



**Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten und  
Potenziale flexibler Kupferschienen im Schaltschränkbau. Bewertung von  
Wirtschaftlichkeit, Normkonformität und Auswirkungen auf die Planungs- und  
Fertigungsprozesse.**

aus dem Studiengang Elektrotechnik

an der Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim

von

**Lucas Weyland**

23.06.2025

<b>Bearbeitungszeitraum:</b>	23.06.2025 bis 15.09.2025
<b>Matrikelnummer, Kurs:</b>	3306752, TEL22AT1
<b>Unternehmen:</b>	ABB AG, Mannheim
<b>Betreuer*in im Unternehmen:</b>	Albert Lewandowski
<b>Betreuer*in an der DHBW:</b>	Margit Rechkemmer

---

Unterschrift Betreuer\*in

**Sperrvermerk**

Die vorliegende Arbeit mit dem Titel

**Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten und  
Potenziale flexibler Kupferschienen im Schaltschränkbau. Bewertung von  
Wirtschaftlichkeit, Normkonformität und Auswirkungen auf die Planungs- und  
Fertigungsprozesse.**

enthält unternehmensinterne bzw. vertrauliche Informationen der ABB AG, ist deshalb mit einem Sperrvermerk versehen und wird ausschließlich zu Prüfungszwecken im Studiengang Elektrotechnik der Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim vorgelegt.

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung der Ausbildungsstätte (ABB AG) vorliegt.

Mannheim 23.06.2025

---

Lucas Weyland

**Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

**Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten und Potenziale flexibler Kupferschienen im Schaltschränkbau. Bewertung von Wirtschaftlichkeit, Normkonformität und Auswirkungen auf die Planungs- und Fertigungsprozesse.**

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe für diese Arbeit generative KI-Tools zur Strukturierung, für Vorschläge zu Formulierungen und der Literaturrecherche verwendet. Die Verantwortung für alle Inhalte liegt bei mir. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Mannheim 23.06.2025

---

Lucas Weyland

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation .....	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit .....	1
1.3 Aufbau der Arbeit .....	1
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>2</b>
2.1 Einführung in den Schaltschrankbau .....	2
2.2 Aufbau und Funktion von Kupferschienen .....	2
2.3 Unterschied zwischen starren und flexiblen Kupferschienen .....	2
2.4 Normative Anforderungen .....	2
<b>3 Stand der Technik .....</b>	<b>3</b>
3.1 Aktuelle Verbindungstechniken im Schaltschrankbau .....	3
3.2 Einsatzbereiche flexibler Kupferschienen .....	3
3.3 Bisherige Forschung und industrielle Anwendungen .....	3
<b>4 Methodik .....</b>	<b>4</b>
4.1 Vorgehensweise zur Analyse .....	4
4.2 Verwendete Softwaretools .....	4
4.3 Kriterienkatalog für die Bewertung .....	4
<b>5 Technische Analyse .....</b>	<b>5</b>
5.1 Leitfähigkeit und Stromtragfähigkeit .....	5
5.2 Thermische Belastung und Wärmeverhalten .....	5
5.3 Mechanische Belastbarkeit und Kurzschlussfestigkeit .....	5
5.4 Kontaktierung und Montageaufwand .....	5
5.5 Platzbedarf und Flexibilität im Design .....	5
<b>6 Wirtschaftliche Bewertung .....</b>	<b>6</b>
6.1 Materialkostenvergleich .....	6
6.2 Installations- und Planungsaufwand .....	6
6.3 Auswirkungen auf Fertigungsprozesse .....	6
6.4 Wirtschaftliche Potenziale und ROI .....	6
<b>7 Fallstudie/Beispielanwendung .....</b>	<b>7</b>
7.1 Analyse eines konkreten Schaltschrankdesigns .....	7
7.2 Vergleich: bestehendes Design vs. optimiertes Design mit flexiblen Schienen .....	7
7.3 Bewertung der Ergebnisse .....	7

<b>8 Diskussion .....</b>	<b>8</b>
8.1 Zusammenfassung der technischen und wirtschaftlichen Vor- und Nachteile .	8
8.2 Grenzen und Herausforderungen beim Einsatz flexibler Kupferschienen .....	8
8.3 Optimierungspotenziale und Empfehlungen .....	8
<b>9 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>9</b>
9.1 Beantwortung der Forschungsfrage .....	9
9.2 Entscheidungshilfe für den Einsatz flexibler Kupferschienen .....	9
9.3 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen oder Forschung .....	9
<b>Literatur .....</b>	<b>a</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>b</b>
A1 ETO-Prozessdiagramm .....	b
A2 CTO-Prozessdiagramm .....	c

**Abbildungsverzeichnis****Abbildung 1 ETO-Prozessdiagramm: [1] ..... b****Abbildung 2 CTO-Prozessdiagramm: [1] ..... c**

**Abkürzungsverzeichnis**

<b>ABB</b>	Asea Brown Boveri
<b>CTO</b>	Configured to Order
<b>DC</b>	Direct Current
<b>DHBW</b>	Duale Hochschule Baden-Württemberg
<b>ETO</b>	Engineered to Order

## **1 Einleitung**

### **1.1 Motivation**

### **1.2 Zielsetzung der Arbeit**

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

## **2 Grundlagen**

**2.1 Einführung in den Schaltschrankbau**

**2.2 Aufbau und Funktion von Kupferschienen**

**2.3 Unterschied zwischen starren und flexiblen Kupferschienen**

**2.4 Normative Anforderungen**

### **3 Stand der Technik**

**3.1 Aktuelle Verbindungstechniken im Schaltschrankbau**

**3.2 Einsatzbereiche flexibler Kupferschienen**

**3.3 Bisherige Forschung und industrielle Anwendungen**

**4 Methodik****4.1 Vorgehensweise zur Analyse****4.2 Verwendete Softwaretools****4.3 Kriterienkatalog für die Bewertung**

## 5 Technische Analyse

**5.1 Leitfähigkeit und Stromtragfähigkeit**

**5.2 Thermische Belastung und Wärmeverhalten**

**5.3 Mechanische Belastbarkeit und Kurzschlussfestigkeit**

**5.4 Kontaktierung und Montageaufwand**

**5.5 Platzbedarf und Flexibilität im Design**

## **6 Wirtschaftliche Bewertung**

### **6.1 Materialkostenvergleich**

### **6.2 Installations- und Planungsaufwand**

### **6.3 Auswirkungen auf Fertigungsprozesse**

### **6.4 Wirtschaftliche Potenziale und ROI**

## **7 Fallstudie/Beispielanwendung**

### **7.1 Analyse eines konkreten Schaltschrankdesigns**

### **7.2 Vergleich: bestehendes Design vs. optimiertes Design mit flexiblen Schienen**

### **7.3 Bewertung der Ergebnisse**

## **8 Diskussion**

**8.1 Zusammenfassung der technischen und wirtschaftlichen Vor- und Nachteile**

**8.2 Grenzen und Herausforderungen beim Einsatz flexibler Kupferschienen**

**8.3 Optimierungspotenziale und Empfehlungen**

## 9 Fazit und Ausblick

### 9.1 Beantwortung der Forschungsfrage

### 9.2 Entscheidungshilfe für den Einsatz flexibler Kupferschienen

### 9.3 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen oder Forschung

#### 1. Einleitung

- Motivation und Relevanz des Themas
- Zielsetzung der Arbeit
- Aufbau der Arbeit

#### 2. Grundlagen

- Einführung in den Schaltschrankbau
- Aufbau und Funktion von Kupferschienen
- Unterschied zwischen starren und flexiblen Kupferschienen
- Normative Anforderungen (z. B. DIN, IEC)

#### 3. Stand der Technik

- Aktuelle Verbindungstechniken im Schaltschrankbau
- Einsatzbereiche flexibler Kupferschienen
- Bisherige Forschung und industrielle Anwendungen

#### 4. Methodik

- Vorgehensweise zur Analyse (z. B. Vergleichsmatrix, Simulation, Messungen)
- Verwendete Softwaretools (CREO, Inventor, E-Plan)
- Kriterienkatalog für die Bewertung (z. B. Stromtragfähigkeit, thermisches Verhalten, Wirtschaftlichkeit)

#### 5. Technische Analyse

- Leitfähigkeit und Stromtragfähigkeit
- Thermische Belastung und Wärmeverhalten
- Mechanische Belastbarkeit und Kurzschlussfestigkeit
- Kontaktierung und Montageaufwand
- Platzbedarf und Flexibilität im Design

## 6. Wirtschaftliche Bewertung

- Materialkostenvergleich
- Installations- und Planungsaufwand
- Auswirkungen auf Fertigungsprozesse
- Wirtschaftliche Potenziale und ROI

## 7. Fallstudie / Beispielanwendung

- Analyse eines konkreten Schaltschrankdesigns (z. B. DCS880-A)
- Vergleich: bestehendes Design vs. optimiertes Design mit flexiblen Schienen
- Bewertung der Ergebnisse

## 8. Diskussion

- Zusammenfassung der technischen und wirtschaftlichen Vor- und Nachteile
- Grenzen und Herausforderungen beim Einsatz flexibler Kupferschienen
- Optimierungspotenziale und Empfehlungen

## 9. Fazit und Ausblick

- Beantwortung der Forschungsfrage
- Entscheidungshilfe für den Einsatz flexibler Kupferschienen
- Ausblick auf zukünftige Entwicklungen oder Forschung

## 10. Anhang

- Zeichnungen, Tabellen, Messprotokolle
- Normen und Richtlinien
- Literaturverzeichnis

## Literatur

- [1] L. Weyland, „Eigene Darstellung“.

## Anhang

## A1 ETO-Prozessdiagramm

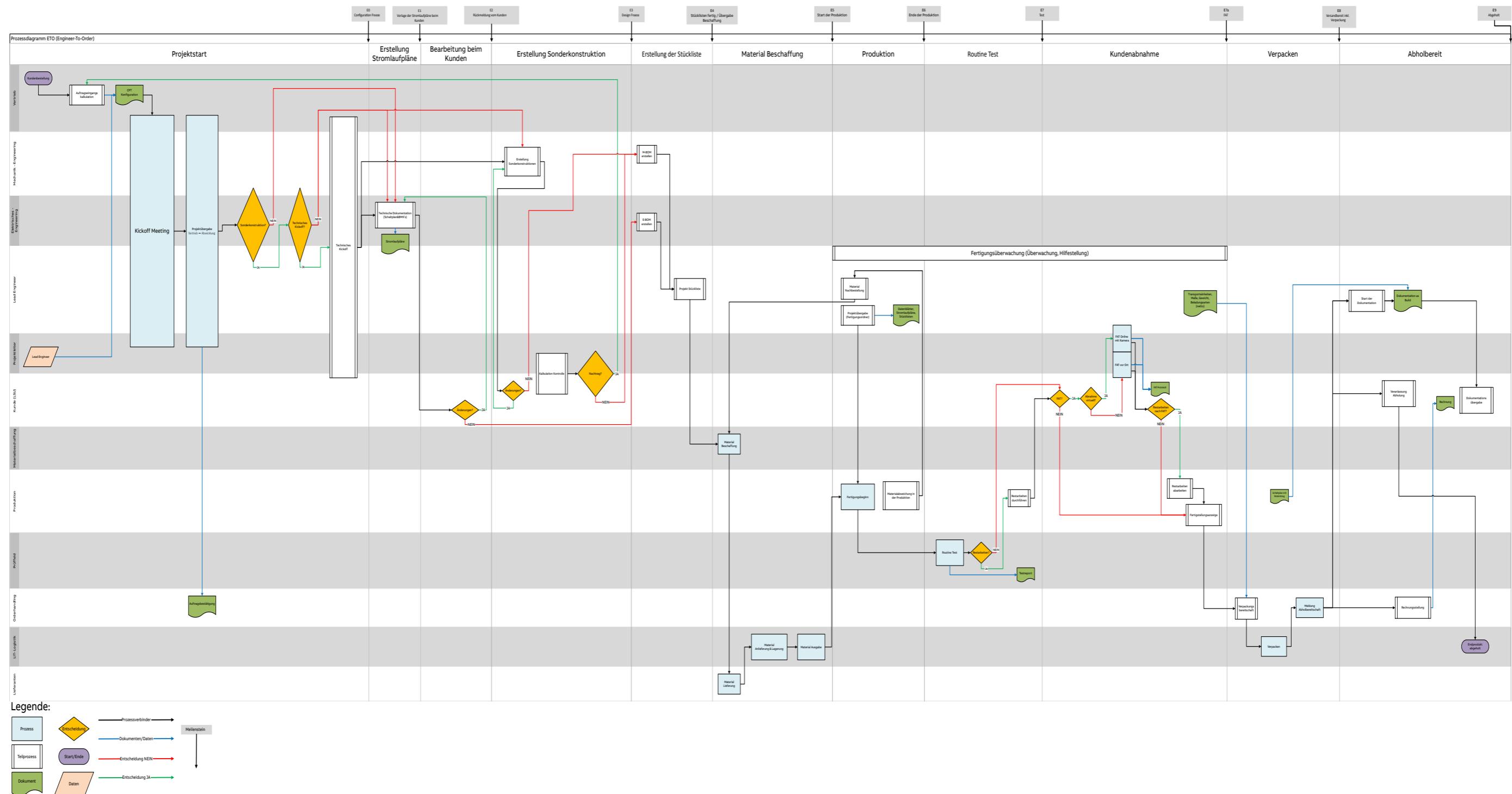


Abbildung 1 — ETO-Prozessdiagramm: [1]

## A2 CTO-Prozessdiagramm

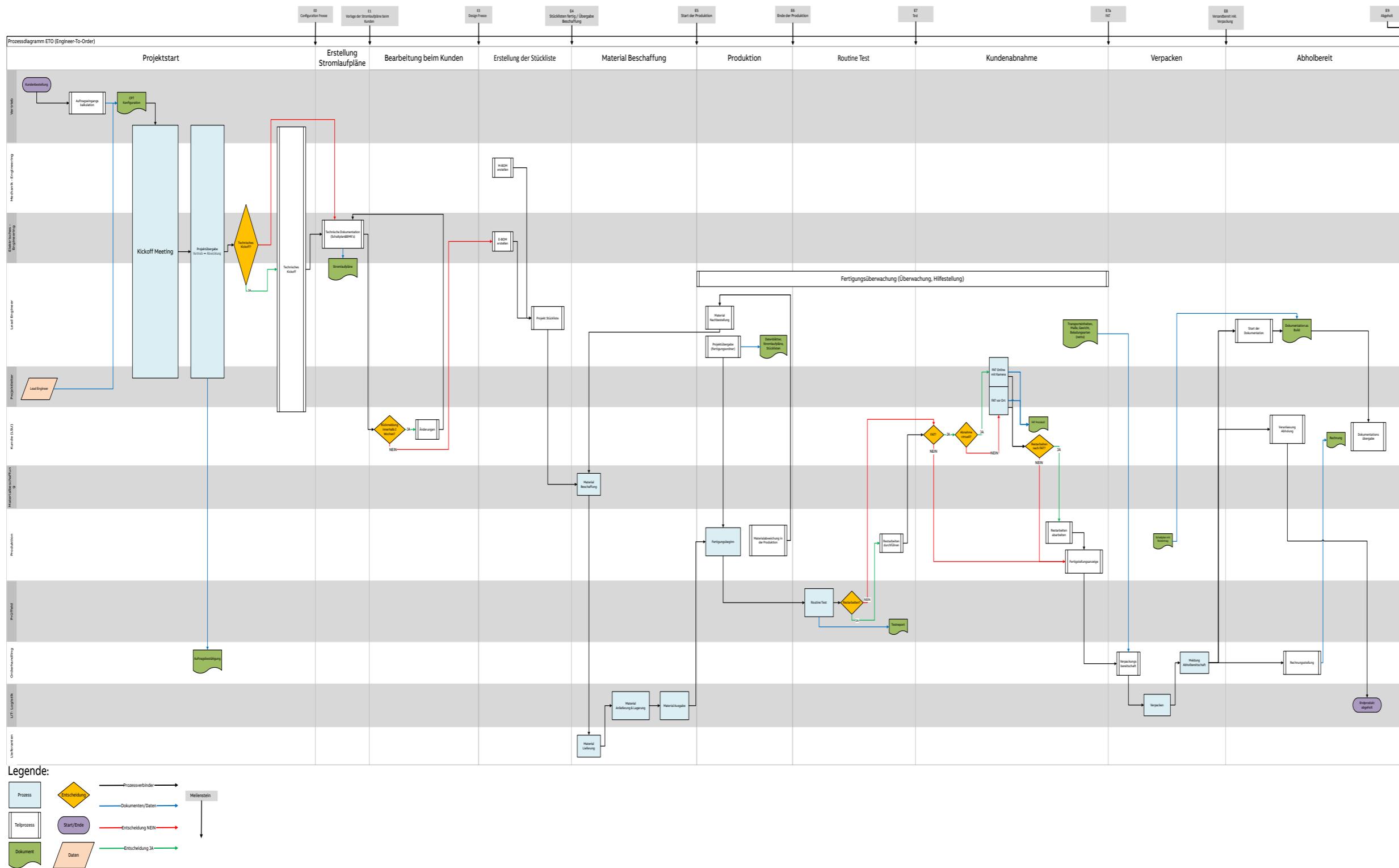


Abbildung 2 — CTO-Prozessdiagramm: [1]