

1 Lean Management

Das Lean Management besteht meist aus vielen kleinen Ideen zur Vermeidung von Verschwendungen, die gleichzeitig oder nacheinander bearbeitet werden müssen, um zu einem guten Optimierungsergebnis zu kommen. Die Ideen können beispielsweise Konstruktionsanpassungen, Losgrößenanpassungen, Arbeitsplatzumgestaltungen und SAP/ERP-Umstrukturierungen sein.

Bei der hier vorliegenden Projektarbeit handelt es sich um die Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung der Abläufe in der Logistikabteilung und der Abteilung Baugruppenmontage / anonyme Vorfertigung anhand des Beispiels Mikroskopbeleuchtung LLQ (folgend LLQ) im Unternehmen SÜSS MicroTec GmbH. Die SÜSS MicroTec GmbH stellt unter anderem Anlagen für die Produktion von Halbleitern her und vertreibt diese ansatzweise weltweit. Die genannte Mikroskopbeleuchtung wird in einigen Anlagen verbaut.

2 Projektaufgabe, Problemstellung und Vorgehensweise

Das zugrundeliegende Problem bei der SÜSS MicroTec GmbH besteht darin, dass die Baugruppe LLQ häufig in nicht ausreichender Menge vorrätig ist und daher schlimmstenfalls ad hoc hergestellt werden muss. Die LLQ gelangen permanent zu spät bzw. nie just in time an die Anlagen. Diese Verzögerungen wirken sich auf die nachfolgenden Abteilungen aus, so dass das Projektende gefährdet ist bzw. in Folgeabteilungen kürzere Bearbeitungszeiten eingehalten werden müssen. Dieses Problem soll mit der vorliegenden Projektarbeit gelöst werden. Anhand der Lösung des Problems soll ein Leitfaden erstellt werden, der bei der Lösung ähnlicher Probleme Anwendung finden soll.

Für die Lösung der Aufgabe wird zunächst der Ist-Zustand in der Logistik und der Montage der Baugruppe analysiert. Dafür werden Zeiten genommen und Spaghetti-Diagramme erstellt. Anschließend wird geschaut, wie der Montage-Arbeitsplatz so umgestaltet werden kann, dass die Montage ohne Störungen erledigt werden kann. Nach den Optimierungen in der Logistik und Montage werden Zeiten und Wege erneut überprüft, um die Verbesserungen messbar zu machen.

Die Baugruppe LLQ besteht aus den folgenden Komponenten (Abb. 2):

- Grundplatte LLQ (1)
 - Apparatedose 3POL. Stifteinsatz (2)
 - LED weiß oder rot oder grün (3)
- Führungshülse LLQ (4)
 - Zylinderschraube ISO 4762-M 2,5 x 12 -A2 (8)
 - Zylinderschraube ISO 4762-M3 x 18-A2 (9)
 - Schlitzschraube ISO 1207-M 2,5 x 12-A2 (10)
 - Gewindestift ISO 4027-M3 x 12-A2 (11)
- Aufnahme LLQ für 1 oder 2 Filter (5.1)
 - Zylinderschraube ISO 4762-M3 x 12-A2 (7)
- Aufnahme LLQ ohne Filter (5.2)
 - Zylinderschraube ISO 4762-M3 x 12-A2 (7)
 - Filter (6)
 - Grün D-12
 - Neuralfilter D-12.5
 - Filter Gelb D-12
 - Griffstopfen für Bohrung D=15 MM (12)

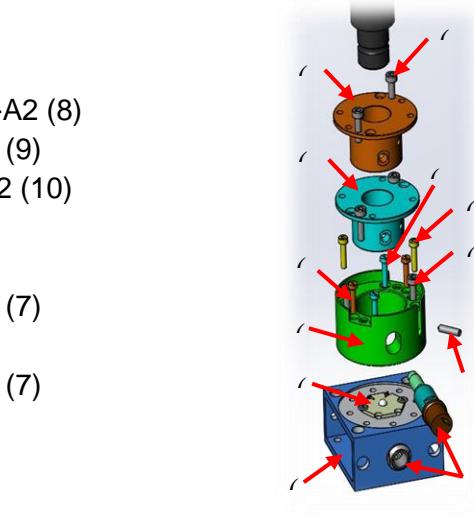


Abb. 1 - Explosions-darstellung LLQ

3 Ist-Zustand

Mit Hilfe der Daten aus SAP wird für alle LLQ-Arten zunächst eine Exceltabelle erstellt, in der von allen Einzelteilen die Lieferanten mit internen Lieferantennummern, Lieferzeiten und die dazugehörigen Preise pro Stück eingetragen werden. Gleichzeitig wird festgehalten, welche Bauteile von Zulieferern bereitgestellt werden und welche in der SÜSS MicroTec intern gefertigt werden. Anschließend werden die Lagerorte der Einzelteile der Baugruppe, welche aus der Logistik erfragt werden, ebenfalls in die genannte Excel-Datei eingefügt.

Die Gleichteilanalyse wird für alle Einzelteile aller LLQ-Arten durchgeführt. Basis sind die zuvor gesammelten technischen Zeichnungen und Strukturstücklisten. Dabei wird festgestellt, dass alle acht Baugruppen sich nur in der Unterbaugruppe LWL Adapter und in den verschiedenen Filtern unterscheiden. Die Unterbaugruppe LWL-Adapter besteht jeweils aus der Aufnahme LLQ für zwei Filter (Gelb-/Grüngelbfilter und Neutralfilter {Gaufilter}), für einen Filter (Gelbfilter) oder ohne Filter (je nach LLQ-Art unterschiedliche Ausführung).

Das Projektteam erstellt einen Einzelteilbaum auf der Grundlage der Auflösung der Unterbaugruppen. Dies dient der besseren Strukturierung und auch als Übersicht für nicht-kundige Mitarbeiter. Nach den im Rahmen der Projektarbeit durchgeföhrten Optimierungen wird ein neuer Einzelteilbaum wie folgt erstellt.

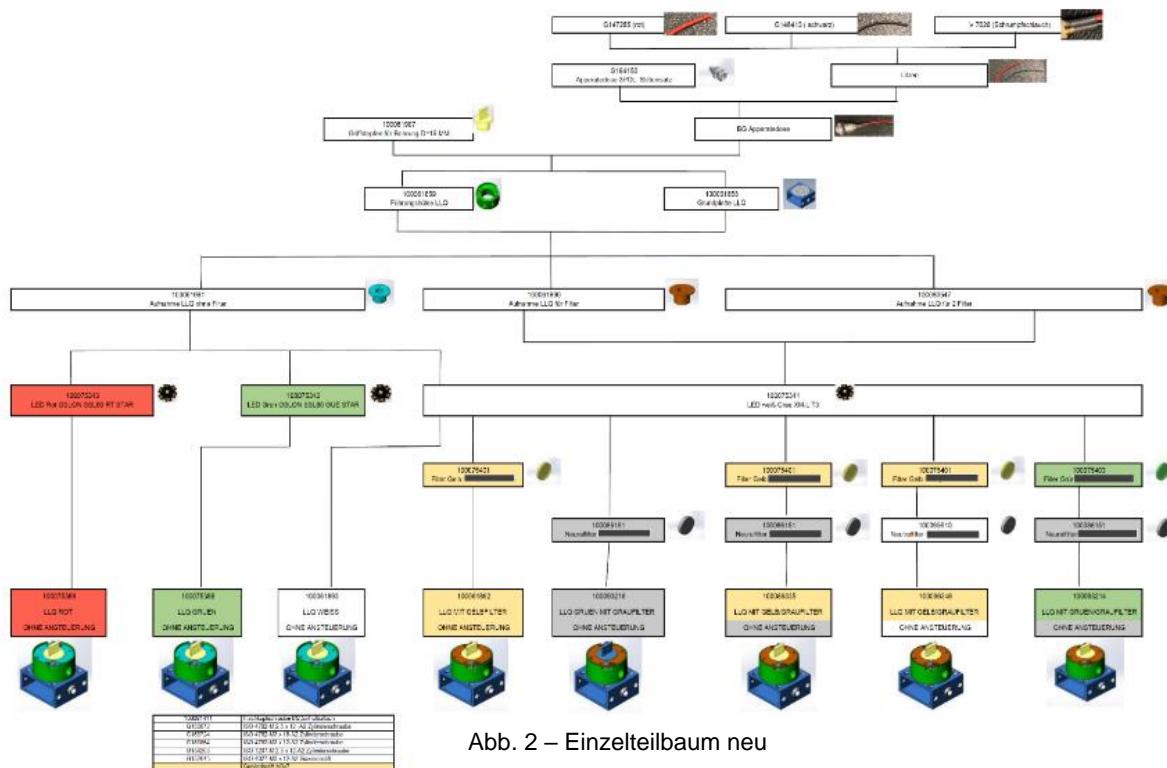


Abb. 2 – Einzelteilbaum neu

Für die Berechnung der optimalen Losgröße werden die Warenein- und -ausgänge aus dem Jahr 2021 zusammengestellt. Anhand dieser Daten erfolgt für alle acht LLQ-Varianten eine Veranschaulichung in je einem Excel-Diagramm. Die Diagramme zeigen, dass die JIT-Produktion der Baugruppe nicht funktioniert und daher eine Anpassung der Losgrößen vorgenommen werden muss.

Daraus folgt die Berechnung der optimalen Losgröße für alle acht LLQ-Varianten mit Hilfe der Andler'schen Losgrößenformel. Die Ergebnisse dienen der SÜSS MicroTec GmbH zur künftigen Steuerung der Losgrößen und können durch Multiplikation mit dem prozentualen Anstieg oder Rückgang der Produktion angepasst werden können.



Abb. 3 – Berechnung Andler'sche Losgröße

3.1 Durchlaufzeitermittlung Ist-Stand

Um den Ist-Zustand genauer darstellen zu können, werden in den Bereichen Logistik, Montage und Messstand die Durchlaufzeiten (DLZ) erfasst. Hierfür wird der Arbeitsablauf zunächst in Ablaufabschnitte unterteilt, diese werden in einer von der SÜSS MicroTec zur Verfügung gestellte Excel-Datei erfasst. In diese Datei werden anschließend alle Zeiten eingetragen. Die Zuordnung zu den verschiedenen Zeitarten, Bearbeitungszeit,

Transportzeit, Laufzeit, Wartezeit, Störzeit und der Prüfzeit erfolgt aufgrund der Vorgaben der SÜSS MicroTec.¹ Das Projektteam zeichnet die Laufwege in die zur Verfügung gestellten Layoutpläne als Spaghetti-Diagramme. Diese Diagramme dienen dazu, die Wege beim Zusammenstellen der einzelnen Bauteile der LLQ in der Logistik oder während der Montage zu veranschaulichen.

3.2 Ergebnisse der Ermittlung der DLZ

3.2.1 Logistik

Mitarbeiter W.

→ 1min 41s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ

Mitarbeiter R.

→ 1min 40s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ

3.2.2 Baugruppenmontage/anonyme Vorfertigung

Mitarbeiter B.

→ 19min 52s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ

Mitarbeiter M.

→ 42min 16s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ

3.2.3 Messstand

Mitarbeiter N.

→ 9min 58s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ

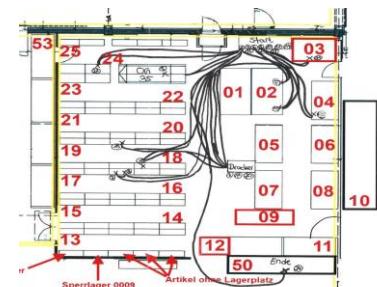


Abb. 4 – Spagetti-Diagramm Logistik - Ist

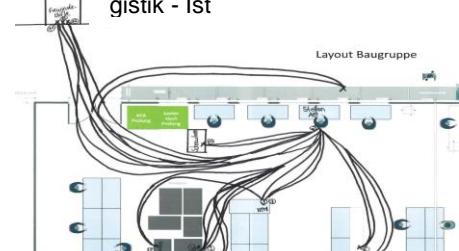


Abb. 5 – Spagetti-Diagramm Montage - Ist

4 Soll-Zustand

Um die Bearbeitungszeit der Baugruppe LLQ zu verringern, probiert das Projektteam Varianten aus, wie die Wartezeiten beim Aushärten des Klebers verringert werden können.

4.1 Versuche zu Klebekombinationen

Beim ersten Versuch wird der Kleber über eine Einspritzbohrung, die einen Durchmesser von 2,9 mm besitzt, mit einer Spritze die vorne eine Kanüle aufgesetzt bekommt, eingespritzt. Bei dem zweiten Versuch wird der UV-Kleber genau wie der Zweikomponenten-Kleber mit einem Zahnstocher aufgetragen. Beim dritten und vorletzten Klebeversuch wird vorne an die Tube des UV-Klebers eine Kanüle angebracht und der Kleber von oben in die genannte Bohrung eingespritzt. Der letzte Versuch sieht in der Bohrung Klebetaschen vor. Das Projektteam sieht die Versuche mit UV-Kleber als gescheitert an, da dieser nicht die nötige Viskosität besitzt, um entsprechend der Anforderungen aufgetragen zu werden.

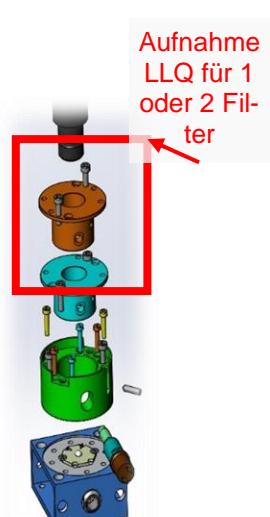


Abb. 6 - Explosionsdarstellung

¹Vgl. www.refa-institut.de/verschwendungen-im-arbeitssystem-der-ursache-auf-der-spur/

4.1.1 Versuche zu Schraubkombinationen

Einige Bohrversuche zeigen, dass eine Bohrung, die in einem Winkel von 8° angebracht wird die passendste ist, um mit Hilfe eines Gewindestiftes den Filter in seine Position zu drücken, ohne befürchten zu müssen, dass der Abstand zu der untersten Kante der Aufnahme zu gering ist und bricht. Die Schraubversuche zeigen positive Ergebnisse und werden daher in der Baugruppenmontage der LLQ gleich angewendet.



Abb. 7 - Bohrversuche

Der Gewindestift bringt die benötigte Kraft auf, um den Filter zu halten. Ein Vorteil bei der Verwendung eines Gewindestiftes ist, dass die Filter einfacher auszutauschen sind.

4.1.2 Lösung

Die Durchführung der unterschiedlichen Tests führt zur endgültigen Lösung, einer Kombination aus der oben genannten Verschraubung und der Sicherung mit Hilfe von Zwei-Komponentenkleber. Hierfür finden die eingefrästen Klebetaschen aus den Klebeversuchen Anwendung.

4.1.3 Konstruktion „Beschwerungshilfe für Filter“

Mit Hilfe eines Montagemitarbeiters wird die Idee einer Beschwerungshilfe zur Erleichterung der Montage geboren. Eine ähnliche Vorrichtung findet bereits provisorische Anwendung in Form eines Lichtwellenleiters und zweier Scheiben. Diese provisorische Konstruktion wird angepasst und verbessert. Die Beschwerungshilfe dient dazu, dass der Filter gestützt und nach unten gedrückt wird, während der Gewindestift durch die Bohrung an die Filter geschraubt wird.

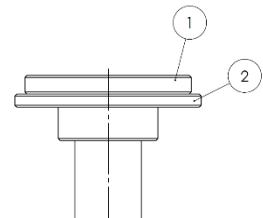


Abb. 8 – Konstruktionszeichnung

4.2 Vermeidung der Plastikverpackungen in der Montage der LLQ

Bei der Aufnahme der DLZ in der Logistik fällt auf, dass jedes Bauteil in eine Plastiktüte bzw. in mehrere Plastiktüten verpackt ist. Zur Reduzierung des Plastikmülls in der Montage entsteht die Idee einer Mehrwegverpackung. Nach Rücksprache mit dem Zulieferer kann diese auch künftig verwendet werden. Aufgrund der einfachen Fertigbarkeit entscheidet sich

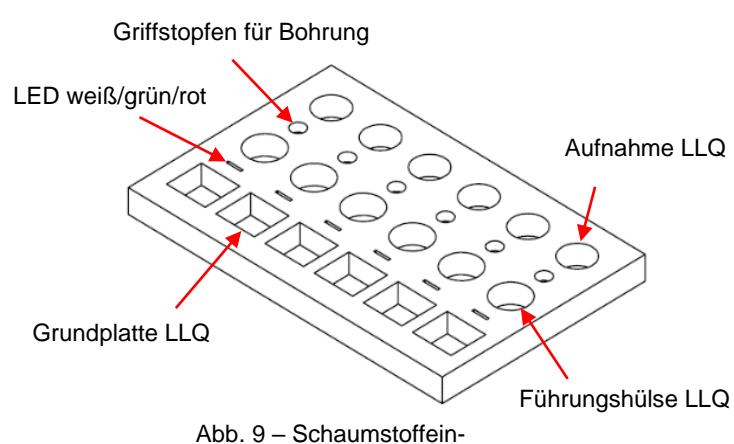


Abb. 9 – Schaumstoffeinlage Iso-Darstellung

das Projektteam für eine Schaumstoffeinlage, in der alle Teile der Baugruppe sicher transportiert werden können. Zusätzlich zu den Hauptbauteilen der LLQ werden Einbuchtungen für eigene Bauteile unter Beachtung der Arbeitsreihenfolge eingefügt.

4.3 Optimierungen in der Abteilung Logistik

Im Rahmen der Ermittlung der DLZ stellt sich heraus, dass die in der gesamten Halle verteilten Lagerplätze der Baugruppe LLQ in der Logistik optimiert werden sollen. Aufgrund verschiedener Voraussetzungen werden letztlich alle Einzelteile der Baugruppe in einem bereits vorhandenen Paternosterregal eingelagert. Die Hauptbauteile werden in einer Box in der Schaumstoffform angeliefert. In dieser Box werden sie am vorgesehenen Lagerort in der Logistik gestapelt platziert. Sobald ein neuer Auftrag generiert wird, nimmt der Logistikmitarbeiter die Schaumstoffform, geht mit dieser zum Paternosterregal und befüllt sie. Abschließend werden alle Bauteile in einen Behälter gelegt und der Montage zur Verfügung gestellt.

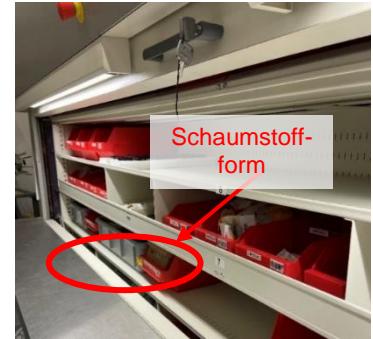


Abb. 10 - Logistik

4.4 Optimierungen des Arbeitsplatzes und Erstellung einer Arbeitsanweisung

Über ein Cardboard-Engineering entsteht in Zusammenarbeit mit den Montagemitarbeitern ein verbesserter Montagearbeitsplatz in den der Prüfplatz integriert wird. Alle benötigten Arbeitsmittel sowie einige für die Baugruppenmontage benötigte Hilfsmittel stehen direkt am Arbeitsplatz zur Verfügung. Ein schwingender Arm sorgt dafür, dass die Werkzeuge zur Verfügung stehen, ohne im Weg umzugehen. Die Werkzeuge werden in der Bearbeitungsreihenfolge im mobilen Werkzeugwagen untergebracht. Eine neu angefertigte Montageanleitung erleichtert ungeübten Mitarbeitern die Montage.

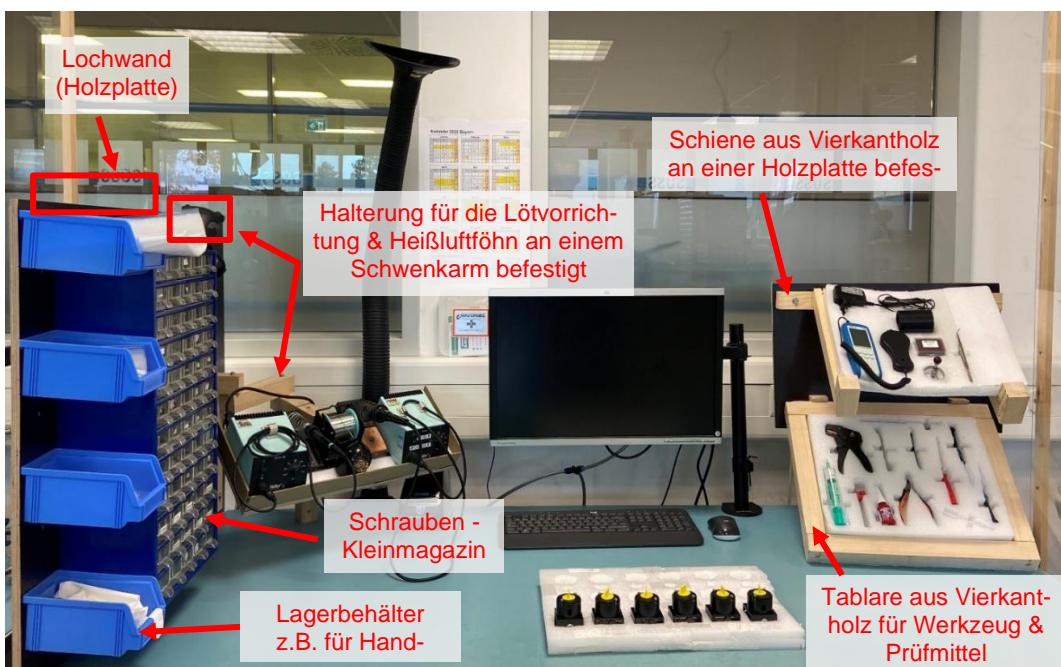


Abb. 11 – optimierter Montagearbeitsplatz inkl Prüfplatz

5 Erfassung der DLZ im Soll-Zustand

5.1 Logistik

Mitarbeiter W.

→ 2min 6s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

Mitarbeiter B.

→ 1min 26s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

Bei dem Vergleich der DLZs von Mitarbeiter R. (mit Wagen) und Mitarbeiter B. (nach Optimierungen) konnte eine Zeit von 14s eingespart werden. Dies liegt daran, dass hier die Laufwege reduziert wurden und durch die Lagerung der Einzelteile in einem Paternosterregal das Zusammenstellen der Aufträge erleichtert, sowie das Suchen der Lagerplätze minimiert wurden.

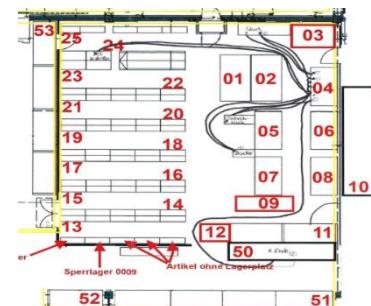


Abb. 12 – Spagetti-Diagramm Logistik Soll

5.2 Baugruppenmontage / anonyme Vorfertigung

Mitarbeiter B.

→ 8min 29s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

Mitarbeiter M.

→ 17min 54s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

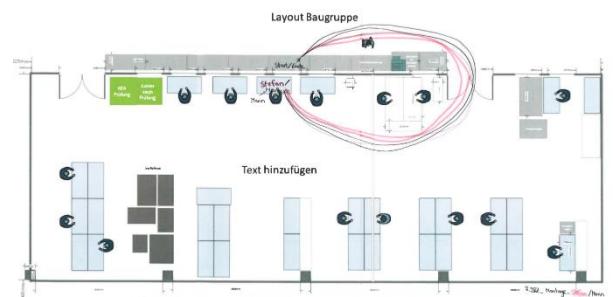


Abb. 13 – Spagetti-Diagramm Montage Soll

5.3 Messstand

Mitarbeiter B.

→ 48s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

Mitarbeiter M.

→ 44s bei einer Stückzahl von **einer** LLQ.

Hinsichtlich der Verschiebung des Messstandes wird die Prüfung zu einer in den Montageablauf integrierten Messung der LLQ. Dies spart eine Zeit für eine LLQ von 9min 14s ein.

6 Investitionsplanung & Leitfaden

Für die Freigabe der benötigten Mittel wird für die SÜSS MicroTec eine Investitionsplanung erstellt. Abschließend entsteht anhand der Erkenntnisse aus der vorliegenden Projektarbeit ein Leitfaden für zukünftige Baugruppenoptimierungen.

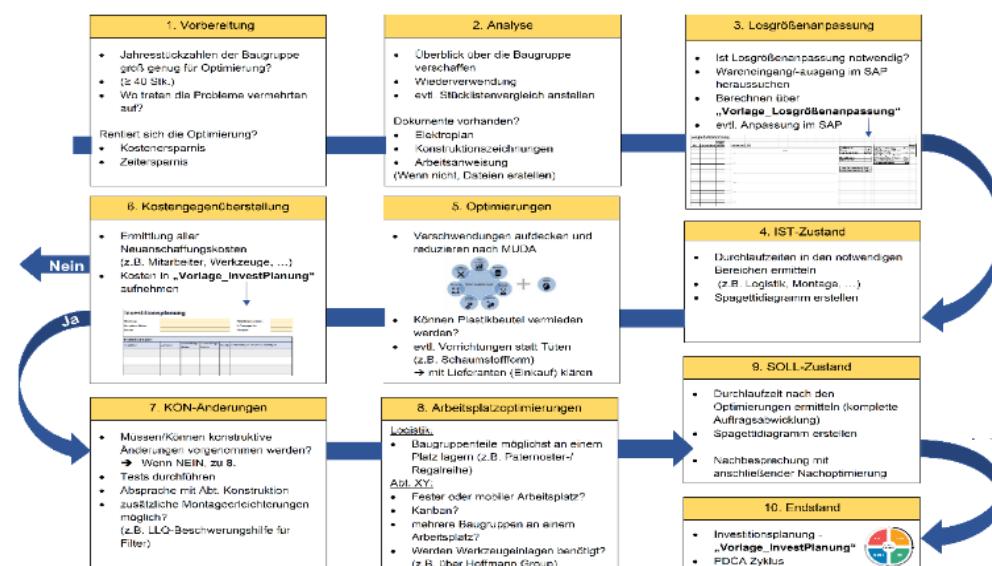


Abb. 14 - Leitfaden