

Diplomarbeit



Abb. 1 zeigt die Zukunft eines Lagers ¹

Lagersystem

Machbarkeitsstudie Lagersystem Schneeberger AG

Projektleiter:	Vilas Tleo
Auftraggeber:	Schneeberger AG Lineartechnik, Bereich CHS-Systeme
Höhere Fachschule:	Teko Schweizerische Fachschule; O-Tup-21-S-a
Ort, Datum:	Olten, 20.05.2024

¹ Bild generiert durch Chat GPT

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Management Summary	4
3	Kurzer beruflicher Lebenslauf.....	5
4	Was ist Kommissionieren?	6
5	Projektinitialisierung.....	7
5.1	Pflichtenheft	7
5.1.1	Allgemeines	7
5.1.2	Ziel und Zweck dieses Dokuments.....	7
5.1.3	Verteiler und Freigabe	7
5.1.4	Vorzeigetermine und Projektstatusberichte	8
5.1.5	Konzept und Rahmenbedingungen.....	8
5.1.6	Genehmigung	10
5.2	Zielscheibe.....	11
6	Projektplanung.....	12
6.1	Vorgehensmodell.....	12
6.2	Projektstrukturplanung.....	12
6.3	Projektablaufplanung.....	13
6.4	Kommunikationsplanung	14
6.5	Risikoanalyse.....	15
7	Projektrealisierung	18
7.1	Analyse	18
7.1.1	Ist-Analyse	18
7.2	Layout IST.....	23
7.3	Layout SOLL.....	24
7.4	Kreativitätsmethode	25
7.4.1	Kommissioniermethoden	25
7.4.2	Pick-by-Scan:.....	26
7.4.3	Pick-by-Voice:.....	27
7.4.4	Pick-by-Light:	28
7.4.5	Pick-by-Vision:	29
7.4.6	AutoStore™:	30
7.5	Priorisierungsmethode <Priorisierungsmatrix>	31
7.6	Variantenbildung.....	34
7.6.1	AutoStore™ automatisiertes Lagersystem.....	34
7.6.2	Pick by Light	37
7.6.3	Pick by Vision	39
7.7	Evaluation der geeignetsten Variante.....	41
7.7.1	Präferenzmatrix	42

7.7.2	Nutzwertanalyse	42
7.7.3	Sensitivitätsanalyse	44
7.7.4	Resultat der Variantenevaluation	45
8	Ausarbeitung der Variante <Pick by Vision>	46
8.1	10 Massnahmen für <Pick by Vision>	48
8.2	Phasenplan zur Umsetzung der Variante <Pick by Vision>	50
8.3	Kommunikationsplan zur Umsetzung der Variante <Pick by Vision>	51
8.4	SWOT - Analyse	52
8.5	Risiko – Analyse	55
8.6	Kosten-Nutzen-Analyse	58
8.7	Finanzierungsmodell.....	59
9	Projektabschluss.....	60
9.1	Projektüberwachung	60
9.2	Expertenbericht von Philipp Hofer	61
9.3	Expertenbericht David Aegerter	62
9.4	Evaluation der Zielerreichung.....	63
9.5	Reflexion Weg zum Ziel.....	64
9.6	Lessons Learned	65
9.7	Ausblicke.....	66
9.8	Danksagung.....	67
10	Eigenständigkeitserklärung.....	68
11	Verzeichnisse.....	69
11.1	Abkürzungsverzeichnis.....	69
11.2	Abbildungsverzeichnis.....	69
11.3	Tabellenverzeichnis	70
11.4	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	70
11.5	Broschüre Pick by Vision	72
11.6	Factsheet AutoStore™	74
12	Anhang.....	77
12.1	Projektstatusberichte	77
12.2	Pflichtenheft Original.....	81
12.3	Bilder.....	92
12.4	Details zum Expertenbericht Philipp Hofer	93
12.5	Details zum Expertenbericht David Aegerter	98

2 Management Summary

Die vorliegende Arbeit befasst sich im Rahmen der Diplomarbeit von der schweizerische Fachschule Teko mit der Machbarkeitsstudie eines Lagersystem für die Firma Schneeberger AG Lineartechnik.

Im Rahmen der Erweiterung unserer Betriebsstätten wird am Standort Roggwil das neue Werk 3 für den Bereich CHS errichtet. Die bestehenden Lagerstrukturen sind derzeit mit Fachbodenregalen ausgestattet, welche jedoch Herausforderungen in der Effizienz und Fehleranfälligkeit aufweisen. Insbesondere die mangelnde Implementierung eines effektiven Rüst-Scanners und eines Chargenverwaltungssystems führen häufig dazu, dass Teile verloren gehen oder vor ihrer Einlagerung unauffindbar sind. Zusätzlich ist das First-in-First-out (FiFo) Verfahren noch nicht optimal umgesetzt, was in unserem indexbasierten Arbeitsumfeld zu signifikanten Problemen führt. Diese Mängel resultieren in Zeitverlust durch das Nachrüsten und Suchen von Teilen, insbesondere weil viele Kleinteile in einer Kiste gemeinsam gelagert werden.

Zur Lösung dieser Probleme wurde eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, die die verfügbaren Technologien am Markt untersucht und bewertet. Diese Studie folgt den vier Phasen des Projektmanagements: Projektinitialisierung, Planung, Realisierung und Projektabschluss. Die einzelnen Schritte werden dabei detailliert beschrieben und umfassen Methoden wie Brainstorming, Nutzwertanalyse sowie SWOT- und Risikoanalysen.

Als optimale Lösung habe ich die Implementierung des 'Pick by Vision'-Systems ausgewählt. Diese Technologie verspricht nicht nur eine Steigerung der Effizienz und eine Reduktion der Fehlerquote, sondern harmonisiert auch hervorragend mit dem Konzept von Industrie 4.0. Das System ist nicht nur funktional ansprechend, sondern könnte auch die Arbeitszufriedenheit durch eine intuitive Bedienung erhöhen. Trotzdem sind je nach Unternehmensphilosophie auch andere Systeme wie Pick by Voice, Pick by Light und Pick by Scan praktikabel, da sie schnell und kostengünstig implementiert werden können, ohne den laufenden Betrieb zu stören. Eine grössere Investition wie das automatisierte Lagersystem von AutoStore™ wäre eine Überlegung wert, insbesondere angesichts des Fachkräftemangels.

Die Entscheidung für ein bestimmtes System ermöglicht es zudem, Synergien zu nutzen, beispielsweise durch die Kombination von Pick by Vision und Pick by Light, um die Prozesse weiter zu optimieren und die Arbeitsabläufe zu beschleunigen. Eine weitere innovative Möglichkeit besteht darin, autonome mobile Roboter zu integrieren, die Rüstwagen direkt an den Arbeitsplätzen bereitstellen oder Materialien vom Wareneingang ins Lager transportieren, um die Fachkräfte zu entlasten.

3 Kurzer beruflicher Lebenslauf

Name: Tleo
Vorname: Vilas
Geburtsdatum: 11. November 1983
Adresse: Taubenweg 10d
4802 Strengelbach



Berufserfahrung

Jan. 2021 – Heute: Teamleiter Montage komplexe Systeme
Schneeberger AG Lineartechnik Roggwil BE

Okt. 2018 – Dez. 2020 Monteur komplexe Systeme
Schneeberger AG Lineartechnik Roggwil BE

Dez. 2010 – Sept. 2018 Polymechaniker Fertigung Fräsen
Schneeberger AG Lineartechnik Roggwil BE

Jan. 2009 – Nov. 2010 Verschiedene Tätigkeiten Vollzeit und temporär

Aug. 2004 – Juli 2008 Polymechaniker Fräsen und Drehen
Müller Martini AG Zofingen

Ausbildung

Aug. 2000 – Juli 2004 Polymechaniker EFZ
Müller Martini AG Zofingen
Berufsschule Zofingen

Weiterbildung

April 2021 – März 2024 Teko Schweizerische Fachschule Prozesstechniker Unternehmen
Olten

4 Was ist Kommissionieren?

Kommissionieren ist ein zentraler Prozess in der Lager- und Logistikbranche. Es bezeichnet die Zusammenstellung von Waren oder Artikeln aus einem Lager, basierend auf Kundenaufträgen oder Produktionsanforderungen. Dabei werden einzelne Produkte aus verschiedenen Lagerorten entnommen und zu einer Lieferung oder Charge zusammengestellt. Der Prozess kann manuell oder automatisiert erfolgen und umfasst mehrere Schritte. Hier sind die wesentlichen Aspekte des Kommissionierens:

Auftragserfassung: Eingabe der Bestellung und Erstellung eines Kommissionierauftrags.

Artikelidentifikation und -entnahme: Entnahme der Artikel aus den Lagerplätzen.

Zusammenstellung der Bestellung: Zusammenführen und Überprüfung der Artikel.

Verpackung und Versandvorbereitung: Verpacken und Kennzeichnen der Artikel für den Versand.

Kommissioniermethoden:

Mann-zur-Ware: Der Kommissionierer bewegt sich zu den Artikeln.

Ware-zum-Mann: Die Artikel werden zum Kommissionierer gebracht.

Einzelkommissionierung: Einzelne Aufträge werden separat kommissioniert.

Sammelkommissionierung: Mehrere Aufträge werden gleichzeitig kommissioniert.

Zonenkommissionierung: Das Lager wird in Zonen aufgeteilt.

Effizientes Kommissionieren verkürzt die Bearbeitungszeit, erhöht die Genauigkeit und verbessert die Kundenzufriedenheit.

5 Projektinitialisierung

5.1 Pflichtenheft

5.1.1 Allgemeines

Seit über einem Jahrhundert ist SCHNEEBERGER ein Pionier in der Industrie für Linear- und Profilschienenführungen sowie Messsysteme für lineare Bewegungen. Mit seiner hundertjährigen Geschichte hat sich das Unternehmen als Inbegriff von Innovation, Präzision und Qualität etabliert. Das umfangreiche Portfolio von SCHNEEBERGER umfasst Linearführungen, Messsysteme, Zahnstangen, Hochleistung-Kugelgewinde, Mineralguss und hochpräzise Positioniersysteme, die in einer Vielzahl von Umgebungen, einschliesslich Vakuum, Anwendung finden. Durch sein globales Vertriebsnetzwerk und die hingebungsvollen, kundenorientierten Mitarbeiter hebt sich SCHNEEBERGER als Weltmarktführer in verschiedenen Applikationsfeldern hervor, darunter Werkzeugmaschinen, Halbleiterindustrie, Medizintechnik, Bio-Science und Robotik.

5.1.2 Ziel und Zweck dieses Dokuments

Dieses Dokument dient ausschliesslich zur Diplomarbeit und darf nicht für andere Zwecke verwendet oder an Dritte weitergegeben werden ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Autors. Dieses Pflichtenheft hat zum Ziel, durch die Verringerung von Fehlern und deren Kosten sowie durch die Minimierung der Rüstzeiten in der Montage einen signifikanten Mehrwert zu generieren. Weiterhin strebt es an, mittels einer sorgfältig durchgeführten Machbarkeitsstudie eine fundierte Entscheidungsgrundlage für das Projektmanagement zu schaffen.

5.1.3 Verteiler und Freigabe

Verteiler für dieses Lastenheft

Rolle	Name	Telefon	E-Mail	Beruf
Projektleiter	Vilas Tleo	078 619 22 96	vylteacup83@gmail.com	Teamleiter Montage

Fachexperte

Rolle	Name	Telefon	E-Mail	Beruf
Fachexperte	Marcel Csatlos	078 839 84 94	marcel.csatlos@plath-ag.ch	Senior Projektmanager

5.1.4 Vorzeigetermine und Projektstatusberichte

Vorzeigetermine

Der erste Vorzeigetermin findet am Montag, 08. April 2024 von 18:00 – 18:15 Uhr online mittels TEAMS statt. Der zweite Vorzeigetermin findet am Montag, 29. April 2024 von 16:30 bis ca. 16:45 Uhr online mittels TEAMS statt.

Projektstatusberichte

Wird jede Woche ein Statusbericht ausgefüllt. Beginnend ab 25.03.2024.

5.1.5 Konzept und Rahmenbedingungen

Benutzer / Zielgruppe

Die Zielgruppe sind die Mitarbeiter des Bereichs CHS-Systeme Lager bei der Schneeberger AG.

Ziele des Anbieters

Es wird aufgezeigt, was es für Möglichkeiten gibt für das Lagerkonzept / Lagersystem, um die Prozesse einfacher und flüssiger zu gestalten und die Fehler zu minimieren.

Ziele und Nutzen des Anwenders

Die Anwender können mit dem neuen Lagerkonzept/Lagersystem ihre Tagesabläufe vereinfachen. Das Material kann besser getrackt werden mit dem Rüstscanner und die Prozesse sind mit der präferierten Variante klar definiert. Der Rüstprozess wird mit optischem und funktionellem Hilfsmittel aufgezeigt.

Systemvoraussetzungen

Die technischen und räumlichen Voraussetzungen kommen von Werk 3. Das Layout und die allgemeinen Anschlüsse (Strom, Netzwerk, Luft) sind für die Erweiterungen vorhanden.

Ressourcen

Zu Besuch bei anderen Unternehmen mit autonomen Lager- und Rüstungskonzept. Planungs-, Durchführungs-, Überarbeitungs- und Korrekturzeit. Arbeitsplatz. Finanzielle Mittel wie Bücher usw.

<p>⇒ Endergebnis</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es liegt eine schriftliche Projektdokumentation, gebunden im A4 Format sowie als PDF, über das Lagersystem bis am 20. Mai 2024 18:00 mit folgenden Inhalten vor: <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Eine Analyse des bestehenden Lagersystem und der zukünftigen Lagersystem im Werk 3 mit Erweiterungsmöglichkeiten ist durchgeführt. 1.2. Ein detaillierter Projektablaufplan inklusive Pufferzeiten sowie 5 Meilensteine für die Konzeptentwicklung ist ausgearbeitet. 1.3. Drei Lösungsvorschläge für das Lagersystem im Werk 3 sind ausgearbeitet und mit jeweils 2 A4 Seiten konzise beschrieben. 1.4. Anhand der Nutzwertanalyse und mit mindestens 8 gewichteten Bewertungskriterien werden die Varianten evaluiert sowie die Hauptvariante gefunden. 1.5. Die präferierte Variante ist im Umfang von mind. 10 A4 Seiten detailliert, mit nachfolgenden Inhalten, beschrieben: <ol style="list-style-type: none"> 1.5.1. Detaillierte Beschreibung von zehn Massnahmen bezüglich Projektauftrag. 1.5.2. Ein Phasenplan zur möglichen Projektrealisierung ist mit fünf bis zehn Phasen grafisch dargestellt. 1.5.3. Kommunikationsmassnahmen und -kanäle zur Interaktion zwischen Stakeholdern und den weiteren Betroffenen sind ausgearbeitet. 1.5.4. Ein kreatives Finanzierungsmodell der Angebote und Massnahmen ist ausgearbeitet sowie mit einer Kosten-Nutzen-Analyse begründet. 2. Ein Expertenteam bestehend aus 2 Experten, hat das Konzept auf Machbarkeit und Akzeptanz überprüft und ein schriftliches Feedback abgegeben. 3. Die Projektergebnisse sind in Form einer 12-minütigen Präsentation den Entscheidungsträgern vorgestellt.
----------------------	---

⇒ Erfolgskriterien	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Dokumentation entspricht den geforderten Richtlinien und ist ohne zeitlichen Verzug dem Verantwortlichen abgegeben. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Die Zielformulierung wurde gemäss SMART-Formel detailliert erstellt. 1.2. Das Projekt wurde durch eine Risikoanalyse als realistisch befunden. 1.3. Für die Erarbeitung der Varianten müssen keine weiteren Informationen eingeholt und analysiert werden. 1.4. Die Varianten unterscheiden sich voneinander und es treten bei den Experten keine Verständnisfragen auf. 1.5. Die Beschreibung der präferierten Variante ist bis auf 5 Rückfragen, für die Experte verständlich. <ol style="list-style-type: none"> 1.5.1. Das Expertenteam bestätigt das Potential der Massnahmen und macht maximal 3 Verbesserungsvorschläge. 1.5.2. Das Expertenteam bewertet den Phasenplan als umsetzbar und beanstanden maximal 3 Punkte 1.5.3. Vom Expertenteam werden nicht mehr als zwei Verbesserungsmassnahmen zum Kommunikationsvorschlag gemacht. 1.5.4. Das Expertenteam bestätigt, dass die Finanzierung der Angebote und Massnahmen realistisch und umsetzbar ist. 2. Aus dem Expertenbericht können konkrete Massnahmen zur Überarbeitung des Konzeptes abgeleitet werden. 3. Das Projekt/Konzept wurde nach den vorgegebenen Kriterien vorgestellt und wird von den Zuhörern verstanden, so dass nur drei Verständnisfragen gestellt werden müssen. Die Präsentationszeit von 12 min. wird mit einer Toleranz +/- 1Min nicht überschritten. 4. Lessons learned aufzeigen.
--------------------	--

5.1.6 Genehmigung

Die Genehmigung erfolgt...

Datum: 22. März 2024

Unterschrift Fachexperte:  **Marcel Csatlos FE**

Unterschrift Projektleiter:  **Vilas Tleo PL**

Weitere Unterschriften:

Abb. 2 Aus dem originalen Pflichtenheft²

² Original Pflichtenheft (ist im Anhang beigefügt)

5.2 Zielscheibe

Richtziel: Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.

1. Es liegt eine schriftliche Projektdokumentation, gebunden im A4 Format sowie als PDF, über das Lagersystem bis am 20. Mai 2024 18:00 mit folgenden Inhalten vor:
 - 1.1. Eine Analyse des bestehenden Lagersystem und der zukünftigen Lagersystem im Werk 3 mit Erweiterungsmöglichkeiten ist durchgeführt
 - 1.2. Ein detaillierter Projektablaufplan inklusive Pufferzeiten sowie 5 Meilensteine für die Konzeptentwicklung ist ausgearbeitet.
 - 1.3. Drei Lösungsvorschläge für das Lagersystem im Werk 3 sind ausgearbeitet und mit jeweils 2 A4 Seiten konzise beschrieben.
 - 1.4. Anhand der Nutzwertanalyse und mit mindestens 8 gewichteten Bewertungskriterien werden die Varianten evaluiert sowie die Hauptvariante gefunden.
 - 1.5. Die präferierte Variante ist im Umfang von mind. 10 A4 Seiten detailliert, mit nachfolgenden Inhalten, beschrieben:
 - 1.5.1. Detaillierte Beschreibung von zehn Massnahmen bezüglich Projektauftrag.
 - 1.5.2. Ein Phasenplan zur möglichen Projektrealisierung ist mit fünf bis zehn Phasen grafisch dargestellt.
 - 1.5.3. Kommunikationsmassnahmen und -kanäle zur Interaktion zwischen Stakeholdern und den weiteren Betroffenen sind ausgearbeitet.
 - 1.5.4. Ein kreatives Finanzierungsmodell der Angebote und Massnahmen ist ausgearbeitet sowie mit einer Kosten-Nutzen-Analyse begründet.
2. Ein Expertenteam bestehend aus 2 Experten, hat das Konzept auf Machbarkeit und Akzeptanz überprüft und ein schriftliches Feedback abgegeben.
3. Die Projektergebnisse sind in Form einer 12-minütigen Präsentation den Entscheidungsträgern vorgestellt.

– Schneeberger AG Lineartechnik; Bereich CHS-Systeme

Endergebnisse

Sinn und Zweck

- Der Auftrag sollte darauf abzielen, durch die Senkung von Fehlern und deren Kosten sowie die Reduzierung der Rüstzeiten für die Montage einen Mehrwert zu schaffen. Zusätzlich soll er eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Projektträgerschaft durch die Durchführung einer Machbarkeitsstudie bieten.

Kunde

Erfolgskriterien

1. Die Dokumentation entspricht den geforderten Richtlinien und ist ohne zeitlichen Verzug dem Verantwortlichen abgegeben.
 - 1.1. Die Zielformulierung wurde gemäss SMART-Formel detailliert erstellt.
 - 1.2. Das Projekt wurde durch eine Risikoanalyse als realistisch befunden.
 - 1.3. Für die Erarbeitung der Varianten müssen keine weiteren Informationen eingeholt und analysiert werden.
 - 1.4. Die Varianten unterscheiden sich voneinander und es treten bei den Experten keine Verständnisfragen auf.
 - 1.5. Die Beschreibung der präferierten Variante ist bis auf 5 Rückfragen, für die Experte verständlich.
 - 1.5.1. Das Expertenteam bestätigt das Potential der Massnahmen und macht maximal 3 Verbesserungsvorschläge.
 - 1.5.2. Das Expertenteam bewertet den Phasenplan als umsetzbar und beanstanden maximal 3 Punkte
 - 1.5.3. Vom Expertenteam werden nicht mehr als zwei Verbesserungsmassnahmen zum Kommunikationsvorschlag gemacht.
 - 1.5.4. Das Expertenteam bestätigt, dass die Finanzierung der Angebote und Massnahmen realistisch und umsetzbar ist.
2. Aus dem Expertenbericht können konkrete Massnahmen zur Überarbeitung des Konzeptes abgeleitet werden.
3. Das Projekt/Konzept wurde nach den vorgegebenen Kriterien vorgestellt und wird von den Zuhörern verstanden, so dass nur drei Verständnisfragen gestellt werden müssen. Die Präsentationszeit von 12 min. wird mit einer Toleranz +/- 1Min nicht überschritten.
4. Lessons learned aufzeigen.

Abb. 3 Zielscheibe aus Themeneingabe

6 Projektplanung

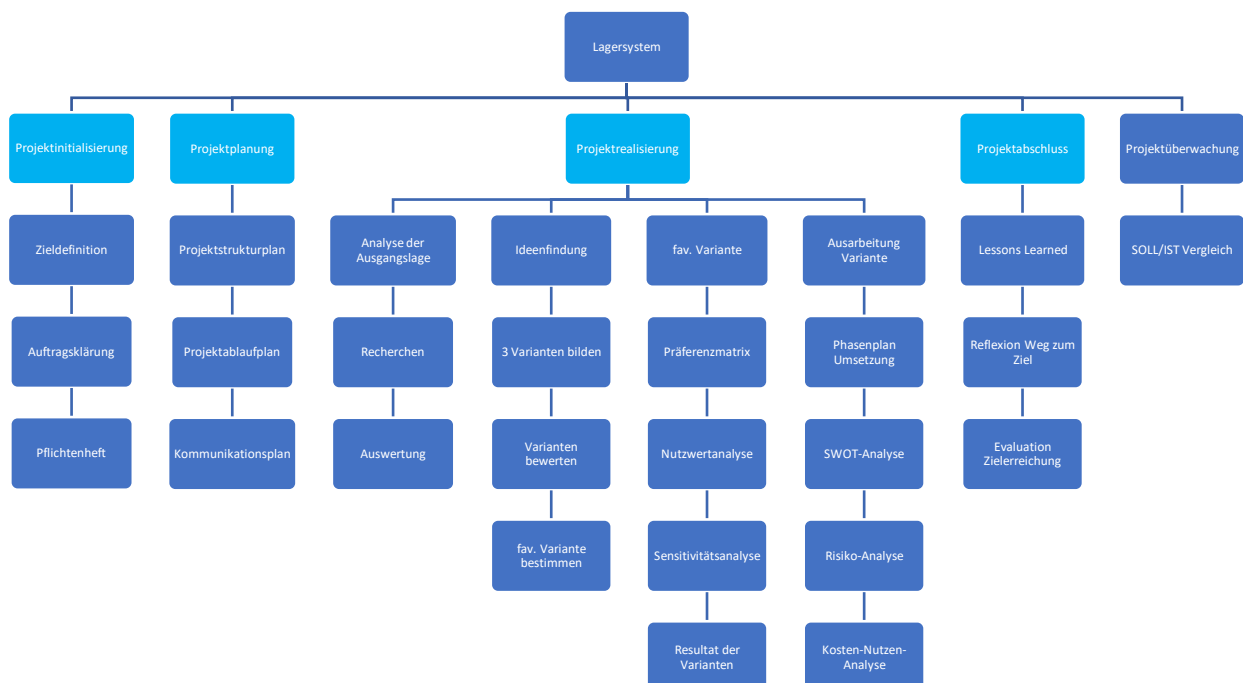
6.1 Vorgehensmodell

Das Vorgehensmodell, das ich ausgewählt habe, richtet sich nach den 4 Phasen des Projektmanagements. Darin beinhaltet in einem Projektlebenszyklus sind: Projektinitialisierung, Projektplanung, Projektrealisierung und Projektabschluss. Projektphasen sind klar definierte Zeitabschnitte innerhalb eines Projekts, die in einem Phasenplan dargestellt werden. Dieser Plan umfasst neben den einzelnen Phasen auch Kontroll- und Entscheidungspunkte, bekannt als Meilensteine, und wird typischerweise in klassisch geplanten Projekten verwendet.

6.2 Projektstrukturplanung

Im Rahmen der Projektstrukturplanung (kurz PSP) wird das Projekt in Arbeitspakete aufgeteilt, welche in der Summe die Endergebnisse des Projektes ergeben. Folgende Abbildung stellt einen Strukturplan dar, dessen Vorgehen auf einem 4-Phasenmodell ausgelegt ist. Die Primärstufe basiert auf das Thema des Projektes. Auf Sekundärstufe werden die Gruppen unterteilt in Initialisierung, Planung, Realisierung und Abschluss. In tertiärer Stufe folgen die Arbeitspakete.

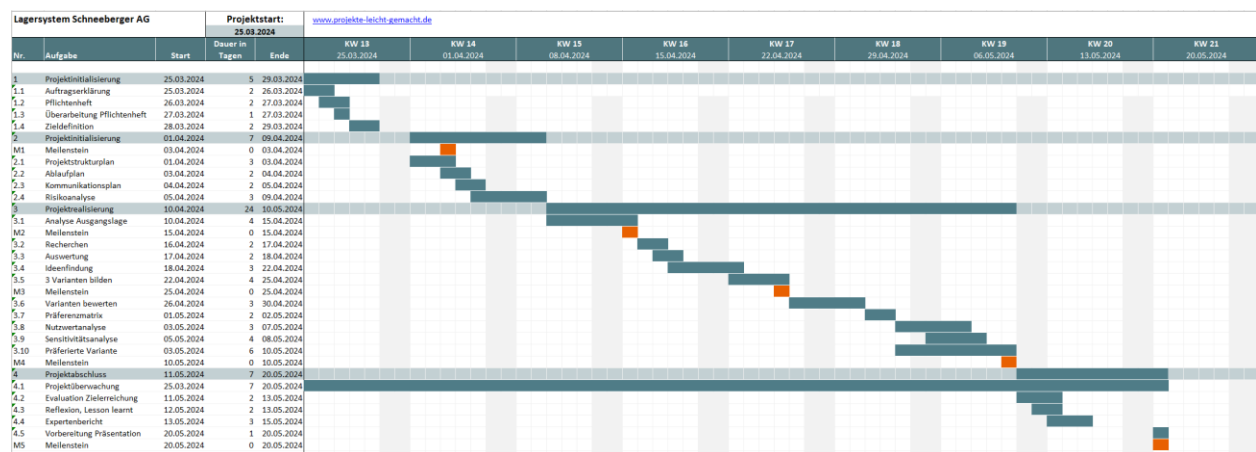
Tabelle 1 Projektstrukturplan



6.3 Projektablaufplanung

Der Projektstrukturplan bietet die Basis für den Projektablaufplan (kurz PAP). Die im vorangehenden Kapitel definierten Arbeitspakete müssen nun in logischer Reihenfolge in einen zeitlichen Ablauf gebracht werden. Diese Darstellungsform nennt sich Balkendiagramm bzw. Gantt – Diagramm. Pro Arbeitspaket muss der Zeitaufwand, die Verantwortlichkeit, der Ressourcenaufwand, etc. abgeschätzt und visualisiert werden.

Tabelle 2 SOLL-Projektablaufplan³



³ www.projekte-leicht-gemacht.de

6.4 Kommunikationsplanung

Im Rahmen der Diplomarbeit gibt es unterschiedliche Akteure / Interessensgruppen, mit welchen kommuniziert werden muss. Dabei benötigen nicht alle dieselben Informationen bzw. es werden verschiedene Kommunikationskanäle verwendet.

Eine solide Kommunikationsplanung erfolgt in zwei Schritten. Zuerst werden sämtliche Interessensgruppen analysiert. Das wären einmal der Fachexperte Marcel Csatlos, der Diplomlehrer Eduard Häusler, die Mitarbeiter vom Lager selbst und als letztes die Firma Schneeberger AG. Ausgehend von dieser Analyse werden anschliessend die Kommunikationskanäle, -intervalle, -inhalte, -verantwortlichkeiten, etc. geplant und visuell dargestellt.

In der Tabelle unten werden die Stakeholder, Endergebnisse in jeglicher Form, die Frequenz und auf welchen Kanal sowie die Prioritäten und Bemerkungen.

Tabelle 3 Kommunikationsplan⁴

Stakeholder	Endergebnis	Frequenz	Priorität	Kanal	Bemerkungen
Marcel Csatlos Fachexperte	Statusbericht	1x die Woche	Hoch	Per E-Mail	Notes
Eduard Häusler Diplomlehrer	Statusbericht	1x die Woche	Hoch	Per E-Mail	
Mitarbeiter Lager	direktes Feedback	2x pro Woche	Mittel	Direktes Feedback Hands on	
Schneeberger AG	Diplomarbeit fertig	Ende Diplomarbeit	Hoch	Dokumentation	

⁴ <https://app.creately.com/d/uemaftN8iOb/edit>

6.5 Risikoanalyse

Risikobeschreibung

- Welches sind die **Risiken**, die das Projekt oder Programm behindern könnten?
- Welches sind die **Ursachen** dieser Risiken?
- Welches können die **Folgen** der Risiken für das Projekt oder das Programm sein?
- Was könnte man unternehmen, um die Risiken zu **vermeiden** oder **zu verhindern**?
- Was muss getan werden, falls das Risiko trotzdem eintritt (**Notfallplan**)?

In der folgenden Tabelle werden die **Ursachen** und **Folgen** betrachtet.

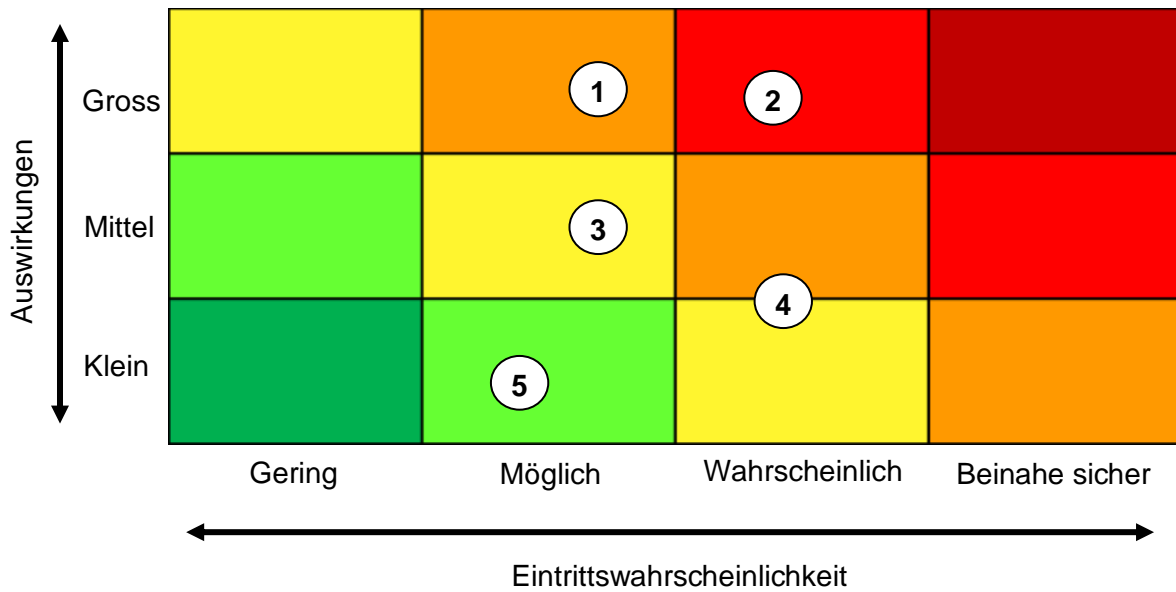
Risiken	Ursachen	Folgen
1. Sicherheit	Unfälle, Verletzungen, Brandschutz	Ausfall Mitarbeiter, Sachschaden, hohe Nachfolgekosten
2. Operativ	Systemausfälle, Prozessstörungen, ineffiziente Lagerprozesse	Termine können nicht eingehalten werden, Wartezeiten
3. Technik	Ausfall IT, Datenverlust, Cyberangriffe	Wichtige Daten gehen verloren, Verlust von wichtigen Ressourcen
4. Finanziell	Kostenerhöhungen, Budgetüberschreitungen, ineffiziente Prozesse	Einschränkungen für Investitionen und Ausgaben, Verschuldung, Liquiditätsprobleme
5. Rechtlich	Nichteinhaltung von Vorschriften, rechtliche Haftung	Bussen, je nach Vergehen hohe Ausfallzeit

In der folgenden Tabelle werden die **Massnahmen** und **Notfallplan** betrachtet.

Risiken	Massnahmen	Notfallplan
1. Sicherheit	Pläne für den Umgang mit Ausfällen oder Unfällen, Notfall- und Evakuierungspläne	Jeweilige Notrufnummern anrufen, Sofortmassnahmen einleiten
2. Operativ	Sicherheitsvorkehrungen, regelmässige Wartungen, Schulungen für Mitarbeiter	Auf manuelle Bedienung umstellen
3. Technik	Einsatz von Überwachungssystemen, regelmässige Updates und Backups von IT-Systemen	Sofortige Isolierung der betroffenen Systeme, um eine weitere Verbreitung des Angriffs zu verhindern
4. Finanziell	Überwachung der Kosten, Versicherung, Risikomanagement	Zugriff auf Notfallkreditlinien oder andere Finanzierungsquellen, um den sofortigen Finanzbedarf zu decken
5. Rechtlich	Sicherstellen, dass alle Vorschriften und Gesetze eingehalten werden	Abklärung mit Rechtsschutz, Anwalt einschalten

Risikoeinstufung⁵

1. Wie gross ist die Eintrittswahrscheinlichkeit jedes Risikos?
2. Und wie gravierend könnten die Auswirkungen jedes Risikos sein?



⁵ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

Bedeutung der Risikoeinstufung⁶

Grossrisiken	Erhebliche Risiken	Mittlere Risiken	Geringe Risiken
			
Priorität A	Priorität B	Priorität C	Priorität D
Diese Risiken gefährden das Projekt als Ganzes akut und sind mit der höchsten Priorität zu behandeln. Es sind Sofortmassnahmen zur Vermeidung dieser Risiken zu treffen und es ist unverzüglich ein Notfallplan zu erarbeiten. Es darf kein Aufwand gescheut werden, diese Risiken zu vermeiden.	Diese Risiken stellen eine erhebliche Gefahr für das Projekt dar. Es sind auf jeden Fall Massnahmen zur Vermeidung dieser Risiken zu treffen und zusätzlich muss ein Notfallplan erarbeitet werden. Die Vermeidung dieser Risiken rechtfertigt auch einen grösseren Aufwand.	Diese Risiken stellen zwar keine grössere Bedrohung für das Projekt dar, aber es soll trotzdem durch geeignete Massnahmen versucht werden, diese Risiken auf ein geringes Risikopotential zu reduzieren. Aufwand und Nutzen für eine Risikovermeidung sind gut abzuwägen.	Bei diesen Risiken besteht kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Trotzdem soll geprüft werden, inwiefern diese Risiken mit einfachen und wenig aufwändigen Massnahmen reduziert werden könnten.

⁶ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

7 Projektrealisierung

Die beiden abgeschlossenen Phasen Projektinitialisierung sowie Projektplanung bilden die Basis für die Phase Projektrealisierung.

7.1 Analyse

7.1.1 Ist-Analyse



Abb. 4 Lager Eingang⁷

Am Eingang des Lagers werden gewisse Regale und Gestelle mit der Montage geteilt, z.B. werden dort die Systeme gelagert. Das begünstigt nicht die aktuellen Platzverhältnisse. Die Rüstwagen stehen vor den Regalen, was auch nicht vorteilhaft ist. Wenn man etwas aus genau diesem Regal was holen oder anschauen möchte, muss man den Rüstwagen zur Seite schieben. Das Lager ist neben den Reinraum positioniert und ist über eine Materialschleuse verbunden (siehe Layout). Dadurch sind die technischen Geräte, die für den Reinraum bestimmt sind wie z.B. Öfen zum Ausbacken der Teile, Reinigungs- und Lüftungsanlagen usw. Die Rüstwagen sind zum Teil auf die Systeme ausgerichtet/aufgebaut und zum Teil auch simpel gehalten, damit sie für jedes Projekt verfügbar und umgebaut werden kann.

⁷ Bild aus dem eigenen Lager



Abb. 5 Regale⁸

Die Waren werden auf Paletten-, Behälter- und Fachbodenregale gelagert und aufbewahrt. Sie werden mit einem Wareneingangsschein oder mit einem Printer beschriftet und gekennzeichnet.



Abb. 6 Lager 26⁹

⁸ Bild aus dem eigenen Lager

⁹ Bild aus dem eigenen Lager

Weil viele Projekte gleichzeitig am Laufen sind, sind die Plätze im Lager aufgebraucht. Dadurch musste man auf Montageplätze ausweichen, die temporär nicht im Einsatz sind aber in Zukunft möglicherweise wieder reaktiviert werden, falls die Kunden genau die Systeme wieder bestellen. Durch die Lagerungen von Holzkisten und andere LLI (Long Lead Item), die nur mit Wareneingangsscheine oder Notizpapiere beschriftet werden, entstehen unübersichtliche Situation, weil sie nicht am gleichen Platz sind, wie das Lager und fördert verschwenderische Aktivitäten wie Suchen, Transportieren und übermässige Lagerbestände.



Abb. 7 Lager 26¹⁰

¹⁰ Bild aus dem eigenen Lager

Die Rüstwagen, wie wir auf der Abb. 8 sehen, sind Standardrüstwagen. Sie werden mehrheitlich für die Montagezelle Kampagne verwendet. In der Serienmontage taugen sie für die Reparaturen, da nicht immer das Gleiche gerüstet wird.



Abb. 8 Halteplatz für Rüstwagen¹¹



Abb. 9 kompletter Rüstwagen¹²

¹¹ Bild aus dem eigenen Lager

¹² Bild aus dem eigenen Lager

7.2 Layout IST

Das bestehende Lager hat eine Lagerfläche von 295.4m². Es befindet sich im Untergeschoss hat einen direkten Zugang zur Montagehalle, zum Reinraum und in den Gang hinaus. Das Lager hat keinen eigenen Warenlift. Der Laufweg beträgt ungefähr 20m bis zum Lift. Aktuell hat das Lager 11 Paletten-, 57 Kisten-, 7 Kleinstteil- und 8 Europalettengestelle sowie 2 Bürotische.

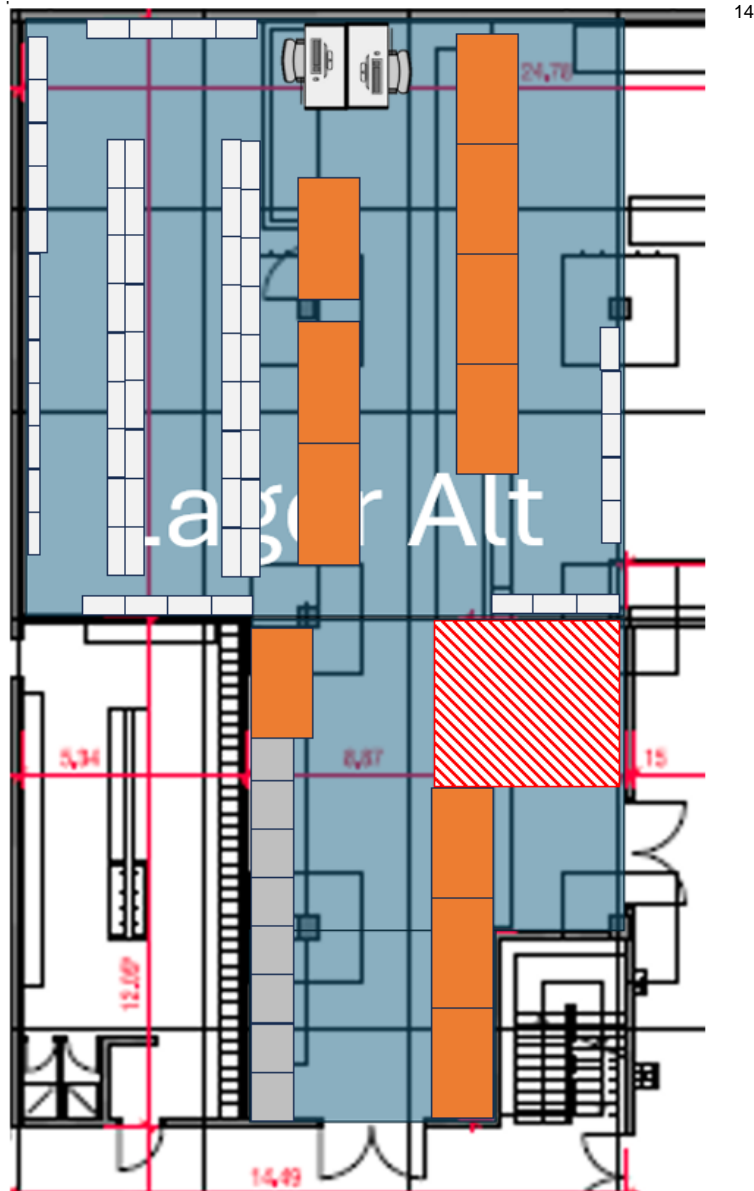


Abb. 11 Layout altes Lager mit Gestell

¹⁴ Zeichnung vom alten Layout

7.3 Layout SOLL

Das neue Lager im Werk 3 hat eine Lagerfläche von 303.9m². Es befindet sich im Untergeschoss und hat keinen direkten Zugang mehr zur Montagehalle und zum Reinraum. Dafür hat es einen Warenlift, der mit der Spedition im Erdgeschoss verbunden ist.

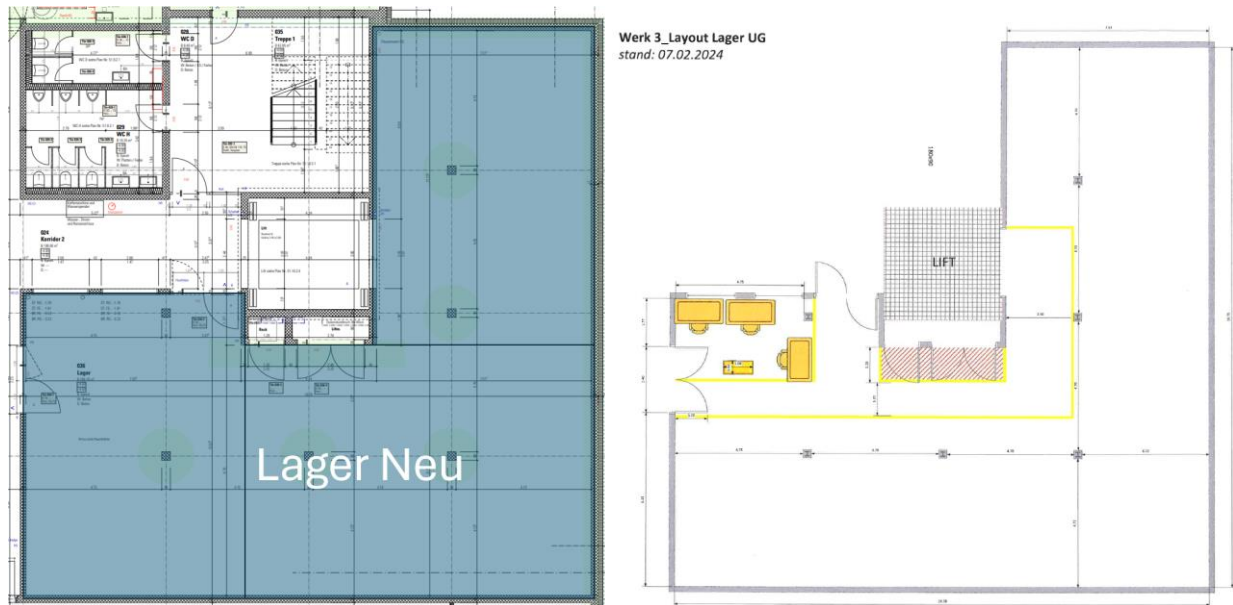


Abb. 12 Layout Werk 3 Neues Lager¹⁵

¹⁵ Aus dem Layout für das Werk 3

7.4 Kreativitätsmethode

Es gab für mich keine Relevanz für eine Kreativitätsmethode, weil die geläufigen Kommissioniermethoden schon vorhanden sind und man daraus die 3 Varianten auswählt. Die Auswahlverfahren werden nach Aufwand her kategorisiert. Wieviel Zeit und Geld investiert werden muss, um die geeignetsten Ressourcen einzusetzen. Unten werden alle Methoden aufgelistet, die zur Debatte stehen:

7.4.1 Kommissioniermethoden

Es gibt verschiedene Methoden für eine effiziente Kommissionierung, die in Lager- und Distributionszentren verwendet wird. Zum einen wäre da **Pick by Scan**, die schon in den meisten Logistikcenter mit einem Smartphone oder einem Handscanner zum Einsatz kommt. Dann gibt es die Methoden **Pick by Voice**, in dem die MA ihre Arbeitsanweisungen über ein Headset erhalten, dass mit einem sprachgesteuerten System verbunden ist und **Pick by Light**, bei dem die Lagerflächen mit optischen Anzeigen, wie LED-Lichtern ausgestattet, die den MA visuell anzeigen, wo den Artikeln gelagert oder entnommen werden. **Pick by Vision** gehört zu den fortschrittlichen Kommissionierungstechnologie, die Augmented Reality (AR) nutzt, um den Kommissionierprozess in Lagern und Distributionszentren zu optimieren. Die MA tragen eine Datenbrille (auch Smart Glasses genannt), die ihnen visuelle Informationen und Anweisungen direkt in ihr Sichtfeld einblenden. Und als letztes gibt es das automatisierte Lager **AutoStore™**. AutoStore ist ein hochautomatisiertes Lagersystem, das speziell für die Optimierung von Raum und Effizienz in Lager- und Distributionszentren entwickelt wurde. Dieses System zeichnet sich durch seine kompakte Struktur und seine hohe Lagerdichte aus, was es besonders geeignet für Umgebungen macht, in denen der Platz begrenzt ist.¹⁶

¹⁶ (GPT, 2024)



Abb. 13 Mitarbeiter beim Scannen eines Produktes¹⁷

7.4.2 Pick-by-Scan:

Pick-by-Scan ist eine Kommissioniermethode, die vorrangig in Lagerumgebungen und im Einzelhandel eingesetzt wird. Sie verwendet mobile Scanner, die nicht nur das Kommissionieren vereinfachen, sondern auch Funktionen wie Bestellung und Inventur in einem Gerät integrieren. Diese Scanner sind direkt mit dem ERP-System verbunden und bieten Informationen zu den Positionen sowie zur Wegeoptimierung. Trotz der technologischen Möglichkeiten dominieren in der Praxis jedoch Geräte mit einfachen Text-Displays, welche die Nutzungsmöglichkeiten begrenzen.

Vorteil:

- + Geringe Fehleranfälligkeit
- + geringer Schulungsaufwand
- + direkte Rückmeldung ans Kommissioniersystem
- + flexibel erweiterbar
- + Transparenz
- + guter Preis/Leistung Verhältnis

Nachteil:

- Eingeschränkte Bewegungsfreiheit
- ggf. hoher Zeitaufwand durch Mehrfachscannung
- Fehllösungen sind durch verschmutzte oder unleserliche Barcodes möglich
- hohe Initialkosten

¹⁷ <https://mind-logistik.de/knowhow/pick-by-scan/>



Abb. 14 Mitarbeiterin bei der Arbeit mit Pick by Voice¹⁸

7.4.3 Pick-by-Voice:

Pick-by-Voice ist ein bewährtes Kommissioniersystem, bei dem der Kommissionierer Anweisungen und Wegeanweisungen über ein mobiles Headset von einer computergenerierten Stimme erhält und über ein Mikrofon direkt Feedback sowie Nachbestellungen in das System eingeben kann.

Vorteil:

- + Geringe Investitionskosten
- + gute Anbindungsmöglichkeiten an andere Systeme
- + hohe Bewegungsfreiheit, verbesserte Arbeitssicherheit
- + verkürzte Suchzeiten
- + geringe Fehlerquote

Nachteil:

- Höhere Initialkosten und Einstellungsaufwand
- Anwendbarkeit eingeschränkt durch Lärm
- System muss ggf. mehrsprachig ausgelegt werden
- potenzielle Unverlässlichkeit des WLANs
- Spracherkennung bedeutet unnötigen Zeitaufwand auf Grund von Korrekturen

¹⁸ <https://www.capturetech.com/en/techniques/pick-by-voice/>



Abb. 15 Mitarbeiter rüsten mit Hilfe des Pick by Light System¹⁹

7.4.4 Pick-by-Light:

Pick-by-Light ist ein Kommissioniersystem, bei dem Display, Lichtsignale und Tasten in Lagerregalen integriert sind. Diese geben dem Kommissionierer genaue Positionsinformationen, und er kann Entnahmen oder Befüllungen („Put-to-Light“) direkt am Lagerfach bestätigen. Das System eignet sich besonders für Lager mit hohem Durchsatz oder grossen Artikelvolumen.

Vorteil:

- + Hohe Bewegungsfreiheit
- + System kann einfach mehrsprachig angelegt werden
- + reduzierte Fehleranfälligkeit
- + ermöglicht hohe Durchlaufzahlen und einfache Fehlerkorrektur
- + Personalflexibilität durch einfachen Prozess
- + handfreies Arbeiten

Nachteil:

- Wartungsaufwändig
- sehr hohe Initialkosten
- nur bedingt mehrbenutzerfähig
- unerkannte Ausfälle der Displays können im Zweifelsfall zu Kommissionierfehlern führen

¹⁹ <https://www.sorion-group.com/pick-to-light-for-kitting/>



Abb. 16 So könnte der Einsatz eines Pick by Vision aussehen²⁰

7.4.5 Pick-by-Vision:²¹

Pick-by-Vision ist ein vielseitiges Kommissioniersystem, das nicht nur in der Kommissionierung, sondern auch in vor- und nachgelagerten Prozessen wie Entwicklung und Produktion effektiv eingesetzt werden kann. Durch die Integration der Vorteile von Pick-by-Scan und Pick-by-Voice in einem mobilen und ergonomischen System können die anfänglich hohen Anschaffungskosten durch effizientere Prozesse schnell ausgeglichen werden. Das System, das mit Datenbrillen und eingebauten Sensoren arbeitet, lässt sich mittels geeigneter *Middleware*, wie dem herstellerunabhängigen System iVision®, flexibel für diverse Anwendungen und Erweiterungen nutzen.

Vorteil:

- + Hohe Bewegungsfreiheit und Kommissioniergeschwindigkeit
- + hohe Flexibilität
- + geringe Fehleranfälligkeit
- + Kommissionierer kann über das Headset und Display beliebig unterstützt werden (Audio, Video...)
- + eingebaute Dokumentation und Qualitätssicherung
- + in vielen Lagertypen anwendbar
- + schnelle Implementierung

Nachteil:

- Hohe Initialkosten
- Einschränkungen durch Akkulaufzeit und Wartungsaufwand
- permanente WLAN-Abdeckung erforderlich
- Brillenträger benötigen kostspieliges Zusatzequipment
- geringe Robustheit

²⁰ <https://www.ade-vertrieb.de/e-kanban/pick-by-vision/>

²¹ <https://mind-logistik.de/knowhow/pick-by-vision/>

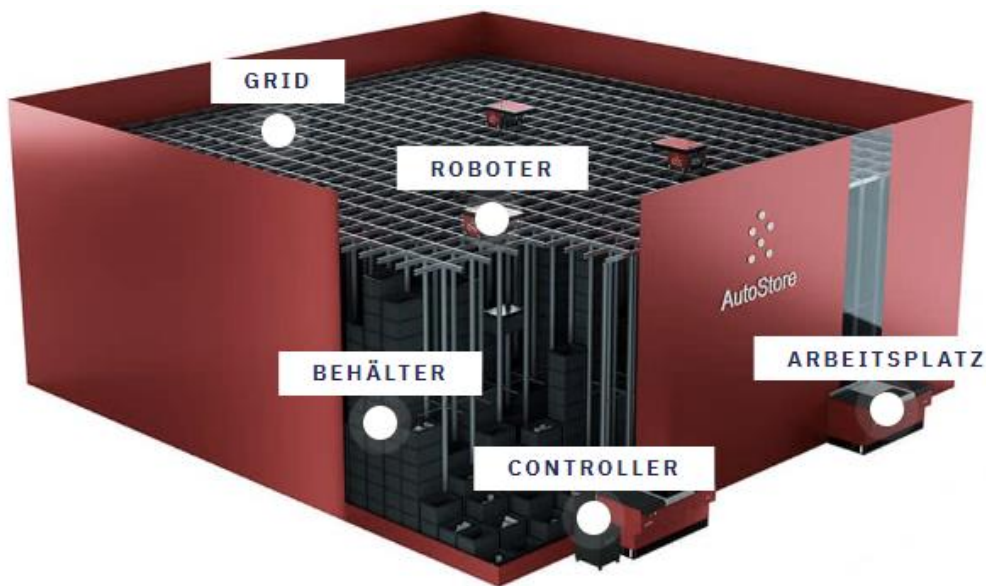


Abb. 17 Aufbau eines AutoStore™²²

7.4.6 AutoStore™:

AutoStore™, gegründet 1996 in Nedre Vats, Norwegen, ist ein Technologieunternehmen, das Lösungen für die Auftragsabwicklung entwickelt, um die Effizienz bei der Lagerung und beim Abruf von Waren zu steigern. Das Unternehmen bietet sowohl Hardware- als auch Softwarelösungen an und ist kompatibel mit Produkten von Drittanbietern. Mit über 1.250 Systemen ist AutoStore™ in 50 Ländern global vertreten und arbeitet mit einem Netzwerk qualifizierter Systemintegratoren zusammen, die für Vertrieb, Entwicklung, Installation und Wartung verantwortlich sind. AutoStore™ hat neben seinem Hauptsitz in Norwegen weitere Niederlassungen weltweit, einschließlich einer Produktionsstätte in Polen. In der Schweiz wird Autostore über Swisslog vertrieben.²³

Vorteil:

- + Hohe Flächen- und Raumnutzung
- + kompakte Lagerung, hohe Automatisierung
- + Diebstahlschutz (geschlossenes System)
- + Die Erweiterung von Kapazität und Geschwindigkeit ist während des laufenden Betriebs möglich

Nachteil:

- Ware ist auf die zulässige Behältermasse reduziert (maximal 35 Kilogramm)
- Hohe Investitionskosten
- Regelmäßige / dauerhafte Wartung durch den Menschen
- Einsatzmöglichkeiten sind auf einfache Logistikprozesse beschränkt

²² <https://www.amlogisticsolutions.de/autostore/>

²³ Mit Chat GPT Zusammengefasst



Abb. 18 AutoStore™ Shuttle (Roboter) im Einsatz²⁴

7.5 Priorisierungsmethode <Priorisierungsmatrix>

Eine Priorisierungsmethode ist ein systematischer Ansatz oder Verfahren, um Entscheidungen darüber zu treffen, welche Aufgaben, Projekte oder Ressourcen Vorrang haben sollten, basierend auf ihrer Wichtigkeit, Dringlichkeit oder dem erwarteten Wert. Diese Methoden helfen Organisationen, Teams oder Einzelpersonen dabei, ihre Ressourcen effizient zu zuteilen und sicherzustellen, dass die wichtigsten oder wertvollsten Aktivitäten zuerst angegangen werden. Diese Methoden helfen dabei, Überlastung zu vermeiden, den Fokus zu behalten und sicherzustellen, dass kritische Ziele erreicht werden, indem sie klare Richtlinien für die Reihenfolge der Bearbeitung von Aufgaben bieten

Die Value vs. Complexity oder Effort Methode werden Aufgaben oder Projekte basierend auf ihrem Wert im Verhältnis zu ihrem Aufwand oder ihrer Komplexität bewertet. Aufgaben mit hohem Wert und geringem Aufwand werden priorisiert. Die Priorisierung wird auf 2 Achsen mit der Kategorisierung Einfluss und Aufwand und in 4 Quadranten Hoher und niedriger Einfluss und hoher und niedriger Aufwand.

²⁴ <https://www.kardex.com/de/technologie/produktfamilien/autostore>

Hoher Einfluss und hoher Aufwand

Zeitraubende, aber wichtige Aufgaben. In diesen Quadranten fiel zum Beispiel die Migration des gesamten Rechenzentrums in die Cloud. Für diese Aufgabe sind eine ausführliche Planung und umfangreiche Ressourcen erforderlich, dafür verbessern sich die Effizienz und Skalierbarkeit der IT-Infrastruktur dadurch deutlich.

Hoher Einfluss und niedriger Aufwand

Diese Aufgaben bedeuten einen grossen Vorteil bei geringem Arbeitseinsatz. So nimmt die unternehmensweite Einführung eines Passwortmanagers beispielsweise nicht übermässig viel Zeit in Anspruch, und doch wird die Cybersicherheit dadurch ganz erheblich verbessert.

Niedriger Einfluss und hoher Aufwand

Diese Aufgaben verursachen viel Arbeit und bringen nur wenige Vorteile. So dauert es zum Beispiel relativ lang, alte Softwarekommentare manuell zu aktualisieren, ohne dass die Funktionalität des Systems dadurch deutlich besser wird.

Niedriger Einfluss und niedriger Aufwand

Zu den Aufgaben in diesem Quadranten zählt zum Beispiel die Bereinigung alter Verteilerlisten. Diese Aufgabe ist einfach und bringt nur wenige Vorteile, aber Sie halten Ihre Kommunikationskanäle damit in Schuss.

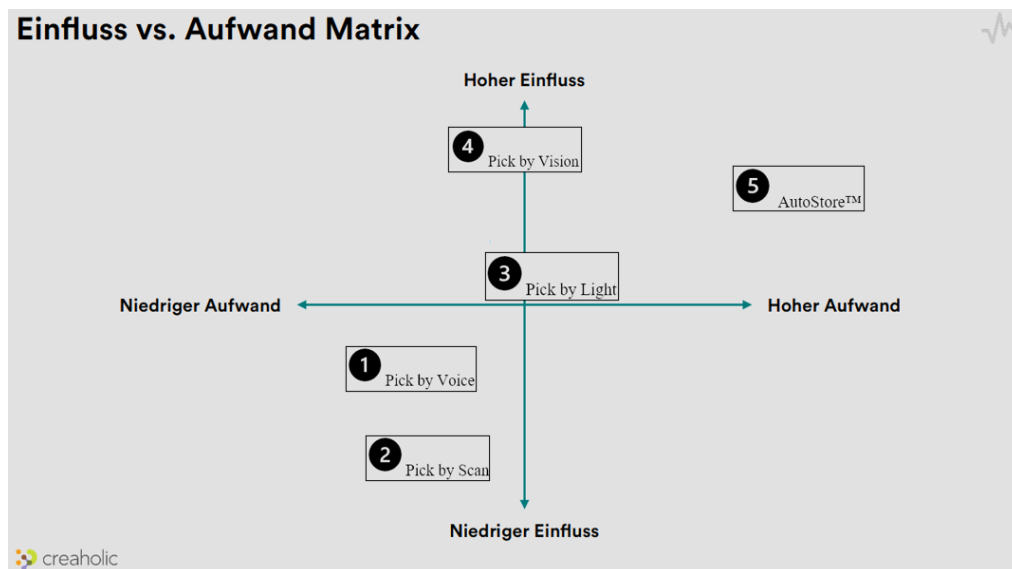


Tabelle 4 Priorisierungsmatrix Value vs. Complexity oder Effort Methode²⁵

²⁵ <https://www.start-pulse.com/de/ressourcen/hilfe/team-feedback/massnahmen-umsetzen/priorisierungsmatrix>

Resultat der Bewertung:

Pick by Voice habe ich in der Kategorie niedriger Einfluss und niedriger Aufwand bewertet, weil ich keinen grossen Mehrwert sehe gegenüber Pick by Scan. Einer der Vorteile ist, dass man dadurch beide Hände frei hat zum Arbeiten aber die Nachteile in der Spracherkennung hat, da es den MA nicht einwandfrei erkennt oder versteht.

Pick by Scan hatten wir zu langer Zeit mal eingesetzt, aber es wurde leider nicht gepflegt. Somit starb das Projekt an nichtgebrauch und wurde dann eingestellt. Zwar ist der Aufwand niedrig, da wir schon Erfahrungen sammeln konnten aber der Einfluss auch tief ist.

Pick by Light sehe ich in der Kategorie hoher Einfluss auf die Lagerbewirtschaftung hat aber auch hohe Initialkosten. Aber in meinen Augen bringt es einen deutlichen Mehrwert durch den einfachen Prozess und die Minimierung der Fehleranfälligkeit.

Pick by Vision ist eine sehr interessante Methode der Kommissionierung. Es beruht auf die Technik der AR (Augmented Reality). Das heisst, es wird über eine Datenbrille, alle wichtigen Informationen über den zu bearbeitenden Auftrag direkt im Blickfeld der Brille zur Verfügung gestellt. Die Arbeitsumgebung bleibt für den MA vollständig sichtbar.

Das automatische Lager **AutoStore™**, ist das am aufwändigsten zu installierende Methode, weil es ein völlig anderes Konzept ist gegenüber den anderen Methoden. Der Aufwand ist sehr hoch, aber langfristig spart man an Ressourcen wie z. B. MA oder man braucht keine Fachkräfte, um die Rüststationen zu bedienen und man kann die Lagerplätze in die Höhe stapeln. Somit kann man auf kleiner Fläche schon deutlich mehr lagern als sonst.

Schlussendlich habe ich mich für die Varianten **Pick by Vision**, **Pick by Light** und **AutoStore™** entschieden, obwohl die Varianten **Pick by Scan** und **Pick by Voice** zwar einfach zu installieren sind und auch einen Mehrwert generieren, aber weil die anderen 3 Varianten für mich strategisch interessanter und auch komplexer sind und auf die Zukunft Industrie 4.0 besser ausgerichtet werden können.

7.6 Variantenbildung

Durch die vorangegangenen Methoden werden auf den nächsten Seiten die 3 Varianten **AutoStore™**, **Pick by Light** und **Pick by Vision** abgebildet mit Vorteilen und Nachteile.

7.6.1 AutoStore™ automatisiertes Lagersystem

Factsheet

AutoStore™-Lösungen von Kardex



Abb. 19 Factsheet Kardex²⁶

²⁶ <https://www.kardex.com/de/technologie/produktfamilien/autostore>

AutoStore™ ist ein hochautomatisiertes Lagersystem, das speziell für die Optimierung von Raum und Effizienz in Lager- und Distributionszentren entwickelt wurde. Dieses System zeichnet sich durch seine kompakte Struktur und seine hohe Lagerdichte aus, was es besonders geeignet für Umgebungen macht, in denen der Platz begrenzt ist.

Grundprinzipien und Aufbau von AutoStore™:

- **Dichte Lagerung:** AutoStore maximiert die Lagerfläche, indem es Waren in einem dicht gepackten Gitter aus Kunststoffbehältern lagert, die aufeinandergestapelt sind.
- **Roboterbetriebenes System:** Roboter, die auf den oberen Schienen des Gitters fahren, holen und liefern die Behälter. Sie können mehrere Behälter gleichzeitig bewegen und optimieren so die Effizienz des Lagerbetriebs.
- **Modularität:** Das System ist hochgradig modular und kann an unterschiedliche Raumgrößen und -formen angepasst werden. Es lässt sich auch leicht erweitern, indem weitere Roboter und Behälter hinzugefügt werden.

Wie funktioniert AutoStore™?

- **Abruf auf Bestellung:** Wenn ein Artikel benötigt wird, lokalisiert das System den entsprechenden Behälter und der Roboter holt ihn an die Entnahmestation.
- **Effiziente Sortierung:** Die Roboter sortieren die Behälter basierend auf der Häufigkeit der Nutzung neu, wobei die am häufigsten nachgefragten Artikel nach oben verlagert werden, um die Zugriffszeiten zu minimieren.
- **Integration:** AutoStore™ lässt sich nahtlos in bestehende Lagerverwaltungssysteme integrieren und kann mit anderen automatisierten Systemen kombiniert werden.

Was sind die Vorteile eines AutoStore™?

- + **Raumeffizienz:** Das System benötigt weniger Bodenfläche im Vergleich zu herkömmlichen Lagermethoden, da es die vertikale Höhe optimal ausnutzt.
- + **Geschwindigkeit und Genauigkeit:** Die Roboter können gleichzeitig mehrere Bestellungen bearbeiten, was die Kommissioniergeschwindigkeit erheblich erhöht. Dies führt zu einer schnelleren Auftragsabwicklung und kann die Kundenbedienungszeiten verbessern.
- + **Skalierbarkeit und Flexibilität:** Da das System modular aufgebaut ist, kann es leicht an veränderte Geschäftsbedingungen oder Wachstum angepasst werden.
- + **Energieeffizienz:** Die Roboter sind so konzipiert, dass sie minimale Energie verbrauchen. Zudem kann das System so programmiert werden, dass es in Zeiten niedrigerer Stromtarife aktiv ist, was die Betriebskosten weiter senkt.
- + **Kosteneinsparungen:** Das automatische Lagersystem AutoStore ermöglicht eine erhebliche Reduktion der Betriebskosten und einen schnellen ROI (Return on Investment).

- + **Reduzierter Bedarf an menschlicher Arbeitskraft:** AutoStore kann den Bedarf an menschlichem Eingriff im Lager verringern, was zu geringeren Personalkosten und einer Reduzierung von arbeitsbedingten Risiken und Verletzungen führt.
- + **Sichere Lagerung:** AutoStore lagert Ihre Waren absolut sicher und staubgeschützt. Sie sind bis zur Ausführung der Bestellung unzugänglich, was besonders von Unternehmen geschätzt wird, die hochwertige Waren vertreiben.
- + **Reduzierung von Kommissionierfehlern:** Das System minimiert menschliche Fehler bei der Kommissionierung, da die Roboter präzise gesteuert werden und die richtigen Artikel auswählen. Dies verbessert die Gesamtgenauigkeit der Auftragsabwicklung.

Obwohl **AutoStore™** viele Vorteile für die Automatisierung und Effizienz von Lagerprozessen bieten, gibt es auch einige Nachteile, die bei der Bewertung eines solchen Systems berücksichtigt werden sollten:

Was sind die Nachteile eines AutoStore™?

- **Hohe Anfangsinvestitionen:** Die Einführung eines **AutoStore™** erfordert eine erhebliche Anfangsinvestition. Die Kosten für Hardware, Software, Installation und Integration können für manche Unternehmen abschreckend sein.
- **Skalierbarkeit und Flexibilität:** Obwohl das System modular und erweiterbar ist, kann die Skalierung komplex und teuer sein. Die Anpassung an stark veränderte Geschäftsbedingungen kann Herausforderungen mit sich bringen, insbesondere wenn neue Lagerbereiche oder grössere Systemerweiterungen notwendig werden.
- **Abhängigkeit von Technologie:** Die hohe Abhängigkeit von der Technologie bedeutet, dass Störungen in der Software oder bei den Robotern zu erheblichen Betriebsunterbrechungen führen können. Eine regelmässige Wartung und schnelle technische Unterstützung sind entscheidend, um Ausfallzeiten zu minimieren.
- **Energienutzung:** Trotz allgemeiner Energieeffizienz benötigt das System eine kontinuierliche Stromversorgung für den Betrieb der Roboter und des gesamten Systems. In Umgebungen, in denen Energiekosten hoch sind oder die Energieversorgung instabil ist, könnte dies ein Nachteil sein.
- **Komplexität der Implementierung:** Die Einrichtung eines AutoStore-Systems kann komplex sein, da es eine genaue Planung, Konfiguration und Integration in bestehende Lager- und IT-Systeme erfordert. Dies kann auch die Einführungszeit verlängern.
- **Training und Spezialisierung:** Das Personal muss speziell geschult werden, um mit dem System effektiv arbeiten zu können. Dies erfordert zusätzliche Zeit und Investitionen für Schulungen und möglicherweise die Einstellung spezialisierter Mitarbeiter.
- **Platzbedarf für die Infrastruktur:** Obwohl AutoStore eine hohe Lagerdichte ermöglicht, erfordert die Infrastruktur selbst, einschliesslich der Schienen für die Roboter, einen gewissen Platz, der das Layout des Lagers beeinflussen kann.

7.6.2 Pick by Light



Abb. 20 Pick-by-light E-Paper²⁷

Definition:

Pick-by-Light ist eine Kommissioniertechnologie, die in Lager- und Distributionszentren verwendet wird, um den Prozess des Sammelns von Artikeln zu beschleunigen und Fehler zu reduzieren. Dieses System nutzt visuelle Signale, um Lagerarbeitern genau anzuzeigen, welche Artikel in welcher Menge zu entnehmen sind.

Wie funktioniert die Pick by Light Methode?

- **Visuelle Hinweise:** In den Lagerregalen sind Leuchtdioden (LEDs) oder andere Lichtanzeigen angebracht, die den genauen Lagerort eines Artikels beleuchten. Die Lichter zeigen an, wo und welche Artikel entnommen werden sollen.
- **Anzeige der Stückzahl:** Neben dem Lichtsignal befindet sich häufig eine digitale Anzeige, die die genaue Anzahl der zu entnehmende Artikel anzeigt.
- **Interaktives Element:** Nach der Entnahme eines Artikels bestätigt der Mitarbeiter die Aktion durch Drücken einer Bestätigungstaste oder durch Berührung eines Sensors am entsprechenden Lagerplatz. Dies trägt zur Fehlervermeidung bei und hilft bei der genauen Bestandsführung.

²⁷ https://www.ekko.io/wp-content/uploads/2023/09/Broschuere-09_2023-DE.pdf

Pick-by-Light eignet sich besonders gut für Umgebungen mit hohem Durchsatz, wo Schnelligkeit und Genauigkeit entscheidend sind. Es wird oft in Kombination mit anderen Technologien wie Voice-Picking oder Automatisierten Transportsystemen verwendet, um die Lageroperationen weiter zu optimieren.

Was sind die Vorteile der Pick by Light Methode?

- + **Erhöhte Produktivität:** Die direkten visuellen Hinweise ermöglichen eine schnelle und effiziente Artikelentnahme, was zu einer gesteigerten Produktivität der Mitarbeiter führt.
- + **Reduzierung von Fehlern:** Die klaren Anweisungen minimieren menschliche Fehler im Kommissionierprozess, da jede Position und die erforderliche Menge eindeutig durch Lichtsignale angezeigt werden.
- + **Einfache Bedienung:** Pick-by-Light ist intuitiv und erfordert nur minimale Schulungen. Die Mitarbeiter können schnell lernen, wie das System funktioniert, was die Einarbeitungszeit verkürzt.
- + **Verbesserung der Ergonomie:** Die visuellen Signale verringern die Notwendigkeit, Listen zu lesen oder sich ständig umzudrehen, was die körperliche Belastung der Mitarbeiter reduziert.
- + **Schnellere Einarbeitung neuer Mitarbeiter:** Aufgrund seiner Einfachheit und Direktheit ist es einfacher, neue Mitarbeiter für den Umgang mit dem System zu schulen.
- + **Geringere Abhängigkeit von Papier oder elektronischen Geräten:** Da die Anweisungen durch Lichtsignale gegeben werden, entfällt die Notwendigkeit, Papierlisten oder Handheld-Geräte zu verwenden.

Was sind die Schwächen der Pick by Light Methode?

- **Hohe Anfangsinvestitionen:** Die Einrichtung eines Pick-by-Light-Systems kann teuer sein, insbesondere in grossen Lagern mit vielen Lagerpositionen, da jedes Fach mit der erforderlichen Hardware ausgestattet werden muss.
- **Systemabhängigkeit:** Die vollständige Abhängigkeit von der Technologie bedeutet, dass bei einem Systemausfall der gesamte Kommissionierprozess beeinträchtigt werden könnte. Dies erfordert robuste Backup-Lösungen und regelmässige Wartungen.
- **Flexibilitätsmangel bei Änderungen:** Änderungen in der Lagerkonfiguration oder im Produktlayout können aufwendig sein, da das System physisch angepasst werden muss, um die neuen Anforderungen zu erfüllen.
- **Stromverbrauch:** Die kontinuierliche Nutzung von Lichtsignalen und digitalen Displays erhöht den Energieverbrauch des Lagers.
- **Limitierung auf visuelle Kommunikation:** In lauten Umgebungen oder bei visuell eingeschränkten Mitarbeitern kann das System weniger effektiv sein.

7.6.3 Pick by Vision



Abb. 21 Mit einer Sprachsteuerung sorgt die AR-Brille für mehr Flexibilität bei der Bedienung seiner Pick-by-Vision-Lösung²⁸

Definition

Bei dem Pick-by-Vision Kommissionierverfahren werden dem Kommissionierer Informationen bezüglich gewünschter Artikel über eine Datenbrillen zugespielt. Die sogenannten Smartglasses übermitteln dem Kommissionierer Informationen zum jeweiligen Auftrag. Zudem informiert die Brille den Kommissionierer, an welcher Stelle sich der gesuchte Artikel befindet: Regal, Palette, Fach oder Ähnliches. Dies wird durch die Verwendung von Augmented Reality (AR) ermöglicht. Der normale Sichtbereich des Benutzers wird, um virtuell generierte Informationen, erweitert.

Je nach Software kann die Brille dem Mitarbeiter den kürzesten Weg zum entsprechenden Lagerort durchgeben, wodurch die Effizienz im Betrieb gesteigert wird. In der Regel erfasst ein Trackingsystem die Lage des Kommissionierers.

Was braucht es für Equipment?

Um das Pick-by-Vision Verfahren anwenden zu können, bedarf es gewisser technischer Voraussetzungen. Dazu gehören folgende Bestandteile:²⁹

²⁸ <https://www.it-zoom.de/dv-dialog/e/flexiblere-bedienung-28148/>

²⁹ <https://ch.pallit.com/blogs/wiki/pick-by-vision>

- Kamera
- Prozessor zur Berechnung der Eingabe und der Ausgabe
- Sensoren zur Orientierung
- Display zur Darstellung von Augmented Reality
- Sensoren zur Positionsbestimmung
- Datenbank
- Schnittstellen zum Lagerverwaltungssystem, ERP-System
- Evtl. kann man auch eine Apple Vision beschaffen, nur ist die Anschaffung der Brille hoch

Durch das Pick-by-Vision Verfahren ergeben sich einige Vorteile:³⁰

- + **Erhöhte Effizienz und Genauigkeit:** Durch die Anzeige von Informationen direkt im Sichtfeld des Nutzers können Artikel schneller und genauer kommissioniert werden. Die AR-Brillen zeigen Wege, Standorte und die zu entnehmenden Mengen direkt an, was die Notwendigkeit reduziert, herkömmliche Listen oder Handheld-Geräte zu konsultieren. Somit erhöht sich auch die Kommissioniergeschwindigkeit.
- + **Freihändiges Arbeiten:** Da die Informationen direkt in die Sicht eingeblendet werden, haben Mitarbeiter beide Hände frei, was die Arbeit schneller und sicherer macht.
- + **Intuitive Nutzerführung:** Pick-by-Vision-Systeme bieten interaktive Anleitungen, die auch komplexe Lagerlayouts leicht navigierbar machen und dabei helfen, den kürzesten und effizientesten Weg zu den Artikeln zu finden.
- + **Schnelle Einarbeitung:** Die Benutzerführung durch AR erleichtert neuen Mitarbeitern das Verständnis der Lagerprozesse und reduziert die Schulungszeit. Zusätzlich sind die Schulungskosten gering.
- + **Erhöhte Mitarbeiterzufriedenheit:** Moderne Technologien wie AR-Brillen können die Zufriedenheit und das Engagement der Mitarbeiter steigern, indem sie ihnen fortschrittliche Werkzeuge an die Hand geben. Dadurch sinkt die Fehleranfälligkeit.
- + **Kein Papierkram mehr:** Stückliste und Artikelbeschreibungen werden im digitalen Format angezeigt.

Das Pick-by-Vision Verfahren bringt auch ein paar Nachteile mit sich:

- **Hohe Kosten:** Die Anschaffung und Implementierung von AR-Brillen und der zugehörigen Software kann erhebliche Investitionen erfordern. Hinzu kommen laufende Kosten für Wartung, Updates und möglicherweise Lizenzen.
- **Technische Herausforderungen:** Probleme mit der Software, der Hardware oder der Konnektivität können zu Unterbrechungen im Betriebsablauf führen. AR-Brillen müssen regelmässig gewartet werden, und die Technologie erfordert eine stabile und schnelle Datenverbindung. Zusätzlich muss die Datenbrille industrietauglich sein.

³⁰ <https://ch.pallit.com/blogs/wiki/pick-by-vision>

- **Benutzerakzeptanz:** Nicht alle Mitarbeiter sind möglicherweise bereit oder in der Lage, mit der neuen Technologie umzugehen. Besonders ältere Mitarbeiter könnten Schwierigkeiten mit der Annahme der High-Tech-Brillen haben.
- **Ergonomische Bedenken:** Trotz des freihändigen Designs können langfristiges Tragen von AR-Brillen und das ständige Fokussieren auf eingeblendete Informationen ermüdend sein und zu Augenbelastung oder Kopfschmerzen führen. Bei Brillenträgern fallen Extrakosten bezüglich der Sichtgläser an.
- **Datenschutz und Sicherheit:** Die Verwendung von AR-Brillen, die auf Kameras und Sensoren basieren, kann Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre und Datensicherheit aufwerfen, insbesondere in Bezug auf die Erfassung und Verarbeitung von Daten im Lager. Möglicher Anstieg der Unfallgefahr durch Fokus auf virtuellen Informationen.
- **Geringe Akkulaufzeit:** Die Akkus halten nur 2-3h lang. Externe Akkus sind erforderlich.

Ausschlaggebend für Logistikunternehmen ist die Fehlerquote bei Kommissionierarbeiten. Das Pick-by-Vision Verfahren reduziert die Fehlerquote merklich. Dennoch ist es wichtig das Arbeitsumfeld und die Organisation anzupassen, da die kognitive Belastung der Kommissionierer deutlich höher ist. Dies liegt an der ungewohnten visuellen Belastung einerseits, gepaart mit einer erhöhten Informationsflut andererseits, die über die Smartglasses in das Sichtfeld des Arbeiters eingespeist werden. Bei der Entscheidung für ein Pick-by-Vision-System sollten Unternehmen die spezifischen Anforderungen und Bedingungen ihres Lagerbetriebs sowie die Bereitschaft und Fähigkeit ihrer Belegschaft zur Nutzung dieser Technologie sorgfältig abwägen.

7.7 Evaluation der geeignetsten Variante

Die Evaluation der Variante besteht aus dem Suchen der Kriterien mittels Kreativitätstechnik, der Präferenzmatrix, der Nutzwertanalyse, der Sensitivitätsanalyse sowie dem Resultat der Variantenevaluation. Anhand von den Priorisierungsmethoden «Value vs. Complexity oder Effort Methode» wurden die Kriterien für die Präferenzmatrix ausgewählt. Mittels der Präferenzmatrix wurden die Ränge der Kriterien definiert und daraus resultierte sich die Gewichtung der jeweiligen Kriterien für die Nutzwertanalyse. Die Sensitivitätsanalyse half die Gewichtungen der Kriterien anzupassen und zu veranschaulichen welche Variante der Sieger ist. Die Gewichtung wurde dreimal verändert und daraus ergab sich das finale Ergebnis der Variantenevaluation.

7.7.1 Präferenzmatrix

Mittels Präferenzmatrix werden die Kriterien gegeneinandergestellt und gewichtet. Bei einem Team kann dieser Prozess zu längeren Diskussionen führen. In dieser Matrix werden das Kriterium A zu Kriterium B gegenübergestellt. Dabei wird die Frage gestellt, welches Kriterium wichtiger für das Projekt ist. Anschliessend wird das wichtigere Kriterium in die Matrize hineingeschrieben.

Tabelle 5 Kriterien Gewichtung³¹

	Fehlerreduktion	Kosten	Benutzerakzeptanz	Infrastruktur	Stromverbrauch	Flexibilität	Ergonomie	Einarbeitung	Bedienung	Komplexität	
Fehlerreduktion											
Kosten											
Benutzerakzeptanz											
Infrastruktur											
Stromverbrauch											
Flexibilität											
Ergonomie											
Einarbeitung											
Bedienung											
Komplexität											
Nennungen	9	5	1	2	4	2	7	6	4	5	45
prozentualer Anteil	20.00	11.11	2.22	4.44	8.89	4.44	15.56	13.33	8.89	11.11	100.00
Rang	1	4	10	8	6	8	2	3	6	4	

7.7.2 Nutzwertanalyse

Kriterienpool

Hier wurde mittels Brainstormings alle Kriterien aufgeschrieben, die relevant sein können für das Lagersystem. Von all denen habe ich mich dann für die 10 wichtigsten Kriterien entschieden. Die Begründung sieht man an der Auswertung bei der konzisen Beschreibung der Kriterien.

Tabelle 5 Kriterienpool aus der Nutzwertanalysevorlage³²

Kriterienpool (Tragen Sie hier die mittels Brainstorming gefundenen Kriterien ein)	
Schnittstellen	Produktivität
Stromverbrauch	Mobilität
Konnektivität	Infrastruktur
Systemabhängigkeit	Komplexität
Flexibilität	Betriebssystem
Preis, Kosten	Bedienung
Ausbildung, Einarbeitung	Datenschutz
Ergonomie	Sicherheit
Fehlerreduktion	Bedienerfreundlich
	Benutzerakzeptanz
	Extras, Zubehör
	Serviceleistung
	Finanzierungsmöglichkeit
	Lebens- und Betriebsdauer
	Benutzeroberfläche
	einfache Installation
	Garantie

relevantesten Kriterien	Konzise Beschreibung des Kriteriums
Fehlerreduktion	Reduzierung von Fehlern beim Kommissionieren. Weniger Fehler gleich besser.
Kosten	Wieviel kostet das Ganze?
Benutzerakzeptanz	Wie gross ist die Akzeptanz der MA für die neue Kommissioniermethodik?
Infrastruktur	Ist es platzsparend? Braucht es eine gewisse Grösse, um es umzusetzen?
Stromverbrauch	Wie hoch ist der Stromverbrauch? Je niedriger, desto besser.
Flexibilität	Wie flexibel sind die Systeme auf Änderungen?
Ergonomie	Wie ergonomisch kann der MA die Aufträge ausführen.
Einarbeitung	Wie kurz ist die Einarbeitungs- und Ausbildungszeit für den MA?
Bedienung	Wie einfach ist die Bedienung für den MA?
Komplexität	Wie komplex ist die Installation des Systems? Je komplexer, desto schlechter.

³¹ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³² Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

Nutzwertanalyse

Anhand der Nutzwertanalyse (kurz NWA) werden nun die Varianten untereinander verglichen. Dies geschieht anhand der vorher gewichteten Kriterien. Dabei ist die einfachste Teilnutzgewichtung wie folgt; 3 Punkte für die beste Idee in Bezug auf das Kriterium, 1 Punkt für die schlechteste Idee in Bezug auf das Kriterium und die dazwischenliegende Variante bekommt 2 Punkte.

Tabelle 6 NWA aus der Nutzwertanalysevorlage von Joel von Aarburg³³

	Gewichtung	Pick by Light		Pick by Vision		AutoStore™	
		Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen
Fehlerreduktion	20.00	3	60.00	3	60.00	3	60.00
Kosten	11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
Benutzerakzeptanz	2.22	3	6.67	2	4.44	1	2.22
Infrastruktur	4.44	1	4.44	2	8.89	3	13.33
Stromverbrauch	8.89	2	17.78	1	8.89	3	26.67
Flexibilität	4.44	2	8.89	3	13.33	1	4.44
Ergonomie	15.56	2	31.11	1	15.56	3	46.67
Einarbeitung	13.33	2	26.67	3	40.00	1	13.33
Bedienung	8.89	3	26.67	2	17.78	1	8.89
Komplexität	11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
			226.67		235.56		197.78

³³ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

7.7.3 Sensitivitätsanalyse

Zur Prüfung der Aussagekraft der Nutzwertanalyse wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese soll allfällige Unstimmigkeiten bei der Kriterien Gewichtung ausschliessen. Dabei wird die Gewichtung der höchsten drei Kriterien verändert. Über diese Änderung wird nun die Aussagekraft überprüft. Liegt die favorisierte Variante der NWA bei jeder Änderung an erster Stelle, so wurde diese durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt. Wechseln sich jedoch zwei Varianten hin und wieder ab, so sind beide gleichermassen für die weitere Arbeit geeignet.

Sensitivitätsanalyse Variante 1

Tabelle 7 Sensitivitätsanalyse Variante 1³⁴

	Gewichtung vorher	Veränderung	Gewichtung neu	Pick by Light		Pick by Vision		AutoStore™	
				Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen
Fehlerreduktion	20.00	-10	10.00	3	30.00	3	30.00	3	30.00
Kosten	11.11	+10	21.11	2	42.22	3	63.33	1	21.11
Benutzerakzeptanz	2.22		2.22	3	6.67	2	4.44	1	2.22
Infrastruktur	4.44		4.44	1	4.44	2	8.89	3	13.33
Stromverbrauch	8.89		8.89	2	17.78	1	8.89	3	26.67
Flexibilität	4.44		4.44	2	8.89	3	13.33	1	4.44
Ergonomie	15.56		15.56	2	31.11	1	15.56	3	46.67
Einarbeitung	13.33		13.33	2	26.67	3	40.00	1	13.33
Bedienung	8.89		8.89	3	26.67	2	17.78	1	8.89
Komplexität	11.11		11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
	100.00		100.00		216.67		235.56		177.78

Ergebnis 1: Hier wurde die Gewichtung bei der Fehlerreduktion (-10) und bei den Kosten (+10) verändert. Die Priorität liegt dann bei den Anschaffungskosten und nicht mehr bei der Fehlerreduktion. So ergibt sich das Resultat, dass die **Pick by Vision** Methode immer noch einen Vorteil hat gegenüber den anderen zwei Methoden. Die Variante **Pick by Vision** ist weiterhin die präferierte Variante.

Sensitivitätsanalyse Variante 2

Tabelle 8 Sensitivitätsanalyse Variante 2³⁵

	Gewichtung vorher	Veränderung	Gewichtung neu	Pick by Light		Pick by Vision		AutoStore™	
				Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen
Fehlerreduktion	20.00		20.00	3	60.00	3	60.00	3	60.00
Kosten	11.11		11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
Benutzerakzeptanz	2.22		2.22	3	6.67	2	4.44	1	2.22
Infrastruktur	4.44		4.44	1	4.44	2	8.89	3	13.33
Stromverbrauch	8.89		8.89	1	8.89	2	17.78	3	26.67
Flexibilität	4.44		4.44	2	8.89	1	4.44	3	13.33
Ergonomie	15.56	+10	25.56	2	51.11	1	25.56	3	76.67
Einarbeitung	13.33		13.33	2	26.67	3	40.00	1	13.33
Bedienung	8.89	-10	-1.11	3	-3.33	2	-2.22	1	-1.11
Komplexität	11.11		11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
	100.00		100.00		207.78		225.56		226.67

Ergebnis 2: Dieses Mal wurde die Gewichtung auf folgende Kriterien verändert. Auf die Ergonomie (+10) und die Bedienung (-10). Mit dieser Veränderung hat die Methode **AutoStore™** einen grossen Sprung gemacht und liegt knapp vor der Variante **Pick by Vision**. Die Ergonomie ist beim **AutoStore™** ein grosser Pluspunkt, da der MA nicht mehr direkt involviert ist mit Kommissionieren, sondern wird von mehreren Robotern unterstützt. Die Gewichtung der Bedienung hat keine sonderliche Veränderung ergeben. Präferierte Variante wäre jetzt hier **AutoStore™**.

³⁴ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³⁵ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

Sensitivitätsanalyse Variante 3

Tabelle 9 Sensitivitätsanalyse Variante 3³⁶

	Gewichtung vorher	Veränderung	Gewichtung neu	Pick by Light		Pick by Vision		AutoStore™	
				Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen	Teilnutzen	Gesamtnutzen
Fehlerreduktion	20.00		20.00	3	60.00	3	60.00	3	60.00
Kosten	11.11		11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
Benutzerakzeptanz	2.22		2.22	3	6.67	2	4.44	1	2.22
Infrastruktur	4.44	-10	-5.56	1	-5.56	2	-11.11	3	-16.67
Stromverbrauch	8.89		8.89	1	8.89	2	17.78	3	26.67
Flexibilität	4.44	+10	14.44	2	28.89	1	14.44	3	43.33
Ergonomie	15.56		15.56	2	31.11	1	15.56	3	46.67
Einarbeitung	13.33		13.33	2	26.67	3	40.00	1	13.33
Bedienung	8.89		8.89	3	26.67	2	17.78	1	8.89
Komplexität	11.11		11.11	2	22.22	3	33.33	1	11.11
	100.00		100.00		227.78		225.56		206.67

Ergebnis 3: Bei der letzten Analyse hat man die Gewichtung bei der Flexibilität (+10) und Infrastruktur (-10) geändert. Hier liegt jetzt die Methode Pick by Light knapp vor der Methode Pick by Vision. Durch die Herabsetzung der Infrastruktur, fällt die Methode **AutoStore™** wieder aus dem Rahmen, da sie relevant für die Installation der Gestelle und für die Raumnutzung ist. Die Flexibilität stellt bei allen drei Varianten keine Probleme dar, bei der Methode **AutoStore™** aber deutlich einfacher ist den Lagerplatz anzupassen und umzustellen. Hier wäre jetzt die präferierte Variante die Pick by Light Methode.

7.7.4 Resultat der Variantenevaluation

Ich bin zum Schluss gekommen, dass ich mich für die Variante **Pick by Vision** entschieden habe, auch wenn die anderen zwei Varianten gleichwohl auch eine Ausarbeitung Wert gewesen wären, ist die **Pick by Vision** Methode am interessantesten gegenüber **Pick by Light** und am ausführbarsten gegenüber der **AutoStore™** Methode. Die **AutoStore™** Methode sehe ich als Einsatzgebiet meiner Meinung nach in Handelsunternehmen wie Brack oder Onlinehändler wie Galaxus, in dem die Waren so effizient wie möglich zum Kunden geliefert werden.

Pick by Light ist vom Einsatzgebiet her ziemlich variantenreich. Man könnte es auch in einer Werkerführung/Werkerassistenzsystem³⁷ implementieren für die Montage.

³⁶ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³⁷ Bei einer Werkerführung handelt es sich um ein System, das Arbeitern in der industriellen Fertigung Anweisungen, Informationen und jegliches benötigtes Bildmaterial passend zum jeweiligen Arbeitsschritt an die Hand gibt. Mit Werkerassistenzsystem sind oftmals sogenannte kognitive Assistenzsysteme gemeint. Neben physischen Assistenzsystemen, die den MA körperlich entlasten, zielen kognitive Systeme auf den Entscheidungsfindungsprozess ab.

8 Ausarbeitung der Variante <Pick by Vision>

Die Ausarbeitung der Variante beinhaltet zehn Massnahmen / Aktivitäten zum **Pick by Vision** und ein Phasenplan zur Ausarbeitung der Variante. Es wird kurz beschrieben welche Massnahmen mit der **Pick by Vision** Kommissioniermethode getroffen werden können. Der Phasenplan zeigt auf, in welchem Ablauf die **Pick by Vision** Methode in der Kommissionierung eingeführt werden kann.

Wie ist der allgemeine Entwicklungsstand der Pick by Vision Methode?

Pick-by-Vision-Systeme haben das Forschungsstadium verlassen und werden mittlerweile produktiv eingesetzt. Die bisherige und weitere Etablierung im Markt dabei direkt mit der Qualität und Ergonomie der Datenbrillen zusammen. Häufig sind es vom Kick-Off bis zum Go-live nur wenige Wochen, die schnelle Implementierung ist auf die einfache Einbindung der Datenbrillen in die bestehende Lagerumgebung zurückzuführen. Zu den aktuellen Anwendern zählen vorwiegend große Produktions- und Logistikunternehmen, wie zum Beispiel Bosch, DB Schenker und PepsiCo. Die Pick-by-Vision-Lösung ist ein perfektes Zusammenspiel aus neuer Technik und menschlicher Bewegung.³⁸

Brille für den Einsatz Pick by Vision

Als Beispiel könnte man die Vision Pro Brille von Apple einsetzen. Sie besitzt die modernste Technik, die man heutzutage auf dem Markt trifft. Wenn man den Markt betrachtet von den VR- oder AR-Brillen, gehören die Apple Vision Pro zu den teureren Sorten der Brillen. Aber mit der Technik, die Apple anbietet, kann man die Arbeitserfahrung verbessern, indem es die MA anspricht wegen der Marke und der Auflösung sowie die Grafik.



Abb. 22 Apple Vision Pro³⁹

³⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Pick-by-Vision>

³⁹ <https://www.apple.com/shop/buy-vision/apple-vision-pro>

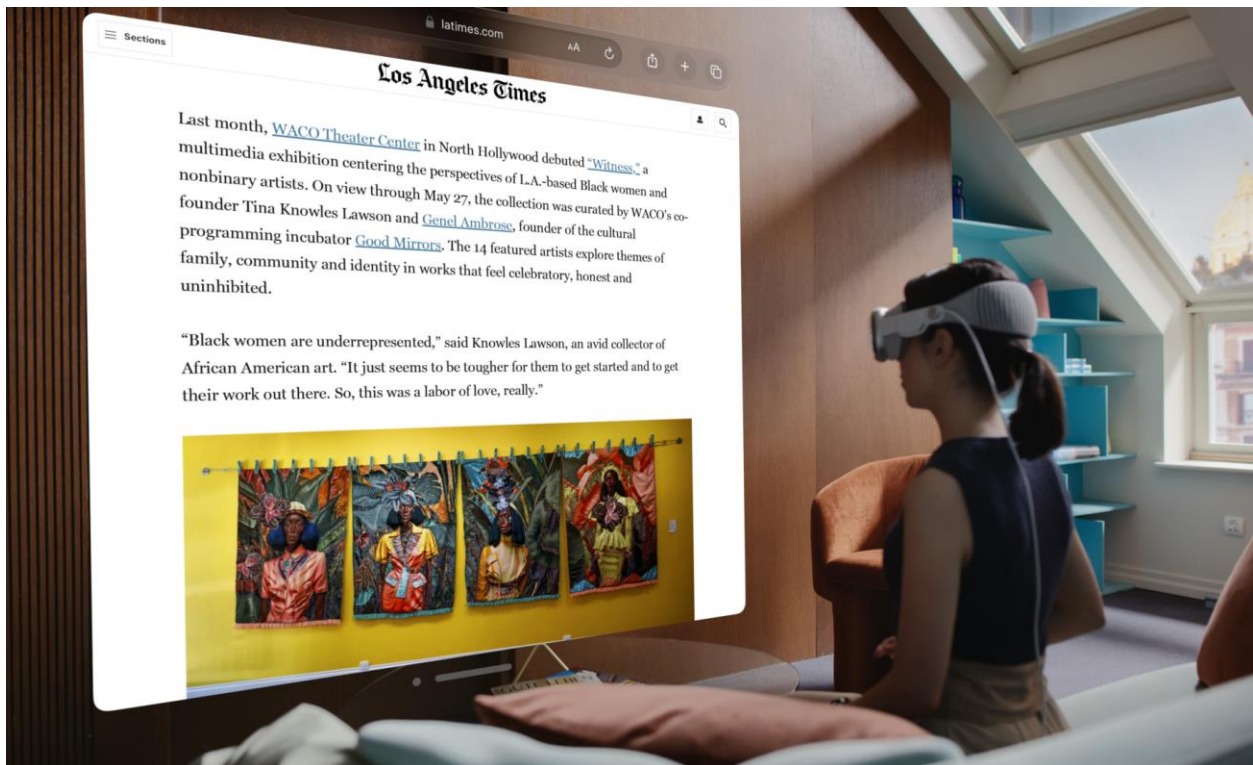


Abb. 23 So könnte es aussehen in der VR-Welt⁴⁰

Einige technische Daten aus dem offiziellen Apple Store:

Kapazität:	256GB 512GB 1TB
Display:	23 Millionen Pixel 3D Display System Micro-OLED Unterstützte Bildwiederholfrquenzen: 90Hz, 96Hz, 100Hz
Akkulaufzeit:	Bis zu 2 Stunden allgemeine Benutzung Vision Pro kann während des Aufladens der Batterie verwendet werden
Konnektivität:	Wi-Fi 6 (802.11ax) Bluetooth 5.3
Gewicht:	600 - 650 Gramm
Kosten:	3500 – 4000 CHF

⁴⁰ <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

8.1 10 Massnahmen für <Pick by Vision>

Die Implementierung eines Pick-by-Vision-Systems in einem mittelgrossen KMU, wie es die Schneeberger AG Lineartechnik ist, erfordert sorgfältige Planung und die Durchführung strategischer Massnahmen. Hier sind zehn wichtige Schritte, die helfen, dieses fortschrittliche Kommissioniersystem erfolgreich einzuführen:

1. Bedarfsanalyse und Zieldefinition

Ermitteln der spezifischen Anforderungen eines Lagers und definieren von klaren Zielen für die Einführung des Pick-by-Vision-Systems. Dabei werden die Faktoren wie Lagergrösse, Artikelvielfalt, Kommissioniersvolumen und vorhandene logistische Prozesse berücksichtigt.

2. Auswahl des richtigen Systems

Recherche der verschiedenen Anbieter von Pick-by-Vision-Systemen und die Auswahl eines Systems, das am besten zu den spezifischen Bedürfnissen und Zielen des Unternehmens passt.

3. Kosten-Nutzen-Analyse

Durchführung einer detaillierten Kosten-Nutzen-Analyse, um die finanzielle Machbarkeit des Projekts zu bewerten. Berücksichtigung aller einmaligen und laufenden Kosten sowie die erwarteten Einsparungen und Produktivitätssteigerungen.

4. Technologiepartnerschaft

Auswahl einer zuverlässigen Technologiepartner für die Lieferung, Integration und Unterstützung des Systems. Berücksichtigung deren Erfahrung und Expertise sowie auf Referenzen von ähnlichen Projekten.

5. Systemintegration

Planung der Integration des Pick-by-Vision-Systems mit dem vorhandenen Warehouse Management System (WMS) und anderen relevanten IT-Systemen. Dies erfordert oft technische Anpassungen und möglicherweise die Entwicklung spezieller Schnittstellen.

6. Pilotprojekt

Start mit einem Pilotprojekt in einem begrenzten Bereich des Lagers, um das System unter realen Bedingungen zu testen und zu optimieren. Dies ermöglicht es, Probleme zu identifizieren und zu beheben, bevor das System vollständig implementiert wird.

7. Mitarbeiterschulung

Ausführlich Schulung der Mitarbeiter in der Nutzung des Pick-by-Vision-Systems. Sicherstellen, dass die MA die Vorteile verstehen und kompetent im Umgang mit der neuen Technologie sind.

8. Change-Management

Implementierung eines effektiven Change-Managements, um den Übergang zu unterstützen und Widerstände im Team zu minimieren. Offene Kommunikation mit den MA über die Vorteile und die Notwendigkeit des neuen Systems.

9. Performance-Monitoring

Einsetzen eines Monitoring-Tools, um die Leistung des neuen Systems zu überwachen. Daten zu Kommissionierzeiten, Fehlerquoten und Mitarbeiterzufriedenheit werden gesammelt, um den Erfolg des Systems zu bewerten und weitere Optimierungen vorzunehmen.

10. Feedback und kontinuierliche Verbesserung

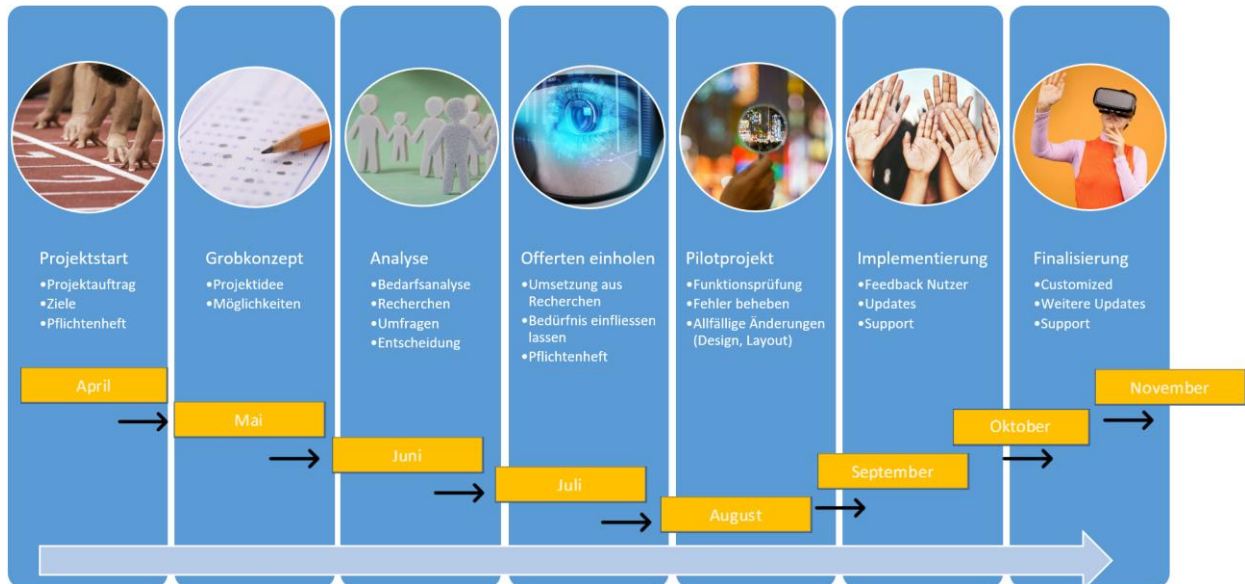
Ermutigung der MA, um Feedback zu geben, und dieses nutzen, um das System kontinuierlich zu verbessern. Planung der regelmässigen Updates und mögliche Erweiterungen, um mit technologischen Entwicklungen Schritt zu halten.

Diese zehn Massnahmen bilden einen umfassenden Rahmen für die erfolgreiche Implementierung eines Pick-by-Vision-Systems in einem mittelgrossen KMU wie die des Schneeberger AG Lineartechnik. Durch sorgfältige Planung, enge Zusammenarbeit mit Technologiepartnern und kontinuierliche Optimierung können die Vorteile dieser innovativen Kommissioniertechnologie voll ausgeschöpft werden.

8.2 Phasenplan zur Umsetzung der Variante <Pick by Vision>

Der Phasenplan beschreibt, welche Phasen die Umsetzung der favorisierten Variante durchlaufen muss. Der Phasenplan enthält zudem eine Beschreibung sämtlicher Aktivitäten, welche in den jeweiligen Phasen ausgeführt werden müssen, um das definierte Ziel zu erreichen.

Tabelle 10 Phasenplan zur Umsetzung Pick by Vision⁴¹



⁴¹ Erstellt durch SmartArt Word

8.3 Kommunikationsplan zur Umsetzung der Variante <Pick by Vision>

Der Kommunikationsplan soll sicherstellen, dass alle Beteiligten regelmässig informiert werden und ihre Rückmeldungen und Beiträge in den Prozess der präferierten Variante integriert werden.

Tabelle 11 Kommunikationsplan zur Umsetzung der präferierten Variante⁴²

Stakeholder	Endergebnis	Frequenz	Priorität	Kanal	Bemerkungen
Bereichsleiter	Statusbericht, Projektauftrag	1x die Woche	Hoch	E-Mail, Teams, Sitzungen	Direkter Ansprechpartner
Abteilungsleiter	Statusbericht, Projektauftrag	1x die Woche	Hoch	E-Mail, Teams, Sitzungen	Stv. direkter Ansprechpartner
Mitarbeiter Lager	Einführung Lagersystem	2x pro Woche	Mittel	Direktes Feedback, Hands on, E-Mail	Benutzer
Schneeberger AG	Fertiges Lagersystem	Ende Projektarbeit	Hoch	Dokumentation, E-Mail	Kunde

⁴² <https://app.creately.com/d/uemaftN8iOb/edit>

8.4 SWOT - Analyse

Tabelle 12 SWOT-Analyse⁴³



⁴³ Erstellt durch Creately <https://app.creately.com/d/NVTf1WLatPC/edit/s/3XhfBGdVy2b>

Stärken (Strengths)

Erhöhte Effizienz und Produktivität: Durch visuelle Anleitungen direkt im Sichtfeld der Mitarbeiter können Kommissionierprozesse schneller und genauer durchgeführt werden, was die Produktivität steigert.

Fehlerreduktion: Minimiert menschliche Fehler im Kommissionierprozess, indem es genaue Informationen und Anweisungen liefert, was zu geringeren Kosten durch Fehlpicks führt.

Ergonomie und Benutzerfreundlichkeit: Verbessert die Arbeitsbedingungen, da Mitarbeiter beide Hände frei haben und sich nicht ständig bücken oder strecken müssen, um Informationen auf einem Gerät zu lesen.

Schnelle Einarbeitung: Neue Mitarbeiter können schneller geschult werden, da die visuellen Hinweise intuitiv und leicht verständlich sind.

Schwächen (Weaknesses)

Hohe Anfangsinvestitionen: Die Kosten für die Anschaffung der benötigten Smart Glasses und der Software können besonders für kleinere und mittelgrosse Unternehmen eine Hürde darstellen.

Technische Abhängigkeit: Eine starke Abhängigkeit von der Technologie birgt Risiken bei Systemausfällen oder technischen Störungen, was den Betrieb empfindlich stören kann.

Komplexität der Integration: Die Integration in bestehende Systeme kann kompliziert und zeitaufwendig sein, insbesondere wenn Anpassungen notwendig sind.

Widerstand gegenüber Veränderungen: Mitarbeiter könnten sich gegen die Einführung einer neuen Technologie sträuben, besonders wenn sie den Umgang mit traditionelleren Methoden gewohnt sind.

Chancen (Opportunities)

Marktvorteile durch Technologieeinsatz: Durch die Nutzung fortschrittlicher Technologien kann sich das Unternehmen als innovativ positionieren und einen Wettbewerbsvorteil erlangen.

Skalierbarkeit: Das System kann mit dem Wachstum des Unternehmens erweitert werden, um grössere Lageroperationen effizient zu unterstützen.

Datenanalyse und Optimierung: Die durch das System gesammelten Daten können genutzt werden, um Prozesse weiter zu optimieren und präzise Einblicke in Lageroperationen zu erhalten.

Verbesserung der Kundenzufriedenheit: Schnellere und genauere Kommissionierung führt zu schnelleren Lieferzeiten und höherer Kundenzufriedenheit.

Risiken (Threats)

Technologische Obsoleszenz⁴⁴: Schnelle Veränderungen in der Technologie könnten dazu führen, dass das System schnell veraltet und regelmässige teure Updates notwendig werden.

Cybersicherheitsrisiken: Als IT-basiertes System ist Pick-by-Vision potenziellen Sicherheitsbedrohungen ausgesetzt, die sensible Daten gefährden könnten.

Abhängigkeit von wenigen Anbietern: Die Abhängigkeit von spezialisierten Anbietern für Hardware und Software kann ein Risiko darstellen, wenn diese Unternehmen nicht liefern können oder aus dem Geschäft gehen.

Wirtschaftliche Schwankungen: Wirtschaftliche Downturns könnten die finanzielle Fähigkeit des Unternehmens beeinträchtigen, in neue Technologien zu investieren oder laufende Kosten zu decken.

Diese **SWOT-Analyse** bietet einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Aspekte, die ein Unternehmen berücksichtigen sollte, wenn es die Implementierung eines Pick-by-Vision-Systems erwägt. Es ist wichtig, dass die Entscheidungsträger diese Faktoren sorgfältig abwägen, um eine fundierte Entscheidung treffen zu können.

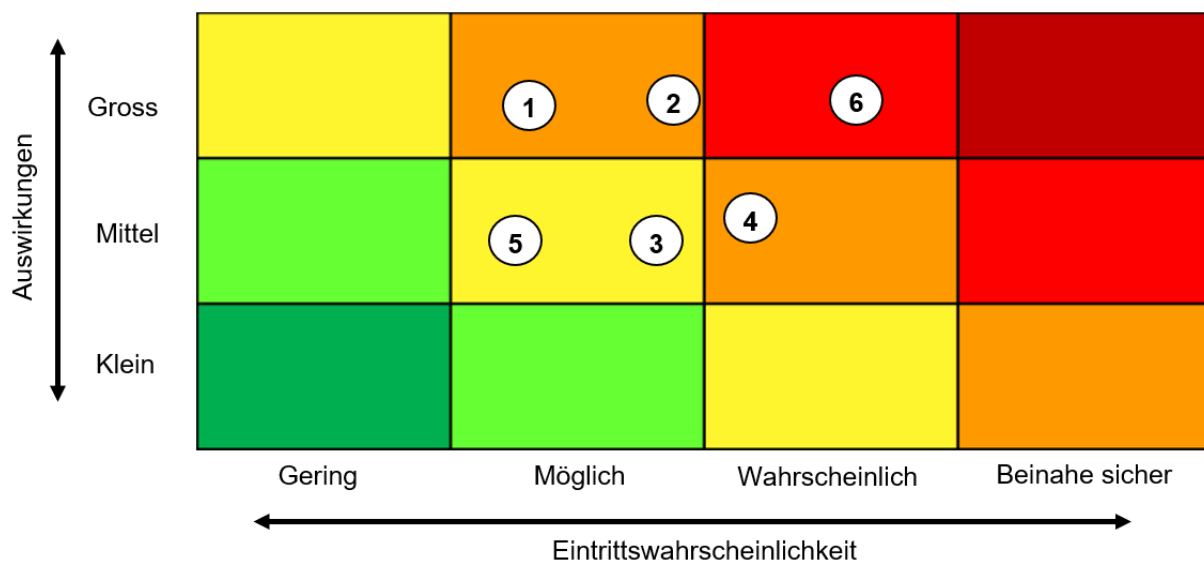
⁴⁴ Obsoleszenz: „sich abnutzen, alt werden, aus der Mode kommen, an Ansehen, an Wert verlieren“

8.5 Risiko – Analyse

Ziel der Risikoanalyse ist es, potenzielle Risiken zu identifizieren, ihre Auswirkungen zu bewerten und geeignete Massnahmen zur Risikominderung festzulegen, um den erfolgreichen Abschluss der präferierten Variante zu gewährleisten.

Risikoeinstufung⁴⁵

- Wie gross ist die Eintrittswahrscheinlichkeit jedes Risikos?
- Und wie gravierend könnten die Auswirkungen jedes Risikos sein?



Bedeutung der Risikoeinstufung⁴⁶

Grossrisiken	Erhebliche Risiken	Mittlere Risiken	Geringe Risiken
Priorität A	Priorität B	Priorität C	Priorität D
Diese Risiken gefährden das Projekt als Ganzes akut und sind mit der höchsten Priorität zu behandeln. Es sind Sofortmassnahmen zur Vermeidung dieser Risiken zu treffen und es ist unverzüglich ein Notfallplan zu erarbeiten. Es darf kein Aufwand gescheut werden, diese Risiken zu vermeiden.	Diese Risiken stellen eine erhebliche Gefahr für das Projekt dar. Es sind auf jeden Fall Massnahmen zur Vermeidung dieser Risiken zu treffen und zusätzlich muss ein Notfallplan erarbeitet werden. Die Vermeidung dieser Risiken rechtfertigt auch einen grösseren Aufwand.	Diese Risiken stellen zwar keine grössere Bedrohung für das Projekt dar, aber es soll trotzdem durch geeignete Massnahmen versucht werden, diese Risiken auf ein geringes Risikopotential zu reduzieren. Aufwand und Nutzen für eine Risikovermeidung sind gut abzuwägen.	Bei diesen Risiken besteht kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Trotzdem soll geprüft werden, inwiefern diese Risiken mit einfachen und wenig aufwändigen Massnahmen reduziert werden könnten.

⁴⁵ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

⁴⁶ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

Risikobeschreibung

- Welches sind die bedeutendsten **Risiken**, die das Projekt oder Programm behindern könnten?
- Welches sind die **Ursachen** dieser Risiken?
- Welches können die **Folgen** der Risiken für das Projekt oder das Programm sein?
- Was könnte man unternehmen, um die Risiken zu **vermeiden** oder **zu verhindern**?
- Was muss getan werden, falls das Risiko trotzdem eintritt (**Notfallplan**)?

1. Technische Störungen und Ausfälle

Beschreibung: Das Pick-by-Vision-System hängt stark von der technologischen Infrastruktur ab. Technische Probleme wie Softwarefehler, Hardwareausfälle oder Netzwerkstörungen können zu Ausfällen führen.

Wahrscheinlichkeit: Mittel

Auswirkung: Hoch

Massnahmen: Regelmässige Wartung und Updates, technischer Support durch den Anbieter, Implementierung eines robusten Backup-Systems und Notfallpläne für den Ausfall des Systems.

2. Integrationsschwierigkeiten

Beschreibung: Die Integration des Pick-by-Vision-Systems in bestehende Lagerverwaltungssysteme kann technische und operative Herausforderungen mit sich bringen.

Wahrscheinlichkeit: Hoch

Auswirkung: Mittel

Massnahmen: Enger Austausch und Planung mit dem Softwareanbieter, Durchführung von Pilotprojekten, schrittweise Implementierung und Schulungen für IT-Mitarbeiter.

3. Akzeptanz und Anpassung durch Mitarbeiter

Beschreibung: Widerstand gegenüber der Einführung neuer Technologien kann von Seiten der Mitarbeiter kommen, die an herkömmliche Kommissioniermethoden gewöhnt sind.

Wahrscheinlichkeit: Mittel

Auswirkung: Mittel

Massnahmen: Umfassende Schulungen, frühzeitige Einbindung der Mitarbeiter in den Planungs- und Implementierungsprozess, Feedback-Schleifen und Change-Management-Programme.

4. Cybersicherheitsrisiken

Beschreibung: Die zunehmende Vernetzung von Lagerprozessen erhöht das Risiko von Cyberangriffen, die zu Datenverlust oder Diebstahl führen können.

Wahrscheinlichkeit: Mittel

Auswirkung: Hoch

Massnahmen: Starke Sicherheitsprotokolle, regelmässige Sicherheitsüberprüfungen, Schulung der Mitarbeiter in Cybersicherheitspraktiken und Investitionen in Sicherheitstechnologie.

5. Überalterung der Technologie

Beschreibung: Technologische Innovationen entwickeln sich schnell, und das Pick by Vision-System könnte innerhalb weniger Jahre veraltet sein.

Wahrscheinlichkeit: Mittel

Auswirkung: Mittel

Massnahmen: Flexible Vertragsbedingungen mit Anbietern, die regelmässige Updates und Upgrades ermöglichen, Investitionen in skalierbare und modulare Technologielösungen.

6. Hohe Anfangsinvestition und laufende Kosten

Beschreibung: Die anfänglichen und laufenden Kosten für Hardware, Software, Wartung und Schulung könnten die finanziellen Ressourcen des Unternehmens belasten.

Wahrscheinlichkeit: Hoch

Auswirkung: Hoch

Massnahmen: Sorgfältige Finanzplanung, Kosten-Nutzen-Analyse, Suche nach Fördermöglichkeiten oder flexiblen Finanzierungsoptionen.

Zusammenfassung

Die Risikoanalyse zeigt, dass die grössten Herausforderungen im technischen Bereich liegen, einschliesslich Integration, Systemausfällen und Cybersicherheit, sowie in der finanziellen Belastung und der Akzeptanz durch die Mitarbeiter. Durch die Implementierung der genannten Massnahmen kann das Unternehmen jedoch diese Risiken effektiv mindern und die erfolgreiche Einführung des Pick-by-Vision-Systems sicherstellen. Diese Analyse sollte regelmässig überprüft und aktualisiert werden, um neue Risiken und Veränderungen im technologischen Umfeld zu berücksichtigen.

8.6 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Zahlen bei der Kosten-Nutzen-Analyse sind hypothetisch durch Chat GPT berechnet und dient als Beispiel. Für eine präzisere Schätzung sollten spezifische Angebote von Systemanbietern eingeholt und eine detaillierte Analyse der spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten des Unternehmens durchgeführt werden. Es ist auch wichtig, zusätzliche Faktoren wie die mögliche Steigerung der Kundenzufriedenheit und die langfristige Skalierbarkeit des Systems zu berücksichtigen.

Bei den einmaligen Kosten bezieht man sich auf Hardware/Software, Infrastruktur, MA-Ausbildung, IT, Support und die Überprüfung nach der Implementierung.

Tabelle 13 Kosten-Nutzen-Analyse⁴⁷

FIRMENNAME	Schneeberger AG Lineartechnik		DATUM	11.05.2024		
VORGESCHLAGENES PRODUKT	Lagersystem		ABGESCHLOSSE	Vilas Tleo		
QUANTITATIVE ANALYSE	JAHR 1	JAHR 2	JAHR 3	JAHR 4	JAHR 5	Summe
EINMALIGE KOSTEN						
Hardware	CHF 18'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 18'000.00
Telekommunikationsausrüstung/IT	CHF 5'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 5'000.00
Software (verpackt oder benutzerdefiniert)	CHF 15'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 15'000.00
Projektorganisation/Supportkosten	CHF 4'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 4'000.00
Infrastruktur	CHF 3'500.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 3'500.00
Schulung der Mitarbeiter (Pre-Implementation)	CHF 4'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 4'000.00
Überprüfungen nach der Implementierung	CHF 1'500.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 1'500.00
EINMALIGE GESAMTKOSTEN	CHF 51'000.00	CHF -	CHF -	CHF -	CHF -	CHF 51'000.00
WIEDERKEHRENDE KOSTEN						
Hardware/Software	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	CHF 2'000.00	CHF 10'000.00
Lizenz, Wartungen	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 22'500.00
WIEDERKEHRENDE GESAMTKOSTEN	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 32'500.00
GESAMTKOSTEN	CHF 57'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 6'500.00	CHF 83'500.00
KOSTENEINSPARUNG						
Geringere Kosten für erbrachte Dienstleistungen	CHF 1'000.00	CHF 1'000.00	CHF 1'000.00	CHF 1'000.00	CHF 1'000.00	CHF 5'000.00
Einsparungen durch Verbesserungen von Prozessen	CHF 5'000.00	CHF 5'000.00	CHF 5'000.00	CHF 5'000.00	CHF 5'000.00	CHF 25'000.00
Produktivitätsgewinne	CHF 10'000.00	CHF 10'000.00	CHF 10'000.00	CHF 10'000.00	CHF 10'000.00	CHF 50'000.00
Einsparungen durch strukturelle Veränderungen	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 7'500.00
Einsparungen durch optimierte Informationen (oder Fl...	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 4'500.00	CHF 22'500.00
Reduzierte Personalkosten (einschließlich Überstunden)	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 1'500.00	CHF 7'500.00
Reduzierte Personalfunktionskosten	CHF 3'000.00	CHF 3'000.00	CHF 3'000.00	CHF 3'000.00	CHF 3'000.00	CHF 15'000.00
GESAMTKOSTENEINSPARUNGEN	CHF 26'500.00	CHF 26'500.00	CHF 26'500.00	CHF 26'500.00	CHF 26'500.00	CHF 132'500.00

Die Gesamtkosten für ein mittelgroßes Lager könnten im Bereich von 50'000.00 bis 85'000.00 CHF starten, abhängig von den genannten Faktoren. Bei größeren Einrichtungen oder solchen mit spezielleren Anforderungen können die Kosten deutlich höher liegen. Angenommen, die jährlichen Gesamteinsparungen betragen 26'500.00 CHF, würde sich die Investition in etwa 3,5 Jahren amortisieren.

⁴⁷ Erstellt durch die Vorlage von Smartsheet <https://de.smartsheet.com/free-cost-benefit-analysis-templates>

8.7 Finanzierungsmodell

Aussenfinanzierung

Aussenfinanzierung bedeutet die Bereitstellung von Kapital, welches der Unternehmung von aussen über den Kredit- oder Kapitalmarkt zur Verfügung gestellt wird. Dazu gehören zum einen die Beteiligungsfinanzierung und zum anderen die Kreditfinanzierung. Die Unterscheidung hängt davon ab, ob das Eigenkapital durch Kapitaleinzahlungen oder z.B. Sacheinlagen erhöht wird oder ob der Unternehmung das Kapital leihweise als Fremdkapital zur Verfügung gestellt wird.⁴⁸

Beteiligungsfinanzierung

Die Beteiligungsfinanzierung führt zur Erhöhung des Eigenkapitals einer Unternehmung durch Kapitalzufluss. Die Art und Weise des Kapitalzuflusses hängt von der Unternehmensform ab. Das Eigenkapital steht der Unternehmung in der Regel unbefristet, d.h. andauernd bis zur Auflösung oder aber bei Kündigung (Kollektiv- und Kommanditgesellschaft) befristet zur Verfügung. Die Eigentümer haben jedoch spätestens bei der Liquidation der Unternehmung einen anteilmässigen Anspruch auf das Eigenkapital.⁴⁹

⁴⁸ Finanzierungsformen: Welche Finanzierungsarten gibt es? (weka.ch)

⁴⁹ Finanzierungsformen: Welche Finanzierungsarten gibt es? (weka.ch)

9.2 Expertenbericht von Philipp Hofer

3 Fragebogen

Wie bewerten Sie im Allgemeinen die Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte geben Sie kurz in Stichwörtern an was Ihrer Meinung nach fehlt/unklar ist.

- Es gibt ein paar Schönheitsfehler bei der Arbeit. Siehe Fotos
-
-

Wie bewerten Sie die Formatierung dieser Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte könnte man Ihrer Meinung nach verbessern?

-
-
-

Wie bewerten Sie die Machbarkeit dieser Arbeit?

- ausführbar
- nicht ausführbar
- es fehlen noch Details aber ausführbar

Welche Risiken und Herausforderungen sehen Sie bei der Implementierung von der präferierten Variante?

.....
.....
.....

Abb. 24 Expertenbericht von Philipp Hofer

Aus dem Bericht von Herrn Hofer gibt es nur gewisse Details abzuändern. Die genauen Ursachen findet man im Anhang.

9.3 Expertenbericht David Aegerter

3 Fragebogen

Wie bewerten Sie im Allgemeinen die Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte geben Sie kurz in Stichwörtern an was Ihrer Meinung nach fehlt/unklar ist.

- Die Reihenfolge der Bilder stimmen nicht ganz. Es sollte einheitlich sein. Siehe Kommissioniermethoden
- Entweder kommen die Bilder vor der Vorstellung der Methoden oder nach der Vorstellung der Methoden
-

Wie bewerten Sie die Formatierung dieser Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte könnte man Ihrer Meinung nach verbessern?

- Das Logo von der Firma fehlt in der Kopfzeile.
- Reihenfolge der Methoden in 7.4.1 sollte sich bei 7.4.2 wiederholen und kein Kreuz und Quer stattfinden
-

Wie bewerten Sie die Machbarkeit dieser Arbeit?

- ausführbar
- nicht ausführbar
- es fehlen noch Details aber ausführbar

Welche Risiken und Herausforderungen sehen Sie bei der Implementierung von der präferierten Variante?

.....
.....
.....

Abb. 25 Expertenbericht von David Aegerter

Aus dem Bericht von Herrn Aegerter gibt es bei der Reihenfolge was zu ändern.

Ansonsten liest man aus dem beiden Bericht, dass die Machbarkeitsstudie ausführbar ist.

9.4 Evaluation der Zielerreichung

Hier werden sämtliche Endergebnisse mit den Erfolgskriterien verglichen, um den Erfüllungsgrad zu ermitteln. Dabei ist die Zielerreichung kritisch zu hinterfragen und Abweichungen zu begründen.

Tabelle 16 Zielerreichung

ID	Task	Prio	Fortschritt	Status	Kommentar
1	Es liegt eine schriftliche Projektdokumentation, gebunden im A4 Format sowie als PDF, über das Lagersystem bis am 20. Mai 2024 18:00 mit folgenden Inhalten vor:	Hoch	100%	Erledigt	
2	Eine Analyse des bestehenden Lagersystem und der zukünftigen Lagersystem im Werk 3 mit Erweiterungsmöglichkeiten ist durchgeführt.	Mittel	100%	Erledigt	
3	Ein detaillierter Projektablaufplan inklusive Pufferzeiten sowie 5 Meilensteine für die Konzeptentwicklung ist ausgearbeitet.	Mittel	100%	Erledigt	
4	Drei Lösungsvorschläge für das Lagersystem im Werk 3 sind ausgearbeitet und mit jeweils 2 A4 Seiten konzise beschrieben.	Mittel	100%	Erledigt	
5	Anhand der Nutzwertanalyse und mit mindestens 8 gewichteten Bewertungskriterien werden die Varianten evaluiert sowie die Hauptvariante gefunden.	Mittel	100%	Erledigt	
6	Die präferierte Variante ist im Umfang von mind. 10 A4 Seiten detailliert	Mittel	100%	Erledigt	
7	Detaillierte Beschreibung von zehn Massnahmen bezüglich Projektauftrag.	Mittel	100%	Erledigt	
8	Ein Phasenplan zur möglichen Projektrealisierung ist mit fünf bis zehn Phasen grafisch dargestellt.	Mittel	100%	Erledigt	
9	Kommunikationsmassnahmen und -kanäle zur Interaktion zwischen Stakeholdern und den weiteren Betroffenen sind ausgearbeitet.	Mittel	100%	Erledigt	
10	Ein kreatives Finanzierungsmodell der Angebote und Massnahmen ist ausgearbeitet sowie mit einer Kosten-Nutzen-Analyse begründet.	Mittel	100%	Erledigt	
11	Ein Expertenteam bestehend aus 2 Experten, hat das Konzept auf Machbarkeit und Akzeptanz überprüft und ein schriftliches Feedback abgegeben.	Mittel	100%	Erledigt	
12	Die Projektergebnisse sind in Form einer 12-minütigen Präsentation den Entscheidungsträgern vorgestellt.	Mittel	50%	In Arbeit	
13	Lessons learned aufzeigen.	Mittel	100%	Erledigt	

9.5 Reflexion Weg zum Ziel

Der Beginn dieses Projekts war sehr vielversprechend, und ich war hochmotiviert, zielstrebig zu starten. Jedoch stellte sich mit der Zeit eine gewisse Orientierungslosigkeit ein. Je länger ich an der Arbeit fortfuhr, desto schwieriger wurde es für mich, einen klaren roten Faden zu behalten. Diese Phase erforderte von mir zusätzliche Anstrengungen, um am Ball zu bleiben.

Zusätzlich führte die fehlende Rückmeldung von den Lieferanten bezüglich der Offerten zu Frustration. Um dennoch voranzukommen, musste ich auf eine Annahme zurückgreifen, die ich mithilfe von ChatGPT erstellt hatte. Diese Situation führte zu Verzögerungen in meiner Arbeit, wodurch es gegen Ende des Projekts zeitlich sehr knapp wurde.

Um ähnliche Herausforderungen in zukünftigen Projekten zu vermeiden, habe ich bereits entsprechende Massnahmen im Rahmen der „Lessons Learned“ festgehalten. Trotz der Schwierigkeiten konnte ich in den letzten Wochen des Projekts auf mein Wissen im Fach Projektmanagement zurückgreifen und die gelernten Tools gezielt einsetzen. Diese Phase hat mir besonders viel Spass gemacht, nicht zuletzt, weil ich wusste, dass ich mich dem Abschluss meiner Weiterbildung näherte.

9.6 Lessons Learned

Erkenntnis:

Offerten einholen bei Lieferanten.

Beschreibung des Problems:

Offerten Anfrage bezüglich Machbarkeitsstudie für die Diplomarbeit wurden nicht beantwortet oder ignoriert. Auch nach Anfrage per Telefon kamen keine Offerten zurück. Deshalb musste man eine Annahme machen bei den Kosten für die Implementierung der Kommissioniermethoden.

Ursache des Problems:

Mangel an regelmässigen Anfragen, Druck ausüben auf den Lieferanten.
Kein festgelegtes Protokoll für die Anfragen der Offerten.

Folgen:

Verzögerungen im Projektzeitplan um insgesamt eine Woche.
Frustration aufgrund Unklarheiten wegen den Kosten und Erwartungen.

Umgesetzte Lösung:

Einführung täglicher Anfragen und eines zentralen Tools zur Dokumentation und zum Tracking von Aufgaben und Änderungen.

Ergebnis der Lösung:

Verbesserte Transparenz und Effizienz in der Kommunikation und Anfragen, was in der finalen Phase zu einer schnelleren Fehlerbehebung und Anpassung führte.

Empfehlungen für zukünftige Projekte:

Etablierung eines klaren Kommunikationsplans für die Anfragen der Offerten mit festgelegten Routinen für regelmässige Updates und Meetings über alle beteiligten Abteilungen hinweg.
Nutzung eines Projektmanagement-Tools zur zentralen Erfassung aller wichtigen Informationen und zur Nachverfolgung des Projektfortschritts.

9.7 Ausblicke

An dieses Kommissioniersystem angebunden, könnte man autonome, mobile Industrieroboter einsetzen, die so programmiert werden, dass sie Aufgaben ausführen können wie z.B. den Rüstwagen zum Arbeitsplatz transportieren oder umgekehrt Material und Paletten in die Spedition bringen. So könnte man Ressourcen einsparen und die Fehleranfälligkeit minimieren.



Abb. 26 Fahrerlose Transportsysteme⁵²



Abb. 27 MIR kann einen Handkarren erfassen und autonom durch Ihre Anlage bewegen⁵³

⁵² <https://www.phoenix-mecano.ch/de/produkte/produktion/fahrerlose-transportsysteme-fts/>

⁵³ <https://mobilerobotguide.com/2021/06/15/mir-launches-new-improved-mir250-hook-solution-for-autonomous-cart-towing/>

9.8 Danksagung

Ich möchte meine tiefe Dankbarkeit gegenüber allen ausdrücken, die zum Erfolg dieses Projekts beigetragen haben. Ich bin dankbar für die Unterstützung durch die Unternehmensleitung, die uns die notwendigen Ressourcen und das Vertrauen zur Realisierung dieses Vorhabens entgegengebracht hat.

Zuerst gebührt mein Dank an meinem Fachexperten Marcel Csatlos und meinem Diplomlehrer Eduard Häusler, die meine Diplomarbeit betreut und begutachtet haben. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt an David Aegerter und Philipp Hofer für das Korrekturlesen meiner Diplomarbeit und die Teilnahme an meiner Befragung, ohne die diese Arbeit nicht hätte verbessert werden können. Mein Dank gilt ihrer Informationsbereitschaft und ihren interessanten Beiträgen und Antworten auf meine Fragen.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem Vorgesetzten Alexander Zwerg und meinem Arbeits- und Studienkollegen Josip Jukic bedanken, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite standen.

Ausserdem möchte ich Silvana Aegerter für das Korrekturlesen meiner Diplomarbeit danken.

Abschliessend möchte ich mich bei all meinen Schulkameradin und Schulkameraden bedanken, die mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht haben und stets ein offenes Ohr für mich hatten. Diese Erfahrung war für mich nicht nur eine akademische Reise, sondern auch eine Zeit des persönlichen Wachstums, die ohne eure Unterstützung, Zusammenarbeit und den vielen geteilten Momenten nicht möglich gewesen wäre. Euer Engagement und eure Bereitschaft, Wissen und Erfahrungen auszutauschen, haben massgeblich dazu beigetragen, dass diese Weiterbildung eine so bereichernde und inspirierende Zeit wurde. Ich habe jeden Moment des Lernens und Lachens mit euch geschätzt und bin dankbar für die Freundschaften, die wir aufgebaut haben.

Und zu guter Letzt möchte ich mich bei der Fachschule Teko Olten und allen Beteiligten bedanken. Ich möchte meine tiefe Dankbarkeit und Anerkennung für die hervorragende Weiterbildung zum Prozesstechniker zum Ausdruck bringen. Ich bin überzeugt, dass die erlernten Fähigkeiten und das erworbene Wissen wesentliche Bausteine für meinen zukünftigen beruflichen Erfolg sein werden.

10 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.

Datum/Ort: 20.05.2024 Strengelbach

Vilas Tleo

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and horizontal strokes, positioned to the right of the name Vilas Tleo.

11 Verzeichnisse

11.1 Abkürzungsverzeichnis

PL	-	Projektleiter
TL	-	Teamleiter
AL	-	Abteilungsleiter
DL	-	Diplomleiter
MA	-	Mitarbeiter
ggf.	-	gegebenfalls
TM	-	Trademark
Fifo		First in, First out

11.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 zeigt die Zukunft eines Lagers	1
Abb. 2 Aus dem originalen Pflichtenheft	10
Abb. 3 Zielscheibe aus Themeneingabe	11
Abb. 4 Lager Eingang	18
Abb. 5 Regale	19
Abb. 6 Lager 26	19
Abb. 7 Lager 26	20
Abb. 8 Halteplatz für Rüstwagen	21
Abb. 9 kompletter Rüstwagen	21
Abb. 10 angeschriebene Kisten	22
Abb. 11 Layout altes Lager mit Gestell	23
Abb. 12 Layout Werk 3 Neues Lager	24
Abb. 13 Mitarbeiter beim Scannen eines Produktes	26
Abb. 14 Mitarbeiterin bei der Arbeit mit Pick by Voice	27
Abb. 15 Mitarbeiter rüsten mit Hilfe des Pick by Light System	28
Abb. 16 So könnte der Einsatz eines Pick by Vision aussehen	29
Abb. 17 Aufbau eines AutoStore™	30
Abb. 18 AutoStore™ Shuttle (Roboter) im Einsatz	31
Abb. 19 Factsheet Kardex	34
Abb. 20 Pick-by-light E-Paper	37
Abb. 21 Mit einer Sprachsteuerung sorgt die AR-Brille für mehr Flexibilität bei der Bedienung seiner Pick-by-Vision-Lösung	39
Abb. 22 Apple Vision Pro	46
Abb. 23 So könnte es aussehen in der VR-Welt	47
Abb. 24 Expertenbericht von Philipp Hofer	61
Abb. 25 Expertenbericht von David Aegerter	62
Abb. 26 Fahrerlose Transportsysteme	66
Abb. 27 MIR kann einen Handkarren erfassen und autonom durch Ihre Anlage bewegen	66
Abb. 28 Bilder aus dem Lager	92
Abb. 29 Bilder aus dem Lager	92
Abb. 30 Titelbild aus dem Expertenbericht	93
Abb. 31 Einleitung aus dem Expertenbericht	94
Abb. 32 Fragebogen aus dem Expertenbericht von Philipp Hofer	95
Abb. 33 Das Kästchen Benutzerakzeptanz wird umrahmt von einem schwarzen Rahmen.	96
Abb. 34 Das Kästchen Einarbeitung wird umrahmt von einem schwarzen Rahmen.	97
Abb. 35 Abschluss aus dem Expertenbericht	97

Abb. 36 Fragebogen aus den Expertenbericht von David Aegerter 98
 Abb. 37 Abschluss aus den Expertenbericht von David Aegerter 99

11.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Projektstrukturplan..... 12
 Tabelle 2 SOLL-Projektlaufplan 13
 Tabelle 3 Kommunikationsplan 14
 Tabelle 4 Priorisierungsmatrix Value vs. Complexity oder Effort Methode 32
 Tabelle 5 Kriterienpool aus der Nutzwertanalysevorlage 42
 Tabelle 6 NWA aus der Nutzwertanalysevorlage von Joel von Aarburg 43
 Tabelle 7 Sensitivitätsanalyse Variante 1 44
 Tabelle 8 Sensitivitätsanalyse Variante 2 44
 Tabelle 9 Sensitivitätsanalyse Variante 3 45
 Tabelle 10 Phasenplan zur Umsetzung Pick by Vision 50
 Tabelle 11 Kommunikationsplan zur Umsetzung der präferierten Variante 51
 Tabelle 12 SWOT-Analyse..... 52
 Tabelle 14 Kosten-Nutzen-Analyse..... 58
 Tabelle 15 Projektlaufplan SOLL 60
 Tabelle 16 Projektlaufplan IST 60
 Tabelle 17 Zielerreichung..... 63

11.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

¹Bild generiert durch Chat GPT
² Original Plichtenheft (ist im Anhang beigefügt)
³ <https://app.creately.com/d/uemaftN8iOb/edit>
⁴ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>
⁵ Bild aus dem eigenen Lager
⁶ Bild aus dem eigenen Lager
⁷ Bild aus dem eigenen Lager
⁸ Bild aus dem eigenen Lager
⁹ Bild aus dem eigenen Lager
¹⁰ Bild aus dem eigenen Lager
¹¹ Bild aus dem eigenen Lager
¹² Bild aus dem eigenen Lager
¹³ Zeichnung vom alten Layout
¹⁴ Aus dem Layout für das Werk 3
¹⁵(GPT, 2024)
¹⁶ <https://www.capturetech.com/en/techniques/pick-by-voice/>
¹⁷ <https://mind-logistik.de/knowhow/pick-by-scan/>
¹⁸ <https://www.sorion-group.com/pick-to-light-for-kitting/>
¹⁹ <https://www.ade-vertrieb.de/e-kanban/pick-by-vision/>
²⁰ <https://www.amlogisticsolutions.de/autostore/>
²¹ <https://www.kardex.com/de/technologie/produktfamilien/autostore>
²² <https://www.start-pulse.com/de/ressourcen/hilfe/team-feedback/massnahmen-umsetzen/priorisierungsmatrix>
²³ <https://www.kardex.com/de/technologie/produktfamilien/autostore>
²⁴ https://www.ekko.io/wp-content/uploads/2023/09/Broschuere-09_2023-DE.pdf
²⁵ <https://www.it-zoom.de/dv-dialog/e/flexiblere-bedienung-28148/>

²⁶<https://ch.pallit.com/blogs/wiki/pick-by-vision>

²⁷ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

²⁸ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

²⁹ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³⁰ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³¹ Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³² Erstellt mit der Vorlage Joel von Aarburg

³³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Pick-by-Vision>

³⁴ <https://www.apple.com/shop/buy-vision/apple-vision-pro>

³⁵ <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

³⁶ Erstellt durch SmartArt Word

³⁷ <https://app.creately.com/d/uemaftN8iOb/edit>

³⁸ Erstellt durch Creately <https://app.creately.com/d/NvTf1WLatPC/edit/s/3XhfBGdVy2b>

⁴⁰ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

⁴¹ <https://quint-essenz.ch/de/tools/1065>

⁴² Erstellt durch die Vorlage von Smartsheet <https://de.smartsheet.com/free-cost-benefit-analysis-templates>

⁴³ Finanzierungsformen: Welche Finanzierungsarten gibt es? (weka.ch)

⁴⁴ Finanzierungsformen: Welche Finanzierungsarten gibt es? (weka.ch)

⁴⁵ www.projekte-leicht-gemacht.de

⁴⁶ www.projekte-leicht-gemacht.de

⁴⁷ <https://www.phoenix-mecano.ch/de/produkte/produktion/fahrerlose-transportsysteme-fts/>

⁴⁸ <https://mobilerobotguide.com/2021/06/15/mir-launches-new-improved-mir250-hook-solution-for-autonomous-cart-towing/>

11.5 Broschüre Pick by Vision

PICK-BY-VISION

Produkteigenschaften und Einsatzgebiete



PICK-BY-VISION KOMMISSIONIERUNG

Unter dem Begriff „Pick-by-Vision“ wird im allgemeinen ein neuer und innovativer Trend in der Logistik bezeichnet. Hierbei werden dem Kommissionierer über eine Datenbrille alle für seine Aufträge wichtigen Informationen, (Artikel, Stellplatz, Menge usw.) direkt im Blickfeld der Brille, zur Verfügung gestellt. Die normale Arbeitsumgebung bleibt dabei für den Mitarbeiter vollständig sichtbar. Deshalb spricht man in diesem Zusammenhang auch von einer „Augmented Reality“ unterstützten Kommissionierung.



VORTEILE IM ÜBERBLICK

- ✔ Im Vergleich zu „normalen“ Pick-by-Light Anwendungen entfallen aufwendige und meist kostenintensive Installationsarbeiten im Lager
- ✔ „Hands free“ Arbeiten steigert die Schnelligkeit ohne die Konzentration beim Kommissionierer durch Sprachbefehle des Systems (z.B. Pick-by-Voice) herabzusetzen.
- ✔ Einfache Anbindung in bestehende WLAN Netze
- ✔ Geringer Schulungsaufwand der Mitarbeiter durch intuitive Bedienung der HoloLens
- ✔ Wegeoptimierung innerhalb des Lagers durch direkte Anzeige der Laufwege möglich (Workflow Konfiguration)
- ✔ Hohe Prozesssicherheit
- ✔ Hohe Mitarbeiterakzeptanz durch ermüdungsfreien Gebrauch des Systems

Die Firma ADE arbeitet seit vielen Jahren mit Industrieunternehmen in dem Bereich „Pick-by-Light“ zusammen. Auf der Suche nach Industrie 4.0 tauglichen Alternativen zu „Pick-by-Light“ und „Pick-by-Voice“ gibt es nun unsere neue ADE „Pick-by-Vision“ Anwendung.

Als wichtigen Bestandteil unseres Systems verwenden wir die Datenbrille „HoloLens“ des Datenbrillenpioniers Microsoft.

Die „HoloLens“ ist eine ausgereifte Datenbrille die durch Gesten, Sprache und Kopfbewegung gesteuert werden kann.

Hierbei ist die Tatsache, dass die Arbeitsumgebung des Kommissionierers weiterhin vollständig sichtbar bleibt essenziell. Somit werden wichtige Arbeitssicherheitsrelevante Voraussetzungen eingehalten.

Durch die vier bewegungsabhängigen Kameras der HoloLens kann der zielgenaue Standort des Mitarbeiters erkannt und somit für die Anzeige des richtigen Artikels am richtigen Platz genutzt werden.

Pick-by-vision
Made by ADE



TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN



WIR LEBEN INDUSTRIE 4.0

Die ADE Vertriebs GmbH hat sich zur Aufgabe gemacht die Informatisierung von Fertigungstechnik und Logistik zu automatisieren.

Technische Daten

- ✦ Gewicht: 579g
- ✦ Microsoft Windows HoloLens-OS angetrieben von einem Intel Prozessor mit TPM 2.0 Unterstützung sowie einem eigenentwickeltem Holografie Prozessor
- ✦ 64GB Flash / 2GB Ram
- ✦ Interner Akku, aufladbar per micro USB
- ✦ Holografische Linsen (Waveguides)
- ✦ 2HD 16:9
- ✦ 4 Mikrofone
- ✦ Zugriff auf 4 Umgebungs-gesteuerten Kameras und einer Tiefenschärfenkamera
- ✦ Mixed Reality Capture (Aufnahme) Funktion
- ✦ Ambiente Lichtsensor
- ✦ Sprachunterstützung
- ✦ Gestenerkennung
- ✦ Blickverfolgung
- ✦ Räumlicher Klang
- ✦ WiFi 802.11ac
- ✦ Bluetooth 4.1 LE
- ✦ Lüfterlos

ADE Vertriebs GmbH
Gewerbepark 5
D-52388 Nörvenich
Tel. +49 (0) 2426-900 00 1
Fax +49 (0) 2426-900 00 27
E-Mail: info@ade-vertrieb.de
www.a-d-e.de



11.6 Factsheet AutoStore™

AutoStore™ -Lösungen von Kardex

Als globaler AutoStore-Partner bietet Kardex das schnellste Auftragsabwicklungssystem pro Quadratmeter auf dem Markt. AutoStore-Lösungen von Kardex definieren den Lagerbetrieb neu – sie sind branchenübergreifend einsetzbar und können Kleinteile aller Art handhaben.

AutoStore-Systeme werden von autonomen Hochgeschwindigkeitsrobotern bedient, die sich auf einem dreidimensionalen Aluminium-Raster-System (Grid) bewegen. Innerhalb des Grids werden Lagerbehälter in mehreren Reihen ohne Zwischenräume übereinandergestapelt. Unermüdet nehmen die Roboter die Behälter vom Lagerort auf, sortieren diese um und stellen sie an den direkt angekoppelten Arbeitsstationen (Ports) für Nachschub und Kommissionierung bereit. Dank des modularen Baukastenprinzips lassen sich AutoStore-Systeme schnell und einfach erweitern, ohne den laufenden Betrieb zu beeinträchtigen. Das äußerst flexible Grid-System maximiert die Lagerdichte und ermöglicht im Vergleich zur herkömmlichen manuellen Lagerhaltung die vierfache Kapazität bei gleicher Stellfläche. Mit einer durchschnittlichen Verfügbarkeit von 99,6 % ist AutoStore das effizienteste und zuverlässigste Lagersystem der Welt.

Maximale
Raumeffizienz

Skalierbar &
zukunfts-
sicher

Schnellste
Auftrags-
abwicklung

AutoStore™ und die AutoStore™-Logos sind eingetragene Marken der AutoStore AS.

2



Anwendungsbereiche

Auftragsabwicklung im E-Commerce

Von Same Day Delivery über individualisierte Produkte bis hin zu stressfreien Rücksendungen – viele Onlinehändler haben große Schwierigkeiten, mit den heutigen Kundenerwartungen Schritt zu halten. Die Investition in eine maßgeschneiderte AutoStore-Lösung hat bereits zahlreichen Onlinehändlern dazu verholfen, erfolgreich zu wachsen und einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu erzielen.

Just-in-Time-Belieferung von Produktionslinien

Um veränderten Kundenanforderungen jederzeit gerecht zu werden, müssen produzierende Unternehmen in der heutigen Zeit eine stetig wachsende Bandbreite an Einzelteilen bevorzugen. Mit seiner hohen Lagerdichte stellt AutoStore die auftragsbezogene Just-in-Time-Versorgung von Produktionslinien sicher.

Micro-Fulfillment-Lösungen

Ein Hinterzimmer im Ladengeschäft, die zentrale Verkaufsfläche oder eine kleine Ecke im Lager – ganz gleich welchen Ort Sie bevorzugen, dank der hochverdichteten Lagerung ist AutoStore kompakt genug, um fast überall Platz zu finden. Mit der innovativen Lagertechnologie kann nicht nur das Produktsortiment im Ladengeschäft erweitert, sondern auch ein besonderes Einkaufserlebnis geschaffen werden.

3



Behältermaße und Zuladung

Außenmaße (L × B)	649 mm × 449 mm
Innenmaße (L × B)	603 mm × 403 mm
Max. Zuladung	30 kg






AutoStore-Behälter sind in den drei nachfolgenden Höhen erhältlich

Außenmaß	425 mm / 330 mm / 220 mm
Innenmaß	404 mm / 312 mm / 202 mm
Max. Stapelhöhe	14 Behälter / 16 Behälter / 24 Behälter

 Erfahren Sie hier mehr über AutoStore

4

Komponenten

- 
Behälter
 - In Hart-Polyethylen (HDPE) oder ESD-Ausführung erhältlich
 - Lassen sich in bis zu 32 Fächer unterteilen
- 
Grid
 - Hält die Behälterstapel an Ort und Stelle & dient den Robotern als Fahrachse
 - Kann annähernd jede geometrische Form & Größe annehmen
- 
Roboter
 - Arbeiten 24/7, selbst in Dunkelheit & laden ihre Batterien automatisch wieder auf
 - Fällt ein Roboter aus, übernimmt ein anderer seine Aufgaben
- 
Ports (Arbeitsstationen)
 - Unterscheiden sich hinsichtlich Funktionen & Geschwindigkeit
 - Wechseln auf Knopfdruck zwischen Nachschub & Kommissionierung
- 
Controller
 - Kommandozentrale, Verkehrssteuerung & Datenbankverwaltung
 - Physische Schnittstelle zum Kunden-Netzwerk

5

Ergänzende Technologien

AutoStore-Systeme von Kardex können entweder als Einzellösung installiert oder in ein Gesamt-Logistikkonzept integriert werden. Ein maximaler Automatisierungsgrad in der Lagerlogistik ermöglicht erhebliche Effizienzsteigerungen und Einsparungspotenziale in der Auftragsabwicklung.

- 
Fördertechnikkomponenten
 - AutoStore-Ports lassen sich problemlos an Leichtgutförderer anbinden
 - Reibungsloser Übergang zu Subsystemen (z.B. automatische Kartonaufrichter & -verschieber, Etikettierer, Palettiermaschinen, FTS & AMR)
- 
Pick-and-Place-Roboter
 - AutoStore-Ports können vollautomatisch durch integrierte Roboter bedient werden
 - Arbeiten mit verschiedenen AutoStore-Prozessen, inkl. Pick-to-Tote, Pick-to-Belt, Pick-to-Pallet, Konsolidierung & Nachschub
- 
Software
 - Modulare und maßgeschneiderte Softwarelösungen
 - Integriert in bestehende Prozessumgebungen oder als übergeordnete Steuerungssoftware

6



Warum AutoStore von Kardex?

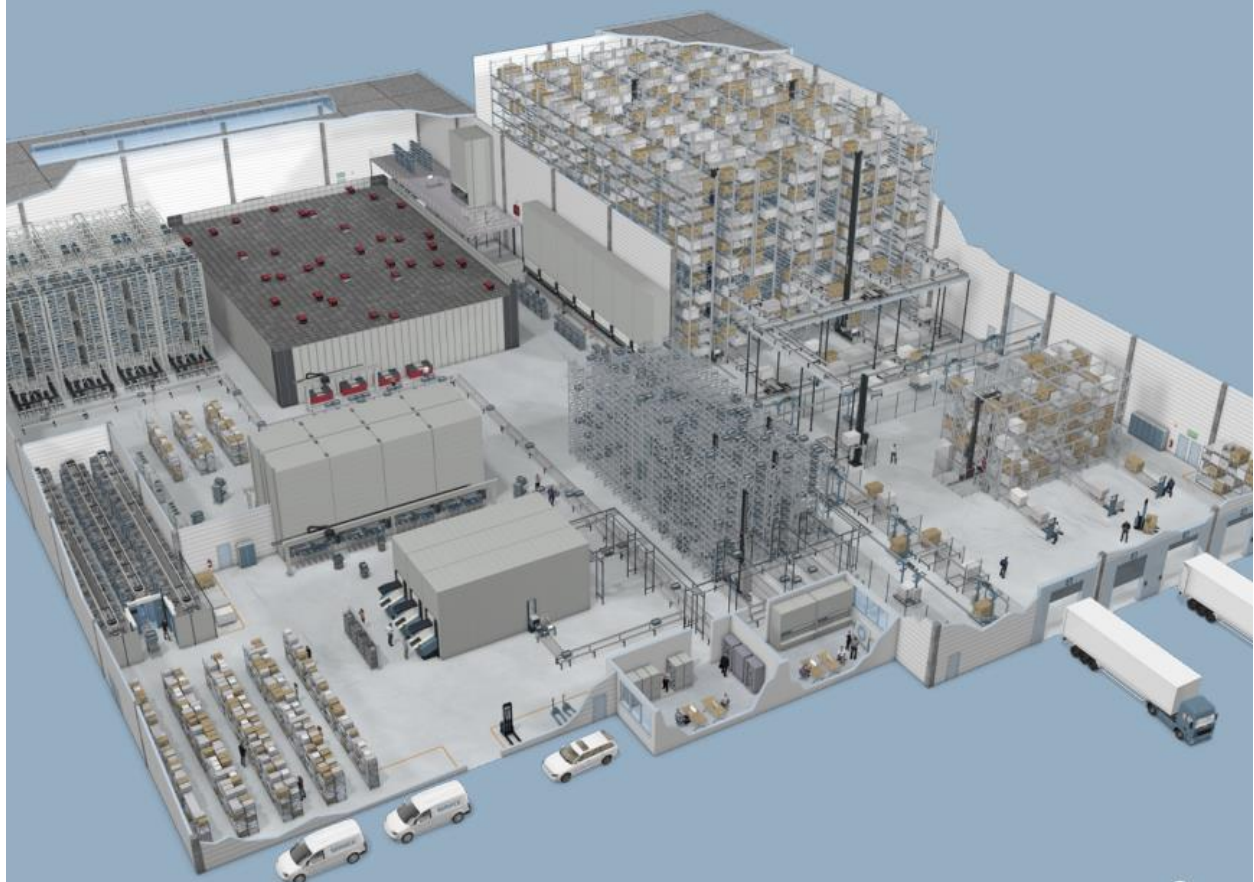
Als weltweit agierender Industrie-Partner für Intralogistik-Lösungen und führender Anbieter von automatisierten Lagerlösungen und Materialflusssystemen ist Kardex der ideale Partner an Ihrer Seite. Unser spezialisiertes AutoStore-Team verfügt über langjährige Erfahrung in der Planung und Umsetzung maßgeschneiderter AutoStore-Lösungen in den unterschiedlichsten Branchen. Unsere Lösungen verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz, um die Erwartungen und Ziele unserer Kunden zu übertreffen.

Wir kombinieren unterschiedliche Technologien und integrieren innovative Intralogistik-Komplettlösungen – dabei können wir alle erforderlichen Leistungen aus einer Hand erbringen. Unser globales Service- und Support-Netzwerk gewährleistet eine fachkundige und zuverlässige Unterstützung über den gesamten Lebenszyklus Ihres AutoStore-Systems, selbst an den entlegensten Standorten. Denn Kardex ist immer in Ihrer Nähe – weltweit.

7

Smart Intralogistics Solutions

Kardex bietet ein Produktportfolio von A bis Z, das die Anforderungen unterschiedlichster Branchen erfüllt. Von innovativen Lösungen für das alltägliche Handling von Behältern und Paletten, über die Lagerung in kontrollierten Umgebungen, bis hin zu vollintegrierten automatisierten Lagerlösungen und Materialflusssystemen. Vom ersten Tag an unterstützt das Life Cycle Service Team bei der Projektumsetzung, Wartung und Optimierung aller Kardex Lösungen weltweit.



kardex.com

8101-DE-2110

12 Anhang

12.1 Projektstatusberichte

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 25.03.24 – 01.04.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.				Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csontos
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand <ul style="list-style-type: none"> Inhaltsverzeichnis erstellt Ausgangslage wurde beschrieben Pflichtenheft eingefügt Projektinitialisierung abgeschlossen Projektplanung in Arbeit 25% 			Was läuft gut? <ul style="list-style-type: none"> Guter Arbeitsfluss Über Ostern eine Pause eingelegt Was läuft nicht gut? <ul style="list-style-type: none"> Bis jetzt läuft alles gut 		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Projektplanung abgeschlossen. Beginn mit Projektrealisierung.					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 02.04.24 – 08.04.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.				Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csontos
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand <ul style="list-style-type: none"> Ist-Analyse bei 35% Kommunikationsplan wurde erstellt Pflichtenheft eingefügt Projektrealisierung gestartet Projektplanung in Arbeit 75% 			Was läuft gut? <ul style="list-style-type: none"> Dokumentation erstellen IST-Analyse Was läuft nicht gut? <ul style="list-style-type: none"> Richtofferten einholen 		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen IST-Analyse abgeschlossen. Beginn mit Kreativitäts- und Priorisierungsmethode. Varianten erstellen.					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 16.04.24 – 22.04.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand • Priorisierungsmethode abgeschlossen • Variantenbildung bei 70% • Präferenzmatrix noch nicht abgeschlossen 75%			Was läuft gut? • Variantenbildung Was läuft nicht gut? – Kein Erfolg bei Richtofferten einholen. Eine andere Lösung muss her		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Beginn mit Nutzwertanalyse. Danach die präferierte Variante erarbeiten					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 09.04.24 – 15.04.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand • Ist-Analyse abgeschlossen • Kreativmethoden abgeschlossen • Beginn mit Priorisierungsmethoden und Variantenbildung • Swisslog Autostore angeschrieben wegen Richtofferte			Was läuft gut? • Dokumentation erstellen • Variantenbildung Was läuft nicht gut? – Richtofferten einholen		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Priorisierungsmethode abgeschlossen. Varianten bilden. Beginn mit Präferenzmatrix.					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 23.04.24 – 29.04.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand • Präferenzmatrix abgeschlossen • Variantenbildung abgeschlossen • Nutzwertanalyse bei 50% • Sensitivitätsanalyse bei 25%			Was läuft gut? • Nutzwertanalyse Was läuft nicht gut?		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Vorbereiten für Risikoanalyse und SWOT-Analyse.					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 30.04.24 – 06.05.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					
Aktueller Projektstand • Nutzwertanalyse abgeschlossen • Phasenplan Annahme 75% • Kosten-Nutzen-Analyse Annahme bei 50% • SWOT-Analyse bei 50%			Was läuft gut? • Dokumentation Was läuft nicht gut?		
Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Vorbereiten für Experten inkl. Berichte. Details noch anpassen wie Quellenverzeichnis.					

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 07.05.24 – 13.05.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					

Aktueller Projektstand <ul style="list-style-type: none"> • Phasenplan Annahme abgeschlossen • Kosten-Nutzen-Analyse Annahme abgeschlossen • SWOT-Analyse abgeschlossen • Expertenberichte vorbereiten • Detailierung Dokument 	Was läuft gut? <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation Was läuft nicht gut? <ul style="list-style-type: none"> • Quellenverzeichnis erstellen
---	--

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Details noch anpassen. <u>Lessons learned</u> . Management Summary schreiben. Endphase einläuten.

Projekt: Lagersysteme CHS Montage Schneeberger AG

Statusbericht: 14.05.24 – 20.05.24

Projektleiter Vilas Tleo	Projektziele Ein Konzept zum Lagersystem für die CHS-Montage ist bis am 20. Mai 2024 18:00 ausgearbeitet und abgegeben und in KW23/24 präsentiert.		Verteiler • DL: Eduard Häusler • FE: Marcel Csatlos		
Gesamtbeurteilung	Projektverlauf 	Projektklima 	Termine 	Risiken 	Ressourcen
Tendenz					

Aktueller Projektstand <ul style="list-style-type: none"> • Lesson learned abgeschlossen • Expertenberichte abgeschlossen und umgesetzt 	Was läuft gut? <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation Was läuft nicht gut? <ul style="list-style-type: none"> • Quellenverzeichnis erstellen
---	--

Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen Abgabe 20.05.2024 18:00

12.2 Pflichtenheft Original

PFLICHTENHEFT

PFLICHTENHEFT

LAGERSYSTEM DER FIRMA SCHNEEBERGER AG



Abb. 1 Lager Werk 1

Version: 1.3

Datum: 01.03.2024

DOKUMENTVERSIONEN

Versionsnr.	Datum	Autor	Änderungsgrund / Bemerkungen
1.0	01.03.2024	Vilas Tleo	Ersterstellung
1.1	02.03.2024	Vilas Tleo	Anpassung Allgemeines
1.2	04.03.2024	Vilas Tleo	Abkürzungen hinzugefügt
1.3	10.03.2024	Vilas Tleo	Endversion

PFLICHTENHEFT

INHALT

DOKUMENTVERSIONEN	1
INHALT	2
1. Einleitung	3
1.1 Allgemeines	3
1.1.1 Ziel und Zweck dieses Dokuments	3
1.1.2 Abkürzungen	3
1.2 Verteiler und Freigabe	3
1.2.1 Verteiler für dieses Lastenheft	3
1.3 Fachexperte	3
1.4 Vorzeigetermine und Projektstatusberichte	3
1.4.1 Vorzeigetermine	3
1.4.2 Projektstatusberichte	4
2. Konzept und Rahmenbedingungen	4
2.1 Benutzer / Zielgruppe	4
2.2 Ziele des Anbieters	4
2.3 Ziele und Nutzen des Anwenders	4
2.4 Systemvoraussetzungen	4
2.5 Ressourcen	4
2.6 Gantt diagramm Ablaufplan	5
2.7 Übersicht der Meilensteine	5
2.8 Layout Werk 3	6
3. Anforderungsbeschreibung	7
3.1 SWOT	7
3.1.1 Schätzung des Aufwands	7
3.1.2 Endergebnisse und Erfolgskriterien	8
Genehmigung	10
4. Anhang	11

PFLICHTENHEFT



1. EINLEITUNG

1.1 Allgemeines

Seit über einem Jahrhundert ist **SCHNEEBERGER** ein Pionier in der Industrie für Linear- und Profilschienenführungen sowie Messsysteme für lineare Bewegungen. Mit seiner hundertjährigen Geschichte hat sich das Unternehmen als Inbegriff von Innovation, Präzision und Qualität etabliert. Das umfangreiche Portfolio von **SCHNEEBERGER** umfasst Linearführungen, Messsysteme, Zahnstangen, Hochleistung-Kugelgewinde, Mineralguss und hochpräzise Positioniersysteme, die in einer Vielzahl von Umgebungen, einschliesslich Vakuum, Anwendung finden. Durch sein globales Vertriebsnetzwerk und die hingebungsvollen, kundenorientierten Mitarbeiter hebt sich **SCHNEEBERGER** als Weltmarktführer in verschiedenen Applikationsfeldern hervor, darunter Werkzeugmaschinen, Halbleiterindustrie, Medizintechnik, Bio-Science und Robotik.

1.1.1 Ziel und Zweck dieses Dokuments

Dieses Dokument dient ausschliesslich zur Diplomarbeit und darf nicht für andere Zwecke verwendet oder an Dritte weitergegeben werden ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Autors.

Dieses Pflichtenheft hat zum Ziel, durch die Verringerung von Fehlern und deren Kosten sowie durch die Minimierung der Rüstzeiten in der Montage einen signifikanten Mehrwert zu generieren. Weiterhin strebt es an, mittels einer sorgfältig durchgeführten Machbarkeitsstudie eine fundierte Entscheidungsgrundlage für das Projektmanagement zu schaffen.

1.1.2 Abkürzungen

PL – Projektleiter	TL – Teamleiter
FE – Fachexperte	DL – Diplomehrer
AL – Abteilungsleiter	MA – Mitarbeiter

1.2 Verteiler und Freigabe

1.2.1 Verteiler für dieses Lastenheft

Rolle	Name	Telefon	E-Mail	Beruf
Projektleiter	Vilas Tleo	078 619 22 96	vylteacup83@gmail.com	Teamleiter Montage

1.3 Fachexperte

Rolle	Name	Telefon	E-Mail	Beruf
Fachexperte	Marcel Csatlos	078 839 84 94	marcel.csatlos@plath-ag.ch	Senior Projektmanager

1.4 Vorzeigetermine und Projektstatusberichte

1.4.1 Vorzeigetermine

Der erste Vorzeigetermin findet am Montag, 08. April 2024 von 18:00 – 18:15 Uhr online mittels TEAMS statt. Der zweite Vorzeigetermin findet am Montag, 29. April 2024 von 16:30 bis ca. 16:45 Uhr online mittels TEAMS statt.

PFLICHTENHEFT

1.4.2 Projektstatusberichte

Wird jede Woche ein Statusbericht ausgefüllt.

2. KONZEPT UND RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 Benutzer / Zielgruppe

Die Zielgruppe sind die Mitarbeiter des Bereichs CHS-Systeme Lager bei der Schneeberger AG.

2.2 Ziele des Anbieters

Es wird aufgezeigt, was es für Möglichkeiten gibt für das Lagerkonzept / Lagersystem, um die Prozesse einfacher und flüssiger zu gestalten und die Fehler zu minimieren.

2.3 Ziele und Nutzen des Anwenders

Die Anwender können mit dem neuen Lagerkonzept/Lagersystem ihre Tagesabläufe vereinfachen. Das Material kann besser getrackt werden mit dem Rüstscanner und die Prozesse sind mit der präferierten Variante klar definiert. Der Rüstprozess wird mit optischen und funktionellen Hilfsmittel aufgezeigt.

2.4 Systemvoraussetzungen

Die technischen und räumlichen Voraussetzungen kommen von Werk 3. Das Layout und die allgemeinen Anschlüsse (Strom, Netzwerk, Luft) sind für die Erweiterungen vorhanden.

2.5 Ressourcen

Zu Besuch bei anderen Unternehmen mit autonomen Lager- und Rüstungskonzept. Planungs-, Durchführungs-, Überarbeitungs- und Korrekturzeit. Arbeitsplatz. Finanzielle Mittel wie Bücher usw.

PFLICHTENHEFT

2.6 Gantt-Diagramm Ablaufplan

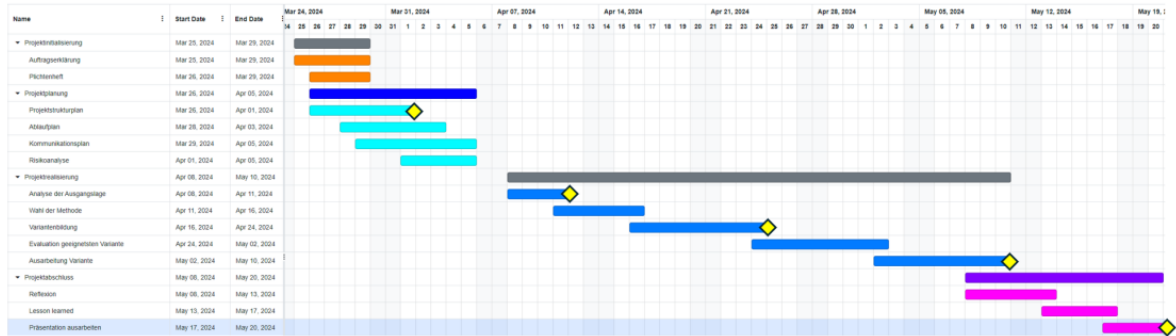


Abb. 2

2.7 Übersicht der Meilensteine

Projektplanung	
Projektstrukturplan fertiggestellt	Meilenstein 1
Projektrealisierung	
Analyse der Ausgangslage	Meilenstein 2
Variantenbildung fertiggestellt	Meilenstein 3
Präferierte Variante ausgearbeitet	Meilenstein 4
Projektabschluss	
Präsentation ausarbeiten	Meilenstein 5

PFLICHTENHEFT

2.8 Layout Werk 3

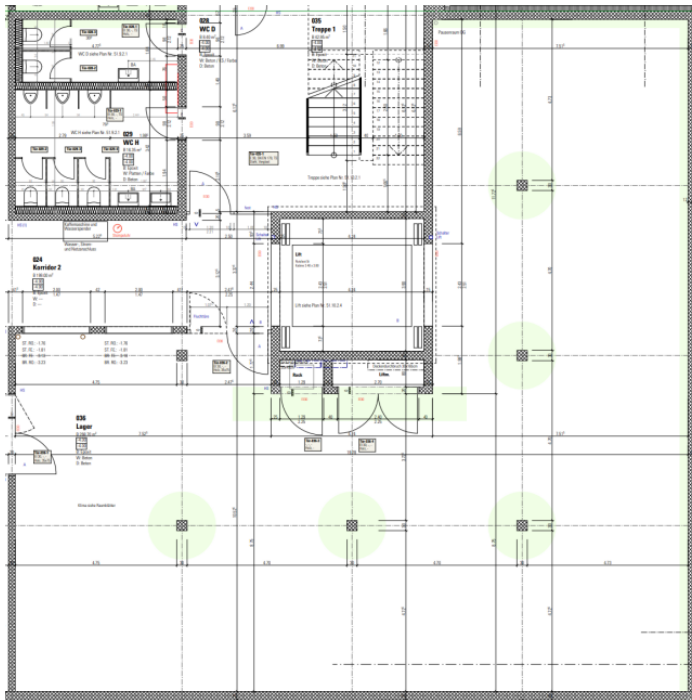
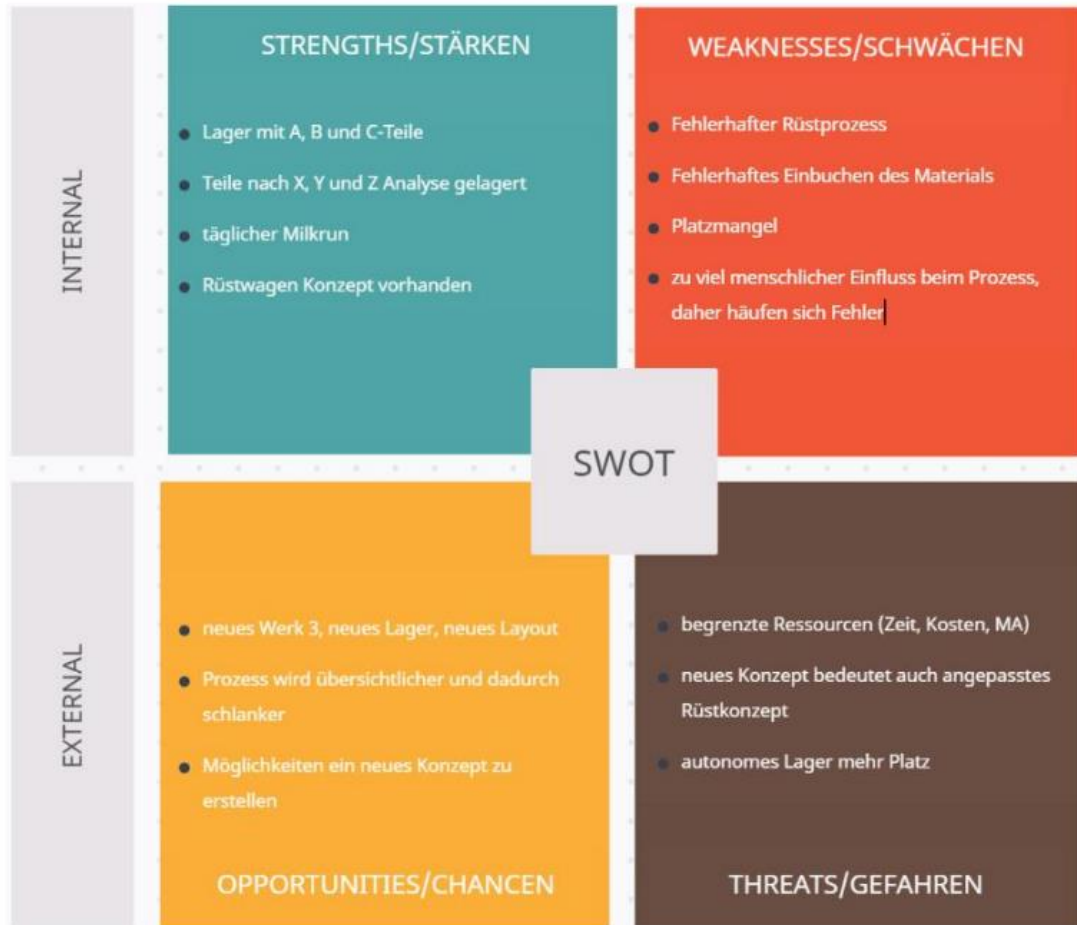


Abb. 3 Layout Werk 3 Untergeschoss Schneeberger AG

PFLICHTENHEFT

3. ANFORDERUNGSBESCHREIBUNG

3.1 SWOT



3.1.1 Schätzung des Aufwands

Der Aufwand beträgt ca. 240 Std. 8 Wochen.

PFLICHTENHEFT

3.1.2 Endergebnisse und Erfolgskriterien

Endergebnis

⇒ Endergebnis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es liegt eine schriftliche Projektdokumentation, gebunden im A4 Format sowie als PDF, über das Lagersystem bis am 20. Mai 2024 18:00 mit folgenden Inhalten vor: <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Eine Analyse des bestehenden Lagersystem und der zukünftigen Lagersystem im Werk 3 mit Erweiterungsmöglichkeiten ist durchgeführt. 1.2. Ein detaillierter Projektablaufplan inklusive Pufferzeiten sowie 5 Meilensteine für die Konzeptentwicklung ist ausgearbeitet. 1.3. Drei Lösungsvorschläge für das Lagersystem im Werk 3 sind ausgearbeitet und mit jeweils 2 A4 Seiten konzise beschrieben. 1.4. Anhand der Nutzwertanalyse und mit mindestens 8 gewichteten Bewertungskriterien werden die Varianten evaluiert sowie die Hauptvariante gefunden. 1.5. Die präferierte Variante ist im Umfang von mind. 10 A4 Seiten detailliert, mit nachfolgenden Inhalten, beschrieben: <ol style="list-style-type: none"> 1.5.1. Detaillierte Beschreibung von zehn Massnahmen bezüglich Projektauftrag. 1.5.2. Ein Phasenplan zur möglichen Projektrealisierung ist mit fünf bis zehn Phasen grafisch dargestellt. 1.5.3. Kommunikationsmassnahmen und -kanäle zur Interaktion zwischen Stakeholdern und den weiteren Betroffenen sind ausgearbeitet. 1.5.4. Ein kreatives Finanzierungsmodell der Angebote und Massnahmen ist ausgearbeitet sowie mit einer Kosten-Nutzen-Analyse begründet. 2. Ein Expertenteam bestehend aus 2 Experten, hat das Konzept auf Machbarkeit und Akzeptanz überprüft und ein schriftliches Feedback abgegeben. 3. Die Projektergebnisse sind in Form einer 12-minütigen Präsentation den Entscheidungsträgern vorgestellt.
---------------	---

Abb. 4

PFLICHTENHEFT

Erfolgskriterien

⇒ Erfolgskriterien	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Dokumentation entspricht den geforderten Richtlinien und ist ohne zeitlichen Verzug dem Verantwortlichen abgegeben. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Die Zielformulierung wurde gemäss SMART-Formel detailliert erstellt. 1.2. Das Projekt wurde durch eine Risikoanalyse als realistisch befunden. 1.3. Für die Erarbeitung der Varianten müssen keine weiteren Informationen eingeholt und analysiert werden. 1.4. Die Varianten unterscheiden sich voneinander und es treten bei den Experten keine Verständnisfragen auf. 1.5. Die Beschreibung der präferierten Variante ist bis auf 5 Rückfragen, für die Experte verständlich. <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1. Das Expertenteam bestätigt das Potential der Massnahmen und macht maximal 3 Verbesserungsvorschläge. 1.1.2. Das Expertenteam bewertet den Phasenplan als umsetzbar und beanstanden maximal 3 Punkte 1.1.3. Vom Expertenteam werden nicht mehr als zwei Verbesserungsmassnahmen zum Kommunikationsvorschlag gemacht. 1.1.4. Das Expertenteam bestätigt, dass die Finanzierung der Angebote und Massnahmen realistisch und umsetzbar ist. 2. Aus dem Expertenbericht können konkrete Massnahmen zur Überarbeitung des Konzeptes abgeleitet werden. 3. Das Projekt/Konzept wurde nach den vorgegebenen Kriterien vorgestellt und wird von den Zuhörern verstanden, so dass nur drei Verständnisfragen gestellt werden müssen. Die Präsentationszeit von 12 min. wird mit einer Toleranz +/- 1Min nicht überschritten. 4. <u>Lesson learned</u> aufzeigen.
--------------------	--

Abb. 5

PFLICHTENHEFT

GENEHMIGUNG

Die Genehmigung erfolgt...

Datum:

22. März 2024

Unterschrift Fachexperte:

PLATH GmbH
Digitally signed by
PLATH GmbH
Date: 2024.03.22
13:23:51 +01'00'

Marcel Csatlos FE

Unterschrift Projektleiter:

Vilas Tleo

Digital unterschrieben von Vilas Tleo
Datum: 2024.03.22 13:31:11 +01'00'

Vilas Tleo PL

Weitere Unterschriften:

PFLICHTENHEFT

4. ANHANG

Pflichtenheftvorlage:

<https://vorlage-kostenlos.de/pflichtenheft/#downloads>

Abb.1

Lager Werk 1

Abb.2

Gantt diagramm Ablaufplan <https://www.onlinegantt.com/#/gantt>

Abb.3

Layout Werk 3 Untergeschoss Schneeberger AG

Abb.4+5

Endergebnis und Erfolgskriterien aus Themeneingabe.

12.3 Bilder



Abb. 28 Bilder aus dem Lager



Abb. 29 Bilder aus dem Lager

12.4 Details zum Expertenbericht Philipp Hofer

EXPERTENBERICHT

Lagersystem Schneeberger AG

Projektbezeichnung Lagersystem Schneeberger AG CHS Montage

Projektleiter Vilas Tleo, Teamleiter allg. Montage

Erstellt am 15.05.2024

Klassifizierung: Vertraulich



Abb. 30 Titelbild aus dem Expertenbericht

1 Einleitung

1.1 Zweck dieses Dokuments

Dieses Dokument dient ausschliesslich zur Diplomarbeit und darf nicht für andere Zwecke verwendet oder an Dritte weitergegeben werden ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Autors.

Zweck dieses Dokumentes dient hierzu die Realisierbarkeit dieses Projektes zu verifizieren und durch den Experten einzuholen.

1.2 Diplomand/Projektleiter

Name:	Vilas Tleo
Position:	Teamleiter allg. Montage
Adresse:	St. Urbanstrasse 12
Ort:	4914 Roggwil (CH)
Tel:	Tel: 079 368 05 06
Mail:	vilas.tleo@schneeberger.com

1.3 Projektbeschreibung / Ziel

Es wird aufgezeigt, was es für Möglichkeiten gibt für das Lagerkonzept / Lagersystem, um die Prozesse einfacher und flüssiger zu gestalten und die Fehler zu minimieren.

2 Verbesserungen/Feedback

Sehr geehrter Herr Philipp Hofer,

vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, an dieser Umfrage teilzunehmen. Ihre Expertise ist für meine Diplomarbeit von grossem Wert. Alle Ihre Antworten werden vertraulich behandelt und ausschliesslich für akademische Zwecke verwendet.

Abb. 31 Einleitung aus dem Expertenbericht

3 Fragebogen

Wie bewerten Sie im Allgemeinen die Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte geben Sie kurz in Stichwörtern an was Ihrer Meinung nach fehlt/unklar ist.

- Die Reihenfolge der Bilder stimmen nicht ganz. Es sollte einheitlich sein. Siehe Kommissioniermethoden
- Entweder kommen die Bilder vor der Vorstellung der Methoden oder nach der Vorstellung der Methoden
-

Wie bewerten Sie die Formatierung dieser Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte könnte man Ihrer Meinung nach verbessern?

- Das Logo von der Firma fehlt in der Kopfzeile.
- Reihenfolge der Methoden in 7.4.1 sollte sich bei 7.4.2 wiederholen und kein Kreuz und Quer stattfinden
-

Wie bewerten Sie die Machbarkeit dieser Arbeit?

- ausführbar
- nicht ausführbar
- es fehlen noch Details aber ausführbar

Welche Risiken und Herausforderungen sehen Sie bei der Implementierung von der präferierten Variante?

.....
.....
.....

Abb. 32 Fragebogen aus dem Expertenbericht von Philipp Hofer

Kriterienpool

Hier wurde mittels Brainstorming alle Kriterien aufgeschrieben, die relevant sein können für ein Lagersystem. Von all denen habe ich mich dann für die 10 wichtigsten Kriterien entschieden. Die Begründung sieht man an der Auswertung bei der konzisen Beschreibung der Kriterien.

Kriterienpool (Tragen Sie hier die mittels Brainstorming gefundenen Kriterien ein)		
Schnittstellen	Produktivität	Benutzerakzeptanz
Stromverbrauch	Mobilität	Extras, Zubehör
Konnektivität	Infrastruktur	Serviceleistung
Systemabhängigkeit	Komplexität	Finanzierungsmöglichkeit
Flexibilität	Betriebssystem	Lebens- und Betriebsdauer
Preis, Kosten	Bedienung	Benutzeroberfläche
Ausbildung, Einarbeitung	Datenschutz	einfache Installation
Ergonomie	Sicherheit	Garantie
Fehlerreduktion	Bedienerfreundlich	

relevantesten Kriterien	Konzise Beschreibung des Kriteriums
Fehlerreduktion	Reduzierung von Fehlern beim Kommissionieren. Weniger Fehler gleich besser.
Kosten	Wieviel kostet das Ganze?
Benutzerakzeptanz	Wie gross ist die Akzeptanz der MA für die neue Kommissioniermethodik?
Infrastruktur	Ist es platzsparend? Braucht es eine gewisse Grösse, um es umzusetzen?
Stromverbrauch	Wie hoch ist der Stromverbrauch? Je niedriger, desto besser.
Flexibilität	Wie flexibel sind die Systeme auf Änderungen?
Ergonomie	Wie ergonomisch kann der MA die Aufträge ausführen.
Einarbeitung	Wie kurz ist die Einarbeitungs- und Ausbildungszeit für den MA?
Bedienung	Wie einfach ist die Bedienung für den MA?
Komplexität	Wie komplex ist die Installation des Systems? Je komplexer, desto schlechter.

Tabelle 6 Kriterienpool aus der Nutzwertanalysevorlage²⁶

Abb. 33 Das Kästchen Benutzerakzeptanz wird umrahmt von einem schwarzen Rahmen.

Massnahme zum Expertenbericht:

Leider kann man das nicht ändern wegen der Vorlage. Somit hat sich das erledigt.

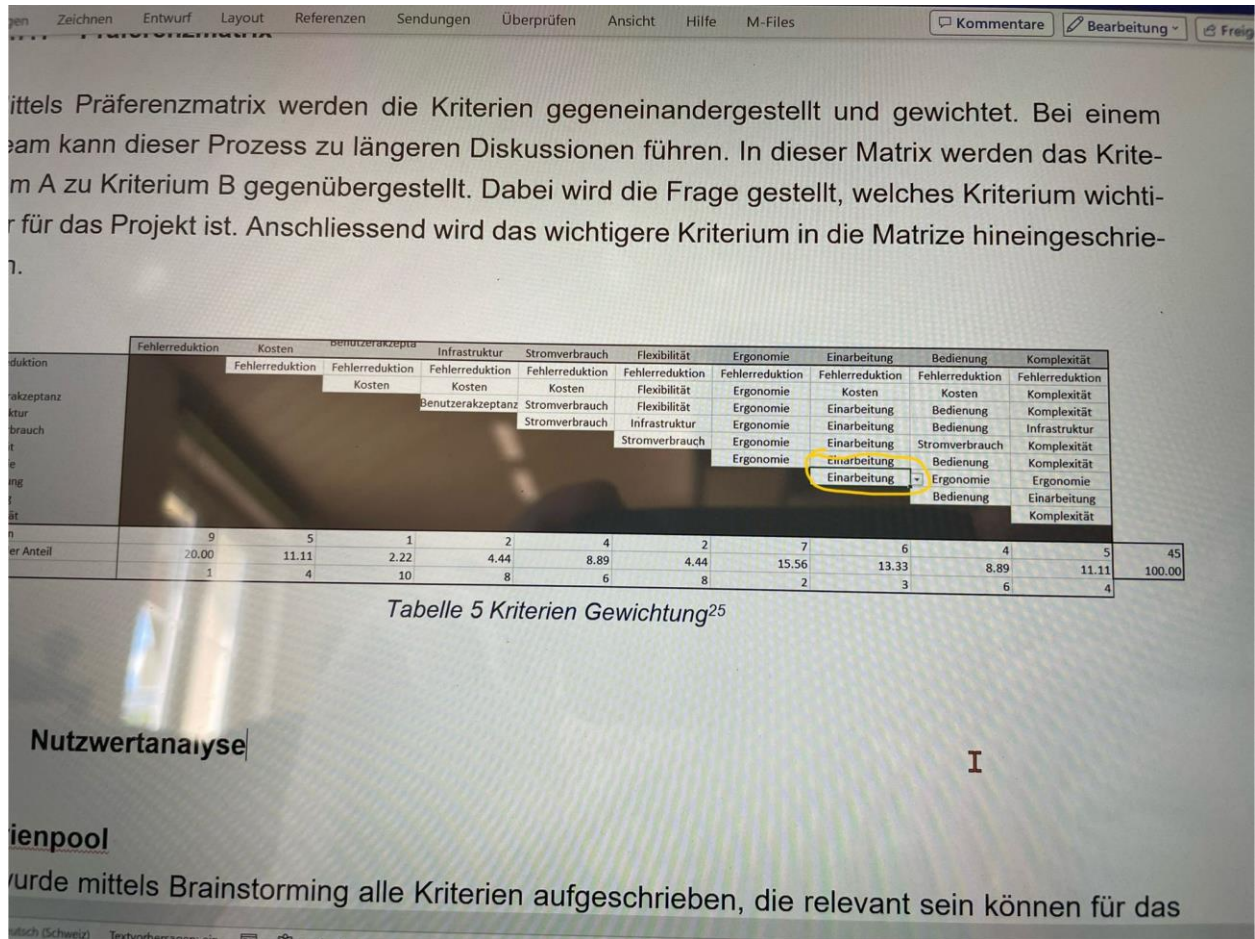


Abb. 34 Das Kästchen Einarbeitung wird umrahmt von einem schwarzen Rahmen.

Massnahme zum Expertenbericht:

Leider kann man das nicht ändern wegen der Vorlage. Somit hat sich das erledigt.

4 Abschluss

Vielen Dank für Ihre Zeit und wertvollen Beiträge. Möchten Sie noch etwas hinzufügen oder haben Sie Anmerkungen?

5 Experten

	Geschrieben	Experte 1	Experte 2
Vor- und Nachname	Vilas Tleo	Philipp Hofer	
Datum	15.05.2024	19.05.2024	

Abb. 35 Abschluss aus dem Expertenbericht

12.5 Details zum Expertenbericht David Aegerter

3 Fragebogen

Wie bewerten Sie im Allgemeinen die Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte geben Sie kurz in Stichwörtern an was Ihrer Meinung nach fehlt/unklar ist.

- Die Reihenfolge der Bilder stimmen nicht ganz. Es sollte einheitlich sein. Siehe Kommissioniermethoden
- Entweder kommen die Bilder vor der Vorstellung der Methoden oder nach der Vorstellung der Methoden
-

Wie bewerten Sie die Formatierung dieser Diplomarbeit?

- Sehr gut
- gut
- genügend
- ungenügend
- schlecht

Bitte könnte man Ihrer Meinung nach verbessern?

- Das Logo von der Firma fehlt in der Kopfzeile.
- Reihenfolge der Methoden in 7.4.1 sollte sich bei 7.4.2 wiederholen und kein Kreuz und Quer stattfinden
-

Wie bewerten Sie die Machbarkeit dieser Arbeit?

- ausführbar
- nicht ausführbar
- es fehlen noch Details aber ausführbar

Welche Risiken und Herausforderungen sehen Sie bei der Implementierung von der präferierten Variante?

.....
.....
.....

Abb. 36 Fragebogen aus den Expertenbericht von David Aegerter

4 Abschluss

Vielen Dank für Ihre Zeit und wertvollen Beiträge. Möchten Sie noch etwas hinzufügen oder haben Sie Anmerkungen?

5 Experten

	Geschrieben	Experte 1	Experte 2
Vor- und Nachname	Vilas Tleo	David Aegerter	
Datum	15.05.2024	20.05.2024	

Abb. 37 Abschluss aus den Expertenbericht von David Aegerter