



Lebensdauererlängerung



Art der Arbeit:	Diplomarbeit
Diplomand:	Francesco Frangipane Winznauerstrasse 165 4632 Trimbach
Auftraggeber:	Kushtim Selimi Projektleiter DTZ LDV SBB Werk Olten Industriestrasse 153 4600 Olten
Diplom Lehrer:	Räber Flavio Teko Olten 4600Olten
Diplom Experte:	Ivanovic Nikola Teko Olten 4600 Olten
Schule:	Schweizerische Fachschule Belchenstrasse 9 4600 Olten
Abgabetermin:	25.05.2026

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	1
2	Management Summary	3
3	Kurzer beruflicher Lebenslauf.....	5
3.1	Privater Hintergrund.....	5
4	Qualifikationsprofil	6
5	Projektinitialisierung.....	8
5.1	Pflichtenheft	8
6	Zielscheibe	11
7	Projektplanung.....	13
7.1	Vorgehensmodell.....	13
7.2	Projektstrukturplanung.....	14
7.3	Projektablaufplanung.....	15
7.4	Projektgruppe.....	16
7.5	Kommunikationsplanung	17
7.6	Risikoanalyse.....	17
7.7	Projektkosten der Diplomarbeit	18
7.8	Risikomatrix	19
8	Projektrealisierung	20
8.1	Analyse	20
8.2	Ist Situation	21
8.3	Soll Situation.....	22
8.4	Kreativitätsmethode	24
8.5	Priorisierungsmethode.....	24
8.6	Variantenbildung.....	25
8.6.1	Kurzbeschreibung der Variante Dolly.....	25
8.6.2	Kurzbeschreibung der Huckpack	25
8.6.3	Kurzbeschreibung der Variante Flachgüter.....	26
8.7	Evaluation der geeignetsten Variante	27
8.7.1	Präferenzmatrix	28
8.7.2	Nutzwertanalyse	28
8.7.3	Sensitivitätsanalyse	30
8.7.4	Resultat der Variantenevaluation	30
9	Ausarbeitung der Variante	31
9.1	Phasenplan zur Umsetzung der Variante Dolly	31
9.2	SWOT Analyse	32
9.3	Risiko - Analyse	33
9.4	Kosten Nutzen Analyse	34
9.5	Infrastruktur.....	35

9.6	Test versuche	36
10	Projektabschluss.....	37
10.1	Projektcontrolling	37
10.2	Evaluation der Zielerreichung.....	37
10.3	Reflexion Weg zum Ziel.....	38
10.4	Lessons learnt.....	38
10.5	Ausblicke.....	39
10.6	Dankausgang.....	39
11	Eigenständigkeitserklärung.....	40
12	Verzeichnisse.....	41
12.1	Abkürzungsverzeichnis.....	41
12.2	Abbildungsverzeichnis	41
12.3	Tabellenverzeichnis	42
12.4	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	42
12.5	Offerte	43
13	Anhang.....	44
13.1	Projektstatusberichte	44
13.2	Schulungskonzept (Arbeitsanweisung)	47
13.3	Meetingprotokolle	47

2 Management Summary

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Lebensdauererlängerung der Doppelstock-Triebzüge (DTZ) im Werk Olten der SBB AG. Im Rahmen des laufenden DTZ-Lebensdauererlängerungsprogramms, welches bis ins Jahr 2030 andauert, wurde in der Abteilung 6 eine zentrale Herausforderung identifiziert: Die motorisierten Drehgestelle werden während des Sandstrahlprozesses im Freien gelagert und sind dabei ungeschützt der Witterung ausgesetzt. Ziel dieser Arbeit war es, gemeinsam mit dem Projektteam eine sichere, effiziente und wirtschaftliche Lösung zu erarbeiten, welche den innerbetrieblichen Transport der Drehgestelle in eine gedeckte Halle ermöglicht und so das Schadensrisiko nachhaltig eliminiert

Ausgangslage

Im Werk Olten werden die originalen Drehgestelle während des Sandstrahlprozesses im Freien gelagert, da sie nicht in die Strahlkabine eingebracht werden dürfen. Strahlmittel wie Sand oder Staub könnten in sensible Komponenten wie Luftleitungen, mechanische Baugruppen oder das Bremssystem eindringen und erhebliche Schäden verursachen. Durch die Freilagerung sind die motorisierten und technisch anspruchsvollen Drehgestelle zusätzlich der Witterung ausgesetzt, was das Schadensrisiko weiter erhöht und im schlimmsten Fall eine kostspielige Revision nach sich ziehen würde. Ziel der Arbeit war es, eine sichere, effiziente und wirtschaftliche Lösung zu erarbeiten, welche den Transport der Drehgestelle in eine gedeckte Halle ermöglicht und sie so vor Witterungseinflüssen schützt.

Vorgehen

Zur Erarbeitung möglicher Lösungsansätze wurde zunächst ein Brainstorming im Projektteam durchgeführt und die Ergebnisse in einer Mindmap visualisiert. Anschliessend wurden mithilfe des morphologischen Kastens drei konkrete Lösungsvarianten erarbeitet: das Dolly-System, das Huckepack-System sowie die Variante Flachgüterwagen. Die Bewertungskriterien wurden gemeinsam im Team mittels Präferenzmatrix gewichtet und priorisiert. Die drei Varianten wurden anschliessend mithilfe einer Nutzwertanalyse sowie einer Sensitivitätsanalyse systematisch bewertet und verglichen.

Ergebnisse

Die Nutzwertanalyse zeigt ein klares Ergebnis: Die Variante Dolly erreicht in allen Bewertungsszenarien den höchsten Nutzwert und wurde als geeignetste Lösung ausgewählt. Das Dolly-System ermöglicht es, die Drehgestelle sicher und kontrolliert aus der Freilagerung in die gedeckte DG Halle zu transportieren und dort wettergeschützt zu lagern. Die Kosten Nutzen Analyse belegt die Wirtschaftlichkeit der Lösung: Die Gesamtinvestition von CHF 29'750.– amortisiert sich bei einer jährlichen Einsparung von CHF 12'000.– in rund zweieinhalb Jahren. Da das DTZ-Lebensdauererlängerungsprogramm bis ins Jahr 2030 läuft, profitiert die SBB über mehrere Jahre von den erzielten Einsparungen. Alle definierten Muss-Ziele wurden erreicht, die Arbeitssicherheit wurde verbessert und die Betriebskosten konnten nachhaltig gesenkt werden.

Ausblick

Es wird empfohlen, die Variante Dolly im Werk Olten umzusetzen. Als nächste Schritte sind die Beschaffung der vier Dollys sowie die Schulung der Mitarbeitenden vorgesehen. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob die problematische Weiche im Bereich des Wagenkasten Transports angepasst werden kann sowie ob die Kapazität des DG Lagers langfristig erhöht werden sollte. Zusätzlich empfiehlt es sich zu prüfen, ob das Dolly-System auch in anderen SBB-Werken mit ähnlichen Herausforderungen eingesetzt werden kann.



Abbildung 1 Ausblick

3 Kurzer beruflicher Lebenslauf

Angaben zu mir "

NAME	Francesco Frangipane
ADRESSE	Winzanuerstrasse 165 4632 Trimbach
NATEL	+41 79 464 74 70
E-MAIL	Franceco.Frangiapne2@sbb.ch
GEBURTSDATUM	24.04.1992
GEBURTSORT	Olten
NATIONALITÄT	Italien
FAMILIENSTAND	ledig 1 Kind
HOBBIES	Fussball, Paintball , Reisen



Kompetenzen

- Freundlich und zuvorkommend gegenüber Kunden, Vorgesetzten und Mitarbeiter
- Integrität, Verantwortungsbewusstsein und Verlässlichkeit
- Hohe Einsatzbereitschaft, Belastbarkeit und Durchhaltevermögen
- Hohe Sozialkompetenz und Teamfähigkeit
- Eigenständigkeit und Konsensfähigkeit
- Technisches Verständnis für abstrakte Zusammenhänge

3.1 Privater Hintergrund

In meiner Freizeit bin ich ein grosser Fan von FC Internazionale. Ich verfolge jedes Spiel mit grosser Begeisterung und habe auch schon mehrfach die Möglichkeit genutzt, Spiele direkt im Stadion miterleben. Diese Leidenschaft verbindet für mich Emotion, Disziplin und Teamgeist, welche auch in meinem beruflichen Alltag eine wichtige Rolle spielen.

Privat lebe ich in einer festen Partnerschaft und bin Vater eines 6-jährigen Kindes. Zudem gehört ein Hund zu unserer Familie, was meinen Alltag zusätzlich bereichert und gleichzeitig Verantwortung sowie Struktur erfordert. Diese Aspekte prägen mich persönlich stark und unterstützen mich dabei, auch im beruflichen Umfeld zuverlässig und organisiert zu handeln.

Die letzten drei Jahre meiner Weiterbildung habe ich sehr geschätzt. Der Austausch mit Dozenten und Mitschülern war für mich besonders wertvoll, da ich nicht nur fachlich, sondern auch persönlich wachsen wollte. In dieser Zeit habe ich viele neue Inhalte und Zusammenhänge kennengelernt, die mir zuvor nicht bewusst waren und die heute einen wichtigen Teil meines beruflichen Denkens und Handelns ausmachen.

4 Qualifikationsprofil

01.2022 – 12.2022

SBB AG, Werk Olten

Produktionsmitarbeiter Level 2 / Fachverantwortlicher

- Selbständige Demontearbeiten
- Verbesserungsprozesse / Optimierungsprozesse
 - Aufarbeitung der Komponenten
 - Funktionsprüfung ausführen
- Bestellung von Werkzeugen und Betriebsmitteln
 - Arbeitsvorbereitung

09.2017 – 12.2021

SBB AG, Werk Olten

Produktionsmitarbeiter Temporär

- Selbständige -Demontearbeiten
- Verbesserungsprozesse / Optimierungsprozesse
 - Aufarbeitung von Komponenten
 - Funktionsprüfung

08-2007- 06.2010

Pneu Egger

Mobileassistent EBA

- Kleine Service ausgeführt
- MFK-Vorbereitung und Kontrolle
- Neuwagen Aufbereitung
- OCC-Aufbereitung
- Flüssigkeiten kontrollieren (Kühlmittel, Bremsflüssigkeit etc.)
- Reifen wechseln & auswuchten
- Mithilfe bei grösseren Reparaturen
- Fehlercodes auslesen (mit Laptop / Diagnosegerät)
- Verschleissteile ersetzen (Filter, Bremsbeläge, Lampen)
- Lagerbestand kontrollieren
- Inventur machen
- Reifen wechseln & auswuchten
- Kontrolle vor Übergabe

AUSBILDUNG

2023 – 2026

Dipl. Prozesstechniker HF, TEKO Olten

2017 – 2017

Hebelast kran Kurs

2011 – 2015

Diverse REP&
Service Ausbildungen

2007 – 2011 Mobileassistent EBA

2004 – 2007 Oberstufe, Säli Olten

1998-2004 Primarschule, Bifang Olten

SPRACHKENNTNISSE

Deutsch Gut

Italienisch Muttersprache

Englisch Gut

INFORMATIK-KENNTNISSE

MS Office /SAP gute Kenntnisse

REFERENZEN Auf Anfrage

5 Projektinitialisierung

5.1 Pflichtenheft

1. Einleitung

Um die Dipl. Prozesstechniker HF Ausbildung erfolgreich abzuschliessen, wird eine Diplomarbeit erarbeitet.

Das Pflichtenheft dient dazu, die Anforderungen des Auftraggebers aufzuzeigen, sowie auch die Abgrenzungen zum ausgewählten Thema. Weitere wichtige Punkte, wie zum Beispiel die Zielsetzung, werden ebenfalls im Pflichtenheft aufgezeigt.

Dabei werden die Diplomanden durch einen Diplomlehrer, welche von der TEKO Olten beauftragt wurde und einem innerbetrieblichen Fachexperten begleitet. Diese beiden Fachleute inklusive eines zweiten Experten, geben schlussendlich eine Bewertung für die Diplomarbeit ab.

2. Vorstellung der Unternehmung

Die Schweizerische Bundesbahnen AG ist die grösste Reise- und Transportfirma der Schweiz. Täglich sorgen ca. 35'569 Mitarbeiter dafür, dass unsere Kunden und Güter sicher und pünktlich am Ziel ankommen. Damit zählt sie zu eines der grössten Arbeitgeber in der Schweiz. Jährlich sind ca. 366 Millionen Fahrgäste mit der SBB unterwegs und täglich werden ca. 170'000 Tonnen Güter transportiert. Das Streckennetz der SBB beträgt 3265 Kilometer. Die Züge der SBB werden in eigenen Industriewerken und Serviceanlagen gewartet und repariert. Das SBB-Werk Olten ist eines der vier Industriewerke der SBB AG und das Kompetenzzentrum für Reparaturen und Revisionen an Reisezugwagen, sowie auch Trieb- und Gliederzüge. Mit 1200 Mitarbeiter ist das Werk Olten das grösste SBB-Werk.

3. Ausgangslage

Für den Standort Olten sind die erforderliche Arbeit und Ablaufprozesse im Zusammenhang mit der DTZ-Lebensdauererlängerung derzeit noch nicht durchgängig definiert. Insbesondere fehlen klar strukturierte Prozesse, wie die Fahrzeuge ohne Originaldrehgestelle und in entkoppelter Formation zwischen den verschiedenen Kostenstellen transportiert und bearbeitet werden sollen. Die DTZ-Fahrzeuge sind als Gliederzüge aufgebaut, bei denen die einzelnen Wagenkästen sowie die Antriebsmodule über Kupplungssysteme miteinander verbunden sind.

Die vorhandenen Arbeitsplätze im Werk Olten sind auf die Bearbeitung einzelner Wagenkästen ausgelegt, weshalb der gesamte Gliederzug nicht in gekoppelter Formation modifiziert werden kann. Daher müssen die Wagenkästen für alle Kostenstellen voneinander getrennt werden. Nach der Trennung verfügen die Wagenkästen über jeweils eigene, originale Drehgestelle und sind dadurch gefährdet, beim anschliessenden Sandstrahlprozess vollständig neu überarbeitet werden zu müssen, was zusätzliche Anforderungen an den innerbetrieblichen Transport stellt.



Abbildung 2 grobdarstellung

Aus den vorgängig beschriebenen Zielen werden nun Endergebnisse und die dazu gehörenden Erfolgskriterien beschrieben. Ziel ist es, einen Projektumfang zu definieren und aufzuzeigen, was nötig ist, damit die Ziele erreicht sind.

Endergebnisse	Erfolgskriterien
Die Qualität der Fahrzeug Sauberkeit wird verbessert und nacharbeiten werden minimiert. First-Time-Right	Durch die Reduzierung der Zeit für Nacharbeiten fallen geringere Kosten für die Fahrzeuge an. (Vorher / Nachher)
Definition der Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung vom Demontage Team Kostenstelle 542=> Focus Produktegruppe Wagen Demontage	Klare AKVs und Standards für das Team, was die Produktegruppe Demontage angeht.
Die derzeitige Arbeitssicherheit wird auf einem mindestens gleichbleibenden Niveau erhalten.	Der neue Prozess muss den geltenden Vorschriften und Standards für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der SUVA entsprechen.
Wirtschaftliche Infrastruktur und Prozesse	Pay-Back von 5 Jahren für Investitionen für die neue Schiebrücke in 2Jahre
Die Produktivität wird gesteigert. Warenfluss und Handling muss optimiert werden.	Erhöhte Leistungserbringung in der ganzen Prozesskette der Produktegruppe Komponentendemontage und dem Demontage Team der Kostenstelle 542. Dies führt zu einer Steigerung der Produktivität und zur Einhaltung der Termine.
Termintreue der Fahrzeugauslieferung erhöhen	Fahrzeugverfügbarkeit für den Betrieb wird erhöht. Instandhaltungskosten der Fahrzeuge werden reduziert. Produktivität wird erhöht.
Das Ergebnis der Diplomarbeit wurde als PDF-Dokument pünktlich dem Sekretariat der TEKO Olten zugesendet.	Eine vollständige Diplomarbeit, die alle Anforderungen erfüllt und fristgerecht eingereicht wurde, sowie eine erfolgreiche Bestätigung durch das Sekretariat.

Die Zielscheibe

Wichtig ist, bei den Funktionen und den technischen Anforderungen, dass das Werk Olten die Möglichkeit hat, «auf Platz» selbstständig, wirtschaftlich das Demontieren von Komponenten aus Grossen Modifikation Projekten durchzuführen. Dies kann nur durch Anpassungen im Werk Olten geschehen.

Es sollen Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt werden, damit die Komponenten der Fahrzeuge demontiert werden können. Ausserdem soll dabei die Arbeitssicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter nicht beeinträchtigt werden.

Abbildung 3 Erfolgs Kriterien

Hiermit wird das vorliegende Pflichtenheft für das Projekt von allen beteiligten Personen zur Weiterführung freigegeben.

Fachexperte

Ort, Datum Olten, 2026

Selimi Kushtrim 

Projektleiter

Ort, Datum Olten 2026

Francesco Frangipane 

6 Zielscheibe

Richtziel

Die Situation in Bezug auf bestehenden Prozess ist analysiert
Die Vorgabezeit für die Takte sind definiert
Es liegen Kriterienkatalog für die Komponenten Demontage vor
Es liegen 3 Grobvarianten als Grundlage für die detaillierte Ausgestaltung des Prozesses vor.
Die Varianten sind bewertet
Die favorisierte Variante ist konkret ausgearbeitet
Es liegt eine SWOT Analyse Für die Favorisierte Variante vor
Es liegt einen Phasenplan Für die Umsetzung vor
Es liegt eine verständliche Dokumentation in einem Konkretisierungsrad nach 4 Phasenmodell vor

Endergebnisse

Sinn und Zweck

- Die Massnahme sollen die Arbeitszeiten verbessern und effiziente Arbeitsabläufe ermöglichen. Dadurch können erhebliche Kosten, welche beispielsweise durch Stillstand oder andere umzurechnende Qualität vermeiden. Des Weiteren wird ein effektiver Standard für zukünftige LDV wie auch Modernisierungen geschaffen, der Strategischen Arealen mitbezogen werden soll

– **Auftraggeber**
Selimi Kushtrim
Funktion: Projektleiter MDO Olten
Adresse: SBB AG - Werk Olten
Industriestrasse 153
4600 Olten

Kunde

Erfolgskriterien

Kostenreduktion

Durch die Reduzierung der Nacharbeitszeit entstehen geringere Kosten pro Fahrzeug (Vorher-/Nachher-Vergleich).

Klare Strukturen im Team

Definierte AKVs und einheitliche Standards für die Produktgruppe Demontage sorgen für klare Abläufe.

Einhaltung von Vorschriften

Der neue Prozess entspricht allen geltenden Sicherheitsvorschriften sowie den Standards der SUVA.

Wirtschaftlichkeit der Investition

Payback-Zeit von maximal 5 Jahren für Investitionen, insbesondere bei der neuen Schiebrücke (Ziel: 2 Jahre).

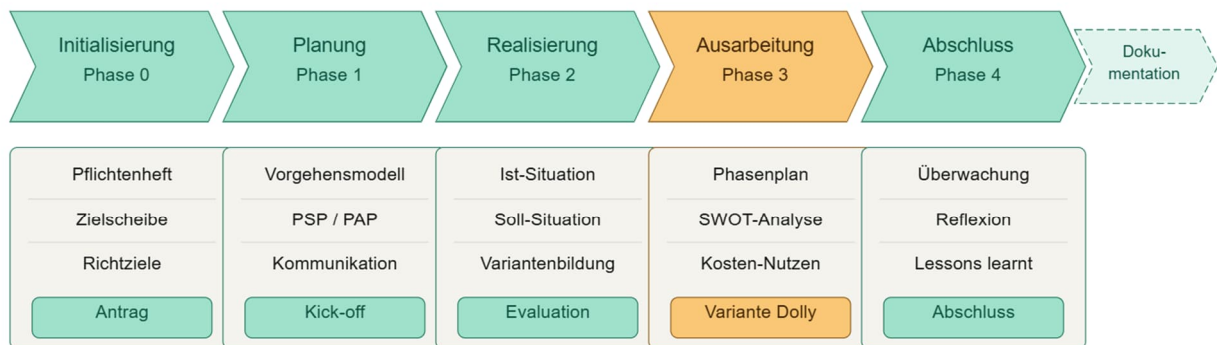
Leistungssteigerung der Prozesskette

Effizienzsteigerung in der gesamten Prozesskette der Komponentendemontage (Kostenstelle 542), was zu höherer Produktivität und Termintreue führt.

7 Projektplanung

7.1 Vorgehensmodell

Das Projekt soll in vier Phasen behandelt werden.
Die Vorgehenssystematik basiert auf dem klassischen Inhalt einer Projektstudie.



Phase 0–4 = Bestandteil der Diplomarbeit | Abgabe: 25.05.2026

Abbildung 4 phasenplan

Das Projekt wird in vier Phasen behandelt. Die Vorgehenssystematik basiert auf dem klassischen Inhalt einer Projektstudie.

Phase 0 – Initialisierung In der Phase 0 habe ich mich mit den Startinformationen beschäftigt, Vorgaben eingehalten und nach geeigneten Themen gesucht. Die Phase endet mit dem offiziellen Antrag.

Phase 1 – Planung Ich habe mich intensiv mit dem aktuellen IST-Zustand auseinandergesetzt, die vorhandene Problematik identifiziert, Ziele festgelegt und den Projektrahmen erläutert. Das Vorgehensmodell, der PSP/PAP sowie die Kommunikationsplanung wurden erarbeitet. Die Phase endet mit dem Kick-off-Meeting.

Phase 2 – Realisierung Als erster Schritt wurden die Informationen des IST-Zustandes gesammelt und analysiert, anschliessend die Soll-Situation definiert. Mithilfe des morphologischen Kastens wurden die Varianten erarbeitet und durch eine Präferenzmatrix die Gewichtung der Ziele festgelegt. Die drei Lösungsvarianten wurden verglichen und mit einer Nutzwertanalyse bewertet. Die Phase endet mit der Evaluation der geeignetsten Variante.

Phase 3 – Ausarbeitung Die gewählte Variante Dolly wird detailliert ausgearbeitet. Dazu gehören der Phasenplan zur Umsetzung, die SWOT-Analyse sowie die Kosten-Nutzen-Analyse. Die Phase endet mit dem Entscheid für die Variante Dolly.

Phase 4 – Abschluss Die Projektergebnisse werden überwacht und dokumentiert. Die Zielerreichung wird evaluiert, eine persönliche Reflexion durchgeführt und die Lessons learnt festgehalten. Die Phase endet mit dem offiziellen Projektabschluss am **25. Mai 2026**.

7.2 Projektstrukturplanung

Im Rahmen der Projektstrukturplanung (kurz PSP) wird das Projekt in Arbeitspakete aufgeteilt, welche in der Summe die Endergebnisse des Projektes ergeben. Die folgende Abbildung zeigt einen Projektstrukturplan als Strukturbaum, welcher nach dem 4-Phasenmodell aufgebaut ist.

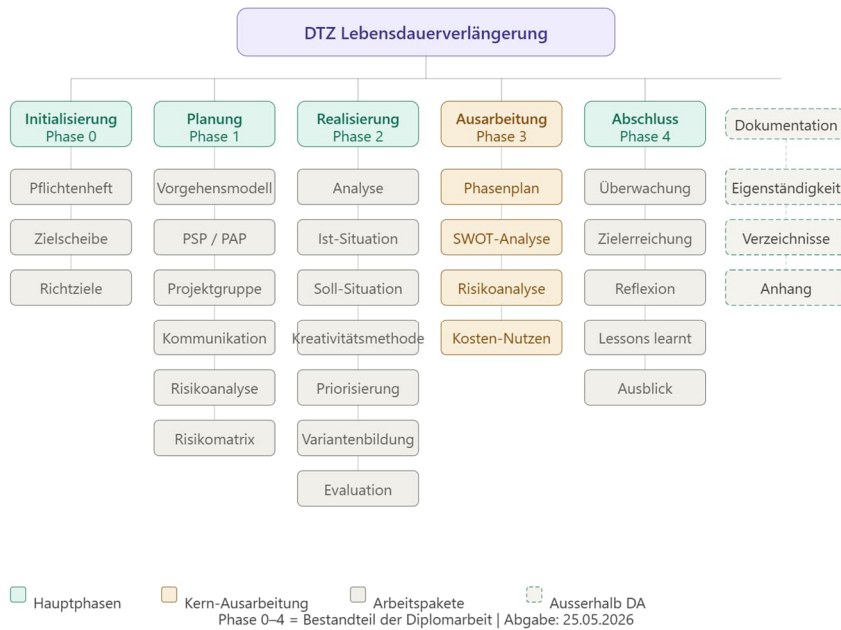


Abbildung 5 Strukturplan

7.4 Projektgruppe

Das Projektteam setzt sich aus Personen zusammen, die direkt am Projekt beteiligt sind und über das notwendige Fachwissen verfügen, um die definierten Ziele zu erreichen. Jede Person übernimmt dabei eine klar definierte Rolle und trägt mit ihren Kompetenzen zum Projekterfolg bei.

Tabelle 1 Rollenverteilung

Rolle	Name	Aufgabe
Diplomand / Projektleiter	Francesco Frangipane	Gesamtverantwortung, Erarbeitung und Dokumentation der Diplomarbeit
Diplomlehrer / Betreuer	Flavio Räber	Fachliche Begleitung und Betreuung während der gesamten Diplomarbeit
Experte / Auftraggeber	Kushtrim Selimi	Fachliche Unterstützung, Entscheidungskompetenz und Abnahme
Projektteam Werk	Elvis Icic	Informationen aus dem Betrieb, technische Unterstützung
Projektteam Werk	David Berger	Informationen aus dem Betrieb, technische Unterstützung

7.5 Kommunikationsplanung

Die Kommunikationsplanung legt fest, wie, wann und zwischen welchen Personen während der Diplomarbeit kommuniziert wird. Ziel ist es, alle Beteiligten jederzeit über den aktuellen Stand des Projekts zu informieren und eine reibungslose Zusammenarbeit sicherzustellen.

Themen / Inhalt	Sinn und Zweck	Organisator	Teilnehmer	Zeit	Kanal
Sitzung mit Projektteam	Einholen der erforderlichen Informationen und Überprüfung der Machbarkeit	Diplomand	- Elvis icic - David Berger - Kushtrim Selimi	1 Std	Teams oder vor Ort
Vorzeigetermine 13.04.26 08.05.26	Begleitung während der Diplomarbeit	Diplomlehrer	- Flavio Räber - Francesco	30 Min	Teams
Projektvorstellung	Präsentation der Diplomarbeit	Diplomand	-Francesco	12 Min	Vor Ort
Unstimmigkeiten	Ergänzungen	Diplomand		individuell	individuell
Projektstatus	Aktuellen Statusbericht der Diplomarbeit	Diplomand	-	Jeden Sonntag	E-Mail
Diplomübergabe	Übergabe der Diplomarbeit an Sekretariat, Diplomexperte- und Lehrer	Diplomand	- Sekretariat - Flavio Räber - Nikola Ivanovic	25.05.2026 18:00 Uhr	E-Mail und physisch

Abbildung 7 Kommunikationsplan

7.6 Risikoanalyse

In der folgenden Tabelle sind die potenziellen Risiken aufgeführt, die das Projekt betreffen könnten. Die Risiken werden anhand ihrer Wahrscheinlichkeit des Eintretens und der Auswirkung auf das Projekt bewertet. Um die Bedrohung zu minimieren, werden Massnahmen definiert, um die Risiken zu reduzieren oder zu beseitigen.

Risiken	Auswirkung		Wahrscheinlichkeit		Massnahmen
	gross	klein	gross	klein	
Personelle					
Krankheit / Unfall Diplomanden	X			X	Sofort Schule informieren
Sinken der Motivation des Diplomanden	X			X	Beratung bei Diplomlehrer Flavio Räber

Verunsicherung der betroffenen Mitarbeiter		X		X	Chancen und Nutzen aufzeigen
Fehlende Kompetenzen	X			X	Rücksprache mit Auftraggeber
Sachmittel					
Datenverlust	X			X	Regelmässiges Abspeichern der Dokumente
Schreib- und Darstellungsfehler	X		X		Gegenlesen und korrigieren lassen durch Andere
Zeitliche					
Arbeitsbelastung im Unternehmen	X		X		Abprache mit Arbeitgeber und eventuell Ferieneingabe
Termineinhaltung	X			X	Zeitplan erstellen und strikt einhalten

Tabelle 2: Projektrisiken

7.7 Projektkosten der Diplomarbeit

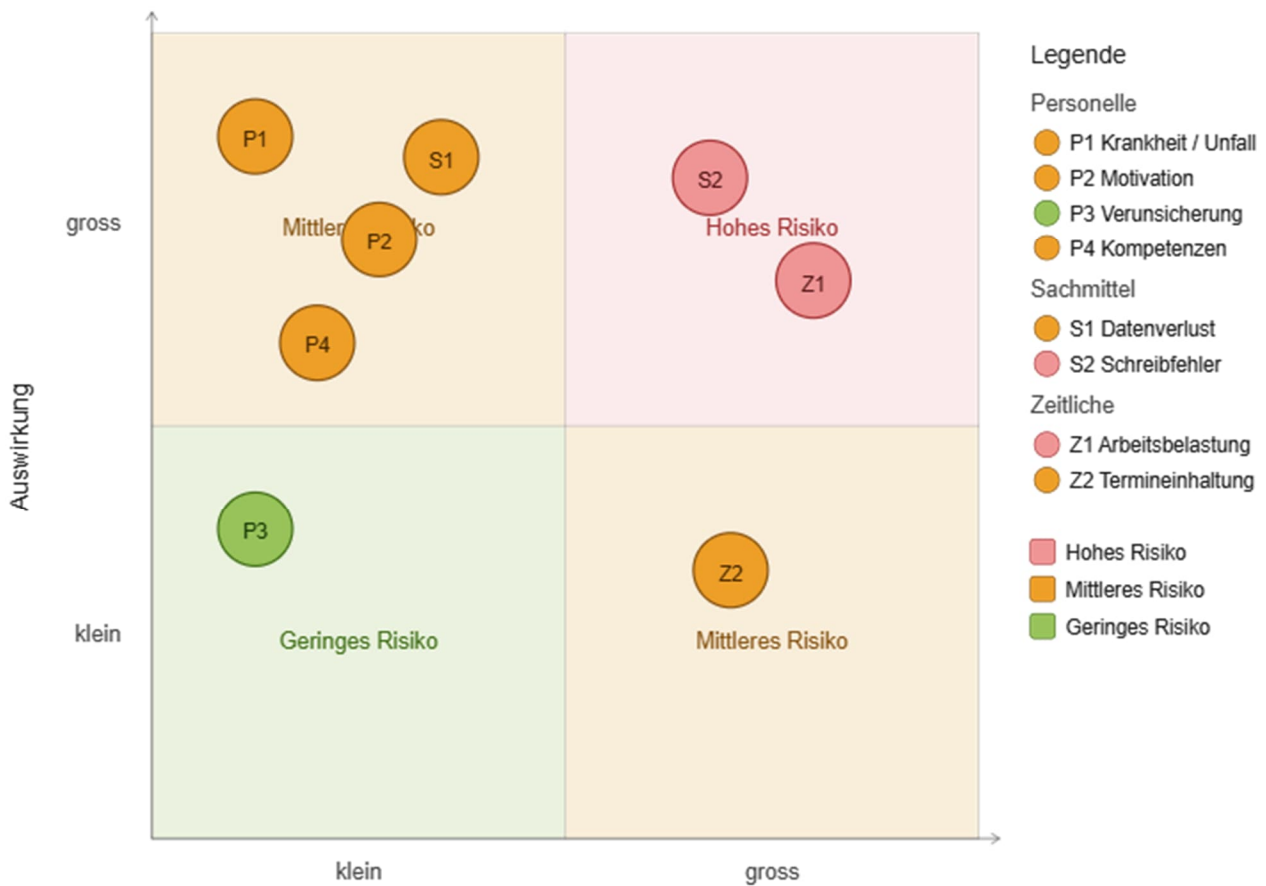
Geplante Projektkosten der Diplomarbeit

Tabelle 2 Projektkosten der Diplomarbeit

Aufgaben	Phasen	Aufwand in Std.	Kostenansatz in CHF	Kosten Total in CHF
Initialisierung (Thema-eingabe)	0	5	110.00	1'100.00
Pflichtenheft	1	10	110.00	2'200.00
Vorstudie	2	80	110.00	8'800.00
Hauptstudie	3	110	110.00	12'100.00
Präsentation	4	20	110.00	2'000.00
Gesamtaufwand		240		26'200.00

7.8 Risikomatrix

In der folgenden Tabelle sind die potenziellen Risiken aufgeführt, die das Projekt betreffen könnten. Die Risiken werden anhand ihrer Wahrscheinlichkeit des Eintretens und der Auswirkung auf das Projekt bewertet, um geeignete Massnahmen zur Risikominderung ableiten zu können. Als hohes Risiko wurden die Arbeitsbelastung im Unternehmen sowie Schreib- und Darstellungsfehler eingestuft, da beide eine grosse Auswirkung haben und mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten können. Personelle Risiken wie Krankheit oder Motivationsverlust sowie Datenverlust und Termineinhaltung werden als mittleres Risiko bewertet, da sie zwar grosse Auswirkungen hätten, jedoch mit geringer Wahrscheinlichkeit eintreten. Insgesamt sind die identifizierten Risiken mit den definierten Massnahmen gut beherrschbar.



8 Projektrealisierung

In der Projektrealisierung werden die erarbeiteten Lösungsansätze systematisch entwickelt, analysiert und bewertet. Als Grundlage dient die Ist-Analyse, welche die aktuelle Situation im Werk Olten sowie die damit verbundenen Herausforderungen beim Transport der motorisierten Drehgestelle aufzeigt. Darauf aufbauend wird in der Soll-Analyse der angestrebte Zielzustand definiert, der als Basis für die Lösungsfindung dient.

Zur Erarbeitung möglicher Lösungsansätze wird der morphologische Kasten als strukturierte Kreativitätsmethode eingesetzt. Dieser ermöglicht es, die verschiedenen Teilfunktionen des Problems systematisch zu kombinieren und daraus drei konkrete Lösungsvarianten abzuleiten. Um diese Varianten gezielt vergleichen zu können, werden die relevanten Bewertungskriterien mithilfe der Präferenzmatrix gewichtet und priorisiert.

Die anschließende Nutzwertanalyse bewertet die drei Varianten anhand der gewichteten Kriterien und ermöglicht einen objektiven Vergleich. Zur Überprüfung der Stabilität des Ergebnisses wird zusätzlich eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, bei der die Gewichtungen der Kriterien gezielt variiert werden. Die Variante mit dem höchsten Nutzwert wird als geeignetste Lösung ausgewählt und im nachfolgenden Kapitel detailliert ausgearbeitet.

8.1 Analyse

Ein Drehgestell ist der untere Teil eines Schienenfahrzeugs und trägt Räder, Motoren, das Bremsystem sowie weitere wichtige technische Komponenten. Es bildet die Verbindung zwischen dem Wagenkasten und den Schienen und ist für den Antrieb, die Bremsung sowie die Führung des Fahrzeugs verantwortlich. Grundsätzlich kommen Dollys auch beim Abschleppen ganzer Züge zum Einsatz, beispielsweise nach einer Entgleisung.

Im aktuellen Projekt besteht die Herausforderung darin, dass die Fahrzeuge für den Strahlprozess vorbereitet werden müssen, wobei die originalen Drehgestelle (DG) nicht in die Strahlkabine eingebracht werden dürfen.

Der Grund dafür liegt in den bestehenden Risiken während des Strahlprozesses. Insbesondere besteht die Gefahr, dass Strahlmittel wie Sand oder Staub in sensible Komponenten der Drehgestelle eindringen, beispielsweise in Luftleitungen, mechanische Baugruppen oder das Bremssystem. Eindringendes Strahlmittel in den Bremsmechanismus kann die Bremsfunktion beeinträchtigen und stellt damit nicht nur ein wirtschaftliches, sondern auch ein sicherheitsrelevantes Risiko dar.

Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass die Fahrzeuge ohne ihre originalen Drehgestelle in den Strahlprozess überführt werden.

Eine zusätzliche Herausforderung ergibt sich daraus, dass es sich um motorisierte Drehgestelle handelt. Diese sind technisch komplex und entsprechend kostenintensiv. Sollte es infolge des Strahlprozesses zu Beschädigungen kommen – sei es am Antrieb, an der Steuerungstechnik oder am Bremssystem – wäre eine erneute Revision mit sehr hohen Kosten verbunden, was das Projekt wirtschaftlich stark belasten würde.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass eine geeignete Lösung erforderlich ist, welche den sicheren Transport und die Handhabung der Fahrzeuge ohne originale Drehgestelle ermöglicht und gleichzeitig die Risiken sowie die entstehenden Kosten minimiert.

8.2 Ist Situation

Die Infrastruktur des Werks Olten ist in 15 Abteilungen aufgegliedert. Der gesamte Prozessablauf der DTZ Lebensdauererlängerung durchläuft dabei sieben Hauptbereiche, welche nachfolgend beschrieben werden.

Demontage Im ersten Schritt werden die Drehgestelle (DG) vom Fahrzeug demontiert. Da die vorhandenen Arbeitsplätze im Werk Olten auf die Bearbeitung einzelner Wagenkästen ausgelegt sind, muss der gesamte Gliederzug vor der Bearbeitung getrennt werden. Nach der Demontage werden die originalen Drehgestelle im Freien gelagert DG Lagerung. Dies stellt eine kritische Problemstelle dar, da die motorisierten Drehgestelle der Witterung ausgesetzt sind und dadurch ein erhebliches Schadensrisiko besteht.

Sandstrahl Die Wagenkästen werden ohne ihre originalen Drehgestelle dem Sandstrahlprozess zugeführt. Die Drehgestelle dürfen nicht in die Strahlkabine eingebracht werden, da Strahlmittel wie Sand oder Staub in sensible Komponenten beispielsweise Luftleitungen oder mechanische Baugruppen eindringen und erhebliche Schäden verursachen könnten.

Wagenschlosserei Nach dem Strahlprozess gelangen die Wagenkästen in die Wagenschlosserei, wo sie gerichtet und instand gesetzt werden. Parallel dazu werden die gelagerten Drehgestelle zur DG Montage transportiert, wo sie bereitgestellt und für die spätere Wiedermontage positioniert werden.

Lackierei Die gerichteten Wagenkästen werden anschliessend für den Lackierprozess vorbereitet und lackiert. Dieser Schritt umfasst die Reinigung, die Grundierung sowie den eigentlichen Lackiervorgang.

Grobmontage 1 Nach der Lackierung werden die bereitgestellten Drehgestelle wieder mit den Wagenkästen zusammengeführt. Die Drehgestelle werden unter die Wagenkästen montiert und die Grobmontage der wichtigsten Komponenten durchgeführt.

Montage 2 In der Montage 2 erfolgt die DG Kontrolle, bei der die montierten Drehgestelle auf ihre Funktionalität und Sicherheit geprüft werden. Dies stellt ebenfalls eine kritische Problemstelle dar, da allfällige Schäden durch die Freilagerung erst hier erkannt werden. Anschliessend erfolgt die Komponentenmontage der verbleibenden Anbauteile.

IBS / Inbetriebnahme Im letzten Schritt wird das Fahrzeug in Betrieb genommen, auf seine Funktionsfähigkeit geprüft und für den regulären Bahnbetrieb freigegeben. Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme ist der Prozess abgeschlossen.

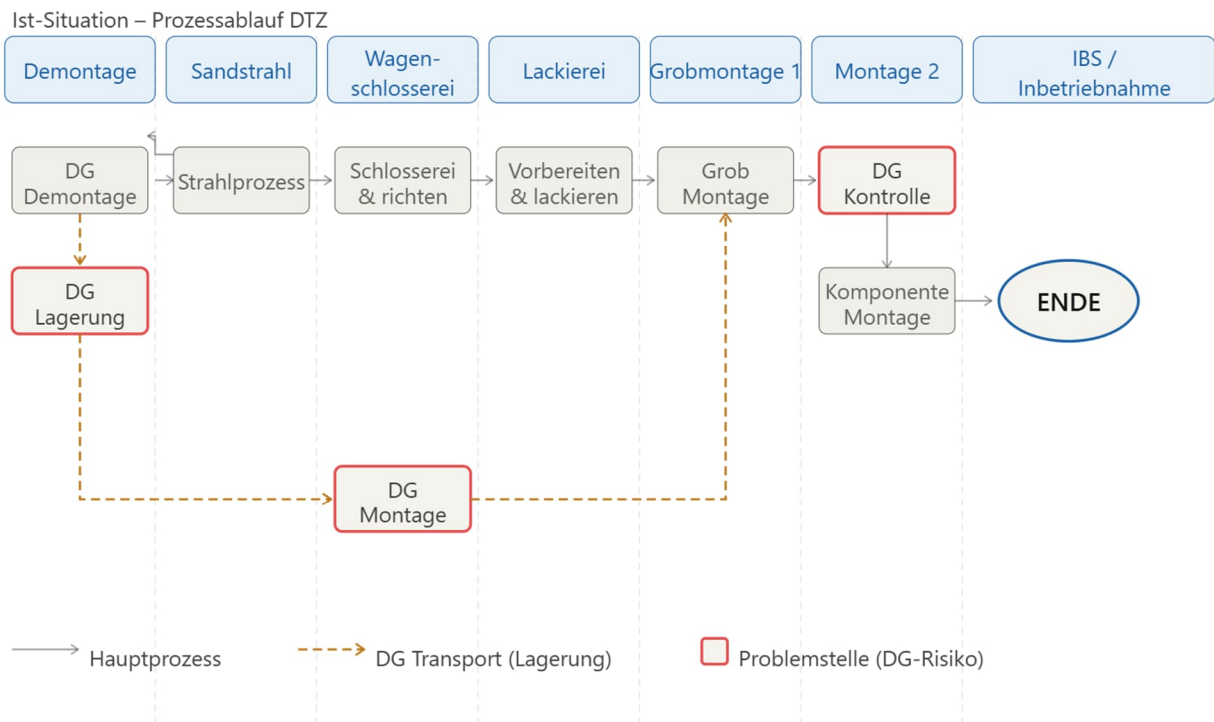


Abbildung 9 Ist Situation

8.3 Soll Situation

Das Werk Olten ist in 15 Abteilungen gegliedert. Der nachfolgende Abschnitt beschreibt, wie ein Fahrzeug den gesamten Prozess der DTZ Lebensdauererlängerung durchläuft – von der Ankunft bis zur Freigabe.

Demontage Sobald das Fahrzeug im Werk eintrifft, beginnt der Prozess mit der Trennung der Drehgestelle vom Wagenkasten. Da jeder Wagenkasten separat bearbeitet werden muss, ist eine vollständige Auftrennung des Gliederzuges notwendig. Die abmontierten Drehgestelle werden anschliessend im DG Lager zwischengelagert, welches sich in einer gedeckten Halle befindet. Obwohl die Drehgestelle somit vor direkter Witterung geschützt sind, stellt die räumliche Trennung vom eigentlichen Fertigungsprozess nach wie vor eine Herausforderung dar. Der innerbetriebliche Transport der schweren und technisch sensiblen Drehgestelle birgt Risiken und erfordert zusätzlichen Aufwand, was den gesamten Prozessablauf verlangsamt und das Schadensrisiko erhöht.

Sandstrahlerei Die Wagenkästen durchlaufen ohne ihre Drehgestelle den Sandstrahlprozess. Eine gemeinsame Bearbeitung ist nicht möglich, da das Strahlmittel unweigerlich in empfindliche Baugruppen der Drehgestelle eindringen und dort Schäden hinterlassen würde.

Wagen-schlosserei Im Anschluss an den Strahlprozess werden die Wagenkästen gerichtet und saniert. Verformungen werden behoben und alle notwendigen Vorbereitungen für die weiteren Montageschritte getroffen.

Grobmontage 1 In diesem Bereich erfolgt die erste grössere Bestückung der Wagenkästen mit Hauptkomponenten. Die Drehgestelle befinden sich zu diesem Zeitpunkt noch im DG Lager und sind nicht Teil dieses Arbeitsschritts.

Montage 2 Die Montage 2 schliesst die verbleibenden Montagearbeiten am Wagenkasten ab und bereitet das Fahrzeug auf die abschliessende Inbetriebnahme vor.

IBS Inbetriebnahme Die Inbetriebnahme bildet einen eigenständigen Ablauf am Ende des Prozesses. Erst hier werden die Drehgestelle aus dem DG Lager geholt und wieder unter die Wagenkästen montiert. Nach der DG Montage findet die DG Kontrolle statt eine technische Prüfung auf Funktionalität und Sicherheit. An diesem Punkt zeigt sich, ob der Transport und die Lagerung der Drehgestelle Spuren hinterlassen haben. Werden Schäden festgestellt, sind kostspielige Nacharbeiten oder sogar Revisionen die Folge. Verläuft die Kontrolle positiv, wird das Fahrzeug für den regulären Bahnbetrieb freigegeben und verlässt das Werk.

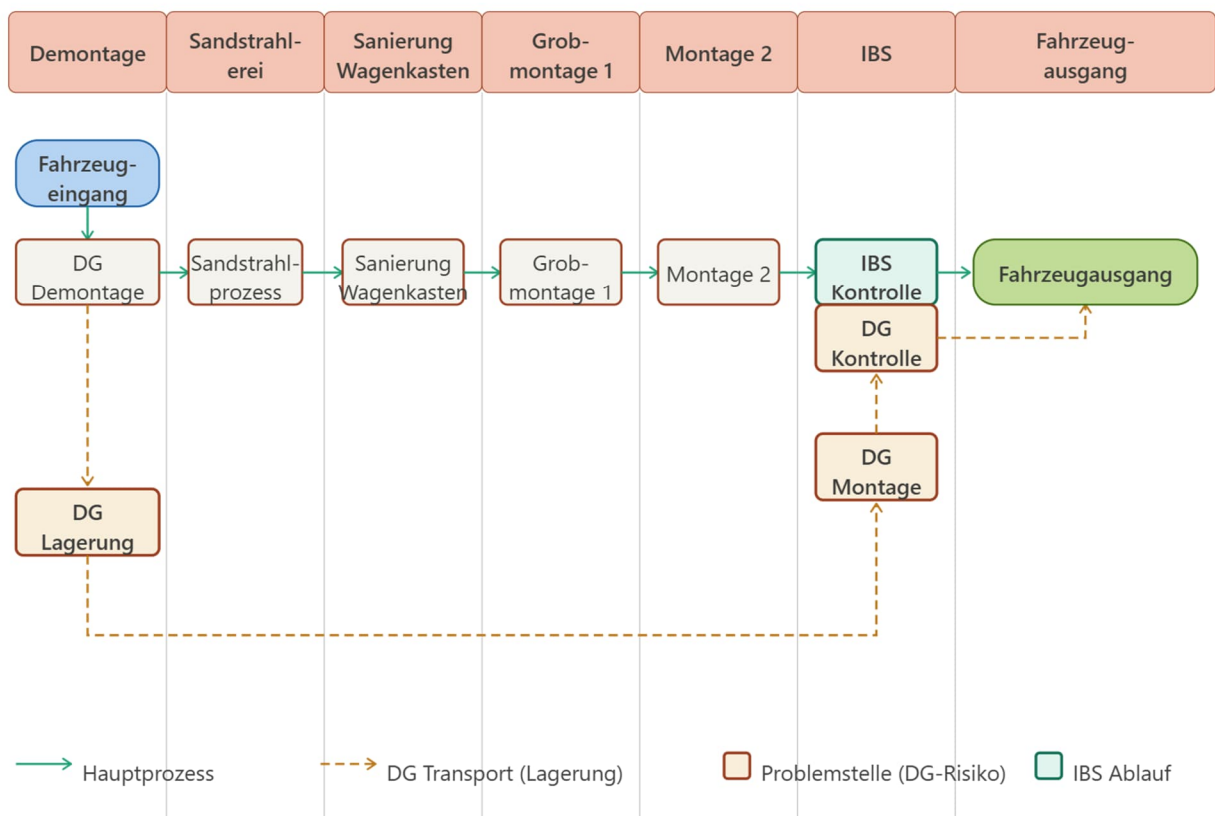


Abbildung 10 Soll situation

8.4 Kreativitätsmethode

Als Kreativitätsmethode wurde die Mindmap gewählt. Diese Methode eignet sich besonders gut, um Problemstellungen übersichtlich darzustellen und mögliche Lösungsansätze schnell und strukturiert zu erarbeiten. Durch die visuelle Darstellung lassen sich Zusammenhänge auf einen Blick erfassen und gezielt weiterentwickeln.

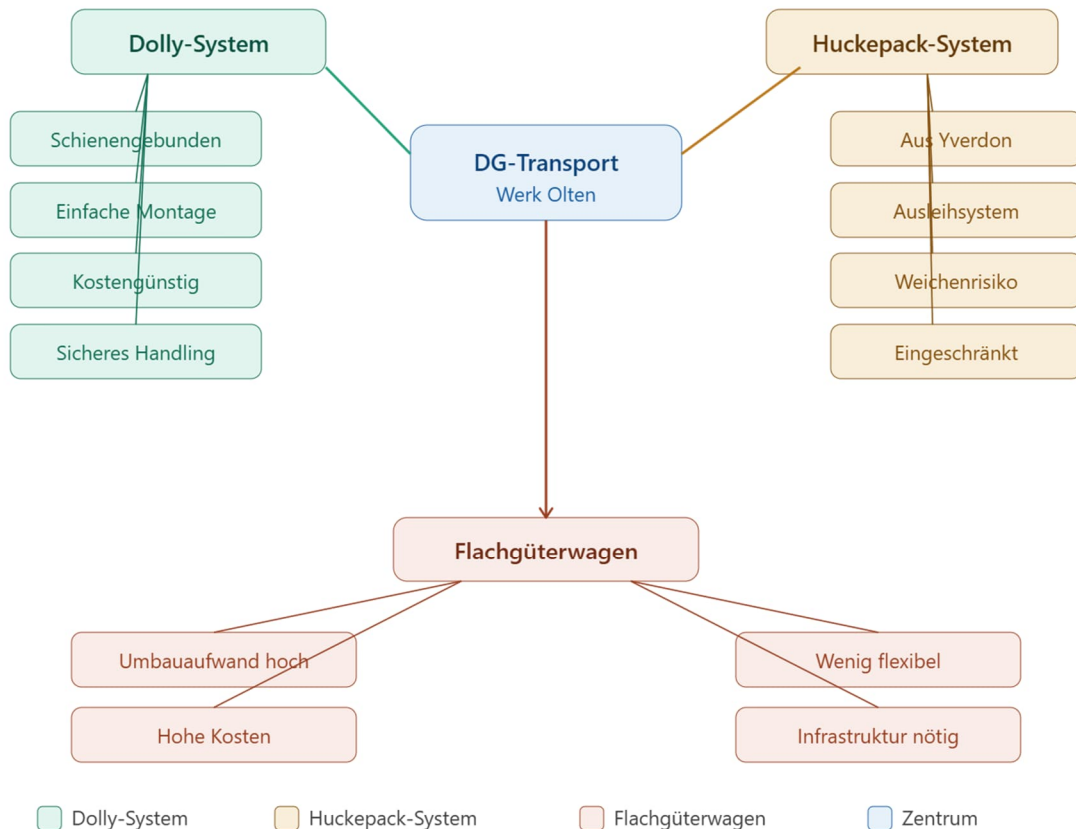


Abbildung 11 Mindmap

8.5 Priorisierungsmethode

Nach der Ideenfindung stand ein umfangreicher Ideenpool zur Verfügung, welcher zunächst strukturiert und zu konkreten Lösungsvarianten zusammengefasst wurde. Um diese Varianten gezielt vergleichen zu können, war es notwendig, die relevanten Bewertungskriterien klar zu priorisieren und zu gewichten.

Für diese Aufgabe wurde die Präferenzmatrix als Priorisierungsmethode eingesetzt. Sie ermöglicht es, mehrere unterschiedliche und teilweise konkurrierende Kriterien wie Sicherheit, Effizienz, technischer Aufwand und Kosten direkt miteinander zu vergleichen, indem sie paarweise gegenübergestellt werden. Die Erarbeitung der Präferenzmatrix erfolgte gemeinsam im Projektteam, wodurch eine objektive und nachvollziehbare Gewichtung der Kriterien sichergestellt werden konnte.

Der morphologische Kasten diente anschliessend dazu, die identifizierten Teilfunktionen systematisch zu kombinieren und daraus die drei konkreten Lösungsvarianten abzuleiten. Die resultierende Gewichtung der Kriterien bildet die Grundlage für die anschliessende Nutzwertanalyse.

Erfahrungen gemacht. Sie ermöglicht mir, auch komplexe Entscheidung Situationen strukturiert zu analysieren und nachvollziehbar zu bewerten.

8.6 Variantenbildung

Auf Basis des morphologischen Kastens wurden drei konkrete Lösungsvarianten erarbeitet, welche die identifizierte Problemstellung im Werk Olten lösen sollen. Die Varianten wurden durch die systematische Kombination der einzelnen Merkmale entwickelt, sodass technisch und organisatorisch sinnvolle Gesamtlösungen entstehen.

8.6.1 Kurzbeschreibung der Variante Dolly



Abbildung 12 Dolly

Dollies sind spezielle Hilfsmittel, die wie kleine Transportwagen funktionieren und dafür eingesetzt werden, Drehgestelle sicher zu bewegen. Grundsätzlich kommen Dollies beim Abschleppen ganzer Züge zum Einsatz, beispielsweise nach einer Entgleisung. Im vorliegenden Projekt wird dieses bewährte Prinzip gezielt für den innerbetrieblichen Transport der Drehgestelle im Werk Olten genutzt.

Das Dolly-System befindet sich auf den Schienen und kann ausschliesslich dort eingesetzt werden. Dadurch ist der Einsatzbereich klar vorgegeben, was gleichzeitig zu einer kontrollierten und sicheren Führung beiträgt.

Bei der Anwendung wird jeweils eine Achse des Drehgestells auf einem Dolly positioniert. Dadurch kann das Drehgestell stabil abgestützt und entlang der Schienen bewegt werden, ohne dass es selbstständig fahren muss.

Dies ermöglicht dem Rangierteam, die Drehgestelle einfacher zu verschieben und gezielt zu positionieren, was den Arbeitsablauf deutlich effizienter gestaltet.

Ein weiterer wichtiger Vorteil ist die Sicherheit. Durch die Führung auf den Schienen wird verhindert, dass sich das Drehgestell unkontrolliert bewegt. Zudem werden empfindliche Komponenten wie das Bremssystem und mechanische Baugruppen geschützt, da die Bewegung kontrolliert und gleichmässig erfolgt.

Insgesamt sorgt das Dolly-System dafür, dass Drehgestelle sicher, effizient und innerhalb eines klar definierten Bereichs bewegt werden können, was den gesamten Arbeitsprozess im Werk Olten deutlich verbessert.

8.6.2 Kurzbeschreibung der Huckpack



Abbildung 13 Huckpack

Die Huckpack-Variante nutzt Führungsgestelle aus dem Werk Yverdon, die auf Schienen laufen. Der Prozess beginnt, indem der Wagen angehoben wird. Zuerst wird ein Hilfsmittel mithilfe eines Staplers auf die Gleise gesetzt, darauf folgt das erste Drehgestell. Diese Einheit wird auf die Schiebebrücke bewegt. Anschliessend wird ein weiteres Hilfsmittel platziert, gefolgt von einem zweiten Drehgestell, und zum Schluss ein drittes Hilfsmittel. Die Drehgestelle werden mit Spannern und

Bolzen fixiert. Da die motorisierten Drehgestelle drei Scheibenbremsen haben, wird ein Adapter verwendet, der das Spannseil um 10 cm versetzt, damit es nicht an den Bremszangen schleift. So wird das Spannseil durch das Drehgestell geführt. Diese Abfolge stellt sicher, dass alle Komponenten stabil auf den Schienen sitzen und der Transport reibungslos gelingt.

8.6.3 Kurzbeschreibung der Variante Flachgüter

Bei dieser Variante handelt es sich um eine Lösung, bei der bestehende Flachgüterwagen angepasst werden, damit die motorisierten Drehgestelle darauf transportiert werden können. Flachgüterwagen sind eigentlich für den Transport von schweren Gütern gedacht und nicht speziell für Drehgestelle ausgelegt.

Damit die Drehgestelle sicher transportiert werden können, müssten diese Wagen zuerst umgebaut werden. Dazu gehören zum Beispiel zusätzliche Aufnahmen, Befestigungen und Sicherungssysteme. Erst durch diese Anpassungen ist es möglich, die Drehgestelle stabil zu positionieren und gegen Verrutschen zu sichern.

Ein grosser Nachteil dieser Variante ist der hohe technische Aufwand. Die notwendigen Umbauten sind komplex und benötigen Zeit sowie zusätzliche finanzielle Mittel. Zudem müssen die Wagen speziell vorbereitet werden, bevor sie überhaupt eingesetzt werden können.

Auch die Flexibilität im Betrieb ist eingeschränkt, da die umgebauten Flachgüterwagen nur für diesen speziellen Zweck verwendet werden können und nicht spontan für andere Aufgaben zur Verfügung stehen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass für den Einsatz teilweise Anpassungen an der Infrastruktur notwendig sein könnten, was den Aufwand weiter erhöht.

Aus diesen Gründen ist diese Variante zwar technisch umsetzbar, jedoch mit einem hohen Aufwand verbunden und im Vergleich zu anderen Lösungen weniger flexibel und wirtschaftlich.



Abbildung 14 Frachtgüter

8.7 Evaluation der geeignetsten Variante

Auf Basis des morphologischen Kastens wurden drei konkrete Varianten gebildet. Dabei wurden die einzelnen Ausprägungen gezielt miteinander kombiniert, sodass sich technisch und organisatorisch sinnvolle Gesamtlösungen ergeben.

Die erste Variante basiert auf dem Einsatz des Dolly-Systems. Diese zeichnet sich durch eine hohe Stabilität, eine gute Integration in die bestehende Infrastruktur sowie eine flexible Einsatzbarkeit für unterschiedliche Drehgestell typen aus. Zudem ist der Implementierungsaufwand gering, da nur wenige Anpassungen notwendig sind.

Die zweite Variante nutzt umgebaute Flachgüterwagen. Diese Lösung bietet eine mittlere Ausprägung in Bezug auf Sicherheit, Flexibilität und Kosten. Allerdings sind technische Anpassungen erforderlich, was den Umsetzungsaufwand erhöht und zusätzliche Investitionen notwendig macht.

Die dritte Variante stellt das Huckepack-System dar, welches mit geringem initialem Investitionsaufwand verbunden ist. Gleichzeitig weist diese Lösung jedoch Einschränkungen in Bezug auf Stabilität, Flexibilität und Sicherheit auf. Insbesondere bei komplexen Rangierbewegungen besteht ein erhöhtes Risiko, wodurch diese Variante weniger geeignet erscheint.

Durch die systematische Kombination der Merkmale im morphologischen Kasten konnte sichergestellt werden, dass alle relevanten Lösungsansätze berücksichtigt werden und eine fundierte Grundlage für die anschliessende Bewertung geschaffen wird.

Morphologischer Kasten			
Merkmale	Ausprägung		
	Hoch	Mittel	Gering
Transportkonzept	Dolly-System	Flachgüterwagen (umgebaut)	Huckepack-System
Fixierung	Spannseil	Spezialaufnahme	Manuelle Verriegelung
Handhabung	12 Mitarbeiter	6 Mitarbeiter	2 Mitarbeiter
Sicherheit	Fixierte Aufnahme	Fixierung manuelle Sicherung	Hohe Instabilität Risiko beim Transport
Kosten	Hohe Investition Dolly + Schulung + Wartung	Umbaukosten Flachgüterwagen	Keine Investition aber hohe laufende Kosten
Flexibilität	Für alle DG und Fahrzeuge einsetzbar	Für mehrere DG Typen	Nur für spezifische Anwendung
Umsetzbarkeit	Schnell implementierbar, wenig Anpassungen	Anpassungen notwendig	Komplexe Umsetzung + hohe Abhängigkeiten
Infrastruktur	Keine Anpassung der Infrastruktur notwendig	Teilweise Anpassung notwendig	Grosse Umbauten Spezialanlagen notwendig
Variante	1	2	3

Abbildung 15 Morphologischen Kasten

8.7.1 Präferenzmatrix

Eine Präferenzmatrix beinhaltet alle relevanten Kriterien für ein Projekt. Diese Kriterien werden miteinander verglichen, um ihre relative Wichtigkeit zu bewerten. Durch diese Methode kann eine Rangfolge und eine Gewichtung der Kriterien ermittelt werden, die für weitere Analysen von Bedeutung sind. Die Gewichtung eines Kriteriums erhöht sich, je häufiger es in der Matrix genannt wird. Durch diese Präferenzmatrix wurde mir selbst nochmals bewusst und visuell dargestellt welche Aspekte für mich wichtig sind und bei welcher Variante kommt es am meisten vor.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Kriterien	Qualität der Komponente	Kosten	Senkung Nacharbeiten	Standardisierung	Sicherheit	Mitarbeiterzufriedenheit	Flexibilität	Technischer Aufwand	Arbeitseffizienz	Geringe Platzbeanspruchung	
Qualität der Komponente	1										
Kosten	0	1									
Senkung Nacharbeiten	0	0	1								
Standardisierung	0	0	0	1							
Sicherheit	0	0	0	0	1						
Mitarbeiterzufriedenheit	0	0	0	0	0	1					
Flexibilität	0	0	0	0	0	0	1				
Technischer Aufwand	0	0	0	0	0	0	0	1			
Arbeitseffizienz	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Geringe Platzbeanspruchung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Nennungen	6	2	8	5	2	8	3	6	2	3	
prozentualer Anteil	13.33	2.22	4.44	6.67	8.89	11.11	13.33	15.56	17.78	20	
Rang	3	7	1	5	7	1	6	3	8	6	

Abbildung 15 Präferenzmatrix

Die Präferenzmatrix zeigt, dass die Sicherheit mit einem prozentualen Anteil von 15.56% das wichtigste Kriterium darstellt und somit den ersten Rang belegt. An zweiter Stelle folgt die Mitarbeiterzufriedenheit mit 13.33%, gefolgt von der Senkung der Nacharbeiten sowie der Flexibilität, die beide mit 8.97% bzw. 8% ebenfalls einen hohen Stellenwert einnehmen.

Die Kriterien Kosten, Arbeitseffizienz und Technischer Aufwand liegen im mittleren Bereich und wurden als gleichermassen relevant bewertet. Die Qualität der Komponenten, die Standardisierung sowie die geringe Platzbeanspruchung wurden im Vergleich als weniger prioritär eingestuft.

Insgesamt zeigt die Auswertung, dass bei der Bewertung der Varianten die Sicherheit und die Mitarbeiterzufriedenheit die höchste Gewichtung erhalten. Diese Priorisierung bildet die Grundlage für die anschliessende Nutzwertanalyse.

8.7.2 Nutzwertanalyse

In der Nutzwertanalyse werden die relevanten Kriterien aus der Präferenzmatrix übernommen und mit den möglichen Lösungsvarianten verglichen. Dabei erhält jede Variante Punkte in der Wertungsspalte, entsprechend wie gut sie das jeweilige Kriterium erfüllt. Diese Punkte werden mit der Gewichtung multipliziert, um den Nutzen jeder Variante zu ermitteln. Durch die Addition der Punkte in der Spalte Nutzen lässt sich feststellen, welche Variante die relevanten Kriterien am besten erfüllt und somit zur Umsetzung empfohlen wird. Die Bewertung und Gewichtung der Kriterien basieren auf den durchgeführten Analysen, der fachlichen Vorarbeit sowie den projektspezifischen Anforderungen im Werk Olten.

Ergebnis der Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse zeigt ein klares Ergebnis. Die Variante Dolly erreicht mit einem Gesamtwert von **440 Punkten** den höchsten Nutzwert und belegt damit den ersten Rang. An zweiter Stelle folgt

die Variante Huckepack mit 370 Punkten, gefolgt vom Flachwagen mit 330 Punkten auf dem dritten Rang.

Besonders deutlich zeigt sich der Vorsprung der Variante Dolly beim Kriterium Sicherheit, welches mit 50% die höchste Gewichtung aufweist. Mit 120 Punkten erzielt die Variante Dolly hier den besten Wert, während das Huckepack-System ebenfalls 120 Punkte erreicht und die Variante Flachgüterwagen mit 150 Punkten sogar noch höher bewertet wurde.

Den entscheidenden Unterschied macht die Variante Dolly bei den Kriterien Mitarbeiter, Technischer Aufwand, Kosten und Flexibilität, wo sie durchgehend die höchsten Teilpunkte erzielt und damit in der Gesamtbetrachtung klar vorne liegt.

Die Nutzwertanalyse bestätigt somit, dass die Variante Dolly die Bewertungskriterien insgesamt am besten erfüllt und als geeignetste Lösung für die Umsetzung im Werk Olten empfohlen wird.

Tabelle 3 Nutzwertanalyse

Kriterium	Gewichtung %	Dolly Teil	Dolly Gesamt	Flachgüter Teil	Flachgüter Gesamt	Huckepack Teil	Huckepack Gesamt
Sicherheit	50	6	120	5	150	4	120
Mitarbeiter	25	5	125	3	75	4	100
Technischer Aufwand	15	4	60	2	30	3	45
Kosten	15	4	60	2	30	3	45
Flexibilität	15	5	75	3	45	4	60
Summe	100	22	440	15	330	18	370



Abbildung 16 Analyse

8.7.3 Sensitivitätsanalyse

Bei der Sensitivitätsanalyse werden die Gewichtungen der Bewertungskriterien gezielt verändert, um zu prüfen, wie sich dies auf das Gesamtergebnis der Nutzwertanalyse auswirkt. Dabei bleiben die Bewertungen der Varianten unverändert, lediglich die Gewichtung wird angepasst und die Gesamtpunkte werden neu berechnet.

Tabelle 1 zeigt die ursprüngliche Nutzwertanalyse mit den definierten Gewichtungen und dient als Ausgangsbasis für die weiteren Berechnungen.

Tabelle 2 stellt das Szenario dar, in dem das Kriterium Sicherheit stärker gewichtet wird, um die Auswirkungen einer erhöhten Priorisierung sicherheitsrelevanter Aspekte zu analysieren.

Tabelle 3 zeigt ein weiteres Szenario, bei dem die Kosten stärker gewichtet werden, um den Einfluss wirtschaftlicher Faktoren auf die Entscheidungsfindung zu untersuchen.

Die Auswertung der drei Tabellen zeigt, dass die Variante Dolly in allen Szenarien den höchsten Nutzwert erzielt.

Somit kann die Entscheidung als stabil und robust beurteilt werden.

Kriterium	Gewichtung %	Dolly Teil	Dolly Gesamt	Flachgüter Teil	Flachgüter Gesamt	Huckepack Teil	Huckepack Gesamt
Sicherheit	30	4	120	5	150	4	120
Effizienz	25	5	125	3	75	4	100
Technischer Aufwand	15	4	60	2	30	3	45
Kosten	15	4	60	2	30	3	45
Flexibilität	15	5	75	3	45	4	60
Summe	100	22	440	15	330	18	370

Kriterium	Gewichtung %	Dolly Teil	Dolly Gesamt	Flachgüter Teil	Flachgüter Gesamt	Huckepack Teil	Huckepack Gesamt
Sicherheit	40	4	160	5	200	4	160
Effizienz	20	5	100	3	60	4	80
Technischer Aufwand	15	4	60	2	30	3	45
Kosten	15	4	60	2	30	3	45
Flexibilität	10	5	50	3	30	4	40
Summe	100	22	430	15	350	18	370

Kriterium	Gewichtung %	Dolly Teil	Dolly Gesamt	Flachgüter Teil	Flachgüter Gesamt	Huckepack Teil	Huckepack Gesamt
Sicherheit	25	4	100	5	125	4	100
Effizienz	20	5	100	3	60	4	80
Technischer Aufwand	15	4	60	2	30	3	45
Kosten	30	4	120	2	60	3	90
Flexibilität	10	5	50	3	30	4	40
Summe	100	22	430	15	305	18	355

Abbildung 17 Sensibilität Analyse

8.7.4 Resultat der Variantenevaluation

Nach gründlicher Analyse und Überarbeitung des gesamten Prozesses wurde festgestellt, dass Variante Dolly die bevorzugte Option ist. Die ausführliche Auswertung der Excel-Tabellen hat mir erneut verdeutlicht, welche Variante sowohl kurzfristig als auch langfristig für das Werk Olten am sinnvollsten ist. Mit Sicherheit kann ich nun sagen, dass Variante Dolly für die Umsetzung meines Projekts ausgewählt wird. Als nächstes werde ich mich eingehend mit dieser Variante befassen und sie im folgenden Abschnitt meiner Arbeit genauer durchleuchten und bearbeiten.

9 Ausarbeitung der Variante

Nachdem die verschiedenen Lösungsvarianten anhand definierter Kriterien systematisch bewertet wurden, konnte eindeutig festgestellt werden, dass die Variante **Dolly** die beste Gesamtlösung für die vorliegende Problemstellung darstellt. Die Entscheidung basiert nicht auf einer einzelnen Stärke, sondern auf der gesamtheitlichen Erfüllung der Anforderungen in den Bereichen Sicherheit, Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit.

Die durchgeführte Nutzwertanalyse zeigt, dass die Variante Dolly im direkten Vergleich mit den Alternativen Flachgüterwagen und Huckepack-System den höchsten Gesamtwert erzielt. Besonders ausschlaggebend ist dabei das Kriterium Sicherheit, welches im Projekt die höchste Gewichtung erhalten hat. Durch die schienengebundene Führung der Dollys wird ein kontrollierter und stabiler Transport der Drehgestelle gewährleistet, wodurch Risiken wie Beschädigungen oder unkontrollierte Bewegungen deutlich reduziert werden können.

Ein weiterer zentraler Entscheidungsfaktor ist die Effizienz im Arbeitsprozess. Mit dem Einsatz der Dollys können die Drehgestelle einfacher, schneller und gezielter bewegt werden. Dadurch werden Arbeitsabläufe im Rangierprozess optimiert und Stillstände reduziert. Im Vergleich dazu erfordern die alternativen Varianten zusätzliche technische Anpassungen oder bringen Einschränkungen im Betrieb mit sich, was den Prozess verlangsamt und komplexer macht.

Auch aus wirtschaftlicher Sicht überzeugt die Variante Dolly klar. Der Implementierungsaufwand ist gering, da die bestehende Schieneninfrastruktur genutzt werden kann und keine umfangreichen Umbauten notwendig sind. Gleichzeitig können durch die kontrollierte Handhabung Schäden an den Drehgestellen vermieden werden, was langfristig zu einer deutlichen Reduktion von Revisions- und Folgekosten führt.

Die Sensitivitätsanalyse bestätigt zudem die Stabilität der Entscheidung. Selbst bei einer Veränderung der Gewichtung einzelner Kriterien bleibt die Variante Dolly die beste Lösung. Dies zeigt, dass die Entscheidung robust ist und nicht von einzelnen Annahmen abhängt, sondern auf einer fundierten und belastbaren Bewertung basiert.

Zusammenfassend wurde die Variante Dolly gewählt, da sie als einzige Lösung alle wesentlichen Anforderungen gleichzeitig erfüllt und sowohl technisch als auch wirtschaftlich die überzeugendste Option darstellt. Sie bildet somit die Hauptlösungsvariante und wird im weiteren Verlauf detailliert ausgearbeitet.

9.1 Phasenplan zur Umsetzung der Variante Dolly

Phase 1 – Planung: **2 Wochen**

Phase 2 – Beschaffung: **2 Wochen**

Phase 3 – Installation & Tests: **4 Wochen**

Phase 4 Inbetriebnahme: **laufend**

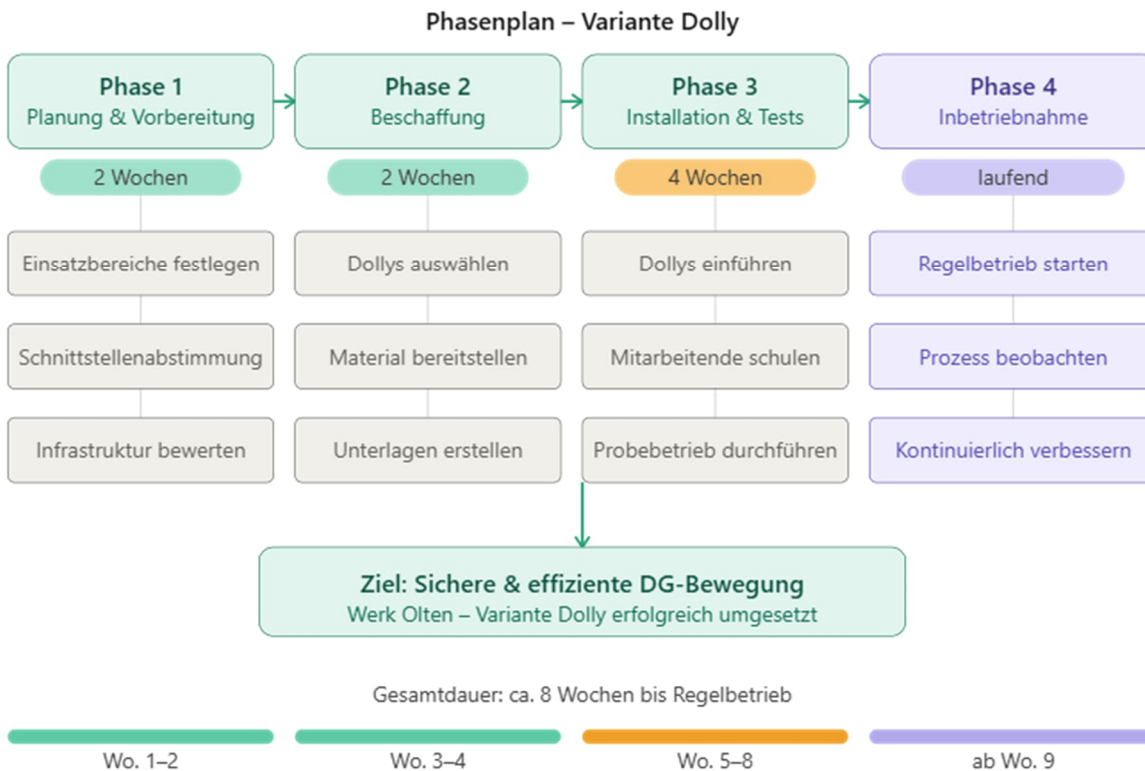


Abbildung 18 Phasenplan

9.2 SWOT Analyse

Für die Variante Dolly wurde eine SWOT-Analyse erstellt, um Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken übersichtlich darzustellen und eine fundierte Entscheidungsgrundlage für den Auftraggeber zu schaffen.

Die Stärken der Variante Dolly liegen klar in ihrer einfachen Installation, der Nutzung der bestehenden Schieneninfrastruktur sowie dem sicheren und kontrollierten Handling der Drehgestelle. Zudem überzeugt das System durch seine Flexibilität und sein günstiges Kostenverhältnis im Vergleich zu den anderen Varianten.

Als Schwächen sind der Platzbedarf im Werk, der Schulungsaufwand für die Mitarbeitenden sowie die Einschränkung auf den schienengebundenen Betrieb zu nennen. Diese Punkte müssen bei der Umsetzung berücksichtigt und mit gezielten Massnahmen begleitet werden.

Die Chancen des Dolly-Systems sind vielversprechend: Langfristig lassen sich Kosten senken, Stillstände reduzieren und die Mitarbeiterzufriedenheit steigern. Als Risiken sind mögliche Fehlbedienungen, Akzeptanzprobleme im Team sowie technische Störungen zu beachten, welche durch klare Prozessvorgaben und gezielte Schulungen minimiert werden können.

Insgesamt überwiegen die positiven Aspekte deutlich, weshalb die Variante Dolly als geeignete und nachhaltige Lösung für das Werk Olten beurteilt wird.

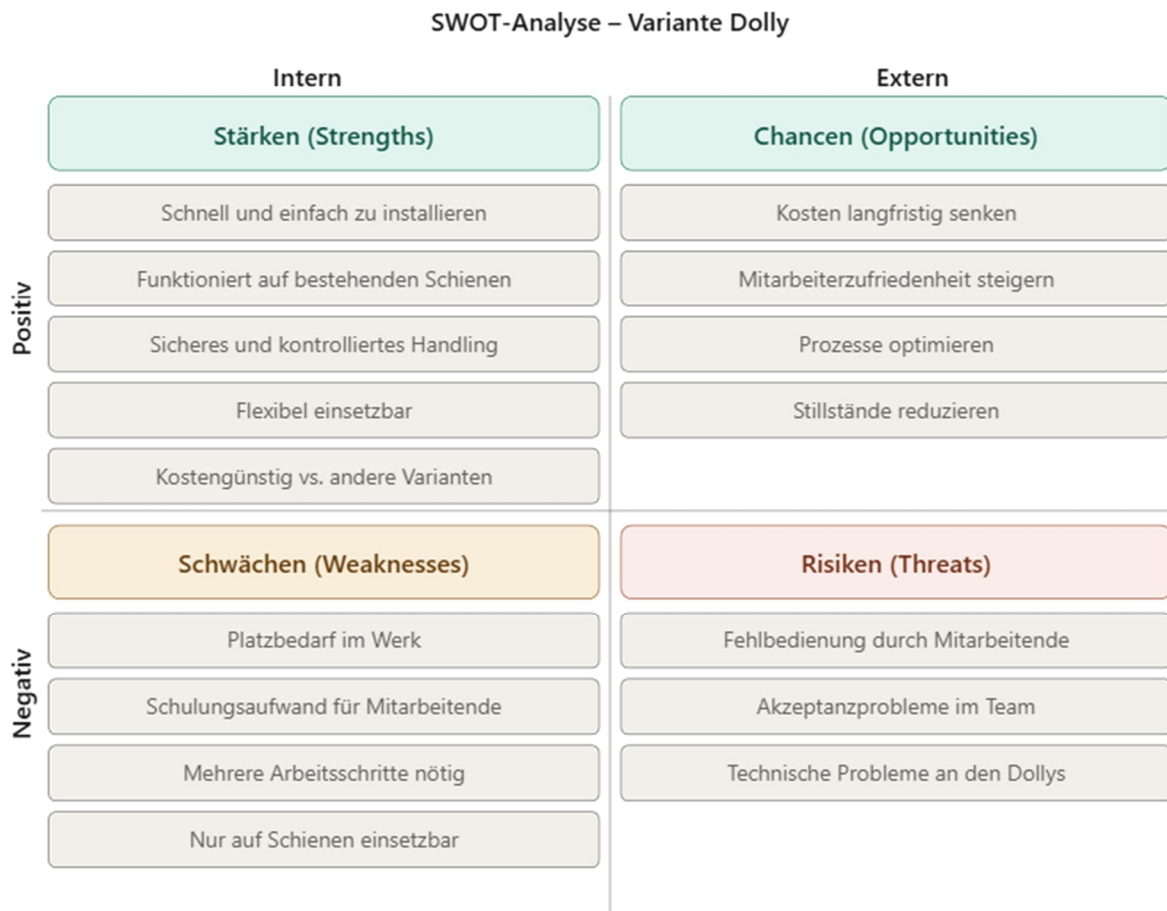


Abbildung 19 Swot Analyse

9.3 Risiko - Analyse

Im Projektverlauf wurde eine Risikoanalyse für die Variante Dolly durchgeführt, um mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und einzuschätzen. Dabei hat sich gezeigt, dass vor allem bei der Anwendung, in den Abläufen und bei der Akzeptanz im Team Risiken bestehen. Mit gezielten Massnahmen wie Schulungen, klaren Prozessvorgaben und der frühzeitigen Einbindung des Teams lassen sich diese Risiken deutlich verringern. Insgesamt sind die Risiken überschaubar und kontrollierbar, weshalb die Umsetzung der Variante Dolly als realistisch und sicher beurteilt wird.

Tabelle 4 Risiko Analyse

Risiko	Wahrscheinlichkeit	Auswirkung	Gegenmassnahmen
Fehlbedienung der Dollys	Mittel	Hoch	Schulung der Mitarbeitenden, klare Arbeitsanweisungen

Risiko	Wahrscheinlichkeit	Auswirkung	Gegenmassnahmen
Fehlende Akzeptanz im Team	Niedrig–Mittel	Mittel	Mitarbeitende frühzeitig einbeziehen und informieren
Unklare Prozessabläufe	Mittel	Hoch	Klare Prozessdefinition und Verantwortlichkeiten festlegen
Unsachgemässe Sicherung der DG	Mittel	Hoch	Standardisierte Sicherungsmethoden und Kontrollen
Technische Probleme an Dollys	Niedrig	Mittel	Regelmässige Wartung und Überprüfung
Platzprobleme im Werk	Mittel	Mittel	Planung der Einsatzbereiche und Anpassung der Abläufe
Kompatibilitätsprobleme Schienen	Niedrig	Hoch	Vorabprüfung der Schienenkompatibilität vor Beschaffung

9.4 Kosten Nutzen Analyse

Die Kosten Nutzen Analyse zeigt, dass sich die Investition in die Variante Dolly für die SBB langfristig lohnt und wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Anschaffungskosten werden durch die erzielte Zeitersparnis sowie die vermiedenen Revisionskosten an den motorisierten Drehgestellen mehr als kompensiert.

Investitionskosten

Position	Kosten
4 Dollys (Anschaffung)	CHF 27'750.00
Schulungsaufwand (geschätzt)	CHF 2'000.00
Gesamtinvestition	CHF 29'750.00

Zeitersparnis pro Drehgestell

	Ist-Zustand	Soll-Zustand	Ersparnis
Zeit pro DG	2.5 Std.	1.5 Std.	1 Std. pro DG

Jährliche Einsparung

Bei durchschnittlich 25 Drehgestellen pro Jahr und einem angenommenen Stundensatz von CHF 80.– ergibt sich folgende Rechnung:

Tabelle 5 kosten und nutz Analyse

Position	Berechnung	Betrag
Zeitersparnis pro Jahr	25 DG x 1 Std. x CHF 80.–	CHF 2'000.00
Vermiedene DG-Revisionen (geschätzt)	2 Revisionen x CHF 5'000.–	CHF 10'000.00
Jährliche Einsparung total		CHF 12'000.00

Amortisation

Die Gesamtinvestition von **CHF 29'750.–** amortisiert sich bei einer jährlichen Einsparung von CHF **12'000.–** in rund **2.5 Jahren**.

Die Analyse zeigt klar, dass sich die Investition in die Variante Dolly für die SBB lohnt. Die Anschaffungskosten werden durch die Zeitersparnis und die vermiedenen Revisionskosten bereits nach rund zweieinhalb Jahren vollständig kompensiert. Da das DTZ-Lebensdauererweiterungsprogramm bis ins Jahr 2030 läuft, profitiert die SBB über mehrere Jahre von den erzielten Einsparungen, was die Wirtschaftlichkeit der Investition zusätzlich unterstreicht. Langfristig führt die Lösung zu einer nachhaltigen Senkung der Betriebskosten und trägt gleichzeitig zur Verbesserung der Arbeitssicherheit bei.

9.5 Infrastruktur

Die Infrastruktur des Werks Olten ist in 15 Abteilungen aufgegliedert. Ich arbeite in Abteilung 6, wo sich die alte Sandstrahlanlage befindet. Aktuell werden die originalen Drehgestelle bei uns im Freien gelagert, bis der Schlosserprozess abgeschlossen ist. Da die Drehgestelle der Witterung ausgesetzt sind, besteht ein erhebliches Risiko von wetterbedingten Schäden. Genau hier kommen die Dollys zum Einsatz: Mit ihnen können die Drehgestelle sicher in die Drehgestell Halle in Abteilung 5 verfahren und dort eingelagert werden ohne das Risiko, dass die Drehgestelle aufgrund von Witterungseinflüssen erneut repariert oder revidiert werden müssen.



- Wichtige Gebäude**
1. Wagenhalle Tannwald
 2. Wagenhalle Süd
 3. Wagenhalle Nord
 4. Zentralbau
 5. Drehgestell-Halle
 6. Alte Sandi
 7. Schlosserei & alte Malerei
 8. Halle 500
 9. Heizzentrale
- Mietgebäude**
10. Packmat-Halle
 11. Lagerhalle Hipreco
 12. Lagerhalle Trimbach
- Entwicklungsprojekte**
13. Erweiterung Kastenkompetenz
 14. Drehgestell-Kompaktlager
 15. Heizzentrale/Login

Abbildung 20 IW Olten

9.6 Test versuche

Nach der Ankunft der Dollys musste ein Test durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob die Variante in der Praxis genauso erfolgreich ist, wie sie in der Theorie geplant wurde.

Dafür wurden die Dollys entsprechend positioniert, wobei jeweils ein Dolly unter eine Achse gestellt wurde. Anschliessend wurde der Wagen vom Drehgestell (DG) getrennt und auf das vorgesehene Gleis abgestellt, damit das Manöver anschliessend weitergeführt und die Umlagerung durchgeführt werden konnte.



Abbildung 23 Test überfahrt



Abbildung 21 Testpositionierung



Abbildung 22 Lock Verriegelung

Während der Testüberfahrt wurden die Drehgestell paare an der Lok mit der gelben Sicherungsstange befestigt und anschliessend in die vorgesehene Drehgestell Halle überführt. Während der Überfahrt darf der Lokführer eine maximale Geschwindigkeit von 6 km/h nicht überschreiten. Beim Befahren von Weichen, insbesondere in sogenannten Weichenüberschneidungen (Kreuzungsbereichen, in denen mehrere Weichen in unterschiedliche Richtungen zusammenlaufen), ist die Geschwindigkeit zwingend auf maximal 2 km/h zu reduzieren, um das erhöhte Risiko einer Entgleisung aufgrund der komplexen Gleisgeometrie zu minimieren.



Abbildung 24 Test überfahrt 2

10 Projektabschluss

10.1 Projektcontrolling

Aus dem Kapitel 7.7 wurde die geplante Projektkosten entnommen und die eidgültigen Ausgaben, sowie die Kosten erneut erfasst und dokumentiert. Die effektiven Kosten belaufen sich auf CHF 25'760.00.

Tabelle 6 Projekt kosten der Diplomarbeit

Aufgaben	Phasen	Aufwand in Std.	Kostenansatz in CHF	Kosten Total in CHF
Initialisierung (Thema-eingabe)		0	10	110
Pflichtenheft		1	20	110
Vorstudie		2	76	110
Hauptstudie		2	110	110
Präsentation		3	20	110
Gesamtaufwand			236	25760

10.2 Evaluation der Zielerreichung

Tabelle 7 Erfolgskriterien

Endergebnisse	Erfolgskriterien	
Die Qualität der Fahrzeug wird verbessert und nacharbeiten werden minimiert. First-Time-Right	Durch die Reduzierung der Zeit für Nacharbeiten fallen geringere Kosten für die Fahrzeuge an. (Vorher / Nachher)	erzielt
Definition der Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung vom Demontage Team Kostenstelle 542= Focus Produktgruppe Wagen Demontage	Klare AKVs und Standards für das Team, was die Produktgruppe Demontage angeht.	erzielt
Die derzeitige Arbeitssicherheit wird auf einem mindestens gleichbleibenden Niveau erhalten.	Der neue Prozess muss den geltenden Vorschriften und Standards für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz der SUVA entsprechen.	erzielt
Wirtschaftliche Infrastruktur und Prozesse	Pay-Back von 5 Jahren für Investitionen für die neue Schiebebrücke in 2 Jahre	erzielt
Die Produktivität wird gesteigert. Warenfluss und Handling muss optimiert werden.	Erhöhte Leistungserbringung in der ganzen Prozesskette der Produktgruppe Komponentendemontage und dem Demontage Team der Kostenstelle 542. Dies führt zu einer Steigerung der Produktivität und zur Einhaltung der Termine.	erzielt
Termintreue der Fahrzeugauslieferung erhöhen	Fahrzeugverfügbarkeit für den Betrieb wird erhöht. Instandhaltungskosten der Fahrzeuge werden reduziert. Produktivität wird erhöht.	erzielt
Das Ergebnis der Diplomarbeit wurde als PDF-Dokument pünktlich dem Sekretariat der TEKO Olten zugesendet.	Eine vollständige Diplomarbeit, die alle Anforderungen erfüllt und fristgerecht eingereicht wurde, sowie eine erfolgreiche Bestätigung durch das Sekretariat.	Offen

Gesamtfazit:

6 von 7 Zielen wurden vollständig erreicht, 1 Ziel teilweise. Die Diplomarbeit kann damit als erfolgreich abgeschlossen betrachtet werden.

10.3 Reflexion Weg zum Ziel

Die folgende Reflexion beschreibt den Weg zur Zielerreichung und gibt einen ehrlichen Rückblick auf den gesamten Projektverlauf. Dabei wird aufgezeigt, welche Begebenheiten förderlich bzw. hinderlich waren und welche Handlungsweisen die Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren sowie die Effizienz auf dem Weg zum Ziel positiv bzw. negativ beeinflusst haben.

Förderliche Faktoren Besonders förderlich für die Erreichung der Ziele war die langjährige Praxiserfahrung im Werk Olten. Die direkte Kenntnis der betrieblichen Abläufe, der Infrastruktur und der Herausforderungen vor Ort ermöglichte es, die Problemstellung praxisnah zu verstehen und realistische Lösungsansätze zu entwickeln. Ergänzend dazu trugen die gute Zusammenarbeit im Projektteam sowie die regelmässige Unterstützung durch den Diplomlehrer Flavio Räber wesentlich zum Projekterfolg bei. Die Vorzeigetermine ermöglichten es, den Fortschritt laufend zu überprüfen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

Hinderliche Faktoren Als grösste Herausforderung erwiesen sich die Schwierigkeiten bei der Dokumentation. Die strukturierte und vollständige Verschriftlichung der erarbeiteten Inhalte erforderte mehr Zeit und Aufwand als ursprünglich eingeplant. Insbesondere die neutrale und fachgerechte Formulierung der Texte stellte eine zusätzliche Herausforderung dar, die jedoch durch kontinuierliche Überarbeitung bewältigt werden konnte.

Positive Einflüsse auf die Zusammenarbeit Die Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren verlief insgesamt sehr konstruktiv. Eine offene Kommunikation und kurze Entscheidungswege ermöglichten es, Fragen und Unklarheiten schnell zu klären. Durch den Einbezug aller Beteiligten von Beginn an sowie regelmässige Sitzungen und Absprachen konnte eine gemeinsame Basis geschaffen und das Projekt zielgerichtet vorangetrieben werden.

Negative Einflüsse auf die Zusammenarbeit Als einschränkender Faktor erwies sich die knappe Zeit für gemeinsame Sitzungen. Aufgrund der unterschiedlichen Arbeitsbelastungen der Beteiligten war es nicht immer einfach, geeignete Termine zu finden. Dies führte vereinzelt dazu, dass Absprachen kurzfristig verschoben werden mussten. Dennoch konnten alle wesentlichen Entscheidungen rechtzeitig getroffen werden.

10.4 Lessons learnt

Am Ende eines Projekts ist es wichtig, einen Moment innezuhalten und zurückzublicken. Was hat gut funktioniert? Was würde man beim nächsten Mal anders machen? Genau darum geht es bei den Lessons learnt die gemachten Erfahrungen festhalten und daraus für die Zukunft lernen.

In diesem Projekt hat sich gezeigt, dass eine gute Planung von Anfang an vieles einfacher macht. Wer früh weiss, was wann zu tun ist und wer wofür verantwortlich ist, spart sich später viel Aufwand und Stress. Genauso wichtig war die Kommunikation im Team regelmässige Absprachen haben dazu beigetragen, dass alle Beteiligten immer auf dem gleichen Stand waren und Probleme schnell gelöst werden konnten.

Ein grosser Vorteil in diesem Projekt war das vorhandene Fachwissen aus dem Betrieb. Da die Abläufe und die Infrastruktur im Werk Olten gut bekannt sind, konnten die Lösungsvorschläge

praxisnah erarbeitet und direkt auf die realen Gegebenheiten abgestimmt werden. Auch der Einsatz von strukturierten Methoden wie der Präferenzmatrix und der Nutzwertanalyse hat geholfen, die beste Variante objektiv auszuwählen und die Entscheidung klar zu begründen.

Was man beim nächsten Projekt besser machen würde: Sitzungen und Termine früher planen. Es kam vor, dass Besprechungen kurzfristig verschoben werden mussten, weil die Terminkoordination schwierig war. Mit einer etwas frühzeitigeren Planung lässt sich das gut vermeiden.

10.5 Ausblicke

Im Laufe der Diplomarbeit sind neben der erarbeiteten Lösung weitere interessante Ideen und Ansätze entstanden, die aus zeitlichen oder finanziellen Gründen nicht direkt in das Projektergebnis eingeflossen sind. Es lohnt sich jedoch, diese festzuhalten einerseits als Inspiration für andere Personen, andererseits als mögliche Impulse für den Auftraggeber, um weitere Verbesserungen im Werk Olten anzustossen.

Eine naheliegende Idee wäre die Ausweitung des Dolly Systems auf andere SBB-Werke. Da das System im Werk Olten erfolgreich eingeführt wurde und sich bewährt hat, könnte geprüft werden, ob andere Werke mit ähnlichen Herausforderungen beim DG-Transport von dieser Lösung profitieren könnten. Dies würde nicht nur die Effizienz in anderen Werken verbessern, sondern auch zur Standardisierung der Prozesse innerhalb der SBB beitragen.

Ein weiterer Punkt betrifft die Weiche im Bereich des Wagenkasten-Transports, welche aktuell nur mit erhöhtem Aufwand befahren werden kann. Eine Anpassung oder Optimierung dieser Weiche würde den Transportablauf deutlich vereinfachen und das verbleibende Risiko in diesem Bereich eliminieren.

Zusätzlich wäre es sinnvoll, die Kapazität des DG Lagers langfristig zu erhöhen. Da das Lager nicht immer ausreichend Platz bietet, um alle Drehgestelle gleichzeitig aufzunehmen, entstehen gelegentlich Engpässe im Prozessablauf. Eine Erweiterung der Lagerkapazität würde den Prozess weiter stabilisieren und Wartezeiten vermeiden.

10.6 Dankausgang

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mich während der Erarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben.

Ein besonderer und herzlicher Dank gilt meinem Diplomelehrer Flavio Räber. Er hat mir jederzeit unter die Arme gegriffen, mich immer wieder auf den richtigen Weg gebracht und nie aufgehört, mich zu unterstützen egal in welcher Situation. Ohne seine Geduld, sein Engagement und seine wertvollen Rückmeldungen wäre diese Diplomarbeit in dieser Form nicht möglich gewesen. Dafür bin ich ihm von Herzen dankbar.

Ebenso möchte ich meinem Auftraggeber und Experten Kushtrim Selimi herzlich danken. Seine fachliche Unterstützung, seine Entscheidungskompetenz sowie das entgegengebrachte Vertrauen haben die Umsetzung dieses Projekts erst ermöglicht.

Ein grosses Dankeschön gilt auch meinen Teamkollegen Elvis Icic und David Berger, die mich jederzeit mit ihrem Fachwissen und ihrem Engagement tatkräftig unterstützt haben. Die gute Zusammenarbeit und der offene Austausch haben das Projekt bereichert

11 Eigenständigkeitserklärung

Die Die Verfasserinnen und Verfasser bestätigen mit ihrer Unterschrift, dass die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Hilfsmittel erstellt wurde.

Die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Inhalte sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht vorgelegt worden.

Unterschriften:

20.5.26 Olten

Frangipane Francesco

12 Verzeichnisse

12.1 Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 8 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung Bedeutung

AKV	Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung
CHF	Schweizer Franken
DG	Drehgestell
DTZ	Doppelstock-Triebzug
EBA	Eidgenössisches Berufsattest
HF	Höhere Fachschule
IBS	Inbetriebnahme
Kst	Kostenstelle
KW	Kalenderwoche
LDV	Lebensdauererlängerung
PAP	Projektablaufplan
PDF	Portable Document Format
PSP	Projektstrukturplan
RABe	Regional Automatisch Bereitstellung-elektrische Triebzüge
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TEKO	Technische Kaufmännische Schule

12.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ausblick	4
Abbildung 2 grobdarstellung.....	8
Abbildung 3 Erfolgs Kriterien.....	9
Abbildung 4 phasenplan.....	13
Abbildung 5 Strukturplan	14
Abbildung 6 Ablaufplan	15
Abbildung 7 Kommunikationsplan.....	17
Abbildung 8 Risikomatrix.....	19
Abbildung 9 Ist Situation.....	22
Abbildung 10 Soll situazion	23
Abbildung 11 Mindmap.....	24

Abbildung 12 Dolly	25
Abbildung 13 Huckpack.....	25
Abbildung 14 Frachtgüter	26
Abbildung 15 Präferenzmatrix.....	28
Abbildung 16 Analyse.....	29
Abbildung 17 Sensibilität Analyse	30
Abbildung 18 Phasenplan	32
Abbildung 19 Swot Analyse	33
Abbildung 20 IW Olten	35
Abbildung 21 Testpositionierung.....	36
Abbildung 23 Test überfahrt.....	36
Abbildung 22 Lock Verriegelung	36
Abbildung 24 Test überfahrt 2.....	36
Abbildung 25 Statusbericht 1 Woche.....	44
Abbildung 26 Statusbericht 2 Woche.....	44
Abbildung 27 Statusbericht 3 Woche.....	45
Abbildung 28 Statusbericht 4 Woche.....	45
Abbildung 29 Statusbericht 5 Woche.....	45
Abbildung 30 Statusbericht 6 Woche.....	46
Abbildung 31 Statusbericht 7 Woche.....	46
Abbildung 32 Statusbericht 8 Woche.....	46
Abbildung 33 Sitzungsprotokoll.....	48
Abbildung 34 Sitzungsprotokoll.....	49
Abbildung 35 Sitzungsprotokoll.....	50
Abbildung 36 Sitzungsprotokoll.....	51

12.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Rollenverteilung.....	16
Tabelle 2 Projektkosten der Diplomarbeit.....	18
Tabelle 3 Nutzwertanalyse	29
Tabelle 4 Risiko Analyse.....	33
Tabelle 5 kosten und nutz Analyse	35
Tabelle 6 Projekt kosten der Diplomarbeit.....	37
Tabelle 7 Erfolgskriterien.....	37
Tabelle 8 Abkürzungsverzeichnis	41

12.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

Areal Werk Olten

https://www.google.com/search?q=+fleischmann+flachwagen&client=firefox-b-d&hs=rt2U&sca_esv=671b6d2c45835e3d&udm=2&biw=1920&bih=1067&sxsrf=ANbL-n4tV3N_eo-ZlwRoP-hMqPfkf7zgkCg%3A1776250973357&ei=XXDfadLAFZj_7_UPquyaoQU&ved=0ahU-KEwiS47HC2u-

[TAxWY_7sIHSq2JIQQ4dUDCBI&uact=5&oq=+fleischmann+flachwagen&gs_lp=Egnd3Mtd2l6LWlt-ZyIXIGZsZWlzY2htYW5uIGZsYWNod2FnZW4yBxAjGCcYyQIyBBAAGB4yB-BAAGB5Ixg1Q6gRY6gRwAXgAkAEAmAF5oAF5qgEDMC4xuAEDyAEA-AEBmAIBoAJ-mA-MAiAYBkgcDMC4xoAfyArIHazAuMbgHfsIHazItMcgHBIAIAA&scient=gws-wiz-img#sv=CAMSvhoyKhBILS10WDExc1g3UWUtS0ZNMg4tdFgxMXNYN1FILUtGT-ToOczVFMWk5SXVicTg3bU0gBCocCgZtb3NhaWMSEGUtLXRYMTFzWDdRZS1LRk0YADAB-GAcu6ON3Q5KCBABGAEGASgB](https://www.teko.ch/TAxWY_7sIHSq2JIQQ4dUDCBI&uact=5&oq=+fleischmann+flachwagen&gs_lp=Egnd3Mtd2l6LWlt-ZyIXIGZsZWlzY2htYW5uIGZsYWNod2FnZW4yBxAjGCcYyQIyBBAAGB4yB-BAAGB5Ixg1Q6gRY6gRwAXgAkAEAmAF5oAF5qgEDMC4xuAEDyAEA-AEBmAIBoAJ-mA-MAiAYBkgcDMC4xoAfyArIHazAuMbgHfsIHazItMcgHBIAIAA&scient=gws-wiz-img#sv=CAMSvhoyKhBILS10WDExc1g3UWUtS0ZNMg4tdFgxMXNYN1FILUtGT-ToOczVFMWk5SXVicTg3bU0gBCocCgZtb3NhaWMSEGUtLXRYMTFzWDdRZS1LRk0YADAB-GAcu6ON3Q5KCBABGAEGASgB)

Die in dieser Arbeit verwendeten Abbildungen der Varianten *Dolly* und *Huckepack* wurden im Werk Olten fotografisch dokumentiert.

12.5 Offerte

		Herzogenbuchsee	
Kommission:	Offertenanfrage Kupplungsstang	Firma	
Kundennummer:	14218	Schweizerische Bundesbahnen SBB	
Ihr Zeichen:	Elvis Icoic	Kreditoren Produktion Personen	
Unser Zeichen:	Hüda Cag	Poststrasse 6	
Tel. Direkt:		3000 Bern 65 SBB	
e-mail:	hueda.cag@mey-ble.ch		
Datum:	16.02.2026		

Offerte Nr. 798497			
Artikel	Menge	Preis pro Stk.	PreisTotal
Sehr geehrter Herr Elvis Icoic Gerne offerieren wir Ihnen folgende Positionen			
Lieferadresse: SBB-Werk Olten z.Hd. Elvis Icoic Industriestrasse 153			
H260216020 Kupplungsstange basen & entgräten & Mechanisch bearbeiten & Schweißen Norm & schleifen/verputzen & Pulverbe grund = RAL 1023 S **Hinweis: Entgegen Zeichnung/Anfrage Werkstoff 1.0577-S355J2-N-20.00 Zeichng. AAC 13473501 Index 01, AAC 13473438 Index 01	4	SFr. 485.00	SFr. 1940.00
- Ausführung gemäss Offertext - Preise inkl. Material - Preise netto, ab Werk Herzogenbuchsee - Liefertermin ca. 5-6 Wochen - vorausgesetzt das Rohmaterial ist zum Zeitpunkt der Bestellung verfügbar; kürzere Termine auf Anfrage. - Offertgültigkeit 1 Woche, Preispassung bedingt durch Rohmaterialpreisveränderung vorbehalten			
Total (exkl. MWST)			SFr. 1940.00
Total (inkl. 8.1 % MWST)			SFr. 2097.15
Zahlungsbedingungen: 30 Tage netto			
Benötigen Sie weitere Informationen? Ich freue mich auf Ihren Anruf oder Ihre Bestellung.			

<small>Meyer BlechTechnik AG Herzogenbuchsee</small>	<small>Wurgenstrasse 64</small>	<small>Mail: herzogbuchsee@mey-ble.ch</small>	<small>1</small>
<small>3000 Herzogenbuchsee</small>	<small>Web: meyer-blechtechnik.ch</small>	<small>Telefon: +41 62 656 10 00</small>	
<small>LEB Schweiz AG Langenthal</small>	<small>BANK OFP: CHEY 8023 5276 7065 2100 8</small>	<small>BANK EURO: CHEY 8023 5276 7065 2100 0</small>	<small>SWIFT: LBSS3333HESS</small>
<small>CHF 100.488.026 / 100007</small>			

Diese Offerte wurde von der Firma Meier Blechtechnik für die vier Dollys erstellt, damit die Anschaffungskosten frühzeitig abgeschätzt und das Projektbudget realistisch geplant werden können.

13 Anhang

13.1 Projektstatusberichte

Die Statusberichte müssen jede Woche bis Samstag um 23:59 Uhr per E-Mail an Flavio Räber gesendet werden.

Diplomarbeit: Materialfluss DTZ		Statusbericht: 1 5.4.2026	
Projektleiter Frangipane Francesco	Projektziele Projektvorbereitung	Verteiler • Flavio Räber	
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf	Projektklima	Termine
Tendenz	↑	↑	↑
Aktueller Projektstand	Was läuft gut?		
<ul style="list-style-type: none"> • Dokument heruntergeladen • Lebenslauf • Quali Profil • Projektplanung gestartet • 4 Phasen Model 	<ul style="list-style-type: none"> • in der anfangsphase findet das Projekt bei anderen Stellen ein Offenes ohr, die bereit sind. Bei Fragen zu unterstützen 		
	Was läuft nicht gut?		
	• ..		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen			
<ul style="list-style-type: none"> • Feststellung der Kommunikationsplan • Und weitere abschnitte erarbeiten 			

Projekt-Statusbericht: Diplomarbeit

Abbildung 25 Statusbericht 1 Woche

Diplomarbeit:		Statusbericht: 2 10.04.2026	
Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Projektplanung Projektrealisierung	Verteiler • Flavio Räber	
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf	Projektklima	Termine
Tendenz	⇒	⇒	⇒
Aktueller Projektstand	Was läuft gut?		
<ul style="list-style-type: none"> • Projektoalnung • Realisierung • Evaluation geeignete variante 	<ul style="list-style-type: none"> • läuft besser alles ich gedacht habe alle sind hilfsbereit falls fragen aufkommen 		
	Was läuft nicht gut?		
	• die zusammen Stellung der Diagramme oder Bilder		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen			
<ul style="list-style-type: none"> • Excel tabellen • Shopfloor für update aufnehmen und Realisierung von der preferenzmatrix 			

Projekt-Statusbericht: Diplomarbeit

Abbildung 26 Statusbericht 2 Woche

Diplomarbeit:		Statusbericht: 3 17.04.2026
Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Projektplanung Projektrealisierung	Verteiler • Flavio Räber
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf	Projektklima
Tendenz		
Aktueller Projektstand	Was läuft gut?	
<ul style="list-style-type: none"> • Projektpainung • Realisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Meetings und meadmap Realisierung 	
	Was läuft nicht gut?	
	<ul style="list-style-type: none"> • musste das koppelte Dokument neu erstellen Weill es nicht richtig gegliedert war 	
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen		
Dokument Verbesserung und Rücksprache mit Flavio führen am 25.04.26		

Projekt-Statusbericht: Diplomarbeit

Abbildung 27 Statusbericht 3 Woche

Diplomarbeit:		Statusbericht: 4 26.04.2026
Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Projektrealisierung	Verteiler • Flavio Räber
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf	Projektklima
Tendenz		
Aktueller Projektstand	Was läuft gut?	
<ul style="list-style-type: none"> • Realisierung • Test versuch 		
	Was läuft nicht gut?	
	<ul style="list-style-type: none"> • Alle haben bedenken wegen dem Test versuch vom am 17.4 statt findet 	
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen		
Dokument Verbesserung und Rücksprache mit Flavio führen		

Projekt-Statusbericht: Diplomarbeit

Abbildung 28 Statusbericht 4 Woche

Diplomarbeit:		Statusbericht: 5 1.05.2026
Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Projektrealisierung	Verteiler • Flavio Räber
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf	Projektklima
Tendenz		
Aktueller Projektstand	Was läuft gut?	
<ul style="list-style-type: none"> • Test versuch wurde verschoben • BBA Arbeit Einweisung erstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Dollys wurde geliefert und ist jetzt im Test versuch 	
	Was läuft nicht gut?	
	<ul style="list-style-type: none"> • Der Test versuch konnte nicht durgeführt werden auf dem Rangir strecke 	
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen		
Warten auf Test fahrt, und BBA erstellen für die Mitarbeiter		

Projekt-Statusbericht: Diplomarbeit

Abbildung 29 Statusbericht 5 Woche

Diplomarbeit: Statusbericht: 6 08.05.2026

Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Abschluss	Verteiler • Flavio Räber
Gesamt- beurteilung	Projektverlauf ■ □ □ □	Projektklima ■ □ □ □
Tendenz ↗	↗	↗
Aktueller Projektstand	Termin ■ □ □ □	Risiken ■ □ □ □
<ul style="list-style-type: none"> • Test versuch wurde verschoben • SBA Arbeit Einweisung Fertigstellung und dem Fachexperte vorzeigen und erklären • Mitarbeiter briefen 	Was läuft gut? Wurde Alles getestet test lief gut	Was läuft nicht gut?
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Diplomarbeit fertigstellen Mitarbeiter Schulung wie auch Arbeitseinweisung einführen		

Projekt-Statusbericht, Diplomarbeit

Abbildung 30 Statusbericht 6 Woche

Diplomarbeit: Statusbericht: 7 16.05.2026

Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Abschluss	Verteiler • Flavio Räber
Gesamt- beurteilung	Projektverlauf ■ □ □ □	Projektklima ■ □ □ □
Tendenz ↗	↗	↗
Aktueller Projektstand	Termin ■ □ □ □	Risiken ■ □ □ □
<ul style="list-style-type: none"> • Diplomarbeit fertig Änderungen vornehmen 	Was läuft gut?	
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Diplomarbeit fertigstellen Powerpoint vorbereiten		

Projekt-Statusbericht, Diplomarbeit

Abbildung 31 Statusbericht 7 Woche

Diplomarbeit: Statusbericht: 8 19.05.2026

Projektleiter Francesco Frangipane	Projektziele Abschluss	Verteiler • Flavio Räber
Gesamt- beurteilung	Projektverlauf ■ □ □ □	Projektklima ■ □ □ □
Tendenz ↗	↗	↗
Aktueller Projektstand	Termin ■ □ □ □	Risiken ■ □ □ □
<ul style="list-style-type: none"> • Diplomarbeit Abgeben • Beurteilung vom Fachexperte einholen mit Unterschrift • PowerPoint weitermachen 	Was läuft gut? Bis Jetzt keine Hürden	
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Diplomarbeit Abgabe Am Flavio Räber und Sekretariat Teko PowerPoint weitermachen		

Projekt-Statusbericht, Diplomarbeit

Abbildung 32 Statusbericht 8 Woche

13.2 Schulungskonzept (Arbeitsanweisung)

Das Schulungskonzept (Arbeitsanweisung) wird auf Verlangen als separates Dokument im Anhang mitgegeben.

SBB CFF FFS Management-System
 Operating Instandhaltung von Schienenfahrzeugen BBA ----
 Personenverkehr BBA Dolly System Seite 1 von 10

Arbeitsanweisung für DTZ Dolly Sytem Montage



Inhaltsverzeichnis

1.	Ziel	3
2.	Hilfsmittel und Einrichtungen	3
3.	Material	3
4.	Sicherheitshinweise.....	3
5.	Arbeitsablauf.....	3
5.1.	Grundsätzliches Vorgehen	3
5.2.	Dollys	4
5.3.	Anheben des wagen	5
5.4.	Positionierung Dolly	6
5.5.	Vorbereitung DG lösen.....	6
5.6.	Traversen Trennung vom Wagen Kasten.....	8
5.7.	Trennungsablauf	8
5.8.	Installation Hilfs DG.....	9
5.9.	Positionierung von der Hilfs DG	10
6.	Abschluss der Prüfung.....	10

BBA ----

© SBB

C2 - Intern

13.3 Meetingprotokolle

Im Rahmen der Projektsitzung mit dem Projektteam wurde die favorisierte Lösungsvariante detailliert vorgestellt und gemeinsam besprochen. Dabei wurden die wesentlichen Eigenschaften der Variante erläutert, insbesondere der Einsatzbereich, das Handling der Drehgestelle sowie die Handhabung im Betrieb. Die wirtschaftlichen Aspekte wie die Investitionskosten und die Amortisationsdauer wurden ebenfalls thematisiert und gemeinsam bewertet.

Nach der gemeinsamen Diskussion und Prüfung aller relevanten Punkte konnte am Ende der Sitzung eine einstimmige Entscheidung getroffen werden. Das Projektteam war überzeugt, dass die besprochene Variante die definierten Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Effizienz und Wirtschaftlichkeit am besten erfüllt.

Sitzungsprotokoll vom 7.04.26

Thema: DTZ Lebensdauererlängerung – SBB AG, Werk Olten

Anwesende: Francesco Frangipane, Diplomand
David Berger Reto Bürgi

Abwesende: Kushtrim Elvis

Sitzungsort: SBB AG, Werk Olten,

Sitzungsdatum: 7 April

Protokollführer: Francesco Frangipane

Thema / Traktandum	Verantwortlich
1. Begrüssung und Ziel der Sitzung	
[Begrüssung und Ziel der Sitzung	Francesco Frangipane
Begrüssung und Einführung zur heutigen Sitzung und Analyse von der ist Situation	
2. Rückblick und aktuelle Projektsituation	
–	Francesco Frangipane
3. Besprochene Inhalte / Themen	
Sammlung und Besprechung von Schwachstellen im Prozess	Francesco Frangipane
4. Entscheidungen und Ergebnisse	
Hauptproblem Drehgestelle überführen und lagern	Alle
5. Offene Punkte / Fragen	
Das Hauptproblem wird am Nächsten Termin von 12.4.2026 wieder hervorgehoben	Alle
6. Weiteres Vorgehen und nächste Schritte	
Erstellung eines Soll variante	Francesco Frangipane

Ende der Sitzung: 7 April

Olten,

Protokollführer: Francesco Frangipane

Unterschrift: 

C2 - Intern

Abbildung 33 Sitzungsprotokoll

Sitzungsprotokoll vom 16.04.26

Thema: DTZ Lebensdauerverlängerung SBB AG, Werk Olten

Anwesende: Francesco Frangipane, Diplomand
Reto Bütgi Elvis icic
Abwesende: Kushtrim David
Sitzungsort: SBB AG, Werk Olten,
Sitzungsdatum: 16 April
Protokollführer: Francesco Frangipane

Thema / Traktandum	Verantwortlich
1. Begrüssung und Ziel der Sitzung	
Idee Findung für transport varianten	Francesco Frangipane
2. Rückblick und aktuelle Projektsituation	
--	Francesco Frangipane
3. Besprochene Inhalte / Themen	
Sammlung und Besprechung von Schwachstellen im Prozess	Francesco Frangipane
4. Entscheidungen und Ergebnisse	
Hauptproblem Drehgestelle überführen und lagern	Alle
5. Offene Punkte / Fragen	
Das Hauptproblem wird am Nächsten Termin von 16.4.2026 wieder hervorgeholt	Alle
6. Weiteres Vorgehen und nächste Schritte	
Erstellung eines ist variante	Francesco Frangipane

Ende der Sitzung: 16 April

Olten,

Protokollführer: Francesco Frangipane

Unterschrift: 

C2 - Intern

Abbildung 34 Sitzungsprotokoll

Sitzungsprotokoll vom 24.04.26

Thema: DTZ Lebensdauererlängerung SBB AG, Werk Olten

Anwesende: Francesco Frangipane, Diplomand
Reto Bürgi Elvis icic Kushtrim David

Abwesende:

Sitzungsort: SBB AG, Werk Olten,

Sitzungsdatum: 24 April

Protokollführer: Francesco Frangipane

Thema / Traktandum	Verantwortlich
1. Begrüssung und Ziel der Sitzung	Francesco Frangipane
Transport varianten aussuchen und evaluieren	
2. Rückblick und aktuelle Projektsituation	
–midemap mit morphologischer Kasten erarbeiten	Alle
3. Besprochene Inhalte / Themen	
Sammlung und Besprechung von Schwachstellen im Prozess	Alle
4. Entscheidungen und Ergebnisse	
Hauptproblem Drehgestelle überführen und lagern	Alle
5. Offene Punkte / Fragen	
Risiko Analyse erstellen und Nutzwert	Francesco Frangipane
Und Soll variante erstellen	
6. Weiteres Vorgehen und nächste Schritte	
Ende der sitzungen am 5.5.26	Francesco Frangipane

Ende der Sitzung: 24 April

Olten,

Protokollführer: Francesco Frangipane

Unterschrift: 

C2 - Intern

Abbildung 35 Sitzungsprotokoll

Sitzungsprotokoll vom 05.05.26

Thema: DTZ Lebensdauerverlängerung SBB AG, Werk Olten

Anwesende: Francesco Frangipane, Diplomand
Reto Bürgi Elvis icic Kustrim David

Abwesende:

Sitzungsort: SBB AG, Werk Olten,

Sitzungsdatum: 05 Mai

Protokollführer: Francesco Frangipane

Thema / Traktandum	Verantwortlich
1. Begrüssung und Ziel der Sitzung	Francesco Frangipane
Transport Test versuch	
2. Rückblick und aktuelle Projektsituation	
–	Alle
3. Besprochene Inhalte / Themen	
Test versuch Weichen Problem	Alle
4. Entscheidungen und Ergebnisse	
Entscheidung grössere Räder Für die Dollys	Elvis Icic
5. Offene Punkte	
Test versuch zum Teil bestanden	Francesco Frangipane Elvis Icic
6. Weiteres Vorgehen und nächste Schritte	
Keine Ende des Projekts	Francesco Frangipane

Ende der Sitzung: 05 Mai

Olten,

Protokollführer: Francesco Frangipane

Unterschrift: 

C2 - Intern

Abbildung 36 Sitzungsprotokoll