierung in der Praxis sicher und gesetzeskonform durchgeführt werden kann. Ausgehend von einer Ersteinschätzung vor Ort werden alle erforderlichen Schritte erklärt, von der Beprobung und Analyse über die Planung der Sanierung bis hin zur Umsetzung mit Unterdruck, Schleusen und persönlicher Schutzausrüstung. Die sorgfältige Trennung von Schwarz- und Weissbereichen, die richtige Technik und der strukturierte Ablauf sind entscheidend für eine sichere Durchführung.

Der praktische Ablauf und die technischen Anforderungen spielen eine wichtige Rolle. Anhand realer Beispiele aus dem Baustellenalltag zeigt sich, wie wichtig Erfahrung, sorgfältige Vorbereitung und die passende Ausrüstung sind. Auch die vollständige Dokumentation, die Freimessung nach Abschluss der Arbeiten sowie die sichere Entsorgung gehören zu den unverzichtbaren Schritten im gesamten Sanierungsprozess.

Im wirtschaftlichen Teil der Arbeit habe ich untersucht, wie stark sich eine Sanierung mit Asbest von einer ohne Asbest unterscheidet. Es wird gezeigt, dass nicht nur die Sicherheit, sondern auch der Zeit- und Kostenfaktor erheblich beeinflusst werden. Frühzeitige Abklärung und professionelle Umsetzung helfen, Verzögerungen und Mehraufwand zu vermeiden.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Asbest ist auf vielen Baustellen immer noch ein unterschätztes Thema. Obwohl der Stoff seit über drei Jahrzehnten verboten ist, befinden sich in vielen älteren Gebäuden nach wie vor asbesthaltige Materialien. Gerade bei Rückbau, Umbau oder Renovationsarbeiten kann es zu gefährlichen Situationen kommen, wenn das Risiko nicht rechtzeitig erkannt wird. Die Folgen reichen von Baustopps und Zusatzkosten bis hin zu ernststen Gesundheitsgefährdungen für alle Beteiligten.

Die Arbeit hat gezeigt, wie wichtig eine klare Struktur im Umgang mit asbestverdächtigen Baustoffen ist. Bereits vor Arbeitsbeginn braucht es eine fachgerechte Beprobung und Analyse. Erst mit einem Laborbericht ist sicher belegt, ob eine Gefährdung vorliegt. Werden solche Materialien festgestellt, sind Schutzmassnahmen wie Staubwände, Unterdruck, Personen- und Materialschleusen zwingend notwendig. Auch die persönliche Schutzausrüstung muss vollständig und korrekt eingesetzt werden.

Besonderes Augenmerk liegt auf der sauberen Trennung von Schwarzbereich und Weissbereich. Fehler bei der Zonentrennung oder bei der Dekontamination können zur Verschleppung von Fasern führen. Deshalb müssen alle Schritte vom Einrichten der Zone über die Sanierung bis hin zur Reinigung und Freimessung konsequent und nach Vorschrift durchgeführt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die Projektorganisation. Der Mehraufwand bei einer Sanierung mit Asbest ist nicht zu unterschätzen. Planung, Koordination mit Behörden, zusätzliche Schutzmassnahmen und der Zeitfaktor haben direkte Auswirkungen auf den Bauablauf und die Kosten. In der Arbeit wurde aufgezeigt, wie sich Sanierungen mit und ohne Asbest wirtschaftlich unterscheiden und warum frühzeitige Abklärung eine zentrale Rolle spielt.

Die Auseinandersetzung mit dem Thema hat mein Bewusstsein für Gefahrenstoffe auf der Baustelle geschärft. Ich konnte viele praktische Abläufe nachvollziehen und einordnen. Ziel der Arbeit war es, eine verständliche und praxisnahe Grundlage zu schaffen, die Fachkräften hilft, sicher und verantwortungsvoll mit Asbest umzugehen.



Maic Stalder



Personen- und Materialschleuse



Unterdruckhaltegeräte (UHG)



PSA mit Vollschutz

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

SCC-BETON ODER KRANBETON

Experte: Roberto Sibilia

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit widmet sich einem praxisnahen Vergleich zweier Betonarten, die im Hochbau weit verbreitet sind: dem selbstverdichtenden Beton (SCC-Beton) und dem klassischen Kranbeton. Beide Baustoffe werden im Rahmen des Neubaus eines Einfamilienhauses in Balsthal untersucht, um deren wirtschaftliche, technische und organisatorische Unterschiede herauszuarbeiten. Ziel ist es, eine fundierte Grundlage für künftige Entscheidungen über den Einsatz geeigneter Betonarten zu schaffen.

Im Mittelpunkt stehen dabei zentrale Fragestellungen wie Materialkosten, Bauablauf, Personal- und Zeitaufwand, Oberflächenqualität sowie Arbeitssicherheit und Ergonomie. Während SCC-Beton höhere Materialkosten verursacht, ermöglicht er Einsparungen durch den Wegfall der Verdichtung, geringeren Personaleinsatz und eine deutlich verbesserte Verarbeitungsqualität. Kranbeton hingegen bleibt vor allem bei standardisierten Bauteilen und eingespielten Baustellenabläufen eine wirtschaftlich sinnvolle Lösung.

Besonderes Augenmerk wird auch auf Nachhaltigkeit, Normen, Richtlinien sowie zukünftige Entwicklungen gelegt. So zeigt sich, dass SCC-Beton in Verbindung mit modernen Rezepturen und nachhaltigen Zusatzstoffen zu einem zukunftsfähigen Baustoff avanciert, der neben ökonomischen auch ökologische und soziale Vorteile bietet. Gleichzeitig bleibt Kranbeton ein verlässlicher Standardwerkstoff, der durch seine robuste Handhabung und geringere Anschaffungskosten überzeugt.

Das Beispielprojekt in Balsthal liefert dabei konkrete Daten zu Mengen, Kosten und Bauabläufen. So können die theoretischen Überlegungen durch praxisnahe Berechnungen und Erfahrungswerte untermauert werden. Am Ende soll die Arbeit aufzeigen, dass es nicht die eine richtige Betonart für jedes Projekt gibt, sondern dass eine projektspezifische Auswahl in Abhängigkeit von Bauaufgabe, Personalressourcen und Qualitätsanforderungen den grössten Nutzen bringt.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse des Einfamilienhausprojekts in Balsthal hat gezeigt, dass SCC-Beton trotz höherer Materialkosten in vielen Bereichen deutliche Vorteile bietet. Während der Preisunterschied von rund 13 % pro Kubikmeter zunächst einen Nachteil darstellt, relativiert sich dieser Aufpreis durch erhebliche Einsparungen bei Personal- und Zeitaufwand. Praxisbeispiele belegten, dass der Einbau von SCC-Beton bei gleicher Bauaufgabe bis zu 50 % weniger Zeit benötigt und mit deutlich weniger Personal durchgeführt werden kann. Dadurch lassen sich Mehrkosten häufig auf unter 10 % reduzieren oder sogar vollständig kompensieren.

Ein zentrales Resultat betrifft die Oberflächenqualität: SCC-Beton erzielt eine sehr homogene Struktur ohne Lunker oder Kiesnester, wodurch Nachbearbeitungen fast vollständig entfallen. Besonders bei Sichtbetonflächen ergibt sich dadurch ein ästhetisch wie wirtschaftlich grosser Vorteil. Kranbeton hingegen ist stärker von der handwerklichen Qualität der Verdichtung abhängig und erfordert häufig zusätzliche Arbeitsschritte, um Oberflächenfehler zu korrigieren.

Auch aus Sicht der Arbeitssicherheit und Ergonomie bietet SCC-Beton wesentliche Verbesserungen. Der Verzicht auf Vibrationsgeräte reduziert Lärm- und Erschütterungsbelastungen und schont die Gesundheit der Mitarbeitenden. Dies trägt langfristig zu einer höheren Arbeitseffizienz und geringeren Ausfallzeiten bei. Kranbeton erfordert hingegen nach wie vor hohen körperlichen Einsatz und ist anfälliger für Fehler bei der Verdichtung.

In Bezug auf die Nachhaltigkeit zeigt sich, dass SCC-Beton durch die Kombination aus schnellerem Bauablauf, reduzierten Nacharbeiten und höherer Dauerhaftigkeit ökologisch vorteilhaft sein kann – trotz seines höheren Zementanteils. Moderne Entwicklungen, wie die Integration recycelter Gesteinskörnungen und CO₂-bindender Zusatzstoffe, verstärken diesen positiven Effekt zusätzlich. Kranbeton bleibt zwar ressourcenschonend bei einfachen Geometrien und standardisierten Abläufen, ist jedoch stärker von Personal und Bauorganisation abhängig.



Dominic Ackermann



Bodenplatte betonieren Kranbeton



Pool Wand mit SCC-Beton



Detailarbeit bei Pool mit SCC-Beton

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

OPTIMIERUNG WERKHOF

Experte: Marco Bieri

NUTZUNG VON FLÄCHE UND DIGITALEN TOOLS ALS WERKHOFOPTIMIERUNG

Ausgangslage

Der Werkhof jedes Bauunternehmens bildet das logistische Zentrum. Von hier aus werden alle Geräte, Maschinen und Materialien auf die jeweiligen Baustellen verteilt. Derzeit erfolgen bei der Hächler AG zentrale Abläufe wie Lagerführung, Geräteverwaltung und Transportkoordination weitgehend manuell über Excel-Listen oder durch telefonische Absprachen. Durch nicht integrierte Prozesse und manuelle Datenübertragungen entstehen unnötige Fehler, ineffiziente Prozesse, langen Suchzeiten und ungenaue Kostenverrechnung. Zudem ist die Lagerstruktur nicht optimal. Materialien sind nicht optimal nach dem ABC-Prinzip sortiert, was nicht nur Platz, sondern auch Zeit kostet.

Die steigenden Anforderungen in Bezug auf Flexibilität, Termintreue und Kostenkontrolle erfordern eine grundlegende Optimierung, welche sowohl organisatorisch wie auch digital vorgenommen werden soll.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden zwei realistische und aufeinander aufbauende Varianten entwickelt, welche auf die bestehende Infrastruktur abgestimmt sind.

Variante 1: Reorganisation im Bestand

Diese Variante setzt auf strukturelle und organisatorische Verbesserungen ohne bauliche Eingriffe oder digitale Lösungen. Sie beinhaltet die Einführung des 5S-Systems, eine Lagerbewirtschaftung nach der ABC-Methode und die Beschaffung moderner Kragarmregale. Durch klare Lagerplätze, definierte Materialflüsse und Mitarbeiterbindung können Prozesse nachhaltig optimiert werden und das bei vergleichsweise geringen Kosten und ohne Betriebsunterbruch.

Variante 2: Reorganisation und Digitalisierung

Variante 2 kombiniert die Massnahmen aus Variante 1 mit der digitalen Werkhofsung Baubit Pro.

Das System ermöglicht eine durchgängige, mobile Lager- und Geräteverwaltung mit Echtzeitdaten. Lagerbestände, Materialbuchungen und Verrechnungen werden automatisiert verarbeitet, ergänzt durch Scanner, QR-Codes und mobile Geräte. Die Transparenz steigt erheblich, die Fehlerquote sinkt und interne Abstimmungen werden auf ein Minimum reduziert. Diese Lösung ist zukunftsgerichtet, jedoch mit höheren Investitionen verbunden.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Resultate der Analyse

Die Bestandsaufnahme zeigte klar: Täglich gehen durch unklare Lagerstrukturen, manuelle Buchungssysteme und nicht abgestimmte Transporte mehrere Stunden verloren. Die Nutzwertanalyse sowie die Betriebskostenberechnung belegen, dass beide Varianten zur Effizienzsteigerung beitragen, allerdings mit unterschiedlichem Fokus.

Variante 1 kann mit einem Investitionsvolumen von ca. CHF 41'250 realisiert werden und bringt Einsparungen von rund CHF 30'000/Jahr. Die Reorganisation schafft Ordnung, reduziert Suchzeiten und steigert die Mitarbeitermotivation durch mehr Struktur und Mitgestaltung.

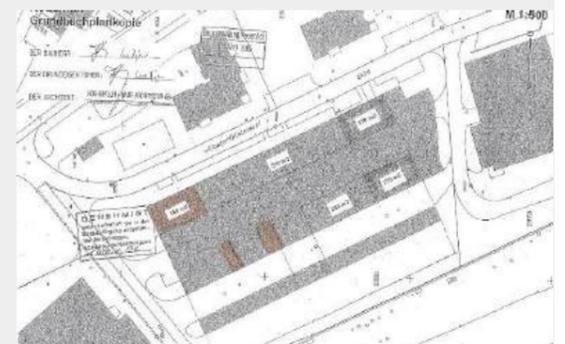
Variante 2 setzt zusätzlich auf Digitalisierung. Trotz höheren Initialkosten von ca. CHF 56'750 erreicht diese Lösung mit CHF 45'000 jährlicher Einsparung die beste Wirtschaftlichkeit auf lange Sicht. Digitale Werkzeuge wie Baubit Pro sorgen für automatisierte Bestandsführung, präzise Verrechnung und hohe Transparenz und das bei gleichzeitig sinkendem administrativem Aufwand.

Nutzen für die Hächler AG

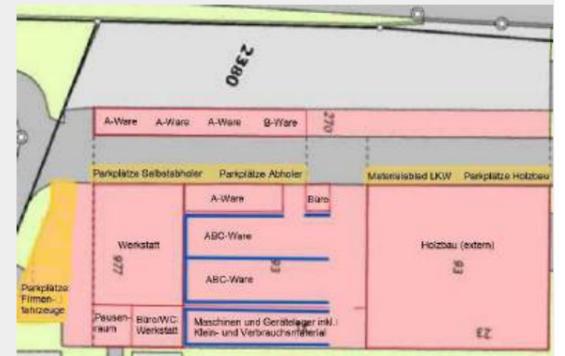
Beide Varianten schaffen klare Verbesserungen im täglichen Betrieb und stärken die Wettbewerbsfähigkeit. Die Einführung digitaler Systeme reduziert Fehler, optimiert Lagerbewegungen und unterstützt die strategische Steuerung des Materialflusses. Der Werkhof wird effizienter, moderner und fit für die nächsten 10–15 Jahre. Die Empfehlung: Mit Variante 1 kurzfristig Ordnung schaffen und mit Variante 2 langfristig automatisieren. Dies führt zu maximaler Zukunftssicherheit bei kalkulierbarem Aufwand.



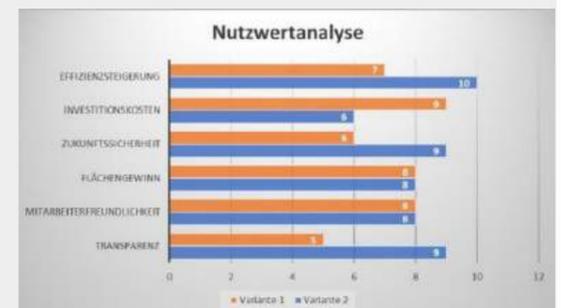
Lars Jeger



Grundriss des Werkhofareals der Hächler AG



Darstellung der Räumlichkeiten im Soll-Konzept



Nutzwertanalyse der zwei Varianten

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

TECHNOLOGIE & PRAXIS DES 3D-BETONDRUCKS IM BAUWESEN

Experte: Dr. Patrick Pfändler

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Der 3D Betondruck verlagert viel Arbeit von der Schalung in die digitale Planung. Ein Druckkopf trägt Beton nach einem 3D Modell lageweise ohne Schalung auf. Für den Bauführer heisst das: weniger Rüstzeit und Transporte, kürzere Eingriffe auf der Baustelle und mehr Planungs-sicherheit. Geometrie, Takt und Schnittstellen stehen vor dem Start fest; damit lassen sich Kosten, Termine und Qualität enger führen, während die Formfreiheit neue Lösungen bei Sichtflächen und Radien zulässt.

In der Arbeit vergleiche ich gängige Systeme (Portal, Roboterarm, mobile Ausleger) und Arbeitsweisen sowie die dafür nötigen Randbedingungen. Entscheidend ist, dass das Material gut gefördert werden kann, nach dem Austritt rasch genug steht und die Lagen zuverlässig verbinden. Ich zeige verständlich, wie Mischung, Düse, Auftragsdicke und Geschwindigkeit zusammenspielen und wo Abweichungen entstehen – inklusive einfacher Massnahmen gegen Einflüsse von Wetter und Unterbrüchen.

Für die Praxis beschreibe ich einen klaren Ablauf: Systemwahl nach Bauraum und Reichweite, wettergeschützte Druckzone, saubere Kette aus Mischen, Fördern und Reinigen, kurzer Probedruck zur Freigabe der Einstellungen, danach der Takt drucken, prüfen, ausbessern, aushärten. Aus Planungsdaten werden Maschinendaten; Messungen kontrollieren Höhe und Oberfläche laufend. Zur Qualität gehören definierte Bahnführung, dokumentierte Zeiten zwischen den Durchgängen sowie saubere Start- und Stoppunkte. Rollen, Schulung und ein fixer Reinigungsplan bestimmen die Tagesleistung.

Ökonomisch vergleiche ich nichttragende Innenwände mit Mauerwerk und Ortbeton: Pluspunkte sind entfallende Schalungen, weniger Handarbeit und ein gleichmässiger Takt; Kosten entstehen bei Rezeptur, Einrichtung, Software und Service. Bei Sichtflächen bewerte ich, wann das Druckbild stehen bleiben kann und wann schleifen, spachteln oder lasieren sinnvoll ist.

Grenzen bleiben dort, wo Zugkräfte zu tragen sind. Bewehrung, Anschlüsse an Decken und Stürze sowie Feuchteschutz in Hohlräumen müssen geplant und nachgewiesen werden. Darum empfehle ich einen schrittweisen Einstieg: zuerst sichtbare, nichttragende Elemente, dann verlorene Schalungen und Ausbauelemente; erst danach standardisierte, bewehrte Lösungen für stark belastete Bauteile. Der 3D Betondruck ist kein Wundermittel, sondern ein zusätzliches Werkzeug – wenn Prozesse, Kennzahlen und Details stimmen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Der 3D Betondruck ist praxistauglich, besonders bei wiederkehrenden oder formbetonten Bauteilen wie Fassadenelementen, Stadtmöbeln und Sichtbetonobjekten. Er spart Schalung, reduziert Material und eröffnet gestalterische Freiheit. Für klassische Tragstrukturen ist er heute eher Ergänzung: Es fehlen gefestigte Normen, einfache Bewehrungslösungen und robuste Abläufe bei Wetter.

Baubetrieblich wandert viel Arbeit nach vorne in die digitale Planung. Spontane Änderungen auf der Baustelle sind nur begrenzt möglich, darum braucht es klare Zuständigkeiten, saubere Vorkoordination und eine verlässliche Datenkette von BIM/CAD bis zur Maschine. Hemmend wirken derzeit hohe Einstiegskosten, zusätzlicher Aufwand für Bewehrung und fehlende, breit anwendbare Regeln.

Für die Umsetzung bewährt sich ein schrittweises Vorgehen mit kleinen, überschaubaren Projekten und klaren Rollen. Früh festlegen, wo Aussparungen und Einlagen liegen, Team schulen, einen einfachen Ablauf für die Qualitätssicherung definieren (Zeit zwischen den Durchgängen, Höhe, Start und Stopp kontrollieren), konsequent reinigen und Bewilligungen früh mit den Behörden klären. Bei tragenden Teilen Bewehrung und Nacharbeiten wie Verguss, Faserbeton oder Verputz rechtzeitig mitplanen

Untergeschosse und dauerhaft dichte Bauteile bleiben vorerst Ortbeton. Der 3D Betondruck überzeugt dort, wo komplexe Formen, Serienbauteile oder wenig Personal gefragt sind – ist aber nicht automatisch schneller als eine eingespielte Kolonne. Der Blick nach vorn: bessere Messung im Materialfluss, schneller erhärtende Bindemittel, lernfähige Steuerungen und klare Regeln helfen, vom Einzelfall zur Serie zu kommen und die Akzeptanz zu erhöhen.



Jeremy Meile



Druckdüse beim schichtweisen Auftrag



Der Mobile 3D-Betondruckroboter „MaxiPrinter“



Das erste 3D-gedruckte Wohngebäude in Deutschland

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

GESCHLIFFENE BÖDEN IM INNEN- UND AUSSENBEREICH

Experte: Bruno Marcantonio

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema geschliffene Böden im Innen- und Aussenbereich. Im Zentrum steht der calciumsulfatgebundene Fliessestrich, ein moderner Estrichtyp, der aufgrund seiner fließfähigen Konsistenz, der schnellen Verarbeitung und der nahezu fugenlosen Verlegung als besonders vorteilhaft gilt. Ziel der Arbeit war es, die Herstellungsmethoden, die Einbauprozesse sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung dieses Estrichsystems darzustellen und mit dem herkömmlichen zementgebundenen Estrich zu vergleichen. Dabei wurden nicht nur theoretische Grundlagen wie Rohstoffarten, Bindemittel und chemische Reaktionsprozesse erarbeitet, sondern auch die praktischen Abläufe detailliert dokumentiert.

Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeit war die Praxisnähe, die sich aus realen Projekten ergibt. Am Beispiel des Einfamilienhauses in Bettwil wurden sämtliche Arbeitsschritte von der Anlieferung und dem Einbau des Fliessestrichs über die Trocknungs- und Schleifprozesse bis hin zur abschliessenden Versiegelung dargestellt. So konnte gezeigt werden, wie der Übergang von der Theorie in die Praxis gelingt. Darüber hinaus wurden die geschliffenen Böden nicht nur aus bautechnischer Sicht betrachtet, sondern auch unter ökologischen, wirtschaftlichen und gestalterischen Gesichtspunkten untersucht. Insbesondere galt es herauszufinden, ob Calciumsulfat-Fliessestriche als Fertigbelag eine nachhaltige und qualitativ gleichwertige oder gar überlegene Alternative zum klassischen Zementestrich darstellen können. Um diese Leitfrage zu beantworten, wurden systematische Vergleiche hinsichtlich Preisgestaltung, Qualität, Nachhaltigkeit, Oberflächenwirkung und Einsatzgebieten angestellt.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen deutlich, dass calciumsulfatgebundene Fliessestriche eine Vielzahl von Vorteilen bieten. Ihre besondere fließfähige Konsistenz erleichtert den Einbau erheblich, ermöglicht eine schnelle und ergonomische Verarbeitung und führt zu einer gleichmässigen Oberfläche mit hoher Ebenheit. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, grosse Flächen nahezu fugenlos zu verlegen, was bei konventionellen Estrichen oft nicht in diesem Umfang realisierbar ist. Ein weiterer Vorteil liegt im geringen Schwind- und Rissverhalten des Materials, das eine hohe Formstabilität gewährleistet und so die Langlebigkeit des Bodens steigert. Auch im Hinblick auf die gestalterischen Möglichkeiten erweisen sich Calciumsulfat-Fliessestriche als sehr vielseitig:

Durch die Zugabe von Farbpigmenten oder die Wahl unterschiedlicher Schleif- und Versiegelungstechniken lassen sich individuelle und hochwertige Sichtbeläge schaffen, die im Wohn- und Gewerbebau zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Besonders hervorzuheben ist der Bereich Nachhaltigkeit. Während die Herstellung von Zementestrich mit hohen Temperaturen von rund 1450 °C verbunden ist und entsprechend grosse Mengen an CO₂ freisetzt, kann Calciumsulfat schon bei deutlich niedrigeren Temperaturen aufbereitet werden. Dadurch liegen die Emissionen und der Energieverbrauch bis zu 50 % unter jenen des Zementestrichs. Zudem besteht die Möglichkeit, industrielle Nebenprodukte wie REA-Gips zu verwerten, was die ökologische Bilanz zusätzlich verbessert. Auch in der Nutzung ergeben sich Vorteile: Calciumsulfat-Fliessestriche weisen eine gute Wärmeleitfähigkeit auf und tragen dadurch in Kombination mit Fussbodenheizungen zu Energieeinsparungen bei.

Der Kostenvergleich anhand eines realen Projekts ergab, dass die Gesamtkosten für einen geschliffenen Calciumsulfat-Fliessestrich deutlich unter denen eines Zementestrichs mit zusätzlichem Plattenbelag liegen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass beim Fliessestrich ein zusätzlicher Bodenbelag überflüssig wird, da die geschliffene und versiegelte Oberfläche selbst die Endnutzung ermöglicht. Gleichzeitig wird Arbeitszeit eingespart, da weniger einzelne Arbeitsschritte erforderlich sind.

Allerdings zeigt die Arbeit auch die Grenzen des Materials:

In stark feuchtebelasteten Bereichen, etwa in Nassräumen, Garagen oder industriell genutzten Flächen, ist der klassische Zementestrich nach wie vor im Vorteil. Dieser überzeugt durch seine Robustheit gegenüber Wasser und seine hohe Druckfestigkeit, die ihn für stark beanspruchte Zonen besonders geeignet macht. Der Calciumsulfat-Fliessestrich benötigt in solchen Fällen immer einen zusätzlichen Feuchtigkeitsschutz, beispielsweise durch geeignete Versiegelungen oder Hydrophobierungen im Aussenbereich.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass der calciumsulfatgebundene Fliessestrich eine hochwertige, langlebige und ökologisch vorteilhafte Alternative zum traditionellen Zementestrich darstellt – insbesondere im Wohn- und Gewerbebau, wo Nachhaltigkeit, Gestaltungsspielraum und Effizienz eine immer grössere Rolle spielen. Die Arbeit hat gezeigt, dass diese Estrichart nicht nur den aktuellen Anforderungen an Bauqualität entspricht, sondern auch zukunftsfähige Lösungen für moderne Bodenbeläge bietet.



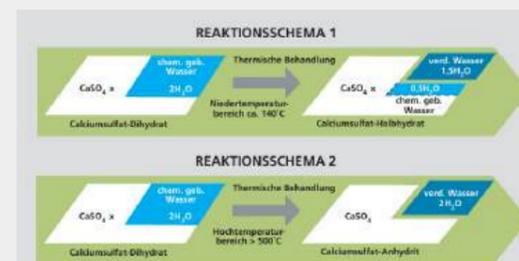
Till Stein



Calciumsulfatgebundener Fliessestrich



Oberflächenbearbeitung mit Schleifmaschine



Reaktionsschemen von Calciumsulfat-Halbhhydrat und Calciumsulfat-Anhydrit

bau_schule

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DIGITALES AUSMASS VON 2D AUF 3D

Experte: Fabian Müller

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit untersucht die Entwicklung des digitalen Ausmasses im Bauwesen und stellt die Frage, wie sich die Arbeitsweisen von Bauunternehmungen durch die zunehmende Digitalisierung verändern. In der täglichen Praxis eines Bauführers zählt das Ausmass zu den zentralen Aufgaben. Es bildet Grundlagen für Kalkulationen, Abrechnungen, Ausschreibungen und Projektsteuerung. Die Arbeit fokussiert sich gezielt auf diesen Aspekt und untersucht das digitale Ausmassen als Teilbereich der Digitalisierung im Bauwesen. Dabei wird insbesondere der Unterschied zwischen 2D-Ausmass (2-dimensional) auf Basis digitaler Pläne und 3D-Ausmass (3-dimensional) aus einem Tragwerksmodell ermittelt. Ziel war es, die jeweiligen Stärken und Schwächen dieser Methoden darzustellen und deren wirtschaftliche sowie praktische Auswirkungen im Alltag eines Bauführers zu analysieren.

Das digitale Ausmass gewinnt in der heutigen Zeit zunehmend an Bedeutung, da Bauprojekte immer komplexer werden und eine hohe Transparenz sowie Nachvollziehbarkeit der Mengen verlangt wird. Während mit 2D-Plänen eine schnelle, flexible und für viele Projekte ausreichende Arbeitsweise möglich ist, bieten 3D-Methoden entscheidende Vorteile hinsichtlich Genauigkeit, Effizienz und Datenintegration. Die Arbeit ermittelt, ob und bei welchen Bauprojekten es für eine Unternehmung sinnvoll ist, ein eigenes Modell für die Mengenermittlung zu erstellen, oder ob die Nutzung vorhandener Planunterlagen genügt.

Der Praxisbezug wurde durch die Bearbeitung eines konkreten Kundenprojektes gewährleistet, einem Mehrfamilienhaus (MFH), welches an ein bestehendes Gebäude angebaut wurde. Hierbei wurden die Mengen von Beton, Schalung und Mauerwerk ermittelt. Das 3D-Modell wurde mit Tekla Structures modelliert und ausgewertet, während das 2D-Ausmass mit dem Bluebeam Revu erstellt wurde. Dadurch konnten beide Varianten direkt gegenübergestellt, abgeglichen und ihre jeweiligen Stärken und Schwächen praxisnah aufgezeigt werden. Im Fokus standen Aspekte wie Praxistauglichkeit, Kostenoptimierung, Ausbaupotential, Risiken und Zukunftsaussichten.

Darüber hinaus werden in der Arbeit auch die Herausforderungen aufgezeigt, die mit der Einführung digitaler Methoden verbunden sind. Dazu zählen die hohen Lizenzkosten für spezialisierte Programme, zusätzlicher Schulungs- und Betreuungsaufwand für Mitarbeitende sowie die Notwendigkeit, Vertrauen in digitale Prozesse aufzubauen. Ergänzend wird die Qualität der zugrunde liegenden Modelle kritisch beleuchtet, da unvollständige oder ungenaue Modelle die Vorteile des 3D-Ausmasses stark einschränken kann.

Insgesamt verdeutlicht die Arbeit, dass die Digitalisierung des Ausmasses weit über eine technische Spielerei hinausgeht. Sie stellt einen strategischen Erfolgsfaktor für Effizienz, Transparenz und Wettbewerbsfähigkeit dar und prägt zunehmend die Arbeitsweise im Bauwesen. Begleitet durch ein Experteninterview wird aufgezeigt, dass Bauunternehmungen, die sich frühzeitig mit diesen Methoden auseinandersetzen, langfristig von der Entwicklung profitieren können.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse zeigt deutlich, dass das 2D-Ausmass in der Baupraxis nach wie vor am häufigsten eingesetzt wird. Es überzeugt durch eine einfache Anwendung, geringe Einstiegshürden und grosse Flexibilität. Insbesondere bei kleineren Projekten und Umbauten können mit dieser Methode effizient abgewickelt werden. Demgegenüber bietet das modellbasierte 3D-Ausmass mit Programmen wie Tekla Structures erhebliche Vorteile hinsichtlich Genauigkeit, Transparenz und Automatisierung. Mengen können direkt aus dem Modell generiert werden, wodurch Übertragungsfehler reduziert und Doppelarbeiten vermieden werden.

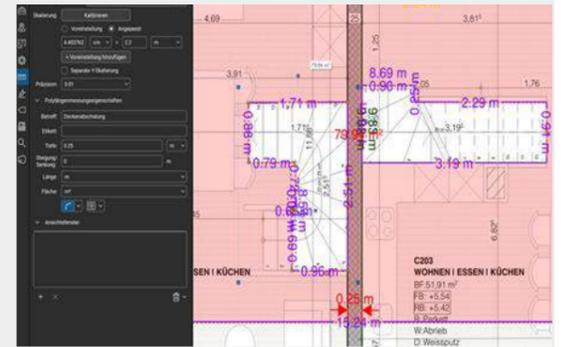
Die Ergebnisse der Arbeit verdeutlichen, dass sich die Erstellung eines 3D-Modells vor allem bei komplexen und umfangreichen Projekten lohnt, in denen eine enge Koordination zwischen Planung und Ausführung erforderlich ist. Für kleinere Projekte bleibt das 2D-Ausmass eine pragmatische und wirtschaftliche Lösung.

Im direkten Vergleich zeigt sich, dass das 2D-Ausmass lösungsorientiert, schnell und ressourcenschonend ist, während das 3D-Ausmass eine nachhaltige und zukunftsgerichtete Lösung darstellt, die langfristig mehr Effizienz und Qualität ermöglicht.

Besonders zukunftsweisend ist die Entwicklung hin zu einer engen Verbindung von Planung und Ausführung. Hinsichtlich des Ausmasses. Mit fortschreitender Standardisierung, etwa durch IFC oder eBKP-BIM, sowie einer zunehmenden Verbreitung digitaler Plattformen ist zu erwarten, dass das modellbasierte Arbeiten in den kommenden Jahren zum Standard wird. Dies bringt nicht nur eine technische, sondern auch eine kulturelle Veränderung mit sich, Vertrauen in digitale Daten, kontinuierliche Schulung von Mitarbeitenden und eine Anpassung von Arbeitsprozessen werden zentrale Erfolgsfaktoren sein.



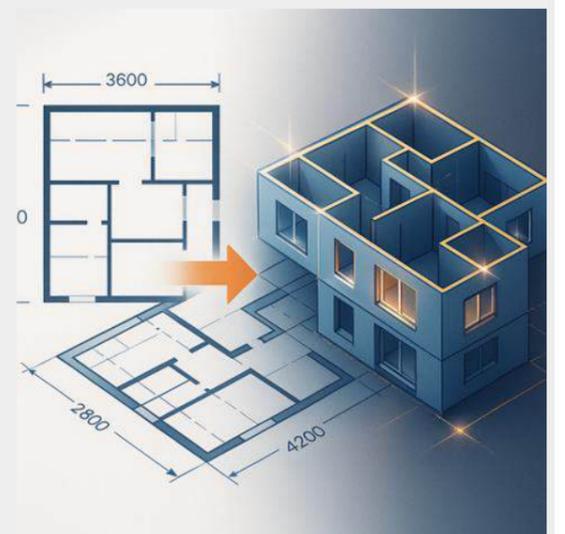
Tanja Vogt



Auszug Mengenliste Bluebeam Revu



3D-Modell Tekla Structures



Vergleich 2D-Plan mit CAD

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

BODENSCHUTZ IM BAU

VERDICHTUNG UND EROSION GEZIELT VERMEIDEN

Experte: Marc Patrik Zangerl

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In meiner Diplomarbeit habe ich mich mit dem Thema **Bodenschutz** befasst. Ziel der Arbeit war es herauszufinden, welchen Stellenwert der Bodenschutz in der Schweiz hat und welche Erkenntnisse dazu beitragen können, den Boden auch bei Bauarbeiten nachhaltig und kosteneffizient vor Schäden zu bewahren. Zunächst setzte ich mich mit den Grundlagen auseinander, mit der Zusammensetzung des Bodens und seiner Bedeutung in der Schweiz. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf den vielfältigen Funktionen, die er erfüllt: der Lebensraum-, Produktions-, Träger-, Regulierungs-, Rohstoff- und Archivfunktion. Anschliessend betrachtete ich die rechtliche Situation, sowohl auf kantonaler als auch auf Bundesebene, und untersuchte deren praktische Umsetzung, etwa durch die Bodenkundliche Baubegleitung (**BBB**). Daraus ergab sich ein erstes Bild über den Stellenwert des Bodens sowie Hinweise auf bestehendes Verbesserungspotenzial.

Daraufhin setzte ich mich mit den Risiken auseinander, die Bauarbeiten für den Boden mit sich bringen vor allem durch Verdichtung und Erosion, aber auch durch das Vermischen von Bodenschichten, was langfristig negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit haben kann. Schäden wie diese sollten vermieden werden, sei es durch die Auswahl passender Maschinen, durch sorgfältiges Abtragen und Lagern des Bodens bei Grabungsarbeiten oder durch eine korrekte Beurteilung der Bodenverhältnisse beim Befahren. Auch mit dieser Beurteilung habe ich mich intensiv befasst, indem ich unterschiedliche Messmethoden untersuchte und einander gegenüberstellte. Vor allem wurde dabei die Frage in den Mittelpunkt gestellt, wie praktikabel diese Methoden sind und welchen Vorteil sie für die auf der Baustelle getätigten Arbeiten bieten.

Um dem Thema einen Praxisbezug aus eigener Erfahrung zu geben, habe ich zwei Projekte, welche ich betreuen durfte, in die Arbeit aufgenommen. Diese sind in Bezug auf die gestellten Anforderungen unterschiedlich. Beim einen Projekt, der Renaturierung des Magdenerbachs, waren die Anforderungen sehr hoch, da sich grosse Teile des Projekts in einem Naturschutzgebiet befanden, wo besondere Vorsicht geboten war. Dementsprechend wurden diverse Massnahmen wie die Nutzung von Baggermatratzen und Baupisten aus Kies ergriffen, um den Boden zu schützen.

Beim Projekt Kabelrohrblock waren die Anforderungen jedoch deutlich niedriger. Auch die bodenkundliche Baubegleitung (**BBB**) war wesentlich seltener vor Ort. Die Bodenfeuchtigkeit wurde regelmässig kontrolliert und bei übermässiger Nässe wurden Schutzmassnahmen ergriffen.

Aufgrund der Erkenntnisse aus Theorie und Praxis habe ich zum Schluss verschiedene Massnahmen wie Baggermatratzen, Lastverteilplatten, Baupisten aus Kies und das direkte Befahren des Bodens verglichen, wobei sowohl die Handhabung und Wirksamkeit als auch die Wirtschaftlichkeit betrachtet wurden.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die zentrale Frage dieser Arbeit war: «Welcher Stellenwert hat der Bodenschutz in der Schweiz?» Diese Frage ist klar zu beantworten: Der Stellenwert ist hoch. Das ist insbesondere an den gesetzlichen Grundlagen des Bundes wie dem Umweltschutzgesetz (**USG**) und der Verordnung über Belastungen des Bodens (**VBBö**), den zahlreichen Vollzugshilfen sowie der etablierten Praxis der bodenkundlichen Baubegleitung (**BBB**) ersichtlich. Ein wesentliches Manko in der Umsetzung ist jedoch, dass der Vollzug kantonal sehr unterschiedlich geregelt ist. Einige Kantone (wie Aargau und Basel-Land) haben klare Vorgaben und Sanktionen, während in anderen verbindliche Regelungen oder eigene Gesetze fehlen. Die Unterschiede zwischen den Kantonen machen es unmöglich, eine einheitliche Vorgehensweise zu wählen, und mindern die Effektivität des Bodenschutzes insgesamt. Dementsprechend ist Verbesserungspotenzial vorhanden.

Im Laufe der Arbeit konnten auch die weiteren Fragen beantwortet werden. Bodenschutz im Bauwesen dient dem Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen über einen langen Zeitraum, indem die Struktur des Bodens vor Verdichtung, Erosion und Vermischung geschützt wird, was auf Baustellen besonders wichtig ist, da hier enorme Belastungen auftreten. Seit 1998 bildet die Verordnung über Belastungen des Bodens (**VBBö**) die rechtliche Grundlage, ergänzt durch Vollzugshilfen wie das Modul „Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen“.

Böden mit hohem Ton- oder Wassergehalt und geringer Mächtigkeit sind besonders schützenswert, da sie empfindlich auf mechanische Einwirkungen reagieren. Zur Einschätzung des Bodenzustands kommen Methoden wie Penetrometer, Tensiometer, Plattendruckversuche und der Porchet-Test zum Einsatz. Je nach Projektart, Gelände und Budget werden unter anderem Kiespisten, Lastverteilplatten und Baggermatratzen als Schutzmassnahmen eingesetzt. Es wurde deutlich, dass Lösungen, die langlebig und wiederverwendbar sind, auf lange Sicht sowohl aus ökologischer wie auch aus ökonomischer Perspektive sinnvoll sind.



Lionel Blunier



Schaden in einer Grünfläche durch das Befahren mit Pneufahrzeugen bei einem ungenügend tragfähigem Untergrund.



Erstellen von Baggermatratzen im Abschnitt 1 des Magdenerbachs.

Maschinenliste Bodenpressung			Raupefahrzeuge/-geräte:			
Bezeichnung	Typ	KST	Gesamtgew. (t)	Lauffläche (cm ²)	Bodenpressun	
					g (kg/cm ² bzw. bar)	Einsatzgrenze (t/cm ²)
Raupebagger kurzheck	Komatsu PC228		24,35	48000	0,51	15,44
Raupebulldozer	Panther T14R leer		15,63	61000	0,27	3,59
	Panther T14R volle Nutzlast 6,9t		22,23	61000	0,38	10,91
	Panther T14R volle Nutzlast 13,2t		29,83	61000	0,48	18,00
	Lionel Blunier		0,09	100	0,90	0,10
	Christian Baumgartner		0,12	100	1,20	0,16

Maschinenliste Bodenpressung Birchmeier Bau AG beim Magdenerbach.

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

SICHTMAUERWERK -

EIN LEITFADEN FÜR BAUFÜHRER

Experte: Antonio de Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Mauerwerk ist in der Geschichte der Menschheit tief verankert und hat schon vor 15'000 Jahren ihren Ursprung gefunden. Noch bis zum heutigen Tag ist dieser Bauteil ein fester Bestandteil unserer Architektur.

Da Sichtmauerwerk nicht versteckt, verblendet oder verputzt wird, sieht man auch nach Jahren jeden noch so kleinen Fehler. Jeder schiefe Stein, jede Unsauberkeit und jeder Planungsfehler bleiben somit sichtbar. Genau deshalb braucht es bei der Planung und Ausführung dieses Mauerwerkes ein besonders hohes Mass an Sorgfalt und Koordination. Als Bauführer trägt man hier eine zentrale Verantwortung für das Ergebnis, für die Qualität und für die Wirtschaftlichkeit. Diese Diplomarbeit zeigt auf, welche Aufgaben der Bauführer beim Sichtmauerwerk übernehmen muss, welche Stolpersteine auftreten können und wie man diese vermeidet.

Die Arbeit betrachtet das Thema nicht nur theoretisch, sondern auch mit direktem Bezug zur Praxis. Im Fokus stehen die täglichen Herausforderungen im Büro und auf der Baustelle. Von der Materialwahl über die AVOR bis zur Baustellen- und Kostenkontrolle. Auch die Kommunikation mit Polier, Architekt, Bauleiter und anderen Gewerken wird beleuchtet. Ein zentrales Ziel der Diplomarbeit war es, einen einfachen und direkt einsetzbaren Leitfaden in Form von Checklisten zu entwickeln, welcher sofort genutzt werden kann. Ergänzt wird die Arbeit mit einem Vergleich zwischen einer Sichtmauerwerkfassade und dem Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Dabei werden nicht nur die Erstellungskosten gegenübergestellt, sondern auch Lebensdauer, Unterhalt und Wirtschaftlichkeit über die gesamte Nutzungszeit des Gebäudes.

Für mich persönlich ist diese Arbeit nicht nur ein Abschlussprojekt und eine Diplomarbeit, sondern eine Grundlage für den weiteren Berufsweg. In der Firma meines Vaters soll die Sparte Sichtmauerwerk künftig gezielt gestärkt werden. Diese Arbeit legt den Grundstein für dieses Vorhaben und soll mich auch in Zukunft als Nachschlagewerk unterstützen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

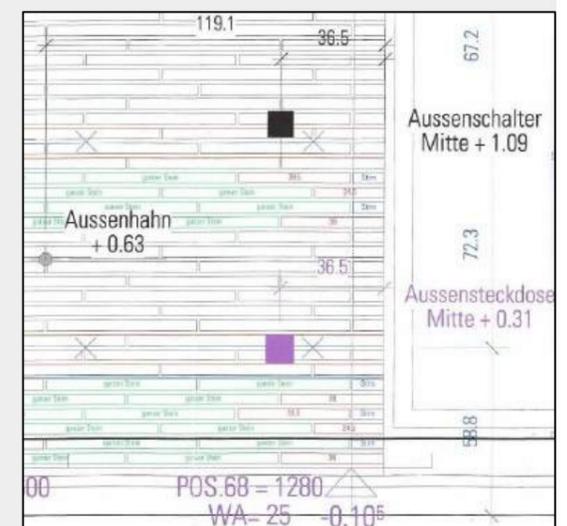
- **Die Rolle des Bauführers**
Bei Sichtmauerwerk ist es nicht allein der Maurer vor Ort, welcher über das Resultat entscheidet, sondern auch die Planung, die Vorbereitung und die Kommunikation durch den Bauführer. Wer rechtzeitig die richtigen Fragen stellt, Details klärt und laufend kontrolliert, kann ein qualitativ hochwertiges Endergebnis erzielen.
- **Die Arbeitsvorbereitung ist entscheidend**
Eine klare Personaleinteilung, abgestimmte Liefermengen und ein realistischer Terminplan sorgen dafür, dass das Baustellenteam effizient und sauber arbeiten kann. Am meisten kann noch in der AVOR entschieden werden, wenn später die Arbeiten in vollem Gange sind, werden Änderungen schwierig.
- **Kontrolle ist nicht Nebensache, sondern Kernaufgabe**
Als Bauführer ist man nicht nur Planer und Organisator, sondern auch laufender Qualitätsprüfer. Sichtmauerwerk verlangt regelmässige Kontrollen. Vom Fugenbild über die Ebenheit bis zur Sauberkeit. Wer nicht regelmässig hinschaut und frühzeitig eingreift, riskiert teure Rückbauten und unzufriedene Bauherren. Diese Arbeit zeigt vermehrt auf, dass Kontrolle kein Misstrauen gegenüber dem Team ist, sondern ein aktiver Beitrag zur Qualität.
- **Fehler entstehen nicht nur beim Mauern, sondern auch davor**
Typische Mängel wie Ausblühungen, Beschädigungen oder Farbunterschiede haben oft organisatorische Ursachen. Seien es unklare Vorgaben, fehlende Musterflächen, zu knappe Zeitpläne oder unpassende Materialwahl. Diese Arbeit zeigt auf, wie solche Fehler gezielt verhindert werden können.
- **Sichtmauerwerk ist zu teuer. Stimmt das?**
Die Analyse der Erstellungskosten von Sichtmauerwerkfassaden und Wärmedämmverbundsystemen zeigt: Zweischalenmauerwerk hat definitiv höhere Erstellungskosten. Doch auf lange Sicht, durch die hohe Lebensdauer (80–100 Jahre) und die geringen Unterhaltskosten, kann Sichtmauerwerk wirtschaftlicher sein als ein WDVS, das meist nach 25–50 Jahren saniert oder komplett ersetzt werden muss.
- **Ohne gutes Personal nützt die beste Planung wenig**
Sichtmauerwerk lebt von der Sorgfalt und dem handwerklichen Können der Maurer. Als Bauführer kann man noch so gut planen und organisieren, wenn auf der Baustelle unerfahrenes Personal steht, kommt kein gutes Ergebnis heraus. Nur im Zusammenspiel zwischen Führung und Ausführung kann Sichtmauerwerk wirklich überzeugen.

Zusammenfassend zeigt diese Diplomarbeit, dass Sichtmauerwerk dann überzeugt, wenn technisches Verständnis, saubere Planung und eine starke Baustellenführung zusammenkommen.

«Wer Sichtmauerwerk gut plant, sauber ausführt und kontrolliert, schafft nicht nur schöne Fassaden, sondern auch zufriedene Kunden und langfristige Qualität.»



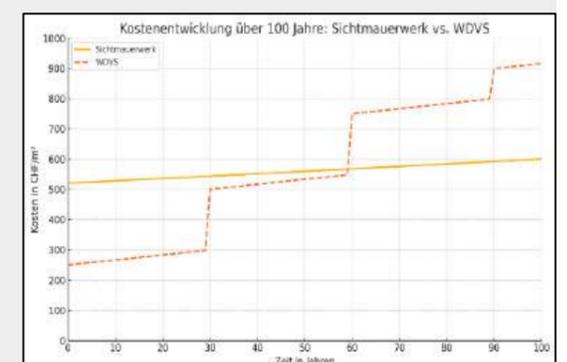
Florian Frei



Schichtenplan einer Fassade



Ausblühungen und Kalktreiber:
Zwei der vielen Bauschäden / Mängel



Mehrjahresvergleich:
Sichtmauerwerkfassade vs. WDVS

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

KLEINBAGGER MIT GPS-STEUERUNG

Experte: Serge Cornioley

THEMA DER DIPLOMARBEIT

GPS-gestützte 3D-Steuerungen sind in der Baupraxis längst etabliert und gehören bei vielen Grossbaggern bereits zum Standard. Sie erleichtern dem Maschinisten die Arbeit erheblich, da er auf einem Display in der Kabine jederzeit die genaue Position, Tiefe und Ausrichtung des Aushubs ablesen kann – ähnlich wie bei einem Navigationssystem im Auto. Auf Basis digitaler Geländemodelle wird so ein präzises, effizientes und unabhängiges Arbeiten ermöglicht.

Während die Vorteile bei Maschinen ab 14 Tonnen Gewicht vielfach nachgewiesen und wirtschaftlich gerechtfertigt sind, stellt sich die Frage, ob auch Kleinbagger in der Gewichtsklasse zwischen 3 und 8 Tonnen von dieser Technologie profitieren können. Genau dieser Fragestellung widmet sich die vorliegende Diplomarbeit. Im Zentrum steht die Überprüfung, ob sich die Nachrüstung von Kleinbaggern mit einer 3D-Steuerung technisch und wirtschaftlich lohnt und ab welchem Zeitpunkt eine solche Investition rentabel wird.

Die Arbeit setzt sich zunächst mit der Funktionsweise von 3D-Baggersteuerungen auseinander. Es wird aufgezeigt, welche technischen Komponenten erforderlich sind, um die präzise Positionierung und Führung eines Baggers sicherzustellen. Ergänzend wird erläutert, wie digitale Geländemodelle, kurz DGM, erstellt werden und welche Rolle die Geomatikabteilung bei der Datenaufbereitung spielt.

Darauf aufbauend wird die konventionelle Arbeitsweise von Kleinbaggern ohne GPS-Steuerung mit der modernen, digital unterstützten Arbeitsweise verglichen. Während bei der herkömmlichen Methode Kontrollmessungen, Absteckungen und externe Unterstützung durch Fachpersonal erforderlich sind, ermöglicht die 3D-Steuerung ein selbstständiges Arbeiten direkt nach Modellvorgaben. Der Vergleich zeigt die Unterschiede im Hinblick auf Genauigkeit, Personalaufwand, Fehleranfälligkeit und Effizienz.

Im praktischen Teil der Arbeit erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsanalyse am Beispiel eines CAT 306 CR, einem Kleinbagger, der neu in den Fuhrpark der Lötscher Tiefbau AG aufgenommen wurde. Anhand von Investitionskosten, Einsparpotenzialen und Nutzungsdauer wird ermittelt, ob sich die Anschaffung rechnet. Gespräche mit Maschinisten, Facharbeitern und der Geomatikabteilung ergänzen die theoretische Betrachtung und liefern praxisnahe Einschätzungen.

Ziel der Diplomarbeit ist es, eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Geschäftsleitung der Lötscher Tiefbau AG zu schaffen. Neben den technischen Aspekten stehen dabei insbesondere die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen im Vordergrund. Die zentrale Frage lautet: Kann ein Kleinbagger mit 3D-Steuerung die Effizienz steigern, Kosten senken und den Betrieb für die Zukunft stärken?

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse zeigt deutlich, dass der Einsatz einer 3D-Steuerung auch bei Kleinbaggern erhebliche Vorteile mit sich bringt. Maschinisten können ihre Arbeit eigenständig und präzise ausführen, ohne auf Absteckungen oder Kontrollmessungen durch zusätzliche Fachkräfte angewiesen zu sein. Dadurch sinkt der Personalaufwand, und die Abläufe werden effizienter.

Ein weiterer Vorteil ist die Genauigkeit: Durch die digitale Unterstützung werden Fehler und Nachbesserungen reduziert. Dies spart nicht nur Zeit, sondern auch erhebliche Kosten bei Transport und Deponie. Im Durchschnitt lässt sich die Bauzeit bei Erdarbeiten um rund fünf Prozent verkürzen, was besonders bei engen Terminplänen ein entscheidender Wettbewerbsvorteil ist.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse am Beispiel des CAT 306 CR belegt, dass sich die Investition von rund CHF 101'000 bereits nach vier bis fünf Jahren amortisiert. Über eine Nutzungsdauer von acht Jahren ergeben sich Einsparungen von etwa CHF 158'000 – die Steuerung erwirtschaftet also nach wenigen Jahren reinen Gewinn.

Neben den wirtschaftlichen Faktoren stärkt die Technologie auch die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens. Digitale Bauprozesse, BIM-Projekte und die zunehmende Automatisierung setzen moderne Steuerungssysteme voraus. Eine frühzeitige Integration in Kleinbagger erweitert den Handlungsspielraum und macht die Lötscher Tiefbau AG attraktiver für Kunden wie auch für qualifizierte Mitarbeitende.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Die 3D-Steuerung lohnt sich auch für Kleinbagger. Sie erhöht die Effizienz, verbessert die Arbeitsqualität und trägt entscheidend dazu bei, den Betrieb langfristig wettbewerbsfähig aufzustellen.



Aldin Becic



CAT 330 mit GPS-Steuerung



Absteckung mit einem Tachymeter



Neuer Kleinbagger im Fuhrpark: CAT 306 CR



Darstellung der Nutzwelle bei ca. 4.5 Jahren

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

VERGLEICH VON ZERTIFIZIERTEN UND NICHT ZERTIFIZIERTEN SCHUTZPOLLERN

Experte: Marc Zangerl

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Im Rahmen der Umgestaltung des öffentlichen Raumes rund um das Hallenstadion Zürich-Oerlikon wurde die Frage untersucht, welche Schutzpollersysteme den bestmöglichen Schutz gegen Fahrzeugangriffe bieten. Dabei standen zertifizierte Systeme nach internationalen Normen und nicht zertifizierte, individuell bemessene Varianten mit statischem Nachweis im Mittelpunkt. Ziel der Arbeit war es, die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Unterschiede dieser Systeme praxisnah zu analysieren und daraus eine fundierte Entscheidungsgrundlage für vergleichbare Bauprojekte im urbanen Tiefbau abzuleiten.

Die Untersuchung basierte auf einem realen Bauprojekt an der Wallisellenstrasse und am ZSC-Lions-Platz. Durch statische Berechnungen, Kostenanalysen sowie Fachinterviews mit einem Juristen und einem Stahlbauer wurden die zentralen Fragestellungen vertieft bearbeitet. Dabei zeigte sich, dass zertifizierte Systeme zwar ein definiertes Schutzniveau gewährleisten, jedoch mit höheren Kosten und geringen Anpassungsmöglichkeiten verbunden sind. Nicht zertifizierte Schutzpoller können hingegen wirtschaftliche Vorteile und Flexibilität bieten, erfordern aber sorgfältige technische Nachweise und klare Regelungen bezüglich der Haftung.

Anstelle der ursprünglich geplanten Entwicklung einer neuen Norm wurde ein technisches Hilfsgrundlagenblatt erarbeitet. Dieses enthält die konstruktive und statische Ausarbeitung eines nicht zertifizierten Schutzpollers, welcher mindestens das Schutzniveau eines K4/M30-zertifizierten Systems erreicht. Damit steht der Baupraxis eine direkt anwendbare Grundlage zur Verfügung, die sowohl technische Sicherheit als auch Wirtschaftlichkeit berücksichtigt.

Die Arbeit schliesst mit praxisnahen Empfehlungen für Planung, Ausschreibung und Ausführung von Schutzpollern im öffentlichen Raum und bietet damit Bauherren, Planern und Ausführenden eine wertvolle Entscheidungshilfe bei der Wahl geeigneter Systeme.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung zeigte, dass zertifizierte Schutzpoller ein geprüftes und definiertes Schutzniveau gewährleisten, dieses jedoch nur in der exakt getesteten Ausführung gültig bleibt. Nicht zertifizierte Systeme können durch statische Nachweise ein vergleichbares Schutzniveau erreichen, erfordern aber eine besonders sorgfältige Planung sowie eine lückenlose Dokumentation. Eine zentrale Erkenntnis war, dass die Wirksamkeit nicht allein vom Poller, sondern in hohem Mass vom Fundament abhängt. Anpassungen an nationale Normen führen dabei häufig zum Verlust der Zertifizierung, was die rechtliche Situation zusätzlich erschwert.

Im wirtschaftlichen Vergleich erwiesen sich zertifizierte Systeme als deutlich teurer und preislich weniger flexibel. Die im Projekt entwickelten, nicht zertifizierten Poller konnten kostengünstiger hergestellt werden und boten zudem Vorteile bei kurzfristigen Anpassungen. Insbesondere die Eigenfertigung zeigte, dass mit effizienter Planung und interner Koordination ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht werden kann.

Auf rechtlicher Ebene wurde deutlich, dass bei nicht zertifizierten Lösungen Bauherrschaft, Unternehmer und Hersteller ein erhöhtes Haftungsrisiko tragen. Um sich abzusichern, ist eine umfassende Dokumentation unabdingbar, welche Freigaben, statische Nachweise, Protokolle und Fotobelege umfasst. Abweichungen von zertifizierten Einbauvorgaben sind nur dann vertretbar, wenn sie durch die Bauherrschaft ausdrücklich bewilligt und sauber dokumentiert sind, da andernfalls der Versicherungsschutz verloren gehen kann.

Als praktisches Ergebnis wurde anstelle einer neuen Norm ein technisches Hilfsgrundlagenblatt erarbeitet. Dieses beschreibt die statische Bemessung und konstruktive Umsetzung eines nicht zertifizierten Schutzpollers, der mindestens das Schutzniveau eines K4/M30-zertifizierten Systems erreicht. Die entwickelte Lösung ist direkt praxisanwendbar und richtet sich an Planer, Bauleiter und Bauherren im urbanen Tiefbau. Daraus ergeben sich klare Empfehlungen: Zertifizierte Schutzpoller sind insbesondere dort einzusetzen, wo die rechtliche Sicherheit im Vordergrund steht, während nicht zertifizierte Systeme mit statischem Nachweis eine wirtschaftliche und flexible Alternative darstellen können, sofern die technischen Nachweise und die Dokumentation vollständig vorliegen.



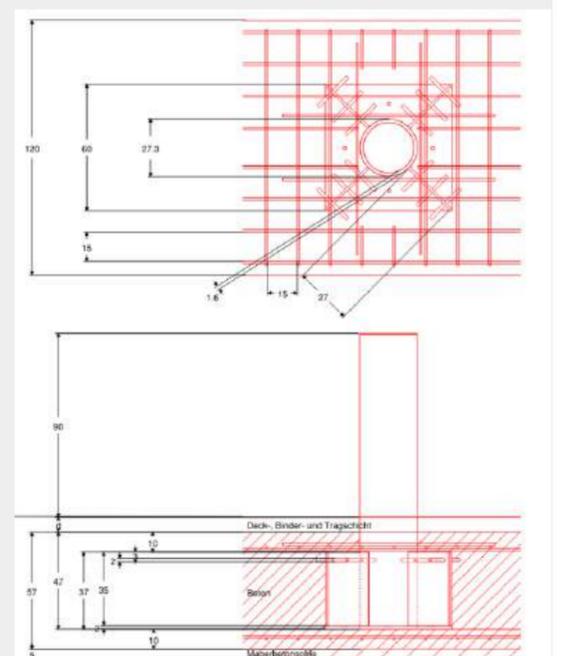
Lukas Abegg



Schutzpoller entlang der Wallisellenstrasse



Schutzpoller mit Bewehrung



Auszug aus dem Grundlagenblatt

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

Konstruktive Vor- und Nachteile: Ortsbeton vs Fertigteilbau

Experte: Patrick Pfändler

KONSTRUKTIVE VOR UND NACHTEILE: ORTSBETON VS FERTIGBAUTEIL

Die vorliegende Arbeit behandelt den Vergleich zwischen Ortsbeton- und Fertigteilbauweise am Beispiel des Gemeindezentrums Pratteln. Im Zentrum stand die Frage, welche konstruktiven, organisatorischen und wirtschaftlichen Unterschiede zwischen den beiden Bauweisen bestehen und wie diese in einem realen Projekt berücksichtigt werden können.

Zu Beginn wurden die Grundlagen beider Bauarten aufgearbeitet, einschliesslich Materialeigenschaften, Herstellungsverfahren sowie der relevanten normativen Rahmenbedingungen nach SIA und Eurocode. Darauf aufbauend erfolgte eine detaillierte Darstellung der Bauprozesse, wobei sowohl die Ausführung auf der Baustelle als auch die Vorfertigung im Werk beleuchtet wurden. Besonderes Augenmerk lag auf Aspekten wie Schalung, Bewehrung, Transport, Montage sowie den Auswirkungen auf Bauzeit, Bauqualität und Bauorganisation.

Im praxisorientierten Teil der Arbeit wurde das Gemeindezentrum Pratteln als Fallstudie untersucht. Dabei erfolgte eine Analyse der eingesetzten Bauweisen, der Bauprogramme sowie der Schnittstellen zwischen den beteiligten Akteuren. Ergänzend wurden ökologische Gesichtspunkte wie die Wahl der Zementarten, der Einsatz von ressourcenschonenden Materialien sowie die CO₂-Bilanz berücksichtigt. Durch den Abgleich mit den theoretischen Grundlagen entstand ein umfassendes Bild über die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der beiden Systeme.

Insgesamt liefert die Arbeit eine strukturierte Gegenüberstellung von Ortsbeton- und Fertigteilbauweise und unterstreicht deren Bedeutung im heutigen Bauwesen. Sie bietet damit eine fundierte Basis für die Planung und Umsetzung zukünftiger Projekte, bei denen eine bewusste Wahl oder Kombination der Bauweisen entscheidend für den Projekterfolg ist.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Auswertung hat gezeigt, dass sowohl die Ortsbeton- als auch die Fertigteilbauweise spezifische Stärken und Schwächen aufweisen. Ortsbeton bietet vor allem eine hohe Flexibilität bei der Umsetzung komplexer Geometrien und ermöglicht kurzfristige Anpassungen direkt auf der Baustelle. Gleichzeitig entstehen monolithische Bauteile mit guten bauphysikalischen Eigenschaften. Demgegenüber stehen jedoch längere Bauzeiten und ein erhöhter Aufwand bei Schalung, Bewehrung und Witterungsschutz.

Die Fertigteilbauweise zeichnet sich insbesondere durch kurze Bauzeiten, hohe Präzision und eine gleichbleibend hohe Qualität aus. Durch die Vorfertigung im Werk lassen sich Kosten und Abläufe besser planen, was zu einer hohen Terminalsicherheit führt. Einschränkungen ergeben sich jedoch aus den transportbedingten Grössenlimiten sowie der geringeren Flexibilität bei nachträglichen Änderungen.

Am Beispiel des Gemeindezentrums Pratteln zeigte sich, dass eine Mischbauweise die sinnvollste Lösung darstellte. Während die tragenden Kerne in Ortsbeton erstellt wurden, kamen bei Decken- und Fassadenelementen Fertigteile zum Einsatz. Dadurch konnte die Bauzeit deutlich reduziert werden, ohne architektonische Freiheiten oder Qualität zu beeinträchtigen.

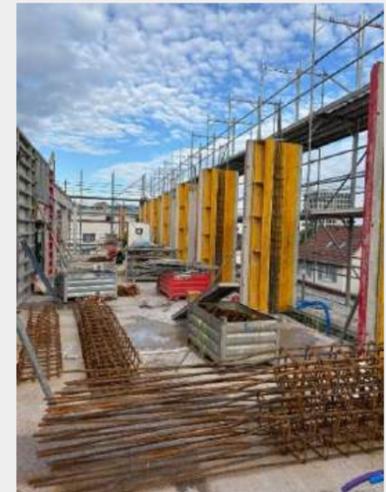
Insgesamt wird deutlich, dass hybride Bauweisen die Vorteile beider Systeme verbinden und sich insbesondere bei komplexen Projekten als effiziente und nachhaltige Lösung erweisen können.



Niels Betschart



Sichtbetonwand Gemeindezentrum Pratteln



Sichtstützen Gemeindezentrum Pratteln



Fertigbauteil 4-Spurausbau Liestal

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

OPTIMIERUNGSPOTENZIAL IM MAGAZIN OHNE GRUNDSTÜCKWERWEITERUNG

Experte: Andreas Stenz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit befasst sich mit der Optimierung der Flächennutzung und der betrieblichen Abläufe im Magazin der Josef Imgrüt AG in Kriens LU. Ausgangspunkt ist die wachsende Belastung der bestehenden Lager-, Verkehrs- und Umschlagflächen, die den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen. Engpässe bei der Zufahrt, die Überlagerung von Mitarbeiterparkplätzen mit Umschlagflächen sowie unzureichende Lagerkapazitäten führen zu Verzögerungen, ineffizienten Abläufen und erhöhten Sicherheitsrisiken.

Da eine Vergrößerung der Grundstücksfläche ausgeschlossen ist, mussten Lösungen innerhalb der bestehenden Parzelle entwickelt werden. Im Zentrum stehen bauliche und organisatorische Massnahmen, welche eine klare Trennung von Park-, Lager- und Verkehrsflächen ermöglichen und dadurch die Produktivität und Sicherheit steigern. Die Arbeit basiert auf einer umfassenden Analyse der Ist-Situation, der Identifikation von Optimierungspotenzialen sowie der Entwicklung und Bewertung verschiedener Lösungsansätze.

Kernstück der Planung ist die Errichtung einer neuen, rund 800 m² grossen Stahlbetondecke über dem heutigen Umschlagplatz. Diese schafft zusätzliche Park- und Lagerflächen, während die darunterliegende Zone wieder als reine Umschlagfläche genutzt werden kann. Ergänzend wird eine Erweiterung des bestehenden Untergeschosses vorgeschlagen, welche wettergeschützte Lagerkapazität bietet. Die Anbindung erfolgt wahlweise über einen Wanddurchbruch oder eine Rampe, was zwei wirtschaftlich bewertete Varianten darstellt.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

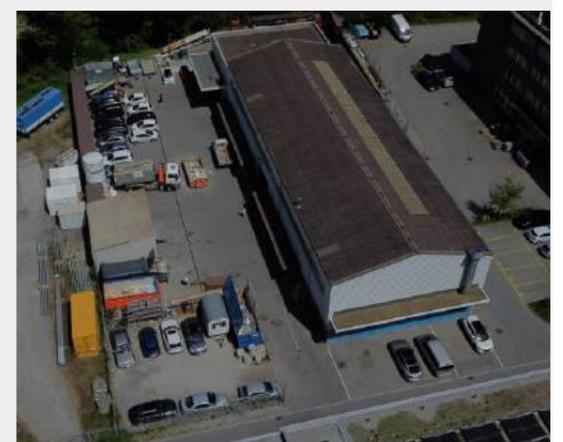
Die Analysen zeigen, dass durch gezielte bauliche Eingriffe eine nachhaltige Entlastung des Magazins möglich ist. Mit der neuen Betondecke wird der dringend benötigte Raum für Parkplätze und Lagerung geschaffen, wodurch Konflikte zwischen Personenwagen, Material und Maschinen nachhaltig beseitigt werden. Der ursprüngliche Umschlagplatz kann wieder seiner Kernfunktion zugeführt werden, was die Effizienz der betrieblichen Abläufe spürbar verbessert.

Die wirtschaftliche Analyse nach Baukostenplan (BKP) verdeutlicht, dass die Kosten für die beiden Varianten nur gering differieren. Variante 1 (Zufahrt via Wanddurchbruch ins bestehende Untergeschoss) erweist sich jedoch als etwas wirtschaftlicher. Die Erweiterung des Untergeschosses bietet nicht nur zusätzlichen witterungsgeschützten Lagerraum, sondern eröffnet auch die Möglichkeit, Flächen extern zu vermieten und so zusätzliche Einnahmen von bis zu CHF 64'000 pro Jahr zu generieren.

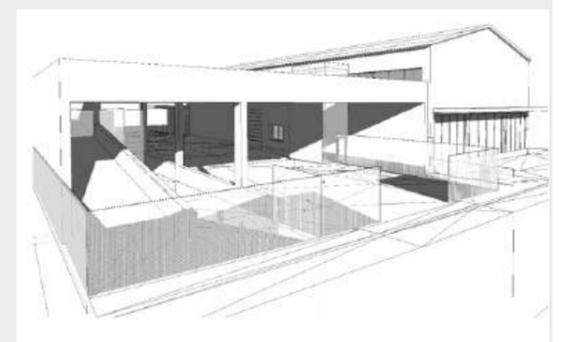
Ein wesentlicher Mehrwert liegt in der langfristigen Sicherung der Standortnutzung. Neben ökonomischen Vorteilen steigern die Massnahmen auch die Arbeitssicherheit erheblich: Klare Trennungen zwischen Verkehrs-, Lager- und Parkzonen reduzieren Unfallrisiken und vereinfachen Abläufe. Damit wird das Betriebsgelände zukunftsfähig gestaltet, ohne dass eine Erweiterung der Grundstücksfläche erforderlich ist.



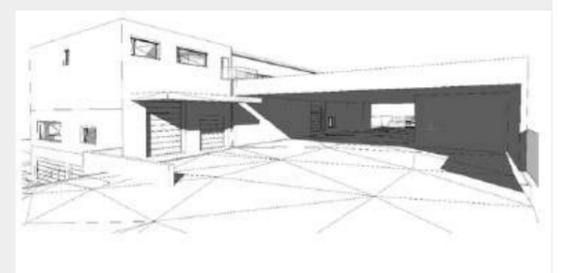
Felician Bossart



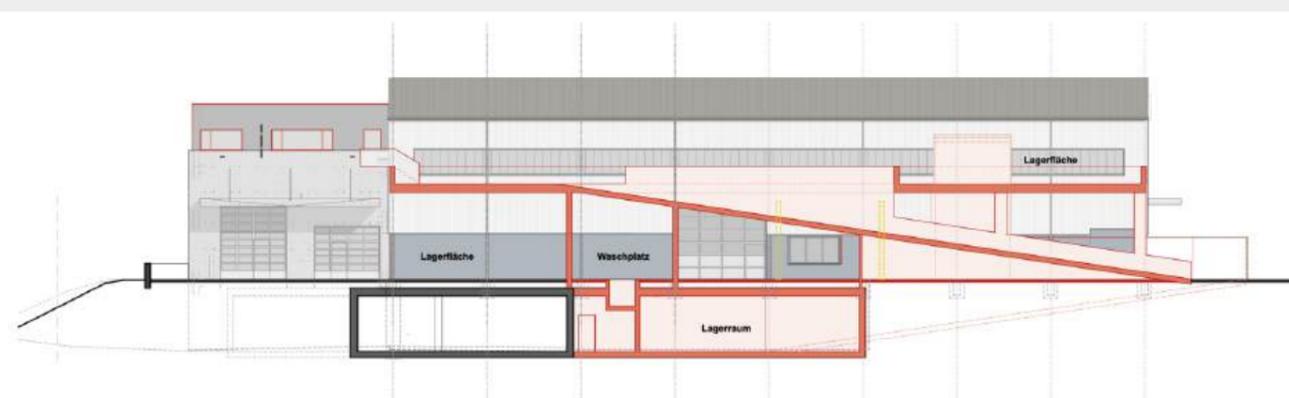
Ist-Situation der Aussenfläche



Visualisierung der neuen Zufahrten



Visualisierung des neuen Geschosses



Schnitt 1

Planausschnitt der Erweiterung – Stahlbetondecke und Lagerraum UG

bau_schule

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

MODERNISIERUNG UNSERER

TRADITIONELLEN BAUNTERNEHMUNG

Experte: Andreas Stenz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In meiner Diplomarbeit habe ich gezeigt, wie ich unser Familienunternehmen Schritt für Schritt modernisiert habe. Ausgangslage war ein traditioneller Betrieb mit veralteter Organisation, fehlender Digitalisierung und einer alten Fahrzeugflotte. Viele Abläufe waren nur mündlich geregelt, das Magazin war unübersichtlich und vieles funktionierte nach alten Gewohnheiten. Das war zwar vertraut, führte aber oft zu unnötigen Kosten und zusätzlichem Aufwand. Ziel meiner Arbeit war es deshalb, die Firma zukunftsfähig zu machen, Abläufe zu vereinfachen und die Qualität im Alltag zu verbessern.

Dafür habe ich mehrere konkrete Massnahmen umgesetzt. Mit sechs neuen Tachymetern arbeiten unsere Poliere heute schneller, präziser und selbstständiger. Eine eigene Betriebstankstelle spart nicht nur Umwege, sondern auch viel Zeit und Geld. Mit der Erneuerung der gesamten Fahrzeugflotte haben wir die Zuverlässigkeit im Alltag gesteigert und treten nach aussen deutlich professioneller auf. Zusätzlich haben wir sechs Neutralisationsbecken angeschafft, wodurch wir die hohen monatlichen Mietkosten vermeiden und auf jeder Baustelle sofort ausgerüstet sind.

Ein grosser Schritt war auch die Neuorganisation des Magazins. Früher wusste niemand genau, wo was liegt. Heute ist alles klar beschriftet, das Material ist übersichtlich gelagert und die Beschaffung läuft zentral. Damit sparen wir Geld, vermeiden Doppelbestellungen und reduzieren unnötige Fahrten. Einheitliche Arbeitskleidung sorgt ausserdem für ein sauberes und einheitliches Bild auf den Baustellen und stärkt das Zusammengehörigkeitsgefühl. Auch der digitale Auftritt wurde modernisiert. Über unsere Website und Social Media zeigen wir unsere Arbeiten und erreichen dadurch einfacher neue Fachkräfte und Kunden.

Als nächster Schritt ist die Einführung einer Bausoftware geplant. Damit können Rapporte, Offerten und Dokumente digital erfasst, bearbeitet und gespeichert werden. Für mich ist das ein grosser Wunsch, weil es die Organisation im Büro deutlich erleichtert und wir Projekte besser dokumentieren können. Gerade für die Zukunft ist es wichtig, dass die Firma auch digital auf einem guten Stand ist und wir die steigenden Anforderungen von Bauherren und Behörden erfüllen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Modernisierungen haben sich schon jetzt klar gelohnt. Insgesamt habe ich über 360'000 Franken investiert, dafür sparen wir jedes Jahr rund 64'000 Franken ein. Besonders die eigene Tankstelle und die Neutralisationsbecken machen sich sehr schnell bezahlt und bringen eine grosse Entlastung. Die Tachymeter und die neuen Busse zeigen ihren Nutzen vor allem im Alltag, da wir präziser arbeiten und die Mitarbeitenden zuverlässige Fahrzeuge haben.

Noch wichtiger als die reinen Zahlen sind aber die Veränderungen im Betrieb. Heute haben wir viel mehr Übersicht, die Abläufe sind klarer und die Arbeit läuft reibungsloser. Im Magazin herrscht Ordnung, jeder weiss, wo er das Material findet. Die einheitliche Kleidung sorgt dafür, dass wir nach aussen ein starkes Bild abgeben und intern das Teamgefühl gefördert wird. Mit unserer Präsenz im Internet zeigen wir zudem, dass wir ein moderner Betrieb sind, der mit der Zeit geht. Viele Verbesserungen sind so selbstverständlich geworden, dass niemand mehr zum alten System zurück möchte.

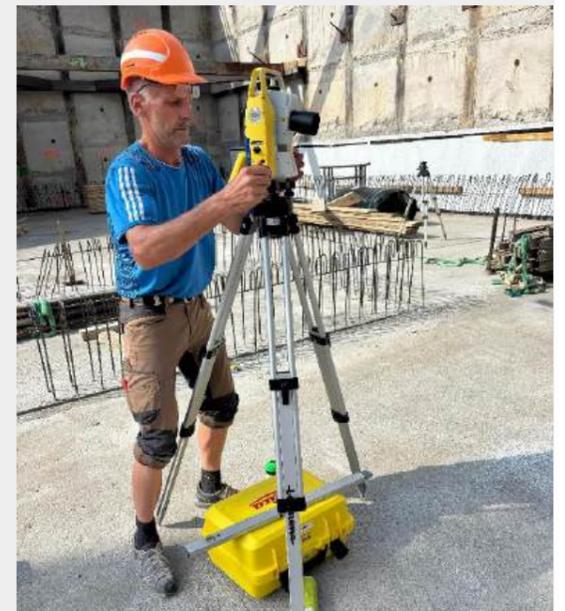
Für mich persönlich war diese Diplomarbeit ein wichtiger Schritt. Sie hat mir gezeigt, dass man mit Einsatz, klaren Ideen und praktischen Lösungen viel bewegen kann. Meine Arbeit macht mir deutlich, dass man nicht alles auf einmal ändern muss. Schritt für Schritt lassen sich spürbare Verbesserungen erzielen, wenn man bereit ist, Verantwortung zu übernehmen und neue Wege zu gehen. Genau das motiviert mich, auch in Zukunft weiter an der Firma zu arbeiten und ihren Erfolg mitzugestalten.



Hanspeter Bräm



Teamfoto Gebr. Stucki AG



Einführung Tachymeter mit Polier Hans

Massnahme	Investition (CHF)	Jährliche Einsparung (CHF)	Amortisation
Tachymeter	58'378	8'504	ca. 9 Jahre
Betriebstankstelle	2'394	4'610	1 Jahr
Fahrzeugflotte	234'618	27'000	abhängig von Nutzungsdauer
Neutralisationsbecken	58'026	26'100	2.2 Jahre
Materialbeschaffung und Lager	-	(Zeit- und Kostenersparung)	-
Bahnbeschäftigung (für 200 m ² über 6 Monate)	2'928	Einsparung ggü. Neuzukauf 4'026 / ggü. Miete 21'072	sofort
Arbeitskleidung	6'162 (pro Jahr)	(Qualitäts- und Imagegewinn)	-
Digitale Aussenpräsenz	-	(Personalgewinnung)	-

Gesamtübersicht Modernisierungsmassnahmen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

SCHWIERIGKEITEN UND VERGLEICH VON GEBIRGSBAUSTELLEN ZU BAUSTELLEN IN EINFACHEM GELÄNDE

Experte: Marco Bieri

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Diese Diplomarbeit untersucht Schwierigkeiten und Unterschiede zwischen Gebirgsbaustellen und Baustellen in einfachem Gelände. Als Praxisfall dient die Baustelle bei der Bergstation Felskinn in Saas Fee auf 3'000 m ü. M. Dort werden Bauabläufe, Logistik und Kosten unter alpinen Bedingungen wie Höhenlage, wechselhaftes Wetter, eingeschränkter Zugang (Seilbahn/Helikopter) und geologische Besonderheiten wie Permafrost systematisch erfasst und den typischen Bedingungen im Tal gegenübergestellt.

Die Untersuchung folgt einem klaren, praxisnahen Ansatz: Ausgewertet werden tatsächlich ausgeführte Leistungen, Baustellenrapporte, Mengen und NPK-basierte Einheitspreise für zentrale Positionen wie Baustelleneinrichtung, Schalung, Bewehrung und Beton. Ergänzend fließen AVOR-Unterlagen, Pläne, Fotos sowie Fachgespräche mit Bauleitung, Polier und Geologie in die Analyse ein. So entsteht ein datenbasierter Vergleich von Ablauf, Produktivität und Kosten zwischen Hochgebirge und Tal.

Im Mittelpunkt stehen drei Leitfragen:

1. Wie verändern sich Arbeitsabläufe und Leistungen, wenn Material nicht per LKW und Kran, sondern über Zwischenlager und Helikopter bewegt wird?
2. Wie stark beeinflussen Logistik, Wetterfenster und Platzmangel die Einheitspreise ausgewählter NPK-Positionen?
3. Welche Rolle spielen geologische Unsicherheiten (z. B. Permafrost, abweichender Felsverlauf) für Planung, Bauverfahren und Kostenrisiken?

Die Ergebnisse liefern praxisnahe Kennwerte, klare Kostentreiber und Lernpunkte für Planung, Kalkulation und Organisation im alpinen Bauen. Zudem werden konkrete Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt, etwa Transportbündelung, leichte Schalungssysteme, vorausschauende AVOR mit Backup-Plänen sowie eine engere Abstimmung mit Helikopter/Seilbahn und Gemeinde. Diese Erkenntnisse sind direkt übertragbar auf zukünftige Projekte in hochalpinen Lagen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Logistik als Hauptkostentreiber – Preisniveau im Gebirge

Die Analyse zeigt eindeutig: Die Logistik ist der Hauptkostentreiber. Das Material durchläuft eine mehrstufige Transportkette vom Depot per LKW ins Zwischenlager und von dort per Helikopter zur Baustelle. Kleine Lasten und enge Wetterfenster machen die Abläufe langsam, teuer und störanfällig. Entsprechend liegen die Einheitspreise im Gebirge deutlich höher, teils bis etwa Faktor 8 gegenüber Talbedingungen. Besonders stark betroffen sind Beton (wegen der Heli-Flüge) sowie Schalung und Bewehrung, die ohne Kran weitgehend von Hand bewegt und eingebaut werden müssen.

Vorausschauende AVOR, geologische Risiken und Arbeitssicherheit

Damit der Bauablauf trotzdem funktioniert, muss die AVOR vorausschauend sein: starre Baufenster, sorgfältig getaktete Flug- und Arbeitsetappen und tägliche Backup-Pläne sind Pflicht. Zusätzliche Unsicherheit entsteht durch die Geologie: tiefer als erwartet liegender Fels oder Permafrost führen zu Mehrbohrmetern, zusätzlichen Mikropfählen und Plananpassungen. Gleichzeitig wirken Höhenlage und Witterung leistungsdämpfend; konsequente Sicherheits- und Umweltschutzmassnahmen sowie kleine, eingespielte Teams sind daher entscheidend für Qualität und Sicherheit.

Optimierungen & Übertragbarkeit für künftige alpine Projekte

Aus den Befunden lassen sich konkrete Optimierungen ableiten: Transporte bündeln, leichte Schalungssysteme einsetzen, wo sinnvoll vorfabrizieren, strikt rapportieren und die Abstimmung mit Helikopter, Seilbahn und Gemeinde eng halten, stets verbunden mit Wetter- und Flugplanung. Die gewonnenen Kennwerte, Checklisten und Ablaufschemata sind übertragbar und unterstützen die Planung und Kalkulation künftiger Projekte im hochalpinen Raum.



Daniel Briw



Situation vor Ort, Bergstation Felskinnbahn



Materialtransport per Hubschrauber



Verlorene Schalung hinter Mikropfählen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

NACHHALTIGKEIT IM TIEF- UND STRASSENBAU

INVESTITIONEN, HERAUSFORDERUNG UND LÖSUNGEN FÜR ZUKUNFTSFÄHIGE BAUUNTERNEHMEN

Experte: Sacha Schmid

THEMA DER DIPLOMARBEIT

"Nachhaltigkeit ist im heutigen Bauwesen kein freiwilliger Zusatz mehr, sondern ein Pflichtkriterium." Besonders bei Ausführungen von öffentlichen Bauprojekten, wo grosse Mengen an Energie, Maschinen und Materialien eingesetzt werden, wächst der Druck, den ökologischen Fussabdruck zu minimieren.

Die Diplomarbeit setzt sich mit dem Thema Nachhaltigkeit im Tief- und Strassenbau auseinander, einem Bereich, der in Anbetracht der ehrgeizigen Klimaziele der Schweiz eine zentrale Rolle spielt. Die Schweiz hat sich verpflichtet, bis 2050 Netto-Null-Treibhausgasemissionen zu erreichen. Der Bau- und Infrastruktursektor verursacht direkt oder indirekt rund 30 bis 40% der nationalen CO₂-Emissionen und ist deshalb gefordert. Besonders kleine und mittlere Bauunternehmen sind dabei mit der Herausforderung konfrontiert, ökologische Verantwortung zu übernehmen und gleichzeitig wirtschaftlich wettbewerbsfähig zu bleiben.

Im Mittelpunkt stehen zwei zentrale Themen. Welche Investitionen in emissionsarme Fahrzeuge und Maschinen sind erforderlich, um die Emissionen zu reduzieren und gleichzeitig für ein Bauunternehmen wirtschaftlich tragbar. Der zweite Punkt betrifft die gesetzlichen und projektspezifischen Nachhaltigkeitskriterien, die bei öffentlichen Submissionen zum Tragen kommen. Ein Bauunternehmen muss zunehmend glaubhaft Nachhaltigkeitsanforderungen wie die Reduktion von Emissionen erfüllen und dies auch nachweisen können. In der Praxis stossen Unternehmen jedoch häufig an Grenzen. Hohe Investitionskosten für emissionsarme Maschinen sowie unklare oder komplexe Ausschreibungskriterien stellen reale Herausforderungen dar.

Gerade für angehende Bauführer*innen ist Nachhaltigkeit längst zur täglichen Realität geworden. Ob bei der Ausarbeitung von Submissionsunterlagen, in technischen Berichten oder bei der konkreten Umsetzung auf der Baustelle. Nachhaltiges Handeln prägt den Berufsalltag und entscheidet über die Zukunftsfähigkeit von Bauunternehmen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Anhand konkreter Kostenvergleiche von Personen- und Lieferwagen sowie Mobilbaggern wird gezeigt, dass sich Elektrofahrzeuge bei entsprechender Ladeinfrastruktur und ausreichend Fahrleistung langfristig lohnen können. Bei Baumaschinen zeigt sich im Vergleich zu den Fahrzeugen ein differenzierteres Bild. Wer aktuell in elektrische Baumaschinen investiert, leistet noch viel Pionierarbeit. Neben der Investition in eine Ladeinfrastruktur kann eine mögliche Erweiterung mit einer PV-Anlage zur Reduzierung von Betriebskosten und CO₂-Emissionen beitragen.

Die Arbeit beleuchtet auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen, insbesondere das Klima- und Innovationsgesetz (KIG), das CO₂-Gesetz, das Raumplanungsgesetz (RPG) und das Beschaffungswesen (BöB). Diese Gesetze schaffen den rechtlichen Rahmen für klimafreundliches Bauen, indem sie CO₂-Reduktionsziele definieren und ökologische Kriterien bei öffentlichen Ausschreibungen fordern. Beim neuen Beschaffungsrecht rückt der Qualitätswettbewerb wieder in den Fokus. Zur Unterstützung wurde ein Tool zur CO₂-Bilanzierung vorgestellt.

Ebenfalls zeigt die Arbeit, dass Nachhaltigkeit nicht nur eine technische oder wirtschaftliche Frage ist, sondern auch mit der Bereitschaft zur Veränderung und dem Mut zu neuen Denkansätzen verbunden ist. Nachhaltiges Bauen bedeutet, vorausschauend zu planen, Ressourcen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks zu betrachten und Investitionen nicht nur kurzfristig, sondern im Sinne der Gesamtheit zu betrachten.

MEIN FAZIT

Nachhaltigkeit im Tief- und Strassenbau ist keine theoretische Zukunftsvision mehr, sondern eine konkrete Aufgabe der Gegenwart. Der Umstieg auf nachhaltige Technologien ist mit Herausforderungen verbunden. Hohe Investitionskosten, fehlende Standards und zusätzlicher administrativer Aufwand prägen die Realität.

Dennoch bin ich der Überzeugung, dass Investitionen in emissionsarme Fahrzeuge, Maschinen und nachhaltige Infrastruktur nicht nur zur Reduktion von CO₂-Emissionen führen, sondern zugleich einen langfristigen Vorteil im öffentlichen Wettbewerbsumfeld ermöglichen.

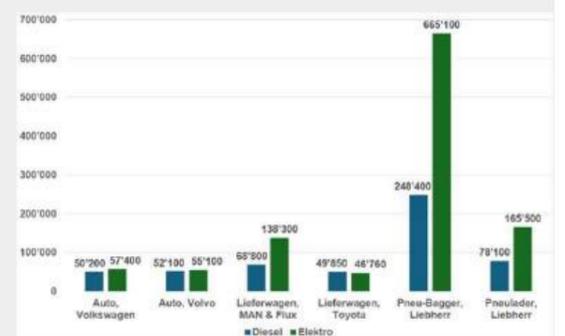
Abschliessend lässt sich sagen, dass eine erfolgreiche Veränderung nicht nur technisches Know-how, sondern auch Mut zur Veränderung erfordert. Eine klare Haltung, Strategie und der Wille zur Umsetzung sind für ein innovatives Bauunternehmen wichtig.



Damian Gränicher



Absenkipfad CO₂-Emissionen der Schweiz 2050



Vergleich Anschaffungspreise Diesel vs. Elektro

ECO₂nstruct

Tool zur CO₂-Bilanzierung

Offener Vergleich Toyota		Toyota Proace Max Diesel	Toyota Proace Max Elektro	Differenz
Preis		CHF 61'220.00	CHF 70'000.00	+14%
Motorleistung		CHF 0.00	CHF 0.00	0%
Rabatt / Förderbeitrag (14%)		-CHF 8'570.80	-CHF 9'800.00	+15%
Anschaffungskosten		CHF 52'649.20	CHF 60'200.00	+12%
Total Anschaffungspreis		CHF 52'649.20	CHF 60'200.00	+12%
exkl. MwSt.		CHF 49'946.00	CHF 56'760.00	+12%
exkl. MwSt.		CHF 49'946.00	CHF 56'760.00	+12%
Technische Daten				
Anteil	Einheit	Toyota Proace Max Diesel	Toyota Proace Max Elektro	Differenz
Frontantrieb		Diesel	Elektro	
Leistung	PS / kW	180 / 132	270 / 199	+50%
Reichweite nach WLTP	km	515	564	+10%
Verbrauch (kombiniert)	l/100km / kWh/100km	10.20	30.50	+200%
Effizienzklasse	g / kWh	200.00	0.00	-100%
Abmessungen				
Länge	mm	6'220.00	6'220.00	0%
Breite	mm	2'100.00	2'100.00	0%
Höhe	mm	2'370.00	2'370.00	0%
Wendekreis	m	14.30	14.30	0%
Leistung	kg	2'370.00	2'370.00	0%
Max. Zuladung	kg	1'120.00	1'280.00	+15%
Gesamtgewicht	kg	2'500.00	2'500.00	0%
Flottenkosten				
Berechnung	Einheit	Toyota Proace Max Diesel	Toyota Proace Max Elektro	Differenz
Amortisationskosten pro Jahr (Amortisation über 8 Jahre)		CHF 6'230.78	CHF 5'845.00	-6%
Versicherung (2% des Anschaffungspreises berechnet)		CHF 1'252.15	CHF 1'195.20	-5%
Verkehrssteuern / Jahr (Porte K1, Bem)		CHF 700.25	CHF 181.90	-74%
Total Fixe Kosten / Jahr		CHF 8'183.18	CHF 7'121.10	-12%
Variable Kosten, Energie und Schmiermittel				
Berechnung	Einheit	Toyota Proace Max Diesel	Toyota Proace Max Elektro	Differenz
Einsparung pro Jahr	Tag	210	210	0%
Gehaltene Kilometer pro Tag	km	65	65	0%
Kilometerleistung pro Jahr	km	14'000	14'000	0%
Triebstoffkosten (Mittel)	CHF pro Liter / CHF pro kWh	CHF 1.70	CHF 0.20	-88%
Wartungs- und Reparaturkosten		CHF 1'246.15	CHF 467.60	-63%
Reparaturkosten		CHF 1'246.15	CHF 467.60	-63%
Total Variable Kosten / Jahr		CHF 2'492.30	CHF 677.20	-73%
Zusammenfassung Fixe + variable Kosten				
Berechnung	Einheit	Toyota Proace Max Diesel	Toyota Proace Max Elektro	Differenz
Total Fixe Kosten / Jahr		CHF 8'183.18	CHF 7'121.10	-12%
Total Variable Kosten / Jahr		CHF 2'492.30	CHF 677.20	-73%
Total Wartungskosten / Jahr		CHF 10'675.48	CHF 7'798.30	-27%
Total Kosten pro Jahr		CHF 19'350.98	CHF 14'596.60	-25%
Total Kosten pro Monat		CHF 1'612.58	CHF 633.05	-61%
Total Kosten pro Kilometer		CHF 1.38	CHF 0.54	-61%
Total Kosten pro Kilometer		CHF 1.38	CHF 0.54	-61%
Verkaufswert nach 8 Jahren & ca. 110'000 km*		CHF 100'000.00	CHF 3'000.00	-97%
Verkaufswert nach 8 Jahren mit Verkauf		CHF 58'770.48	CHF 7'485.20	-87%

Kostenvergleich Lieferwagen Diesel vs. Elektro

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

WÄRMEDÄMMENDES EINSTEINMAUERWERK

Experte: Marco Bieri

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Was ist «gedämmtes Einsteinmauerwerk»?

Gedämmtes Einsteinmauerwerk besteht aus plangeschliffenen Backsteinen, deren Hohlräume mit einem Dämmstoff gefüllt werden. Diese Steine sind in diversen Breiten erhältlich. Dies um die Anforderungen an die Wärmedämmung zu erfüllen. Sie werden je nach Anbieter mit einem Mörtel oder Dünnbettmörtel in der Lagerfuge gemauert. Die Stossfugen werden stumpf aneinander gestossen. Auf dem Bau ist diese Art als «Knirsch-Mauern» bekannt. Auf das Mauerwerk wird lediglich ein Innen- sowie Aussenputz aufgetragen. Es ist keine weitere Dämmung notwendig.

Inhalt

Als ich noch als Maurer gearbeitet habe, durfte ich den abgebildeten Anbau selber aus gedämmtem Einsteinmauerwerk erstellen. Dabei sind mir im Laufe der Arbeit diverse Fragen zu dem Produkt durch den Kopf gegangen. Unter anderem diese sowie Fragen die mich als Bauführer interessieren habe ich in meiner Arbeit behandelt.

Folgende Fragen habe ich mir gestellt und behandelt:

- Wie funktioniert die Herstellung der Backsteine für das gedämmte Einsteinmauerwerk? Ist diese umweltschonend? Gibt es verschiedene Varianten?
- Auf was ist bei der Planung besonders zu achten? Gibt es wichtige Details?
- Wie verhalten sich die Kosten im Vergleich mit einer Kompaktfassade aus Swiss-Modul Backsteinen oder Beton?
- Wo liegen die Gründe, dass dieses Mauerwerk weniger verbaut wird?

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Herstellung

Der Ablauf der Herstellung eines Porotherm-Planbacksteines unterscheidet sich nicht gross zu einem anderen Backstein. Auch ist der Ablauf bei allen Herstellern gleich. Die Rohstoffe werden gemischt, in Form gebracht und danach gebrannt. Zudem werden die Porotherm-Backsteine noch mit einer Dämmung aus Perlite oder Steinwolle gefüllt. Beide Dämmmaterialien werden aus Naturstein hergestellt. In jedem Produktionsschritt für den Porotherm, wird immer mehr für die Umwelt getan. Neben den Tongruben, die Heimat für diverse Lebewesen sind, wird auf erneuerbare Energien gesetzt. Dies verbessert die Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Bilanz eines solchen Steines. Da der CO₂-Ausstoss bei der Produktion nicht oder noch nicht bei null ist, wird dieser mit der Finanzierung von Klimaschutzprojekten kompensiert.

Planung

Es gibt so viele Details die in der Planung sowie Ausführung beachtet werden müssen. Darum ist es wichtig, sich auch die Zeit zu nehmen, um die Vorgaben des Stein-Herstellers zu studieren und auch richtig anzuwenden. Eine gute Planung kann die Kosten in der Ausführung positiv beeinflussen. Zudem erleichtert eine gute Planung die Arbeit des Maurers, was die Risiken auf Ausführungsfehler minimiert.

Kosten

Für meine Kalkulationen und den Kostenvergleich der Fassadenarten aus gedämmtem Einsteinmauerwerk und einer Kompaktfassade, musste ich zuerst den Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) bestimmen. Hierfür habe ich in Gesetzen und Vorschriften nachgeschaut und dabei herausgefunden, was die Mindestanforderungen an den U-Wert im Kanton Zürich sind. Meine Kalkulation habe ich anhand der erarbeiteten Planungs- und Ausführungsdetails sowie dem Fassadenaufbau nach U-Wert-Berechnung erstellt. Meine Erfahrungen in der Kalkulation konnte ich so gut einfließen lassen. Anhand dieser Kalkulation konnte ich einen Kostenvergleich meiner beiden gewählten Fassadenarten erstellen. Dabei hat sich ergeben, dass die Fassade aus gedämmtem Einsteinmauerwerk doch ein Stück teurer als die Kompaktfassade, die ich angenommen habe, ist. Bei genauerer Betrachtung der Kalkulation ist mir aufgefallen, dass der Hauptgrund für die Mehrkosten im Vergleich zur Kompaktfassade die Materialkosten sind. Der Porotherm ist fast doppelt so teuer wie ein normaler SwissModul-Backstein und die Steinwolldämmung, aus denen die Kompaktfassade besteht, zusammen.

Gründe

Die hohen Materialkosten sowie der Umstand, dass sich das Porotherm Mauerwerk nur bei einfachen Grundrissformen ohne noch mehr Zusatzkosten umsetzen lässt, hat mir auch beantwortet, wieso dieses Mauerwerk so wenig verbaut wird. Trotz dem wird das gedämmte Einsteinmauerwerk mit der Zeit immer mehr angewendet.



Fabio Mariani



Porotherm Backsteine (Zürcher Ziegeleien)



Zimmeranbau aus gedämmtem Einsteinmauerwerk in Uetikon am See (Graf Bau AG)

Aufbau des Bauteils / Skizze		Bezeichnung des Bauteils: Porotherm T6.5			R
Schicht Nr.	Material, Baustoff	d (m)	h W/(m ² *K)	λ W/(m*K)	1/h bzw. d/λ m ² *K/W
-	Wärmeübergang innen (hi)	-	-	-	0.13
1	Innenputz (Fixit 622)	0.010	0.540	-	0.02
2	Porotherm T6.5	0.365	0.065	-	5.62
3	Aussenputz (Fixit 622)	0.025	0.540	-	0.05
4					
5					
-	Wärmeübergang aussen (ha)	-	25	-	0.04
R Total					5.85
U-Wert = 1/Rtotal =					0.17

U-Wert-Berechnung

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

NACHHALTIGES BAUEN IN ZERMATT

PROJEKT WASSERRESERVOIR

Experte: Roberto Sibilia

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In dieser Diplomarbeit wird der Frage nachgegangen, wie Baumaterial im hochalpinen Raum ressourcenschonend eingesetzt werden kann. Untersuchungsobjekt war der Bau des Wasserreservoirs Blatten in Zermatt, ein Projekt mit hohen logistischen Anforderungen und sensiblen Umweltbedingungen.

Das Ziel der Arbeit bestand darin, den Einsatz einer lokalen Aufbereitung von Spreng- und Aushubmaterial zu normgerechtem Ortbeton unter den besonderen Rahmenbedingungen einer hochalpinen Baustelle zu prüfen und zu bewerten. Dabei sollte der Materialkreislauf bestmöglich geschlossen, der Ressourceneinsatz optimiert und die Abhängigkeit von externen Transporten reduziert werden.

Zu diesem Zweck kamen eine Brech- und eine Siebanlage zum Einsatz, um das gewonnene Material aufzubereiten. Das aufbereitete Gestein wurde anschliessend mit einer mobilen Betonanlage zu normgerechtem Ortbeton verarbeitet.

Die Arbeit dokumentiert den gesamten Ablauf, von der Materialgewinnung über die Aufbereitung bis hin zum Betonieren und beschreibt die eingesetzten Geräte, Arbeitsschritte und Prüfverfahren. Ergänzend wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, um die Eignung des gewonnenen Materials zu bestätigen und die optimale Betonrezeptur festzulegen.

Neben der technischen Analyse wurde ein detaillierter Kostenvergleich zwischen konventioneller Frischbetonanlieferung und lokaler Betonproduktion erstellt. Zudem wurden ökologische Aspekte wie die CO₂-Bilanz und der Flächenverbrauch für die Materiallagerung bewertet.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung hat bestätigt, dass die Aufbereitung und Wiederverwendung des vor Ort anfallenden Materials technisch vollumfänglich möglich ist. Die Anlagen lieferten über den gesamten Bauverlauf hinweg eine gleichbleibend hohe Materialqualität. Der hergestellte Beton erfüllte die geforderten Voraussetzungen.

Die logistischen Vorteile waren erheblich: Im Vergleich zur konventionellen Methode entfielen mehrere Hundert Schwertransporte ins Tal und zurück. Dadurch konnten die CO₂-Emissionen um einen zweistelligen Prozentsatz reduziert werden, und die Zufahrtswege nach Zermatt wurden gleichzeitig entlastet.

Auch wirtschaftlich erwies sich das Verfahren als vorteilhaft. Die Einsparungen resultierten vor allem aus dem Wegfall von Transport- und Deponiekosten sowie aus der Nutzung des vorhandenen Materials. Die Mehrkosten für die mobile Anlage und deren Betrieb wurden durch diese Einsparungen übertroffen, sodass eine positive Gesamtrechnung entstand.

Die Projektabwicklung zeigte, dass flexible Anpassungen während der Bauphase entscheidend sind. So konnte beispielsweise eine kurzfristige Störung der Anlage durch rasche Ersatzteilbeschaffung und Umplanung kompensiert werden. Eine undichte Stelle im Bauwerk konnte durch eine bautechnische Nachbesserung behoben werden.

Aus Sicht der Übertragbarkeit lässt sich festhalten: Das Verfahren ist besonders für Bauprojekte in abgelegenen Lagen mit begrenzter Transportinfrastruktur geeignet. Voraussetzungen sind eine ausreichende Menge an geeignetem Aushubmaterial und die Bereitschaft, in die entsprechende Aufbereitungstechnik zu investieren.

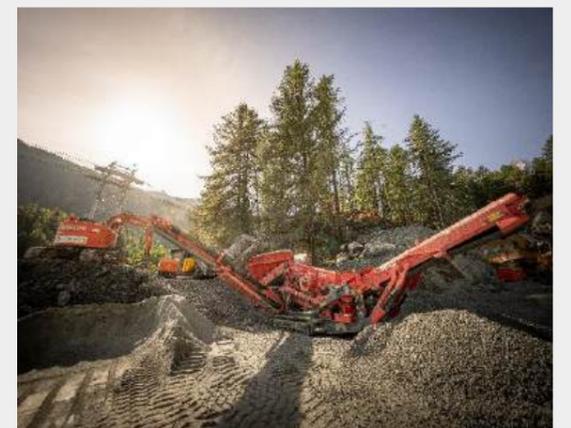
Insgesamt liefert das Projekt den Beleg, dass nachhaltige Bauweisen im alpinen Raum nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch wirtschaftlich tragfähig sind. Die gewonnenen Erkenntnisse können als Vorlage für künftige Projekte dienen, die Wert auf Ressourcenschonung, Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit legen.



Thomas Imhof



Erstellung des Aushubs für das Wasserreservoir



Aufbereitung des Spreng- und Aushubmaterial



Mobile Betonanlage im Einsatz



Baustelle in der Rohbauphase

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DECKENSCHALSYSTEME IM KOSTENVERGLEICH

Experte: Antonio De Luca

ANSCHAFFUNG, VERBAU UND ARBEITSSICHERHEIT IM FOKUS

Die wirtschaftliche Effizienz einer Baustelle hängt stark von der Wahl des richtigen Schalungssystems ab, insbesondere im Bereich der Deckenschalung, wo Zeit, Sicherheit und Materialeinsatz entscheidende Faktoren darstellen. In der Praxis setzen viele mittelgrosse Bauunternehmen nach wie vor auf konventionelle Deckenschalungen mit H-Trägern. Diese Methode hat sich über Jahrzehnte bewährt, bringt jedoch gewisse Aspekte mit sich: Sie ist personalintensiv, verlangt nach hohem Koordinationsaufwand und erfüllt die steigenden Anforderungen an Arbeitssicherheit nur bedingt.

Demgegenüber stehen moderne modulare Schalungssysteme, wie beispielsweise das SKYMAX-System von PERI. Diese versprechen deutlich effizientere Abläufe durch schnelleres Versetzen, reduzierte Lagerhaltung sowie durchgängig integrierte Sicherheitskonzepte. Besonders unter der Voraussetzung der neuen gesetzlichen Vorschriften zur Arbeitssicherheit, wie etwa den verschärften Anforderungen an Absturzsicherungen, gewinnen solche Systeme zunehmend an Bedeutung. Auch wenn die Anschaffungskosten solcher Systeme zunächst hoch erscheinen, können sich diese durch Einsparungen im Bereich Personal, Zeit und Sicherheit langfristig amortisieren.

In meiner eigenen beruflichen Praxis wird nach wie vor mit der konventionellen Deckenschalung (H-Träger und Schaltafeln) gearbeitet in Verbindung mit einem Galgen als Individualschutzmassnahme. Ich hoffe mit dieser Arbeit herauszufinden, ob dies noch zeitgerecht ist oder ob Handlungsbedarf besteht.

In dieser Arbeit wird die Wirtschaftlichkeit verschiedener Deckenschalssysteme (Konventionelle Deckenschalung, Skymax, VarioMax und Gridflex) im Hinblick auf ihre Eignung für mittelgrosse Bauunternehmen im Mehrfamilienhausbau untersucht. Im Fokus stehen nicht nur Anschaffungskosten, sondern insbesondere die Arbeitsstunden, die Arbeitssicherheit und die jährlich wiederkehrenden Kosten.

Grundlage der Analyse ist ein Bauvolumen von acht Projekten mit jeweils fünf Geschossen und einer durchschnittlichen Deckenschalfläche von 240 m² pro Etage. Die kalkulierten Werte basieren auf Erfahrungswerten, branchenspezifische Richtlinien, Interviews mit einem Hersteller (PERI Schweiz AG) sowie einem erfahrenen Polier aus der Praxis (Bereuter Bau AG).

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Zu Beginn meiner Arbeit war ich klar von der Gridflex-Schalung überzeugt. Aufgrund ihres hohen Leistungswerts und der versprochenen Flexibilität ging ich davon aus, dass sie die anderen Systeme klar übertreffen würde. Im Laufe der Analyse wurde mir jedoch bewusst, dass ich die jährlich wiederkehrenden Kosten dieses Systems unterschätzt hatte. Diese Arbeit hat mir geholfen, die wirtschaftlichen Zusammenhänge deutlich besser zu verstehen.

Besonders überrascht hat die Skymax. Trotz hoher Anfangsinvestition und dem zusätzlichen Aufwand für Flickarbeiten, zeigte sich die Skymax als klar wirtschaftlichstes System im Langzeitvergleich. Dass zudem ein zweiter Arbeitsvorgang (wie bei der Gridflex) entfällt, stärkt den praktischen Nutzen zusätzlich. Auch wenn der ökologische Aspekt in dieser Arbeit nicht vertieft behandelt wurde, bin ich überzeugt, dass die Skymax in Bezug auf Materialverbrauch und Wiederverwendbarkeit auch in diesem Bereich punktet.

Die Resultate zeigen deutlich, dass die konventionelle Deckenschalung zwar in der Anfangsphase kostengünstig erscheint, jedoch langfristig durch hohe Personalkosten, Materialverschleiss und aufwendige Sicherheitsmassnahmen zunehmend unwirtschaftlich wird. Die modernere Skymax überzeugt trotz hoher Anfangsinvestition durch geringen Montage-/ Demontageaufwand integrierte Sicherheitslösungen und niedrigere Folgekosten. Bereits ab dem neunten Nutzungsjahr entstehen im Vergleich zur konventionellen Deckenschalung deutliche Kostenvorteile. Die VarioMax bleibt aufgrund hoher Anschaffungskosten und laufender Zusatzaufwände über die gesamte Zeitspanne die teuerste Lösung. Die Gridflex erreicht trotz besserer Ergonomie nur eine knappe Kostenersparnis gegenüber der konventionellen Deckenschalung.

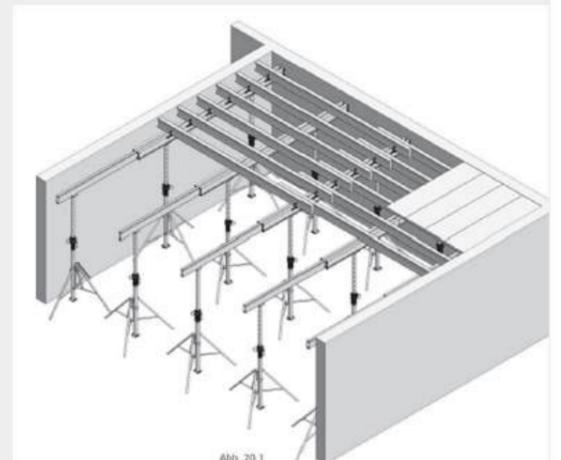
Die Empfehlung dieser Arbeit lautet daher, für mittelgrosse Bauunternehmen auf die Skymax zu setzen. Sie stellt sowohl unter wirtschaftlichen als auch sicherheitsrelevanten Aspekten die nachhaltigste Lösung dar. Der gezielte Einsatz moderner Schalungssysteme kann langfristig die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen und die Arbeitssicherheit verbessern.



Ronnie Imholz



Skymax, Abbildung Peri.ch



VarioMax, Abbildung Produktebroschüre Meva



Gridflex, Abbildung Produktebroschüre Peri

	Konventionell	Skymax	VarioMax	Gridflex
1. Jahr	CHF 398'592.00	CHF 435'568.00	CHF 498'480.00	CHF 508'556.00
5. Jahr	CHF 1'992'960.00	CHF 2'177'840.00	CHF 2'492'400.00	CHF 2'543'280.00
10. Jahr	CHF 3'985'920.00	CHF 3'860'320.00	CHF 4'562'400.00	CHF 4'712'160.00
15. Jahr	CHF 5'978'880.00	CHF 5'408'960.00	CHF 6'526'800.00	CHF 6'319'440.00
20. Jahr	CHF 7'971'840.00	CHF 6'967'600.00	CHF 8'491'200.00	CHF 7'928'720.00

Kostenvergleich Deckenschalungen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

DER EINSATZ VON SELBSTVERDICHTEM BETON

Experte: Patrick Pfändler

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Der Betonbau ist im Hochbau nach wie vor die tragende Säule moderner Bauprojekte. Mit steigenden Anforderungen an Qualität, Nachhaltigkeit und Effizienz geraten konventionelle Verfahren zunehmend an ihre Grenzen. Vor diesem Hintergrund entstand die Entwicklung des selbstverdichtenden Betons (SVB), der seit den 1980er-Jahren eine innovative Alternative zum herkömmlichen Rüttelbeton darstellt. Sein wesentliches Merkmal ist die Fähigkeit, sich unter dem Einfluss der Schwerkraft vollständig in der Schalung zu verteilen, die Bewehrung zu umschliessen und vorhandene Luftblasen selbstständig zu entlüften – ohne jeglichen Einsatz von Vibrationsgeräten.

Diese Eigenschaft verspricht nicht nur eine Verbesserung der Oberflächenqualität, sondern auch eine erhebliche Vereinfachung des Einbauprozesses und eine Reduktion des Personalaufwands. Typische Einsatzgebiete liegen dort, wo Rüttelbeton an seine Grenzen stösst: bei stark bewehrten Bauteilen, filigranen Geometrien oder bei Projekten mit hohen architektonischen Anforderungen an die Sichtbetonqualität. Auch im innerstädtischen Bereich, wo Lärm- und Schwingungsbeschränkungen gelten, kann SVB Vorteile bringen, da auf das laute Rütteln verzichtet werden kann.

Die Diplomarbeit untersucht, inwiefern SVB unter realen Baustellenbedingungen tatsächlich Vorteile bietet und welche neuen Herausforderungen er mit sich bringt. Dazu wurden die technologischen Grundlagen detailliert aufgearbeitet: Zusammensetzung, Zusatzmittel, Misch- und Transporteigenschaften sowie die relevanten Normen (u. a. SIA 262 und DIN EN 206-9). Ergänzt wurde dieser theoretische Teil durch die Analyse zweier Hochbauprojekte in der Schweiz, bei denen SVB in grossem Umfang eingesetzt wurde. Anhand von Tagesrapporten, Lieferscheinen und Dokumentationen wurden die Betonierleistungen ausgewertet und mit den theoretischen Werten für konventionellen Beton verglichen.

Darüber hinaus befasst sich die Arbeit mit den wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen. Zwar zeigt sich, dass der Einsatz von SVB im Vergleich zum Rüttelbeton einen höheren Materialpreis pro Kubikmeter verursacht, jedoch kann die Zeitersparnis sowie der geringere Personalbedarf diese Mehrkosten teilweise kompensieren. Qualitative Vorteile – wie eine höhere Dauerhaftigkeit, verbesserte Oberflächenqualität und weniger Nachbearbeitung – lassen sich nicht direkt in Zahlen ausdrücken, stellen in der Praxis jedoch einen erheblichen Mehrwert dar. Auch die ökologischen Aspekte, insbesondere die CO₂-Bilanz sowie der Energiebedarf bei Herstellung und Transport, wurden in die Bewertung einbezogen.

Ziel der Diplomarbeit war es, eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Praxis zu schaffen. Es soll aufgezeigt werden, unter welchen Rahmenbedingungen der Einsatz von SVB technisch, organisatorisch und wirtschaftlich Sinn macht. Hierfür wurden am Ende der Arbeit eine Checkliste sowie eine Entscheidungsmatrix erarbeitet, die als pragmatisches Werkzeug dienen, um im Einzelfall abzuwägen, ob SVB oder herkömmlicher Rüttelbeton die bessere Wahl darstellt.

Die Arbeit versteht sich damit als praxisnaher Beitrag für die Bauwirtschaft: Sie zeigt auf, dass SVB nicht als „Allzweckbeton“ gesehen werden darf, sondern gezielt dort eingesetzt werden sollte, wo seine besonderen Eigenschaften tatsächlich einen Mehrwert schaffen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung zeigte, dass selbstverdichtender Beton (SVB) in der Praxis klare Vorteile bringt. Durch den Wegfall des Rüttelns konnte der Einbauprozess beschleunigt und der Personalbedarf reduziert werden – im Schnitt wurde pro Betonage eine Person weniger benötigt. Gleichzeitig führten die besseren Flieseigenschaften zu einer höheren Betonierleistung und zu sehr gleichmässigen Oberflächen, was vor allem bei Sichtbeton von grossem Nutzen ist. Auch der Nachbearbeitungsaufwand verringerte sich merklich.

Demgegenüber stehen jedoch deutliche Nachteile: Der Materialpreis von SVB ist erheblich höher als bei herkömmlichem Beton. Die Einsparungen bei Arbeitszeit und Lohnkosten konnten diese Mehrkosten nicht ausgleichen. Zudem erfordert SVB eine sehr präzise Logistik und Rezeptur. Schon geringe Abweichungen im Wassergehalt oder bei den Zusatzmitteln können zu Entmischungen, Lunkern oder Qualitätsmängeln führen. Damit steigt der Planungs- und Kontrollaufwand spürbar.

Ökologisch ist das Bild gemischt: Die Herstellung benötigt mehr Energie und verursacht eine höhere CO₂-Belastung. Demgegenüber stehen qualitative Vorteile wie eine dichtere Betonmatrix und damit eine bessere Dauerhaftigkeit, die langfristig zu weniger Sanierungsaufwand führen können.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass SVB kein Allzweckbeton ist. Er lohnt sich besonders bei anspruchsvollen Sichtbetonflächen, enger Bewehrung oder zeitkritischen Bauabläufen. Für den flächendeckenden Einsatz ist er jedoch zu teuer und zu sensibel. Mit der erarbeiteten Checkliste und Entscheidungsmatrix steht der Baupraxis nun ein Werkzeug zur Verfügung, um projektspezifisch zu entscheiden, ob der Einsatz von SVB den gewünschten Mehrwert bringt.



Jonatan Suter



Ausführung des J-Ring-Tests mit SVB



Betonsilo mit Einfüllschlauch



Mehrkosten von SVB im Vergleich zum Rüttelbeton

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

EINSATZ VON DIGITALEN HILFSMITTEL IM ARBEITSALLTAG

Experte: Gregor Vogt

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Bauwirtschaft befindet sich in einem tiefgreifenden Umbruch, geprägt durch eine zunehmende Digitalisierung, die alle Bereiche der Planung, Ausführung und Dokumentation betrifft. Besonders kleine und mittlere Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihre langjährig etablierten Arbeitsweisen zu überdenken und an die neuen technischen Möglichkeiten anzupassen. Klassische Methoden wie papierbasierte Planbearbeitung und händische Mengenermittlung stossen dabei zunehmend an ihre Grenzen, da Bauprojekte immer komplexer, terminlich enger und kostenintensiver werden. Ziel dieser Diplomarbeit ist es, zu untersuchen, wie digitale Hilfsmittel im Alltag der Bauleitung eingesetzt werden können, welche Chancen sich daraus ergeben und welche organisatorischen Anpassungen notwendig sind.

Im Zentrum der Betrachtung stehen die Softwarelösungen Bluebeam Revu und Trimble Connect, ergänzt durch Ansätze aus dem Building Information Modeling (BIM). Bluebeam Revu erlaubt eine effiziente, planbasierte Arbeitsweise auf PDF-Grundlage, insbesondere für Mengenermittlung, Plankorrekturen und digitale Kommunikation. Trimble Connect fungiert als zentrale Plattform für die Verwaltung und den Austausch von 3D-Modellen, wodurch ein kontinuierlicher Informationsfluss gewährleistet wird. In Verbindung mit BIM eröffnen sich dadurch Möglichkeiten, über klassische 2D-Arbeitsweisen hinauszugehen und projektbezogene Daten modellbasiert zu vernetzen.

Um die Praxistauglichkeit zu überprüfen, wird ein Bauprojekt analysiert, bei dem digitale Methoden gezielt eingesetzt wurden. Dieses Praxisbeispiel verdeutlicht nicht nur den technischen Nutzen, sondern auch die organisatorischen und zwischenmenschlichen Faktoren, die für eine erfolgreiche Implementierung entscheidend sind. Die Arbeit zeigt auf, dass der Mehrwert digitaler Systeme nicht automatisch entsteht, sondern nur dann realisiert werden kann, wenn Unternehmen bereit sind, bestehende Abläufe anzupassen und Mitarbeitende aktiv einzubeziehen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Untersuchung macht deutlich, dass digitale Hilfsmittel erhebliche Effizienzgewinne ermöglichen. Mit Bluebeam Revu lassen sich Mengenermittlungen präzise durchführen, Planänderungen revisionssicher dokumentieren und Abstimmungen in Echtzeit umsetzen. Dies spart nicht nur Zeit, sondern erhöht auch die Nachvollziehbarkeit sämtlicher Entscheidungen. Trimble Connect hingegen stärkt die Zusammenarbeit, indem alle Projektbeteiligten auf eine zentrale, stets aktuelle Datenbasis zugreifen können. Dadurch werden Informationsverluste minimiert und die Koordination spürbar erleichtert.

Besonders wichtig ist die Erkenntnis, dass digitale Werkzeuge nicht allein technische Hilfsmittel darstellen, sondern tiefgreifende Veränderungen im Arbeitsalltag auslösen. Der Einsatz neuer Systeme erfordert eine konsequente Prozessanpassung, klare Verantwortlichkeiten und gezielte Schulungen. Ohne diese organisatorischen Massnahmen bleibt das Potenzial digitaler Technologien ungenutzt. Gleichzeitig zeigte sich, dass Widerstände gegenüber Veränderungen vor allem dann abgebaut werden können, wenn der Nutzen für die tägliche Arbeit transparent und nachvollziehbar aufgezeigt wird.

Die Ergebnisse verdeutlichen zudem, dass die Digitalisierung im Bauwesen nicht nur eine kurzfristige Effizienzsteigerung bedeutet, sondern auch eine langfristige Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit ermöglicht. Unternehmen, die digitale Hilfsmittel erfolgreich einführen, profitieren von einer höheren Datenqualität, einer besseren Transparenz in Projekten und einer stabileren Kosten- und Terminplanung. Diese Vorteile sind insbesondere in einer Branche relevant, die stark von Termindruck und komplexen Schnittstellen geprägt ist.

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Rolle von BIM als methodischer Rahmen. Während Bluebeam und Trimble Connect konkrete Werkzeuge darstellen, schafft BIM die Grundlage für eine durchgängige, modellbasierte Arbeitsweise. Damit ergeben sich neue Formen der Zusammenarbeit, bei denen Planer, Ausführende und Bauherren frühzeitig vernetzt arbeiten und Entscheidungen auf Basis einer gemeinsamen Datenumgebung treffen. Für die Praxis bedeutet dies eine verbesserte Koordination, weniger Konflikte auf der Baustelle und eine höhere Planungs- und Ausführungssicherheit.

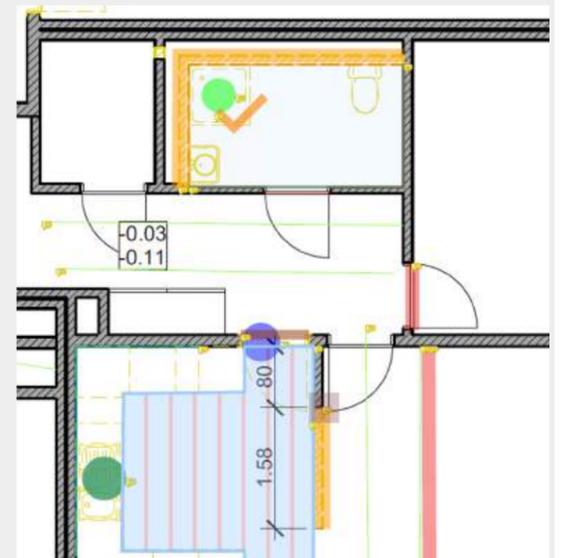
Die Diplomarbeit zeigt insgesamt, dass digitale Hilfsmittel längst mehr sind als ein Trend. Sie sind ein fester Bestandteil moderner Bauführung und unverzichtbar, um den steigenden Anforderungen der Branche gerecht zu werden. Die Ergebnisse belegen, dass die Einführung digitaler Systeme nicht nur technische Fragen aufwirft, sondern vor allem eine strategische und organisatorische Aufgabe darstellt. Nur wenn dieser Wandel bewusst gestaltet wird, lassen sich die Chancen der Digitalisierung nachhaltig nutzen.



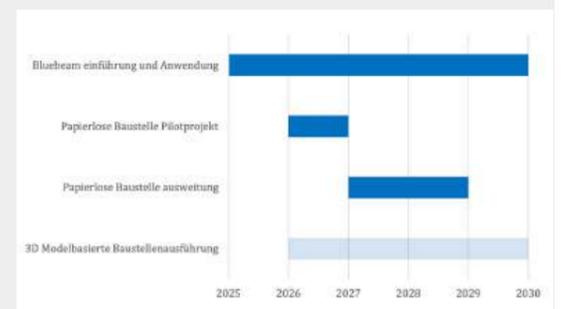
Jonas Jordi



Digitale Hilfsmittel im praktischen Einsatz



Digitale Mengenermittlung mit Bluebeam



Einführung digitaler Prozesse in einem KMU

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

MIKROPFÄHLE: EFFIZIENZ, KOSTEN UND ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Experte: Serge Cornioley

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In der Arbeit werden die Effizienz, die Kostenstruktur und die Einsatzmöglichkeiten von Mikropfählen im Spezialtiefbau behandelt. Diese schlanken, bis zu 300 mm durchmessenden, armierten Bohrpfähle sind eine bewährte Lösung für Projekte mit begrenzten Platzverhältnissen oder komplexen geologischen Bedingungen.

Es werden die gängigen Typen, wie GEWI-, ROR-, selbstbohrende und duktile Rammpfähle, untersucht. Dabei stehen ihre Einsatzbedingungen, Leistungsfähigkeit sowie Vor- und Nachteile im Fokus. Ergänzend werden die technischen Herstellungsverfahren, wie beispielsweise Doppelkopfbohrung, Aussenhammerbohren, Rammen oder das Selbstbohrverfahren analysiert.

Ein zentraler Bestandteil der Arbeit ist die Einschätzung der Material-, Maschinen- und Arbeitskosten unter Einbeziehung von Umweltaspekten und normativen Vorgaben. Die Analyse stützt sich auf praktische Baustellenerfahrungen sowie auf laufende und abgeschlossene Projekte.

Das Ziel besteht darin, Optimierungspotenziale aufzuzeigen und praxisrelevante Erkenntnisse zu Tragfähigkeit, Bauzeit und Wirtschaftlichkeit bereitzustellen. Die Arbeit soll somit als systematisches Nachschlagewerk für zukünftige Projekte im Spezialtiefbau dienen.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Analyse zeigt, dass Mikropfähle sich durch eine hohe Tragfähigkeit, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit auszeichnen. Deshalb gehören sie heute zu den wichtigsten Werkzeugen im Spezialtiefbau.

GEWI-Pfähle zeichnen sich durch ein optimales Verhältnis von Tragfähigkeit zu Herstellungskosten aus. Sie sind zuverlässig, nachverpressbar und für Zug- und Drucklasten geeignet.

ROR-Pfähle überzeugen durch ihre hohe Belastbarkeit und ihre Eignung für beengte Platzverhältnisse, beispielsweise im Bahnbau oder bei Baugrubenabschlüssen.

Selbstbohrpfähle ermöglichen durch die Kombination aus Bohren und gleichzeitiger Injektion einen schnellen Baufortschritt und bieten Vorteile in heterogenen Böden.

Duktile Rammpfähle sind aufgrund kurzer Rüstzeiten, segmentierter Bauweise und des geringen Materialeinsatzes die kostengünstigste Lösung für viele Bauprojekte.

Die Wahl des passenden Mikropfählsystems hängt jedoch immer von der Geologie, den Platzverhältnissen und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab. Richtig eingesetzt bieten Mikropfähle eine technisch sichere, ressourcenschonende und nachhaltige Gründungsalternative im Bauwesen. Mikropfähle sind schon lange kein Nischenprodukt des Spezialtiefbaus mehr. Bei fachgerechter Planung und präziser Ausführung werden sie zu einem zentralen Instrument für zukunftsorientierte, wirtschaftliche und nachhaltige Gründungskonzepte.



Mario Jukic



Bohrverfahren: Doppelkopf



Einbau ROR Tragglied

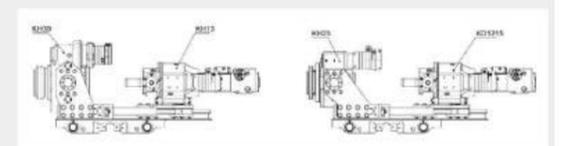


Abbildung Doppelkopf-Anlage

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

WECHSEL ZUR DIGITALEN RAPPORTIERUNG

Experte: Andreas Stenz, Antonio De Luca

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In diversen Bauunternehmen erfolgt die Rapportierung von Arbeitsleistungen, Material und Maschineneinsatz noch auf Papier. Diese traditionelle Vorgehensweise ist fehleranfällig, verursacht doppelte Arbeitsschritte und führt oft zu Zeitverlust.

Im Betrieb H. Estermann Bau AG werden Tages- und Regierapporte, Stundenkarten sowie Lieferscheine aktuell manuell erfasst und später im Büro nochmals übertragen. Die Folge: hoher Administrationsaufwand, fehlende Transparenz und Medienbrüche zwischen Baustelle und Büro.

Ziel der Diplomarbeit war es, eine praxistaugliche, digitale Rapportlösung zu finden, die sich nahtlos in die bestehende Softwareumgebung einfügt, von den Mitarbeitenden einfach bedient werden kann und messbare Effizienzgewinne bringt.

Dazu wurde der aktuelle Ablauf detailliert analysiert, Anforderungen an eine digitale Lösung definiert, drei Softwarelösungen (Sorba, Baubit, Abacus) miteinander verglichen und deren Vor- und Nachteile in Bezug auf Bedienbarkeit, Kosten, technische Voraussetzungen und Erweiterbarkeit bewertet.

Ergänzt wurde die Analyse durch Interviews mit der Geschäftsleitung, dem Polier, Softwareanbietern und einer IT-Fachperson.

Das Ergebnis ist ein klarer Vorschlag für die Einführung des Sorba-Rapportmoduls, inklusive Kosten-Nutzen-Berechnung und schrittweisem Einführungsplan, um Akzeptanz und Funktionalität im Betrieb nachhaltig zu sichern.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Ausgangslage

- Papierbasierte Rapporte führen zu doppelter Erfassung, Fehlern und unnötigem Zeitverlust.
- Fehlende Transparenz: Informationen sind nur verzögert im Büro verfügbar.

Analyse

- Vergleich von drei Softwarelösungen: Sorba, Baubit, Abacus.
- Kriterien: Bedienbarkeit, Offline-Funktion, Integration ins bestehende System, Kosten, Erweiterbarkeit.
- Interviews mit Geschäftsleitung, Polier, Softwareanbietern und IT-Fachperson lieferten praxisnahe Einschätzungen.

Ergebnisse

- **Sorba:** Beste Integration, Offline-Funktion, modular erweiterbar, passt zu bestehender IT-Struktur.
- **Baubit:** Sehr einfache Bedienung, jedoch keine Offline-Funktion und eingeschränkte Erweiterbarkeit.
- **Abacus:** Umfangreichste Lösung, jedoch zu komplex und teuer für die Betriebsgrösse.
- Einsparpotenzial mit Sorba: ca. **2'831 CHF/Monat** durch weniger Nachbearbeitung und schnellere Abläufe.

Empfehlung

- Einführung des Sorba-Rapportmoduls als Erweiterung des bestehenden Systems.
- Start mit einer Pilotgruppe, anschliessend Rollout auf den gesamten Betrieb.
- Begleitende Schulung und klare Zuständigkeiten für nachhaltige Nutzung.
- Perspektive: Erweiterung um Materialerfassung, Projektcontrolling und digitale Dokumentenablage.



Fabian Kaufmann



Symbolbild. Wechsel zur digitalen Rapportierung



Anforderungen an eine digitale Lösung



Kostenvergleich zweier Softwarelösungen

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

GRUNDWASSER IN AUFGESCHÜTTETEN GEBIETEN

HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGEN AM BAU

Experte: Marc Stutz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Die Diplomarbeit widmet sich den Herausforderungen, die beim Bauen in aufgeschütteten Gebieten mit hohem Grundwasserstand entstehen. Diese Kombination ist in vielen Städten ein häufig anzutreffendes Szenario, da im Laufe der Zeit grosse Flächen künstlich aufgeschüttet wurden, um Raum für Bauwerke zu schaffen. Solche Böden unterscheiden sich stark vom natürlichen Baugrund: sie sind inhomogen zusammengesetzt, oft nur unzureichend verdichtet und deshalb schwer einzuschätzen. In Verbindung mit einem hohen Grundwasserspiegel führen diese Eigenschaften zu besonderen Risiken für die Baupraxis, etwa zu Unsicherheiten in Bezug auf Tragfähigkeit, Standsicherheit und die Ausführung von Baugruben.

Ziel der Arbeit war es, die geotechnischen Grundlagen dieser Problematik systematisch darzustellen und aufzuzeigen, wie sie sich auf den Bauablauf auswirken. Dabei wurde nicht nur untersucht, welche Schwierigkeiten in der Planung und Ausführung typischerweise auftreten, sondern auch, wie sie durch geeignete Massnahmen beherrschbar gemacht werden können. Ergänzend wurde ein Augenmerk auf wirtschaftliche und organisatorische Fragen gelegt, da technische Lösungen nur dann Wirkung entfalten, wenn sie mit klaren Abläufen, präzisen Submissionen und einer guten Kommunikation zwischen den Beteiligten kombiniert werden.

Zur Vertiefung wurde das Projekt Zürichhorn in Zürich analysiert. An diesem Beispiel wurde deutlich, dass die eigentlichen Baugrundverhältnisse zwar anspruchsvoll waren, die grössten Schwierigkeiten jedoch durch unklare Voruntersuchungen und eine unzureichende Schnittstellenkoordination entstanden. Damit konnte aufgezeigt werden, wie wichtig es ist, technisches Fachwissen mit einer vorausschauenden Organisation zu verbinden. Die Arbeit zeigt somit praxisnah, dass erfolgreiche Projekte in solchen Gebieten nicht nur von der Wahl der richtigen Verfahren abhängen, sondern vor allem von einer sorgfältigen Vorbereitung und Zusammenarbeit aller Beteiligten.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die Arbeit zeigt, dass aufgeschüttete Böden sich deutlich vom gewachsenen Baugrund unterscheiden. Sie sind inhomogen, oft nur unzureichend verdichtet und weisen dadurch ein erhöhtes Risiko für Setzungen und Stabilitätsprobleme auf. Besonders kritisch ist dabei der Einfluss des Grundwasserspiegels, der die Tragfähigkeit und die Standsicherheit von Bauwerken massiv beeinträchtigen kann. Hydraulischer Grundbruch oder Auftrieb sind typische Gefahren, die bereits in der Planung berücksichtigt werden müssen.

Zur Bewältigung dieser Probleme stehen verschiedene technische Lösungen zur Verfügung. Mechanische Verdichtungsverfahren wie das Rüttelstopfverfahren oder die Vibrationsverdichtung erhöhen die Dichte und verbessern die Drainagefähigkeit des Bodens. Tiefgründungen mit Bohrpfählen, Mikropfählen oder Rammfählen sind in schwachen Böden unverzichtbar. Ebenso spielt die Materialwahl eine zentrale Rolle: sulfathaltiges Grundwasser kann Beton stark angreifen, weshalb der Einsatz von sulfatbeständigem Zement empfohlen wird. Ergänzend können Geotextilien Lasten gleichmässiger verteilen und Setzungen reduzieren.

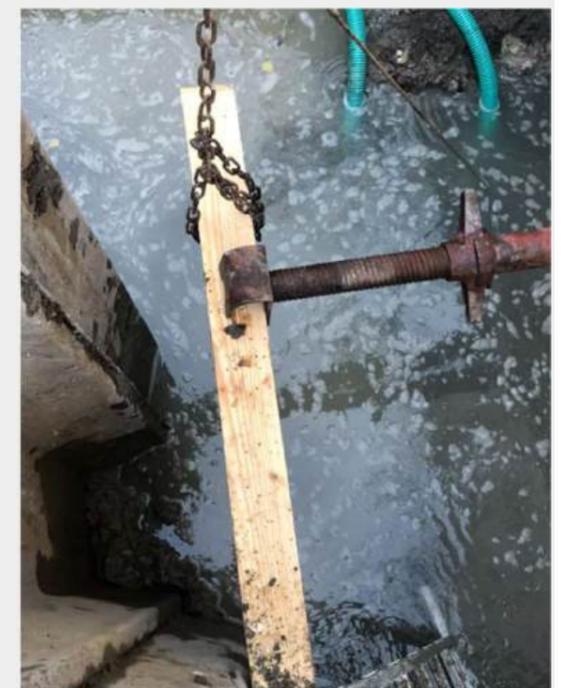
Neben den technischen Massnahmen wurden auch wirtschaftliche und nachhaltige Aspekte untersucht. Offene Wasserhaltung ist zwar kostengünstig, führt aber häufig zu Setzungen in der Umgebung, während geschlossene Systeme ökologisch verträglicher, jedoch teurer sind. Tiefgründungen verursachen höhere Erstkosten, bieten aber langfristig mehr Stabilität und sind im Lebenszyklus oft die wirtschaftlichere Lösung. Auch das Recycling von Aufschüttungsmaterialien ist möglich, erfordert jedoch strenge Prüfungen zum Schutz des Grundwassers.

Besonders anschaulich wurden diese Erkenntnisse im Praxisprojekt Zürichhorn. Dort funktionierte die Kombination aus Wasserhaltung, Mikropfahlgründungen, Spundwänden und Neutralisation zwar technisch, war jedoch aufwendig und teuer. Die grössten Mehrkosten entstanden nicht durch unvorhersehbare Baugrundbedingungen, sondern durch die unvollständige Übertragung bereits bekannter Informationen in die Submission. Eine präzisere Planung hätte rund 125'000 Franken eingespart, eine bessere Koordination während der Ausführung weitere 45'000 Franken. Insgesamt zeigte sich damit ein Einsparpotenzial von etwa 170'000 Franken.

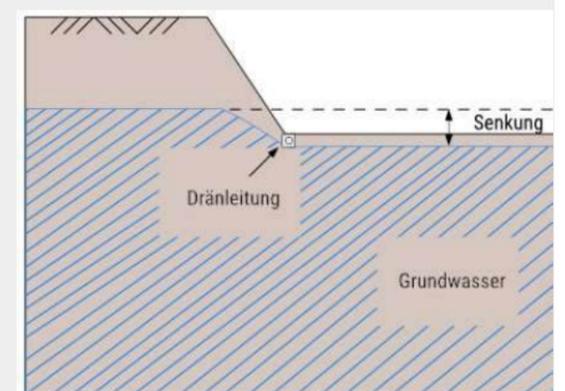
Für mich persönlich hat sich bestätigt, dass die Rolle der Bauführung entscheidend ist. Frühzeitig Fragen zu stellen, Submissionen kritisch zu prüfen und Risiken aktiv einzubringen, sind zentrale Aufgaben. Nachhaltige Lösungen erfordern zwar oft höhere Investitionen in der Anschaffung, erweisen sich jedoch langfristig als wirtschaftlicher und sicherer.



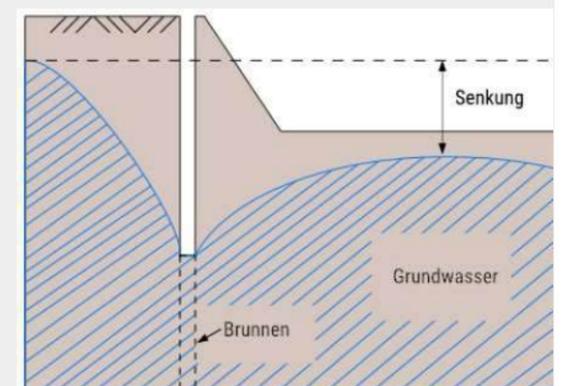
Laura-Marie Klute



Grundwasser im Graben



Offene Wasserhaltung



Geschlossenen Wasserhaltung

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

AUF DEM WEG ZUR DIGITALEN ERFASSUNG VON TAGESRAPPORTEN IN DER ABTEILUNG UMBAU UND RENOVATION

Experte: Marcel Sommerhalder

THEMA DER DIPLOMARBEIT

In der Abteilung Umbau und Renovation der Firma Zubler AG werden Tagesrapporte bisher handschriftlich erfasst. Ein Prozess, der zeitaufwendig ist und zu Fehlern führen kann.

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Umstellung vom handschriftlich geführten Tagesrapport auf einen digital erstellten Tagesrapport in der Abteilung Umbau und Renovation der Firma Zubler AG. Ziel ist es, die Arbeitsabläufe auf der Baustelle sowie im Büro zu optimieren, Fehlerquellen zu minimieren und die Effizienz bei der Erfassung und Weiterverarbeitung der Rapportdaten zu erhöhen. Dabei werden die technischen, organisatorischen und praktischen Herausforderungen beleuchtet, die mit der Einführung einer digitalen Lösung verbunden sind. Die Arbeit basiert auf einer umfassenden Analyse der aktuellen Situation, der Auswahl geeigneter Hardware und Software sowie der Planung und Umsetzung der Digitalisierungsschritte. Durch die Digitalisierung sollen nicht nur Zeit und Kosten eingespart, sondern auch die Attraktivität der Abteilung für junge Fachkräfte gesteigert werden.

Dazu wurden geeignete Tablets evaluiert und die Software Mobile Works integriert, welche bereits mit den bestehenden Systemen (z. B. Buchhaltung) kompatibel ist. Ein wesentlicher Bestandteil war die Übernahme des umfangreichen Regietarifkatalogs mit über 7'000 Positionen sowie einer externen Schulung für das Büropersonal und interne individuell abgestimmte Schulungen für das Baustellenpersonal.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, den Schritt zur digitalen Rapportierung zu realisieren und ein nachhaltiges Konzept für die Einführung zu entwickeln.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Die digitale Lösung bringt klare Vorteile: weniger Papierverbrauch, Zeitersparnis, höhere Datenqualität und attraktivere Arbeitsbedingungen, insbesondere für jüngere Mitarbeitende. Herausforderungen wie Datenmigration und Akzeptanz im Team konnten erfolgreich gelöst werden.

Mit der Umsetzung wurde ein Fundament geschaffen, das die Effizienz der täglichen Arbeitsprozesse steigert und die Abteilung optimal auf die Zukunft vorbereitet. Nach der erfolgreichen Einführung werden bereits weitere Punkte ins Auge gefasst und laufend optimiert.

Zeitersparnis

- Wegfall des Abtippens handschriftlicher Rapporte
- Schnellere Weiterverarbeitung im Büro

Qualitätssteigerung

- Höhere Datenqualität durch direkte digitale Erfassung
- Fotos können direkt im Rapport gespeichert werden

Nachhaltigkeit

- Weniger Papier- und Druckerverbrauch
- Bessere Übersicht und Archivierung

Mitarbeitende

- Schulung notwendig für Büro- und Baustellenpersonal
- Junge Fachkräfte empfinden die digitale Lösung als attraktiver

Technische Umsetzung

- Einsatz von robusten Tablets (Samsung Galaxy Tab Active 4 Pro)
- Integration des umfangreichen Regietarifkatalogs in die Software «Mobile Works»

Herausforderungen

- Anpassung des Regietarifkatalogs von über 7'000 auf ca. 5'500 Positionen
- Sicherstellung der Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz

Gesamtergebnis

- Deutlich effizientere Prozesse
- Fundament für weitere digitale Optimierungen gelegt



Lukas Kugler

Foto: Jochen Pach



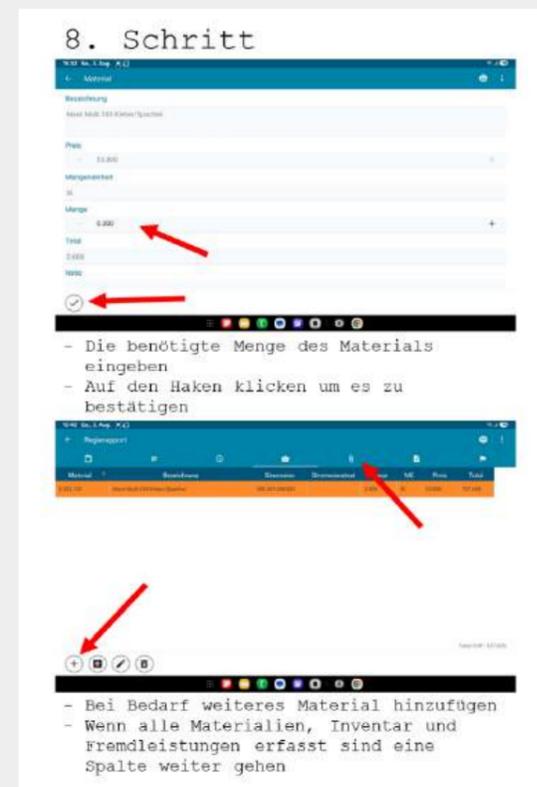
Welaki-LKW im Werkhof der Firma Zubler AG

Foto: Jochen Pach



Ausstattung für das Baustellenpersonal

Foto: Lukas Kugler



Ausschnitt der Anleitung «Rapporterfassung auf dem Tablet»

Verfasser: Lukas Kugler

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

NACHHALTIGES BAUEN IN DER PRAXIS

DER EINSATZ VON CO₂-REDUZIERTEM BETON UND STAHL

Experte: Roberto Sibilia



Stephan Leutenegger

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Problemstellung und Relevanz: Die Herstellung von Baumaterialien verursacht erhebliche CO₂-Emissionen. Zement trägt mit 8% zur globalen CO₂-Bilanz bei, Stahl mit 7%. Bei der konventionellen Zementproduktion entstehen durch die Kalzinierung des Kalksteins (CaCO₃ → CaO + CO₂) prozessbedingt grosse Mengen CO₂. In der Stahlproduktion führt der energieintensive Hochofenprozess mit Koks zu Emissionen von bis zu 2'000 kg CO₂ pro Tonne Stahl.

Projektbezug und Zielsetzung: Als Bauführer bei der ERNE AG untersuchte ich am Projekt Roche Bau 12 AAB in Basel den systematischen Einsatz CO₂-reduzierter Baustoffe. Das Projekt umfasst eine Baugrube mit überschnittenen Betonbohrpfählen und einer Spriessdecke in Deckelbauweise. Ziel war es zu prüfen, ob nachhaltiges Bauen unter realen Bedingungen technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar ist.

Eingesetzte Materialien und Methodik: Im Projekt kamen der ZN/D Zement Susteno 4 (Holcim) mit reduziertem Klinkeranteil und 25% rezyklierten Gesteinskörnungen zum Einsatz, der ~30% CO₂-Reduktion ermöglicht. Bei den Stahlprodukten wurden XCarb (ArcelorMittal) aus 100% Recyclingmaterial mit einem CO₂-Wert von 333 kg/t sowie Chalibria-Bewehrungsstahl (AFV Beltrame) mit 401 kg/t verwendet. Die Untersuchung basiert auf konkreten Baustellendaten, Herstellerinformationen, EPDs und Interviews mit Fachpersonal.



Blick auf die Baustelle, Spriessdecke vollendet

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

1'247 TONNEN CO₂ GESPART BEI NUR 1,03% MEHRKOSTEN

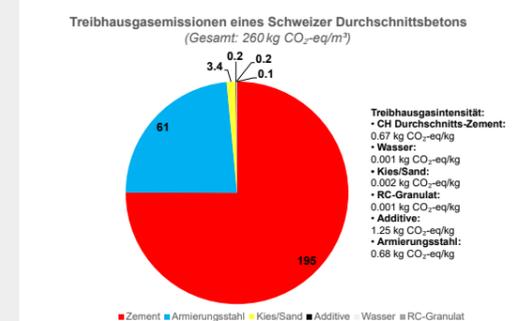
CO₂-Einsparungen übertreffen Erwartungen: Die Auswertung zeigt signifikante Emissionsreduktionen: Beim Beton wurde durch den ZN/D Zement eine **30% CO₂-Reduktion** erreicht (von 300 auf 183 kg CO₂/m³). Beim Stahl konnten die Emissionen gegenüber konventionellem Hochofenstahl um **über 75%** gesenkt werden (von ~1'900 auf rund 366 kg CO₂/t). Gesamthaft wurden **1'247 Tonnen CO₂** bei den untersuchten Materialien eingespart.

Wirtschaftlichkeit bestätigt: Die Mehrkosten hielten sich in moderaten Grenzen. Bei Beton entstanden Aufschläge von 3-6 CHF pro Kubikmeter (+1,02%), bei Stahl 5-20% je nach Hersteller (+1,05%). Die Gesamtkostensteigerung des Projekts betrug lediglich **1,03% (CHF 40'884)** bei einer CO₂-Reduktion von über 1'200 Tonnen. Diese Zahlen belegen, dass nachhaltiges Bauen wirtschaftlich umsetzbar ist. Dennoch ist zu beachten, dass bei weiteren CO₂-Reduktion über andere Lösungen die Kosten **überproportional** steigen.

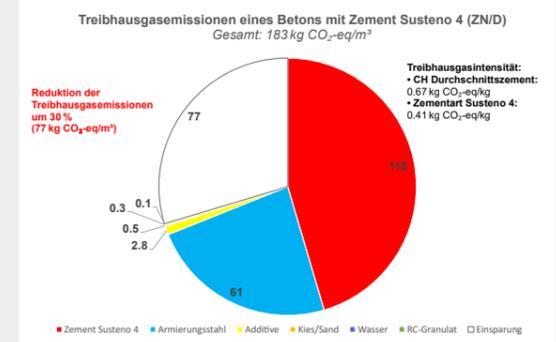
Technische Machbarkeit nachgewiesen: Der Einsatz CO₂-reduzierter Baustoffe erwies sich als technisch problemlos. Die Verarbeitung von Beton mit ZN/D Zement verlief identisch zu herkömmlichem Beton, lediglich in den Wintermonaten waren leicht verlängerte Ausschulfristen nötig. CO₂-reduzierter Stahl zeigte keine Unterschiede in Verarbeitung, Schweissbarkeit oder mechanischen Eigenschaften.

Grenzen und praktische Herausforderungen: Der ursprünglich gewünschte RC-100 Beton (100% rezyklierte Zuschläge) erwies sich als technisch nicht umsetzbar. Höhere RC-Anteile führen zu unzureichenden Eigenschaften beim Elastizitätsmodul, Kriechen und Schwinden. Die Umsetzung erfordert frühzeitige Planung, da CO₂-reduzierter Stahl nicht als Lagerware verfügbar ist, sowie enge Lieferantenkoordination und lückenlose Dokumentation.

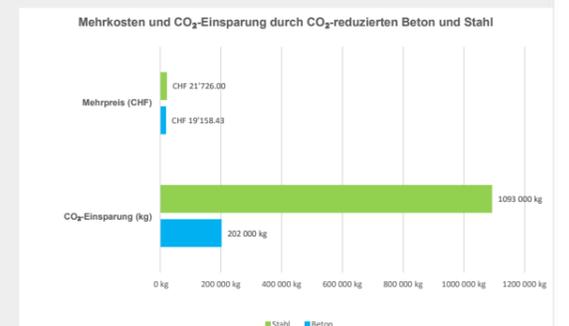
Fazit: Nachhaltiges Bauen mit CO₂-reduzierten Baustoffen ist bereits heute technisch möglich, ökologisch wirkungsvoll und wirtschaftlich vertretbar. **Der Schlüssel liegt in professioneller Projektplanung und konsequenter Qualitätskontrolle.**



CO₂-Emissionen eines Durchschnittsbetons (Vergleich nach EPD)



CO₂-Emissionen eines ZND-Betons (ca. 30% weniger)



Mehrkosten und CO₂-Einsparungen im Projekt Roche Bau 12 AAB

DIPLOMARBEIT 2025

BAUFÜHRUNG HOCH-/TIEFBAU

HILTI FLEET

Experte: Andreas Stenz

THEMA DER DIPLOMARBEIT

Der Fokus meiner Diplomarbeit liegt auf dem Flottenmanagementsystem "Hilti Fleet", das im Familienunternehmen seit Firmengründung im Einsatz ist. Als ich im Frühling 2024 im Rahmen meines Praktikums mit der Koordination des Maschinenparks beauftragt wurde, bekam ich erstmals direkten Einblick in das System. Dadurch ergab sich die Fragestellung, ob dieses Mietmodell gegenüber einem klassischen Gerätekauf langfristig rentiert und ob es auch organisatorisch Sinn macht.

Meine Diplomarbeit beleuchtet dabei sowohl die wirtschaftlichen Aspekte, als auch die Organisation im Reparatur- und Wartungsfall, sowie die Digitalisierung durch «Hilti On!Track».

Im Umbaualltag zählt jede Minute. Wenn ein Gerät ausfällt oder nicht auffindbar ist, kommt es zu Verzögerungen. Das kostet Geld und gefährdet den Baufortschritt. Genau hier setzt das Hilti Flottenmanagement an: Ein Gerätepark zu fixen monatlichen Kosten. Über eine Laufzeit von drei bis fünf Jahren stehen dem Betrieb moderne Geräte zur Verfügung, ohne dass hohe Anschaffungskosten entstehen.

Mit jedem Gerät wird ein individuelles Etikett mit Seriennummer, Austauschdatum und auf Wunsch sogar dem Firmenlogo angebracht. Die komplette Flotte kann über das digitale Verwaltungstool «Hilti On!Track» eingesehen und verwaltet werden. Seriennummern, Reparaturdaten oder Gerätezuständigkeiten sind so jederzeit abrufbar, ob im Büro oder direkt auf der Baustelle per App.

Ein grosser Vorteil: Wartungen und Reparaturen sind im monatlichen Pauschalpreis enthalten. Fällt ein Gerät aus, wird es online, telefonisch oder via App gemeldet. Die Abholung erfolgt durch die Post oder direkt durch den Hilti-Aussendienst. Bereits nach drei Tagen ist das reparierte Gerät zurück oder ein Ersatzgerät einsatzbereit vor Ort, schnell, zuverlässig und ohne zusätzliche Kosten.

Bei akkubetriebenen Geräten werden regelmässige Prüfungen durchgeführt: Akkus mit weniger als 65 % Kapazität werden ersetzt. Auch jährliche Kalibrierungen bei Messgeräten wie Laser oder Tachymeter sind kostenlos enthalten. Bei einem Diebstahl übernimmt Hilti 75 % der Restkosten, 25 % trägt der Kunde. Das Ersatzgerät wird nach einem Polizeirapport kostenlos auf die Baustelle geliefert.

Natürlich hat dieses Modell seinen Preis: Die Geräte im Hilti Fleet kosten etwa das 1,3-Fache im Vergleich zum normalen Kaufpreis. Genau dieser Punkt war Auslöser meiner Diplomarbeit. Ich habe die effektiven Reparatur- und Wartungskosten von sechs häufig genutzten Geräten im Familienbetrieb über vier Jahre ausgewertet über verschiedene Gruppen hinweg, mit Zahlen aus unserem Familienbetrieb.

WICHTIGE ERKENNTNISSE UND RESULTATE

Über eine Nutzungsdauer von vier Jahren habe ich sechs Geräte aus unserem Familienbetrieb kalkuliert und die Reparatur- und Wartungskosten mit den theoretischen Kosten beim Gerätekauf verglichen. Das Ergebnis war überraschend: Die Gesamtkosten mit Hilti Fleet fielen tiefer aus als bei einem klassischen Gerätekauf.

Über die vierjährige Nutzungsdauer hinweg fielen mit dem Hilti-Flottenmanagement insgesamt weniger Kosten an, als wenn die aufgelisteten Geräte klassisch gekauft worden wären. Besonders deutlich wird der Vorteil beim Staubsauger oder dem Kernbohrgerät, weil diese Geräte täglich im Einsatz stehen.

Gerade im Umbau sind unsere Geräte täglich intensiver Belastung ausgesetzt: Sonne, Regen, Hitze, Staub, Kälte. Jede Witterung wirkt direkt auf die Maschinen. Anders als in Werkhallen werden die Geräte draussen genutzt und oft unter Zeitdruck genutzt.

Für Unternehmen wie unseres, die auf mehreren Baustellen gleichzeitig arbeiten, ist das Flottenmodell eine echte Erleichterung. Wir profitieren von kalkulierbaren Kosten, schneller Reparatur und weniger Organisation. Besonders neu gegründete Firmen können dank Hilti Fleet auf grosse Investitionen verzichten, ohne bei der Technik Kompromisse einzugehen.

Wer hingegen nur selten Reparaturen hat oder wenig Verschleiss, für den lohnt sich der klassische Gerätekauf eher. Trotzdem bleibt das «Rundumsorglopaket» ein starkes Argument: Statt sich mit Ersatzteilen, Garantieabwicklung oder Serviceterminen zu beschäftigen, können wir uns vollkommen auf unsere Baustellen konzentrieren.

Mein Fazit: In unserer Firma hat sich das Modell bewährt, Hilti Fleet lohnt sich bei intensiver Nutzung, häufigem Gerätewechsel und wenig Zeit für organisatorische Umwege. Das zeigt nicht nur die Kalkulation, sondern auch die tägliche Praxis.



Sven Locher



Hilti Reparaturzentrum in Adliswil



Verschiedene Hilti Gerät

Gerät	Differenz
Bohrhammer TE 30-AVR	CHF 2'847.85
Bohrhammer TE 60-AVR	CHF-1'690.30
Bohrhammer TE 1000-AVR	CHF-3'463.15
Universalbausauger VC 40L	CHF 4'676.75
Mehrlinienlaser PM 30MG-22	CHF 105.85
Kernbohrgerät DD 150 U	CHF 5'082.30
Total Differenz	CHF 7559.30

Ergebnis aus der Kalkulation