

# Protokoll

Praktikum für Produktionstechnik

Im Zeitraum 11.09.2023 – 22.09.2023 an der  
Universität Augsburg

Über die Optimierung einer Produktionsstraße

Von: Al Haj Hamed Malik, Gundelwein Louis, Heizler Leo Rani, Kühnel Raphael,  
Richardt Nick, Scheyer Elias

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
1. Die 7 Arten der Verschwendung .....	4
2. Grundlagen der Zeitermittlung .....	6
3. Grundlagen der Abtaktung.....	8
4. Arbeitsplatzgestaltung .....	10
5. Logistik_LCA .....	13
6. Digitalisierter Arbeitsplatz.....	17
7. Wertstromdesign .....	20
8. Qualitätscheck mit Keyence .....	22
Fazit .....	24

# Vorwort

Im Rahmen des Praktikums im Bereich Produktionstechnik hatten wir die Gelegenheit, eine Produktionslinie zu optimieren und dabei verschiedene Aspekte der modernen Fertigungstechnologie zu untersuchen. Über einen Zeitraum von zehn Tagen haben wir uns eingehend mit den Herausforderungen und Möglichkeiten der heutigen Fertigungsindustrie befasst.

Während des Praktikums haben wir uns auf verschiedene Themen konzentriert, die mit der Optimierung von Produktionsprozessen in Zusammenhang stehen. Diese Themen umfassten die Identifizierung von Verschwendungen, die Grundlagen der Zeitermittlung, die Gestaltung von Arbeitsplätzen, das Wertstromdesign, die Logistik im Kontext einer Lebenszyklusanalyse, die Integration digitaler Technologien am Arbeitsplatz und die Gewährleistung der Qualitätskontrolle mithilfe von Keyence AI-Kameras.

Der Höhepunkt unseres Praktikums bestand darin, die optimierte Produktionslinie auf Effizienz und zeitliche Genauigkeit zu überprüfen. Dieses Protokoll dokumentiert unseren Fortschritt, die Herausforderungen, die wir bewältigt haben, sowie die Erkenntnisse, die wir gewonnen haben. Es beschreibt auch die letzten Schritte, um sicherzustellen, dass die Produktionslinie den höchsten Qualitätsstandards entspricht.

In den folgenden Abschnitten werden wir jeden Tag unseres Praktikums im Detail betrachten und die wichtigsten Erkenntnisse sowie die Fortschritte bei der Optimierung der Produktionslinie zusammenfassen. Dabei werden wir auch die Prüfung der Produktionslinie auf zeitliche Effizienz und die letzten Verbesserungen, die wir vorgenommen haben, beleuchten.

# 1. Die 7 Arten der Verschwendung

Bei unserem ersten Durchlauf der Montage mit gleichzeitiger Durchführung von Logistik, Qualitätschecks und Verpackung sind einige Herausforderungen und Verschwendungen aufgetreten, die wir genauer untersuchen müssen, um unsere Arbeitsprozesse zu optimieren.

Das Hauptproblem in unserem Montageprozess liegt bei Arbeitsplatz 2, die längeren und komplexeren Arbeitsschritte erfordert und somit den Produktionsfluss verlangsamt. Dies führt zu einem Ungleichgewicht, da Arbeitsplätze 1 und 3 überproduzieren, um mit der langsamen Arbeitsstation Schritt zu halten. Dieses Ungleichgewicht beeinträchtigt den gesamten Prozess und macht es schwieriger, genügend qualitative Endprodukte versandbereit herzustellen. Wir müssen dringend Maßnahmen ergreifen, um die Effizienz und Geschwindigkeit von Arbeitsplatz 2 zu steigern, um den gesamten Produktionsprozess zu optimieren und gleichzeitig den Qualitätscheck erfolgreich zu durchlaufen.

Im Bereich der Logistik haben wir ebenfalls einige Verschwendungen identifiziert. Insbesondere die langen Laufwege zwischen dem Lager und den Montagestationen sind ineffizient. Darüber hinaus ist die eingesetzte Technologie für den Kistentransport unzureichend, da beispielsweise nur drei Schrauben pro Kiste transportiert werden können. Des Weiteren sind die Beschriftungen und Codes auf den Kisten nicht eindeutig identifizierbar und lassen sich nur schwer den gewünschten Teilen zuordnen. Hier müssen wir dringend unsere Logistikprozesse überarbeiten, um Zeit und Ressourcen zu sparen.

Der Qualitätscheck und die Verpackung weisen ebenfalls Verschwendungen auf. Die Wege zum Drucker sind zu lang, was Zeitverluste mit sich bringt. Zudem ist die eingesetzte Technologie für den Qualitätscheck ungünstig, da der PC weder eine Maus noch eine Tastatur enthält und die Benutzung äußerst umständlich ist. Hier müssen wir eine Lösung finden, um den Qualitätscheck/Verpackung -prozess zu beschleunigen.

<i>Ort/Arbeitsplatz</i>	<i>Art der Verschwendung</i>
<i>AP1 (Monteur)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überproduktion</li> </ul>
<i>AP2 (Monteur)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkte haben lange Liegezeiten, da lange und komplexe Arbeitsschritte</li> <li>• Prozess-Überschuss: Spaltmaße müssen eingehalten werden, aber der Prozess darf trotzdem nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen</li> </ul>
<i>AP3 (Monteur)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wartet auf AP2, um das Endprodukt fertigstellen zu können</li> <li>• → Überschuss/-produktion von Lampen</li> </ul>
<i>Logistik</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lange Laufwege zum Lager</li> <li>• falsche Technologie (Kistentransport sehr ineffizient, z.B. nur 3 Schrauben pro Kiste erlaubt)</li> </ul>
<i>Qualitätscheck + Verpackung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• langer Laufweg zum Drucker</li> <li>• falsche Technologie (weder Maus noch Tastatur sind vorhanden)</li> <li>• Herstellungsfehler: bei Fehler lohnt sich die Nacharbeit, da AP1 und AP3 meist viel vorarbeiten und somit Puffer haben um Herstellungsfehler zu beseitigen</li> </ul>

Insgesamt zeigt der erst Lauf der Montage mit Logistik, Qualitätscheck und Versand, dass wir noch einige Schwachstellen in unserem Produktionsprozess haben, die optimiert werden müssen, um eine schnelle und qualitative Produktion sicherzustellen und gleichzeitig Verschwendungen zu minimieren, was die Gesamteffizienz erhöhen wird.

## 2. Grundlagen der Zeitermittlung

Die Zeitermittlung wurde mithilfe des MTM-Verfahrens (Methods Time Measurement) durchgeführt, wobei eine systematische Arbeitsvorbereitung basierend auf dem jeweiligen Erzeugnis und eine gründliche Analyse des Arbeitsablaufs erforderlich waren. Die folgende MTM-Analyse wurde speziell am Arbeitsplatz 3 durchgeführt, wo der Vorgang darin bestand, eine Lampe zu bauen.

MTM-Analyse (Lampe):

	Nr.	Bezeichnung	Code	TMU	A x H	Gesamt TMU	Messung [s]
Solarpanel	1	90° Drehung ohne Gewicht	T-S	5,4	1x	5,4	4,4
	2	Hinlangen aus 60 cm Entfernung	R-A 60	14,7	1x	14,7	
	3	Greifen	G1A	2,0	1x	2,0	
	4	90° Drehung mit Gewicht	T-M	8,5	1x	8,5	
	5	Bringen von 60 cm Entfernung	M-A 60	22,1	1x	22,1	
	6	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0	
Dichtungsring	7	90° Drehung ohne Gewicht	T-S	5,4	1x	5,4	5,7
	8	Hinlangen aus 50 cm Entfernung	R-A 50	13,0	1x	13,0	
	9	Greifen	G1A	2,0	1x	2,0	
	10	90° Drehung mit Gewicht	T-M	8,5	1x	8,5	
	11	Bringen von 60 cm Entfernung	M-A 60	22,1	1x	22,1	
	12	Leichtes Fügen mit leichtem Druck	P2S E	16,2	1x	16,2	
Linse	13	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0	5,1
	14	90° Drehung ohne Gewicht	T-S	5,4	1x	5,4	
	15	Hinlangen aus 70 cm Entfernung	R-A 70	16,5	1x	16,5	
	16	Greifen	G1A	2,0	1x	2,0	
	17	90° Drehung mit Gewicht	T-M	8,5	1x	8,5	
	18	Bringen von 60 cm Entfernung	M-A 60	22,1	1x	22,1	
Abdeckung	19	Leichtes Fügen mit leichtem Druck	P2S E	16,2	1x	16,2	8,0
	20	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0	
	21	90° Drehung ohne Gewicht	T-S	5,4	1x	5,4	
	22	Hinlangen aus 50 cm Entfernung	R-A 50	13,0	1x	13,0	
	23	Greifen	G1A	2,0	1x	2,0	
	24	90° Drehung mit Gewicht	T-M	8,5	1x	8,5	
Schrauben	25	Bringen von 60 cm Entfernung	M-A 60	22,1	1x	22,1	8,0
	26	leichtes Fügen mit leichtem Druck	P2SS E	19,7	1x	19,7	
	27	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0	
	28	90° Drehung ohne Gewicht	T-S	5,4	2x	10,8	
	29	Hinlangen aus 50 cm Entfernung	R-A 50	13,0	2x	26,0	
	30	Greifen von 3 Schrauben	G4C	12,9	2x	25,8	
	31	90° Drehung mit Gewicht	T-M	8,5	2x	17,0	
	32	Bringen der Schrauben von 20 cm Entfernung auf Tischplatte	M-A 60	9,6	2x	19,2	
	33	Loslassen	RL1	2,0	2x	4,0	
	34	Greifen	G4C	12,9	1x	12,9	
	35	Bringen einer Schraube von 20 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 20	11,7	1x	11,7	
	36	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0	
	37	Hinlangen aus 20 cm Entfernung	R-C 20	11,4	2x	22,8	

38	Greifen	G4C	12,9	2x	25,8
39	Bringen einer Schraube von 20 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 20	11,7	2x	23,4
40	Loslassen	RL1	2,0	2x	4,0
41	Hinlangen aus 26 cm Entfernung	R-C 26	13,0	2x	26,0
42	Greifen	G4C	12,9	2x	25,8
43	Bringen einer Schraube von 26 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 26	13,7	2x	27,4
44	Loslassen	RL1	2,0	2x	4,0
45	Hinlangen aus 26 cm Entfernung	R-D 26	13,0	1x	13,0
46	Greifen	G1B	3,5	1x	3,5
47	Bringen einer Schraube von 26 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 26	13,7	1x	13,7
48	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0
49	Hinlangen	R-A 60	14,7	1x	14,7
50	Greifen	G1A	2,0	1x	2,0
51	Bringen des Akkuschraubers von 60 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 60	25,2	1x	25,2
52	Schwieriges Fügen mit starkem Druck	P3SS E	52,1	1x	52,1
53	Bringen des Akkuschraubers von 10 cm Entfernung in genau bestimmte Lage	M-C 10	11,7	5x	11,7
54	Schwieriges Fügen mit starkem Druck	P3SS E	52,1	5x	260,5
55	Bringen des Akkuschraubers von 20 cm Entfernung auf Tischplatte	M-A 20	9,6	1x	9,6
56	Loslassen	RL1	2,0	1x	2,0
					967,9

Während der Analyse wurden die einzelnen Handlungsschritte in Hinblick auf das Greifen, das Bringen, das Fügen und das Loslassen des Bauteils aufgeschlüsselt. Dadurch konnte die TMU (Time Measurement Unit) für das betreffende Bauteil ermittelt werden. Die detaillierten Ergebnisse sind der entsprechenden Tabelle zu entnehmen.

Das Endergebnis dieser Zeitermittlung betrug 967,9 TMU, was einer Zeit von 34,8 Sekunden entspricht. Bemerkenswert ist, dass dieses ermittelte Ergebnis äußerst nah an dem real gemessenen Wert von 36,2 Sekunden liegt.

Außerdem wurde die Zeitermittlung für den Arbeitsplatz 1 erstellt. Dieser betrug 1104,5 TMU, was einer Zeit von 39,7 Sekunden entspricht. Auch hier weicht die Zeit kaum von der realen Zeit ab, die 38,2 Sekunden beträgt.

### 3. Grundlagen der Abtaktung

Wir haben erfolgreich den Montageprozess optimiert, um die effiziente Herstellung unseres Produkts zu gewährleisten. Ursprünglich bestand dieser Prozess aus drei verschiedenen Arbeitsplätzen.

Am ersten Arbeitsplatz wurden die Tischbeine gefertigt, indem ein 160 mm Aluminiumprofil geschickt mit einem 200 mm Aluminiumprofil, mithilfe eines Winkels, verbunden wurde. Arbeitsplatz 3 war für die Herstellung der Lampen verantwortlich, wobei es vier verschiedene Modelle gab: A, B, C1 und C2. Der komplexeste Schritt erfolgte am zweiten Arbeitsplatz. Hier wurden die Beine am Aluminiumprofil befestigt, eine Holzplatte dazwischen gespannt und die offene Seite der Holzplatte mit einem weiteren Aluminiumprofil verschlossen. Zusätzlich wurden zwei weitere Beine mithilfe eines Winkels am Tisch angebracht.

Es war deutlich erkennbar, dass Arbeitsschritt 2 der zeitaufwendigste war, was dazu führte, dass Arbeitsplatz 1 und 3 überproduzierten, während Arbeitsplatz 2 nicht mithalten konnte. Dies hatte zur Folge, dass die Gesamtproduktion begrenzt war.

Um diese Problematik zu bewältigen, haben wir die Aufgaben neu verteilt, um sicherzustellen, dass alle drei Arbeitsplätze gleichmäßig belastet waren.

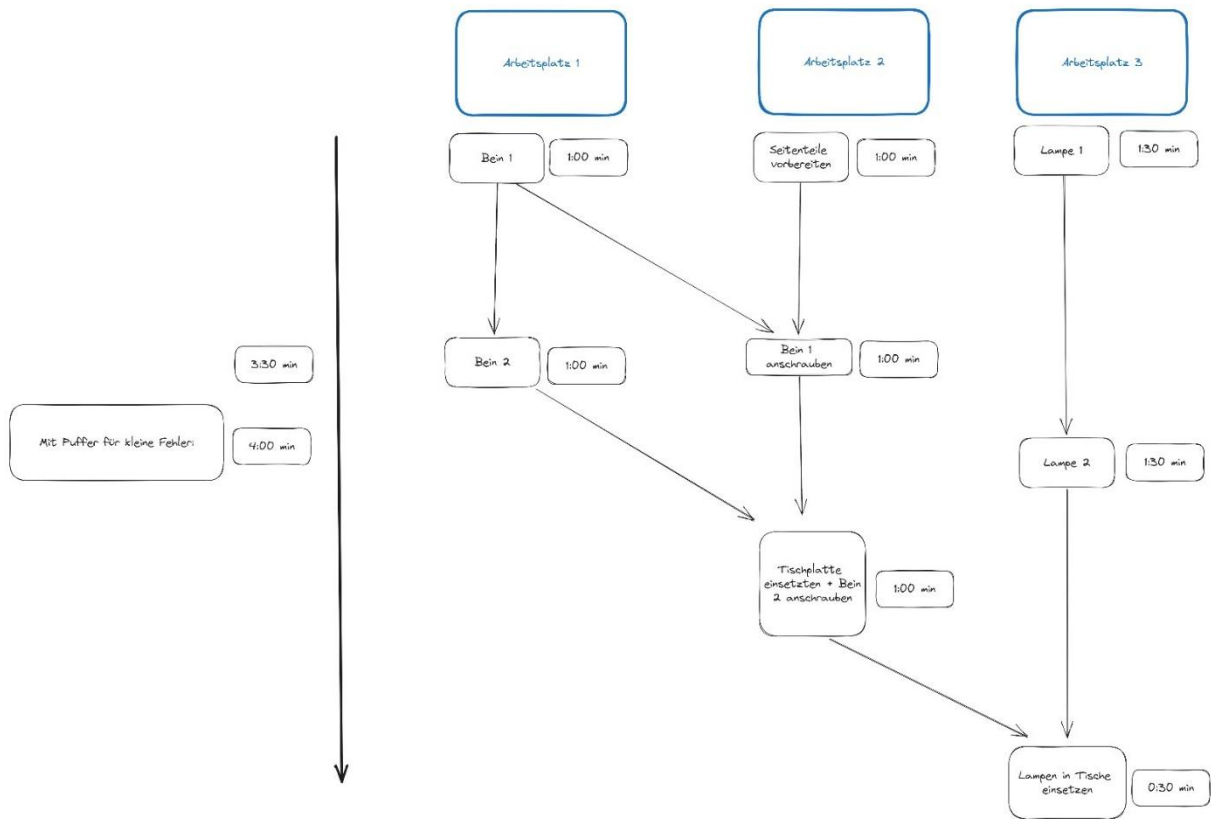
Die entscheidenden Verbesserungen wurden bei Arbeitsplatz 1 und 2 vorgenommen. Arbeitsplatz 1 übernahm einen Schritt von Arbeitsplatz 2, indem er nicht mehr nur ein 160 mm Aluminiumprofil an das 200 mm Profil anbrachte, sondern direkt pro Achse zwei Beine, also zwei 160 mm Aluminiumprofile. Dies führte zu einer erheblichen Zeitersparnis bei Arbeitsplatz 2.

Diese Optimierung ermöglichte es uns, einige Arbeitsprozesse parallel auszuführen. Hier ist der typische Ablauf für die Herstellung eines Tisches mit zwei Lampen:

Arbeitsplatz 1 begann mit dem ersten Bein, während Arbeitsplatz 2 die Seitenteile vorbereitete und Arbeitsplatz 3 die erste Lampe herstellte. Arbeitsplatz 2 benötigte nach einer Minute das Bein von Arbeitsplatz 1, um es am Tisch zu montieren. Dies passte perfekt, da beide Prozesse jeweils eine Minute dauerten, wodurch keine Wartezeiten entstanden. Während Arbeitsplatz 2 das Bein montierte, begann Arbeitsplatz 1 mit dem zweiten Bein, und Arbeitsplatz 3 fertigte die zweite Lampe an. Anschließend montierte Arbeitsplatz 2 das zweite Bein und setzte gleichzeitig die Tischplatte ein. Der letzte Schritt bestand darin, die Lampen in den fertigen Tisch einzusetzen, und das Produkt war bereit für den Versand.



[9]



Diese Optimierung hat nicht nur die Effizienz unseres Montageprozesses gesteigert, sondern auch die Produktionskapazität erheblich verbessert, was zu einer höheren Gesamtproduktion führt

## 4. Arbeitsplatzgestaltung

In der heutigen Zeit, in der Effizienz und Produktivität am Arbeitsplatz von entscheidender Bedeutung sind, hat unser Team erhebliche Anstrengungen unternommen, um Prozessoptimierungen an unseren Arbeitsplätzen durchzuführen. Diese Optimierungen zielen darauf ab, die Abläufe in den Bereichen Selektion, Systematisierung, Säuberung, Standardisierung und Selbstdisziplin zu verbessern. Die Gründe für diese Bemühungen sind vielfältig und reichen von der Reduzierung von Verschwendung bis zur Förderung von Arbeitsroutinen und einer reibungslosen Vertretungsübergabe.

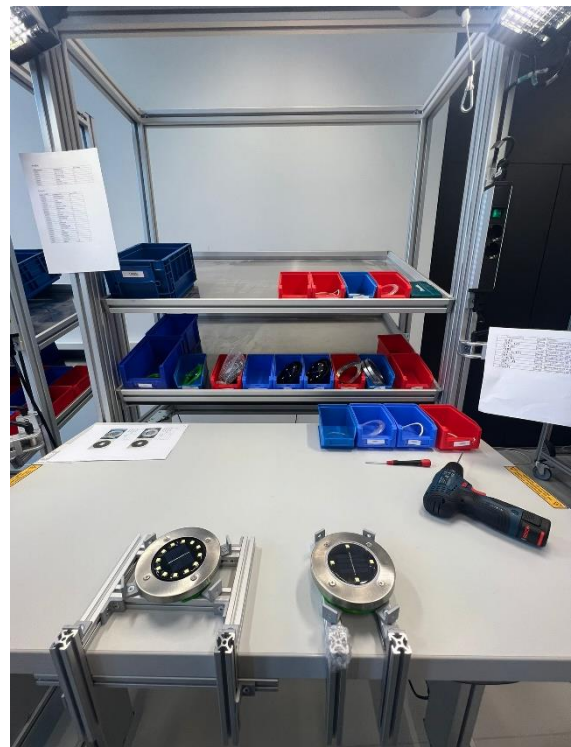
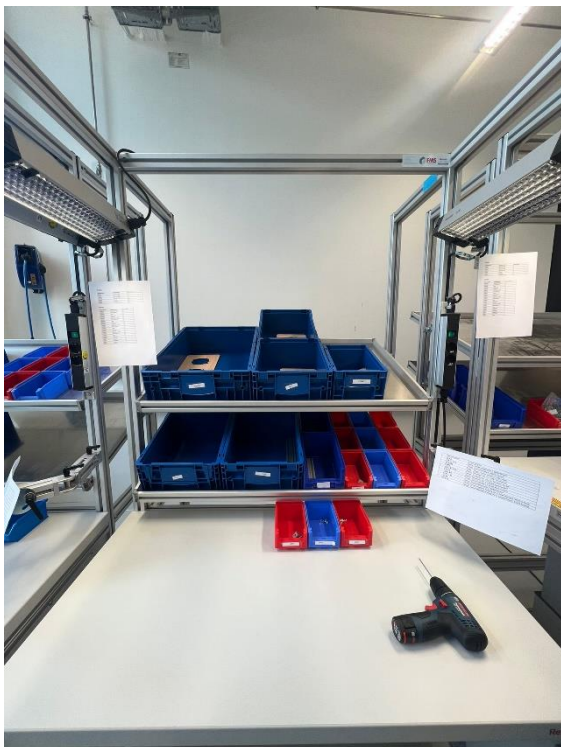
Wir beginnen mit einem genaueren Blick auf Arbeitsplatz 1. Hier haben wir die Selektion von Teilen optimiert, die für unsere Montagearbeiten benötigt werden. Diese Teile umfassen 160mm Profile, 200mm Profile, Schraubenmuttern, Schrauben und Winkel, die ständig in Gebrauch sind. Zusätzlich haben wir einen Akkuschauber und eine Bestellliste griffbereit. Die Teile sind gleichmäßig angeordnet und immer einsatzbereit.



Die Systematisierung dieses Arbeitsplatzes ist ein Schlüsselaspekt. Alle Gegenstände haben feste Plätze, die sorgfältig ausgewählt wurden, um den Arbeitsprozess effizient zu gestalten. Im Regal stehen oben leere Kisten und unten der Nachschub, um einen klaren Überblick über den Lagerbestand zu ermöglichen. Große Teile sind auf der linken Seite positioniert, während auf der rechten Seite Kisten mit kleinen Teilen zu finden sind. Zusätzlich hängt oben rechts eine Bestellliste, um den Bestellprozess zu erleichtern. Auf der Arbeitsfläche selbst sind die kleinen Kisten mit Schrauben, Winkeln und Muttern platziert, je nachdem, ob der Arbeiter Links- oder Rechtshänder ist. Die Anbringung zusätzlicher Beleuchtung sorgt für eine klare Sicht und verbessert die Arbeitsqualität.

Die Säuberung ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Die Teile müssen ordentlich in den Kisten gehalten werden, um Verluste zu vermeiden und den Überblick zu behalten. Dies ist besonders wichtig für die Logistikabteilung, die kontinuierlich Nachschub bereitstellen muss.

Die Standardisierung ist ein weiterer Schwerpunkt unserer Bemühungen. Wir haben Arbeitsplatz 1, 2 und 3 ähnlich gestaltet, um sicherzustellen, dass sich Ersatzkräfte schnell und einfach in die Umgebung einarbeiten können. Diese Standardisierung ermöglicht eine reibungslose Vertretungsübergabe und erhöht die Effizienz insgesamt.



Ähnliche Verbesserungen wurden auch an Arbeitsplatz 2 vorgenommen, da die Arbeitsabläufe hier ähnlich sind wie an Arbeitsplatz 1. Es war nicht viel Anpassung erforderlich, da bereits eine Standardisierung stattgefunden hat.

Arbeitsplatz 3 wurde ebenfalls optimiert, und die Teile für die Lampenmontage wurden vom Seitentisch zum Arbeitsplatz verlagert. Die Anordnung dieser Teile erfolgte nach den gleichen Prinzipien wie an den anderen Arbeitsplätzen, um den Kriterien der Standardisierung gerecht zu werden.

Um die Montage am Arbeitsplatz 3 zu erleichtern, haben wir eine Vorrichtung entwickelt, die einen Adapter mit Profilen und Winkeln sicher am Tisch befestigt. Dadurch wird das Zusammenfügen der Lampen erheblich vereinfacht.

Zusätzlich haben wir den Arbeitsplatz in drei Bereiche unterteilt. Bereich A eignet sich ideal für Feinmotorik und beidhändige Arbeiten, während Bereich B für grobmotorische Bewegungen und Werkzeuge vorgesehen ist. Bereich C ist für Gegenstände reserviert, die gelegentlich eine Schulter- und Rumpfbewegung erfordern. Insgesamt trägt diese Aufteilung dazu bei, die Effizienz und Ergonomie am Arbeitsplatz zu steigern.

Im Bereich A haben wir unsere Montagefläche, bei der fügen wir unsere Teile zusammen. Der Bereich B stellt den Rand unserer Arbeitsfläche dar, und hier liegen unsere vorbereiteten Teile zur Montage sowie das benötigte Werkzeug griffbereit. Um den Nachschub zu gewährleisten, haben wir Bereich C mit Ersatzteilen ausgestattet, die gelegentlich benötigt werden, um unseren Vorrat aufzustocken.

Insgesamt haben diese Prozessoptimierungen an unseren Arbeitsplätzen zu einer erheblichen Steigerung der Effizienz und Produktivität geführt

## 5. Logistik\_LCA

Heute gehen wir auf die Optimierung und Automatisierung unserer Logistik ein. Dies verfolgen wir aus verschiedenen Gründen. Vor allem geht es darum, Kosten zu reduzieren, indem wir Ressourcen effizienter einsetzen und überflüssige Ausgaben minimieren. Lange Transportwege sollen vermieden werden, um Zeit und Energie zu sparen.

Die effiziente Verwaltung unserer Lagerbestände ist ein weiterer Schlüsselaspekt. Zudem minimieren wir menschliche Fehler, indem wir auf automatisierte Prozesse setzen, was die Genauigkeit und Präzision unserer Abläufe erhöht.

Schließlich zielt unsere Optimierung darauf ab, Bestellungen schneller abzuwickeln. Insgesamt unterstützen die Optimierung und Automatisierung der Logistik unsere Ziele, Ressourcen effektiver zu nutzen, Kosten zu senken und schneller produzieren zu können, ohne dass Engpässe entstehen.

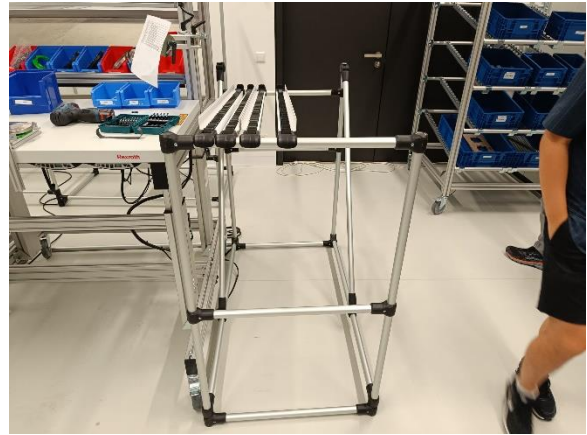
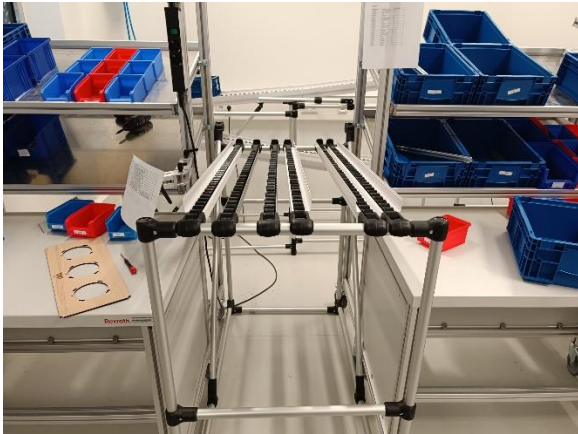
Unser Ziel ist es, die Logistik effizienter zu gestalten, anstatt dass sie eigenständig zu den Arbeitsplätzen geht und Kisten einzeln einsammelt. Derzeit ist dieser Prozess zum Lager und das Auffüllen von Kisten ineffizient und zeitaufwendig, insbesondere aufgrund begrenzter Transportmöglichkeiten. Dies führt zu mehrfachen Laufwegen und beeinträchtigt die Produktivität erheblich.

Darüber hinaus ist die derzeitige Vorgehensweise unübersichtlich, da die Logistik selbst überprüfen muss, ob Teile fehlen, und leere Kisten sind oft chaotisch im Lagerbereich bereitgestellt. Die Montageabteilung muss häufig selbst auf leere Kisten aufmerksam machen, was Zeit und Ressourcen verschwendet.

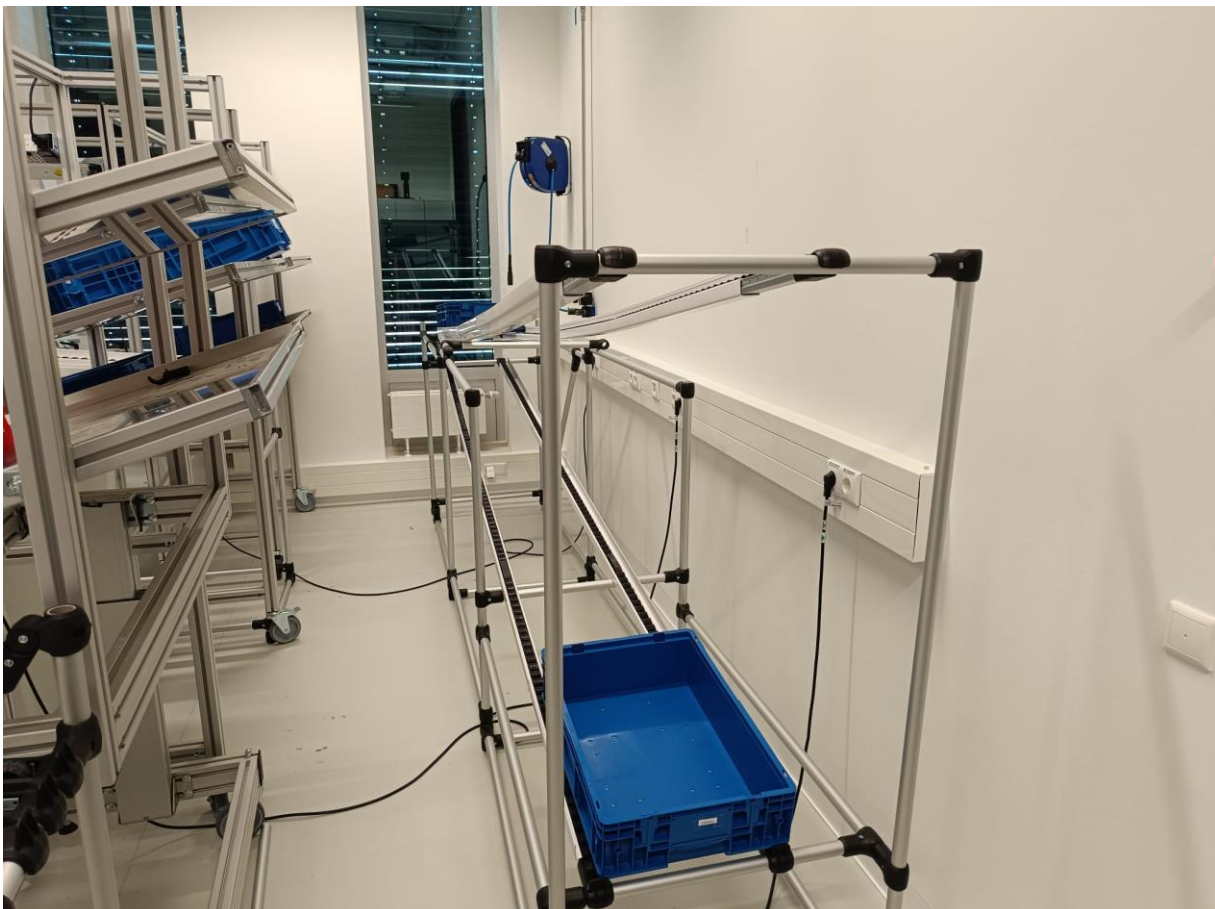
Ein weiterer signifikanter Zeitverlust tritt auf, wenn die Logistik Teile für Arbeitsplatz 3 aus einem anderen Raum besorgen muss und nur eine begrenzte Anzahl von Teilen gleichzeitig transportieren kann. Dies führt zu Verzögerungen und ineffizienten Abläufen.

In Anbetracht dieser Herausforderungen erwägen wir dringend, die Logistik zu optimieren und zu automatisieren. Dies wird nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch dazu beitragen, die Kosten zu senken und die Arbeitsabläufe insgesamt zu verbessern. Unser Ziel ist es, eine reibungslose, präzise und zeitsparende Logistikh Lösung zu implementieren, um die Produktivität zu steigern.

Um das Problem der Kommunikation und des Ersatzes von Montageteilen zwischen Montage und Logistik zu lösen, haben wir eine Lösung entwickelt. Zwischen Arbeitsplatz 1 und 2 sowie rechts von Arbeitsplatz 3 haben wir ein Rollgestell installiert. Auf dieses kann der Monteur seine leeren Kisten abstellen, die dann von der Logistik übernommen werden. Diese Optimierung erhöht die Übersichtlichkeit für die Logistik erheblich und macht den gesamten Prozess effizienter.



Um die Laufwege zu minimieren, haben wir ein Rollgestell direkt vom Lager zu den Arbeitsplätzen und zurück gebaut. Dies bedeutet, dass die Logistik erheblich weniger Wege zurücklegen muss, was zu einer schnelleren Bestandsauffüllung führt.



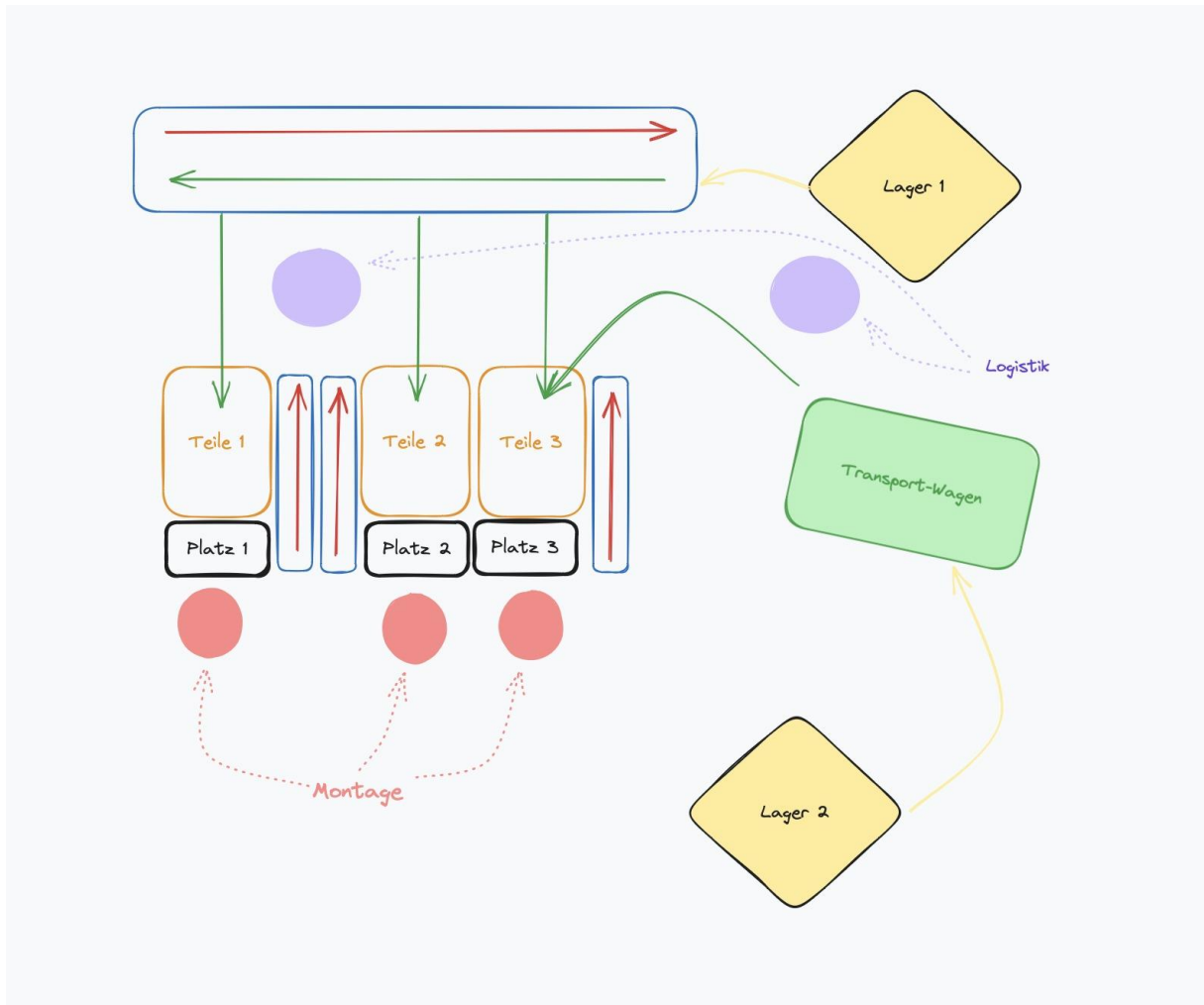
Wir haben auch das Problem gelöst, dass die Logistik nur eine begrenzte Anzahl von Teilen gleichzeitig transportieren kann. Unser automatisiertes Rollgestell übernimmt diese Aufgabe und bringt die Kisten automatisch von A nach B, nachdem sie von der Logistik empfangen wurden.

Um das Problem mit den Lampenteilen zu lösen, haben wir einen Wagen konstruiert und gebaut. Die Logistik füllt diesen einmal im Nebenraum auf und kann dann alle benötigten Lampenteile gleichzeitig zum Montageplatz bringen, ohne ständig zum Nebenraum gehen zu müssen, um Arbeitsplatz 3 kontinuierlich mit Produktionsteilen zu versorgen.

Unser Lagerkonzept sieht vor, dass zwei Logistikmitarbeiter involviert sind. Einer steht am Lager, am Ende unseres großen Rollgestells, und der andere am anderen Ende des Rollgestells, das zwischen Arbeitsplatz 1 und 2 verläuft. Der Logistikmitarbeiter am Lager holt zuerst die Lampenteile für Arbeitsplatz 3 und versorgt diesen. Danach kümmert er sich um leere Kisten, die er abholt und aufgefüllt an seinen Arbeitsplatz bringt. Wir haben uns dafür entschieden, da der Logistikmitarbeiter am Lager sehr nah an Arbeitsplatz 3 stationiert ist, was äußerst effizient und zeitsparend ist. Der andere Logistikmitarbeiter ist dafür zuständig, die leeren Kisten, die von den Rollen zwischen Arbeitsplatz 1 und 2 genommen werden, ans Lager zu schicken und nach dem Auffüllen wieder zurückzusenden. Dann stellt er die Kisten an Arbeitsplatz 1 und 2 bereit und wartet auf neue Kisten, die er erneut auffüllen kann.

Unser Lagerkonzept, bei dem zwei Logistikmitarbeiter strategisch positioniert sind, hat sich als äußerst effizient erwiesen und ermöglicht eine reibungslose Versorgung der Montageplätze. Diese Maßnahmen zusammengefasst haben nicht nur die Kostenoptimierung ermöglicht, sondern auch die Genauigkeit und Präzision unserer Produktionsprozesse gesteigert.

In der bevorstehenden Abbildung ist nochmal unsere Logistik Aufstellung aus der Vogelperspektive aufgezeichnet. Hier sieht man wie die Monteure und Logistik aufgestellt sind und mit einander arbeiten. Dabei ist die Logistik in der Abbildung lila markiert und die Monteure rot dargestellt. Die Pfeilrichtung beschreibt den Materialfluss, wobei grün den Erhalt der Teile bezeichnet und die Pfeile in rot für die Leeren Kisten, die im Lager aufgefüllt werden sollen, steht.





## 6. Digitalisierter Arbeitsplatz

Heute haben wir den Arbeitsprozess optimiert, indem wir für jeden Arbeitsplatz eine informative Präsentation erstellt haben. Diese Präsentationen bieten eine detaillierte Anleitung darüber, was zu tun ist und wie es getan werden sollte. Zusätzlich dazu wurden Videos für jeden Arbeitsplatz erstellt, die die einzelnen Arbeitsschritte veranschaulichen.

Die Struktur der Montagepräsentationen ist einheitlich. Zuerst wird das fertige Produkt präsentiert, welches hergestellt werden soll. Anschließend werden die benötigten Teile aufgezählt, die für die Fertigung des Bauteils benötigt werden. Zum Abschluss steht ein Video zur Verfügung, das den Montagevorgang für das jeweilige Bauteil Schritt für Schritt zeigt.

Im Folgenden werden Ausschnitte aus dem Video zu Arbeitsplatz 1 gezeigt, das den Ablauf der Fertigung eines Beines zeigt,

Schritt 1: Materialien bereitstellen (2x 160mm Profile, 1x 200 Profil, 2x Winkel, 4x Schrauben, 4x Schraubenmuttern)



Schritt 2: Zweimal Winkel an 160mm Profil schrauben



Schritt 3: Das erste Bein wird an das 200mm Profil montiert



Schritt 4: Das Zweite Bein wird an das 200mm Profil montiert



Wenn diese Schritte in der folgenden chronologischen Reihenfolge absolviert werden, entsteht unser fertiges Bein, was bereit zur Weiterverarbeitung gestellt wird.



Bei den Arbeitsplätzen 1 und 3 sind zusätzlich wichtige Anmerkungen markiert, auf die bei der Montage besonders geachtet werden muss.

In der Logistikpräsentation wird zu Beginn die Aufgabe der Logistik beschrieben und erläutert, wie diese Aufgabe effektiv erfüllt werden kann. Darüber hinaus sind Bilder der benötigten Hilfsmittel, wie Rollgestelle, zur besseren Veranschaulichung eingefügt.

Die letzte vorbereitete Präsentation widmet sich der Qualitätssicherung sowie der Verpackung und dem Versand. Hierbei werden mithilfe von Bildern und Kommentaren die spezifischen Aufgaben der Mitarbeiter beschrieben. Am Ende der Präsentation wird gezeigt, wie der Versand vorbereitet werden kann.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Kurze Präsentationen am Arbeitsplatz von entscheidender Bedeutung sind, da sie den Arbeitsprozess optimieren und die Einarbeitung erleichtern. Diese Präsentationen bieten klare Anleitungen für jeden Arbeitsplatz, unterstützt durch Videos, die die Schritte veranschaulichen. Sie gewährleisten Einheitlichkeit, verbessern die Effizienz, fördern die Qualitätssicherung und sparen Zeit und Ressourcen. Insgesamt steigern sie die Produktivität und Mitarbeiterzufriedenheit, was für reibungslose Arbeitsabläufe von großer Bedeutung ist.

## 7. Wertstromdesign

In diesem Abschnitt haben wir uns mit der Wertstromanalyse auseinandergesetzt. Ein Wertstrom repräsentiert den Zufluss von Wert zu einem Wirtschaftsgut oder die Schaffung von Mehrwert. Dabei handelt es sich um Aktivitäten, die entweder direkt oder indirekt zur Wertsteigerung des Gutes beitragen. Aus dieser Grundidee ergibt sich die Wertstromanalyse, welche die umfassende Erfassung des gesamten Wertstroms einschließlich Zeitdauer, Prozessen, Produktlagerorten und zusätzlich der Lieferantenbeziehung zum Kunden beinhaltet.

Unser Ziel bei dieser Analyse ist es, den Produktionsprozess zu optimieren und die Bestände, Durchlaufzeiten, Transportaufwände und Flächenbedarf zu minimieren. Zusätzlich streben wir eine Steigerung der Flexibilität, Reaktionsgeschwindigkeit sowie eine Verbesserung der Transparenz an.

In den folgenden Abschnitten haben wir die Wertstromanalyse durchgeführt und in einem Diagramm visualisiert. Dieses Diagramm ist in drei Ebenen unterteilt: den Informationsfluss, den Materialfluss und die Zeiteinteilung.

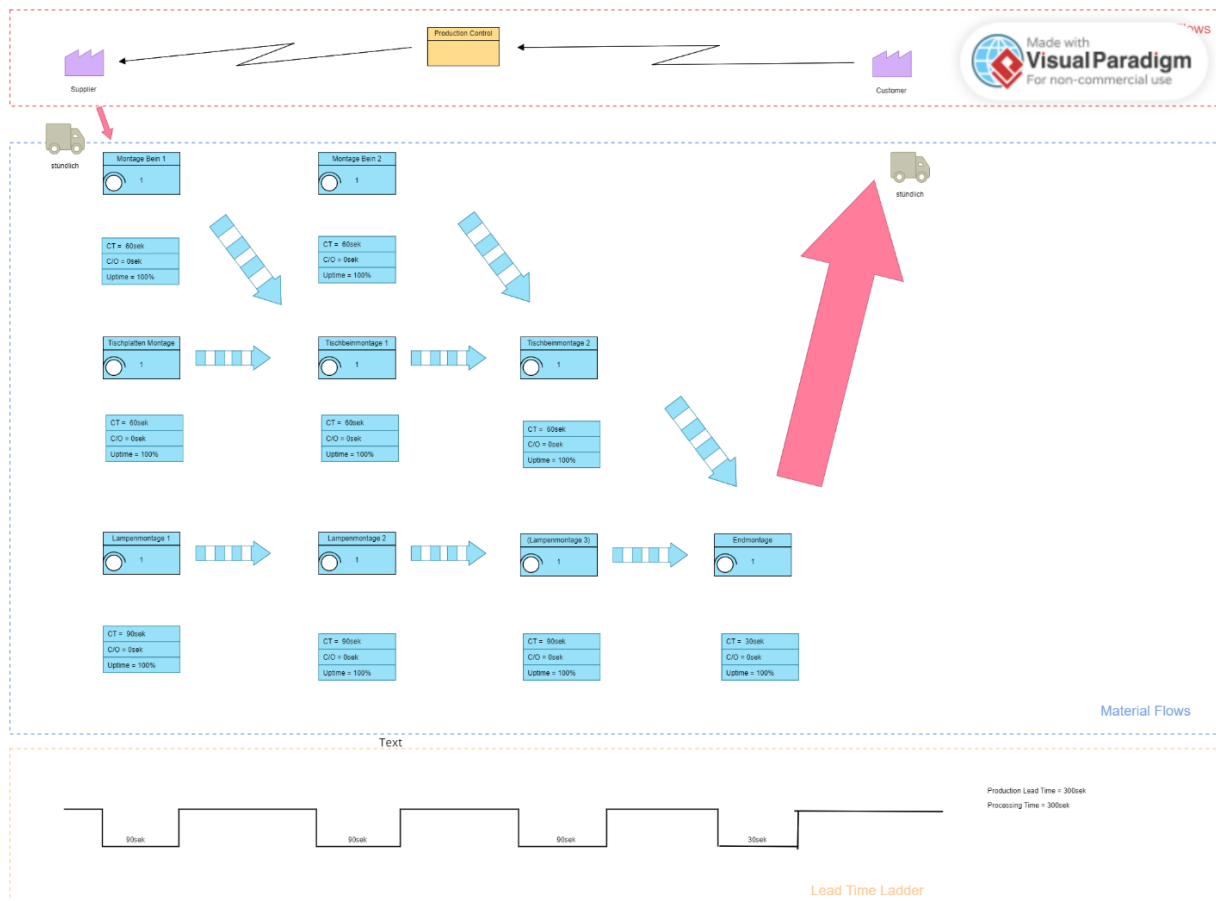
Im Bereich des Informationsflusses legen wir den Fokus darauf, wie Informationen erfasst und verarbeitet werden. In diesem Kontext gibt der Kunde eine Bestellung auf, die im Rechenzentrum der Produktion erfasst und bearbeitet wird. Anschließend erfolgt die Weiterleitung der Bestellung und der benötigten Teile an die Montage, welche für den Materialfluss verantwortlich ist.

Wie bereits in vorherigen Abschnitten erläutert, verfügen wir über drei verschiedene Arbeitsplätze, die parallel arbeiten können. Jede Zeile im Materialflussdiagramm entspricht einem Arbeitsplatz.

Der erste Arbeitsplatz beginnt mit der Herstellung des ersten Beins und benötigt dafür 60 Sekunden. Gleichzeitig widmet sich der zweite Arbeitsplatz der Tischmontage und erfordert ebenfalls 60 Sekunden. Der dritte Arbeitsplatz hingegen beginnt mit der Herstellung der ersten Lampe, für die jedoch 90 Sekunden benötigt werden. Es ist zu beachten, dass je nach Bestellung ein bis drei Lampen benötigt werden.

Nach Abschluss des ersten parallelen Prozesses startet die zweite Phase des parallel verlaufenden Prozesses. Während Arbeitsplatz 1 das zweite Bein vorbereitet, montiert Arbeitsplatz 2 das erste Bein an die Tischplatte. Anschließend erfolgt die Montage des zweiten Beins an den Tisch. Zum Schluss setzt Arbeitsplatz 3 die Lampen ein, und der Tisch ist fertig und versandbereit. Es ist zu erwähnen, dass jeder Arbeitsplatz von einer Arbeitskraft besetzt ist und jeder Prozess stündlich in einer Schicht abgewickelt werden muss.

Am unteren Rand des Diagramms befindet sich unsere Zeiteinteilung. Dabei wird die längste Zeit der parallel verlaufenden Prozesse als führende Produktionszeit festgelegt. Dieser Schritt wird für alle parallelen Prozesse durchgeführt und am Ende zur Gesamtdauer des Prozesses aufsummiert.



In resümierender Betrachtung zeigt sich, dass die Wertstromanalyse ein äußerst wirkungsvolles Instrument darstellt, um Produktionsprozesse zu verfeinern und die Gesamteffizienz zu steigern. Im Verlauf dieses Abschnitts haben wir die grundlegenden Konzepte der Wertstromanalyse ergründet und ihre Anwendungsbereiche von der Ganzheitserfassung des Wertstroms bis hin zur gezielten Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten erläutert. Dabei lag unser besonderes Augenmerk auf den Aspekten des Informationsflusses, des Materialflusses und der Zeiteinteilung, welche in einem anschaulichen Diagramm dargestellt wurden.

## 8. Qualitätscheck mit Keyence

Am finalen Tag unserer Optimierungsphase haben wir uns dem Qualitätscheck gewidmet. Hierzu griffen wir auf eine Keyence-Kamera zurück, die mithilfe von künstlicher Intelligenz die Komponenten analysierte und sie entsprechend einer spezifischen Kategorie zuordnete. Bei identifizierten Fehlern gab sie zuverlässig Rückmeldung.

Wir führten dieses Verfahren für unsere vier Lampenmodelle A, B, C1 und C2 durch, welche einen Qualitätscheck durchlaufen mussten, um sicherzustellen, dass sie korrekt montiert und für die Bestellung geeignet waren. Dies geschah unter Einsatz des Programms lv3-Navigator.

Zunächst erfolgten die Montage, Verbindung und Verkabelung des Vision-Sensors. Anschließend wurde er in Betrieb genommen und das Programm entsprechend konfiguriert. Im ersten Schritt wurden hochwertige Aufnahmen unserer Lampen erstellt, wobei besonderes Augenmerk auf die Optimierung von Bildhelligkeit, Fokus und anderen Einstellungen gelegt wurde. Dieser Schritt wird als Bildoptimierung bezeichnet.

Weiterhin erfolgte die Unterscheidung zwischen "OK" und "NG" (nicht in Ordnung)-Zuständen. Zuerst wurde ein "OK"-Bild als Referenz aufgenommen, welches das ideale Erscheinungsbild unseres Produkts darstellte. Dieses "OK"-Bild wurde dann als Masterbild gespeichert und bildete die Grundlage für zukünftige Werkzeugkonfigurationen.

Anschließend kamen wir zu den Werkzeug- und Bauteileinstellungen, bei denen die Bauteile auf spezifische Merkmale hin überprüft wurden. Das erste Werkzeug, das wir einsetzten, optimierte die Position. Das bedeutete, dass die Lampen nicht exakt in derselben Ausrichtung wie das Masterbild unter die Kamera gelegt werden mussten, da die künstliche Intelligenz auch dann unsere Lampen erkannte, wenn sie gedreht waren.

Das zweite Werkzeug überwachte das Vorhandensein der Schrauben in den Lampen. Das System lieferte einen Statusbericht mit einer Prozentsatzanzeige, die anzeigte, wie gut das Ergebnis mit dem Masterbild übereinstimmte oder davon abwich.

Abschließend wurden dem Programm die Fähigkeiten beigebracht, die Anzahl der inneren LEDs zu erkennen. Dafür nahmen wir einige Aufnahmen im "NG"-Zustand auf, um die künstliche Intelligenz darauf zu schulen, ob unser Produkt den Test bestanden hatte oder nicht.

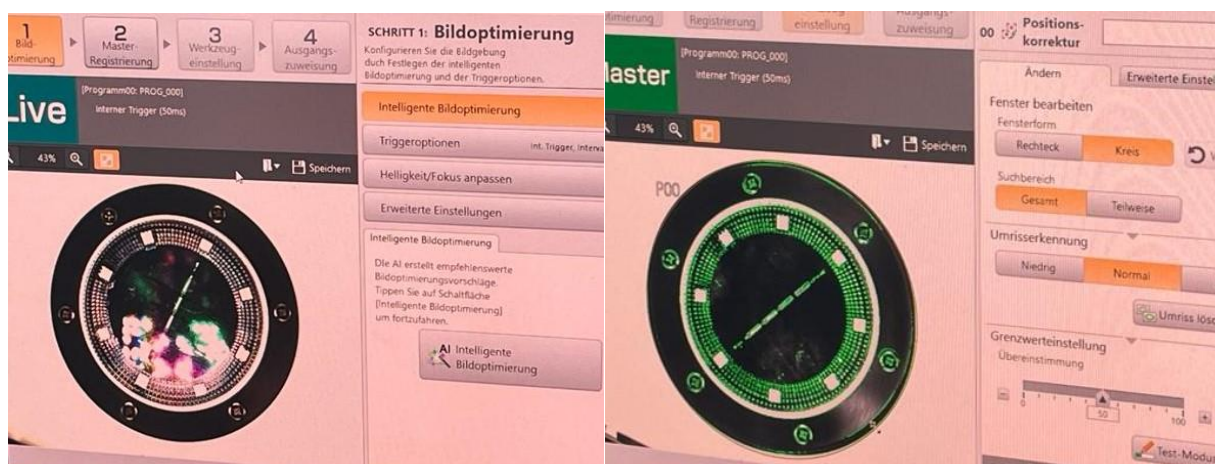
Zum Schluss implementierten wir einen Sortierer, der sogar zwischen unseren Lampenmodellen unterschied. Er konnte zuverlässig zwischen A und B sowie zwischen C1 und C2 unterscheiden, da diese beiden Gruppen unterschiedliche Innendurchmesser aufwiesen. Dies war ausreichend für unsere Anforderungen und stellte kein Problem dar.

Die Integration dieses Systems in unseren Produktionsprozess bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich. Zunächst einmal ermöglicht es eine erhebliche Verbesserung der Qualitätskontrolle. Die künstliche Intelligenz, die durch die Keyence-Kamera unterstützt wird, ermöglicht eine präzise und schnelle Analyse unserer Produkte. Dadurch werden Fehler frühzeitig erkannt, was die Gesamtqualität unserer Produkte gewährleistet.

Ein weiterer entscheidender Vorteil besteht in der Effizienzsteigerung. Die automatisierte Bildoptimierung und Werkzeugeterkennung reduzieren den manuellen Arbeitsaufwand erheblich. Das bedeutet nicht nur Zeitersparnis, sondern auch eine Reduzierung von menschlichen Fehlern im Produktionsprozess.

Fehlerreduktion ist ein weiterer Pluspunkt. Das System erkennt Fehler zuverlässig und sorgt dafür, dass fehlerhafte Produkte aus dem Produktionsprozess ausgeschleust werden. Dies trägt dazu bei, die Ausschussrate zu minimieren und Ressourcen zu schonen.

Die Geschwindigkeit der Produktion wird ebenfalls gesteigert. Durch die kontinuierliche und schnelle Überprüfung der Produkte in Echtzeit können wir die Produktion effizienter gestalten und die Durchlaufzeiten verkürzen.



# Fazit

Abschließend lässt sich festhalten, dass die letzten beiden Tage unseres Praktikums von entscheidender Bedeutung waren, um die Optimierung der Produktionsstraße abzuschließen und ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis zu stellen. Am vorletzten Tag konzentrierten wir uns auf die Feinabstimmung der Prozesse, was das Vervollkommen der Logistik-Codes auf den Transportkisten, das Aufräumen der Arbeitsplätze und Probedurchläufe einschloss.

Am letzten Tag unseres Praktikums setzten wir unsere Bemühungen fort, indem wir eine praktische Prüfung durchführten. Jeder Teilnehmer unserer Gruppe übernahm seinen zugewiesenen Arbeitsplatz, und die optimierte Produktionsstraße wurde einem anspruchsvollen Test unterzogen. Unser Ziel bestand darin, innerhalb von lediglich 30 Minuten die maximale Produktionskapazität auszuschöpfen.

Unsere Beobachtungen und Datenauswertungen zeigen, dass unsere optimierte Produktionsstraße hervorragend abgeschnitten hat. Die Liegezeiten der Produkte zwischen den Arbeitsplätzen wurden minimiert, und die Logistikabteilung konnte einen mehr als ausreichenden Teilenachschub gewährleisten. Die Qualitätssicherungs- und Versandabteilung war im Vergleich zum ersten Durchlauf zu Beginn der Woche kontinuierlich beschäftigt. Dies deutet auf eine erhebliche Steigerung der Effizienz und Leistungsfähigkeit hin.

Insgesamt betrachtet waren diese Ergebnisse äußerst zufriedenstellend und bestätigen den Erfolg unserer Bemühungen zur Produktionsoptimierung. Wir sind zuversichtlich, dass die erworbenen Erkenntnisse und die implementierten Verbesserungen dazu beitragen werden, die Qualität und Effizienz in der Fertigungsindustrie weiter zu steigern.