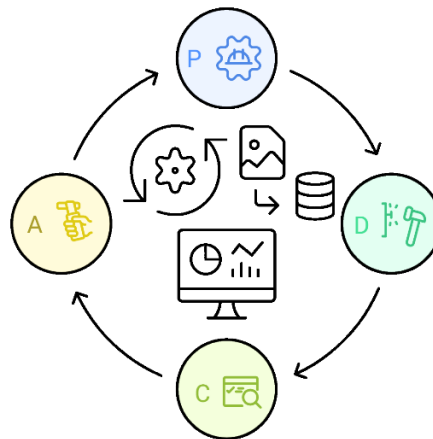


Master of Science FHNW in Virtual Design and Construction



Bewertung der Wirkungen von Lean Construction auf die Organisationsleistung

Vorgelegt von: **Amine Kchaou**Thesis-Begleiterin: **Prof. Nora Dainton**Thesis-Experte: **Dr. Eder Martinez**

Praxispartnerin: Implenia

Verbesserung heisst meistens, etwas zu tun, was wir noch nie getan haben.

— Shigeo Shingo (*eigene Übersetzung nach dem englischen Original*)

Das Zitat verweist auf eine grundlegende Denkhaltung des Lean Managements, wonach Verbesserung nicht primär durch die Optimierung bestehender Routinen, sondern durch das Hinterfragen als selbstverständlich akzeptierter Arbeitsweisen entsteht. Shigeo Shingo lenkte den Fokus dabei von individueller Arbeitsleistung auf die organisationale Gestaltung von Prozessen und verstand insbesondere Rüstzeiten als Ergebnis von Organisation und nicht als technische Konstante. Ähnlich wie im Motorsport, wo ein Boxenstopp nicht durch schnelleres Arbeiten einzelner Mechaniker, sondern durch Vorbereitung, klare Rollen und das Eliminieren unnötiger Handgriffe verkürzt wird, bildet diese Denkweise die Grundlage des SMED-Ansatzes, der im folgenden Abschnitt aufgegriffen wird.

Eigenständigkeitserklärung

"Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Master-These mit dem Titel „Bewertung der Wirkungen von Lean Construction auf die Organisationsleistung“ selbst und selbständig verfasst habe,

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

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

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

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

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

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

Vorname Nachname: **Amine Kchaou**

Ort, Datum:

Therwil 09.01.2026

Unterschrift:

Abstract

Diese Masterarbeit untersucht, wie qualitative und quantitative Wirkungen von Lean Construction systematisch erfasst, gemessen und auf Organisationsebene sichtbar gemacht werden können, basierend auf der Auswertung bestehender Praxisdokumentationen.

Die Untersuchung stützt sich auf einen Datenkorpus von 303 A3-Berichten und Präsentationen aus den Jahren 2022 bis 2024. Methodisch wird ein hybrider, dokumentenbasierter Ansatz verfolgt. Der explorative Proof of Concept wurde auf einer Teilmenge der Dokumente (ca. 12 % des Gesamtkorpus) umgesetzt. Die qualitative und quantitative Auswertung erfolgt automatisiert auf Basis einer thematischen Analyse nach Braun und Clarke (2006), die als semantischer Referenzrahmen für die Extraktion und Strukturierung der Inhalte dient. Im Proof of Concept konnten 82 % der relevanten inhaltlichen Themen, 76 % der explizit ausgewiesenen quantitativen Angaben sowie 100 % der definierten Metadaten erkannt und strukturiert werden.

Auf dieser Grundlage wurde ein weiterentwickelter Prototyp realisiert, in dem der Extraktionsprozess für quantitative Angaben gezielt verfeinert wurde. Der Prototyp wurde auf einer erweiterten Dokumentmenge (ca. 30 % des Gesamtkorpus) angewendet, wobei die quantitativen Angaben vollständig extrahiert und für strukturierte Auswertungen und Visualisierungen nutzbar gemacht werden konnten.

Die Arbeit leistet einen methodischen Beitrag zur Wirkungsbewertung von Lean Construction, indem sie zeigt, wie bestehende Praxisdokumentationen ohne zusätzliche Datenerhebungen für eine integrierte qualitative und quantitative Analyse genutzt werden können. Der Ansatz schafft eine nachvollziehbare Grundlage zur schrittweisen Zusammenführung und Analyse dokumentierter Lean-Wirkungen auf Organisationsebene.

Schlagworte

Lean Construction, Lean-Impact-Messung, Thematische Analyse, Quantitative und qualitative Lean-Wirkungen, Automatisierter Workflow zur Datenauswertung

Vorwort und Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Masterstudiengangs Virtual Design & Construction (MSc FHNW VDC) am Institut Digitales Bauen. Sie verbindet meine bisherigen Erfahrungen im Bauwesen mit dem Ziel, datenbasierte Methoden zur Bewertung von Lean-Wirkungen zu entwickeln. Mein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin Prof. Nora Dainton für die exzellente wissenschaftliche Begleitung, die äusserst wertvollen Rückmeldungen und die methodische Klarheit, die sie in alle Phasen dieser Arbeit eingebracht hat.

Ebenso danke ich meinem Thesis-Experten Eder Martinez, der mich mit Vertrauen und höchster fachlicher Kompetenz unterstützt hat und der Praxispartnerin Implenia für die Möglichkeit, reale Live Cases zu analysieren und die technische Umsetzung in einer praxisnahen Umgebung zu erproben.

Schliesslich danke ich allen Kolleg*innen des Masterprogramms für den kontinuierlichen fachlichen Austausch sowie meiner Familie und meinen Freund*innen für ihre Unterstützung und Geduld während der intensiven Projekt- und Schreibphase, besonders erwähnen möchte ich hier Eli, Toutou und meine Qli.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	13
1.1	Heranführung – Formel-1-Boxenstopp 1950 bis 2013.....	13
1.2	Kontext und Problemstellung.....	13
1.3	Relevanz und wirtschaftliche Bedeutung	14
1.4	Forschungslücke	14
1.5	Ziel der Arbeit.....	15
1.6	Forschungsfragen.....	16
1.7	Abgrenzung	16
1.8	Aufbau der Arbeit.....	16
2	Vorgehensweise	18
2.1	Methodologische und technische Grundentscheidungen	18
2.2	Einstieg in die Daten und analytische Orientierung.....	18
2.3	Aufbau des automatisierten Workflows	19
2.4	Prototypische Umsetzung.....	19
3	Stand der Forschung – Theoretische und empirische Grundlagen.....	21
3.1	Ursprünge des Lean-Gedankens (1950–1980) – Toyota Production System (TPS)	21
3.2	Methoden	25
3.2.1	PDCA	25
3.2.2	5S.....	26
3.2.3	Der A3-Report als strukturierendes Problemlösungs- und Lerninstrument.....	27
3.2.4	Shop Floor	28
3.2.5	Das Ursache-Wirkungs-Diagramm nach Ishikawa	29
3.2.6	Visual Management	30
3.2.7	VSM.....	31
3.2.8	SMED	31
3.3	Theoretische Fundierung im Bauwesen (1990–2000) – Das TFV-Modell und das Last Planner System	32

3.4	Systemintegration und operative Steuerung (2000–2010) – VDC und ICE	32
3.5	Entwicklung der Lean-Construction-Forschung (2010–2020).....	34
3.6	Organisationaler Wandel und Digitalisierung (2020–2025)	35
4	Thematische Analyse.....	36
4.1	Einführung	36
4.2	Ziel	36
4.3	Erkenntnistheoretische Grundlagen.....	37
4.4	Methodisches Vorgehen	37
4.5	Tabelle der Themen und Unterthemen (TA)	42
5	Lösungsprozess: Automatisierter Workflow.....	45
5.1	Ausgangspunkt und Lernphase	45
5.2	Begriffliche Grundlagen: Workflow und Workflow Management System	45
5.3	Rollen und Teilnehmende im Workflow.....	46
5.4	Verworfen und angepasste Ideen	46
5.4.1	Zentrale Datenbank auf Basis von Microsoft Dataverse.....	47
5.4.2	Namenkonvention.....	48
5.4.3	Konversion Liste	49
5.5	Iterativer Aufbau des Workflows	50
6	Proof of Concept (PoC) und Prototyp.....	51
6.1	Zielsetzung des PoC.....	51
6.1.1	Begründung für den PoC	51
6.1.2	Prüfgegenstand des PoC	51
6.2	Methodischer Aufbau des PoC	52
6.3	Iterativer Entwicklungsprozess	53
6.3.1	Iteration 1 – Explorative Phase	54
6.3.2	Iteration 2 – Erste Automatisierung	55
6.3.3	Iteration 3 – Zweite Automatisierung.....	58
6.3.4	Iteration 4 – Dritte Automatisierung.....	60
6.4	Validierung des PoC.....	63

6.5	Prototyp.....	64
6.5.1	Dashboard.....	64
6.5.2	Monetäre Umrechnung.....	65
6.5.3	Visualisierung des Prototyps.....	65
6.6	Bericht (TA).....	66
6.6.1	Systematische Erfassung, Messung und Sichtbarmachung des Lean-Impacts.....	66
6.6.2	Zentrales Analyseergebnis.....	67
6.6.3	Impact erfassen.....	67
6.6.4	Impact messen.....	67
6.6.5	Impact sichtbar machen.....	68
6.6.6	Synthese.....	68
6.7	Kritische Reflexion.....	68
7	Diskussion und Schlussfolgerung.....	69
7.1	Interpretation der Ergebnisse.....	69
7.2	Methodische Einordnung.....	69
7.3	Praktische Relevanz.....	69
7.4	Limitationen.....	70
7.5	Schlussfolgerung.....	70
8	Fazit.....	71
9	Ausblick.....	72
10	Literaturverzeichnis.....	73
11	Abbildungsverzeichnis.....	76
12	Tabellenverzeichnis.....	78
13	Hilfsmittelverzeichnis.....	79
14	Anhänge.....	81

Glossar

A3-Bericht

Standardisiertes Lean-Dokumentationsformat auf einer Seite, das Problemstellung, Ursachenanalyse, Massnahmen, Ergebnisse und Lernerkenntnisse strukturiert darstellt.

Extraktionslogik

Gesamtheit der Regeln und Mechanismen, nach denen qualitative und quantitative Informationen automatisiert aus Dokumenten identifiziert, interpretiert und strukturiert werden.

Lean Construction

Managementansatz im Bauwesen, der auf der Eliminierung von Verschwendung, der Stabilisierung von Prozessen und der kontinuierlichen Verbesserung basiert, mit dem Ziel, den vom Kunden wahrgenommenen Wert systematisch zu erhöhen.

Lean Expert Program (LEP)

Unternehmensinternes Trainings- und Zertifizierungsprogramm zur Anwendung von Lean-Construction, in dessen Rahmen praxisorientierte Live Cases dokumentiert werden.

Lean Impact

Gesamtheit der dokumentierten qualitativen und quantitativen Wirkungen von Lean-Aktivitäten, wie sie in den Live Cases des Lean Expert Programs festgehalten sind.

Live Case

Praxisbezogener Anwendungsfall aus dem Lean Expert Program, dokumentiert in Form eines A3-Berichts und/oder einer Präsentation, basierend auf dem PDCA-Zyklus.

Monetäre Umrechnung

Methodischer Schritt zur Übersetzung quantitativer Wirkungen in eine vergleichbare monetäre Kennzahl.

Organisationaler Impact

Bezeichnet die qualitativen und quantitativen Wirkungen einer Intervention (z. B. einer Lean-Schulung) auf die Leistungsfähigkeit einer Organisation, ausgedrückt in messbaren operativen Ergebnissen wie Produktivität, Qualität oder Effizienz.

Organisationale Leistungsfähigkeit

Fähigkeit einer Organisation, ihre operativen und strategischen Ziele nachhaltig zu erreichen, unter Berücksichtigung von Produktivität, Effizienz, Qualität und organisationalem Lernen.

Parent–Child-Struktur

Datenbeziehung, bei der eine übergeordnete Entität (z. B. Dokument oder Metadatensatz) mehrere untergeordnete Entitäten (z. B. einzelne Wirkungen) referenziert.

PDCA-Zyklus

Iteratives Verbesserungsmodell bestehend aus den Phasen Plan, Do, Check und Act, das als Ordnungsrahmen der analysierten Live-Case-Dokumente dient.

Proof of Concept (PoC)

Phase zur Überprüfung der technischen Realisierbarkeit und grundsätzlichen Praxistauglichkeit eines methodischen oder technischen Ansatzes.

Prototyp

Weiterentwickelte Form des Proof of Concept mit stabiler Datenstruktur und erster Visualisierung, jedoch ohne produktiven Anspruch.

Qualitativer Impact

Dokumentierte Wirkung einer Lean-Massnahme ohne explizite numerische Angabe, beispielsweise Verbesserungen in Zusammenarbeit, Transparenz oder Prozessverständnis.

Quantitativer Impact

Dokumentierte Wirkung einer Lean-Massnahme mit expliziter numerischer Angabe, etwa Zeit-, Kosten- oder Produktivitätsveränderungen.

Relationales Datenmodell

Datenstruktur mit logisch verknüpften Entitäten (Parent–Child-Logik), die eine konsistente Auswertung qualitativer und quantitativer Informationen ermöglicht.

Semi-strukturierte Daten

Daten mit teilweise vorgegebener Struktur, jedoch ohne vollständig standardisiertes Format, wie sie typischerweise in A3-Berichten oder Präsentationen vorliegen.

Thematic Analysis

Qualitative Analysemethode zur Identifikation, Strukturierung und Analyse wiederkehrender Themen und Muster innerhalb eines Datensatzes.

Themenkarte

Analytisches Arbeitsinstrument zur systematischen Strukturierung und Weiterentwicklung thematischer Kategorien im Rahmen der Thematic Analysis.

Workflow

Abfolge logisch verknüpfter Arbeitsschritte zur automatisierten Verarbeitung von Dokumenten und Daten.

Workflow-Management-System (WfMS)

Technisches System zur Steuerung, Koordination und Überwachung von Workflows, ohne selbst fachliche Entscheidungen zu treffen.

Abkürzungen

A3: A3-Bericht

API: Application Programming Interface

BU: Business Unit

CHF: Schweizer Franken

ICE: Integrated Concurrent Engineering

JSON: JavaScript Object Notation

KI: Künstliche Intelligenz

LEP: Lean Expert Program

OCR: Optical Character Recognition

PDCA: Plan Do Check Act

PK / FK: Primary Key / Foreign Key

PoC: Proof of Concept

PPC: Percent Plan Complete

ROI: Return on Investment

TFV: Transformation–Flow–Value

VDC: Virtual Design and Construction

WfMS: Workflow-Management-System

1 Einleitung

1.1 Heranführung – Formel-1-Boxenstopp 1950 bis 2013

Beim Indianapolis 500 im Jahr 1950 dauerte ein Boxenstopp eines Rennwagens rund 67 Sekunden. Mehr als sechs Jahrzehnte später betrug die Standzeit beim Grand Prix von Melbourne 2013 nur noch etwa drei Sekunden. Diese drastische Reduktion ist auf den ersten Blick ein eindrückliches Beispiel für Effizienzsteigerung. Betrachtet man den dahinterliegenden Arbeitsaufwand, zeigt sich jedoch ein differenzierteres Bild: Während 1950 vier Mechaniker tätig waren, arbeiteten 2013 siebzehn Personen parallel in hochgradig abgestimmten Abläufen. Die insgesamt investierte Arbeitszeit stieg, die Stillstandszeit des Fahrzeugs hingegen sank massiv (Baudin, 2014).

Entscheidend für den sportlichen Erfolg ist nicht die Summe der eingesetzten Arbeitsminuten, sondern die Dauer der systemkritischen Unterbrechung. Der Boxenstopp verdeutlicht damit den Unterschied zwischen lokaler Effizienz und systemischer Effektivität. Die Leistungssteigerung entsteht nicht durch die Beschleunigung einzelner Tätigkeiten, sondern durch konsequente Vorbereitung, Parallelisierung und Koordination aller unterstützenden Arbeiten.

Das Beispiel des Boxenstopps wird im Lean-Kontext als Analogie zur Organisation von Produktionsprozessen herangezogen. Michel Baudin ordnet die Entwicklung der Boxenstopps zentralen Prinzipien des Lean Managements zu, insbesondere der Reduktion von Rüst- und Stillstandszeiten (SMED), der konsequenten Vorbereitung unterstützender Tätigkeiten sowie der Parallelisierung von Arbeitsabläufen. Im Fokus steht dabei nicht die Minimierung des Arbeitsaufwands einzelner Akteur*innen, sondern die Verkürzung systemkritischer Unterbrechungen im Wertschöpfungsfluss.

1.2 Kontext und Problemstellung

Ausgehend von solchen Überlegungen entwickelte sich in der Industrie ein Produktionsverständnis, das den Fokus von isolierten Arbeitsschritten auf den Gesamtprozess verschiebt. Lean Thinking ist ein Ansatz, der Wertschöpfung konsequent aus der Perspektive der Kund*innen definiert und Tätigkeiten danach beurteilt, ob sie zur Erfüllung eines konkreten Kundennutzens beitragen. Wert entsteht dabei nicht aus interner Effizienz oder bestehenden organisatorischen Strukturen, sondern ausschliesslich aus der Fähigkeit eines Produkts oder einer Dienstleistung, ein spezifisches Kundenbedürfnis zu einem bestimmten Zeitpunkt und Preis zu erfüllen (Womack & Jones, 2003, S. 16).

Im Gegensatz zur Logik der Massenproduktion, die auf die Optimierung einzelner Prozesse und lokaler Leistungskennzahlen ausgerichtet ist, zielt Lean Production auf die Stabilität und Zuverlässigkeit des gesamten Produktionssystems ab. Entscheidend ist dabei die durchgängige Koordination von Entwicklung, Produktion und Lieferung, um einen gleichmässigen Fluss zu ermöglichen und systemische Störungen durch Puffer, Bestände und Nacharbeit zu vermeiden (Womack et al., 1990, S. 48–52). Im Bauwesen weisen Projekte hohe Komplexität, wechselnde Akteur*innen sowie stark voneinander

abhängige Prozesse auf. Lean Construction überträgt die Grundideen des Lean Thinking auf projektbasierte Produktionssysteme und zielt darauf ab, Verschwendung zu reduzieren, Prozesse zu stabilisieren und Zusammenarbeit zu verbessern. Im Zentrum steht nicht ein einzelnes Werkzeug, sondern ein verändertes Verständnis von Planung, Ausführung und Lernen.

Trotz der zunehmenden Verbreitung von Lean Construction in der Praxis bleibt eine Frage offen. Zahlreiche Projekte und Initiativen berichten von positiven Effekten, es bleibt aber unklar, wie sich diese Wirkungen auf Organisationsebene systematisch erfassen und bewerten lassen. Verbesserungen werden häufig in Form von Erfahrungsberichten, Einzelfällen oder qualitativen Beschreibungen dokumentiert, ohne dass eine konsolidierte Sicht entsteht. Damit bleibt der tatsächliche Beitrag von Lean Construction zur organisatorischen Leistungsfähigkeit schwer greifbar.

Diese Problematik zeigt sich deutlich in grossen Organisationen, in denen Lean nicht punktuell, sondern programmatisch eingeführt wird. Dort entstehen zahlreiche Anwendungsfälle, die wertvolle Informationen enthalten, jedoch in unterschiedlichen Formaten und mit unterschiedlicher Tiefe dokumentiert sind. Ohne eine strukturierte Auswertung bleiben diese Erkenntnisse fragmentiert und ihr Potenzial für organisationale Lernprozesse ungenutzt.

1.3 Relevanz und wirtschaftliche Bedeutung

Für international tätige Bauunternehmen hat die Frage nach der Wirksamkeit von Lean Construction eine strategische Relevanz. Investitionen in Schulungen, Programme und Methoden zielen nicht nur auf einzelne Projekte, sondern auf nachhaltige Verbesserungen der Organisation als Ganzes. Um fundierte Entscheidungen zu treffen, benötigt das Management nachvollziehbare Informationen darüber, welche Wirkungen tatsächlich erzielt werden und in welchen Bereichen sich Verbesserungen einstellen.

Die Relevanz liegt dabei nicht ausschliesslich in der monetären Bewertung einzelner Effekte. Ebenso wichtig ist das Verständnis, wie qualitative Veränderungen wie verbesserte Zusammenarbeit, klarere Entscheidungsprozesse oder stabilere Abläufe zur Leistungsfähigkeit beitragen. Erst wenn diese Wirkungen systematisch erfasst und in Beziehung gesetzt werden, entsteht ein Gesamtbild, das sowohl operative als auch strategische Fragestellungen unterstützt.

Fehlt eine solche Grundlage, besteht die Gefahr, dass Lean Construction als Sammlung isolierter Massnahmen wahrgenommen wird, deren Nutzen zwar vermutet, aber nicht belegt werden kann. Dies erschwert die Weiterentwicklung bestehender Programme und limitiert ihre Verankerung auf Organisationsebene.

1.4 Forschungslücke

Lean Construction ist seit mehreren Jahrzehnten Gegenstand von Forschung und Praxis. Ein Grossteil der bestehenden Arbeiten konzentriert sich auf einzelne Projekte, spezifische Methoden oder operative Kennzahlen. Eine im Rahmen der TFV-Implementierung durchgeführte Fallstudie untersuchte ein

finnisches Bauprojekt, um die Auswirkungen neuer Steuerungsmethoden auf die Produktivität zu analysieren. Dabei zeigte sich, dass Projekte, in denen die auf dem TFV-Modell (Transformation–Flow–Value) basierenden Methoden angewendet wurden, rund 10 % produktiver waren als Vergleichsprojekte (Koskela, 2000, S. 226).

Trotz dieser nachweislichen Effekte fehlt ein systematischer Ansatz, um diese Impacts auf Organisationsebene messbar zu machen. In der Forschung wird betont, dass es keine geeigneten Rahmenwerke zur Bewertung des Lean Impacts gibt. Im Bereich der Lean-Ausbildung zeigt sich die gleiche Situation. Zwar wendet ein grosser Teil der Teilnehmenden Lean-Methoden an, die eindeutige Quantifizierung der Verbesserungen bleibt jedoch schwierig. Publikationen widmen sich der Konzeption und Durchführung von Trainings, jedoch weit seltener deren messbaren Ergebnissen oder ihrer Wirkung im organisatorischen Kontext. Organisationen stehen damit weiterhin vor der Herausforderung, die Auswirkungen von Trainingsprogrammen auf individuelles Verhalten und die organisationale Gesamtleistung zu beurteilen (Martinez et al., 2025, S. 1562–1563).

In einer Studie präsentieren Martinez, Pfister & Alarcón das Fallbeispiel eines multinationalen Bauunternehmens, das ein strukturiertes Lean-Trainingsprogramm entwickelte und implementierte, um eine breitere und nachhaltige Integration von Lean Construction zu ermöglichen (Martinez et al., 2024, S. 1314). Dabei bleibt die Messbarkeit dieser Programme begrenzt.

Dieser Mangel an klaren Bewertungsmethoden erschwert die Sichtbarkeit eines Mehrwerts und verhindert systematische Auswertungen der Anwendungen. Damit wird deutlich, dass bestehende Studien vor allem qualitative Beispiele liefern, jedoch keine konsistenten Bewertungsmodelle anbieten, die organisationsweit anwendbar wären.

Organisatorische Effekte, die sich über mehrere Projekte hinweg entfalten, werden hingegen selten konsolidiert betrachtet. Qualitative und quantitative Informationen werden meist getrennt analysiert. Qualitative Erkenntnisse bleiben häufig beschreibend, während quantitative Angaben nur dort verfügbar sind, wo Messungen explizit vorgesehen waren. Eine Verbindung beider Ebenen, die es erlaubt, Wirkungszusammenhänge nachvollziehbar darzustellen, fehlt weitgehend.

Diese Forschungslücke betrifft die theoretische Einordnung sowie die methodische und technische Umsetzung. Insbesondere stellt sich die Frage, wie vorhandene Praxisdokumentationen genutzt werden können, um organisationale Wirkungen sichtbar zu machen, ohne zusätzliche Erhebungen durchführen zu müssen.

1.5 Ziel der Arbeit

Die vorliegende Arbeit bezweckt, einen Ansatz zu entwickeln, mit dem die Wirkungen von Lean Construction auf Organisationsebene systematisch erfasst, strukturiert und sichtbar gemacht werden. Dazu werden bereits vorhandene Dokumentationen aus der Praxis genutzt. Diese sollen so aufbereitet werden, dass qualitative und quantitative Wirkungen konsistent ausgewertet werden können.

Die Arbeit fokussiert sich auf die Entwicklung einer übertragbaren Methode, die organisationale Lernprozesse unterstützt und eine Grundlage für zukünftige Entscheidungen schafft.

1.6 Forschungsfragen

Aus dem beschriebenen Kontext ergibt sich die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit:

Wie lässt sich der Impact von Lean Construction systematisch erfassen, messen und sichtbar machen?

Diese Leitfrage wird durch mehrere Teilfragen konkretisiert.

1. Wie können vorhandene Live Cases genutzt werden, um die Wirkungen von Lean Construction systematisch zu analysieren und thematisch zu kategorisieren?

Diese Frage zielt darauf ab, die unterschiedlichen Dokumente (A3-Berichte, Präsentationen) so aufzubereiten, dass wiederkehrende Muster, Themen und Verbesserungstypen sichtbar werden. Dadurch entsteht eine Grundlage, um qualitative Aussagen vergleichbar zu machen.

2. Welche Kriterien und Anforderungen ergeben sich aus der qualitativen und quantitativen Auswertung, um die Wirkungen von Lean Construction konsolidiert darzustellen?

Hier geht es darum, messbare und nicht messbare Effekte zu identifizieren und zu definieren, welche Elemente für eine einheitliche Bewertung notwendig sind. Die Frage hilft, die Struktur für spätere Datenmodelle oder Visualisierungen zu bestimmen.

3. Wie kann auf Basis dieser konsolidierten Ergebnisse ein innovativer Proof of Concept und ein Prototyp entwickelt werden, die den Impact von Lean Construction sichtbar machen?

Diese Frage stellt sicher, dass die entwickelten Methoden praktisch demonstriert werden. Sie bildet den Übergang von der Analyse zur Umsetzung und zeigt, wie die Wirkungsmessung in einem prototypischen System abgebildet werden kann.

1.7 Abgrenzung

Die Arbeit konzentriert sich auf die Auswertung dokumentierter Praxisfälle aus einem unternehmensinternen Lean-Programm im Zeitraum von 2022 bis 2024. Grundlage bilden ausschliesslich vorhandene A3-Berichte und Präsentationen. Nicht Bestandteil der Arbeit sind empirische Erhebungen im Feld, didaktische Bewertungen von Trainingsprogrammen oder Vergleiche mit anderen Organisationen.

1.8 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 gibt einen Überblick über die methodische Vorgehensweise und erläutert die grundlegenden Entscheidungen, ohne auf technische Details einzugehen. Kapitel 3 legt die theoretischen und empirischen Grundlagen dar, inklusive für diese Arbeit zentrale Modelle und Konzepte und den Stand der Forschung. Kapitel 4 führt in die thematische Analyse ein. Kapitel 5 beschreibt den iterativen

Entwicklungsprozess des Lösungsansatzes. Kapitel 6 präsentiert Proof of Concept und Prototyp. Kapitel 7 diskutiert die Ergebnisse, bevor Kapitel 8 die Arbeit zusammenfasst und Kapitel 9 einen Ausblick gibt.

2 Vorgehensweise

Die Methodik dieser Arbeit folgt einem iterativen, datengestützten Vorgehen. Qualitative und quantitative Ansätze werden kombiniert. Sie haben sich schrittweise aus der Analyse der vorhandenen Praxisdokumente entwickelt. Ausgangspunkt bildete ein einzelner Microsoft SharePoint-Ordner mit 303 A3-Berichten und Präsentationen aus dem Lean Expert Program von Implenia. Das von 2022-2024 durchgeführte Program umfasste sechs Länder mit unterschiedlichen Sprachen und Formaten. Diese heterogene Ausgangslage prägte den methodischen Ansatz, flexibel genug, um Vielfalt zu erfassen, und gleichzeitig strukturiert genug, um am Ende eine klare Endziffer ableiten zu können. Aus Gründen der Vertraulichkeit werden die projektspezifischen Inhalte der Praxisdokumente anonymisiert dargestellt.

2.1 Methodologische und technische Grundentscheidungen

Die methodischen Entscheidungen dieser Arbeit orientieren sich an zwei grundlegenden Leitlinien. Zum einen basiert das Vorgehen auf einer thematischen Analyse (TA), deren Anwendung durch einen automatisierten Verarbeitungsprozess unterstützt wird. Zum anderen ist die Methodik konsequent iterativ aufgebaut und am PDCA-Zyklus ausgerichtet, der auch den analysierten Praxisdokumenten als strukturierender Ordnungsrahmen zugrunde liegt.

Anhand der TA werden wiederkehrende Wirkungen von Lean Construction in den Dokumenten identifiziert und strukturiert. Die Analyse erfolgt auf der semantischen Ebene und bezieht sich auf explizit formulierte Aussagen. Ergänzend dazu werden quantitative (numerische) Angaben erfasst, sofern sie in den Dokumenten enthalten sind, etwa Zeit-, Kosten- oder Produktivitätsveränderungen. Beide Ebenen werden nicht getrennt betrachtet, sondern im weiteren Verlauf methodisch miteinander verknüpft.

Technisch wurde ein automatisierter Workflow entwickelt, der die Extraktion und Strukturierung der Daten unterstützt. Die Auswahl der eingesetzten Werkzeuge erfolgte unter der Prämisse, bestehende Systeme zu nutzen und eine reproduzierbare Verarbeitung sicherzustellen: Die Datenbasis von Lean Expert Program liegt in der Microsoft-365-Umgebung. Power Automate ermöglicht eine direkte, zuverlässige und wiederholbare Verbindung zu SharePoint, Excel und Microsoft Lists. Zudem erlaubt die Plattform eine transparente Abfolge von Arbeitsschritten, wodurch jede Extraktionslogik nachvollziehbar dokumentiert und iterativ verbessert werden kann.

2.2 Einstieg in die Daten und analytische Orientierung

Als Einstieg wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, auf deren Basis eine erste Themenkarte (V0) erstellt wurde (nach TA). Diese (top-down) identifizierten Themen wurden nachfolgend (nach manueller und automatisierter Sichtung der Daten) anhand der Erkenntnisse (bottom-up) verfeinert, was zu Themenkarte (V1) und (V2) führte.

Einige der Live Case Dokumente wurden manuell untersucht, um ein grundlegendes Verständnis für Aufbau, Sprache und inhaltliche Schwerpunkte zu gewinnen. Sie liegen in Form von A3-Berichten und Präsentationen vor und folgen einer standardisierten Struktur auf Basis des PDCA-Prinzips. Die Phasen Plan, Do, Check und Act bestimmen, wo Problemstellungen, Massnahmen, Ergebnisse und Lernerfahrungen dokumentiert sind. Dabei zeigte sich, dass relevante Wirkungen von Lean Construction vor allem in den Phasen Check und Act beschrieben werden, da dort Ergebnisse reflektiert und Schlussfolgerungen festgehalten sind.

Nach dieser Vorbereitung und Orientierung wurden erste KI-Tests mit Microsoft Copilot durchgeführt im Hinblick auf eine automatisierte Verarbeitung. Es war zu klären, ob die in den Dokumenten enthaltenen Informationen technisch zuverlässig extrahiert werden können (quantitative und qualitative Impacts sowie Metadaten). Die Validierung erfolgte über eine manuelle stichprobenartige Überprüfung. In dieser ersten iterativen Phase des Proof of Concepts (PoC) wurden 10 zufällig ausgewählte Dokumente analysiert. Die Ergebnisse dieser Tests zeigten, dass zentrale Inhalte grundsätzlich erkannt werden konnten. Gleichzeitig dienten sie dazu, die Kriterien für die spätere Strukturierung der Daten zu präzisieren (Themenkarte (V1)).

2.3 Aufbau des automatisierten Workflows

Der automatisierte Workflow wurde schrittweise in weiteren Iterationen entwickelt und die Extraktion jeweils verfeinert (resultierend in Themenkarte (V2)). Ab Iteration 2 wurde Microsoft Power Automate verwendet. 10 zufällig ausgewählte Dateien wurden ausgewertet und jede Datei einer Zeile in Excel zugeordnet. Eine Zeile pro Dokument erwies sich jedoch als ungenügend für die Auflistung der Impacts, da auf diese Weise nicht alle erfasst wurden. In der Iteration 3, erneut mit 10 zufällig ausgewählten Dokumenten, wurde jedes in einer eigenen Excel-Tabelle erfasst, was die Auflistung aller erkannten Impacts ermöglichte. Die Iteration 4, in der 16 zufällige Dateien validiert wurden, beinhaltet die Migration von Excel nach Microsoft Lists, wo ein relationales Datenmodell aufgebaut wurde. Die resultierende Parent-Child-Struktur unterscheidet zwischen Dokumenten und einzelnen Wirkungen: Die Parent-Ebene enthält die Metadaten, die Child-Ebene die Impacts. Diese Struktur erlaubt es, qualitative und quantitative Wirkungen einzelnen Dokumenten zuzuordnen und zugleich organisationsweite Analysen durchzuführen.

2.4 Prototypische Umsetzung

Aufbauend auf dem PoC, der die Funktionsfähigkeit des entwickelten Ansatzes validierte, und nach Verifizierung durch den Praxispartner wurde ein Prototyp entwickelt. Im Prototyp wurden 89 Dateien

repräsentativ (nach Land, Jahr etc.) ausgewählt und ausgewertet. Der Prototyp enthielt eine technische Verbesserung in Bezug auf die Extraktion der Impacts. Die Visualisierung der extrahierten Daten stand im Vordergrund und wurde im Dashboard realisiert. Zusätzlich wurde eine monetäre (fiktive) Umrechnung anhand (fiktiver) Konversionsregeln vorgenommen. Dazu wurde ein Bericht im Sinne der TA erstellt. So wurde eine konsolidierte Betrachtung möglich. Der Prototyp dient damit nicht als finales Bewertungssystem, sondern als Nachweis, dass qualitative und quantitative Informationen gemeinsam ausgewertet und dargestellt werden können.

Die Abbildung 1 stellt die Vorgehensweise dar.

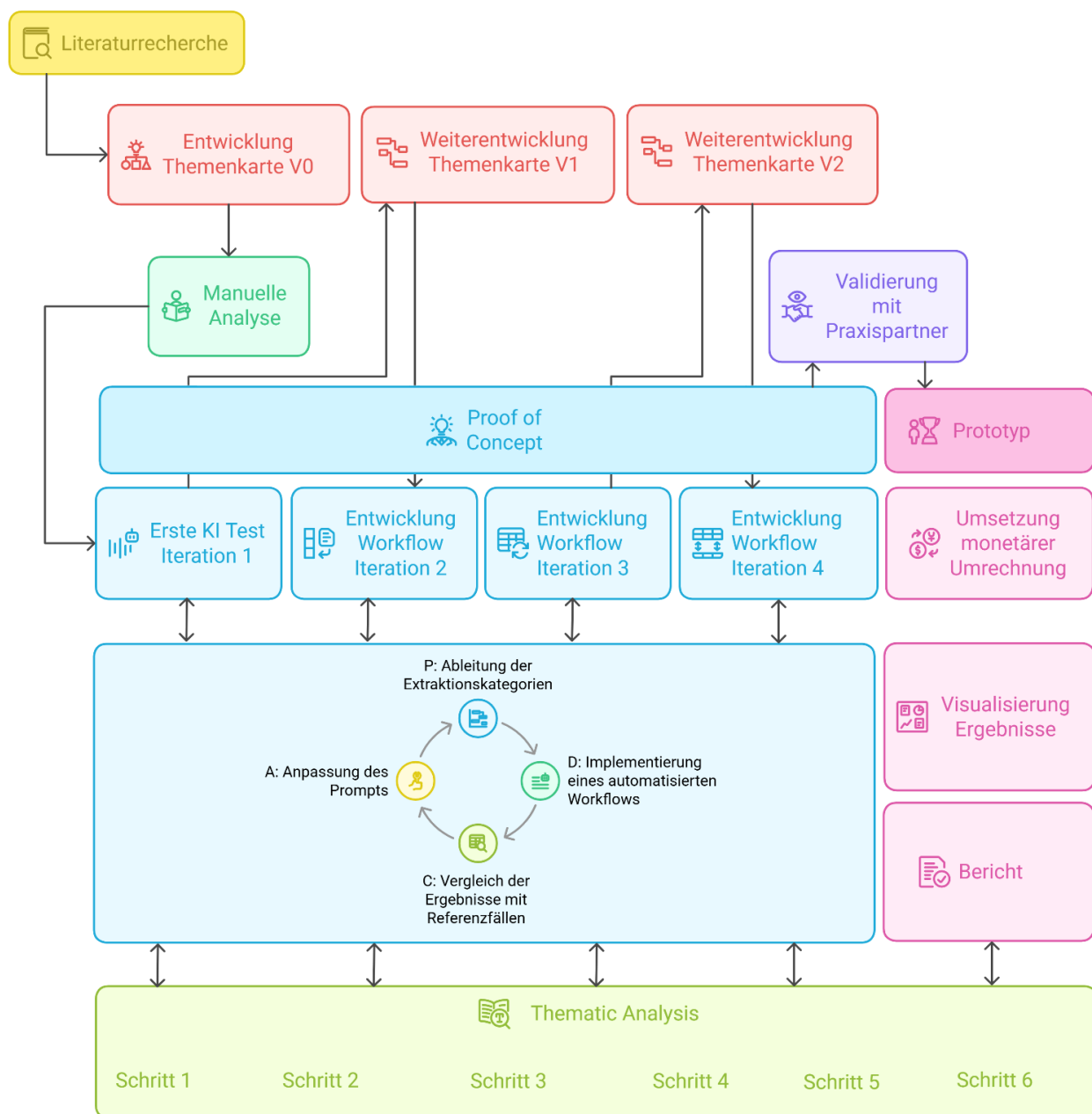


Abbildung 1 Vorgehensweise der Arbeit (eigene Darstellung)

3 Stand der Forschung – Theoretische und empirische Grundlagen

Dieses Kapitel bietet eine Einführung in theoretische und empirische Erkenntnisse (Stand der Forschung). Es wird kurz auf den Ursprung und die Weiterentwicklung von Lean eingegangen, um schliesslich die Forschungslücke in Bezug auf die Messbarkeit von Lean im Bauwesen herauszuarbeiten. Einige Modelle und Konzepte des Lean Construction werden vorgestellt, die für das Verständnis dieser Arbeit zentral sind. Die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche dienen zudem als methodische Vorbereitung auf die TA (Thematic Analysis, Kapitel 4).

3.1 Ursprünge des Lean-Gedankens (1950–1980) – Toyota Production System (TPS)

Das Toyota Production System (TPS) bildet den historischen Ursprung des Lean-Denkens und entstand im industriellen Umfeld von Toyota nach dem Zweiten Weltkrieg, unter Bedingungen knapper Ressourcen und hoher Kundenerwartungen. Eiji Toyoda, ein Ingenieur und Mitglied der Familie, die die Toyota Company gegründet hat, schaute sich die Produktionstechniken bei Ford Rouge Werk in Detroit genau an und berichtete nach seiner Rückkehr nach Nagoya mit seinem Produktionsleiter Taiichi Ohno darüber. Sie kamen zu dem Schluss, dass das Prinzip der Massenproduktion in Japan nicht funktionieren würde (Womack et al., 1990, S. 49). Ihnen stellte sich die Frage, wie man „kleinteilig industriell“ und gleichzeitig einträglich produzieren könne (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 22).

Das TPS-System, bildlich dargestellt als Haus, hat zwei Säulen, die das Dach stützen (Abbildung 2). Die linke Säule Just-in-Time (JIT) zeigt die „Anforderungen an die Dinge“: Bereitstellung der benötigten Menge im richtigen Moment, Minimierung von Zwischenlagerung und Überproduktion. Die rechte Säule Jidoka zeigt die „Anforderungen an den Menschen“: automatisches Stoppen bei Fehlern, Qualitätssicherung am Entstehungsort (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 114).

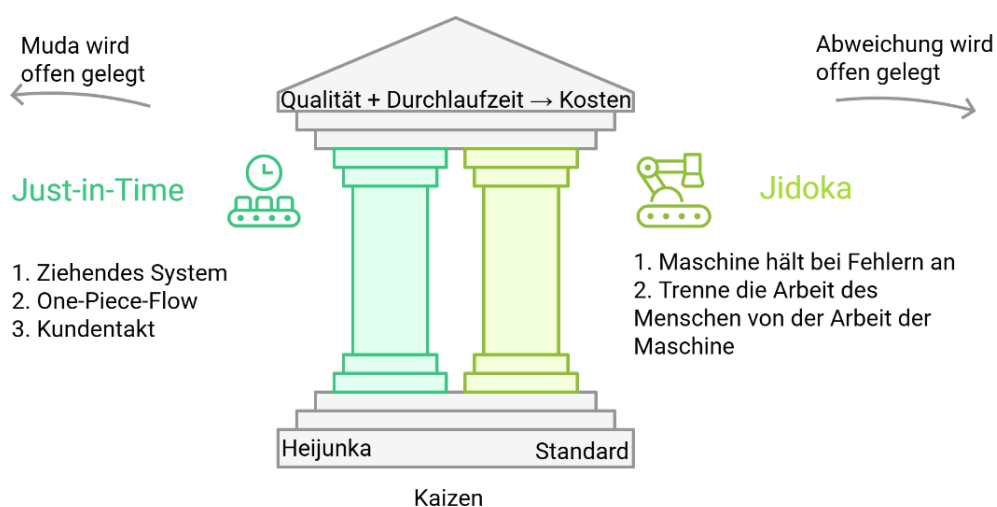


Abbildung 2 TPS Haus (eigene Darstellung, angelehnt an Furukawa-Caspary, 2018, Bd. 2, S. 15)

TPS ist ein ganzheitliches Produktionssystem mit dem Ziel, die höchste Qualität, niedrigste Kosten und die kürzeste Durchlaufzeit zu erreichen (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 110).

Diese Kombination erzeugt ein lernendes System, das Transparenz, Teamverantwortung und schnelle Rückkopplung fördert. Die Mitarbeitenden gelten nicht als Ausführende, sondern als aktive Gestaltende der Prozessverbesserung. Im Übergang von der klassischen Ford-Produktion zum Toyota Production System sieht John F. Krafcik einen systemischen Paradigmenwechsel, der die Grundlage späterer Lean-Ansätze bildet (Krafcik, 1988, S. 43–44).

Aus diesen frühen Überlegungen entwickelte sich schrittweise das Toyota-Produktionssystem, das im Buch *The Machine That Changed The World* als „schlanke“ (lean) Produktion bezeichnet wurde (Womack et al., 1990, S. 49). Nicht immer trifft die deutsche Übersetzung „schlank“ den Grundgedanken von TPS. Lean darf nicht nur als Kostensenkung verstanden werden (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 18). Der Ansatz zielte nicht auf die Maximierung der Auslastung einzelner Maschinen, sondern auf die Stabilisierung des Produktionsflusses sowie auf die systematische Eliminierung von Ineffizienzen. Eine wissenschaftliche Fundierung und empirische Systematisierung des Konzepts erfolgte ab 1986 im Rahmen des International Motor Vehicle Program, durch das Automobilmontagewerke weltweit verglichen wurden, wobei Lean Production und Massenproduktion einander systematisch gegenübergestellt wurden (Womack et al., 1990, S. 75).

In der Folge formulierten Womack und Jones in ihrem Buch *Lean Thinking* einen Ordnungsrahmen, der die Definition von Wert, die sequenzielle Anordnung wertschöpfender Aktivitäten, deren unterbrechungsfreie Durchführung auf Nachfrage sowie die kontinuierliche Verbesserung umfasst (Womack & Jones, 2003, S. 9). Zentral ist dabei das Wertverständnis. Wert wird ausschliesslich aus der Perspektive der Endkund*innen bestimmt (Womack & Jones, 2003, S. 29).

In *Lean Thinking* unterscheiden die Autoren drei Ebenen des Lean als Pyramiden-Struktur (Abbildung 3). Auf der ersten Ebene befindet sich eine philosophische Orientierung, die als „North Star“ verstanden wird und ein dauerhaftes Leitbild für das Managementhandeln jenseits des operativen Chaos der Massenproduktion bietet (Womack & Jones, 2003, S. 10). Diese Orientierung war ursprünglich nicht explizit formuliert, da die japanischen Pionier*innen Lean überwiegend bottom-up über konkrete Methoden und Techniken entwickelten, ergänzt durch einige philosophische Reflexionen auf hoher Ebene, ohne den übergeordneten Denkraum systematisch auszuarbeiten (Womack & Jones, 2003, S. 10). Die zweite und dritte Ebene beschreiben Prinzipien respektive Methoden / Werkzeuge, die nachfolgend vorgestellt werden.

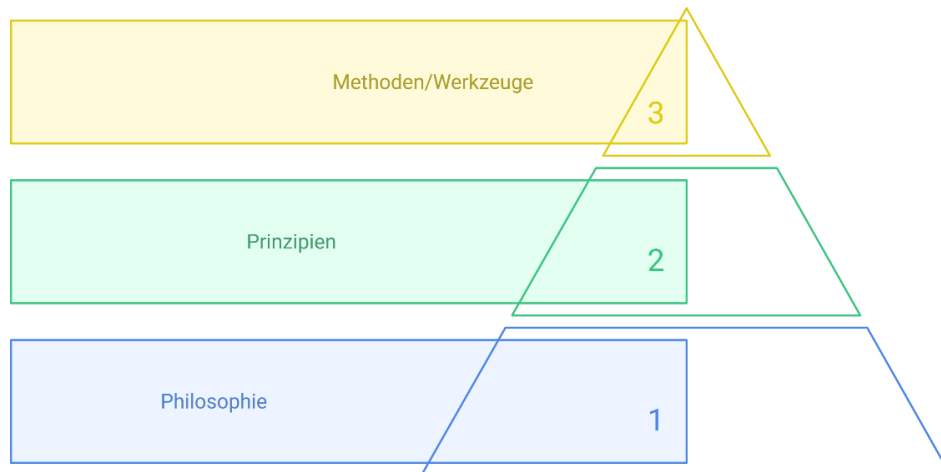


Abbildung 3 Pyramide der logischen Ebenen des Lean (eigene Darstellung, nach Womack & Jones, 2003)

Um diese philosophische Orientierung handlungsleitend zu machen, fassen die Autoren Lean Thinking in fünf Prinzipien (Ebene 2) zusammen, die als vermittelnde Ebene zur dritten Ebene der Werkzeuge sowie Methoden dienen (Womack & Jones, 2003, S. 10). Die fünf Prinzipien (Abbildung 4) umfassen Kundenmehrwert, Optimierung der Prozesse, Fluss, Pull und Kaizen. Kaizen bedeutet, dass Verbesserungen nicht punktuell oder projektbezogen erfolgen, sondern als selbstverständlicher Bestandteil der täglichen Arbeit verstanden werden (Furukawa-Casparly, 2016, Bd.1, S. 109-110).

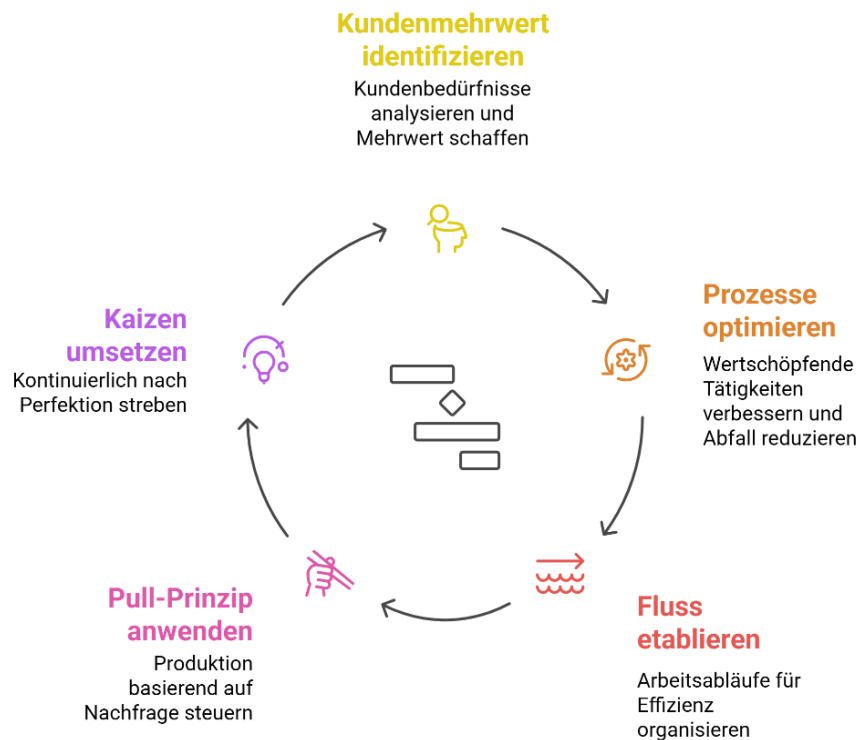


Abbildung 4 Fünf Lean-Prinzipien (eigene Darstellung, nach Womack & Jones, 2003)

Die Anwendung dieser fünf Prinzipien reduziert Verschwendung und maximiert den Kund*innenmehrwert. Dabei gibt es drei Verschwendungsarten:

- **Muda (Verschwendung):** Tätigkeiten ohne Kund*innenwert, etwa Wartezeiten, Transporte oder Nacharbeit.
- **Muri (Überlastung):** Überbeanspruchung von Personal oder Maschinen, die Fehler provoziert.
- **Mura (Ungleichgewicht):** Schwankungen, die Muda und Muri verstärken.

Muda meint aber nicht lediglich Verschwendung, sondern im Grunde „eine vergebliche Mühe, Anstrengung, Verausgabung, Ausgabe, etwas Sinnloses, Unnötiges“ (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 78). In ihrem Buch *The Toyota Way to Continuous Improvement* strukturieren Jeffrey Liker und James Franz Lean in vierzehn Prinzipien, die entlang des 4P-Modells (Philosophy, Process, People & Partners, Problem Solving) angeordnet sind (Abbildung 5). Die Philosophie (erstes P) bildet dabei das Fundament und richtet Managemententscheidungen konsequent auf eine langfristige Perspektive aus, auch wenn dies kurzfristigen finanziellen Zielsetzungen widerspricht (Liker & Franz, 2011, S. 8).

Die Prozesse (zweites P) adressieren die Gestaltung der Wertschöpfung mit dem Ziel, Verschwendung systematisch zu reduzieren und stabile, leistungsfähige Abläufe zu ermöglichen. People & Partners (drittes P) betonen die Bedeutung der Entwicklung von Menschen und der Zusammenarbeit mit internen und externen Partnern als Voraussetzung nachhaltiger Leistungsfähigkeit. Problem Solving (viertes P) verankert Lean als lernorientierten Ansatz, bei dem kontinuierliche Verbesserung auf der systematischen Auseinandersetzung mit Problemen basiert (Liker & Franz, 2011, S. 38).

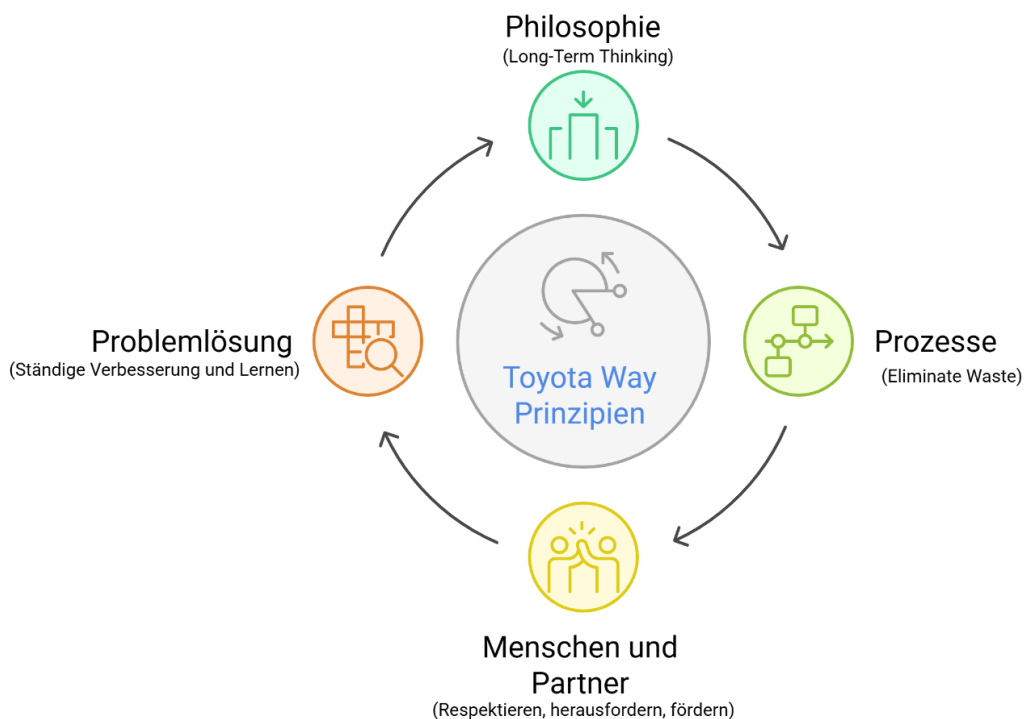


Abbildung 5 4P-Modell des Toyota Way (eigene Darstellung, nach Liker & Franz, 2011)

Lean ist heute in vielen Bereichen präsent. „Es ist eine Philosophie, die täglich von allen Mitarbeitenden gelebt wird. Dies schliesst die Führungskräfte mit ein und wird damit zur Denkweise und Handlungsroutine“ (Bertagnolli, 2020, S. 205).

3.2 Methoden

Im Folgenden wird eine Auswahl der Lean Methoden vorgestellt, die für das Verständnis dieser Arbeit bedeutend sind.

3.2.1 PDCA

Historisch lassen sich zentrale Denkfiguren der späteren kontinuierlichen Verbesserung auf die Arbeiten von Walter A. Shewhart zur statistischen Qualitätsregelung zurückführen. In *Economic Control of Quality of Manufactured Product* definiert Shewhart Qualitätsregelung als einen statistischen Zustand der Beherrschbarkeit, bei dem ein Prozess nicht durch Konstanz, sondern durch eine stabile und vorher-sagbare Variation innerhalb bestimmter Grenzen gekennzeichnet ist. Ein Phänomen gilt als kontrolliert, wenn auf Basis vergangener Beobachtungen abgeschätzt werden kann, wie es sich künftig mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit verhalten wird. Kontrolle zielt damit nicht auf die Eliminierung von Schwankungen, sondern auf deren statistische Stabilisierung, sodass Qualität als variable Grösse verstanden wird, deren Abweichungen analysiert und wirtschaftlich gesteuert werden können (vgl. Shewhart, 1931, S. 6).

W. Edwards Deming greift diese statistische Grundlogik auf, entwickelt sie weiter und überträgt sie auf den Kontext des Managements und der organisationalen Führung. In *Out of the Crisis* beschreibt er den Shewhart-Zyklus als ein systematisches Verfahren zur Verbesserung jeder Prozessstufe sowie zur Identifikation besonderer Ursachen auf Basis statistischer Signale. Verbesserung wird dabei als lernorientierter Prozess verstanden, der auf der Auswertung von Veränderungen beruht, um zukünftige Ergebnisse gezielt zu verbessern. Planung ist in diesem Zusammenhang untrennbar mit der Fähigkeit zur Vorhersage verbunden. Die iterative Struktur des Zyklus wird durch die explizite Wiederholung der einzelnen Schritte verdeutlicht, wobei neu gewonnenes Wissen jeweils in den nächsten Durchlauf einfließt. Deming weist zudem darauf hin, dass der Zyklus ab 1950 in Japan als Shewhart-Zyklus bezeichnet wurde und dort unter dem Namen Deming-Kreis breite Anwendung fand (Deming, 1986, S. 88–89). Nach Liker bildet der Plan–Do–Check–Act-Zyklus das zentrale methodische Fundament des Toyota Way und ist als grundlegende Denk- und Lernlogik zu verstehen (Liker & Franz, 2011, S. 16–17).

PDCA beschreibt einen systematischen Problemlösungsprozess, bei dem Planung auf der Identifikation einer Abweichung zwischen Ist-Zustand und Zielzustand sowie auf einer faktenbasierten Ursachenanalyse beruht. Die Do-Phase dient der Umsetzung der geplanten Gegenmassnahmen als bewusste Tests unter realen Bedingungen, deren Ergebnisse noch als vorläufig betrachtet werden. In der Check-Phase erfolgt der Vergleich zwischen erwarteten und tatsächlichen Ergebnissen, um aus

den beobachteten Abweichungen zu lernen und die zugrunde liegenden Annahmen zu überprüfen. Die Act-Phase führt zur Standardisierung wirksamer Praktiken und leitet zugleich den nächsten PDCA-Zyklus ein, wodurch kontinuierliches Lernen ermöglicht wird (Liker & Franz, 2011, S. 27–29). Der PDCA-Zyklus als methodisches Grundprinzip der kontinuierlichen Verbesserung ist in Abbildung 6 dargestellt.

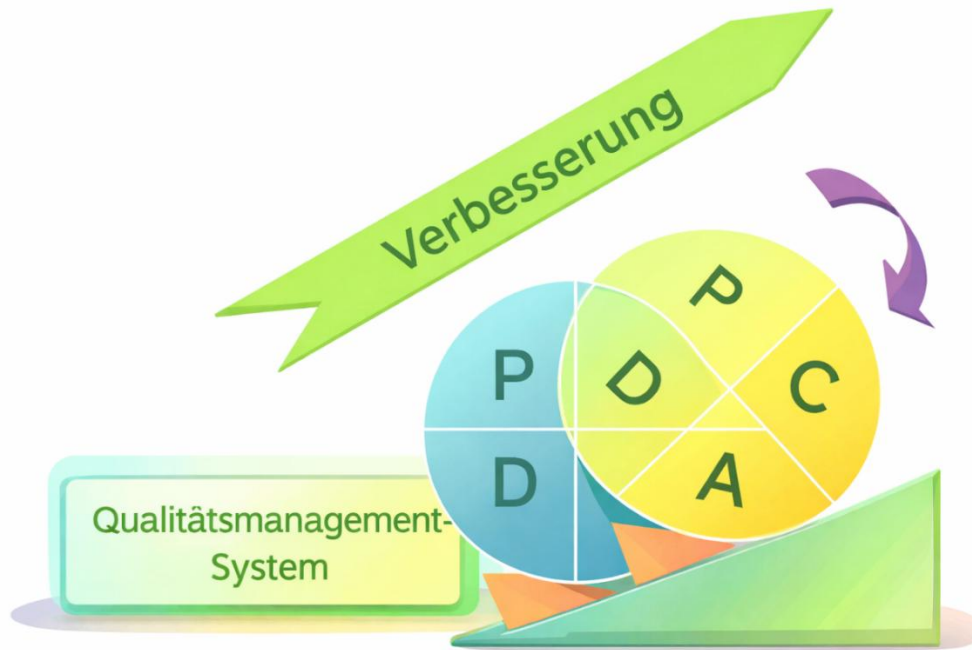


Abbildung 6 Darstellung des PDCA-Zyklus als kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Qualitätsmanagement (eigene Darstellung, angelehnt an Deming)

3.2.2 5S

5S ist kein eigenständiges Optimierungsinstrument, sondern eine grundlegende Voraussetzung zur Stabilisierung von Prozessen und zur Sichtbarmachung von Abweichungen im Sinne des PDCA-Denkens (Liker & Franz, 2011, S. 170–171). Die fünf Schritte von 5S dienen der systematischen Gestaltung und Aufrechterhaltung eines geordneten Arbeitsumfelds. Seiri beschreibt das konsequente Trennen von notwendigen und unnötigen Gegenständen, um Überflüssiges aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Seiton zielt darauf ab, verbleibende Arbeitsmittel eindeutig zuzuordnen und visuell so anzuordnen, dass Abweichungen vom Sollzustand sofort erkennbar werden. Seiso verbindet Reinigung mit Inspektion, indem Mitarbeitende beim Säubern des Arbeitsplatzes Unregelmässigkeiten erkennen und sichtbar machen. Seiketsu sichert diesen Zustand durch Standards, visuelle Kennzeichnungen und einheitliche Regeln zur Aufrechterhaltung der Ordnung. Shitsuke beschreibt schliesslich die notwendige Selbstdisziplin, um Standards dauerhaft einzuhalten und Abweichungen konsequent zu korrigieren (Liker & Franz, 2011, S. 201–205). Am Beispiel des Iron-Ore-Mining-Projekts wird 5S als Pilotmassnahme eingesetzt, um komplexe Arbeitsumgebungen zu strukturieren und sicherheits- sowie prozessrelevante

Auffälligkeiten frühzeitig sichtbar zu machen (Liker & Franz, 2011, S. 214). 5S entfaltet seine Wirkung nicht durch Ordnung als Selbstzweck, sondern durch die konsequente Anwendung der vereinbarten Standards im Arbeitsalltag (Liker & Franz, 2011, S. 170). Die Logik der fünf aufeinander aufbauenden Schritte von 5S ist in Abbildung 7 dargestellt.

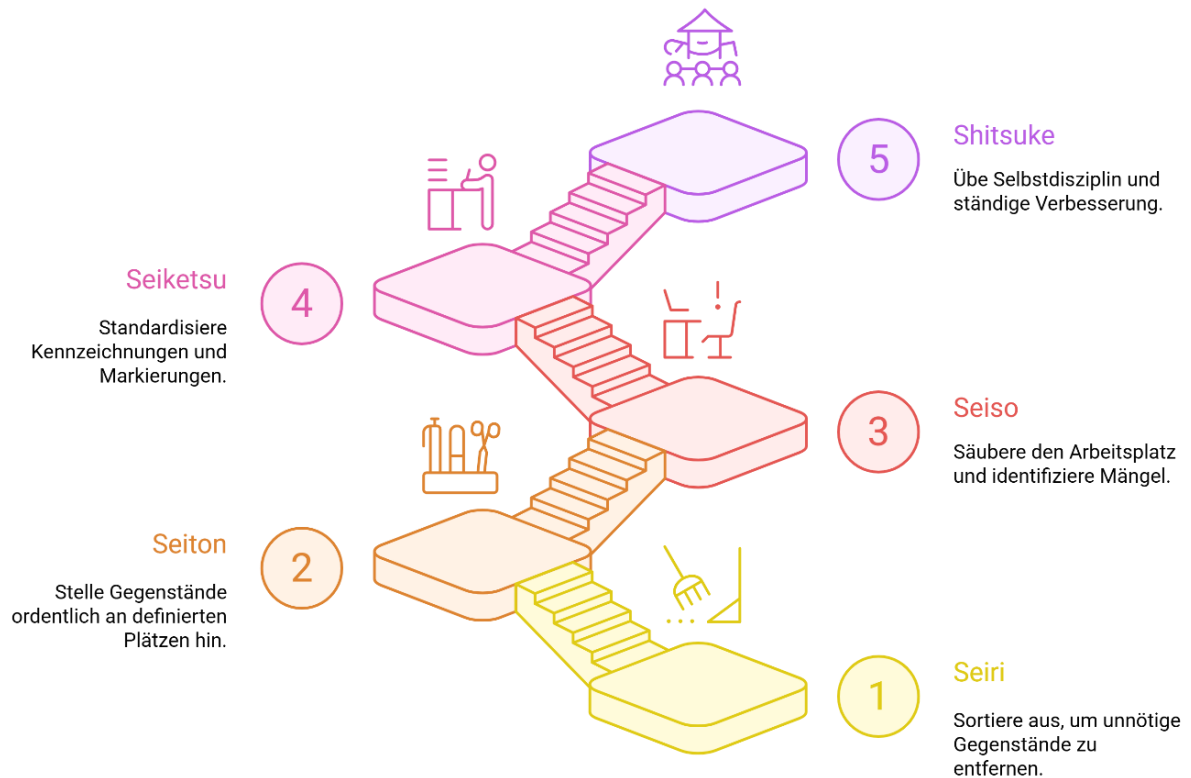


Abbildung 7 Stufenmodell der 5S-Methode (eigene Darstellung, nach Liker, 2004)

3.2.3 Der A3-Report als strukturierendes Problemlösungs- und Lerninstrument

Der A3-Report stellt ein zentrales Instrument zur strukturierten Problemlösung dar, das aus der PDCA-Logik abgeleitet ist. Der A3 fungiert dabei als visuelles und kognitives Gerüst, das die systematische Analyse eines Problems, die Entwicklung von Gegenmassnahmen sowie die Überprüfung und Standardisierung der Ergebnisse auf einer Seite bündelt (Liker & Franz, 2011, S. 286).

Der Einsatz des A3-Reports erfolgt unter anderem in der Produktentwicklung als verbindendes Element zwischen Analyse und Umsetzung (Liker & Franz, 2011, S. 150). Die strukturierende Funktion des A3-Reports entlang der PDCA-Logik ist in Abbildung 8 dargestellt.



Abbildung 8 Der A3-Report (eigene Darstellung, nach Liker, 2004)

3.2.4 Shop Floor

Der Shop Floor wird als zentraler Ort der Wertschöpfung verstanden, da dort die grundlegendsten wertschöpfenden Aktivitäten stattfinden, unabhängig davon, ob es sich um industrielle Produktion, Dienstleistungen oder Bauprozesse handelt. Dieses Verständnis steht in einem bewussten Gegensatz zum tayloristischen Managementdenken, das die westliche Managementpraxis über Jahrzehnte geprägt hat und Mitarbeitende primär als Erweiterungen von Maschinen betrachtete (Suzaki, 1993, S. 1).

Vor diesem Hintergrund betont Kiyoshi Suzaki ein zentrales Lean-Prinzip, wonach die Entwicklung der Menschen der Entwicklung der Produkte vorausgeht (Suzaki, 1993, S. 5). Diese Sichtweise ist methodisch mit dem Prinzip der Three Reals verknüpft. Es fordert, zum realen Ort (Genba) zu gehen, das reale Objekt (Genbutsu) zu betrachten und reale Fakten (Genjitsu) zu verstehen (Suzaki, 1993, S. 6). Suzaki kritisiert dabei ausdrücklich rein konzeptionelle Zugänge und weist darauf hin, dass Theorie ohne unmittelbaren Bezug zur Realität nicht tragfähig ist (Suzaki, 1993, S. 1). Die konsequente Problembearbeitung an der Quelle stärkt die lokale Handlungsfähigkeit und reduziert den Bedarf an zusätzlichen Managementebenen (Suzaki, 1993, S. 21). Die kontinuierliche Verbesserung wird als disziplinierter Lernprozess verstanden, der methodisch entlang des PDCA-Zyklus organisiert ist (Suzaki, 1993, S. 235-237).

Die Abbildung 9 veranschaulicht diese Elemente, indem sie die Abfolge von Wertschöpfung am Shop Floor, Menschenentwicklung, Analyse nach dem Prinzip der Three Reals, Problembearbeitung an der Quelle sowie kontinuierlicher Verbesserung im PDCA-Zyklus darstellt.



Abbildung 9 Shop-Floor-Logik (eigene Darstellung, nach Suzaki, 1993)

3.2.5 Das Ursache-Wirkungs-Diagramm nach Ishikawa

Im Qualitätsverständnis von Ishikawa bilden Daten die Grundlage für Handlungen und Entscheidungen und müssen stets in Abhängigkeit vom jeweiligen Zweck der Analyse erhoben werden (Ishikawa, 1976, S. 1). Analytische Daten dienen insbesondere dazu, den Zusammenhang zwischen einem beobachteten Qualitätsproblem und dessen zugrunde liegenden Ursachen zu untersuchen (Ishikawa, 1976, S. 2). Vor diesem Hintergrund führt Kaoru Ishikawa das Ursache-Wirkungs-Diagramm als Methode ein, um Qualitätsabweichungen systematisch zu analysieren und mögliche Ursachen strukturiert. Dabei wird die zu untersuchende Wirkung in Form eines Qualitätsmerkmals beschrieben, während die Ursachen als beeinflussende Faktoren erfasst und in ihrer Beziehung zur Wirkung geordnet dargestellt werden (Ishikawa, 1976, S. 18). Das Ursache-Wirkungs-Diagramm ist als analytisches Hilfsmittel zu verstehen, das der Strukturierung und Diskussion möglicher Ursachen dient, jedoch keine abschliessende Erklärung eines Problems liefert, sondern den Ausgangspunkt für eine vertiefte Ursachenanalyse und darauf aufbauende Problemlösungsmassnahmen bildet (Ishikawa, 1976, S. 19). Aufgrund seiner

charakteristischen visuellen Form wird dieses Instrument häufig als Fischgräten- oder Arête-de-poisson-Diagramm bezeichnet (Abbildung 10).

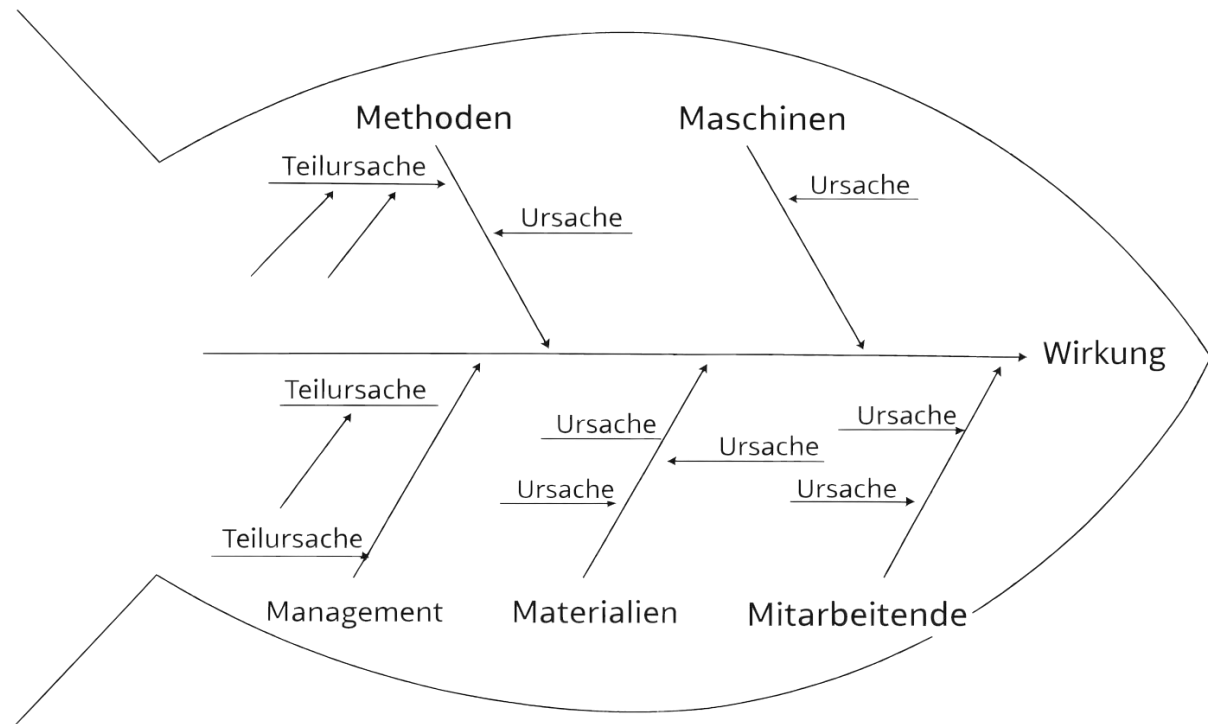


Abbildung 10 Ishikawa-Diagramm (eigene Darstellung, nach Ishikawa, 1976)

3.2.6 Visual Management

Im Lean-Kontext stellt Visual Management kein unterstützendes Kommunikationsmittel dar, sondern ein zentrales epistemologisches Prinzip zur Erfassung, Interpretation und Steuerung der operativen Realität. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass wirksame Steuerung nur dort möglich ist, wo Abweichungen, Probleme und Verschwendung unmittelbar und ohne interpretative Zwischenschritte erkennbar sind. Visual Control wird daher als jene Form der Kontrolle definiert, die es selbst fachfremden Akteuren ermöglicht, den Zustand eines Systems allein durch Beobachtung zu erfassen und daraus handlungsrelevante Schlüsse zu ziehen (Shimbun, 1996, S. 4–5). Ziel ist die Schaffung eines Arbeitsumfelds, in dem sämtliche Abnormalitäten, Störungen und Formen von Verschwendung „auf einen Blick“ sichtbar werden und somit eine präventive statt reaktive Steuerung ermöglichen (Shimbun, 1996, S. 4). In diesem Verständnis grenzt sich Visual Management explizit von traditionellen, retrospektiven Kontrollformen ab, die Abweichungen erst zeitverzögert sichtbar machen und damit Lern- und Reaktionsfähigkeit einschränken (Shimbun, 1996, S. 3–4). Entscheidend ist dabei, dass Visual Management nicht in der Visualisierung von Informationen aufgeht, sondern untrennbar mit einer aktiven Nutzung der blossen dargestellten Informationen im Rahmen geschlossener Regelkreise verbunden ist. Ohne konsequente Ausübung des Kontrollzyklus bleibt Visual Control auf eine formale Ebene beschränkt und verliert seinen

präventiven Charakter (Shimbun, 1996, S. 11). In analytischer Perspektive fungiert Visual Management als Schnittstelle zwischen Wahrnehmung und Handlung, indem relevante Systemzustände externalisiert, kognitive Komplexität reduziert und kollektive Situationsdeutung als Grundlage faktenbasierter Entscheidungen ermöglicht wird. Es externalisiert relevante Systemzustände, reduziert kognitive Komplexität und ermöglicht kollektive Situationsdeutung als Grundlage für faktenbasierte Entscheidungen. In dieser Perspektive wird Visual Management zu einem integralen Bestandteil der Lean-Logik, der kontinuierliches Lernen unterstützt und die Übersetzung von Beobachtung in gezielte Verbesserungshandlungen strukturell absichert.

3.2.7 VSM

Wertstromanalyse (Value-Stream Mapping, VSM) wird von Rother und Shook als eine Methode der systemischen Analyse beschrieben, mit der die Material- und Informationsflüsse eines Produkts vom Rohmaterial bis zum Kunden in einer gemeinsamen Darstellung sichtbar gemacht werden. Der Value Stream wird dabei definiert als alle wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Aktivitäten, die aktuell erforderlich sind, um ein Produkt durch die wesentlichen Produktionsflüsse zu führen, und explizit in den Kontext des Lean eingeordnet, dessen zentrales Ziel die Wertschaffung für den Kunden bei gleichzeitiger Eliminierung von muda ist (Rother & Shook, 2003, S. 3–4). Das VSM wird als zentrales Lean-Instrument positioniert, das es ermöglicht, lokale Verbesserungen zu überwinden und stattdessen einen lean value stream auf Systemebene zu entwerfen, um isolierte Kaizen-Aktivitäten ohne nachhaltige Wirkung zu vermeiden (Rother & Shook, 2003, S. 6–7). Methodisch basiert das Vorgehen auf der klaren Trennung zwischen der Abbildung des Ist-Zustands (Current State), die auf direkter Beobachtung des Shopfloors beruht, und der Gestaltung eines Soll-Zustands (Future State), der eine Zielvision des leangerechten Flusses darstellt und als Grundlage der Transformation dient (Rother & Shook, 2003, S. 11–12). Der Fokus des VSM liegt dabei nicht allein auf der Sichtbarmachung von Verschwendung, sondern auf der Identifikation ihrer systemischen Ursachen, wobei die Überproduktion ausdrücklich als primäre Quelle der übrigen Formen von muda in push-gesteuerten Systemen benannt wird (Rother & Shook, 2003, S. 42–43).

3.2.8 SMED

Das von Shigeo Shingo entwickelte SMED-Konzept (Single-Minute Exchange of Die) zielt darauf ab, Rüstvorgänge auf eine einstellige Minutenanzahl zu reduzieren. Ausgangspunkt des Ansatzes ist die grundlegende Unterscheidung zwischen internen Rüsttätigkeiten, die nur bei Maschinenstillstand durchgeführt werden können, und externen Rüsttätigkeiten, die während des laufenden Betriebs vorbereitet werden können. Lange Rüstzeiten sind nicht technisch bedingt, sondern resultieren aus der fehlenden Trennung dieser beiden Tätigkeitsarten. Die zentrale Idee des SMED besteht daher in der systematischen Trennung von internem und externem Rüsten (Shingo, 1985, S. 21).

3.3 Theoretische Fundierung im Bauwesen (1990–2000) – Das TFV-Modell und das Last Planner System

Der Übergang von Lean aus dem industriellen Kontext in die Bauwirtschaft erfolgte nicht durch einen direkten Transfer bestehender Methoden, sondern durch eine theoretische und methodische Neukonzeption. Die Grenzen des industriellen Produktionsmodells im Projektkontext wurden insbesondere dort sichtbar, wo Konzepte wie Takt, Fluss, Standardisierung und Pull aufgrund hoher Variabilität, Einzelfertigung und temporärer Projektorganisation nur eingeschränkt anwendbar waren.

Eine zentrale theoretische Grundlage für diese Neukonzeption lieferte Lauri Koskela mit dem 1992 entwickelten TFV-Modell (Transformation, Flow, Value). Koskela beschreibt Bauproduktion nicht ausschliesslich als Abfolge von Transformationen einzelner Inputs in Outputs, sondern als System, in dem neben der Transformation auch der Fluss der Arbeit sowie die Wertschöpfung für die Kund*innen berücksichtigt werden müssen (Koskela, 1992, S. 17). Mit dieser Perspektive verschob sich der Fokus von einer rein ressourcenorientierten Betrachtung hin zu einem Verständnis von Bauen als sozio-technischem Produktionssystem, in dem Koordination, Informationsflüsse und Entscheidungsprozesse eine zentrale Rolle einnehmen. In den späten 1990er-Jahren setzte eine verstärkte empirische Auseinandersetzung mit der Übertragbarkeit dieser theoretischen Ansätze auf das Bauwesen ein. In dem von Luis Alarcón herausgegebenen Sammelband *Lean Construction* werden erste Projektbeobachtungen dokumentiert, die zeigen, dass Produktivitätsprobleme im Bauwesen eng mit instabilen Arbeitsabläufen und hoher Variabilität verbunden sind (Alarcón, 1997, S. 109). Diese Arbeiten trugen dazu bei, die Notwendigkeit systemischer Ansätze zur Stabilisierung von Produktionsprozessen im Bauwesen empirisch zu untermauern. Vor diesem Hintergrund entwickelten Glenn Ballard und Greg Howell in den 1990er-Jahren das Last Planner System als Ansatz zur Verbesserung der operativen Produktionssteuerung auf Baustellen. Im Zentrum steht dabei die Verschiebung von einer rein vorgelagerten Terminplanung hin zu einem commitmentsbasierten Planungsprozess, bei dem diejenigen Akteur*innen planen, die die Arbeit tatsächlich ausführen. Durch die explizite Berücksichtigung von Umsetzbarkeit und Zuverlässigkeit einzelner Arbeitsschritte wird die kurzfristige Planung eng an die reale Produktionssituation gekoppelt (Ballard & Howell, 1997, S. 1). Das Last Planner System stellt damit eine operative Konkretisierung der im TFV-Modell formulierten Prinzipien dar, indem es auf die Stabilisierung des Workflows und den systematischen Umgang mit Unsicherheit im Bauprozess abzielt.

3.4 Systemintegration und operative Steuerung (2000–2010) – VDC und ICE

In den 2000er-Jahren verlagerte sich der Fokus zunehmend auf die Integration von Lean-Ansätzen in organisatorische und technologische Systeme. In diesem Kontext entstand das Konzept des Virtual Design and Construction (VDC), das Produkt-, Prozess- und Organisationsmodelle in einer konsistenten Struktur zusammenführt. Ziel dieses Ansatzes ist es, Bauprojekte nicht nur planerisch zu erfassen,

sondern Koordination, Informationsflüsse und Entscheidungsprozesse modellbasiert und datenbasiert steuerbar zu machen (Fischer & Kunz, 2004, S. 5–6)

Das in Abbildung 11 dargestellte Schema veranschaulicht die zentralen Prinzipien des VDC und zeigt die systemischen Zusammenhänge zwischen Zieldefinition, Organisationsstruktur und Produktionssteuerung. Ausgangspunkt bildet die strukturierte Übersetzung von Kund*innenzielen in operative Projektziele, welche die Grundlage für konsistente und nachvollziehbare Entscheidungsprozesse schafft. Dieses Zielorientierungsprinzip ist ein zentrales Element des VDC-Ansatzes, der explizit auf die Ableitung operativer Steuerungsgrößen aus Projektzielen abzielt (Kunz & Fischer, 2012, S. 1).

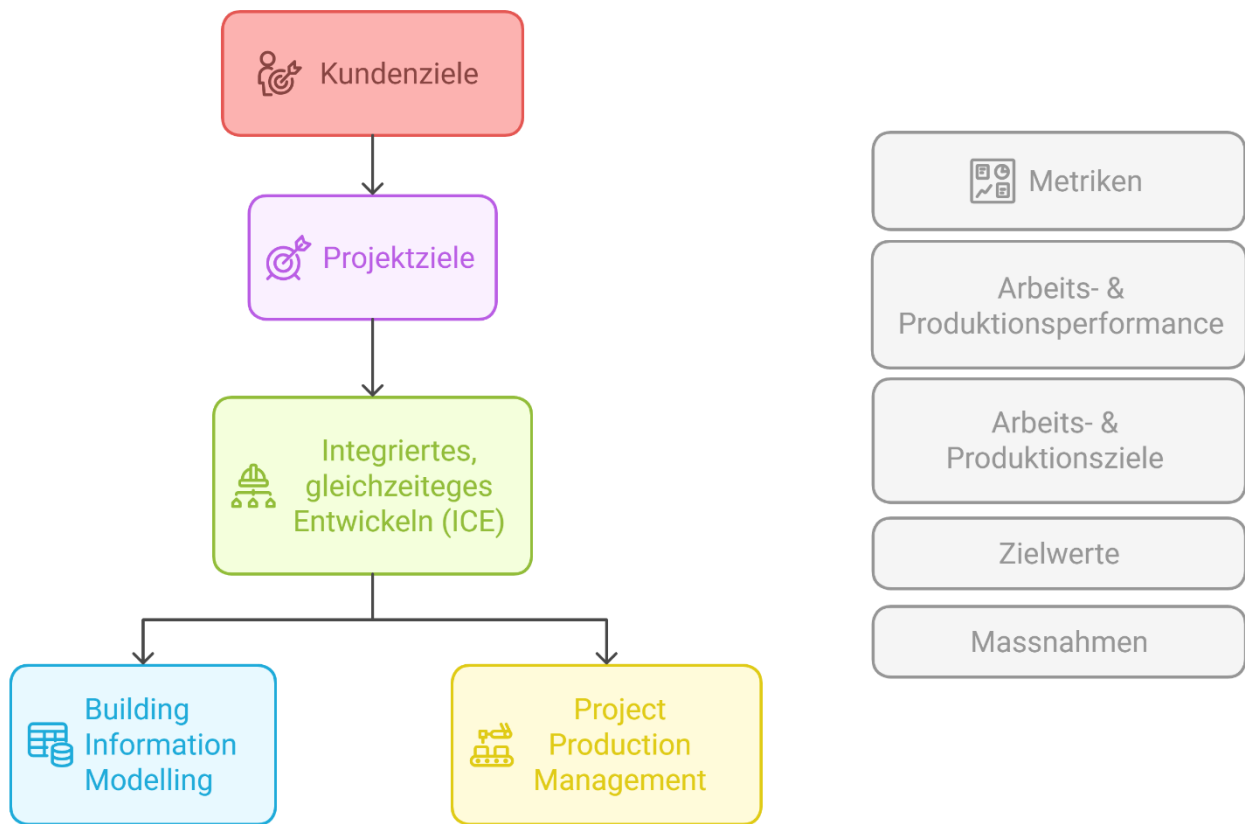


Abbildung 11 VDC-Modell (eigene Darstellung, nach Fischer & Kunz, 2004)

Integrated Concurrent Engineering (ICE) fungiert dabei als organisatorischer Rahmen für die frühzeitige und gleichzeitige Abstimmung aller relevanten Fachdisziplinen. Entscheidungen werden gemeinsam, synchron und auf Basis geteilter Informationsmodelle getroffen, wodurch Koordinationsaufwände reduziert und Entscheidungsunsicherheiten systematisch verringert werden (Fischer & Kunz, 2004, S. 9–10). Darauf aufbauend ermöglicht das Project Production Management eine Betrachtung des Projekts als Produktionssystem, in dem Abhängigkeiten, Flüsse und Kapazitäten explizit analysiert und gesteuert werden. Diese Sichtweise folgt der Logik, Bauprojekte als Produktionssysteme mit steuerbaren Variablen zu verstehen und nicht als reine Abfolge isolierter Aktivitäten.

3.5 Entwicklung der Lean-Construction-Forschung (2010–2020)

Im Zeitraum von 2010 bis 2020 lässt sich in der Lean-Construction-Forschung eine deutliche thematische Ausweitung beobachten. Während frühere Arbeiten primär auf Methoden und Werkzeuge fokussierten, rückten nun zunehmend organisationale, kulturelle und verhaltensbezogene Aspekte in den Vordergrund. Lean Construction wird in diesem Kontext nicht mehr ausschliesslich als Sammlung operativer Techniken verstanden, sondern als umfassender Ansatz zur Gestaltung von Zusammenarbeit, Entscheidungsprozessen und organisationalem Lernen im Bauwesen.

Ein zentrales Themenfeld dieser Forschungsphase bildet das Visual Management. Empirische Studien zeigen, dass visuelle Systeme im Bauwesen nicht nur zur Erhöhung der operativen Transparenz beitragen, sondern auch die Kommunikation, Koordination und Selbstorganisation innerhalb von Projektteams unterstützen. Durch die erhöhte Sichtbarkeit von Prozessen und Abhängigkeiten können Entscheidungen besser abgestimmt und Verantwortlichkeiten klarer wahrgenommen werden, wodurch Lean-Prinzipien im Projektalltag wirksamer verankert werden (Tezel & Aziz, 2017, S. 222).

Ergänzend dazu betonen managementorientierte Beiträge die Bedeutung organisationaler Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Lean Construction. Transparenz, freier Zugang zu relevanten Informationen sowie Qualifizierung und Befähigung der Beteiligten werden als zentrale Voraussetzungen für kontinuierliche Verbesserung beschrieben. Lean wird damit explizit in einen organisationalen Kontext eingebettet, in dem Führung, Zusammenarbeit und Lernfähigkeit eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Umsetzung spielen (Fiedler, 2018, S. 23). Parallel zu diesen kulturellen und organisationalen Fragestellungen entwickelte sich Integrated Concurrent Engineering als Forschungs- und Praxisfeld weiter. Studien aus diesem Zeitraum zeigen, dass die gleichzeitige Einbindung aller relevanten Fachdisziplinen sowie synchronisierte Entscheidungsprozesse zu einer Reduktion von Koordinationsaufwänden führen können. ICE wird dabei als sozio-technische Organisationsform verstanden, welche Lean-Prinzipien durch strukturierte Interaktion und gemeinsame Entscheidungsfindung operationalisiert und die Leistungsfähigkeit von Projektteams unterstützt (Rischmoller et al., 2018, S. 204). Neben diesen überwiegend qualitativen und organisationstheoretischen Ansätzen entstanden im gleichen Zeitraum erste empirische Arbeiten, die versuchten, die Wirkungen von Lean Construction quantitativ zu erfassen. Einzelne Studien vergleichen Lean- und Non-Lean-Szenarien anhand von Simulations- und Modellierungsansätzen. Dabei wird gezeigt, dass die Anwendung von Lean-Prinzipien das Potenzial besitzt, sowohl die Projektdauer als auch deren Variabilität zu reduzieren, insbesondere bei zeitintensiven Bauprozessen. Diese Arbeiten liefern erste empirische Hinweise auf messbare Effekte von Lean Construction, bleiben jedoch auf spezifische Projektkontexte beschränkt und erlauben keine verallgemeinernden Aussagen auf Organisationsebene (Erol et al., 2016, S. 241–242).

Insgesamt zeigt die Literatur des Zeitraums von 2010 bis 2020 eine zunehmende Differenzierung der Lean-Construction-Forschung. Einerseits wird Lean Construction als sozio-technisches System konzeptualisiert, in dem Methoden, Organisation und menschliches Verhalten eng miteinander verknüpft

sind. Andererseits entstehen erste empirische Ansätze zur Wirkungsmessung, die konkrete Effekte auf Prozessebene untersuchen. Trotz dieser Fortschritte bleibt die Forschung fragmentiert: Es fehlt weiterhin an konsistenten, über Projekte hinweg vergleichbaren Modellen zur systematischen Erfassung und Bewertung des Lean-Impacts auf organisationaler Ebene.

3.6 Organisationaler Wandel und Digitalisierung (2020–2025)

Im Zeitraum 2020–2025 wird Lean Construction in der Forschung zunehmend als integrativer Ansatz verstanden, der digitale Transformation nicht isoliert technologisch, sondern im Zusammenspiel von Menschen, Prozessen und Technologien adressiert. Das Konzept der *Lean Construction 4.0* formuliert explizit die Notwendigkeit, die Triade *People–Process–Technology* als theoretische und praktische Grundlage zu nutzen, um eine wirksame und langfristige digitale Transformation im Bauwesen zu ermöglichen (González et al., 2023, S. 2). Parallel dazu zeigen aktuelle Übersichtsarbeiten, dass digitale Technologien wie datenbasierte Analyse, Visualisierung und Cloud-basierte Systeme verstärkt eingesetzt werden, um Leistungsindikatoren sichtbar zu machen und Entscheidungsprozesse zu unterstützen, wobei der Fokus auf Projektperformance und Effizienz liegt (Wang et al., 2024, S. 480). Eine explizite Annäherung an die organisationale Ebene erfolgt dort, wo Lean nicht nur als Methodensammlung, sondern als dauerhaft verankerte Lern- und Qualifizierungsstruktur untersucht wird. Empirische Fallstudien zu strukturierten Lean-Trainingsprogrammen zeigen, dass Organisationen zwar messbare qualitative und quantitative Effekte erzielen können, gleichzeitig jedoch weiterhin erhebliche Schwierigkeiten bestehen, diese Effekte systematisch auf das Verhalten von Mitarbeitenden und die organisationale Leistungsfähigkeit zurückzuführen (Martinez et al., 2025, S. 1562).

Ergänzend verdeutlichen aktuelle Beiträge zur Lean-Forschung und -Lehre, dass sich Lean Construction in den letzten Jahren thematisch auf organisationale, lernbezogene und digitalisierungsnaher Fragestellungen ausgeweitet hat, ohne dass daraus bislang ein konsistenter Ansatz zur Bewertung organisationaler Wirkungen hervorgegangen ist (Forcael et al., 2025, S. 1529).

4 Thematische Analyse

4.1 Einführung

Die Thematic Analysis (TA) ist ein weit verbreiteter Ansatz zur Analyse qualitativer Daten. Die Psychologinnen Virginia Braun und Victoria Clarke bemerken in ihrem Artikel *Using thematic analysis in psychology* (Braun & Clarke, 2006), dass TA zwar oft genutzt, gleichwohl nicht als eigene Methode verstanden werde. Mit ihrem genannten Artikel möchten sie die TA als eigene Methode verstehen und sie als Werkzeug auch über die Psychologie hinaus zugänglich machen (Braun & Clarke, 2006, S. 77–79). Die TA wie Braun und Clarke sie beschreiben passt zum Vorhaben dieser Arbeit, da sie genügend Flexibilität bietet und vergleichsweise zugänglich ist (d.h. auch geeignet für Unerfahrene in der Auswertung qualitativer Daten). Sie ist insofern flexibel, als sie nicht auf eine Theorie oder Epistemologie festgelegt ist. Dies verlangt im Gegenzug aktive Entscheidungen, um die jeweilige Art der TA durchführen zu können: Die Entscheidung z.B. für entweder einen induktiven (bottom-up) oder deduktiven (top-down) Ansatz sollte im Zusammenhang mit der Forschungsfrage und den Daten erfolgen. Die TA kann also sehr unterschiedlich ausgerichtet werden und ist (im Gegensatz zu anderen qualitativen Analysen) nicht theoriegebunden. Sie kann jedoch gleichwohl mit Theorie verbunden werden. Wichtig ist in jedem Fall, dass diese Entscheidungen transparent gemacht werden. Gleiches gilt für die gewählte Epistemologie, also Essentialismus/Realismus oder Konstruktivismus oder etwas dazwischen. In jedem Fall müssen Positionalität und Subjektivität der Forschenden bei einer qualitativen Analyse egal welcher Epistemologie anerkannt und mitgedacht werden. Die Vorentscheidungen sind eben Entscheidungen der forschenden Person und sie analysiert und kodiert die Daten (Braun & Clarke, 2006, S. 78–86).

4.2 Ziel

Auf Basis der TA werden in dieser Arbeit wiederkehrende Sinnzusammenhänge innerhalb der Lean-Wirkungen identifiziert und interpretiert. Dabei wird die TA für den vorliegenden Fall der Impact Analyse angepasst, einerseits durch eine Automatisierung (wird in Kapitel 5 und 6 vorgestellt), andererseits durch eine Ausdehnung der Analyse qualitativer Daten und quantitativer Daten. Unter quantitativen Daten werden in dieser Arbeit numerische Angaben, also Zahlen verstanden (genauer in Kapitel 6.5). Dieses Verständnis resultiert aus den untersuchten Live Cases, da diese Unterschiede aufweisen wie z.B. „eingesparte Zeit“ einmal mit Zahl (z.B. „2 Wochen“), in einem anderen A3 ohne Zahl. „Zeit“ wird daher als qualitativ kategorisiert, die „2 Wochen“ als quantitativ.

Weiter greift die TA dieser Masterarbeit auf die theoretischen Grundlagen von Lean zurück, wie Prozess, Kultur, PDCA, Standardisierung. In der Arbeit wird ein theoriegeleiteter deduktiver Ansatz mit dem induktiven verbunden. Die hybride Herangehensweise ermöglicht eine Fokussierung ohne Einengung (die genaue Vorgehensweise siehe 4.4). Diese Verbindung ermöglicht es, Bedeutungsmuster direkt aus den

Daten herauszuarbeiten und sie zugleich mit theoretischen Konzepten aus der Lean-Literatur in Beziehung zu setzen.

4.3 Erkenntnistheoretische Grundlagen

Hier wurde sich für einen realistisch erfahrungsorientierten Ansatz entschieden, da dieser die Erfahrungen der Teilnehmenden (ausgedrückt von den Expert*innen in den Live Cases) semantisch und explizit erfasst. In der vorliegenden Arbeit geht es nicht darum, latente Bedeutungen zu erkennen, sondern sie konzentriert sich auf semantischer Ebene auf explizite Formulierungen.

4.4 Methodisches Vorgehen

Braun und Clarke beschreiben sechs iterative Schritte der TA: 1 Vertrautmachen mit den Daten, 2 Codes generieren, 3 Themen suchen, 4 Themen überprüfen, 5 Themen definieren und benennen, 6 Report verfassen (Braun & Clarke, 2006, S. 87). Diese Schritte wurden angewendet und an manchen Stellen erweitert:

(0) Vorab

Im Vorfeld wurde aufbauend auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche zu Lean und Impact eine erste Themenkarte (V0) erstellt. Tabelle 1 bildete die Voraussetzung für die erste Version der thematischen Karte (V0) (Abbildung 12), welche die Kategorien der potenziellen Auswirkungen in Live Cases mit den entsprechenden Begriffen aus der Literatur verknüpft. Sie diente als Ausgangspunkt für die theoretische Strukturierung der Auswirkungen von Lean und als Grundlage für die Vertiefung und Kategorisierung der Themen in den nächsten Iterationen.

Tabelle 1 Übersicht der Impact-Typen und ihrer begrifflichen Verankerung in der Lean-Literatur

Impact Typen	Begriff in der Literatur	Kurzbeschreibung
Improvement / Prozessverbesserung	Process Flow, Workflow Reliability, Continuous Improvement, PDCA	Beschreibt die systematische Verbesserung von Abläufen und die Erhöhung der Prozessstabilität durch PDCA-Zyklen und kontinuierliches Lernen.
Reduction / Verschwendungsreduktion	Waste Reduction, Variability Reduction, Time & Defect Minimization	Zielt auf die Eliminierung von nicht-wertschöpfenden Aktivitäten und die Reduktion von Zeitverlusten und Fehlern ab.
Cost Saving / Kosteneinsparung	Productivity Increase, Resource Optimization, Value Generation	Fokussiert auf die effiziente Nutzung von Ressourcen und die Steigerung der Produktivität zur Senkung der Gesamtkosten.
Standardization / Standardisierung	Standardization, Systematization, Reproducibility	Betont die Vereinheitlichung und Reproduzierbarkeit von Prozessen, um gleichbleibende Qualität und Effizienz sicherzustellen.
Collaboration / Zusammenarbeit	Transparency, Coordination, Visual Management, ICE	Hebt die Bedeutung von Kommunikation, Transparenz und Teamintegration hervor, unterstützt durch visuelle Management-Methoden.
Cultural Change / Lernkultur	Organizational Learning, Behavioral Change, Lean Culture	Fokussiert auf die Entwicklung einer lernorientierten Organisation und die Veränderung von Verhaltensmustern im Sinne der Lean-Philosophie.
Digitalization / Integration	BIM + Lean Synergy, VDC, System Integration	Zeigt die Verbindung von Lean-Methoden mit digitalen Technologien zur besseren Integration von Prozessen, Daten und Akteuren.

Themenkarte (V0)

1. Quantitative Kriterien (messbar)

- **Zeit / Termine**
 - Zyklusdauer (vor / nach Optimierung)
 - Prozesszeitreduktion (%)
 - Projektfortschritt (Meter/Woche, Terminplanabweichung in %)
- **Produktivität / Ressourcen**
 - Mannstunden pro Einheit (z. B. pro Zyklus, pro Meter)
 - Maschinenstunden (Nutzungsgrad, vermiedene Stillstände)
 - Output/Input-Verhältnis (Effizienz)
- **Kosten**
 - Realisierte Einsparungen (CHF, % vom Budget)
 - Reduktion von Materialverbrauch (z. B. Anzahl Anker, Beton- oder Stahlmenge)
 - Stückkosten (CHF pro Meter, pro Zyklus)
- **Qualität**
 - Anzahl vermiedener Nacharbeiten oder Mängel
 - Fehlerquote (vor / nach)
- **Sicherheit**
 - Anzahl Vorfälle / Unfälle
 - Reduktion von risikobehafteten Handgriffen

2. Qualitative Kriterien (wahrgenommen, organisatorisch)

- **Zusammenarbeit**
 - Kommunikationsniveau zwischen Teams (Planung ↔ Baustelle)
 - Aktive Beteiligung der Mitarbeitenden an Lösungen
- **Innovation / Lernen**
 - Einführung neuer technischer oder organisatorischer Lösungen
 - Grad an Kreativität / Eigeninitiative im Projekt
- **Standardisierung**
 - Anwendung von Lean-Methoden (PDCA, Wertstromanalyse, Last Planner)
 - Entwicklung wiederverwendbarer Standards für Folgeprojekte
- **Lean-Kultur / Engagement**
 - Übernahme von Lean-Praktiken durch die Teams
 - Motivation und Engagement für kontinuierliche Verbesserung
- **Stakeholder-Zufriedenheit**
 - Positives Feedback von Sponsor oder internem Auftraggeber
 - Wahrgenommene Verbesserung in Transparenz und Nachvollziehbarkeit

Abbildung 12 Themenkarte (V0) (eigene Darstellung)

(1) Vertrautmachen mit den Daten

Aufbauend auf diesem deduktiven Beginn wurde sich mit den Daten vertraut gemacht, was dem ersten Schritt nach Braun und Clarke entspricht. Dabei wurden die A3-Berichte der letzten Kohorte und punktuell die Präsentationen (wenn die A3-Berichte wenig aussagekräftig waren) gelesen, um sprachliche Regelmässigkeiten zu erkennen (dabei wurden die schwedischen und norwegischen aufgrund der sprachlichen Unkenntnis des Forschenden in diesem ersten Schritt ausgeklammert). Die Berichte und Präsentationen unterscheiden sich in ihrem Detailgrad stark. Ihnen gemeinsam ist allerdings ihre Struktur (Abbildung 13), die dem Prinzip der PDCA (siehe Kapitel 3) folgt. Da die Analyse sich für die Lean Impacts interessiert, fokussiert sie sich auf Check und Act.

Plan

1. Hintergrund, Information & Problem

2. Ist-Situation

3. Ziel

4. Analyse

Do, Check, Act

5. Organisationsmassnahmen, Aktivitäten

6. Bestätigung, Kontrolle

7. Fortschreibung und anhaltende Schritte

Annotations:

- Prägnante, klare und kurze Problemstellung. Wenn immer möglich mit Daten untermauert.
- Klare Beschreibung des Ist-Zustands, Beweis für das Vorhandensein des Problems. Oft mit Daten und Visualisierung untermauert.
- SMART [Specific, Measurable, Accepted, Reasonable, Time-Bound] Zielsetzung.
- Deine Problemanalyse. Begründe, warum du den Lösungsweg gewählt hast und wie er die Hauptursachen deines Problems angeht. (verwende gängige Instrumente zur Problemanalyse)
- Ein Aktionsplan, der Aufgaben und Verantwortlichkeiten zur Lösung des Problems festlegt
- Überprüfe, ob deine Umsetzung funktioniert und du das in Punkt 3 gesetzte Ziel erreichst.
- Lege künftige Schritte fest, wie du Folgemaassnahmen ergreift und dafür sorgst, dass die Verbesserung "hängen bleibt".

Abbildung 13 Aufbau eines A3-Reports entlang der PDCA-Logik (Quelle: interne Schulungsunterlagen, Implenia)

(2) Erste Kodierung

Daraus wurden induktiv neue Erkenntnisse mitaufgenommen in die Themenkarte (V1), nicht gefundene Kriterien aus der Themenkarte (V0) wurden jedoch nicht gelöscht. Die Themenkarte (V1) (Abbildung 14) enthält qualitative Codes (Zusammenarbeit, Kommunikation, Innovation, Engagement,

Zufriedenheit) sowie quantitative Codes (Zeit, Kosten, Produktivität, Sicherheit, Qualität). Später mit der Themenkarte (V2) (Abbildung 15) wurden auch Zeit, Kosten und Produktivität etc. als qualitativ definiert und nur numerische Angaben als quantitativ (wie in 4.2 beschrieben).

Themenkarte (V1)

1. Quantitative Kriterien (messbar)

•Zeit / Termine

- Zyklusdauer (vor / nach Optimierung)
- Prozesszeitreduktion (%)
- Projektfortschritt (Meter/Woche, Terminplanabweichung in %)

•Produktivität / Ressourcen

- Mannstunden pro Einheit (z. B. pro Zyklus, pro Meter)
- Maschinenstunden (Nutzungsgrad, vermiedene Stillstände)
- Output/Input-Verhältnis (Effizienz)

•Kosten

- Realisierte Einsparungen (CHF, % vom Budget)
- Reduktion von Materialverbrauch (z. B. Anzahl Anker, Beton- oder Stahlmenge)
- Stückkosten (CHF pro Meter, pro Zyklus)

•Qualität

- Anzahl vermiedener Nacharbeiten oder Mängel
- Fehlerquote (vor / nach)

•Sicherheit

- Anzahl Vorfälle / Unfälle
- Reduktion von risikobehafteten Handgriffen

2. Qualitative Kriterien (wahrgenommen, organisatorisch) •

Zusammenarbeit / Kommunikation

- Kommunikationsniveau zwischen Teams (Planung ↔ Baustelle)
- Aktive Beteiligung der Mitarbeitenden an Lösungen
- Zusammenarbeit und Interdisziplinarität
- Monitoring & Deviation Control
- KPI Reporting Frequency

Innovation / Lernen

- Einführung neuer technischer oder organisatorischer Lösungen
- Grad an Kreativität / Eigeninitiative im Projekt
- Training & Development
- Autonomy der Teams
- Cultural Change

Prozessqualität / Effizienz

- Planungsstabilität
- Prozessstabilität und -zuverlässigkeit
- Prozesszeit / Lead Time Reduction
- Processing Time & Process Efficiency
- On-time Progress
- Process Integration
- Risk Planning Quality

Standardisierung / Wissensmanagement

- Anwendung von Lean-Methoden (PDCA, Wertstromanalyse, Last Planner)
- Entwicklung wiederverwendbarer Standards für Folgeprojekte
- Standardization Level & Scope
- Process Standard Established
- Archiving Method & Reporting Volume
- Analysis Coverage & Paper Usage

Lean-Kultur / Engagement

- Übernahme von Lean-Praktiken durch die Teams
- Motivation und Engagement für kontinuierliche Verbesserung
- Collaboration & Engagement
- Deployment Scope

Stakeholder-Zufriedenheit

- Positives Feedback von Sponsor oder internem Auftraggeber
- Wahrgenommene Verbesserung in Transparenz und Nachvollziehbarkeit
- User Feedback & Communication

Abbildung 14 Themenkarte (V1) (eigene Darstellung)

Themenkarte (V2)

<p>1. Qualitativ (Quantitativ) Kriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeit / Termine <ul style="list-style-type: none"> • Zyklusdauer (vor / nach Optimierung) • Prozesszeitreduktion (%) • Projektfortschritt (Meter/Woche, Terminplanabweichung in %) • Produktivität / Ressourcen <ul style="list-style-type: none"> • Mannstunden pro Einheit (z. B. pro Zyklus, pro Meter) • Maschinenstunden (Nutzungsgrad, vermiedene Stillstände) • Output/Input-Verhältnis (Effizienz) • Kosten <ul style="list-style-type: none"> • Realisierte Einsparungen (CHF, % vom Budget) • Reduktion von Materialverbrauch (z. B. Anzahl Anker, Beton- oder Stahlmenge) • Stückkosten (CHF pro Meter, pro Zyklus) • Qualität <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl vermiedener Nacharbeiten oder Mängel • Fehlerquote (vor / nach) • Sicherheit <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Vorfälle / Unfälle • Reduktion von risikobehafteten Handgriffen <p>2. Qualitative Kriterien (wahrgenommen, organisatorisch) •</p> <p>Zusammenarbeit / Kommunikation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsniveau zwischen Teams (Planung ↔ Baustelle) • Aktive Beteiligung der Mitarbeitenden an Lösungen • Zusammenarbeit und Interdisziplinarität • Monitoring & Deviation Control • KPI Reporting Frequency • Interdisziplinarität <p>Innovation / Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung neuer technischer oder organisatorischer Lösungen • Grad an Kreativität / Eigeninitiative im Projekt • Training & Development • Autonomy der Teams • Cultural Change <p>Prozessqualität / Effizienz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planungsstabilität • Prozessstabilität und -zuverlässigkeit • Prozesszeit / Lead Time Reduction • Processing Time & Process Efficiency • On-time Progress • Process Integration • Risk Planning Quality 	<p>Standardisierung / Wissensmanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung von Lean-Methoden (PDCA, Wertstromanalyse, Last Planner) • Entwicklung wiederverwendbarer Standards für Folgeprojekte • Standardization Level & Scope • Process Standard Established • Archiving Method & Reporting Volume • Analysis Coverage & Paper Usage • Dokumentationsqualität Struktur und Vollständigkeit <p>Lean-Kultur / Engagement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übernahme von Lean-Praktiken durch die Teams • Motivation und Engagement für kontinuierliche Verbesserung • Collaboration & Engagement • Deployment Scope • Autonomie der Teams Entscheidungsspielräume <p>Stakeholder-Zufriedenheit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positives Feedback von Sponsor oder internem Auftraggeber • Wahrgenommene Verbesserung in Transparenz und Nachvollziehbarkeit • User Feedback & Communication
---	--

Abbildung 15 Themenkarte (V2) (eigene Darstellung)

Themenkarte (V2) (Abbildung 15) versteht quantitative Kriterien als qualitative, ausser wenn ein numerischer Wert ablesbar ist, dargestellt in Klammern.

(3) Suche nach Themen

Als dritter Schritt (wobei diese Schritte einem iterativen Prozess gleichkommen, also nicht einzelne abgeschlossene Phasen darstellen), wurden ähnliche Codes in übergeordnete Bedeutungscluster zusammengeführt. Dabei kristallisierten sich drei Hauptachsen heraus: operative Leistung, Prozessstandardisierung und organisationale Dynamik. Jedes Cluster repräsentiert eine zusammenhängende Bedeutungsstruktur. Darüber hinaus wurde eine Automatisierung der Datenauslese vorgenommen. Damit wurden auch die schwedischen und norwegischen Berichte eingeschlossen. Die ausgelesenen Daten wurden ebenfalls automatisch interpretiert und in eine Struktur überführt.

(4) Überprüfung der Themen

Auch der vierte Schritt, die Überprüfung der Themen auf interne Kohärenz und externe Abgrenzung, wurde automatisiert anhand des PoCs (siehe genauer in Kapitel 6) Überlappungen wurden bereinigt,

verwandte Kategorien zusammengeführt und präzisiert, um die Kohärenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu sichern.

(5) Definition und Benennung der Themen

Im fünften Schritt wurden die Themen definiert und benannt in der Themenkarte (V2). Drei Hauptthemen (Cluster) wurden definiert und mit Beispielen versehen:

- **Operative Leistung:** Verbesserungen in Zeit, Produktivität und Abfallreduzierung (z. B. kürzere Durchlaufzeiten).
- **Strukturierung und Standardisierung von Prozessen:** Entwicklung von Workflows, Standards und Checklisten.
- **Organisationale und soziale Dynamiken:** Zusammenarbeit, Kommunikation, Lernen und Stakeholder-Zufriedenheit.

(6) Redaktion und Interpretation

Der sechste Schritt, das Verfassen eines Berichts, wurde einerseits in einem Dashboard visualisiert und andererseits manuell ein Bericht verfasst (siehe Kapitel 6.6), der die Erkenntnisse über die Lean Impact Messung zusammenfasst. Der finale Schritt verbindet qualitative und quantitative Ergebnisse zu einem konsistenten Gesamtbild. Zur Verdeutlichung wurde eine Übergangsformulierung eingefügt: Die qualitativen Erkenntnisse wurden mit den quantitativen Resultaten kombiniert, um ein umfassendes Verständnis der Lean-Effekte zu gewinnen.

4.5 Tabelle der Themen und Unterthemen (TA)

Die folgende Übersicht fasst alle im Rahmen der TA identifizierten Lean-Impacts zusammen. Sie integriert sowohl qualitative als auch quantitative Ergebnisse und zeigt damit die inhaltliche und numerische Verteilung der erkannten Themen.

Auf der qualitativen Ebene dominieren kollaborative und standardisierungsbezogene Verbesserungen, die rund zwei Drittel aller beobachteten Wirkungen ausmachen. Diese widerspiegeln kulturelle Veränderungen wie Vertrauen, Kommunikation und Teamkultur.

Die quantitative Ebene umfasst messbare numerische Angaben wie Zeit-, Kosten- und Produktivitätssteigerungen, die zusammen etwa ein Drittel des Gesamtkorpus ausmachen.

Die Tabelle verdeutlicht somit, dass Lean Construction vor allem durch organisatorisches Lernen und verbesserte Zusammenarbeit wirkt, während ökonomische Ergebnisse als Folge stabilerer Prozesse entstehen.

Tabelle 2 stellt die im Rahmen der TA identifizierten Lean-Wirkungen in aggregierter Form dar und zeigt deren Verteilung nach qualitativen und quantitativen Impact-Typen anhand von Häufigkeiten und Anteilen. Dabei wird deutlich, dass qualitative Wirkungen, insbesondere in den Bereichen Zusammenarbeit und Standardisierung, den grössten Anteil der erfassten Effekte ausmachen.

Tabelle 2 Analyse der Impact-Kategorien

Kategorie	Impact Type	Anzahl	%
Qualitativ	Collaboration / Improvement	139	49.28 %
Qualitativ	Standardization	37	13.41 %
Qualitativ	Reduction	11	3.99 %
Qualitativ	Safety	4	1.45 %
Qualitativ	Cost Saving (wahrgenommen)	1	0.36 %
Qualitativ	Other	3	1.09 %
Quantitativ	Cost Saving (messbar)	22	7.97 %
Quantitativ	Reduction (Zeit/Kosten)	24	8.70 %
Quantitativ	Improvement (Produktivität)	13	4.71 %
Quantitativ	Increase (Produktion)	2	0.72 %
Quantitativ	Loss Identified	2	0.72 %
Quantitativ	Negative / Neutral	3	1.09 %
Quantitativ	Other	1	0.36 %

Tabelle 3 ergänzt diese Übersicht durch eine inhaltliche Einordnung der einzelnen Impact-Typen und beschreibt die zugehörigen Subthemen sowie deren Bedeutung im Projektkontext.

Tabelle 3 Interpretation der Impact-Typen

Impact Type	Subthemen / Beispiele	Beschreibung
Collaboration / Improvement	Kommunikation, Vertrauen, Teamkultur	Verbesserte Zusammenarbeit, gemeinsame Verantwortung und Wissensaustausch zwischen den Projektbeteiligten; Grundlage für organisatorisches Lernen und Lean-Kultur.
Standardization	5S, Transparenz, visuelles Management	Entwicklung und Anwendung von Standards und Checklisten; Einführung klarer Strukturen und Regeln zur Förderung von Stabilität und Wiederholbarkeit.
Reduction	Zeit-, Material- und Prozessoptimierung	Eliminierung von Verschwendung (Muda) durch Standardisierung, Visualisierung und verbesserte Prozessabstimmung.
Safety	Arbeitssicherheit, Risikoreduktion	Verbesserte Sicherheit und Risikoreduktion auf der Baustelle durch klare Abläufe und Verantwortlichkeiten.

Cost Saving (wahrgenommen)	Ressourceneffizienz, Materialeinsparung	Wahrgenommene finanzielle Einsparungen, meist indirekt durch Prozessverbesserungen.
Other (qualitativ)	Motivation, Schulung, Führung	Ergänzende Faktoren, die kulturelle und organisatorische Lernprozesse beschreiben.
Cost Saving (messbar)	Finanzielle Einsparungen	Messbare monetäre Wirkungen durch reduzierte Nacharbeiten und präzisere Planung.
Reduction (Zeit/Kosten)	Durchlaufzeit, Ressourcenverbrauch	Zeit- und Kostenreduktion durch effizientere Arbeitsprozesse und bessere Abstimmung.
Improvement (Produktivität)	Effizienzsteigerung, Leistungszuwachs	Steigerung der Effizienz oder Produktivität durch optimierte Arbeitsabläufe.
Increase (Produktion)	Outputsteigerung, Kapazität	Nachweisbare Produktionssteigerung durch Lean-Implementierung.
Loss Identified	Fehlererkennung, Nacharbeit	Identifizierte Ineffizienzen oder Prozessverluste, die künftig reduziert werden können.
Negative / Neutral	Unveränderte oder unerwartete Effekte	Negative oder neutrale Auswirkungen, z. B. fehlende Daten oder unklare Ergebnisse.

5 Lösungsprozess: Automatisierter Workflow

Kapitel 5 dokumentiert den praktischen Entwicklungsweg von den ersten Annahmen bis zu einer konsolidierten Workflow-Logik. Im Fokus stehen die Lernschritte, die verworfenen bzw. angepassten Lösungsansätze sowie die Begründung des Übergangs in den PoC.

5.1 Ausgangspunkt und Lernphase

Zu Beginn des Projekts bestand keine praktische Erfahrung im Aufbau automatisierter Datenprozesse oder in der Anwendung von Workflow-Automatisierungsplattformen. Daher wurde eine explorative Lernphase durchgeführt, um die grundlegenden Konzepte der Prozessautomatisierung, Datenextraktion und Formatttransformation zu verstehen.

Als Lerninstrument kam die Open-Source-Plattform n8n zum Einsatz, da sie einen einfachen, intuitiven und nachvollziehbaren Zugang zur Workflow-Automatisierung bietet und sich besonders für das experimentelle Erlernen grundlegender Automatisierungslogiken und Datenprozessstrukturen eignet. Sie diente dazu, die Prinzipien von Triggern, Variablen, Datentransformationen und bedingten Abläufen in einer kontrollierten Umgebung zu erlernen. Diese Phase ermöglichte es, die Logik hinter automatisierten Workflows konzeptionell zu erfassen und ein Verständnis für Abhängigkeiten, Fehlertoleranz und Datendurchfluss zu entwickeln. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse bildeten die methodische Grundlage für den späteren Aufbau eines skalierbaren Systems auf Basis der Microsoft-365-Umgebung.

5.2 Begriffliche Grundlagen: Workflow und Workflow Management System

Für den Lösungsprozess dieser Arbeit ist eine begriffliche Abgrenzung zwischen *Workflow* und *Workflow Management System* erforderlich. Die Unterscheidung folgt der Definition der Workflow Management Coalition (WfMC): Ein *Workflow* bezeichnet die teilweise oder vollständige Automatisierung eines Geschäftsprozesses, bei der Dokumente, Informationen oder Aufgaben gemäss festgelegten Verfahrensregeln zwischen beteiligten Teilnehmenden weitergeleitet werden. Ein *Workflow Management System* (WfMS) ist ein Softwaresystem, das die Ausführung von Workflows mithilfe von Software definiert, erstellt und verwaltet. Es läuft auf einer oder mehreren Workflow-Motoren, welche die Prozessdefinition interpretieren, mit den Workflow-Teilnehmenden interagieren und bei Bedarf IT-Tools und -Anwendungen nutzen können (Weske, 2007, S. 49–50).

In der vorliegenden Arbeit wurde nach obiger Definition ein Workflow geschaffen. Dabei stand die technische Automatisierung und Orchestrierung dieses klar abgegrenzten, datengetriebenen Workflows im Fokus. Es wird sich hier also auf die technische Umsetzung eines konkreten Automatisierungsworkflows fokussiert. Im Folgenden wird von Workflow oder automatisiertem Workflow gesprochen.

5.3 Rollen und Teilnehmende im Workflow

Das nachfolgende Schema (Abbildung 16) zeigt den erarbeiteten Workflow mit seinen Teilnehmenden:

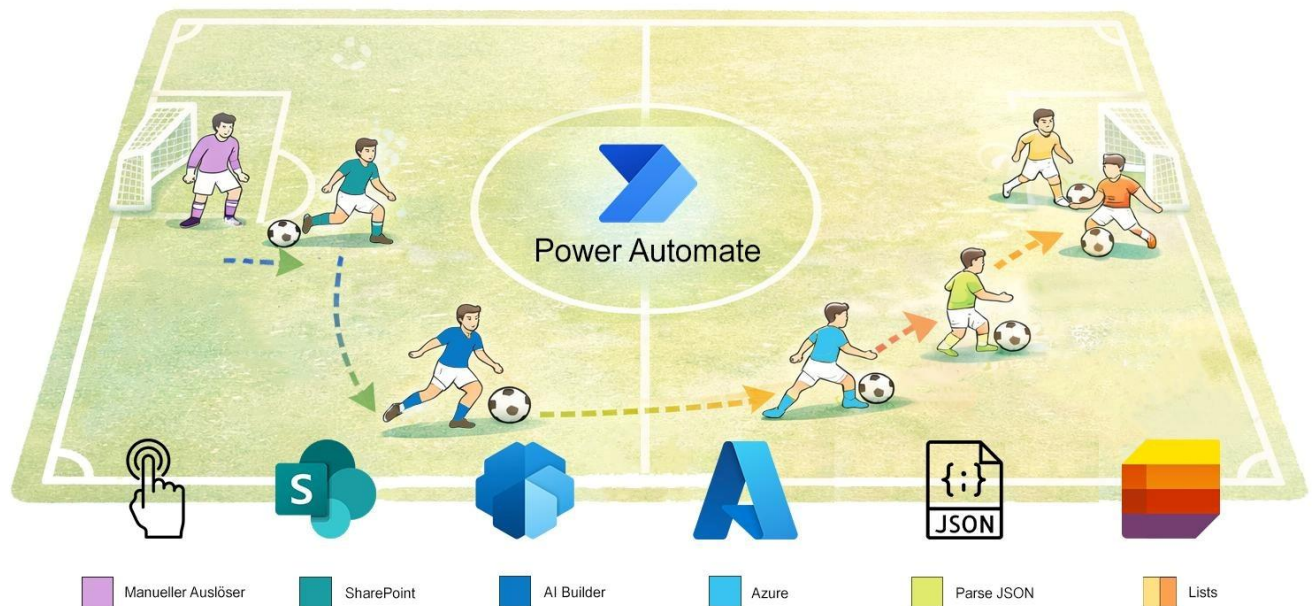


Abbildung 16 Taktisches Schema der Teilnehmenden im Workflow (eigene Darstellung)

Das dargestellte Workflow-Schema zeigt Power Automate als Workflow Management System (WfMS), welches die einzelnen Schritte eines automatisierten Prozesses koordiniert. Der manuelle Trigger initiiert die Ausführung. SharePoint übernimmt dabei die Bereitstellung und den Zugriff auf die Dateien, indem Ordnerinhalte aufgelistet und der jeweilige Dateiinhalt für die Weiterverarbeitung geladen werden. Anschliessend führt AI Builder die OCR-Texterkennung durch und wandelt die Dokumente in maschinenlesbaren Text um. Die weitere Verarbeitung erfolgt über Microsoft Azure, wo die strukturierten Anfragen verarbeitet werden. Parse JSON überführt die erhaltenen Ergebnisse in klar definierte Datenstrukturen, bevor die Informationen schrittweise in Lists gespeichert und aktualisiert werden.

Die im Schema verwendeten unterschiedlichen Farben kennzeichnen die beteiligten Systeme und Rollen visuell. Sie dienen ausschliesslich der besseren Verständlichkeit der Darstellung; funktional agieren alle Komponenten als eine gemeinsame Einheit innerhalb desselben Workflows, koordiniert durch Power Automate als zentrale Orchestrationsinstanz.

5.4 Verworfenne und angepasste Ideen

Im Verlauf der Lösungsentwicklung wurden verschiedene technische und konzeptionelle Ansätze untersucht, kritisch bewertet und teilweise verworfen. Diese Entscheidungen sind integraler Bestandteil des iterativen Entwicklungsprozesses und reflektieren den wissenschaftlichen Anspruch, Machbarkeit, Effizienz und Skalierbarkeit systematisch gegeneinander abzuwägen.

5.4.1 Zentrale Datenbank auf Basis von Microsoft Dataverse

Ein zunächst verfolgter Ansatz war die Implementierung einer zentralen Datenbankstruktur auf Basis von Microsoft Dataverse. Dieses Konzept versprach eine hohe Datenintegrität sowie die Abbildung komplexer Relationen zwischen Metadaten und extrahierten Wirkungsdaten. Aufgrund der Lizenzkosten, der administrativen Komplexität und der begrenzten Projektlaufzeit wurde dieser Ansatz jedoch nicht weiterverfolgt. Die konzeptionellen Überlegungen sowie die detaillierte Begründung zur Verwerfung einer zentralen Datenbank auf Basis von Microsoft Dataverse sind in Anhang 4 (Kapitel 14.4) dokumentiert. Stattdessen wurde eine pragmatische Lösung auf Basis von Microsoft SharePoint und Microsoft Lists gewählt, welche eine geringere Eintrittsschwelle bietet und zugleich eine ausreichende Funktionalität für die Validierung des Konzepts im Rahmen des PoC ermöglicht.

Die zugehörige Abbildung 17 zeigt die konzeptionelle Entwurfsansicht eines relationalen Datenmodells zur Erfassung von Lean-Wirkungen. Sie beschreibt die logischen Beziehungen zwischen zentralen Entitäten wie Projekt, Evaluation, Wirkungen und Einsparungen und dient der konzeptionellen Einordnung eines späteren Dataverse-basierten Zielsystems. Diese Struktur wurde bewusst nicht implementiert, bildete jedoch eine wichtige Referenz für die Ausgestaltung der vereinfachten Datenstruktur im PoC.

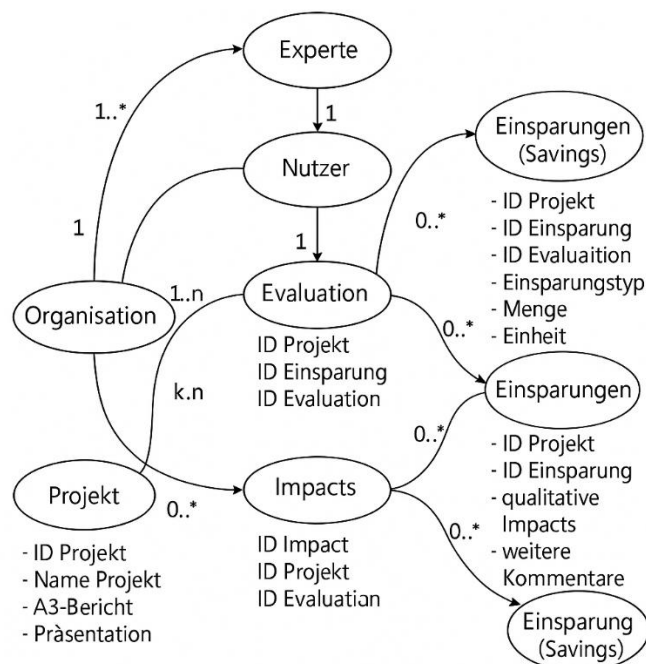


Abbildung 17 Konzeptionelles relationales Datenmodell (Entwurf; eigene Darstellung, mit KI generiert [ChatGPT])

Ergänzend dazu wurde ein UML-Diagramm (Abbildung 18) erstellt, welches die konzeptionelle Datenstruktur einer möglichen Lean-Expert-Program-Datenbank beschreibt. Es definiert die Beziehungen zwischen den Entitäten Projekt, Evaluation, Impacts und Savings sowie deren eindeutige Identifikatoren. Die Trennung zwischen qualitativen Wirkungen (Impacts) und quantitativen Angaben (Savings) ermöglicht eine differenzierte Betrachtung und bildet die Grundlage für eine spätere quantitative Auswertung.

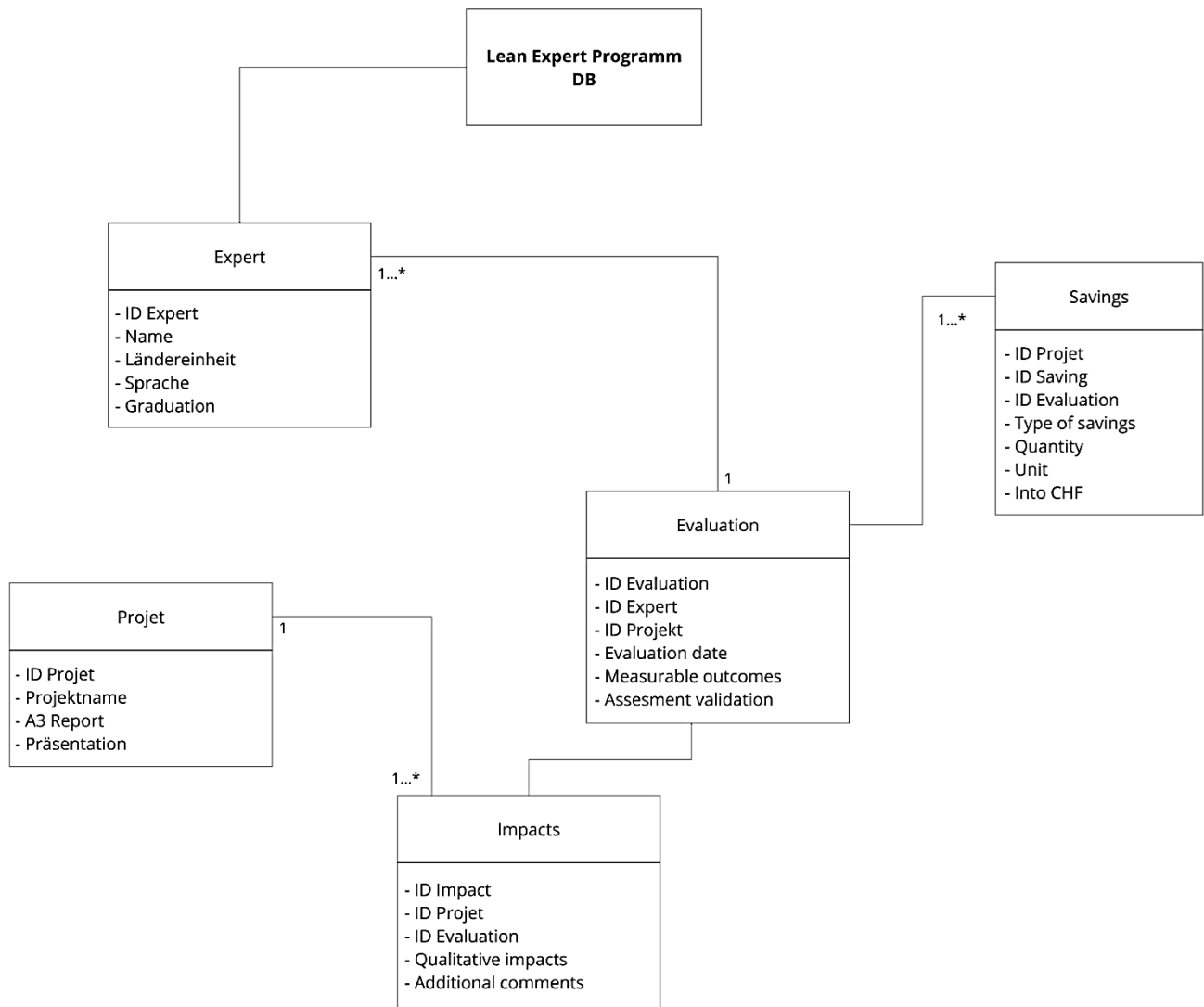


Abbildung 18 UML-Diagramm der konzeptionellen Datenstruktur des Lean-Expert-Programs (Entwurf; eigene Darstellung)

5.4.2 Namenkonvention

Zu Beginn der Analyse zeigte sich, dass die untersuchten Dateien keine einheitliche Benennungslogik aufwiesen. Die Dateinamen unterschieden sich je nach Jahrgang, Dokumenttyp und Herkunft deutlich und folgten keinen konsistenten Regeln. Vor diesem Hintergrund wurde die Einführung einer standardisierten Namenkonvention als möglicher Ansatz geprüft, um relevante Informationseinheiten strukturiert im Dateinamen abzubilden. Die geprüfte Konvention sah vor, zentrale Metadaten in fester Reihenfolge im Dateinamen zu codieren (Tabelle 4). Auf dieser Basis wurde explorativ untersucht, ob sich eine automatische Umbenennung bestehender Dateien realisieren lässt. Im weiteren Projektverlauf zeigte sich jedoch, dass eine solche Umbenennung für die Zielsetzung dieser Arbeit keine notwendige Voraussetzung darstellt, da die relevanten Informationen unabhängig von der Dateibenennung direkt aus den Dokumentinhalten extrahiert werden konnten. Der Ansatz einer automatisierten Namenkonvention wurde daher verworfen und nicht weiterverfolgt.

Tabelle 4 Struktur der geprüften Dateinamens-Konvention

Feld	Bedeutung
Abgabedatum	Datum der Abgabe (JJJJMMTT)
Dokumenttyp	A3 Report oder Presentation
Name	Vorname Nachname
BU	Business Unit
Land	Ländercode

5.4.3 Konversion Liste

Ein zunächst verfolgter Ansatz bestand in der Einführung einer separaten Microsoft-Lists zur Umrechnung quantitativer Impacts (z. B. Zeit, Ressourcen, Maschinen) in monetäre Werte. Diese sogenannte Lean Impact Conversion (Tabelle 5) enthielt standardisierte Annahmen zu Stundensätzen und Umrechnungsfaktoren. In der weiteren Ausarbeitung zeigte sich jedoch, dass dieser Ansatz für das Erkenntnisinteresse der Arbeit nicht erforderlich war. Die zusätzliche Pflege und Pflegeabhängigkeit einer separaten Umrechnungsliste erhöhte die Komplexität des Datenmodells, ohne einen entsprechenden Mehrwert für die Analyse zu liefern. Der Ansatz wurde daher verworfen.

Tabelle 5: Lean Impact Conversion (fiktive Annahmen; keine realen organisationsinternen Kennzahlen)

Resource Type	Country	Local hourly rate	Currency	CHF rate
Manager	CH	90	CHF	90
Worker	CH	45	CHF	45
Big machine	CH	120	CHF	120
Small machine	CH	60	CHF	60
Manager	DE	70	EUR	65.17
Worker	DE	40	EUR	37.24
Big machine	DE	100	EUR	93.10
Small machine	DE	55	EUR	51.21
Manager	FR	65	EUR	60.52
Worker	FR	38	EUR	35.38
Big machine	FR	95	EUR	88.45
Small machine	FR	50	EUR	46.55
Manager	NO	850	NOK	67.41
Worker	NO	450	NOK	35.68
Big machine	NO	1100	NOK	87.23

Small machine	NO	600	NOK	47.58
Manager	SE	650	SEK	55.05
Worker	SE	350	SEK	29.64
Big machine	SE	900	SEK	76.23
Small machine	SE	500	SEK	42.35
Manager	AT	75	EUR	69.83
Worker	AT	42	EUR	39.10
Big machine	AT	105	EUR	97.76
Small machine	AT	57	EUR	53.07

5.5 Iterativer Aufbau des Workflows

Der Aufbau des Workflows erfolgte nicht linear, sondern als iterativer Entwicklungsprozess. Dieser ist in zwei Iterationsebenen organisiert. Auf der höheren Ebene strukturieren die vier PoC-Iterationen den Entwicklungsfortschritt. Auf einer niedrigeren Ebene fanden innerhalb dieser Iterationen viele weitere kleine Teiliterationen statt. Sie spiegeln den kontinuierlichen Lern- und Anpassungsprozess wider und sind teilweise in den PDCA-basierten Anhängen dokumentiert. Ausgangspunkt war eine bewusst reduzierte Anfangslösung, welche primär als Lern- und Experimentierumgebung diente.

Jede Iteration adressierte ein konkret identifiziertes methodisches oder technisches Problem, das im vorangehenden Schritt sichtbar geworden war. Anpassungen betrafen die Ordnung der extrahierten Daten, die konsequente Trennung zwischen Metadaten und Wirkungsangaben sowie die interne Strukturierung der Ergebnisse. Der Workflow entwickelte sich dabei parallel zum vertieften Verständnis der Dokumentinhalte und deren systematischer Auswertbarkeit.

Der iterative Ansatz ermöglichte es, Annahmen frühzeitig zu überprüfen und Fehlentwicklungen zu korrigieren, bevor sie in einer stabilen Workflow-Logik verfestigt wurden. Entscheidungen wurden dabei nicht isoliert aus technischer Perspektive getroffen, sondern stets im Hinblick auf die spätere analytische Nutzbarkeit und Interpretierbarkeit der erzeugten Daten.

Der entwickelte Workflow ist somit als Ergebnis eines kumulativen Lernprozesses zu verstehen, in dem technische Umsetzung, methodische Reflexion und Datenverständnis eng miteinander verknüpft waren. Die Validierung der konsolidierten Struktur erfolgt im nachfolgenden PoC.

6 Proof of Concept (PoC) und Prototyp

Dieses Kapitel markiert den Übergang von der konzeptionellen Entwicklung zur empirisch-technischen Überprüfung des entwickelten Ansatzes. Aufbauend auf dem Vorgehen der TA (Kapitel 4) wird untersucht, ob die identifizierten Wirkungskategorien technisch automatisiert extrahiert, strukturiert und weiterverarbeitet werden können.

Der PoC dient dabei der systematischen Überprüfung der technischen Machbarkeit des Ansatzes. Der Prototyp bildet zusätzlich eine fiktive monetäre Übersetzung und das Dashboard eine Visualisierung der Analyse.

6.1 Zielsetzung des PoC

Das Lesen der Live Cases im Sinne der TA zeigte, dass Lean-Wirkungen in zwei komplementären Dimensionen auftreten: einer qualitativen Dimension und einer quantitativen Dimension.

Ziel des PoC ist es zu überprüfen, ob diese beiden Wirkungsebenen technisch automatisiert erkannt und strukturiert abgebildet werden können; ob richtig kategorisiert wird, oder ein Bias vorliegt. Der Fokus liegt dabei nicht auf der Bewertung der Wirkungen, sondern auf der grundsätzlichen Machbarkeit ihrer automatisierten Erfassung.

6.1.1 Begründung für den PoC

Die Idee eines automatisierten Workflows zur Auswertung der in den Live Cases dokumentierten Daten des Lean Expert Programs entstand einerseits aufgrund der langwierigen manuellen Auswertung und andererseits mit dem Gedanken, einen Workflow zu schaffen, der reproduzierbar ist und der weitere Daten auswerten kann. Im PoC wurde überprüft, ob der entwickelte Ansatz die Daten zuverlässig extrahieren kann.

6.1.2 Prüfgegenstand des PoC

Im Rahmen des PoC wird überprüft, ob die drei Säulen (Abbildung 19), Metadaten (Dokumenttyp, Namen der Dateien, Expert*innen, Jahr, Sprache und Business Unit), qualitative Wirkungen (z. B. Zusammenarbeit, Standardisierung, Kommunikation) und quantitative Wirkungen (z. B. Zeit- und Kosteneinsparungen in numerischer Angabe) korrekt erkannt und zugeordnet werden können.

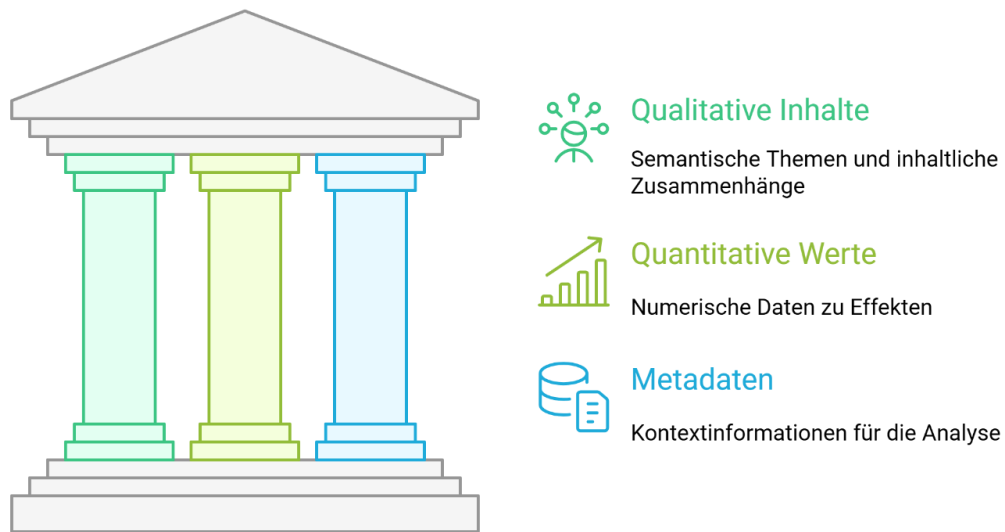


Abbildung 19 Drei Säulen des PoC (eigene Darstellung)

Abgeleitete Hypothesen

Auf Grundlage der TA und der identifizierten Struktur der Live-Case-Dokumente werden für den PoC folgende Hypothesen überprüft:

1. Die im Rahmen der TA identifizierten semantischen Themen sind technisch reproduzierbar.
2. Ein automatisierter Workflow kann Metadaten sowie qualitative und quantitative Impacts erkennen.
3. Die Extraktionsergebnisse sind über unterschiedliche Dokumenttypen und Sprachen hinweg konsistent.

6.2 Methodischer Aufbau des PoC

Der Workflow wurde iterativ und explorativ entwickelt und umfasst zwei Iterationsebenen. Vier PoC-Iterationen strukturieren den Gesamtfortschritt, während innerhalb dieser Ebene kleinschrittige Teilliterationen nach dem PDCA-Prinzip durchgeführt wurden. Dieses Vorgehen folgt der Lean-Lernlogik und unterstützt die schrittweise Prüfung der technischen Machbarkeit (Abbildung 20). Die Anwendung des PDCA-Zyklus erfolgte wie folgt:

- **Plan:** Ableitung der Extraktionskategorien, Codes und Datenfelder auf Basis der Ergebnisse der TA (Kapitel 4). Die dort identifizierten semantischen Themen bildeten den konzeptionellen Rahmen für die spätere automatisierte Erfassung.
- **Do:** Implementierung eines automatisierten Workflows in Microsoft Power Automate zur Verarbeitung der Live-Case-Dokumente (Kapitel 5). Die Texterkennung und semantische Analyse erfolgte KI-gestützt unter Verwendung eines grossen Sprachmodells (Azure GPT-5). Ziel dieser Phase ist die technische Umsetzung der zuvor definierten Kategorien in eine maschinell ausführbare Extraktions- und Parsing-Logik.

- **Check:** Vergleich der durch den automatisierten Workflow erzeugten Ergebnisse mit manuell analysierten Referenzfällen. Dieser Schritt diente der systematischen Überprüfung, ob Metadaten sowie qualitative und quantitative Impacts korrekt erkannt und den vorgesehenen Kategorien zugeordnet werden.
- **Act:** Anpassung der Prompts, Datenfelder und der Parsing-Struktur auf Basis der identifizierten Abweichungen zwischen manueller und automatisierter Auswertung, um Fehlklassifikationen zu reduzieren und die Extraktionslogik zu präzisieren.

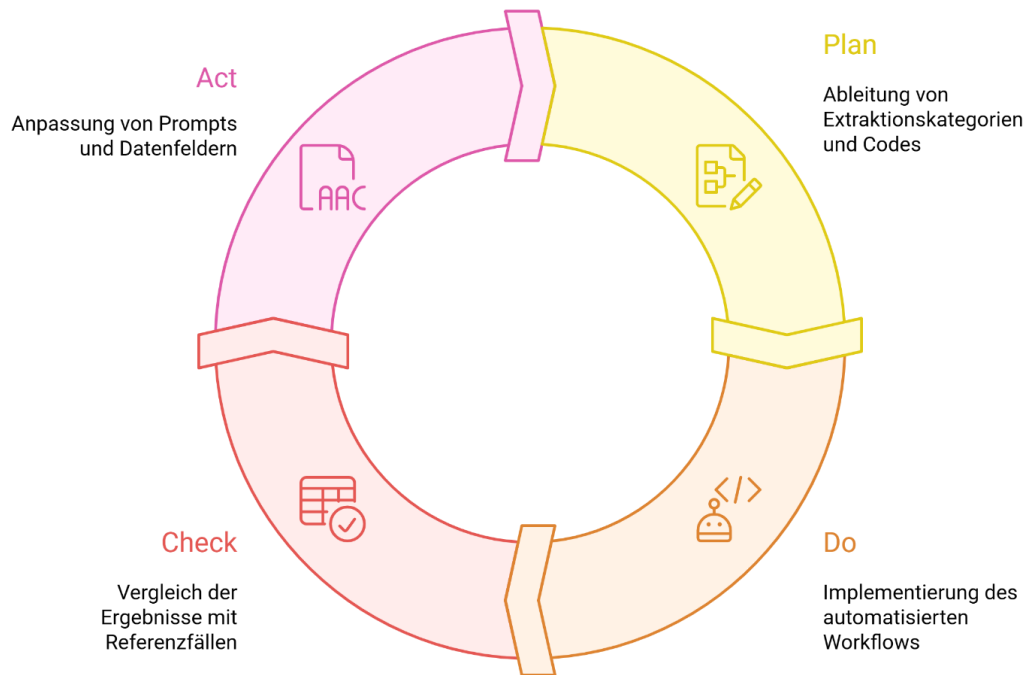


Abbildung 20 PDCA-Zyklus des PoC (eigene Darstellung)

Die im automatisierten Workflow extrahierten und zugeordneten Daten wurden zur Überprüfung mit den im Sinne der TA manuell erstellten Themenkarten verglichen. Der Vergleich zwischen manueller und automatisierter Auswertung bildete die Grundlage für die Bewertung der technischen Reproduzierbarkeit der identifizierten Wirkungen und für die gezielte Weiterentwicklung der Extraktionslogik im Rahmen des PoC.

6.3 Iterativer Entwicklungsprozess

Der PoC wurde in mehreren aufeinanderfolgenden Iterationen umgesetzt, jede jeweils anhand des Prinzips des PDCA. Ziel dieses Vorgehens in Lernzyklen war es, die technische und semantische Reproduzierbarkeit der im Rahmen der TA identifizierten Lean-Wirkungen schrittweise zu erhöhen und strukturelle Schwächen frühzeitig zu identifizieren, um sie zu beheben. Die vier Iterationen werden folgend vereinfacht vorgestellt (in detaillierter Form siehe Anhang 2 (Kapitel 14.2)).

6.3.1 Iteration 1 – Explorative Phase

Der erste Versuch erfolgte mit Microsoft Copilot zur Erkennung Lean-bezogener Begriffe und zur semantischen Tabellierung. Manuelle Vergleiche dienten dem Lernprozess und führten zur Erkenntnis, dass Copilot Themen korrekt identifiziert, aber noch „Ziel“ (Plan/Do) und „Ergebnis“ (Check/Act) verwechselte. Darauf wurde mit einem verbesserten Prompt reagiert, der Copilot anwies, in der Tabelle anzugeben, wo es den entsprechenden Lean Impact gefunden hat und sich auf Check und Act zu konzentrieren. Die detaillierte Dokumentation dieser Etappe mit Prompts und Outputs ist in Anhang 1 (Kapitel 14.1) enthalten.

Der zur Extraktion verwendete Prompt definierte semantische und numerische Regeln zur Abgrenzung von Zielen, Massnahmen und Ergebnissen sowie zur Klassifikation von quantitativen und qualitativen Wirkungen entlang der dateninhärenten PDCA-Logik:

- Abgrenzung zwischen Zielen (Plan/Do) und Ergebnissen (Check/Act)
- Klassifikation in quantitative Wirkungen (z. B. %, CHF, Tage, Meter) und qualitative Wirkungen (z. B. Zusammenarbeit, Transparenz, Standardisierung, Lean-Kultur)
- Erkennung typischer semantischer Marker wie „reduziert“, „eingespart“, „erreicht“, „gemessen“

Der Versuch wurde mit 10 zufällig ausgewählten in Copilot hochgeladenen Dateien vorgenommen. Copilot generierte daraus strukturierte Excel-Tabellen, die die PDCA-Abschnitte der untersuchten Daten, Impact-Kategorien und Textauszüge enthielten (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6 Übersicht der identifizierten Lean-Impacts (Synthese)

PDCA-Abschnitt	Identifizierter Impact	Kategorie	Kriterium
Check	Reduktion der Anzahl geänderter Starttermine	Zu prüfen	Planungsstabilität
Act	Unterstützung der Planung für die Produktion eingeführt	Qualitativ	Zusammenarbeit / Lean-Kultur
Check	Reduktion der Telefonate	Qualitativ	Zusammenarbeit
Act	Verbesserung der Transparenz	Qualitativ	Stakeholder-Zufriedenheit

Die Tabelle zeigt exemplarisch den Output der ersten Copilot-Iteration und verdeutlicht die anfängliche unzureichende Trennung zwischen Zielaussagen (Plan/Do) und Ergebnissen (Check/Act). Diese Beobachtung machte deutlich, dass Copilot Ziele („wir wollen“) und Ergebnisse („wir haben erreicht“) teilweise vermischte. Auf dieser Grundlage wurde der Prompt gezielt angepasst, um Copilot explizit auf Ergebnisse in den Phasen Check und Act zu fokussieren. In den nachfolgenden Tests konnte Copilot Lean-Wirkungen entlang der PDCA-Struktur konsistenter identifizieren und den Phasen „Check“ und „Act“ zuordnen. Dabei wurden sowohl qualitative Wirkungen als auch quantitative Angaben grundsätzlich erkannt. Zudem identifizierte Copilot erstmals ein zusätzliches Kriterium („Planungsstabilität“), das

in der späteren Klassifikationslogik berücksichtigt wurde. Die Resultate dieser ersten Iteration zeigen damit die grundsätzliche Machbarkeit einer automatisierten Extraktion, ohne jedoch bereits eine stabile oder vollständig reproduzierbare Lösung darzustellen. Sie bilden die Ausgangsbasis für die weiterführende Automatisierung in Power Automate.

6.3.2 Iteration 2 – Erste Automatisierung

Mit Power Automate sollte die Tabellierung in Excel, die in der ersten Iteration mittels manuellem Hochladen einzelner Dateien in Copilot etc. vorgenommen wurde, automatisiert werden.

10 zufällig ausgewählte Live Cases wurden testweise über Microsoft Power Automate verarbeitet. Das Schaubild (Abbildung 21) zeigt den vereinfachten Ablauf des automatisierten Datenverarbeitungsprozesses mit Power Automate: Ausgangspunkt sind die A3-Berichte und Präsentationen der Live Cases, die in SharePoint gespeichert sind. Der automatisierte Workflow in Power Automate durchsucht anschliessend alle Dateien in einem bestimmten SharePoint-Ordner und wandelt jede Datei in eine einzelne Zeile um. Diese Informationen werden danach in Excel zusammengeführt und als geordnete Daten pro Ordner gespeichert. Damit wurden sie in ein einheitliches, analysierbares Format überführt.

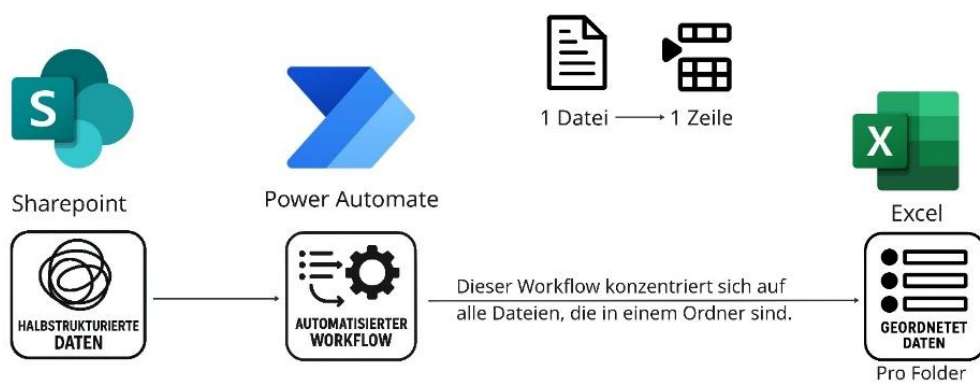


Abbildung 21 Übersicht des automatisierten Datenverarbeitungsprozesses in Power Automate (Erste Automatisierung; eigene Darstellung)

Genauer wird der automatisierte Power-Automate-Workflow in Abbildung 22 visualisiert. Der Prozess beginnt mit einem manuellen Trigger, der den Workflow startet. Anschliessend werden die Dateien eines SharePoint-Ordners automatisch aufgelistet, gefiltert und überprüft. Danach wird eine Schleife (Loop – Apply to each) ausgeführt, um jede Datei einzeln zu verarbeiten. Für jede Datei wird zunächst der Inhalt abgerufen (Get file content), dann durch künstliche Intelligenz (AI Builder) der Text im Dokument erkannt. Anschliessend wird ein Prompt im JSON-Format generiert und an Microsoft Azure übergeben, wo über eine API-Abfrage die inhaltliche Analyse erfolgt. Die erhaltene Antwort im JSON-Format wird geparkt und in strukturierte Informationen umgewandelt. Schliesslich werden die erkannten Daten automatisch als neue Zeile in eine Excel-Tabelle eingefügt.

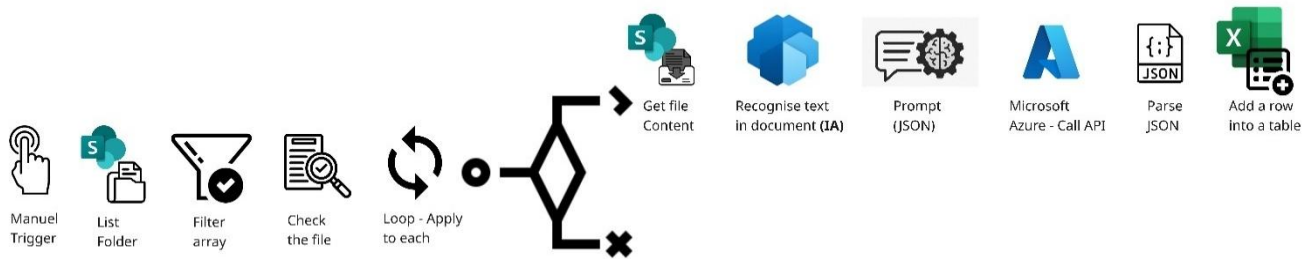


Abbildung 22 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Erste Automatisierung; eigene Darstellung)

Während dieser zweiten Iteration wurden die Extraktionskategorien in der Excel Tabelle verfeinert zur finalen Struktur mit zwanzig Spalten (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7 Struktur und Definition der Extraktionsfelder für die automatisierte Auswertung der Live-Case-Dokumente

Nr.	Spaltenname	Typ	Beschreibung (Kurzfassung)
1	File name	Text	Vollständiger Dateiname aus SharePoint
2	Dokumenttyp	Liste (A3 Report / Presentation)	Dokumenttyp aus Dateiname
3	Graduation	Zahl / Text (2022–2024)	Jahrgang des Experten
4	Experte	Text	Name des Experten
5	Projekt	Text	Projektname aus PDF
6	Business Unit	Liste (ETS / ICS / SF / TUN / CVL)	Einheit aus Dateiname
7	Sprache	Liste (CH/ DE / EN / FR / NO / SE)	Hauptsprache des Dokuments
8	PDCA sections detected	Text	Schlüsselwörter in „Check“ / „Act“
9	Quantitative Impact (yes/no)	YES / NO	Zahlenwerte erkannt (% / CHF / Std.)
10	Qualitative Impact (yes/no)	YES / NO	Qualitative Effekte ohne Zahlen
11	Quantitative Summary	Text	Englische Zusammenfassung der Zahlen
12	Qualitative Summary	Text	Englische Zusammenfassung der Effekte
13	Quantitative Criteria	Liste (Time / Cost / Quality / Safety / Productivity / Inventory / Rework / Other)	Kategorie des quantitativen Nutzens

14	Qualitative Criteria	Liste (Collaboration / Standardization / Innovation/Learning / Lean Culture / Stakeholder Satisfaction / Other)	Kategorie des qualitativen Nutzens
15	Quantitative Value	Text / Zahl	Exakter Wert (z. B. -15 %, CHF 20000, -3 Wochen)
16	Qualitative Example	Text	Originalsatz mit qualitativem Effekt
17	Detected Goals or Actions	Text	Ziele oder Massnahmen (Plan/Do)
18	Evaluation date	Datum (YYYY-MM-DD)	Falls im Text vorhanden
19	Summary (1 sentence)	Text	Englische Kurz-Zusammenfassung des Hauptergebnisses
20	Original excerpt (verbatim)	Text	Original Text

Probleme ergaben sich beim Workflow lediglich in Bezug auf fehlende Dateinamen (File Name) und Evaluationsdaten (Evaluation Date), damit ist das Datum gemeint, bei dem die Datei den Workflow passierte (den detaillierten Prompt mit Output siehe Anhang 2 (Kapitel 14.2)). Eine weitere Schwierigkeit war, dass vom Workflow oft nur der erste von mehreren Impacts erfasst wurde (siehe Abbildung 23): Oben ist eine der zwanzig Spalten der Excel-Tabelle (Output des Workflows) dargestellt, der die Originaltextausschnitte (Original excerpt (verbatim)) der Dateien (hier A3-Bericht) enthält. Der vom Workflow korrekt ausgelesene Impact ist unten orange eingefärbt, allerdings fehlen die darunterliegenden Impacts.

Original excerpt (verbatim)
 Einführung der farblichen Kennzeichnung der Arbeitsbereiche: Durch eine visuelle, farbliche Kennzeichnung der Arbeitsbereiche auf der Baustelle wird die Orientierung für alle Beteiligten erleichtert. Die farbliche Codierung soll die Kommunikation verbessern und Missverständnisse bei der Zuordnung und bei der Betonlieferung vermeiden.
 PPC is measured weekly and 80% value was targeted* All stakeholders including the client have full access to VisiLean.* VisiLean was used for daily updates and reporting* Reasons for variance are reported weekly (more transparency)
 "Optimisation des étapes de bétonnage de 2m à 4m (plusieurs semaines de travail récupérées sur le planning)" (Check section)
 "Les équipes SS ont adopté la formalisation de formation au poste, et la valeur ajoutée associée. L'ensemble des indicateurs de performance partagés (KPI, courbes de rendement) aux collaborateurs a permis de les impliquer et les sensibiliser davantage sur les différentes problématiques rencontrées, notamment concernant les problèmes de décoffrage de planche porte-joint." (Check section)
 "Erkenntnisse waren, dass der IMS-Angebotsprozess bei den Erfüllungskriterien, als auch in den Dokumenten stark ausfallsicherungsbedürftig ist (Dokumente sind teilweise überflüssig, Dokumente sind teilweise veraltet, Datenlinks funktionieren teilweise nicht, Daten müssen in Akiqtool manuell mehrfach eingegeben oder hochgeladen werden etc.)"
 "Die durchgeführte Analyse hat zwar auf der einen Seite kaum Verbesserungsmöglichkeiten innerhalb unseres eigenen Produktionsprozesses zu Tage gefördert, sie hat aber eindrücklich gezeigt, was hier ein halber Meter mehr Platz bedeuten würde, nämlich eine direkte Einsparung von einem Viertel an Zeit" (slide 11)
 Im Vergleich der geplanten Dauer (304h) zur Ist-Dauer (39 Ah) gibt es eine Steigerung um 30 % (9 Ah) (check)
 "Das LPS wird bei uns ein zukünftiger Bestandteil als Projektmanagement-Werkzeug bleiben." (slide 9)
 Frühzeitige Auseinandersetzung mit eingeführten Prozessführerfähige Kommunikation von festgestellten AbweichungenKeine einseitige Kompensation von ProzessabweichungenFrühzeitige Prozessanpassung mit allen am Prozess Beteiligten" (slide 16)
 "OneNote wird als Werkzeug zur Dokumentation positiv angenommen > Nachtragsbearbeitung bei ausgefüllter Dokumentationsliste deutlich vereinfacht > Weniger Rückfragen an Projekt notwendig" (p.15)

3. Ziele(e)
 Das Ziel ist es, die Planung der Betonarbeiten zu vereinfachen und besser zu visualisieren. Eine klar strukturierte und übersichtliche Planung soll sicherstellen, dass die verschiedenen Betonrezepturen bedarfsgerecht und rechtzeitig zur Verfügung stehen. Zusätzlich soll die Navigation für die Fahrer der Betonmischwagen vereinfacht werden, sodass sie effizient die richtige Betonsorte zur richtigen Zeit an die richtige Stelle liefern können.
 Das System soll spätestens zu Beginn des Jahres 2026, wenn die Hauptbetonmengen auf der Baustelle verarbeitet werden, voll funktionsfähig sein.

4. Analyse
 Führe eine strukturierte Analyse deines Problems durch. Identifiziere die Ursachen des Problems. Definiere die Ursachen! und deinen Ansatz zur Lösung des Problems.
 Hauptursachen:
 Hohe Anzahl an Betonrezepten → Reduktion der Anzahl an Betonrezepten
 Navigationschwierigkeiten → farbliche Kennzeichnung der einzelnen Baustellen
 Ungleichmäßige Auslastung der Betonmischer → Detaillierte Wochenvorschau der Betonplanung

5. Bestätigung, Kontrolle
 Einfachere Planung am Magnetboard: Die Planung der Betonarbeiten erfolgt mithilfe eines Magnetboards. Jeder Polier plant eigenständig seine Arbeiten, wodurch die Aufgaben klar und nachvollziehbar strukturiert werden. Die Visualisierung ermöglicht es, die Anzahl der erforderlichen Betonmischer sofort abzulesen.
 Abstimmung der Schnittstellen: Alle Poliere sind bei der Planung anwesend. Dadurch werden potenzielle Konflikte an Schnittstellen frühzeitig erkannt und lösen sich bereits während des Planungsprozesses.
 Früherkennung von Engpässen: Überschreitungen der verfügbaren Betonmischeranzahl werden direkt während der Planung erkannt und durch alternative Lösungen verhindert.

6. Fortführung und zukünftige Schritte
 Einführung der farblichen Kennzeichnung der Arbeitsbereiche: Durch eine visuelle, farbliche Kennzeichnung der Arbeitsbereiche auf der Baustelle wird die Orientierung für alle Beteiligten erleichtert. Die farbliche Codierung soll die Kommunikation verbessern und Missverständnisse bei der Zuordnung und bei der Betonlieferung vermeiden.
 Reduktion der Betonrezepte: Ein langfristiges Ziel ist die Vereinheitlichung und Reduktion der 84 unterschiedlichen Betonmischungen. Dies erfordert jedoch Überzeugungsarbeit und die Zustimmung des Bauherren, da technische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt werden müssen.
 Skalierung auf andere Baustellen: Sollte das System auf der Baustelle des Brenner Basistunnels erfolgreich sein, kann es als Standard für die Betonlogistik auch auf anderen Baustellen übernommen werden. Dies würde zu einer übergreifenden Effizienzsteigerung führen.

Abbildung 23 Beispielhafter Excel-Output der automatisierten Impact-Extraktion (eigene Darstellung)

Gleichzeitig ist erkennbar, dass der Workflow dazu beiträgt, die Daten automatisch aus den Berichten zu extrahieren, um eine vergleichbare Auswertung der Lean-Wirkungen zu ermöglichen.

6.3.3 Iteration 3 – Zweite Automatisierung

Aufbauend auf der zweiten Iteration wurde in der dritten eine Erweiterung erarbeitet. Jede Datei erzeugt nun – statt nur einer Zeile – eine eigene Excel-Tabelle und jeder extrahierte Impact darin eine eigene Zeile. Auf diese Weise wurden 10 zufällig ausgewählte Dokumente vollständig validiert.

Abbildung 24 veranschaulicht vereinfacht die zweite Stufe des automatisierten Datenprozesses. Die halbstrukturierten Daten aus SharePoint werden erneut durch Power Automate verarbeitet, jedoch mit einem neuen Workflow, der sich nun – reagierend auf die Probleme aus der zweiten Iteration – auf die verschiedenen Auswirkungen (Impacts) jeder einzelnen Datei konzentriert. Jede Datei wird dabei in eine Tabelle umgewandelt, die mehrere Einträge enthalten kann, je nach den identifizierten Auswirkungen. Die Ergebnisse werden anschliessend in Excel als geordnete Daten pro Datei gespeichert.



Abbildung 24 Erweiterter automatisierter Datenverarbeitungsworkflow mit einer Tabelle pro Datei (Zweite Automatisierung; eigene Darstellung)

Detaillierter ist der erweiterte Ablauf des Power-Automate-Workflows in Abbildung 25 visualisiert (den detaillierten Prompt mit Output siehe Anhang 3 (Kapitel 14.3)). Es handelt sich um denselben Workflow wie in Iteration zwei mit Ausnahme des letzten Schrittes, bei dem statt einer neuen Zeile in der Tabelle (Add a row into a table) eine eigene neue Tabelle pro Dokument erstellt wird (Create file Excel).

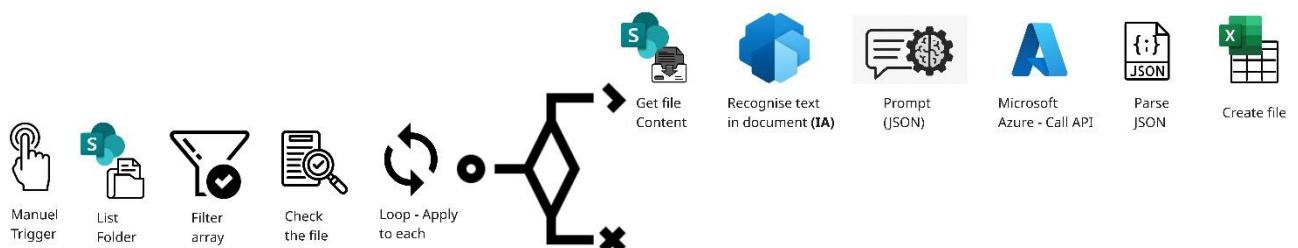


Abbildung 25 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Zweite Automatisierung; eigene Darstellung)

Das Beispiel (Abbildung 26) zeigt eine tabellarische Übersicht in Excel mit extrahierten Impacts pro Zeile. Darunter befindet sich die Originalfolie aus der Projektpräsentation, die als Datenquelle diente.

Die Excel Tabelle enthält Ergebnisse nach Kategorien (Effizienz, Kosten, Umsetzbarkeit, Qualität, Skalierbarkeit) sowie die in Prozent umgerechnete Zeitersparnis (78,6 %) und ein Resumé. Sie zeigt quantitative Ergebnisse (z. B. Kosteneinsparungen von CHF 20'000) sowie qualitative Erkenntnisse zur einfachen Implementierung und hohen Übertragbarkeit auf andere Digitalisierungsprozesse. Der aus der dritten Iteration hervorgegangene Workflow extrahierte die Impacts zuverlässig und überführte sie in eine standardisierte und damit vergleichbare Form, was die Voraussetzung für eine datenbasierte Bewertung von Lean-Wirkungen schafft.

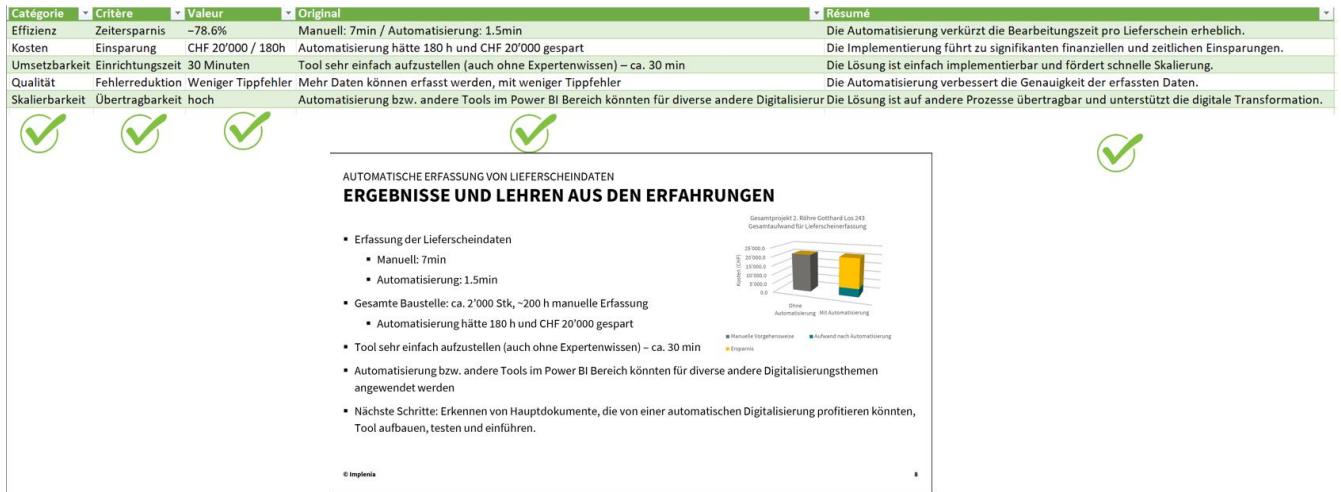


Abbildung 26 Beispielhafte Excel-Auswertung extrahierter Lean-Impacts (Iteration 3; eigene Darstellung)

Ein anderes Beispiel (Abbildung 27) zeigt, wie der automatisierte Workflow inhaltliche Impact-Aussagen aus einem A3-Bericht extrahiert und semantisch zuordnet. Im oberen Bereich sind drei extrahierte Impact-Sätze dargestellt, die aus demselben Dokument stammen. Auffällig ist, dass die beschriebenen qualitativen Lean-Wirkungen (z. B. Kostenvorteile, Materialwiederverwendung und Risikoreduktion) aus den Zielen (Plan) extrahiert wurden und nicht aus den „Ergebnissen“ (Check/Act). Der Workflow konnte also Impacts aus allen PDCA-Sektionen des A3-Berichts identifizieren.

Impact	Kategorie
Erheblicher Preisvorteil durch alternative Rundschächtlösung mit Spritzbeton, was zur Auftragserteilung beitrug.	Kosten
Fünf von sieben Schächten konnten mit der neuen Blechkonstruktion erstellt werden, wodurch Material wiederverwendet werden kann.	Effizienz
Finanzielles Risiko reduziert durch schrittweise Einführung und Wiederverwendung des Materials.	Risikomanagement

Initiative: Vergleich Einbauverfahren - Rundschächte ø 5.00m		Erstellt von: [REDACTED]		Sponsor:																																	
		Team: SPT		Datum: 13.1																																	
Plan			Do, Check, Act																																		
1. Hintergrund Information & Problem			5. Gegenmassnahmen, Aktionsplan																																		
<p>Auf dem Bauvorhaben Microtunneling an der Winzerhalde in Zürich muss nebst den Start- und Zielgruben auch Baugruben für die zukünftigen Kontrollschächte erstellt werden. Das Technische Büro vom SPT hat alternativ zum geplanten Rühlwand-Verbau, Rundschächte (ø 5.00m) mittels Spritzbeton vorgeschlagen und damit einen erheblichen Preisvorteil in der Submissionsphase ausgearbeitet, was auch der Auftragserteilung mitgeholfen hat. Die meisten Schächte sind rund - 6.50 m tief, oder tiefer und rund alle 80.00 -100.00m muss ein Zugangsschacht erstellt werden.</p>			<p>Termin haltbar ● Termin nicht haltbar ● geschlossen</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>WAS?</th> <th>WER?</th> <th>WANN?</th> <th>STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Technische Abklärungen Abstimmung mit Planer</td> <td>[REDACTED]</td> <td></td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Risikoanalyse</td> <td>[REDACTED]</td> <td></td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Teile Beschafft</td> <td>[REDACTED]</td> <td>Abrufbereit per 06.12.2024</td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Ablaufdarstellung (Plan)</td> <td>[REDACTED]</td> <td></td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Einbau</td> <td></td> <td>Ende Januar</td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Ablaufdarstellung (Ist) Wertstromanalyse / Arbeitsablauf / Videoaufnahmen</td> <td></td> <td>Januar / Februar</td> <td>●</td> </tr> <tr> <td>Ergebnis / Resümee / Warum hat es geklappt resp. Nicht geklappt</td> <td></td> <td>Januar / Februar</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			WAS?	WER?	WANN?	STATUS	Technische Abklärungen Abstimmung mit Planer	[REDACTED]		●	Risikoanalyse	[REDACTED]		●	Teile Beschafft	[REDACTED]	Abrufbereit per 06.12.2024	●	Ablaufdarstellung (Plan)	[REDACTED]		●	Einbau		Ende Januar	●	Ablaufdarstellung (Ist) Wertstromanalyse / Arbeitsablauf / Videoaufnahmen		Januar / Februar	●	Ergebnis / Resümee / Warum hat es geklappt resp. Nicht geklappt		Januar / Februar	
WAS?	WER?	WANN?	STATUS																																		
Technische Abklärungen Abstimmung mit Planer	[REDACTED]		●																																		
Risikoanalyse	[REDACTED]		●																																		
Teile Beschafft	[REDACTED]	Abrufbereit per 06.12.2024	●																																		
Ablaufdarstellung (Plan)	[REDACTED]		●																																		
Einbau		Ende Januar	●																																		
Ablaufdarstellung (Ist) Wertstromanalyse / Arbeitsablauf / Videoaufnahmen		Januar / Februar	●																																		
Ergebnis / Resümee / Warum hat es geklappt resp. Nicht geklappt		Januar / Februar																																			
2. Ist Situation																																					
<p>Die Rahmenbedingungen machen eine zentrale Installation mit dem Trockenspritzbetonsilo sehr schwierig, da der Spritzbetonbedarf pro Schacht zwischen 15.00 - 25.00m³ beläuft, kann die Installation nicht zentral erfolgen, sondern muss stets mit jeder Baugrube "mitwandern". Ausserdem ist das Betonspritzen in einem Schacht schwierig, weil der Zementstaub beim Spritzen die Sicht beeinträchtigt. Da das Personal wegen dem Zementstaub Atemschutzmasken tragen muss, kann von einer Minderleistung vorgängig ausgegangen werden. Mit dieser Ausgangssituation habe ich nach alternativen Rundverbau-Möglichkeiten mit Stahlblech gesucht und gefunden. Unter Berücksichtigung sämtlicher Rahmenbedingungen (< 6.50m tiefe und kein Hangwasserstrom), können von den insgesamt sieben Baugruben fünf mit der erwähnten Blechkonstruktion erstellt werden. Zwei Schächte müssen mit Spritzbeton erstellt werden. Damit das das finanzielle Risiko überschaubar ist, haben wir zwei Schächte aus Blech bestellt und erhoffen uns, dass wir das bestellte Material für die weiteren drei Schächte wiederverwenden können.</p>																																					
3. Ziel(e)			6. Bestätigung, Kontrolle																																		
<p>Ziel von diesem Projekt ist es, die zwei Verbau Systeme direkt zu vergleichen. In einer ersten Phase setzen wir den Fokus auf den Arbeitsablauf und in einem weiteren Schritt wenden wir uns auf die Wertstromanalyse, um die einzelnen Schritte zu optimieren.</p> <p>Durchlaufzeit & Aufwand & Kostenvorgleich</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tagesleistung -> Abschachtungstiefe pro Tag - Auslastung der MA entstehen Leerläufe während dem Arbeitsprozess, wenn ja wie lange - Kostenvergleich pro m³ - Umgang mit Hindernissen, wie Blöcke oder Findlinge im Erdreich 			<p>→ Vergleich Ergebnisse der gesetzten Ziele</p> <p>Ergebnis Ausstehend da Einbau auf 20.Januar verschoben wurde</p>																																		
4. Analyse			7. Fortführung und zukünftige Schritte																																		
<p>Vergleich Einbau</p>			<p>Lege die zukünftigen Schritte fest, die du unternehmen willst, um deine Lösung weiterzuführen. Wie planst du, die Implementierung fortzuführen?</p> <p>Tbd nach Einbau</p>																																		

Abbildung 27 Beispiel eines A3-Berichts mit extrahierten qualitativen Impacts (eigene Darstellung)

6.3.4 Iteration 4 – Dritte Automatisierung

Die vierte Iteration beinhaltete eine Migration der Excel Tabellen nach Microsoft Lists (Begründung in Anhang 4 (Kapitel 14.4)). Metadaten und Impacts wurden in zwei verschiedenen miteinander verknüpften Datenlisten gespeichert. Weitere 16 zufällig ausgewählte Dateien wurden ausgewertet.

Der automatisierte Datenfluss (Abbildung 28) spielt sich in der vierten Iteration, also zwischen SharePoint, Power Automate und Microsoft Lists ab. Die in SharePoint gespeicherten Daten werden anhand des Workflows mit Power Automate verarbeitet und als strukturierte, auswertbare Datensätze in Lists gespeichert. Der Workflow stellt somit eine iterativ verbesserte Verbindung zwischen Datenspeicherung, Automatisierung und Informationsmanagement her.

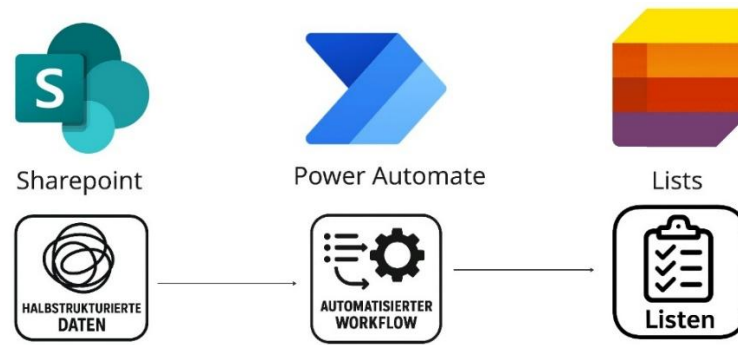


Abbildung 28 Automatisierter Workflow zur Überführung von SharePoint-Daten in strukturierte Lists (eigene Darstellung)

Abbildung 29 zeigt detailliert den vollständig entwickelten Power-Automate-Workflow (den detaillierten Prompt (siehe Anhang 5 (Kapitel 14.5)). Wie schon in Iteration zwei und drei beginnt der Prozess mit einem manuellen Trigger, gefolgt vom Auflisten, Filtern und Überprüfen der Dateien im SharePoint-Ordner. (Get file content) ruft den Dateiinhalt ab, (AI Builder) erkennt den Text, der mittels Prompt (JSON) an Microsoft Azure gesendet wird, wo eine API-Abfrage die semantische Analyse durchführt. Die erhaltene JSON-Antwort wird geparkt und in strukturierte Daten überführt.

Die letzten vier Schritte unterscheiden sich von den Versionen in den Iterationen drei und zwei: Statt in Excel erstellt der Workflow neue Einträge nun in Microsoft Lists. Abschliessend werden die entsprechenden Listenfelder aktualisiert (Update Item), sodass jedes Dokument mit seinen extrahierten Informationen (d.h. Metadaten und Impacts) verknüpft bleibt. Dieses Schema repräsentiert die Endstufe der Workflow-Automatisierung, bei der Daten aus unstrukturierten PDF-Dateien in vollständig verknüpfte, auswertbare Datensätze überführt werden.



Abbildung 29 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Dritte Automatisierung; eigene Darstellung)

Die Migration von Excel nach Microsoft Lists wurde vorgenommen, da Lists im Vergleich zu Excel intuitiver ist und eine native Integration mit Power Automate und Power BI bietet. Zudem lassen sich Verknüpfungen zwischen Listen erstellen, nach relationalem Modell wie die Eltern-Kind-Logik (Parent-Child-Struktur).

Die Elternliste enthält die Metadaten, wobei eine Zeile jeweils einem Dokument entspricht. Sie fungiert als zentrale Referenz und speichert sämtliche dokumentbezogenen Kontextinformationen. Die Kindliste umfasst die extrahierten Impacts, wobei pro Zeile jeweils ein qualitativer oder quantitativer Impact erfasst wird. Jeder Impact ist über eine Referenz-ID mit genau einem Metadateneintrag verknüpft (Parent-

Child-Struktur). Tabelle 8 gibt eine konzeptionelle Übersicht der beiden relationalen Listen, während die detaillierten Spaltenstrukturen in den nachfolgenden Tabellen 9 und 10 dargestellt sind.

Tabelle 8 Übersicht der Microsoft Lists und ihrer Funktionen

Liste	Inhalt	Funktion
Lean File Metadata	Dokumentbezogene Kontextinformationen	Elternliste zur eindeutigen Identifikation und Kontextualisierung der Dateien (PK)
Lean Impact Data	Extrahierte Wirkungen (qualitativ / quantitativ)	Kindliste zur Analyse einzelner Lean-Impacts, verknüpft über Referenz-ID (FK)

Tabelle 9 Lean File Metadata – Spalten

Spalte	Typ	Funktionale Rolle
FileID	Eine einzelne Textzeile (obligatorisch)	Eindeutiger Identifikator der Zeile (logischer Primärschlüssel)
File name	Eine einzelne Textzeile	Name der Quelldatei
Document type	Auswahl	Dokumenttyp (A3, Präsentation usw.)
Country	Auswahl	Dem Dokument zugeordnetes Land
Business Unit	Auswahl	Organisationseinheit
Cohort	Auswahl	Jahrgang / Programm-Kohorte
Language	Auswahl	Dokumentensprache
Evaluation date	Datum und Uhrzeit	Datum der Bewertung / Verarbeitung
Impact	Nachschlagen	Verknüpfung zur Liste Lean Impact Data (inverse Beziehung)
Project name	Eine einzelne Textzeile	Projektname
Expert Name	Eine einzelne Textzeile	Name des Experten

Tabelle 10 Lean Impact Data – Spalten

Spalte	Typ	Funktionale Rolle
Title Impact	Eine einzelne Textzeile	Zusammenfassender Titel des Impacts
File name	Eine einzelne Textzeile	Referenz zur Quelldatei
PDCA	Auswahl	Zugeordnete PDCA-Phase
Impact criteria	Eine einzelne Textzeile	Bewertungskriterium des Impacts
Impact (raw text)	Mehrere Textzeilen	Rohtextlicher Auszug
Impact type	Auswahl	Art des Impacts

Value raw	Zahl	Quantitativer Rohwert
Unit raw	Eine einzelne Textzeile	Zugehörige Einheit
Resource type	Auswahl	Ressourcentyp
Evaluation date	Datum und Uhrzeit	Bewertungsdatum
Metadata	Nachschlagen	Verknüpfung zur Liste Lean File Meta-data (FK)
Project name	Eine einzelne Textzeile	Projektname
Expert Name	Eine einzelne Textzeile	Name des Experten
Confidence score	Zahl	Vertrauensscore
Impact category	Auswahl	Impact-Kategorie

6.4 Validierung des PoC

Nach mehreren Verbesserungszyklen nach dem PDCA-Prinzip hat der Workflow gut funktioniert. Der manuelle Vergleich der automatischen Extraktion hat in wiederholten Tests und Durchläufen konsistente Ergebnisse gezeigt, was bedeutet, dass er reproduzierbar ist. Konkret wurden im PoC 36 zufällig ausgewählte Dateien anhand des automatisierten Workflows ausgewertet, was 12 % der gesamten Dateien entspricht. Die Hälfte dieser ausgewerteten Daten wurden manuell überprüft. Die nachfolgende (Tabelle 9) zeigt die Erkennungsquoten:

Tabelle 11 Erkennungsquoten der automatisierten Extraktion im PoC

Extraktionsebene	Beschreibung	Erkennungsquote
Semantische Themen	Korrekte Identifikation relevanter semantischer Themen und Wirkungsarten im Vergleich zur manuellen Referenzbewertung	82 %
Quantitative Werte	Korrekte Extraktion explizit ausgewiesener quantitativer Angaben zu Zeit- und Kosteneinsparungen	76 %
Metadaten	Vollständige und fehlerfreie Extraktion strukturierter Metadaten (Dokumenttyp, Jahr, Sprache, Land, Business Unit)	100 %

Fehlklassifikationen traten vor allem dann auf, wenn Aussagen mehrdeutig formuliert waren oder mehrere Wirkungen kombiniert wurden (z. B. gleichzeitige Zeit- und Kosteneinsparung). Trotz dieser Einschränkungen bestätigt der PoC die technische Machbarkeit und Reproduzierbarkeit der Methode. Der Fachexperte bestätigte die Validität und empfahl den Übergang zum Prototyp.

6.5 Prototyp

Aufbauend auf dem PoC wurde ein Prototyp entwickelt. Im Prototyp wurden 89 repräsentativ ausgewählte Daten ausgewertet, was 30 % der gesamten Dateien entspricht. Zudem enthält der Prototyp im Vergleich zum PoC Verbesserungen, v.a. im Bezug auf die Erkennung quantitativer Werte steigert sich der Prototyp mit einer Erkennungsquote von 100%. Ausserdem visualisiert der Prototyp mit einem Dashboard die extrahierten Daten.

6.5.1 Dashboard

Die Schaffung eines Dashboards in Power BI trägt zur Sichtbarmachung der Lean Impacts bei. Die aus dem Workflow extrahierten und in Microsoft Lists überführten Daten wurden in Power BI integriert und dort zu einem interaktiven Dashboard visualisiert (Abbildung 30).

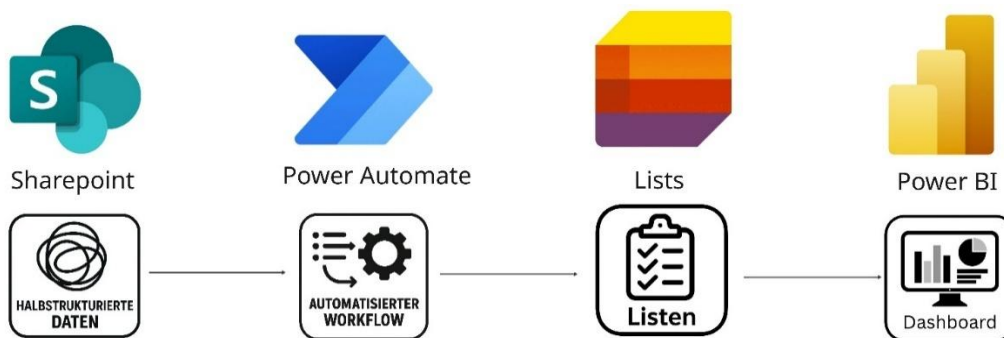


Abbildung 30 Datenpipeline von SharePoint über Power Automate und Lists bis zur Visualisierung in Power BI (eigene Darstellung)

Das Dashboard schafft Transparenz und eine Grundlage, um qualitative und quantitative Effekte in späteren Analysen systematisch auszuwerten. Die Abbildung 31 zeigt den Aufbau des Dashboards:

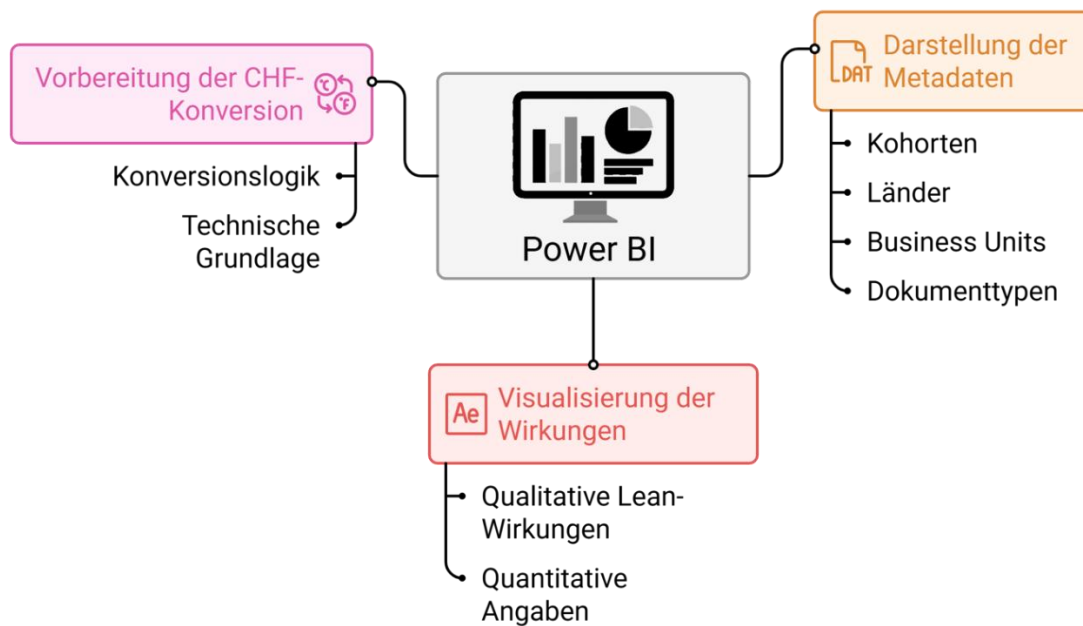


Abbildung 31 Aufbau des Power-BI-Dashboards zur Visualisierung von Lean-Impacts (eigene Darstellung)

6.5.2 Monetäre Umrechnung

Um eine monetäre Umrechnung in CHF zu ermöglichen, wurden für die quantitativen Effekte Konversionsregeln definiert (Tabelle 10). Diese Konversion stellt einen ersten, noch nicht ausgereiften Ansatz dar und basiert auf fiktiven Annahmen. Die monetäre Berechnung wurde direkt in Power BI mittels DAX-Ausdrücken umgesetzt.

Tabelle 12 Konversionsregeln zur monetären Umrechnung quantitativer Effekte in CHF

Ressource type	Unit raw	Konversionsregeln zum CHF
Cost	CHF	= Value_raw
Cost	EUR	= Value_raw × 0.95
Cost	%	= Value_raw × 10 000
Time	Stunden/Woche	= Value_raw × 50
Time	Tagen	= Value_raw × 400
Time	Minuten	= Value_raw × 0.8
Time	Tag	= Value_raw × 400
Time	OT/Monat	= Value_raw × 100
Time	Etappen	= Value_raw × 1 000
People	%	= Value_raw × 2 000
Machine	%	= Value_raw × 1 000

6.5.3 Visualisierung des Prototyps

Das Dashboard visualisiert automatisch die aggregierten qualitativen und quantitativen Auswertungen der Lean Impacts: Gesamt-Impact in CHF; Häufigkeit qualitativer Themen; Verteilung nach Jahr, Land, BU; Drill-down bis auf Dokumentebene. Es aggregiert automatisch die aus den Live Cases extrahierten Daten und stellt sie in einer strukturierten Übersicht dar. Im linken Bereich zeigt ein Balkendiagramm die Entwicklung des quantitativen Gesamteffekts nach Jahren, was eine zeitliche Trendanalyse ermöglicht. Rechts daneben präsentiert die Qualitative Impact Analysis eine tabellarische Übersicht der Projekte mit Titeln, Impact-Kriterien und zugehörigen Beschreibungen.

Das Dashboard (Abbildung 32) mit fiktiven Zahlen (wie oben bei der Umrechnungskonvention beschrieben) bildet den Endpunkt des automatisierten Lean-Datenprozesses: Es macht die zuvor extrahierten und klassifizierten Informationen aus SharePoint und Power Automate in Echtzeit sichtbar und

auswertbar, was datengetriebene Entscheidungen und strategische Optimierungen im Lean-Kontext auf Organisationsebene ermöglicht.

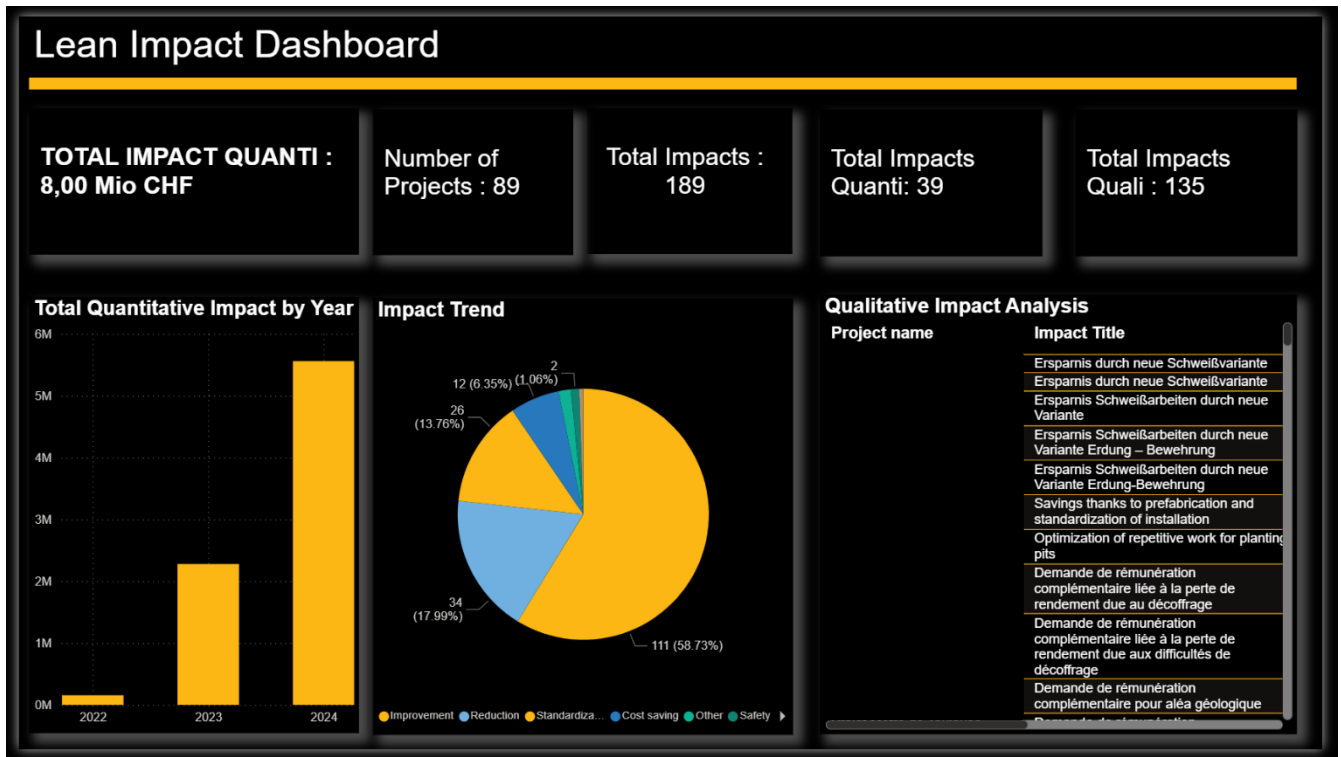


Abbildung 32 Lean Impact Dashboard mit aggregierten quantitativen und qualitativen Wirkungen (eigene Darstellung, Screenshot)

Diese Visualisierung zeigt den kontinuierlichen Anstieg des (monetär fiktiven) quantitativen Gesamteinflusses der Lean-Initiativen über die Jahre 2022 bis 2024. Der starke Zuwachs verdeutlicht den skalierenden Effekt der Lean-Implementierung, da immer mehr Projekte messbare finanzielle Verbesserungen erzielen und dokumentieren.

6.6 Bericht (TA)

Der Bericht wird an dieser Stelle verortet, da er auf den für den Prototyp extrahierten Daten basiert. Das Dashboard dient der Visualisierung der Ergebnisse.

Bericht – Thematic Analysis (Phase 6)

6.6.1 Systematische Erfassung, Messung und Sichtbarmachung des Lean-Impacts

Dieser Bericht stellt die Phase 6 der Thematic Analysis nach Braun und Clarke dar und beantwortet die Forschungsfrage, wie sich der Impact von Lean Construction systematisch erfassen, messen und sichtbar machen lässt.

6.6.2 Zentrales Analyseergebnis

Die Analyse der Live Cases zeigt, dass Lean Impact nicht als einzelner Messwert vorliegt. Er entsteht schrittweise durch eine Wirkungsabfolge, die von strukturellen Voraussetzungen über Veränderungen der Arbeitsweise bis hin zu messbaren Effekten reicht. Impact ist damit das Ergebnis einer Logik, die qualitative und quantitative Wirkungen miteinander verknüpft.

6.6.3 Impact erfassen

Die Mehrheit der dokumentierten Wirkungen wird qualitativ erfasst. Die Impacts beschreiben vor allem Veränderungen von Arbeitsweisen, Koordination und Prozessstabilität. Häufig werden Kennzahlen wie hohe PPC-Werte, verbesserte Abstimmung oder standardisierte Routinen dokumentiert, ohne dass eine direkte Zeit- oder Kostenbasis angegeben ist. In einem Live Case wird beispielsweise festgehalten, dass durch die Einführung des Last Planner Systems die Zuverlässigkeit der Planung gestiegen ist, was sich in einem PPC-Wert von über 95 % widerspiegelt, ohne dass Zeit- oder Kosteneffekte quantifiziert werden. Impact wird damit zunächst als Veränderung von Praxis sichtbar und bildet die Grundlage für jede spätere Quantifizierung. Für die systematische Erfassung von Lean Impact bedeutet dies, dass qualitative Wirkungen als legitime Form der Impact-Dokumentation zu verstehen sind.

6.6.4 Impact messen

Eine quantitative Messung von Lean Impact ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Sie setzt voraus, dass ein Vorher- und Nachher-Zustand dokumentiert ist, eine eindeutige Einheit vorliegt und ein Volumen oder eine Häufigkeit angegeben wird. Ein Impact beschreibt etwa, dass die manuelle Erfassung von Lieferscheinen durch einen digitalen Prozess ersetzt wurde, wodurch sich die Bearbeitungszeit pro Dokument von 7 Minuten auf 1,5 Minuten reduzierte bei einem Volumen von rund 2'000 Dokumenten. Auf dieser Grundlage lassen sich Zeitreduktionen und monetäre Grössen ableiten. Ein weiteres Beispiel ist die Reduktion der Durchlaufzeit bei Bewehrungsarbeiten von zwei auf eine Woche, die über mehrere Projektabschnitte hinweg beobachtet wurde. Die begrenzte Anzahl messbarer Impacts erklärt sich aus den Anforderungen an Dokumentation und Vergleichbarkeit und nicht aus einer fehlenden Wirkung von Lean Massnahmen. Für die systematische Messung folgt daraus, dass Quantifizierung nur dort möglich ist, wo geeignete Datenstrukturen vorliegen. Die Analyse zeigt zudem, dass der Impact von Lean Construction dann messbar wird, wenn die Wirkungen in einer strukturierten PDCA-Dokumentation verankert sind. Die explizite Festhaltung von Ausgangssituation, umgesetzten Massnahmen, beobachteten Ergebnissen und abgeleiteten Anpassungen ermöglicht es, Wirkungszusammenhänge nachvollziehbar und zeitlich vergleichbar abzubilden.

6.6.5 Impact sichtbar machen

Die Sichtbarmachung von Lean Impact erfolgt nicht auf Ebene einzelner Beispiele, sondern durch regelbasierte Aggregation. Qualitative und quantitative Wirkungen werden zusammengeführt, doppelte Nennungen bereinigt und in konsolidierter Form dargestellt. Erst durch die Zusammenführung mehrerer ähnlicher Effekte aus unterschiedlichen Projekten wird sichtbar, dass es sich nicht um Einzelfälle handelt, sondern um wiederkehrende Wirkungen auf Ebene der Organisationsleistung. Auf dieser Basis ergibt sich aus den quantitativen Impacts eine monetäre Übersetzung von fiktiven 8,00 Mio. CHF. Die Zahlen bleiben fiktiv, sowohl aufgrund fehlender Reife des Umrechnungssystems, als auch aus Gründen der Anonymisierung der verwendeten Daten. Für die Sichtbarmachung ist somit nicht der einzelne Fall entscheidend, sondern die Aggregation mehrerer Impacts auf Systemebene.

6.6.6 Synthese

Die Analyse zeigt, dass sich der Impact von Lean Construction systematisch erfassen, messen und sichtbar machen lässt, wenn qualitative Wirkungen anerkannt werden, quantitative Messungen nur dort erfolgen, wo die Datenstruktur dies zulässt, und Wirkungen regelbasiert zusammengeführt werden. Lean Impact zeigt sich damit nicht als einzelner Indikator, sondern als Ergebnis einer strukturierten Wirkungslogik, die qualitative Veränderungen, messbare Reduktionen und bei entsprechender Datenebene monetäre Effekte auf Ebene der Organisationsleistung umfasst.

6.7 Kritische Reflexion

Die im Prototyp erreichten hohen Erkennungsquoten bei thematischen Inhalten, die vollständige Erfassung der Metadaten, die strukturierte Abbildung der Impacts sowie die deutliche Zeitersparnis (siehe Anhang 6 (Kapitel 14.6)) zeigen, dass der entwickelte KI-gestützte Workflow auf Basis der Thematic Analysis technisch funktionsfähig und für den vorgesehenen Analysezweck geeignet ist.

Gleichzeitig verdeutlichen verbleibende Unsicherheiten bei komplexen oder mehrdeutigen Aussagen, dass der Ansatz als unterstützendes Analyseinstrument zu verstehen ist und nicht als autonomes Bewertungssystem. Verbesserungsbedarf besteht insbesondere bei der Extraktion numerischer Angaben aus mehrdeutigen Formulierungen, bei Sprachmischungen sowie bei uneinheitlichen Dokumentlayouts. Die Übertragbarkeit des Workflows auf weitere Dokumenttypen und zusätzliche Sprachen wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht und bleibt daher offen.

Die monetäre Umrechnung wurde bewusst auf fiktiven Annahmen aufgebaut. Eine längerfristige Weiterentwicklung mit realistischen Konversionsregeln würde eine eigenständige methodische Ausarbeitung erfordern und lag ausserhalb des Untersuchungsrahmens dieser Arbeit.

7 Diskussion und Schlussfolgerung

Dieses Kapitel ordnet die Ergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext ein, reflektiert methodische Aspekte und leitet praktische Implikationen ab.

7.1 Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse des PoC bestätigen, dass die Kombination aus TA und automatisierter Verarbeitung eine praktikable Grundlage für die systematische Erfassung von Lean-Wirkungen bietet. Der automatisierte Workflow erwies sich als leistungsfähig, um heterogene Datenquellen in ein konsistentes Format zu überführen.

Die Ergebnisse des Prototyps bestätigen die Beantwortung der in Kapitel 1.5 formulierten Forschungsfragen. Erstens konnte gezeigt werden, dass die im Lean Expert Program dokumentierten Live Cases systematisch analysiert und thematisch kategorisiert werden können. Zweitens wurde durch die Kombination qualitativer und quantitativer Auswertungskriterien eine konsolidierte Darstellung der Lean-Wirkungen ermöglicht. Drittens zeigt der entwickelte Prototyp, dass der Impact von Lean Construction in einem datenbasierten System sichtbar und reproduzierbar abgebildet werden kann. Damit wird der Nachweis erbracht, dass die vorgestellte Methode geeignet ist, Lean-Wirkungen auf Organisationsebene transparent zu machen und eine Grundlage für zukünftige empirische Untersuchungen zu schaffen.

7.2 Methodische Einordnung

Der Lösungsprozess wurde schrittweise entwickelt, getestet und angepasst, bis eine passende Datenstruktur und ein reproduzierbares Ergebnis erzielt wurden. Die iterative Vorgehensweise nach PDCA-Prinzip entspricht einem PoC, bei dem die Machbarkeit im Vordergrund steht, nicht die Vollständigkeit. Im Vergleich zu bestehenden Ansätzen bietet der entwickelte automatische Workflow eine höhere Reproduzierbarkeit und Transparenz, da die Impacts aus den Live Cases wörtlich und nachverfolgbar aufgelistet werden. Während klassische manuelle Analysen sind zudem zeitaufwändiger. Der entwickelte innovative automatisierte Workflow bietet einen Rahmen zur Messung der Lean-Impacts und trägt damit zur Schliessung der Forschungslücke in Bezug zur Wirkungsmessung von Lean-Trainings bei.

7.3 Praktische Relevanz

Aus praktischer Sicht bietet der entwickelte Workflow eine deutliche Entlastung im Analyseprozess. Die Reduktion der Bearbeitungszeit pro Dokument (genau siehe Anhang 6 (Kapitel 14.6)) ermöglicht eine Skalierung, die zuvor nur mit erheblichem manuellem Aufwand verbunden gewesen wäre.

Für Unternehmen bietet der Prototyp eine konkrete Entscheidungshilfe. Er macht sichtbar, welche Themen besonders häufig zu nachweisbaren Verbesserungen führen, und ermöglicht eine Fokussierung

von Ressourcen auf wirksame Massnahmen. Zudem kann der Ansatz zukünftig in Qualitäts- und Strategieprogramme integriert werden, um den organisationalen Lernprozess kontinuierlich zu unterstützen.

7.4 Limitationen

Die inhaltliche Präzision der Klassifikation bleibt von der Textqualität abhängig. Zudem decken der PoC und der Prototyp nur einen begrenzten Teil der Datenmenge ab, da die vollständige Verarbeitung aller Dokumente aufgrund begrenzter verfügbarer KI-Rechenressourcen im Rahmen dieser Arbeit nicht umgesetzt wurde. Eine breitere Validierung auf Basis eines grösseren Datenumfangs könnte die empirische Absicherung der Ergebnisse weiter stärken.

Die Analyse beschränkt sich auf die Live Cases des Lean Expert Programms (LEP) und bildet damit nicht das gesamte Spektrum der innerhalb der Organisation eingesetzten Lean-Initiativen, -Schulungen und -Instrumente ab, die teilweise mit dem LEP verknüpft sind, jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung waren. Zudem bleiben gewisse Kontextinformationen (z. B. Projekttyp (Hoch-/Tiefbau), Teamgrösse) nicht erfasst. Die semantische Extraktion durch KI unterliegt weiterhin Fehlerquellen. Die Qualität der automatisierten Extraktion hängt zudem von der Genauigkeit der OCR-Erkennung und der JSON-Verarbeitung ab. Formatunterschiede und inkonsistente Layouts in den PDF-Dateien können zu Abweichungen bei der inhaltlichen Zuordnung führen. Trotz mehrerer Reproduktionsläufe bleibt die technische Stabilität somit kontextabhängig. Menschliche Überprüfung bleibt also weiterhin notwendig, insbesondere bei komplexen oder unvollständigen Dateien.

Die Konversionslogik zur Umrechnung der Wirkungen in monetäre Werte (CHF) basiert auf (fiktiven) Annahmen und stellt damit lediglich eine erste Vorstellung der Umrechnungsmöglichkeiten dar. Die Ergebnisse dienen daher primär als methodischer Nachweis und können nicht als ökonomische Kennzahlen interpretiert werden. Eine breitere Datenbasis könnte künftig zur Validierung und zur Differenzierung der Konversionsregeln beitragen.

7.5 Schlussfolgerung

Der PoC zeigt, dass eine automatisierte und reproduzierbare Auswertung von Lean-Impact-Daten sowohl technisch als auch methodisch realisierbar ist, sofern die fachliche Logik klar definiert und konsequent von der technologischen Umsetzung getrennt wird. Die entwickelte Lösung reduziert den manuellen Analyseaufwand deutlich und erhöht zugleich die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

Der entwickelte Prototyp bildet einen ersten Schritt, um Wirkungen von Lean-Trainings und daraus resultierende organisationale Lernprozesse systematisch erfassbar zu machen und damit eine objektive Grundlage für kontinuierliche Verbesserung zu schaffen.

Gleichzeitig ist die Aussagekraft der Ergebnisse aufgrund der spezifischen Datengrundlage begrenzt. Die Übertragbarkeit der Resultate auf andere Kontexte erfordert weiterführende Untersuchungen mit einer breiteren empirischen Basis.

8 Fazit

Die vorliegende Arbeit entwickelt einen datenbasierten Ansatz zur systematischen Erfassung, Strukturierung und Auswertung von Wirkungen von Lean Construction auf Organisationsebene. Durch die Nutzung bestehender Praxisdokumentationen wird gezeigt, dass qualitative und quantitative Lean-Wirkungen ohne zusätzliche Datenerhebungen konsolidiert analysierbar gemacht werden können.

Die Verbindung einer thematischen Analyse mit einer automatisierten Extraktions- und Datenverarbeitungslogik ermöglicht es, implizites Erfahrungswissen aus A3-Berichten und Präsentationen in eine strukturierte Form zu überführen. Damit wird eine methodische Lücke zwischen dokumentierter Lean-Praxis und organisationsweiter Auswertung adressiert.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass eine nachvollziehbare und reproduzierbare Wirkungsbewertung von Lean Construction möglich ist, sofern methodische Klarheit, transparente Datenstrukturen und eine konsequente Trennung zwischen fachlicher Logik und technischer Umsetzung gewährleistet sind.

9 Ausblick

Der entwickelte Ansatz bildet einen Ausgangspunkt für weiterführende Arbeiten zur datenbasierten Bewertung von Lean-Wirkungen auf Organisationsebene. Eine naheliegende Weiterentwicklung besteht in der Überführung der bestehenden Datenstruktur in eine relationale Datenbankumgebung. Dadurch könnten Zusammenhänge zwischen Live Cases, Impacts, Metadaten und zusätzlichen Kontextinformationen konsistenter abgebildet und langfristig gepflegt werden.

Ein weiterer Entwicklungsschritt betrifft die Automatisierung der Ergebnisaufbereitung. Während im Rahmen dieser Arbeit Extraktion, Strukturierung und Visualisierung der Lean-Wirkungen weitgehend automatisiert umgesetzt wurden, erfolgt die eigentliche Berichterstellung weiterhin manuell. Künftig könnten aus den strukturierten Daten standardisierte Impact-Reports generiert werden, die qualitative Muster und quantitative Kennzahlen systematisch verbinden und über Zeiträume oder Kohorten hinweg auswertbar machen.

Eine weitere Perspektive betrifft die wirtschaftliche Bewertung von Lean-Wirkungen. Die in dieser Arbeit eingesetzte monetäre Umrechnung dient lediglich der Illustration eines möglichen Vorgehens und ersetzt keine fundierte ökonomische Bewertung.

Gleichzeitig stellt sich die Frage, ob und in welchem Umfang Lean tatsächlich „rentabel“ ist. Mari Furukawa-Caspary betont, dass Lean häufig fälschlicherweise als kurzfristige Methode zur Steigerung des ROI verstanden wird (Furukawa-Caspary, 2016, Bd.1, S. 14–16). Der eigentliche Wert des Lean-Ansatzes liegt jedoch in der langfristigen Lernfähigkeit und Stabilität der Organisation. Künftige Untersuchungen könnten daher prüfen, wie ökonomische und organisationale Perspektiven systematisch miteinander verknüpft werden können.

10 Literaturverzeichnis

- Alarcón, L. (Ed.), 1997. *Lean construction*. A.A. Balkema, Rotterdam.
- American Society for Quality (ASQ): *Quality Quotes – Shigeo Shingo*. Online verfügbar unter: <https://asq.org/quality-resources/more-on-quality-quotes>. Zugriff am: 07.01.2026.
- Ballard, G., Howell, G., 1997. *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*.
- Baudin, M., 2014. *Formula 1 Pit Stop 1950 to 2013*.
- Bertagnolli, F., 2020. *Lean Management: Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie*, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. ed, Springer eBook Collection. Springer Gabler, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31240-4>
- Braun, V., Clarke, V., 2006. *Using thematic analysis in psychology*. *Qualitative Research in Psychology* 3, 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Deming, W.E., 1986. *Out of the crisis: quality, productivity and competitive position*. Cambridge university press, Cambridge Melbourne Sydney.
- Erol, H., Dikmen, I., Birgonul, T., 2016. *Measuring the impact of lean construction practices on project duration and variability: A simulation-based study on residential buildings*. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND MANAGEMENT* 23, 241–251. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1068846>
- Fiedler, M. (Ed.), 2018. *Lean Construction – Das Managementhandbuch: Agile Methoden und Lean Management im Bauwesen*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55337-4>
- Fischer, M., Kunz, J., 2004. *The scope and role of information technology in construction*. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University CIFE Technical Report #156, 1–22.
- Forcael, E., Gonzalez, V.A., Herrera, R., Martínez, E., Francesconi, C., 2025. *TEACHING LEAN CONSTRUCTION: AN OVERVIEW OF TRENDS AND FUTURE* 1528–1539.
- Furukawa-Caspary, M., 2016. *Lean auf gut Deutsch; Band 1. Einführung und Bestandsaufnahme / Mari Furukawa-Caspary*, Books on Demand. Books on Demand, Norderstedt.
- González, V.A., Hamzeh, F., Alarcón, L.F., 2023. *Lean Construction 4.0: Driving a Digital Revolution of Production Management in the AEC Industry*, 1st ed. Routledge, London. <https://doi.org/10.1201/9781003150930>
- Ishikawa, K., 1976. *Guide to quality control*. Asian Productivity Organization, Tokyo.
- Koskela, L., 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*, VTT-publications. Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- Koskela, L., 1992. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford university Stanford.

- Krafcik, J.F., 1988. *Triumph of the lean production system*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. MIT Sloan Management Review 30, 41.
- Kunz, J., Fischer, M., 2012. *Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions*. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University CIFE Working Paper #097, 1–2.
- Liker, J.K., Franz, J.K., 2011. *The Toyota way to continuous improvement: linking strategy with operational excellence to achieve superior performance*. McGraw-Hill, New York, NY.
- Martinez, E., Pfister, L., Alarcón, L.F., 2024. *Designing an Effective Training Program for Systematic Lean Construction Implementation*. Presented at the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32), Auckland, New Zealand, pp. 1314–1323. <https://doi.org/10.24928/2024/0234>
- Martinez, E., Pfister, L., Forcael, E., 2025. *THE IMPACT OF LEAN TRAINING PROGRAMS ON BEHAVIOR AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE*. Proceedings of the 33rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC33) 1562–1572.
- Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A., Fischer, M., 2018. *Integration Enabled by Virtual Design & Construction as a Lean Implementation Strategy*. Presented at the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Chennai, India, pp. 240–249. <https://doi.org/10.24928/2018/0521>
- Rother, M., Shook, J., 2003. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*, 1.3. ed. Lean Enterprise Inst, Boston.
- Shewhart, W.A., 1931. *Economic control of quality of manufactured product*. Books On Demand, Place of publication not identified.
- Shimbun, N.K., 1996. *Visual control systems*, 1st pbk. ed. ed. Productivity Press, Portland, Or.
- Shingo, S., 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Suzuki, K., 1993. *The new shop floor management: empowering people for continuous improvement*. The Free Press [u.a.], New York.
- Tezel, A., Aziz, Z., 2017. *From conventional to it based visual management: A conceptual discussion for lean construction*. Journal of information technology in construction 22, 220–246.
- Wang, J., Fordjour Antwi-Afari, M., Tezel, A., Antwi-Afari, P., Kasim, T., 2024. *Artificial Intelligence in Cloud Computing technology in the Construction industry: a bibliometric and systematic review*. ITcon 29, 480–502. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.022>
- Weske, M., 2007. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73522-9>
- Womack, J.P., Jones, D.T., 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, Riverside.

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D., 1990. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million-Dollar 5-year study on the future of the automobile.* Rawson Assoc. Collier MacMillan Canada, Toronto Oxford New York, N.Y.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Vorgehensweise der Arbeit (eigene Darstellung).....	20
Abbildung 2 TPS Haus (eigene Darstellung, angelehnt an Furukawa-Caspary, 2018, Bd. 2, S. 15)...	21
Abbildung 3 Pyramide der logischen Ebenen des Lean (eigene Darstellung, nach Womack & Jones, 2003)	23
Abbildung 4 Fünf Lean-Prinzipien (eigene Darstellung, nach Womack & Jones, 2003).....	23
Abbildung 5 4P-Modell des Toyota Way (eigene Darstellung, nach Liker & Franz, 2011)	24
Abbildung 6 Darstellung des PDCA-Zyklus als kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Qualitätsmanagement (eigene Darstellung, angelehnt an Deming).....	26
Abbildung 7 Stufenmodell der 5S-Methode (eigene Darstellung, nach Liker, 2004)	27
Abbildung 8 Der A3-Report (eigene Darstellung, nach Liker, 2004)	28
Abbildung 9 Shop-Floor-Logik (eigene Darstellung, nach Suzaki, 1993)	29
Abbildung 10 Ishikawa-Diagramm (eigene Darstellung, nach Ishikawa, 1976).....	30
Abbildung 11 VDC-Modell (eigene Darstellung, nach Fischer & Kunz, 2004).....	33
Abbildung 12 Themenkarte (V0) (eigene Darstellung).....	39
Abbildung 13 Aufbau eines A3-Reports entlang der PDCA-Logik (Quelle: interne Schulungsunterlagen, Implenia).....	39
Abbildung 14 Themenkarte (V1) (eigene Darstellung).....	40
Abbildung 15 Themenkarte (V2) (eigene Darstellung).....	41
Abbildung 16 Taktisches Schema der Teilnehmenden im Workflow (eigene Darstellung).....	46
Abbildung 17 Konzeptionelles relationales Datenmodell (Entwurf; eigene Darstellung, mit KI generiert [ChatGPT]).....	47
Abbildung 18 UML-Diagramm der konzeptionellen Datenstruktur des Lean-Expert-Programs (Entwurf; eigene Darstellung).....	48
Abbildung 19 Drei Säulen des PoC (eigene Darstellung)	52
Abbildung 20 PDCA-Zyklus des PoC (eigene Darstellung)	53
Abbildung 21 Übersicht des automatisierten Datenverarbeitungsprozesses in Power Automate (Erste Automatisierung; eigene Darstellung)	55
Abbildung 22 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Erste Automatisierung; eigene Darstellung)	56
Abbildung 23 Beispielhafter Excel-Output der automatisierten Impact-Extraktion (eigene Darstellung)	57
Abbildung 24 Erweiterter automatisierter Datenverarbeitungsworkflow mit einer Tabelle pro Datei (Zweite Automatisierung; eigene Darstellung).....	58

Abbildung 25 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Zweite Automatisierung; eigene Darstellung)	58
Abbildung 26 Beispielhafte Excel-Auswertung extrahierter Lean-Impacts (Iteration 3; eigene Darstellung)	59
Abbildung 27 Beispiel eines A3-Berichts mit extrahierten qualitativen Impacts (eigene Darstellung)..	60
Abbildung 28 Automatisierter Workflow zur Überführung von SharePoint-Daten in strukturierte Lists (eigene Darstellung).....	61
Abbildung 29 Detaillierter Ablauf des automatisierten Workflows in Power Automate (Dritte Automatisierung; eigene Darstellung)	61
Abbildung 30 Datenpipeline von SharePoint über Power Automate und Lists bis zur Visualisierung in Power BI (eigene Darstellung)	64
Abbildung 31 Aufbau des Power-BI-Dashboards zur Visualisierung von Lean-Impacts (eigene Darstellung)	64
Abbildung 32 Lean Impact Dashboard mit aggregierten quantitativen und qualitativen Wirkungen (eigene Darstellung, Screenshot).....	66

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der Impact-Typen und ihrer begrifflichen Verankerung in der Lean-Literatur.....	38
Tabelle 2 Analyse der Impact-Kategorien.....	43
Tabelle 3 Interpretation der Impact-Typen.....	43
Tabelle 4 Struktur der geprüften Dateinamens-Konvention	49
Tabelle 5: Lean Impact Conversion.....	49
Tabelle 6 Übersicht der identifizierten Lean-Impacts (Synthese).....	54
Tabelle 7 Struktur und Definition der Extraktionsfelder für die automatisierte Auswertung der Live-Case-Dokumente	56
Tabelle 8 Übersicht der Microsoft Lists und ihrer Funktionen	62
Tabelle 9 Lean File Metadata – Spalten.....	62
Tabelle 10 Lean Impact Data – Spalten	62
Tabelle 11 Erkennungsquoten der automatisierten Extraktion im PoC	63
Tabelle 12 Konversionsregeln zur monetären Umrechnung quantitativer Effekte in CHF	65

13 Hilfsmittelverzeichnis

Eingesetzte Hilfsmittel	Teile / Stelle(n) in der Arbeit	Einsatzgebiet
AI Builder OCR (Optical Character Recognition)	Praktischer Teil	Aufbau des Workflows: Texterkennung von PDF
ChatGPT 5.2 (KI-gestützter Assistent)	Praktischer Teil	Aufbau des Workflows: Umgang mit Power Automate, JSON-Übersetzung
ChatGPT 5.2 (KI-gestützter Assistent)	Gesamte Arbeit	Strukturierung
ChatGPT 5.2 (KI-gestützter Assistent)	Gesamte Arbeit	Überprüfung von Rechtschreibung und Grammatik
DeepL Übersetzer (Neuronaler Übersetzer)	Gesamte Arbeit	Übersetzung Französisch-Deutsch
DeepL Übersetzer (Neuronaler Übersetzer)	Praktischer Teil	Unterstützung bei der Sichtung der Live Cases Dokumente (TA)
Google Scholar	Vorrecherche gesamte Arbeit	Literaturrecherche
Microsoft Azure (Cloud-Plattform)	Praktischer Teil	Bereitstellung und Ausführung der KI-gestützten Textauslesen (Large Language Model), Integration in den automatisierten Workflow (Power Automate)
Microsoft Copilot (KI-Assistenz)	Praktischer Teil	PoC: Erste KI-Tests
Microsoft Excel (Tabelleinkalkulation)	Praktischer Teil	PoC: Output der automatisierten Extraktion
Microsoft Lists (Datenmanagement)	Praktischer Teil	PoC und Prototyp: Output der automatisierten Extraktion
Microsoft Power Automate (Workflow-Management-System)	Praktischer Teil	PoC: Aufbau eines automatisierten Workflows
Microsoft Power BI (Visualisierung)	Praktischer Teil	Prototyp: monetäre Umrechnung (DAX) und Datenvisualisierung (Dashboard)
Microsoft SharePoint (Dokumentenmanagement)	Praktischer Teil	Datenquelle für die Analyse

Microsoft Word (Textverarbeitung)	Gesamte Arbeit	Dokumentation
Miro (Online-Whiteboard)	Gesamte Arbeit	Informationssammlung: Erstellen von Abbildungen und Visualisierungen
Napkin AI (Diagramm- und Visualisierungstool)	Gesamte Arbeit	Erstellen von Abbildungen
Perplexity (KI-gestützte Recherche)	Vorrecherche State of the Art	Quellensuche
Photoshop (Bildbearbeitungssoftware)	Gesamte Arbeit	Finalisierung grafischer Darstellungen
Swisscovery FHNW	Vorrecherche gesamte Arbeit	Literaturrecherche
Zotero (Literaturverwaltungssoftware)	Gesamte Arbeit	Organisation und Verwaltung der Literatur

14 Anhänge

14	Anhänge.....	81
14.1	Anhang 1: Dokumentation der Prompt-Iteration 1.....	83
14.1.1	Prompt 0:.....	83
14.1.2	Output 0:.....	83
14.1.3	Prompt 1:.....	85
14.1.5	Prompt 2:.....	87
14.1.6	Output 2:.....	87
14.1.7	Prompt 3:.....	91
14.1.8	Output 3:.....	91
14.1.9	Prompt 4:.....	94
14.1.10	Output 4:.....	95
14.1.11	Prompt 5:.....	99
14.1.12	Output 5:.....	101
14.2	Anhang 2: Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 2.....	102
14.2.1	Prompt.....	102
14.2.2	Output.....	103
14.3	Anhang 3 Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 3.....	110
14.3.1	Prompt.....	110
14.3.2	Output.....	111
14.4	Anhang 4 CBA – Choose by Advantages (CBA).....	129
14.4.1	Alternativen.....	129
14.4.2	Relevante Faktoren.....	129
14.4.3	Identifizierte Vorteile.....	129
14.4.4	Bedeutung der Vorteile.....	129
14.4.5	Berücksichtigte Kosten.....	130
14.4.6	Entscheidung.....	130

14.5	Anhang 5 Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 4	131
14.5.1	Prompt.....	131
14.6	Anhang 6 Empirische Ermittlung des Zeitgewinns durch den automatisierten Analyse-Workflow	134

14.1 Anhang 1: Dokumentation der Prompt-Iteration 1

14.1.1 Prompt 0:

„Kannst du aus dieser Datei die qualitative und quantitative Auswirkung herausziehen?“

14.1.2 Output 0:

Qualitative Auswirkungen

1. **Bessere Koordination und Planung:**

- Wir haben einen gemeinsamen Zeitplan mit allen Beteiligten (CM, CT, Vermessungsingenieur) aufgestellt.
- Der Kunde ist bei den wöchentlichen LPS-Sitzungen dabei, um administrative Freigaben vorwegzunehmen und Probleme zu vermeiden.

2. **Optimierung der Arbeitsmethoden:**

- Standardisierung sich wiederholender Aufgaben (z. B. Pflanzgruben).
- Einführung einer Just-in-time-Kultur für Lieferung, Lagerung und Produktion.
- Umsetzung der 5S-Methode (Ordnung, Sauberkeit, Verwaltung von Verbrauchsmaterialien und Arbeitsplätzen).

3. **Engagement der Teams:**

- Förderung des Einbringens von Ideen aus der Praxis.
- Sensibilisierung für das LPS-Tool als Hebel für Management und kontinuierliche Verbesserung.

4. **Risikominderung:**

- Bessere Koordination, um Kollisionen/gleichzeitige Aktivitäten in einer dicht bebauten städtischen Umgebung zu vermeiden.
- Aufrechterhaltung des Zugangs für Fussgänger und Radfahrer, insbesondere in der Nähe einer Schule.

Quantitative Auswirkungen

1. **Überwachung der KPIs:**

- Ziel von **95 % abgeschlossener Aufgaben** im LPS-System.

2. **Erzielte Einsparungen:**

- Dank **Vorfertigung und Standardisierung** Einsparungen von **784 CHF/Meter**, d. h. **207'042 CHF** für das gesamte Projekt.

3. **Verbesserung der Produktivität:**

- Ziel: **Verbesserung der Verhältnisse und Erträge der Pflanzgruben um 25 %**.

4. **Reduzierung von Zeitverlusten:**

- Ziel: **Reduzierung der Lager-, Umschlag- und Wartezeiten zwischen den Arbeitsplätzen.**

Quantitative Auswirkungen

- **Erwartete Anfangsleistung:** 6 Spundbohlen/Tag.
- **Tatsächlich beobachtete Leistung:**
 - Anfangsphase in schlammigem Boden: **3 bis 9 Spundbohlen/Tag.**
 - Phase in felsigen/gerölligen Bereichen: **2 bis 3 Spundbohlen/Tag.**
- **Quantitatives Ziel:** Durch Lean-Verbesserungen wieder **6 Spundbohlen/Tag** erreichen.
- **Beobachtungszeitraum:** Juli – Dezember 2024.
- **Erwartete Geschwindigkeit:** Mit der Ankunft der zweiten Vorbohrmaschine wird eine Verbesserung erwartet.

Qualitative Auswirkungen

- **Identifizierte Probleme:**
 - Giken-Verfahren nicht an die Bodenbedingungen angepasst (hartes Gestein, Geröll).
 - Mangelnde Vorkenntnisse über das Verfahren.
 - Schlechte Verwaltung der Ersatzteile durch den Subunternehmer.
 - Instabilität der Uferböschungen und Erdrutsche.
 - Fehlende Führung der Spundbohlen.
 - Kein Zugriff auf Maschinendaten zur Optimierung.
 - Häufige Ausfälle.
- **Vorgeschlagene Verbesserungen:**
 - Einführung von täglichen Briefings.
 - Verbesserung der Materialüberwachung und Wartung.
 - Überwachung der Verbrauchsmaterialbestände.
 - Vorläufige Testphase für zukünftige Projekte.
- **Qualitatives Ziel:** Verbesserung der Koordination, Planung und Reaktionsfähigkeit bei technischen und umweltbedingten Unvorhergesehenheiten.

14.1.3 Prompt 1:

„Ich habe eine Reihe von PDF-Dateien im Format A3, die aus dem Lean Expert Program (LEM) stammen. Für jede Datei möchte ich die Auswirkungen anhand der folgenden Kriterien herausarbeiten: Quantitative (messbare) Kriterien: Zeit/Fristen: Zyklusdauer, Verkürzung der Bearbeitungszeit, Projektfortschritt Produktivität/Ressourcen: Arbeitsstunden, Maschinenstunden, Effizienz (Output/Input) Kosten: Einsparungen, Reduzierung des Materialverbrauchs, Stückkosten Qualität/Nachbesserungen: Nachbesserungen, Fehlerquote Sicherheit: Anzahl der Unfälle, Reduzierung riskanter Handhabungen Qualitative (wahrgenommene, organisatorische) Kriterien: Zusammenarbeit: Kommunikation, Beteiligung der Mitarbeitenden Innovation/Lernen: neue Lösungen, Kreativität, Eigeninitiative Standardisierung: Lean-Methoden, wiederverwendbare Standards Lean-Kultur/Engagement: Motivation, kontinuierliche Verbesserung Zufriedenheit der Stakeholder: Feedback, Transparenz, Rückverfolgbarkeit Wenn du ein weiteres Kriterium findest, kannst du es gerne erwähnen.“

14.1.4 Output 1:

Quantitative Kriterien (messbar)

Zeit/Termine

- **Optimierung der Durchlaufzeiten:** Analyse des kritischen Produktionspfads, um die Durchlaufzeiten zu verkürzen.
- **Projektfortschritt:** Detaillierte Planung mit klaren Fristen für jede Phase (Produktion, Personal, Material usw.).

Produktivität/Ressourcen

- **Erhöhung der Produktionskapazität:** Bessere Nutzung der Ressourcen und des verfügbaren Platzes.
- **Effizienz (Output/Input):** Vollständige Visualisierung der Produktionsabläufe, um Ineffizienzen zu erkennen.

Kosten

- **Reduktion Materialverbrauch:** Einführung eines optimierten Lagerkonzepts nach Lieferanten.

Qualität/Nacharbeit

- **Fehlerquote:** Nicht ausdrücklich erwähnt, aber die Visualisierung der Prozesse und die Identifizierung von Verschwendung zielen auf eine Qualitätsverbesserung ab.

Sicherheit

- In den Unterlagen werden keine direkten Auswirkungen erwähnt, aber geplante Einrichtungen (Kräne, Inventar) können indirekt die Sicherheit verbessern.

Qualitative Kriterien (wahrgenommen, organisatorisch)

Zusammenarbeit

- **Kommunikation & Beteiligung:** Zusammenarbeit zwischen mehreren Leuten (Nino, Ivo usw.) bei der Planung und Durchführung.

Innovation/Lernen

- **Neue Lösungen:** Einsatz der **Wertstromanalyse** als zentrales Instrument zur Gestaltung und Optimierung der Produktion.
- **Eigeninitiative:** Proaktives Vorgehen bei der Lösung offener Punkte vor Produktionsstart.

Standardisierung

- **Lean-Methoden:** Geplante Einführung von **Kanban** und **Shopfloor Management** nach der Testphase.

Lean-Kultur/Engagement

- **Kontinuierliche Verbesserung:** Plan zur kontinuierlichen Optimierung nach Produktionsstart.

Stakeholder-Zufriedenheit

- **Transparenz & Nachvollziehbarkeit:** Klare Visualisierung von Prozessen, Ressourcen und Abhängigkeiten.

Weitere identifizierte Kriterien

- **Visualisierung:** Die Klarheit der Schemata und Produktionsabläufe ist ein wichtiger Hebel für das Verständnis und die Verwaltung des Projekts.
- **Projektmanagement-Kompetenz:** Die SMART-Strukturierung der Ziele zeigt einen methodischen und professionellen Ansatz.

14.1.5 Prompt 2:

„Ich habe mehrere PDF-Dateien im A3-Format und Präsentationen aus dem Lean Expert Program (LEM). Analysiere sie alle und erstelle eine einzige Tabelle, die alle gefundenen Auswirkungen zusammenfasst. ⚠️ Wichtige Regeln: Jede Zeile der Tabelle muss auch den Namen der Datei enthalten, aus der die Auswirkung stammt. Erstelle nicht mehrere separate Tabellen pro Datei, sondern eine einzige konsolidierte Tabelle. Kategorien von Auswirkungen: Quantitativ (messbar): nur wenn ein numerischer Wert (CHF, %, Stunden, Meter, Zyklen, Anzahl usw.) vorhanden ist. Qualitativ (wahrgenommen, organisatorisch): Verbesserungen ohne Zahlen. Zu überprüfen: Fälle, in denen es quantitativ erscheint, aber keine Zahlen vorhanden sind. Verfügbare Kriterien: Quantitativ Zeit/Termine: Zyklusdauer, Prozesszeitreduktion, Projektfortschritt Produktivität/Ressourcen: Mannstunden, Maschinenstunden, Effizienz Kosten: Einsparungen, Reduktion Materialverbrauch, Stückkosten Qualität/Nacharbeit: Nacharbeiten, Fehlerquote Sicherheit: Unfälle, risikobehaftete Handgriffe Qualitativ Zusammenarbeit: Kommunikation, Beteiligung Innovation/Lernen: neue Lösungen, Kreativität, Eigeninitiative Standardisierung: Lean-Methoden, wiederverwendbare Standards Lean-Kultur/Engagement: Motivation, KVP, Übernahme von Lean-Praktiken Zufriedenheit der Stakeholder: Feedback, Transparenz, Nachvollziehbarkeit Erwartetes Ausgabeformat (eine einzige konsolidierte Tabelle) | Dateiname | Identifizierte Auswirkung | Kategorie | Kriterium | Originaltext | Zusammenfassung (1 Satz) |

⚠️ Wichtig: Gib immer den Dateinamen in der ersten Spalte an. Alles sollte in einer einzigen Gesamttabelle stehen. Wenn du eine Auswirkung findest, die zu keinem der vorhandenen Kriterien passt, schlag ein neues Kriterium vor und gib es an.“

14.1.6 Output 2:

Konsolidierte Tabelle der identifizierten Auswirkungen

Dateiname	Identifizier-ter Impact	Kategorie	Kriterium	Originaltext	Zusammenfas-sung (1 Satz)
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Leerläufe durch feh- lende Zu- ständigkei- ten und unklare Prozesse	Qualitativ	Standardisie- rung	Fehlende Zu- ständigkei- ten und unklare Prozesse wur- den als Haupt- ursachen für Leerläufe iden- tifiziert.	Die fehlende Rol- lenklärung und Pro- zessstandardisie- rung führen zu Inef- fizienzen.
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Schulung und Befähig- ung der Mit- arbeitenden	Qualitativ	Innova- tion/Lernen	Die Schulung und Befähigung der Mitarbeiten- den auf Grund- lage klar defi- nierter Pro- zesse wurde als zentrale Herausforde- rung definiert.	Mitarbeiterschulun- gen sind entschei- dend für ein besse- res Prozessver- ständnis.
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Feedback positiv zur Schulung	Qualitativ	Stakeholder- Zufriedenheit	Feedback posi- tiv – Mittels Un- terlagen ist es möglich Ar- beitsschritte nachzulesen und nachzuver- folgen.	Die Schulungsun- terlagen ermögli- chen positives Feedback durch Nachvollziehbar- keit.

3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Selbstständige Durchführung durch Projektleitende	Qualitativ	Lean-Kultur/Engagement	Viele Prozessschritte, die bisher unter Begleitung vorgenommen wurden, können nun selbstständig durch Projektleitende durchgeführt werden.	Projektleitende führen Prozessschritte nun eigenständig durch.
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Positive Rückmeldungen zur Tool-Erweiterung	Qualitativ	Stakeholder-Zufriedenheit	Die ersten Feedbacks zur Erweiterung der Tools und Dokumentation sind durchwegs positiv.	Die erweiterten Tools und Dokumente erhalten positives Feedback.
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Kostenschätzung durch Komponentenliste	Zu prüfen	Kosten	...ermöglicht den Projektverantwortlichen, eine Kostenschätzung zu erstellen.	Eine Kostenschätzung ist möglich, aber es fehlen konkrete Zahlen.
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Standardisierte Struktur in BHB-App	Qualitativ	Standardisierung	Integration der Projekteröffnung für ACC-Projekte in die neue BHB-App (Standardisierte Ordner- und Dokumentenstruktur).	Eine standardisierte Struktur wurde in der BHB-App für ACC-Projekte integriert.

3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Erweiterung auf weitere ACC-Module	Qualitativ	Innovation/Lernen	Die definierten Set-Up-Prozesse sollen auf weitere Module der ACC, wie Protokollführung, Aufgabenmanagement und Terminplanung, ausgeweitet werden.	Die Set-Up-Prozesse werden auf weitere ACC-Module ausgeweitet.
----------------------------------	------------------------------------	------------	-------------------	--	--

14.1.7 Prompt 3:

„Ich hab eine Reihe von A3-PDF-Dateien vom Lean Expert Program (LEM).

Für jede Datei will ich, dass du den Inhalt checkst und die Auswirkungen nach diesen Regeln feststellst:
Quantitative Auswirkungen (messbar)

➔ Eine Auswirkung ist nur dann quantitativ, wenn sie einen messbaren Zahlenwert enthält (CHF, %, Stunden, Meter, Zyklen, Anzahl Fehler, Anzahl Unfälle usw.). Beispiele: „-15 % Prozesszeitreduktion“ „CHF 25'000 eingespart“ „3 Unfälle vermieden“ ⚠️ Ohne Zahlen → nicht als quantitativ einstufen.

Qualitative Auswirkungen (wahrgenommen, organisatorisch) ➔ Das sind die Verbesserungen, die ohne Zahlen beschrieben werden, zum Beispiel: bessere Kommunikation, mehr Zusammenarbeit, Motivation und Engagement, Transparenz und Zufriedenheit der Stakeholder, Anwendung von Lean-Methoden Zu überprüfen ➔ Wenn eine Auswirkung quantitativ aussieht, aber keinen Zahlenwert hat, ordne sie dieser Kategorie zu. Beispiel: „Optimierung der Durchlaufzeiten“ (ohne Zahlen).

Klassifizierungskriterien Quantitativ Zeit/Termine: Zyklusdauer, Prozesszeitreduktion, Projektfortschritt Produktivität/Ressourcen: Mannstunden, Maschinenstunden, Effizienz Kosten: Einsparungen, Reduktion Materialverbrauch, Stückkosten Qualität/Nacharbeit: Nacharbeiten, Fehlerquote Sicherheit: Unfälle, risikobehaftete Handgriffe

Qualitativ Zusammenarbeit: Kommunikation, Beteiligung Innovation/Lernen: neue Lösungen, Kreativität, Eigeninitiative Standardisierung: Lean-Methoden, wiederverwendbare Standards Lean-Kultur/Engagement: Motivation, KVP, Übernahme von Lean-Praktiken Zufriedenheit der Stakeholder: Feedback, Transparenz, Nachvollziehbarkeit Erwartetes Ausgabeformat Name der PDF-Datei Identifizierte Auswirkung Kategorie: Quantitativ / Qualitativ / Zu überprüfen Entsprechendes Kriterium (gemäss obiger Liste) Originaltext Zusammenfassung in einem einfachen Satz

⚠️ Wichtig: Gib nur die Auswirkungen mit Zahlen als quantitativ an. Alles andere kommt unter Qualitativ oder Zu überprüfen.

👉 Wenn du in der Datei eine Auswirkung findest, die nicht den bestehenden Kriterien entspricht, kannst du ein neues Kriterium vorschlagen und es zur Liste hinzufügen.“

14.1.8 Output 3:

Analyse der Auswirkungen – Lean Expert Program (LEM)

Datei: 3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf

Impact identifiziert	Kategorie	Kriterium	Originaltext	Zusammenfassung
Kein Verzug durch einen SUBU; Reprojek	Zu prüfen	Zeit/Termine	Kein Verzug durch einen SUBU; Reprojek	Ziel, Verzögerungen durch den Subunternehmer zu vermeiden
Durchlaufzeiten reduzieren durch Schnittstellenkoordination und täglicher Zieldefinition	Zu prüfen	Zeit/Termine	Durchlaufzeiten reduzieren durch Schnittstellenkoordination und täglicher Zieldefinition	Reduktion der Durchlaufzeiten durch bessere Koordination
Nutzung der 3-Wochen Planungsbasis als Input für Tagesprotokoll	Qualitativ	Standardisierung	Nutzung der 3-Wochen Planungsbasis als Input für Tagesprotokoll	Verwendung eines standardisierten Tools für die tägliche Planung
Kein Termindruck von der Bauherrschaft	Qualitativ	Stakeholder-Zufriedenheit	Kein Termindruck von der Bauherrschaft	Keine zeitliche Druckausübung durch den Auftraggeber
Einführung Massnahmenliste zur kontinuierlichen Verbesserung	Qualitativ	Lean-Kultur/Engagement	Einführung Massnahmenliste zur kontinuierlichen Verbesserung	Einführung einer Massnahmenliste zur kontinuierlichen Verbesserung
LPS wird bei uns ein zukünftiger Bestandteil als Projektmanagement-Werkzeug bleiben	Qualitativ	Standardisierung	Das LPS wird bei uns ein zukünftiger Bestandteil als Projektmanagement-Werkzeug bleiben	Dauerhafte Einführung des Last Planner Systems als PM-Werkzeug

Datei: 3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf

Impact identifiziert	Kategorie	Kriterium	Originaltext	Zusammenfassung
Auftragssumme: 1'500'000 CHF	Quantitativ	Kosten	Auftragssumme: Oktober 2024 – November 2025 / 1'500'000.	Vertragswert des Projekts
Durchlaufzeiten reduzieren durch Schnittstellenkoordination und täglicher Zieldefinition	Zu prüfen	Zeit/Termine	Durch Schnittstellenkoordination und täglicher Zieldefinition wollen wir die Durchlaufzeiten reduzieren.	Reduktion der Durchlaufzeiten durch Koordination
Visuelle Gedächtnisstütze	Qualitativ	Innovation/Lernen	Visuelle Gedächtnisstütze	Verwendung visueller Hilfsmittel zur Unterstützung des Gedächtnisses
Erhöhung der Transparenz	Qualitativ	Stakeholder-Zufriedenheit	Erhöhung der Transparenz	Verbesserung der Projekttransparenz
Verzug-Status jederzeit einsehbar	Qualitativ	Stakeholder-Zufriedenheit	Verzug-Status jederzeit einsehbar	Echtzeit-Überwachung des Verzugsstatus
Gemeinsame Identifikation von Problemen/Abweichungen	Qualitativ	Zusammenarbeit	Gemeinsame Identifikation von Problemen/Abweichungen	Gemeinsame Problemerkennung im Team

14.1.9 Prompt 4:

„Ich schaue mir PDF-Dateien im A3-Format und Präsentationen vom Lean Expert Program (LEM) an. Diese Dokumente folgen der PDCA-Logik: Plan (Kontext, aktuelle Situation, Ziel/Zielsituation, Ursachenanalyse), Do (Aktionsplan), Check (Ergebniskontrolle, Ergebnisse), Act (Standardisierung und Weiterentwicklung).

Was ich herausziehen will: nur die Auswirkungen (Ergebnisse)

Eine Auswirkung = ein nach der Umsetzung festgestelltes Ergebnis, oft in Überprüfen/Handeln zu finden.

⚠ Nicht zu verwechseln mit:

Ziele/Ziel = Absichten (nicht als Auswirkung betrachten).

Tun/Aktionsplan = Aktionsplan (nicht als Auswirkung betrachten).

Kategorien (binär, ohne „Zu überprüfen“)

Quantitativ (messbar):

➡ Ergebnisse, die mit Zahlen oder Einheiten ausgedrückt werden (CHF, %, Stunden, Wochen, Meter, Anzahl, Fehlerquote, Unfälle, Nutzungsrate usw.).

Beispiel:

„Prozesszeit um 15 % reduziert“

„Einsparungen von CHF 25 000“

„Fehlerquote von 3 % auf 1 % reduziert“

Qualitativ (wahrgenommen, organisatorisch):

➡ Ergebnisse ohne Zahlen, z. B.:

bessere Kommunikation, Einbindung der Mitarbeitenden

Standardisierung von Prozessen

Motivation, Engagement

Zufriedenheit oder mehr Transparenz

Erwartetes Ausgabeformat (eine Tabelle für alle Dateien)

| Dateiname | Ermittelter PDCA-Abschnitt | Identifizierte Auswirkung | Kategorie (quantitativ/qualitativ) |

Kriterium | Wert (wenn quantitativ) | Originaltext | Zusammenfassung (1 Satz) |

Kriterien

Quantitativ: Zeit/Fristen, Produktivität/Ressourcen, Kosten, Qualität/Nachbesserungen, Sicherheit

Qualitativ: Zusammenarbeit, Innovation/Lernen, Standardisierung, Lean-Kultur/Engagement, Zufriedenheit der Stakeholder

⚠ Wichtig:

Keine Kategorie „Zu überprüfen“ → wenn es keine Zahlen gibt, immer qualitativ.

Eine einzige Tabelle für alle Dateien.

Wenn eine tatsächliche Auswirkung nicht in die Tabelle passt, schlag ein neues Kriterium vor.

Am Ende der Antwort liste die ermittelten Ziele/Massnahmen (ohne Auswirkungen) separat auf.“

14.1.10 Output 4:

Auswertung der PDCA-Dokumente – Extrahierte Auswirkungen und Ziele/Aktionen

Tabelle 1: Extrahierte Auswirkungen (Impacts)

Dateiname	PDCA-Abschnitt	Auswirkung	Kategorie	Kriterium	Wert (falls quantitativ)	Originaltext	Zusammenfassung
2024.12.18_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Keine signifikanten Verschlechterungen festgestellt	Qualitativ	Qualität/Nacharbeit	–	Nach Ablauf des 2 monatigen Probebetriebes wurden keine signifikanten Verschlechterungen festgestellt.	Der Testbetrieb auf der ungeschützten Betondecke führte zu keinen sichtbaren Schäden.
2024.12.18_Presentation_XXXXX.pdf	Act	Befahren der ungeschützten Betondecke mit schwerem Gerät wurde genehmigt	Qualitativ	Standardisierung	–	Das Befahren der ungeschützten Betondecke mit schwerem Gerät wurde somit vom Auftraggeber genehmigt.	Die offizielle Genehmigung zur Nutzung der Betondecke ohne Schutz wurde erteilt.

3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Check	Transport von Baumaterialien und schweren Geräten erfolgt über die Betondecke	Qualitativ	Standardisierung	–	Seitdem erfolgt der Transport von Baumaterialien und schweren Geräten über diese Betondecke.	Der Transport über die Betondecke ist zur Standardpraxis geworden.
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Act	Begutachtungsintervalle werden laufend angepasst	Qualitativ	Innovation/Lernen	–	Die Begutachtungsintervalle werden in Abhängigkeit der Ergebnisse laufend angepasst.	Das Kontrollprogramm wird basierend auf den Ergebnissen regelmäßig angepasst.
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Act	Programm kann auf weitere Bauteile ausgeweitet werden	Qualitativ	Innovation/Lernen	–	Bei Erfolg kann das Programm auf weitere Bauteile ausgeweitet werden.	Das Programm ist bereit zur Ausweitung auf weitere Bereiche.

Tabelle 2: Erkannte Ziele und Massnahmen (nicht als Auswirkungen gewertet)

Typ	Originaltext
Ziel	Das Ziel des Projekts ist die Einführung eines kontinuierlichen Kontrollprogramms zur Überwachung des Zustands der Betondecke...
Ziel	Alle Gerätefahrer sollen unterwiesen werden...
Massnahme	Organisieren wöchentliche Reinigung Betondecke mit Kehrwagen
Massnahme	Begutachtung Betondecke+Fugen mit monatlicher vor Ort Begehung
Massnahme	Unterweisung Gerätefahrer im Zuge der Quartalsunterweisung...
Massnahme	Implementierung Protokollstruktur

14.1.11 Prompt 5:

„Ich schaue mir PDF-Dateien im A3-Format und Präsentationen vom Lean Expert Program (LEM) an. Diese Dokumente folgen der PDCA-Logik: Plan (Hintergrund, Aktuelle Situation, Ziel/Zielsituation, Ursachenanalyse), Do (Massnahmenplan), Check (Konformität/Erfolgskontrolle, Resultate), Act (Standardisierung & Weiterentwicklung).

Was ich herausziehen will (nur IMPacts)

Ein Impact = ein Ergebnis, das nach der Umsetzung erreicht wurde, idealerweise in Check/Erfolgskontrolle oder Act/Standardisierung oder an jeder Stelle, die gemessene Ergebnisse zeigt (vorher/nachher, erreicht, reduziert um, eingespart, gemessen, Ergebnis/Resultat, KPI erreicht).

Nicht zu verwechseln mit den Zielen/Absichten in Ziel/Zielsituation oder dem Massnahmenplan (Do).

Klassifizierungsregeln

Quantitativ (messbar): nur wenn ein numerischer Wert erscheint (% , CHF , Stunden , Tage/Wochen , Meter , Anzahl , Stückkosten , Fehlerquote , Unfälle , Auslastung usw.).

Wenn keine Zahlen da sind → nicht als quantitativ einstufen.

Qualitativ (wahrgenommen/organisatorisch): tatsächliche Verbesserung ohne Zahlen (Kommunikation, Standardisierung, Motivation, Transparenz, Feedback, Übernahme von Lean-Praktiken usw.).

Zu überprüfen: scheint ein messbares Ergebnis zu sein, aber ohne Zahlenwert (z. B. „Durchlaufzeiten optimiert“ ohne %/Stunden).

Indizien, die AUSZUSCHLIESSEN sind (Ziele/Pläne → NICHT als Wirkung zählen)

Wörter/Abschnitte zum Ziel: Ziel, Zielsetzung, Zielsituation, Soll, KPI-Target, wir wollen/möchten/beabsichtigen/geplant.

Wörter/Abschnitte zum Aktionsplan: Massnahmenplan, WER/WANN/STATUS, Nächste Schritte, To-Dos, Umsetzungsschritte.

→ Liste diese Elemente separat am Ende der Antwort unter „Erkannte Ziele/Massnahmen (keine Auswirkungen)“ mit einem kurzen Auszug (ein Punkt pro Element).

Erwartetes Ergebnis (EINE EINZIGE konsolidierte Tabelle für ALLE Dateien)

Erstelle eine einzige Tabelle mit den folgenden Spalten:

Name der Datei

Erkannter PDCA-Abschnitt (Plan / Do / Check / Act)

Identifizierte Auswirkung (kurze Formulierung)

Kategorie: Quantitativ / Qualitativ / Zu überprüfen

Kriterium (aus der Liste unten; ansonsten „Neues Kriterium: ...“ vorschlagen)

Wert (z. B. „-15 %“, „CHF 25'000“, „-3 Wochen“ oder leer, wenn qualitativ)

Originaltext (genauer Auszug)

Zusammenfassung (1 Satz)

⚠ Hinweise

Gib nur Elemente mit einer Zahl/Einheit quantitativ an.

Gib nur Auswirkungen an, die unter Check/Act (Ergebnisse) fallen, nicht unter Ziel/Do.

Erfinde keine Zahlen, sondern verwende genau die Zahlen aus dem Dokument.

Wenn „vor/nach“ vorhanden ist, gib den Wert nach an und erwähne die Abweichung, falls angegeben.

Zulässige Kriterien

Quantitativ

Zeit/Termine: Zyklusdauer, Prozesszeitreduktion, Projektfortschritt (Meter/Woche, Abweichung %)

Produktivität/Ressourcen: Mannstunden/Einheit, Maschinenstunden (Nutzungsgrad, Stillstände), Output/Input (Effizienz)

Kosten: Einsparungen (CHF, % Budget), Reduktion Materialverbrauch (Anker, Beton-/Stahlmenge), Stückkosten (CHF pro Meter/Zyklus)

Qualität/Nacharbeit: Anzahl Nacharbeiten/Mängel, Fehlerquote (vor/nach)

Sicherheit: Anzahl Vorfälle/Unfälle, Reduktion risikobehafteter Handgriffe

Qualitativ

Zusammenarbeit (Kommunikation, Beteiligung)

Innovation/Lernen (neue Lösungen, Kreativität, Eigeninitiative)

Standardisierung (PDCA/VSM/Last Planner, wiederverwendbare Standards)

Lean-Kultur/Engagement (Motivation, KVP, Übernahme Lean-Praktiken)

Stakeholder-Zufriedenheit (Feedback, Transparenz, Nachvollziehbarkeit)

Erweiterung

Wenn eine tatsächliche Auswirkung in kein Kriterium passt, schlag ein neues Kriterium vor und benutze es.

Ende der Antwort

Stell die konsolidierte Tabelle bereit.

Dann eine kurze Liste „Erkannte Ziele/Massnahmen (keine Auswirkungen)“ (Aufzählungspunkte).“

Beschreibung (Zusammenfassung auf Deutsch)

Der Prompt definiert:

- die PDCA-Zuordnung (Plan, Do, Check, Act)
- die Kriterien für quantitative (messbare) und qualitative (organisatorische) Wirkungen
- die Ausschlussregeln (Ziele und Massnahmen nicht als Wirkungen zählen)
- das erwartete Tabellenformat (Dateiname, PDCA-Abschnitt, Impact, Kategorie, Kriterium, Wert, Originaltext, Zusammenfassung)

Ziel: Sicherstellung einer reproduzierbaren, sprachübergreifenden semantischen Extraktion der Lean-Wirkungen.

14.1.12 Output 5:

Dateiname	PDCA-Abschnitt	Identifizierter Impact	Kategorie	Kriterium	Wert	Originaltext	Zusammenfassung
3rdCohort_A3 Report_ XXXXX.pdf	Check	Reduktion der Anzahl angepasster Starttermine	Zu prüfen	Neues Kriterium: Planungsstabilität		Antal justerade starttider av arbetsmoment i tidplanen efter planeringsarbete kunna ha förbättras	Die Anzahl der Änderungen von Startterminen hat sich durch bessere Planung verringert.
3rdCohort_A3 Report_ XXXXX.pdf	Act	Unterstützung für Produktionsplanung eingeführt	Qualitativ	Zusammenarbeit / Lean-Kultur		Förbättrat planering; stöd för produktion i planeringsfasen finns (verktyg, kurs, eller annat)	Konkrete Unterstützung für die Produktionsplanung wurde eingeführt.

14.2 Anhang 2: Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 2

14.2.1 Prompt

'You are a Lean assistant analyzing PDCA-based documents (A3 Reports or Presentations) from the Implenia Lean Expert Program. '

'Your task is to return a JSON object with a single key "rows" that contains ONE object per file (not per impact). '

'Each object must contain ALL of the following keys exactly as written: '

'["File name","Dokumenttype","Graduation","Experte","Projekt","Business Unit","Sprache","PDCA sections detected","Quantitative Impact (yes/no)","Qualitative Impact (yes/no)","Quantitative Summary","Qualitative Summary","Quantitative Criteria","Qualitative Criteria","Quantitative Value","Qualitative Example","Detected Goals or Actions","Evaluation date","Summary (1 sentence)"]. '

'--- FILENAME STRUCTURE --- '

'Filenames follow patterns such as: '

'• 2022 : (Date)_(DocumentType)_(FirstName LastName)_(BU)_(Country) '

'• 2023 : (Date)_(DocumentType)_(FirstName LastName)_(BU)_(Country) '

'• 2024 : 3rdCohort_(DocumentType)_(FirstName LastName)_(BU)_(Country). '

'--- EXTRACTION RULES --- '

'- "File name": keep the full filename. '

'- "Dokumenttype": "A3 Report" or "Presentation" (deduced from filename). '

'- "Graduation": 2022, 2023 or 2024 (from filename). '

'- "Experte": participant full name (from filename). '

'- "Projekt": project title, extracted from the field or label "Projekt" inside the document. '

'- "Business Unit": must be one of [ETS, ICS, SF, TUN, CVL], deduced from filename. '

'- "Sprache": detect the main language from the document text: '

' DE = German, EN = English, FR = French, NO = Norwegian, SE = Swedish. '

'- "PDCA sections detected": specify which phases contain results (e.g., "Check", "Act"). '

'- "Quantitative Impact (yes/no)": "YES" if there are any numbers, percentages, CHF, hours, or similar quantitative data; otherwise "NO". '

'- "Qualitative Impact (yes/no)": "YES" if there are clear qualitative effects without numbers; otherwise "NO". '

'- "Quantitative Summary": concise EN sentence describing the numeric result(s). '

'- "Qualitative Summary": concise EN sentence describing non-numeric improvements (e.g., better collaboration, process standardization, etc.). '

```

'- "Quantitative Criteria": choose one of ["Time","Cost","Quality","Safety","Productivity","Inventory","Re-
work","Other"]. ',
'- "Qualitative Criteria": choose one of ["Collaboration","Standardization","Innovation/Learning","Lean
Culture","Stakeholder Satisfaction","Other"]. ',
'- "Quantitative Value": extract the explicit numeric value (e.g., "-15%", "CHF 20,000", "-3 weeks"). ',
'- "Qualitative Example": short original phrase in the detected language that illustrates the improvement.
',
'- "Detected Goals or Actions": list a few goals or measures found in Plan/Do phases (to show distinc-
tion). ',
'- "Evaluation date": ISO format (YYYY-MM-DD) if visible, else blank. ',
'- "Summary (1 sentence)": neutral English synthesis of the main achieved impact(s) from the document.
',

'--- RULES --- ',
'- Output only one row per file. ',
'- Always include all keys; if data is missing, set the value to "". ',
'- Only include results or impacts (PDCA Check/Act). ',
'- Exclude objectives, causes, and action plans (PDCA Plan/Do). ',
'- Keep tone factual, concise, and neutral. ',
'- All text in English, except original phrases for "Qualitative Example". ',
'- Return only the JSON object, no explanation or text outside it.'

```

14.2.2 Output

Table 1 — Bloc colonnes 1/3

File name	Dokumenttype	Graduation	Experte	Projekt	Business Unit	Sprache	Qualitative Impact (yes/no)
	A3 Report	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	A3 Report	2022	XXXXX	XXXXX	XXXXX	EN	yes
	A3 Report	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	FR	yes
	A3 Report	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	FR	yes
	A3 Report	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	Presentation	2023	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	A3 Report	2022	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	Presentation	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	Presentation	2022	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes
	Presentation	2024	XXXXX	XXXXX	XXXXX	DE	yes

Table 2 — Bloc colonnes 2/3

File name	Dokumententyp	Qualitative Summary	PDCA sections detected	Qualitative Criteria	Qualitative Example	Detected Goals or Actions	Quantitative Impact (yes/no)
A3 Report		Visual color coding improved orientation and communication on site.	Act	Communication, Standardization, Stakeholder satisfaction	Introduced color-coded zones for concrete delivery areas.	Reduktion der Anzahl an Betonrezepten, Skalierung auf andere Baustellen	to review
A3 Report		Digitalization of LPS improved transparency and communication among stakeholders.	Check	Transparency, Collaboration, Communication	All stakeholders including the client have full access to VisiLean for daily updates and reporting.	Introduce VisiLean software, Agree on KPIs and set up control room, Implement LPS awareness sessions, Run pull plan meeting	yes
A3 Report		Improved coordination and team cohesion with weekly planning meetings and enhanced safety performance.	Check	Collaboration, Safety, Standardization	One day of coordination every Tuesday for internal planning.	Continuer à travailler la visualisation dans l'espace des différentes équipes, Approfondir l'étude des heures réalisées : toutes les 3 semaines, Suite du planning à recalculer pour 2024	yes
A3 Report		Teams adopted on-the-job training and improved collaboration and performance awareness.	Check	Collaboration, Lean culture, Stakeholder satisfaction	Formalized on-the-job training and shared performance indicators (KPIs, production curves).	"Anticiper et donner de la visibilité sur les travaux", "Obtenir une co-activité bien organisée", "Répondre aux exigences de qualité du client"	to review
A3 Report		IMS documentation process streamlined for VAC III+IV, reducing unnecessary workload and improving efficiency.	Check	Standardization, Efficiency, Lean culture	Updated IMS process to remove redundant documents and links.	"Vorschlag zur Anpassung/Aktualisierung des IMS-Standards für ICS-DE ausarbeiten", "Swimlaneanalyse für den ges. VAC III+IV Prozess vervollständigen"	no
Presentation		Lean analysis demonstrated high process organization and efficiency among employees.	Check	Process efficiency	Continuous work rhythm with minimal waste observed in value chain.	"Mit den Lean-Ansätzen sollen die einzelnen Prozesse nun aus einem neuen Blickwinkel betrachtet werden"	yes

	A3 Report	Communication among participants improved and no rebar had to be reordered.	Check	Communication, Quality assurance	Regular ReKo meetings held and results distributed to participants.	Herstellungsreihenfolge optimieren, Stahlliste bauteilbezogen aufteilen, Regelmässige ReKo-Besprechungen durchführen, Leistungskurve erstellen	yes
	Presentation	Transparency and collaboration improved through continuous use of LPS and digital planning tools.	Act	Transparency, Collaboration, Standardization	Implemented digital 3-week program and visual memory aid for meetings.	"kein Verzug durch unseren SUBU; Reprojert zu bekommen", "Durch Schnittstellenkoordination und täglicher Zieldefinition wollen wir die Durchlaufzeiten reduzieren"	no
	Presentation	Early communication and process alignment improved collaboration and reduced rework.	Act	Collaboration, Communication, Standardization	Early communication of deviations and joint process adjustment with all involved parties.	"Einführung eines angepassten Planungs- und Freigabelaufs", "Prüfung auf Einhaltung von Fristen (KPIs)", "Workshops alle sechs Monate zur Optimierung"	to review
	Presentation	Use of OneNote simplified claim processing and reduced project inquiries	Check	Standardization, Collaboration	Centralized documentation in OneNote adopted positively by team	"Regelmässiges Feedback einholen und Verschwendungen erfassen", "Prozesskontrolle: Überprüfung, ob Zeitspanne bei Einhaltung der Prozessschritte tatsächlich verkürzt wird"	to review

Table 3 — Bloc colonnes 3/3

File name	Dokumenttype	Quantitative Summary	Quantitative Criteria	Quantitative Value	Evaluation date	Summary (1 sentence)	Original excerpt (verbatim)
	A3 Report				2024-10-21 00:00:00	Color-coded area marking enhanced clarity and reduced delivery errors in concrete logistics.	Einführung der farblichen Kennzeichnung der Arbeitsbereiche: Durch eine visuelle, farbliche Kennzeichnung der Arbeitsbereiche auf der Baustelle wird die Orientierung für alle Beteiligten erleichtert. Die farbliche Codierung soll die Kommunikation verbessern und Missverständnisse bei der Zuordnung und bei der Betonlieferung vermeiden.
	A3 Report	Percentage Plan Completed (PPC) reached 80% weekly target.	Plan completion rate (PPC)	0.8	2024-10-21 00:00:00	Digitalization of LPS using VisiLean achieved 80% PPC and enhanced transparency and collaboration across project stakeholders.	PPC is measured weekly and 80% value was targeted• All stakeholders including the client have full access to VisiLean. • VisiLean was used for daily updates and reporting • Reasons for variance are reported weekly (more transparency)
	A3 Report	Concrete pouring steps optimized from 2m to 4m, recovering several weeks on the schedule.	Time reduction, Schedule adherence	several weeks	2024-10-21 00:00:00	Optimization of concrete pouring steps from 2m to 4m recovered several weeks on the project schedule and improved team coordination and safety.	"Optimisation des étapes de bétonnage de 2m à 4m : plusieurs semaines de travail récupérées sur le planning" (Check section)
	A3 Report				2024-10-21 00:00:00	The project improved team collaboration and performance awareness through shared KPIs and structured training.	"Les équipes IFS ont adopté la formalisation de formation au poste, et la valeur ajoutée associée - L'ensemble des indicateurs de performance partagés (KPIs, courbes de rendement) aux collaborateurs a permis de les impliquer et les sensibiliser davantage sur les différentes problématiques rencontrées, notamment concernant les problèmes de décoffrages de planche porte-joint." (Check section)

	A3 Report				2024-10-29 00:00:00	IMS documentation for VAC III+IV was simplified, improving process efficiency and reducing waste.	"Erkenntnisse waren, dass der IMS-Angebotsprozess bei den Erfüllungskriterien, als auch in den Dokumenten stark aktualisierungsbedürftig ist (Dokumente sind teilweise überflüssig, Dokumente sind teilweise veraltet, Dateilinks funktionieren teilweise nicht, Daten müssen in Akquitool manuell mehrfach eingegeben oder hochgeladen werden etc.)"
	Presentation	Time saving of 25% achieved through improved tunnel geometry efficiency.	Time reduction	0.25	2024-10-21 00:00:00	Lean process analysis revealed a potential 25% time saving due to improved tunnel geometry and high operational efficiency.	"Die durchgeführte Analyse hat zwar auf der einen Seite kaum Verbesserungsmöglichkeiten innerhalb unseres eigenen Produktionsprozesses zu Tage gefördert, sie hat aber eindrücklich gezeigt, was hier ein halber Meter mehr Platz bedeuten würde, nämlich eine direkte Einsparung von einem Viertel an Zeit" (slide 11)
	A3 Report	Actual duration increased by 30% compared to planned duration (39 AT vs 30 AT).	Time performance	0.3	2024-10-21 00:00:00	The project achieved a 30% increase in production duration while maintaining good communication and quality without rebar reorders.	Im Vergleich der geplanten Dauer (30AT) zur IST-Dauer (39 AT) gibt es eine Steigerung um 30 % (9 AT) (Check)
	Presentation				2024-12-19 00:00:00	The project achieved higher transparency and collaboration by integrating the Last Planner System as a permanent management tool.	"Das LPS wird bei uns ein zukünftiger Bestandteil als Projektmanagement-Werkzeug bleiben." (slide 9)
	Presentation				2024-10-21 00:00:00	Early communication and joint process adjustments improved collaboration and reduced rework.	„Frühzeitige Auseinandersetzung mit eingeführten Prozessen Frühzeitige Kommunikation von festgestellten Abweichungen Keine einseitige Kompensation von Prozessabweichungen Frühzeitige Prozessanpassung mit allen am Prozess Beteiligten“ (slide 16)

	Presenta- tion	Process duration from deviation recognition to claim submission short- ened (exact value not specified)	Time reduction		2024-12-18 00:00:00	Implementation of OneNote docu- mentation improved process effi- ciency and reduced unnecessary in- quiries.	"OneNote wird als Werkzeug zur Dokumentation positiv ange- nommen > Nachtragsbearbeitung bei ausgefüllter Dokumen- tationsliste deutlich vereinfacht > Weniger Rückfragen an Projekt notwendig" (p.15)
--	-------------------	--	----------------	--	------------------------	---	---

14.3 Anhang 3 Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 3

14.3.1 Prompt

'You are a Lean assistant specialized in PDCA documents (A3 Reports / Presentations) for Implenia. ',
'OUTPUT: Return ONLY a valid JSON object with a single key "rows". ',

"rows" MUST be an array of objects and EACH object MUST contain ALL of these EXACT keys (names unchanged): ',

'["Graduation","Experte","A3 Reports","Präsentation","Projekt","Modul","Business Unit","Ländereinheit","Sprache","Item Type","Path","Measurable outcomes","Quantitative (\\"yes\\")","Evaluation date","Type of savings","Quantity","Unit","Into CHF","Qualitative (\\"no\\")","Qualitative impacts","Additional comments / remarks","Assesment validation"]'. ',

'Rules about keys/values: ',

'- Include EVERY key in EVERY row; if unknown, set to "" (empty string). ',

'- All text in ENGLISH (proper names unchanged). ',

'- Create a row ONLY for real IMPACTS/RESULTS (prefer PDCA Check/Act). If none, return {"rows":[]}. ',

;',

'- "Path" MUST equal FILE_PATH below (single string). ',

'- "Item Type" = "A3" or "Presentation". ',

'Filename hints (robust to exceptions): ',

'- Formats: YYYYMMDD_DocumentType_FirstName LastName_BU_Country | 3rdCohort_DocumentType_FirstName LastName_BU_Country. ',

'- "Graduation": if starts with "3rdCohort" → "3rd Cohort"; if starts with date → "". ',

'- "Experte": full name after DocumentType. ',

'- "A3 Reports": filename if contains "A3 Report", else "". ',

'- "Präsentation": filename if contains "Presentation", else "". ',

'- "Business Unit": token before the last one (e.g., ETS,TUN,ICS,CVL,SF). ',

'- "Ländereinheit": last token (CH, DE, FR, NO, SE, AT, WCH, DCH, TUN). ',

'- "Sprache": detect main doc language (DE/EN/FR/IT). ',

'Impact fields: ',

'- "Measurable outcomes": short EN statement of WHAT was measured. ',

'- "Quantitative (\\"yes\\")": "yes" if any numeric value (% , h, CHF, pcs), else "no". ',

'- "Evaluation date": ISO YYYY-MM-DD if visible, else "". ',

- '- "Type of savings": one of ["Time","Cost","Quality","Safety","Productivity","Inventory","Rework","Other"] or "" . '
- '- "Quantity": number only; "Unit": %, h, days, CHF, pcs (for %, Unit="%" and Quantity=number). '
- '- "Into CHF": "" (conversion later). '
- '- "Qualitative (\\"no\\")": "no" when numeric exists; otherwise "yes". '
- '- "Qualitative impacts": concise EN sentence; "Additional comments / remarks": optional note; "Assessment validation": only if explicitly stated; otherwise "" . '

'OUTPUT ONLY the JSON object; no extra text.'

14.3.2 Output

17.01.2023_Präsentation_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
17.01.2023_Präsentation_XXXXX.pdf	Check	Reduktion der Erfassungszeit pro Lieferschein von 7 Minuten auf 1.5 Minuten durch automatisierte Datenerfassung.	Effizienz
17.01.2023_Präsentation_XXXXX.pdf	Check	Gesamte Baustelle spart rund 180 Stunden Arbeitszeit und ca. CHF 20'000 durch Automatisierung.	Kosten
17.01.2023_Präsentation_XXXXX.pdf	Act	Tool kann ohne Expertenwissen in ca. 30 Minuten eingerichtet werden, was die Einführung erleichtert.	Umsetzbarkeit
17.01.2023_Präsentation_XXXXX.pdf	Act	Erhöhte Datenqualität durch automatische Texterkennung und weniger Tippfehler.	Qualität
17.01.2023_Präsentation_XXXXX.pdf	Act	Potenzial zur Anwendung der Automatisierung auf weitere Dokumenttypen und Prozesse erkannt.	Skalierbarkeit

Critère	Valeur	Original	Résumé
Zeitersparnis	-78.6%	Manuell: 7min / Automatisierung: 1.5min	Die Automatisierung verkürzt die Bearbeitungszeit pro Lieferschein erheblich.
Einsparung	CHF 20'000 / 180h	Automatisierung hätte 180 h und CHF 20'000 gespart	Die Implementierung führt zu signifikanten finanziellen und zeitlichen Einsparungen.
Einrichtungszeit	30 Minuten	Tool sehr einfach aufzustellen (auch ohne Expertenwissen) – ca. 30 min	Die Lösung ist einfach implementierbar und fördert schnelle Skalierung.
Fehlerreduktion	Weniger Tippfehler	Mehr Daten können erfasst werden, mit weniger Tippfehler	Die Automatisierung verbessert die Genauigkeit der erfassten Daten.
Übertragbarkeit	hoch	Automatisierung bzw. andere Tools im Power BI Bereich könnten für diverse andere Digitalisierungsthemen angewendet werden	Die Lösung ist auf andere Prozesse übertragbar und unterstützt die digitale Transformation.

20221214_A3 Report_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Kategorie
20221214_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Check	Tagesleistung von 10 Fertigteilen wurde an 54 % der Arbeitstage erreicht, was eine deutliche Produktivitätssteigerung gegenüber dem Ausgangszustand zeigt.	Leistung
20221214_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Check	Die tatsächliche Produktionsdauer betrug 39 Arbeitstage gegenüber geplanten 30, was einer Steigerung um 30 % entspricht.	Zeit
20221214_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Check	Keine Nachbestellung von Bewehrungseisen erforderlich, was auf korrekte Materialplanung und hohe Genauigkeit hinweist.	Qualität
20221214_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Check	Regelmässige ReKo-Besprechungen verbesserten die Kommunikation und Informationsfluss über Probleme.	Kommunikation
20221214_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Act	Erfahrungen aus stationärer Fertigung werden als Best-Practice-Beispiel genutzt und auf weitere Projekte übertragen.	Standardisierung

Critère	Valeur	Original	Résumé
Produktivität	54 % Soll-Erreichung	Das Soll von 10 Bauteilen wurde an 54 % der AT erreicht	Produktivitätsniveau stabilisiert sich bei über der Hälfte der Arbeitstage auf Zielniveau.
Dauerabweichung	+30 %	Im Vergleich der geplanten Dauer (30AT) zur IST-Dauer (39 AT) gibt es eine Steigerung um 30 % (9 AT)	Projekt dauerte länger als geplant, jedoch mit stabiler Qualität und Lernfortschritt.
Materialkonformität	0 Nachbestellungen	Es mussten keine Bewehrungseisen nachbestellt werden	Materialplanung und Ausführung waren präzise, keine Nacharbeiten notwendig.
Teamabstimmung	Regelmässig durchgeführt	Regelmässige ReKo-Besprechungen werden abgehalten und die Ergebnisse an die Beteiligten verteilt	Transparente Kommunikation und kontinuierliche Abstimmung im Team etabliert.
Wissensübertragung	Best Practice etabliert	Erfahrungen sammeln in einer stationären Produktion von Fertigteilen ... Best Practise Beispiel erschaffen	Lernprozess abgeschlossen, Standardisierung und Wissenstransfer initiiert.

20230114_Live Case Presentation_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Kategorie
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX D.pdf	Check/Act	Optimierung der Etappierungen und des Gesamtbauprogramms durch Gesamtprozessanalyse	Prozessoptimierung
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX D.pdf	Check/Act	Förderung der Zusammenarbeit und des Zusammenhalts im Team durch wöchentliche Planungssitzungen	Teamarbeit
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX D.pdf	Check/Act	Verbesserte Koordination und Ressourcennutzung zwischen verschiedenen Baupartnern und Gruppen	Koordination
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX D.pdf	Check/Act	Erweiterte technische Besprechungen förderten Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch im Team	Wissensmanagement
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX.pdf	Check/Act	Bestätigung der Projektgrösse und -komplexität als geeignet für die Anwendung des Last Planner Systems	Methodenanwendung
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX.pdf	Check/Act	Manuelles Ausfüllen der Tätigkeiten per Haftnotiz war praktikabel, wenn auch etwas umständlich	Arbeitsmethodik
20230114_Live Case Presentation_ XXXXX.pdf	Check/Act	Disziplinierte Führung durch LEAN-Verantwortlichen sicherte produktive Umsetzung des LPS	Führung & Steuerung

Critère	Valeur	Original	Résumé
Ablaufstruktur	Verbesserte Bauphasenplanung	Optimierung von Etappierungen und folglich Gesamtbauprogramm aufgrund Gesamtprozessanalyse	Die Analyse des Gesamtprozesses führte zu einer effizienteren Etappierung und einem optimierten Gesamtbauprogramm.
Kommunikation & Zusammenarbeit	Gestärktes Teamgefühl und verbesserte Abstimmung	Förderung der Zusammenarbeit und Zusammenhalt im Team aufgrund wöchentliche Planungssitzung (Last Planner System)	Regelmässige Planungssitzungen stärkten die Teamkohäsion und verbesserten die interne Kommunikation.
Ressourcenmanagement	Effizientere Nutzung von Personal und Material	Verbesserung der Koordination und Ressourcen innerhalb der verschiedenen Baupartnern & Gruppen	Die interdisziplinäre Abstimmung führte zu einer effizienteren Ressourcennutzung und weniger Schnittstellenproblemen.
Lernkultur	Erhöhte technische Kompetenz im Team	Besprechung von technischen Details und Schnittstellen im erweiterten Team (Wissen und Erfahrungen werden geteilt)	Durch gemeinsame technische Diskussionen wurde der Wissenstransfer verbessert und die Lernkultur gestärkt.
Projektumfang	LPS erfolgreich implementiert	Gute Projektgrösse und -komplexität um LPS in diesem Rahmen durchzuführen	Das Projekt erwies sich als idealer Rahmen für die erfolgreiche Anwendung des Last Planner Systems.
Praktikabilität	Akzeptable manuelle Umsetzung	Ausfüllen der Tätigkeiten per Hand (Haftnotiz) etwas umständlich, aber auf diesem Projekt gut umsetzbar	Die manuelle Erfassung der Aufgaben war zwar aufwendig, funktionierte jedoch zuverlässig im Projektkontext.

Leadership	Erhöhte Umsetzungseffizienz	Disziplinierte Führung durch LEAN-Verantwortlichen für produktive Umsetzung des LPS wichtig	Die konsequente Leitung durch den LEAN-Verantwortlichen war entscheidend für die erfolgreiche Implementierung des Systems.
------------	-----------------------------	---	--

20230124_A3 Report_ XXXXX _impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
20230124_A3 Report_ XXXXX.pdf	Check	Suppression des pannes récurrentes liées aux rouleaux guide câbles et à la porte du malaxeur défectueuse.	Fiabilité
20230124_A3 Report_ XXXXX.pdf	Check	Amélioration de la satisfaction des clients internes et externes (équipes chantiers Enrobés).	Satisfaction client
20230124_A3 Report_ XXXXX.pdf	Check	Optimisation du processus de la Centrale et lissage de la charge pour le personnel.	Performance opérationnelle
20230124_A3 Report_ XXXXX.pdf	Check	Performances globales de la Centrale d'Enrobés améliorées.	Performance globale
20230124_A3 Report_ XXXXX XXXXX.pdf	Act	Transfert de l'expérience acquise vers la nouvelle Centrale de Satigny.	Standardisation
20230124_A3 Report_ XXXXX.pdf	Act	Intégration des améliorations dans le cadre de la certification ISO 9001, 45001 et 14001.	Qualité & conformité

Critère	Valeur	Original	Résumé
Réduction des pannes	Pannes récurrentes supprimées	Suppression des pannes récurrentes (une dizaine de Rouleaux guide câbles changés en 2021)	Les pannes répétitives ont été éliminées grâce au remplacement de la porte du malaxeur et à la fiabilisation des équipements.
Satisfaction des utilisateurs	Satisfaction accrue	Satisfaction des clients internes et externes = équipes chantiers Enrobés	Les équipes chantiers constatent une meilleure disponibilité et fiabilité de la Centrale, augmentant leur satisfaction.
Efficience du processus	Processus optimisés	Processus de la Centrale optimisés, anticipation et lissage de la charge pour le personnel	Les flux de production et la planification ont été améliorés, réduisant les pics de charge et augmentant la fluidité du travail.
Amélioration de la productivité	Performance accrue	Performances de la Centrale d'Enrobés améliorées	La fiabilisation et l'optimisation des processus ont conduit à une hausse mesurable de la performance de la Centrale.
Capitalisation des bonnes pratiques	Expérience transférée	Transférer l'expérience acquise et décliner les actions menées à Eculens sur la nouvelle Centrale de la SAPA à Satigny	Les enseignements du projet Eculens sont utilisés pour standardiser et améliorer les pratiques sur d'autres sites.
Intégration dans le système de management	Améliorations intégrées	Optimisation et amélioration continue des processus, à intégrer dans le cadre de la certification ISO 9001 , 45001 et 14001 (audit SQS planifié en Février 2023)	Les actions d'amélioration sont consolidées dans le système qualité et environnement pour garantir leur pérennité.

231222_Presentation_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Respect du planning global du projet malgré les contraintes de délai et de coactivité.	Performance temporelle
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Enchaînement fluide des activités de forage, gunitage et terrassement sans perte de temps.	Organisation du travail
231222_Presentation_XXXXXp.df	Check	Travaux conformes aux attentes du client en termes de qualité.	Qualité
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Surcoûts liés aux amenées/replis et à l'exiguïté des zones de travail.	Financier
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Travaux réalisés sans incident malgré la coactivité et les zones restreintes.	Sécurité
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Bonne cohésion entre les équipes Travaux Spéciaux et Génie Civil.	Collaboration
231222_Presentation_XXXXX.pdf	Act	Standardisation du concept Starter Chantier pour les futurs projets.	Standardisation

Critère	Valeur	Original	Résumé
Respect du planning	100% des phases terminées dans les temps	✓ Respect du Planning – Toutes les phases de travaux se sont déroulées dans le temps	Le projet a respecté intégralement le calendrier prévu sans retard.
Flux de production	Optimisé	✓ L'enchaînement des travaux Forage / Gunitage / Terrassement s'est fait naturellement et sans perte de temps	Les interfaces entre métiers ont été maîtrisées, supprimant les temps morts.
Conformité client	Conforme	✓ Respect Qualité – Les travaux sont conformes aux attentes du client	La qualité finale du chantier répond aux exigences du client sans non-conformité.
Coûts supplémentaires	Augmentation des coûts opérationnels	✓ Les différents amenées / replis de l'équipe et des matériels sont coûteux, ✓ L'exiguité des zones empêche d'atteindre les cadences calculées	Les contraintes logistiques et spatiales ont généré des coûts additionnels non prévus.
Accidents / incidents	0 incident	✓ Sécurité : Malgré l'exiguité des zones et la coactivité, les travaux se sont déroulés sans problèmes	Aucun accident ou incident signalé durant les opérations.
Cohésion inter-équipes	Excellente	✓ Bonne cohésion entre les équipes TS et GC du chantier	La collaboration entre les équipes a favorisé la fluidité et la performance du chantier.
Transfert de bonnes pratiques	En cours de déploiement	✓ Starter Chantier à poursuivre sur les autres chantiers	Le dispositif de démarrage structuré sera répliqué sur d'autres chantiers Implenia.

3rdCohort_A3 Report_ XXXXX _impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Katégorie
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Check	Erheblicher Preisvorteil durch alternative Rundschachtlösung mit Spritzbeton, was zur Auftragserteilung beitrug.	Kosten
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Do	Fünf von sieben Schächten konnten mit der neuen Blechkonstruktion erstellt werden, wodurch Material wiederverwendet werden kann.	Effizienz
3rdCohort_A3 Re- port_XXXXX.pdf	Act	Finanzielles Risiko reduziert durch schrittweise Einführung und Wiederverwendung des Materials.	Risikomanagement

Critère	Valeur	Original	Résumé
Preisvorteil gegenüber Rühlwand-Verbau	Signifikante Kosteneinsparung	Technisches Büro vom SPT hat alternativ zum geplanten Rühlwand-Verbau, Rundschächte mittels Spritzbeton vorgeschlagen und damit einen erheblichen Preisvorteil in der Submissionsphase ausgearbeitet.	Alternative Bauweise führte zu deutlicher Kostenreduktion und Projektzuschlag.
Materialwiederverwendung	Hohe Wiederverwendbarkeit	Unter Berücksichtigung sämtlicher Rahmenbedingungen können von den insgesamt sieben Baugruben fünf mit der erwähnten Blechkonstruktion erstellt werden. Zwei Schächte müssen mit Spritzbeton erstellt werden.	Mehrheit der Schächte erfolgreich mit effizienter Blechlösung umgesetzt.
Finanzielle Kontrolle	Risiko überschaubar	Damit das finanzielle Risiko überschaubar ist, haben wir zwei Schächte aus Blech bestellt und erhoffen uns, dass wir das bestellte Material für die weiteren drei Schächte wiederverwenden können.	Kontrollierte Einführung minimiert finanzielles Risiko und fördert nachhaltige Nutzung.

3rdCohort_A3 Report_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Check	Blockcheferna har fått bättre samordning sinsemellan och ökad förståelse för de andra blockens arbeten och behov.	Samarbete
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Check	Blockcheferna har fått en mer övergripande förståelse för hur förseningar påverkar milstolpar, deltider och färdigställandetider.	Planering

Critère	Valeur	Original	Résumé
Tvärfunktionell kommunikation	Förbättrad	Att blockchefer får en bättre samordning sinsemellan och förståelse för de andra blockens arbeten och behov.	Ökad samverkan mellan blockchefer genom gemensamma tidplaneavstämningar.
Helhetssyn på tidplan	Förbättrad	Därtill att blockchefer får en mer övergripande förståelse för hur eventuella förseningar påverkar milstolpar, deltider samt färdigställandetider.	Förbättrad insikt i projektets tidsberoenden och konsekvenser av avvikelser.

3rdCohort_A3 Report_XXXXX_impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Katégorie
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Check	Zentralisierte digitale Ablage der Gerätedokumentationen ermöglicht schnellen Zugriff und reduziert Suchzeiten.	Effizienz
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Act	Einheitlicher Zugriff auf technische Unterlagen unabhängig vom Einsatzort erhöht Flexibilität und Datenverfügbarkeit.	Qualität
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Act	Klare Verantwortlichkeiten und Prozessintegration vermeiden doppelte Ablagen und Fehlerquellen.	Prozesssicherheit
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Check	Kommunikationsplattform verbessert Informationsfluss über Neubeschaffungen und technische Aktualisierungen.	Kommunikation
3rdCohort_A3 Report_XXXXX.pdf	Act	Roll-Out des Ablageprozesses an alle Beteiligten sichert nachhaltige Nutzung und kontinuierliche Verbesserung.	Nachhaltigkeit

Critère	Valeur	Original	Résumé
Zeitersparnis bei Dokumentenzugriff	Reduktion der Suchzeit um ca. 50%	Die vorhandenen Geräteunterlagen in digitaler Form wurden aus mehreren Ablageorten in eine zentrale Ablage zusammengeführt.	Digitale Zentralisierung der Dokumente verbessert die Arbeitsgeschwindigkeit und reduziert Ressourcenverbrauch.
Verfügbarkeit der Dokumentation	Zugriff an allen Standorten gewährleistet	Mit der Digitalisierung aller Geräteunterlagen wird ein einheitlicher Zugriff unabhängig vom Einsatzort geschaffen.	Die digitale Lösung verbessert die Qualität der Informationsbereitstellung und unterstützt standortübergreifende Prozesse.
Fehlerreduktion durch Prozessstandardisierung	Doppelte Ablagen eliminiert	Klare Definition der Verantwortlichkeiten zur Ablage der Gerätedokumentationen und Integration in Projektteam.	Standardisierte Ablageprozesse erhöhen die Prozesssicherheit und reduzieren redundante Datenhaltung.
Informationsfluss zwischen Teams	Regelmässige Updates über Plattform	Kommunikationsplattform zur Mitteilung von Neubeschaffungen und den zugehörigen technischen Dokumentationen schaffen.	Die Plattform stärkt die interne Kommunikation und sorgt für aktuelle Daten im gesamten Projektteam.
Prozessfortführung und Skalierung	Prozess auf alle Standorte ausgerollt	Roll-Out des Prozesses an alle Beteiligte.	Die flächendeckende Einführung gewährleistet langfristige Stabilität und kontinuierliche Optimierung des Ablagesystems.

3rdCohort_Presentation_XXXXX impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Reduktion von Fehlern und Stillständen bei Baustelleneinrichtungen durch Einführung eines standardisierten Anforderungsbogens.	Qualität
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Act	Erhöhung der Effizienz durch vereinheitlichte Dokumentation und zentrale Ablage der Anforderungsbögen.	Prozess
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Act	Verbesserte Kommunikation zwischen Baustelle und Gerätetechnik durch klar definierte Anforderungen.	Kommunikation
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check	Kostenreduktion durch weniger Zusatztransporte und Besorgungsfahrten.	Kosten
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Act	Erhöhte Arbeitssicherheit durch vollständige Bereitstellung der HSE-relevanten Baustelleneinrichtungsdokumente.	HSE

Critère	Valeur	Original	Résumé
Fehlerquote Baustelleneinrichtung	deutlich reduziert	Prozess Baustelleneinrichtung sehr fehleranfällig – nach Einführung des Anforderungsbogens strukturierter und weniger Fehler.	Standardisierung des Abrufprozesses führte zu weniger vergessenen Materialien und geringeren Nachtransporten.
Dokumentenstandardisierung	implementiert	Anforderungsbogen für allgemeine Baustelleneinrichtung erstellt und in Geschäftsstelle München implementiert.	Einheitliche Vorlage ermöglicht schnellere und fehlerfreie Abrufe von Geräten und Materialien.
Informationsfluss	verbessert	Rücksprache mit Gerätetechnik und Übersicht zu beachtenden Punkten bei der Anforderung allgemeine Baustelleneinrichtung.	Klare Schnittstellen und definierte Standards reduzieren Missverständnisse und Nachfragen.
Transportkosten	gesenkt	Stillstände, zusätzliche Transporte oder Besorgungsfahrten und daraus folgende Kostenverschwendung – nach Optimierung reduziert.	Durch strukturierte Abrufe werden unnötige Fahrten vermieden und Kosten eingespart.
Dokumentationsvollständigkeit	vollständig	HSE-Schwerpunkte identifiziert, dazugehörige Dokumente erstellt und zentral abgelegt.	Sicherheits- und Umweltaspekte werden systematisch berücksichtigt und dokumentiert.

3rdCohort_Presentation_XXXXX impacts.csv

Fichier	PDCA	Impact	Catégorie
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Reduktion von Verlusten und Diebstählen durch klare Verantwortlichkeiten und kontrollierte Ausgabeprozesse.	Effizienz
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Verbesserte Eigenverantwortung und Übersicht über Gerätschaften bei Polieren und Nachunternehmern.	Organisation
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Reduktion von nicht notwendiger Verschwendung durch strukturierte Logistik und feste Ausgabezeiten.	Lean
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Erhöhte Arbeitssicherheit durch Integration von Erste-Hilfe-Stationen und Sicherheitsausrüstung in jedem Magazin.	Sicherheit
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Erhöhte Flexibilität und Mobilität der Baustellenlogistik durch modulare Containerlösungen.	Produktivität
3rdCohort_Presentation_XXXXX.pdf	Check/Act	Verbesserte Transparenz und Bestandskontrolle durch digitale Dokumentation und regelmäßige Prüfungen.	Qualität

Critère	Valeur	Original	Résumé
Materialverluste	deutlich reduziert	Verlust, Diebstahl gerade bei grösseren Baustellen „normal“ -> durch neue Struktur kontrollierbar	Einführung von Haupt- und NU-Magazinen mit geregelter Zugriff senkt Materialverluste signifikant.
Verantwortlichkeit	klar definiert	Klare Zuordnung der Verantwortlichkeit, Eigenständigkeit der gewerblichen Kollegen und NUs	Standardisierte Magazinstruktur fördert Selbstverwaltung und Verantwortungsbewusstsein.
Verschwendung	minimiert	Ausgabezeiten fördern das Vorausdenken der NUs und mindern Verwaltungsaufwand	Einheitliche Prozesse und feste Zeitfenster reduzieren unnötige Wege und Wartezeiten.
Notfallausrüstung	standardisiert vorhanden	Ausrüstung mit Erste-Hilfe Set: Grosser Verbandskasten, Feuerlöscher, Augenspülflasche etc.	Sicherheitsausrüstung ist nun direkt am Arbeitsplatz verfügbar, verkürzt Reaktionszeiten bei Notfällen.
Wegezeiten	verkürzt	Kleiner, leichter Würfelcontainer (10 ft) zum flexiblen Umsetzen nach Baufortschritt direkt neben der eigentlichen Arbeit	Mobile NU-Magazine ermöglichen kurze Wege und anpassbare Logistik je nach Baufortschritt.
Bestandsmanagement	digitalisiert und überprüft	ausgestattet mit Tablett zur digitalen Bestandsdokumentation; halbjährliche Bestandsaufnahme und ETS	Digitale Erfassung und periodische Kontrolle sichern Datenqualität und Geräteverfügbarkeit.

14.4 Anhang 4 CBA – Choose by Advantages (CBA)

Entscheidung: Auswahl des Werkzeugs zur Speicherung der Projektdaten

14.4.1 Alternativen

A1: Excel

A2: Microsoft Lists

A3: Dataverse

14.4.2 Relevante Faktoren

Faktor	A1 – Excel	A2 – Microsoft Lists	A3 – Dataverse
Datenstruktur	Frei	Strukturiert	Relational, formal
Nachvollziehbarkeit	Dateiversionen	Elementhistorie	Audit-Log
Zusammenarbeit	Konflikthanfällig	Stabil	Stabil
Datenvalidierung	Begrenzt	Integriert	Erweitert
Beziehungsmodell	Manuell	Eingeschränkt	Nativ
Automatisierung	Fragil	Zuverlässig	Sehr robust
Skalierbarkeit	Begrenzt	Mittel	Hoch
Komplexität	Gering	Mittel	Hoch
Kosten / Governance	Keine	Keine	Lizenz & Governance

14.4.3 Identifizierte Vorteile

Faktor	Vorteil A2 gegenüber A1	Vorteil A3 gegenüber A2
Datenstruktur	Reduktion von Inkonsistenzen	Vollständige relationale Modellierung
Nachvollziehbarkeit	Nachvollziehbar	Vollständige Auditierbarkeit
Automatisierung	Stabile Workflows	Komplexe Orchestrierung
Validierung	Weniger Eingabefehler	Regelbasierte Logik
Skalierbarkeit	Langfristige Nutzbarkeit	Organisationale Skalierung

14.4.4 Bedeutung der Vorteile

Die wichtigsten Vorteile betreffen die Zuverlässigkeit der Daten, die Nachvollziehbarkeit sowie die Stabilität der Automatisierung. Diese Aspekte sind für die methodische Validität des untersuchten Systems von Bedeutung.

14.4.5 Berücksichtigte Kosten

Alternative	Relevante Kosten
Excel	Hoher manueller Kontroll- und Korrekturaufwand
Microsoft Lists	Initialer Strukturierungsaufwand
Dataverse	Lizenzkosten, Einführungs- und Governance-Aufwand

14.4.6 Entscheidung

Die Analyse nach der Methode Choose by Advantages zeigt, dass Microsoft Lists die für den untersuchten PoC und den entwickelten Prototyp relevanten Vorteile in ausreichendem Umfang bietet. Dataverse weist weitergehende technische Vorteile auf, diese sind jedoch im betrachteten Umfang nicht verhältnismässig. Excel bietet keine entscheidenden Vorteile für ein automatisiertes, nachvollziehbares und kollaboratives Datensystem.

14.5 Anhang 5 Technische Dokumentation der Prompt-Iteration 4

14.5.1 Prompt

concat(

'You are a Lean assistant specialized in PDCA documents (A3 Reports / Presentations) for Implenia. ',
 'OUTPUT: Return ONLY a valid JSON object with a single key "rows". ',
 '"rows" MUST be an array of objects. EACH object MUST contain ALL of these EXACT keys (names unchanged): ',
 '["File name","Dokumenttype","Graduation","Experte","Projekt","Business Unit","Sprache","PDCA sections detected","Quantitative Impact (yes/no)","Qualitative Impact (yes/no)","Quantitative Summary","Qualitative Summary","Quantitative Criteria","Qualitative Criteria","Quantitative Value","Qualitative Example","Detected Goals or Actions","Evaluation date","Summary (1 sentence)","Original excerpt (verbatim)"]. ',
 'General rules: ',
 '- Include EVERY key in EVERY row; if unknown, set to "" (empty string). ',
 '- All text in ENGLISH (proper names unchanged). ',
 '- EXCEPTION: The field "Original excerpt (verbatim)" MUST preserve the ORIGINAL language and characters from the document (no translation, no paraphrase, no correction). ',
 '- Create a row ONLY for real IMPACTS/RESULTS (prefer PDCA Check/Act). If none, return {"rows":[]}. ',
 ',
 '- "Dokumenttype" = "A3" or "Presentation". ',
 '- "File name" MUST equal the original file name including extension. ',
 'Graduation detection logic: ',
 '- If filename starts with "2022" → "Graduation" = "2022". ',
 '- If filename starts with "2023" → "Graduation" = "2023". ',
 '- If filename starts with "2024" or "3rdCohort" → "Graduation" = "2024". ',
 '- Otherwise → "". ',
 'Filename parsing rules: ',
 '- Example formats: 20231122_A3 Report_First Last_BU Country.pdf | 3rdCohort_A3 Report_First Last_BU Country.pdf. ',
 '- "Experte": full name after DocumentType until next underscore. ',
 '- "Business Unit": token before the last one (e.g., ETS, TUN, ICS, CVL, SF). ',
 '- "Sprache": detect main doc language (DE/EN/FR/IT). ',
 'PDCA impact location: ',
 '- "PDCA sections detected": indicate in WHICH PDCA phase the detected impact/result appears — choose ONE among ["Plan","Do","Check","Act"]. ',

- '- If multiple phases mention the same impact, choose the most relevant one (prefer "Check" or "Act").
- ','
- 'Filtering and exclusions: '
- '- Focus ONLY on achieved results or measurable outcomes (Check/Act phases). Ignore all goal statements, future intentions, or action plans (Plan/Do phases). '
- '- EXCLUDE sentences containing words like "Ziel", "Zielsetzung", "Soll", "KPI-Target", "wir wollen", "möchten", "beabsichtigen", "geplant", "Massnahmenplan", "Nächste Schritte", "To-Dos", "Umsetzung".
- ','
- '- If a text seems measurable but no numeric value is given (e.g., "Process improved" or "Durchlaufzeit optimiert" without numbers), set "Quantitative Impact (yes/no)" = "to review". '
- '- Never infer or invent numbers; extract only if explicitly written. '
- '- If before/after data is shown, use the final (after) value and note the change in parentheses. '
- 'Impact fields: '
- '- "Quantitative Impact (yes/no)": "yes" if any numeric value (% / h / CHF / days / pcs) exists; "no" if not; "to review" if ambiguous. '
- '- "Qualitative Impact (yes/no)": "yes" if a non-numeric improvement is stated without numeric values; otherwise "no". '
- '- "Quantitative Summary": short EN statement of WHAT was measured and the achieved result (e.g., "Lead time reduced by 18%"). '
- '- "Qualitative Summary": concise EN statement of the qualitative outcome (e.g., "Standardized handover improved team alignment"). '
- '- "Quantitative Criteria": KPI(s) or metric(s) used (e.g., "Lead time", "Cost saving", "Rework rate", "Productivity", "Safety"). '
- '- "Qualitative Criteria": non-numeric criteria (e.g., "Collaboration", "Innovation", "Standardization", "Lean culture", "Stakeholder satisfaction"). '
- '- "Quantitative Value": number + unit (e.g., "18%", "3 days", "12 h", "25,000 CHF", "15 pcs"); choose the primary one if multiple. '
- '- "Qualitative Example": one concrete illustrative example (e.g., "Introduced weekly constraint removal meeting"). '
- '- "Detected Goals or Actions": list of PDCA goals/actions found (comma-separated). '
- '- "Evaluation date": always set to today's date in ISO format (YYYY-MM-DD). '
- '- "Summary (1 sentence)": one clear EN sentence summarizing the impact (quantitative preferred). '
- '- "Original excerpt (verbatim)": copy-paste the exact original sentence/phrase where the impact/result is stated; keep original language and punctuation; wrap in quotes. If page/slide is visible, append (p.X) or (slide Y). '
- 'Criteria mapping: '

'- Quantitative Criteria examples: Time reduction, Cost savings, Quality improvement, Safety increase, Productivity gain, Rework reduction, Inventory control. ',

'- Qualitative Criteria examples: Collaboration, Communication, Standardization, Lean culture/engagement, Stakeholder satisfaction, Innovation, Transparency. ',

'Detected goals/actions (non-impact): ',

'- At the end, list separately any detected goals or planned measures that were excluded from impacts. Include short quotes in their original language. ',

'OUTPUT ONLY the JSON object; no extra text.'

)

14.6 Anhang 6 Empirische Ermittlung des Zeitgewinns durch den automatisierten Analyse-Workflow

Zur Bestimmung des Zeitgewinns wurde der manuelle Analyseaufwand empirisch gemessen und einem automatisierten Workflow gegenübergestellt. Es sollte eine Referenz für den manuellen Arbeitsaufwand bei der Durchführung einer TA ermittelt werden.

Erhebung des manuellen Referenzaufwands

Die Ermittlung des manuellen Zeitaufwands erfolgte anhand einer Stichprobe von 18 Dokumenten, bestehend aus:

- 3 A3-Dokumenten und 3 Präsentationen in englischer Sprache,
- 3 A3-Dokumenten und 3 Präsentationen in deutscher Sprache,
- 3 A3-Dokumenten und 3 Präsentationen in französischer Sprache.

Die Bearbeitung aller Dokumente wurde unter Einsatz eines Chronometers durchgeführt. Der gemessene Zeitaufwand umfasst den analytischen Arbeitsprozess nach TA und nicht nur das Lesen der Inhalte. Konkret beinhaltet dieser Prozess:

- wiederholtes, aktives Lesen der Dokumente,
- parallele inhaltliche Interpretation,
- erste thematische Strukturierung und Zuordnung relevanter Textstellen,
- fortlaufende Konsolidierung der extrahierten Informationen.

Auf Basis dieser empirischen Messung ergeben sich manuelle Referenzwerte von:

- 35 Minuten pro A3-Dokument,
- 60 Minuten pro Präsentation.

Die Werte erwiesen sich über alle drei Dokumentensprachen hinweg als konsistent und bilden die Grundlage für den nachfolgenden Vergleich.

Manueller Aufwand im automatisierten Workflow:

Die gemessene manuelle Interaktionszeit beträgt dabei:

- 1 Minute pro A3-Dokument,
- 5 Minuten pro Präsentation.

Maschinelle Laufzeiten (z. B. OCR, Modellinferenz oder Systemverarbeitung) wurden bewusst nicht berücksichtigt, da der Fokus der Analyse auf dem organisatorisch relevanten manuellen Arbeitsaufwand liegt.

Ergebnis: Quantifizierter Zeitgewinn

Durch den Vergleich der empirisch gemessenen manuellen Referenzzeiten mit dem manuellen Aufwand im automatisierten Workflow ergibt sich ein quantifizierbarer Zeitgewinn:

- Für A3-Dokumente reduziert sich der manuelle Aufwand von 35 Minuten auf 1 Minute, was einem Zeitgewinn von 34 Minuten pro Dokument entspricht.

- Für Präsentationen reduziert sich der manuelle Aufwand von 60 Minuten auf 5 Minuten, was einem Zeitgewinn von 55 Minuten pro Dokument entspricht.

Der ausgewiesene Zeitgewinn resultiert ausschliesslich aus der Reduktion manueller Analyse-, Interpretations- und Konsolidierungsarbeit. Er stellt somit eine Grundlage für die weitere Aggregation und – sofern vorgesehen – für eine nachgelagerte monetäre Bewertung dar.