

Kommissioniersysteme

Analytische Methoden für die Planung von Kommissioniersystemen

liz Demo-Tag
Garching 08.02.2008

Stefan Galka

galka@fml.mw.tum.de
+49 (0) 89-289159-41

Alexander Ulbrich

ulbrich@fml.mw.tum.de
+49 (0) 89-289159-72

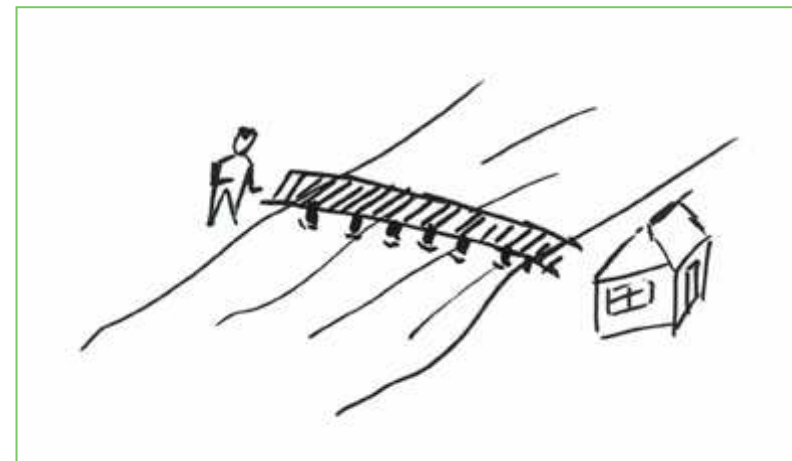


fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-W.-Ing. W. A. Günthner
Technische Universität München

- Der Planungsprozess setzt sich aus synthetischen und analytischen Problemstellungen zusammen.
- Bei **synthetischen Problemen** ist der Soll-Zustand bekannt. Der Weg wie dieser Soll-Zustand erreicht wird, ist nicht bekannt. Hier ist Kreativität und innovatives Denken erforderlich.
- Bei **analytischen Problemstellungen** sind Lösungsalgorithmen bekannt. Für eine solche Problemstellung kann das Vorgehen methodisch beschrieben werden.



synthetisches Problem



analytische Problemstellung

- Bei einer anforderungsgerechten Planung und Optimierung von Kommissioniersystemen stellt die Leistung ein wichtiges Zielkriterium dar.
- Die Leistung eines Kommissioniersystems wird durch die Gestaltung des Materialflusssystems, des Organisationssystems und des Informationssystems sowie der Artikel- und Auftragsstruktur beeinflusst.
- Um die Leistung eines Kommissioniersystems zu ermitteln, muss die Kommissionierzeit pro Position berechnet werden.
- Die Kommissionierleistung P_k ergibt sich aus dem Kehrwert der Kommissionierzeit für eine Position t_k .

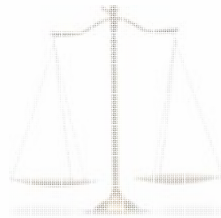
$$P_k = \frac{1}{t_k} \left[\frac{Pos.}{h} \right]$$

- Somit ist die Leistung eines Systems von der mittleren Kommissionierzeit pro Position abhängig.

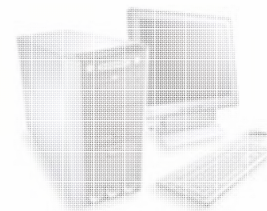
Messen



Schätzen



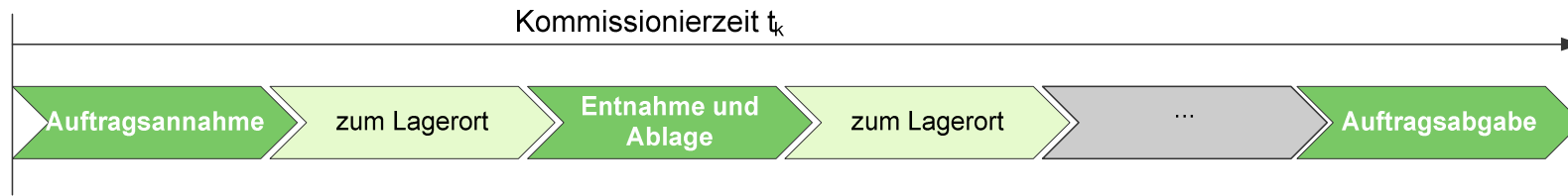
Simulieren



Berechnen



- Jeder Kommissionierprozess besteht aus zwei wesentlichen Teilprozessen.
- Der **Zusammenführungsprozess** (■) von Kommissionierer und Artikel ist abhängig von der Bereitstellungsform.
- Der **Bearbeitungsprozess** (■) beinhaltet alle Tätigkeiten, die an einem festen Ort ausgeführt werden.



- Somit setzt sich die **Kommissionierzeit** (t_k) aus der Zeit für die Zusammenführung von Kommissionierer und Artikel (t_z) und der Bearbeitungszeit (t_b) zusammen.
- Bei Systemen die nach dem Prinzip „Ware zum Mann“ arbeiten, können der Zusammenführungsprozess und der Bearbeitungsprozess parallel stattfinden. Somit ist die Kommissionierzeit definiert als:

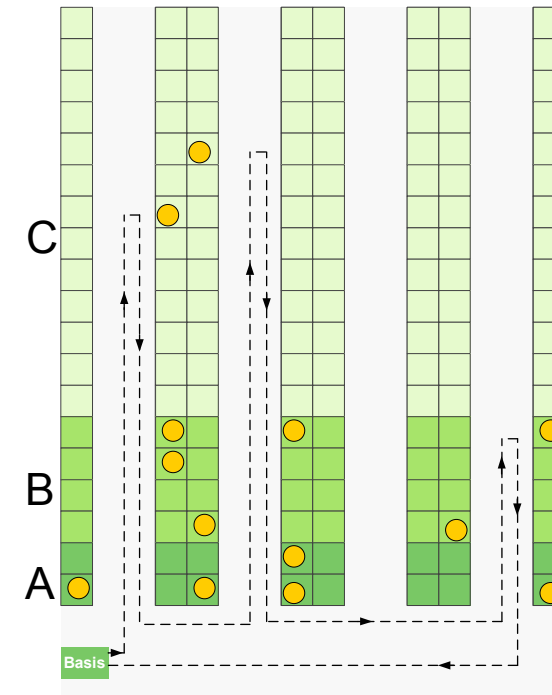
$$t_k = \begin{cases} t_z + t_b & \text{für "Mann zur Ware"} \\ \max(t_z; t_b) & \text{für "Ware zum Mann"} \end{cases}$$

Zusammenführungsprozess

- Bei „**Mann zur Ware**“-Systemen ist die Zusammenführungszeit vom zurückgelegten Weg abhängig.
- Dieser Weg hängt vom Lagerlayout, der Bewegungsstrategie, der Einlagerstrategie, der Artikel- und der Auftragsstruktur ab.
- In der Regel sollte bei „**Ware zum Mann**“-Systemen die Zusammenführungszeit nicht größer sein als die Bearbeitungszeit. Ansonsten werden die Kapazitäten der Ressourcen nicht genutzt (Wartezeit – Verschwendung).
- Die Zusammenführungszeit ist von der eingesetzten Technik (Durchsatz), den Betriebsstrategien, der Materialflusstechnik, der Einlagerstrategie, der Artikel- und der Auftragsstruktur abhängig.

Bearbeitungsprozess

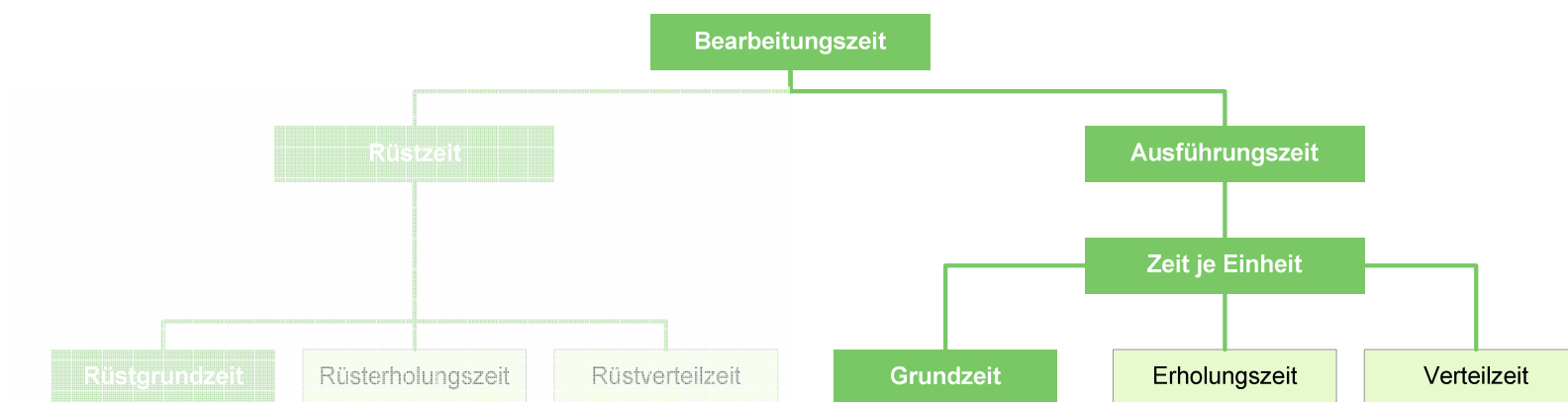
- Die Bearbeitungszeit ist von den manuellen Handhabungsprozessen und den Verteilzeiten abhängig.
- Die Bearbeitungszeit für die manuellen Handhabungsprozesse können mit Hilfe von MTM-Analysen ermittelt werden.

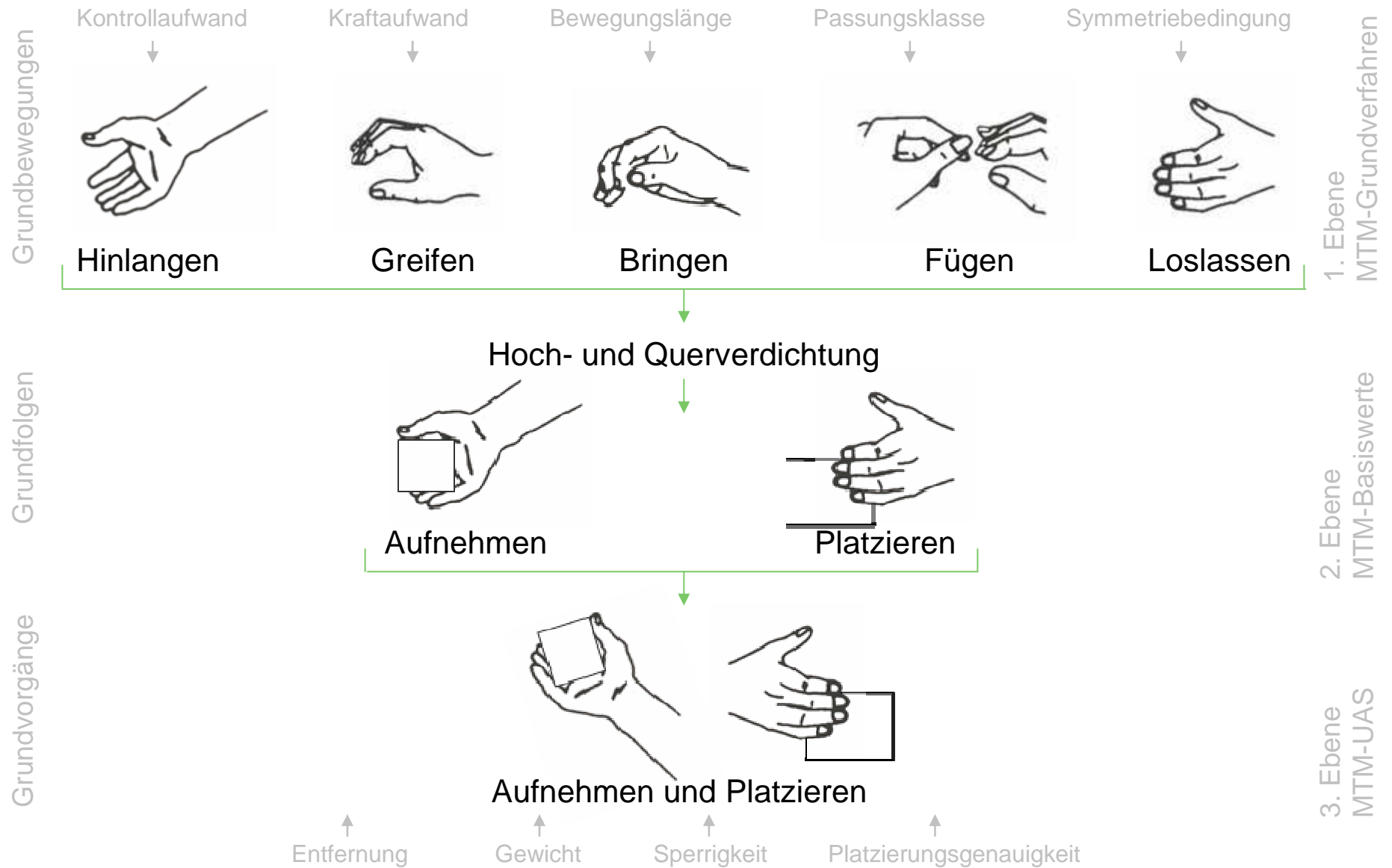


Beispiel:

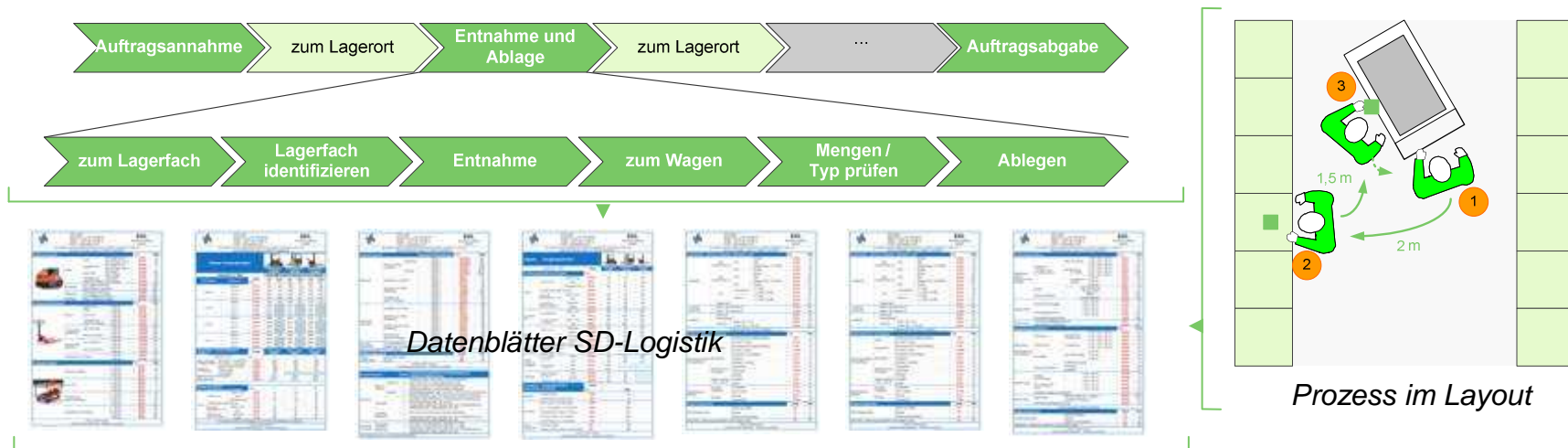
*Einlagerung nach der Streifenstrategie
Bewegung nach der Stichgangstrategie
ohne Wiederholung*

- MTM ist die Abkürzung von Methods-Time-Measurement, und wird mit Methodenzeit-Messung übersetzt.
- Methodenzeitmessung bedeutet, dass die bei der Durchführung einer bestimmten Arbeit beanspruchte Zeit von der gewählten Methode für die Ausführung der Tätigkeit abhängt.
- Das MTM-Verfahren wurde in den 40er Jahren in den USA als ein System vorbestimmter Zeiten entwickelt.
- MTM steht für die Gestaltung der Arbeitsabläufe (Prozesse) durch Beschreiben, Strukturieren, Planen und Analysieren mittels inhaltlich und zeitlich definierter Prozessbausteine.
- Folgende Zeitanteile können durch MTM-Zeitbausteine ermittelt werden:









Nr.	Bezeichnung	Kode	TMU	Anzahl	Häufigkeit	Σ TMU	Σ sec
1	Pickliste lesen (Lagerfach / Artikel / Menge)					0,0	0
2	zum Lagerfach gehen	KA	25	2	1	50,0	1,8
3	Lagerfach kontrollieren (Lesen)	4LH-IALW	25	1	1	25,0	0,9
4	Bücken (für Entnahme notwendig)	BA	60	1	0,1	6,0	0,216
5	Stufe (für Entnahme notwendig)	KA	25	2	0,1	5,0	0,18
6	Artikel entnehmen und platzieren (nicht sperrig)	4LH-HUTA	50	1	0,5	25,0	0,9
7	Artikel entnehmen und platzieren (sperrig, < 1kg)	4LH-HUTC	55	1	0,4	22,0	0,792
8	Artikel entnehmen und platzieren (sperrig, > 1kg)	4LH-HUTD	115	1	0,1	11,5	0,414
9	zum Wagen gehen	KA	25	1,5	1	37,5	1,35
10	Pickliste nehmen und ablegen	4LH-IAHA	70	2	1	140,0	5,04
11	Artikelnummer vergleichen	4LH-IAVW	45	1	1	45,0	1,62
12	Lesen Menge	4LH-IALW	25	1	1	25,0	0,9
13	Kommissionierliste abhacken	4LH-IACK	40	1	1	40,0	1,44
14	Stift handhaben	4LH-EH	55	1	1	55,0	1,98
15	Kommissionierwagen Start und Stopp	4LH-WVA	35	1	1	35,0	1,26
16	Zuschlag für Position des Kommissionierers	KA	25	1	1	25,0	0,9
Summe						547	14,76

- Entnahmemenge pro Position: 1 EE
- Anteil Zugriffe unterste Ebene 10%
- Anteil Zugriffe obere Ebene 10%
- Anteil Artikel unter 1 kg, nicht sperrig 50%
- Anteil Artikel unter 1 kg, sperrig 40%
- Anteil Artikel über 1 kg, sperrig 10%

Gassenwechselweg

- Der erw. Gassenwechselweg ergibt sich aus der Summe des Produktes der Wahrscheinlichkeit p_i und dem dazugehörigen Weg s_i .
- Dabei ist p_i ein Maß der Wahrscheinlichkeit, dass alle Positionen eines Auftrages in den Gassen 1 bis i von n Gassen kommissioniert werden.
- Der Weg s_i kennzeichnet den Abstand der Gasse i zur Basis.

Stichgangstrategie und Schleifengangstrategie mit Überspringen

$$s_{gww} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n_{Gassen}} p_i \cdot s_i$$

$$p_i = \frac{\binom{i \cdot M_G}{n} - \binom{(i-1) \cdot M_G}{n}}{\binom{n_{Gassen} \cdot M_G}{n}}$$

Schleifengangstrategie ohne Überspringen

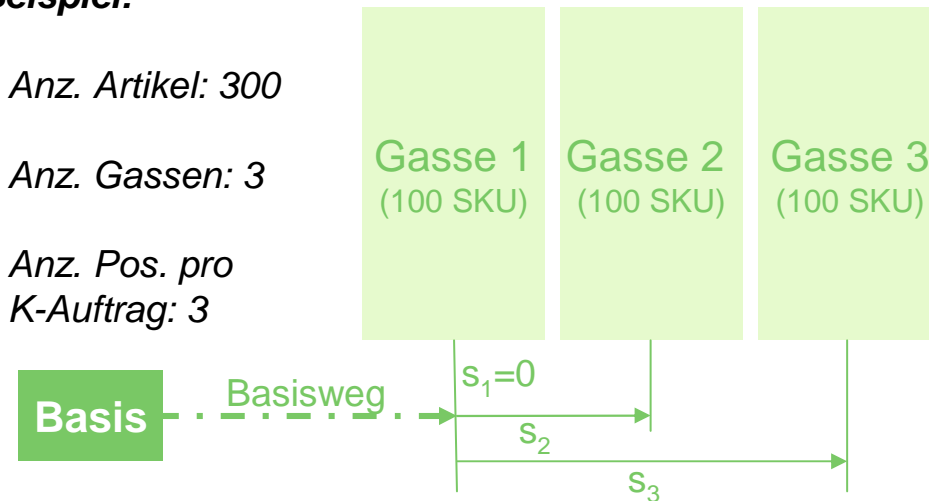
$$s_{gww} = 2 \cdot s_n = 2 \cdot n_{Gassen} \cdot b_{Gasse}$$

Beispiel:

Anz. Artikel: 300

Anz. Gassen: 3

Anz. Pos. pro K-Auftrag: 3



$$p_1 = \frac{\binom{M_G}{n}}{\binom{M}{n}} = \frac{\binom{100}{3}}{\binom{300}{3}} = 0,036 \quad p_2 = \frac{\binom{2 \cdot M_G}{n} - \binom{M_G}{n}}{\binom{M}{n}} = \frac{\binom{200}{3} - \binom{100}{3}}{\binom{300}{3}} = 0,258$$

$$p_3 = \frac{\binom{3 \cdot M_G}{n} - \binom{2 \cdot M_G}{n}}{\binom{M}{n}} = \frac{\binom{300}{3} - \binom{200}{3}}{\binom{300}{3}} = 0,706$$

$$s_{gww} = 2 \cdot \sum_{i=1}^3 p_i \cdot s_i = 2 \cdot (0,036 \cdot 0m + 0,258 \cdot 3m + 0,706 \cdot 6m) = 10,02m$$

Gassenweg

- Der erwartete Gassenweg ergibt sich aus dem Produkt der Wahrscheinlichkeit, dass in einer Gasse r Positionen ($r = 1, \dots, n$) kommissioniert werden müssen multipliziert mit dem dafür notwendigen Weg.
- Der Weg s_r resultiert aus der Verteilungsfunktion mit der die Zugriffshäufigkeit in einer Gasse beschrieben werden kann und der Anzahl von Positionen (r).

$$s_{GW} = 2 \cdot \left(\sum_{r=1}^n p_{ges}(r) \cdot s_r \right)$$

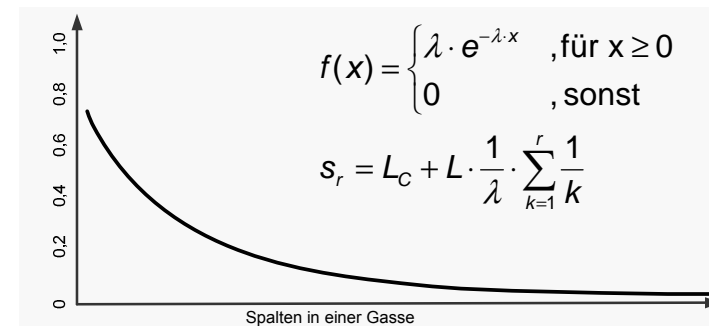
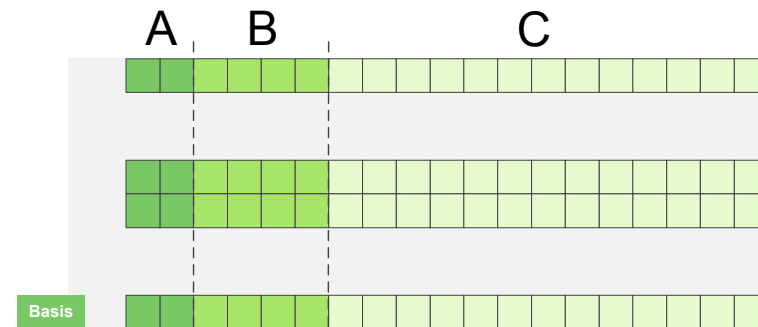
$$p_{ges}(r) = \sum_{i=1}^{n_{Gassen}} p_i(r) \rightarrow p_{ges}(r) = n_{Gassen} \cdot p(r)$$

Bei einer Gleichverteilung über die Gassen

$$s_{GW} = 2 \cdot n_{Gassen} \cdot \sum_{r=1}^n p(r) \cdot s_r$$

$$p(r) = \frac{\binom{M_G}{r} \cdot \binom{M-M_G}{n-r}}{\binom{M}{n}}$$

$$s_{GW} = 2 \cdot n_{Gassen} \cdot \sum_{r=1}^n \left[\frac{\binom{M_G}{r} \cdot \binom{M-M_G}{n-r}}{\binom{M}{n}} \cdot \left(L_C + L \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{k=1}^r \frac{1}{k} \right) \right]$$

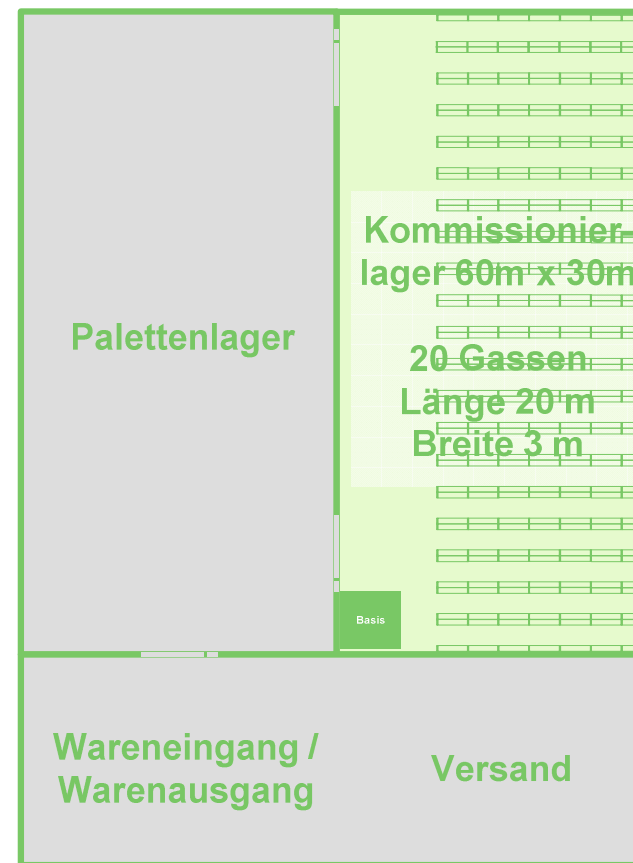


In einem bestehenden Lagergebäude soll das Kommissionierlager reorganisiert werden. Im Anschluss an die Prozessplanung stellt sich die Frage, in wie viele Gassen das Bereitstellsystem unterteilt werden soll?

Variante 1

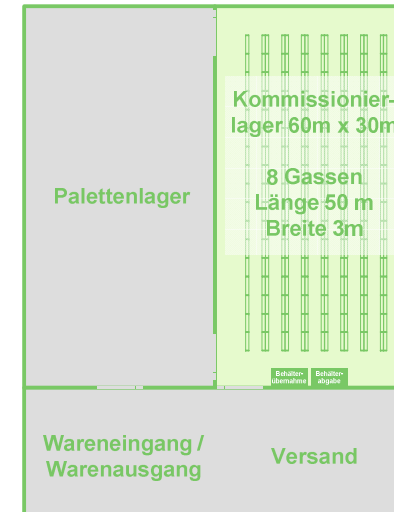


Variante 2



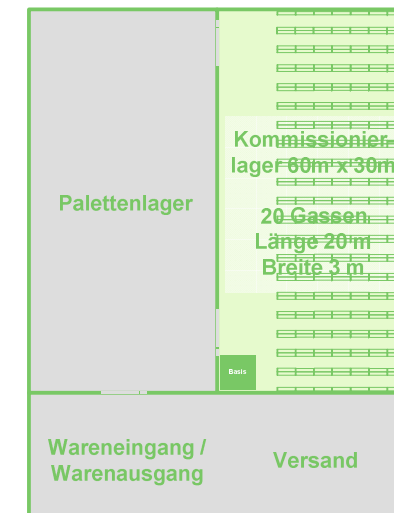
Variante 1

- „Mann zur Ware“ / statische Bereitstellung
- Einlagerung nach der Zonenstrategie (Schnellläuferkonzentration)
- Bewegung nach der Stichgangstrategie ohne Wiederholung
- 8.000 Bereitstellplätze für Sichtlagerkästen (Stellpl.-breite 0,4m)
- 8 Gassen mit je 50m Länge / 1.000 Bereitstellplätze pro Gasse
- Jeder Kommissionierer bearbeitet 4 Aufträge parallel (Seriengröße)
- Informationsbereitstellung über eine Pickliste



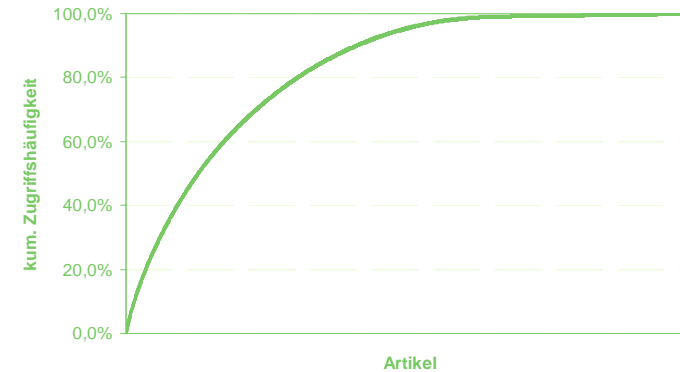
Variante 2

- „Mann zur Ware“ / statische Bereitstellung
- Einlagerung nach der Zonenstrategie (Schnellläuferkonzentration)
- Bewegung nach der Stichgangstrategie ohne Wiederholung
- 8.000 Bereitstellplätze für Sichtlagerkästen (Stellpl.-breite 0,4m)
- 20 Gassen mit je 20m Länge / 400 Bereitstellplätze pro Gasse
- Jeder Kommissionierer bearbeitet 4 Aufträge parallel (Seriengröße)
- Informationsbereitstellung über eine Pickliste



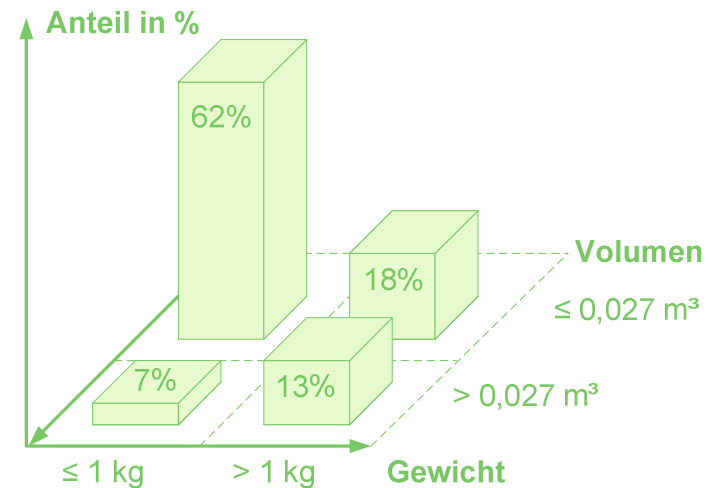
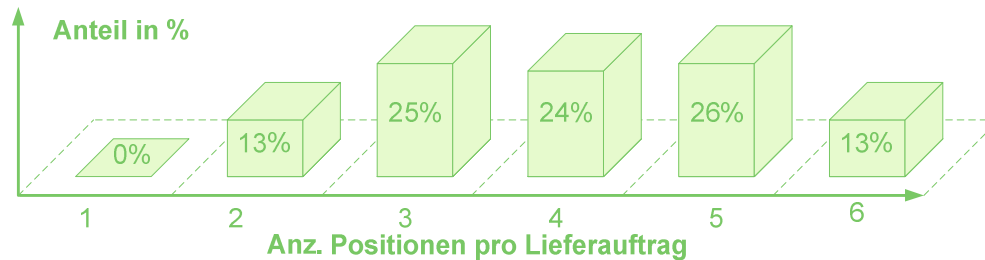
Artikelstruktur

- Anzahl Artikel: 8.000 Stück
- Ø Zugriffshäufigkeit: 45 pro Jahr
- Ø Gewicht (gew.): 0,44 kg
- Ø Volumen (gew.): 0,014 m³



Auftragsstruktur

- Anzahl Aufträge: 2.000 Stück
- Ø Anz. Pos.: 4 pro Auftrag
- Ø Anz. EE/Pos.: 2 Stück

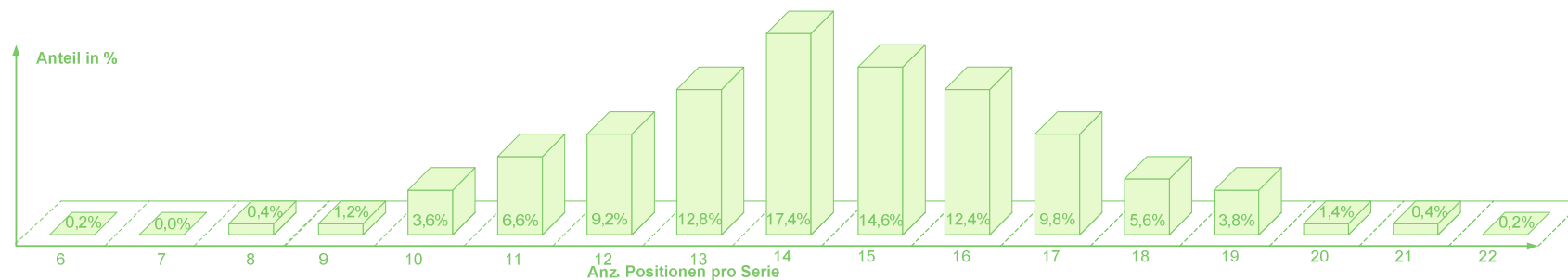


Kommissionieraufträge

- Anzahl Kommissionieraufträge: 2.000 Stück
- Positionen pro Kommissionierauftrag: 4 Positionen

Serienaufträge

- Anzahl Serien: 500 Stück
- Positionen pro Serie: 14,7 Pos.
- Verhältnis von Kommissionierauftragspositionen und Positionen der Serie: 1,1 KA-Pos/Serien-Pos.



Variante 1 / Variante 2

- Basiszeit pro Pos. einer Serie 6,08 sec

Verdichtung der Pos. durch Serienbildung 10%

- Basiszeit pro Pos. eines Kommissionierauftrages 5,53 sec

- Basiszeit pro Pos. eines Lieferauftrages 5,53 sec

Zuschlag für die persönlichen Verteilzeiten 15%

- Basiszeit pro Pos. eines Liefer.-auf./ pro Pos. eines Komm.-auf. **6,36 sec**

Nr.	Bezeichnung	Kode	TMU	Anzahl	Häufigkeit	Σ TMU	Σ sec
1	Aufnehmen und Ablegen der Kommissionierliste	4LH-IAHA	70	1	1	70	2,52
2	Kopfdaten suchen	VA	15	1	1	15	0,54
3	Lesen der Behälteranzahl	4LH-IALW	25	1	1	25	0,9
3a	Zuschlag fixieren am Klemmbrett	fml (ca. 2 sec)	55,6	1	1	56	2
4	Gehe zum Puffer leere Sammelbehälter	KA	25	1,5	4	150	5,4
5	Aufnehmen und Platzieren des leeren Sammelbehälters	4LH-HUGA	65	1	4	260	9,36
6	Gehe zum Kommissionierwagen	4LH-HUGA	65	1,5	4	390	14,04
7	Sammelbehälter markieren (Ettikett aufkleben)	4LH-IAEU	65	1	4	260	9,36
7a	Zusätzliche Körperhilfe (Schritt) bin 50% der Fälle	KA	25	1	2	50	1,8
9	Kommissionierwagen Start und Stopp	4LH-WVA	35	1	1	35	1,26
	<i>Kommissioniergang</i>						
10	Aufnehmen und Platzieren des vollen Sammelbehälters	4LH-HUGD	125	1	4	500	18
11	Gehe zum Abgabeplatz für volle Sammelbehälter	KA	25	1,5	4	150	5,4
12	Gehe zum Kommissionierwagen	KA	25	1,5	4	150	5,4
13	Aufnehmen und Ablegen der Kommissionierliste	4LH-IAHA	70	1	1	70	2,52
14	Gehe zum Ablageplatz Kommissionierlisten	KA	25	2	1	50	1,8
15	Kommissionierliste abstempeln	4LH-IAKS	55	1	1	55	1,98
15a	Stempel handhaben	4LH-EH	55	1	1	55	1,98
15b	Zusätzliches Platzieren Stempeln	PA2	20	1	1	20	0,72
16	Gehe zum Kommissionierwagen	KA	25	2	1	50	1,8
17	Mit Kommissionierwagen zu leeren Sammelbehältern	4LT-WFA	25	3	1	75	2,7
18	Kommissionierwagen Start und Stopp	4LH-WVA	35	1	1	35	1,26
19	Gehe zur Ablage Kommissionierlisten	KA	25	2	1	50	1,8

Summe 2486 89,48

TMU (Time Measurement Unit) - Zeiteinheit

1 TMU ≙ 0,036 sec.

Variante 1 / Variante 2

- Greifzeit pro Pos. einer Serie 18,6 sec

Verdichtung der Pos. durch Serienbildung 10%

- Greifzeit pro Pos. eines Kommissionierauftrages 16,9 sec

- Greifzeit pro Pos. eines Lieferauftrages 16,9 sec

Zuschlag für die persönlichen Verteilzeiten 15%

- Greifzeit
pro Pos. eines Liefer.-auf./
pro Pos. eines Komm.-auf
19,44 sec

Nr.	Bezeichnung	Kode	TMU	Anzahl	Häufigkeit	Σ TMU	Σ sec
1	Pickliste lesen (Lagerfach / Artikel / Menge)						
2	zum Lagerfach gehen	KA	25	2	1	50	1,8
3	Lagerfach kontrollieren (Lesen)	4LH-IALW	25	1	1	25	0,9
3a	Bücken (für Entnahme notwendig)	BA	60	1	0,25	15	0,5
3b	Stufe (für Entnahme notwendig)	KA	25	1	0,25	6	0,2
6	Artikel entnehmen und Platzieren						
6a	nicht sperrig, ≤ 1kg	4LH-HUTA	50	1	0,62	31	1,1
6b	nicht sperrig, > 1kg	4LH-HUTB	55	1	0,18	10	0,4
6c	sperrig, ≤ 1kg	4LH-HUTC	55	1	0,07	4	0,1
6d	sperrig, > 1kg	4LH-HUTD	115	1	0,13	15	0,5
6e	zusätzliches Ablegen in Sammelbehälter	PA3	25	1	0,1	3	0,1
7	zum Wagen gehen	KA	25	1,5	1	38	1,4
8	Pickliste nehmen und ablegen	4LH-IAHA	70	1	1	70	2,5
9	Artikelnummer vergleichen	4LH-IAVW	45	1	1	45	1,6
10	lesen Sammelbehälter und Menge	4LH-IALW	25	2	1	50	1,8
11	Kommissionieliste abhacken	4LH-IAKK	40	1	1	40	1,4
11a	Stift handhaben	4LH-EH	55	1	1	55	2,0
12	Kommissionierwagen Start und Stopp	4LH-WVA	35	1	1	35	1,3
12b	Zuschlag für Position	KA	25	1	1	25	0,9
Summe						516	18,6

1 TMU ≙ 0,036 sec.

Variante 1

Anz. Pos.	Anteil	erw. Weg	
6	0,2%	37,8 m	0,1 m
7	0,0%	38,6 m	0,0 m
8	0,4%	39,2 m	0,2 m
9	1,2%	39,6 m	0,5 m
10	3,6%	40,0 m	1,4 m
11	6,6%	40,3 m	2,7 m
12	9,2%	40,6 m	3,7 m
13	12,8%	40,8 m	5,2 m
14	17,8%	41,0 m	7,3 m
15	14,6%	41,1 m	6,0 m
16	12,4%	41,2 m	5,1 m
17	9,8%	41,3 m	4,0 m
18	5,6%	41,4 m	2,3 m
19	3,8%	41,5 m	1,6 m
20	1,4%	41,6 m	0,6 m
21	0,4%	41,6 m	0,2 m
22	0,2%	41,7 m	0,1 m

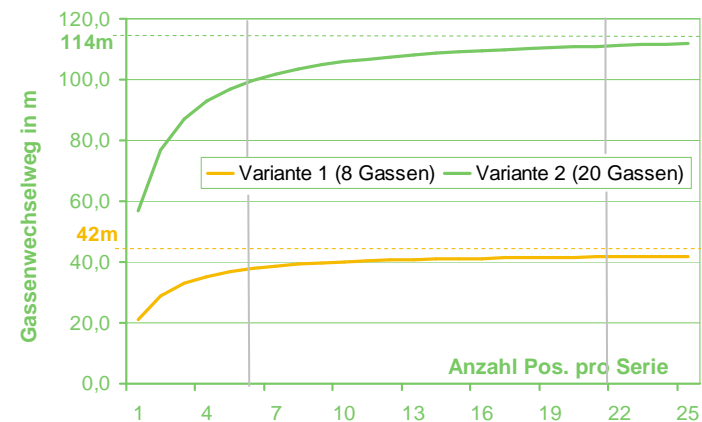
Gassenwechselweg 40,9 m

Variante 2

Anz. Pos.	Anteil	erw. Weg	
6	0,2%	99,7 m	0,2 m
7	0,0%	101,8 m	0,0 m
8	0,4%	103,5 m	0,4 m
9	1,2%	104,8 m	1,3 m
10	3,6%	105,8 m	3,8 m
11	6,6%	106,7 m	7,0 m
12	9,2%	107,5 m	9,9 m
13	12,8%	108,1 m	13,8 m
14	17,8%	108,6 m	19,3 m
15	14,6%	109,1 m	15,9 m
16	12,4%	109,5 m	13,6 m
17	9,8%	109,9 m	10,8 m
18	5,6%	110,2 m	6,2 m
19	3,8%	110,5 m	4,2 m
20	1,4%	110,8 m	1,6 m
21	0,4%	111,0 m	0,4 m
22	0,2%	111,2 m	0,2 m

Gassenwechselweg 108,7 m

- Mit Zunahme der Positionsanzahl nähert sich der zu erwartende Gassenwechselweg dem max. Weg über die gesamte Breite des Kommissioniersystems an.



Variante 1

Anz. Pos.	Anteil	erw. Weg	
6	0,2%	193,8 m	0,4 m
7	0,0%	219,5 m	0,0 m
8	0,4%	243,6 m	1,0 m
9	1,2%	266,4 m	3,2 m
10	3,6%	288,0 m	10,4 m
11	6,6%	308,4 m	20,4 m
12	9,2%	327,7 m	30,1 m
13	12,8%	346,1 m	44,3 m
14	17,8%	363,5 m	64,7 m
15	14,6%	380,1 m	55,5 m
16	12,4%	396,0 m	49,1 m
17	9,8%	411,1 m	40,3 m
18	5,6%	425,6 m	23,8 m
19	3,8%	439,4 m	16,7 m
20	1,4%	452,7 m	6,3 m
21	0,4%	465,4 m	1,9 m
22	0,2%	477,6 m	1,0 m

Gassenweg 369,0 m

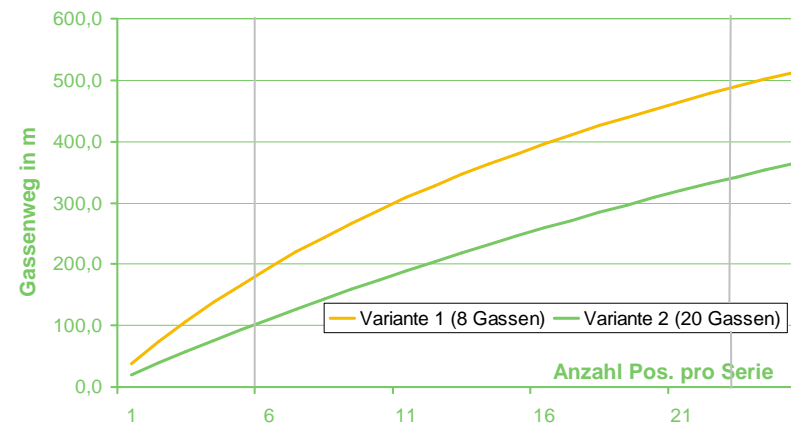
Variante 2

Anz. Pos.	Anteil	erw. Weg	
6	0,2%	110,7 m	0,2 m
7	0,0%	127,4 m	0,0 m
8	0,4%	143,6 m	0,6 m
9	1,2%	159,4 m	1,9 m
10	3,6%	174,8 m	6,3 m
11	6,6%	189,8 m	12,5 m
12	9,2%	204,4 m	18,8 m
13	12,8%	218,6 m	28,0 m
14	17,8%	232,4 m	41,4 m
15	14,6%	245,9 m	35,9 m
16	12,4%	259,1 m	32,1 m
17	9,8%	271,9 m	26,6 m
18	5,6%	284,4 m	15,9 m
19	3,8%	296,6 m	11,3 m
20	1,4%	308,5 m	4,3 m
21	0,4%	320,2 m	1,3 m
22	0,2%	331,5 m	0,7 m

Gassenweg 237,8 m

Variante 1 – Ø Weg pro Gasse = 54,42m

Variante 2 – Ø Weg pro Gasse = 22,84m



Variante 1

- Ø Gassenwechselweg: 40,9 m
- Ø Gassenweg: 369,0 m
- Basisweg (konstant) 8,0 m
- Ø Anzahl angesprochener Gassen 6,78 Gassen

→ Ø Weg pro Serie: 417,9 m

*MTM-Zeitbaustein für 1m Gehen mit
Kommissionierwagen: 25 TMU*

→ Ø Wegzeit pro Serie: 376,11 sec

- Zuschlag für 90° Kurve 15 TMU
- 90° Kurven pro Gang 4 Stück

→ Zeitzuschlag pro Serie 14,64 sec

→ Zeitzuschlag Verteilzeit (5%) 19,53 sec

→ **Ø Wegzeit pro Serie: 410,28 sec**

Variante 2

- Ø Gassenwechselweg: 108,7 m
- Ø Gassenweg: 237,8 m
- Basisweg (konstant) 8,0 m
- Ø Anzahl angesprochener Gassen 10,41 Gassen

→ Ø Weg pro Serie: 354,5 m

*MTM-Zeitbaustein für 1m Gehen mit
Kommissionierwagen: 25 TMU*

→ Ø Wegzeit pro Serie: 319,05 sec

- Zuschlag für 90° Kurve 15 TMU
- 90° Kurven pro Gang 4 Stück

→ Zeitzuschlag pro Serie 22,49 sec

→ Zeitzuschlag Verteilzeit (5%) 17,08 sec

→ **Ø Wegzeit pro Serie: 358,62 sec**

Variante 1

- Ø Wegzeit pro Serie 410,28 sec
Ø Pos. pro Serie 14,7

- Ø Wegzeit pro Pos. (Serie) 27,91 sec
Verdichtung der Pos. durch Serienbildung 10%

- Ø Wegzeit pro Pos. (LA) 25,37 sec

- Ø Basiszeit pro Pos. (LA) 6,36 sec
- Ø Greifzeit pro Pos. (LA) 19,44 sec

- **Ø Zeit pro Pos. (LA) 51,17 sec**

- **Leistung pro Kommissionierer
in Variante 1 70,35 Pos/h**

Variante 2

- Ø Wegzeit pro Serie 358,62 sec
Ø Pos. pro Serie 14,7

- Ø Wegzeit pro Pos. (Serie) 24,39 sec
Verdichtung der Pos. durch Serienbildung 10%

- Ø Wegzeit pro Pos. (LA) 22,18 sec

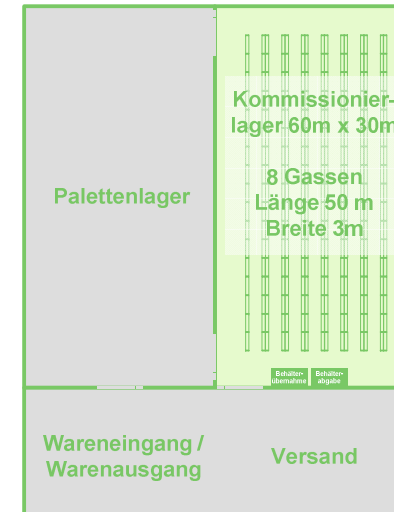
- Ø Basiszeit pro Pos. (LA) 6,36 sec
- Ø Greifzeit pro Pos. (LA) 19,44 sec

- **Ø Zeit pro Pos. (LA) 47,98 sec**

- **Leistung pro Kommissionierer
in Variante 2 75,03 Pos/h**

Variante 1

- Leistung pro Kommissionierer in Variante 1 70,35 Pos/h
- Geforderter Durchsatz bei einer Arbeitszeit von 8h 8.000 Pos/d
→ Anzahl benötigter Kommissionierer (14,21 MA) 15 MA

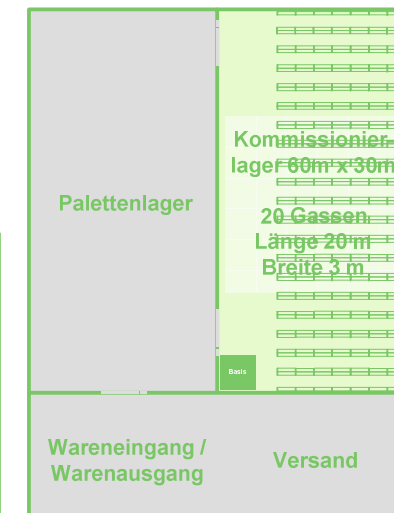


Variante 2

- Leistung pro Kommissionierer in Variante 2 75,03 Pos/h
- Geforderter Durchsatz bei einer Arbeitszeit von 8h 8.000 Pos/d
→ Anzahl benötigter Kommissionierer (13,32 MA) 14 MA

Durch die Anordnung nach Variante 2 kann ca. 1 Mitarbeiter anderweitig eingesetzt werden.

Wird unterstellt, dass die Investitionen, Betriebskosten und Wartungskosten der Varianten identisch sind, so sind die Kosten pro Position in Variante 2 geringer.



Vorteile Simulation

- Detaillierte Abbildung des Systems
- Wechselwirkungen (Reihenfolge) werden berücksichtigt
- Verteilzeiten (Wartezeit) werden berücksichtigt
- Visuelle Kontrolle des Materialflusses möglich
- Durchlaufzeiten über Start- und Endzeitpunkte ermittelbar

Nachteile Simulation

- Längere Rechenzeit
- Spezielle Software notwendig
- Statistische Absicherung muss sichergestellt werden.

Vorteile analytischer Methoden

- Kurze Rechenzeit
- Keine spezielle Software notwendig (auch mit Excel anwendbar)
- Optimierung (Annäherung) durch die Variation von Eingangsgrößen, z.B.:
 - Zuordnung von Artikeln zu einem Kommissionierverfahren
 - Veränderung der Reichweite (Trade-Off zwischen Nachschubfrequenz und Zusammenführungszeit bei der Kommissionierung)

Nachteile analytischer Methoden

- Eine ungenaue Approximation der Verteilungsfunktionen kann die Ergebnisschärfe beeinträchtigen.
- Leistungshemmende Wechselwirkungen zwischen den Kommissionierbereichen und die gegenseitige Behinderungen der Kommissionierer werden nicht betrachtet.

- Sowohl der Einsatz der Simulation in der Grobplanung als auch die durchgängige Verwendung analytischer Methoden können den Planungsprozess verbessern.
 - Schnelle Modellierung verschiedener Systemvarianten und deren Leistungsbestimmung.
 - Berücksichtigung von verschiedenen Last- und Anforderungsszenarien (Untersuchung der Flexibilität / Robustheit).
 - Optimierung von Kommissioniersystemen hinsichtlich Seriengrößen, Wegstrategien, Einlagerstrategien.

- Durch die Untersuchung von mehr Planungsvarianten, Last- und Anforderungsszenarien wird die Bewertung und Entscheidung besser abgesichert.

- Dies führt zu einer Reduzierung des Risikos, eine unzureichende Entscheidung bei der Systemauswahl bzw. -planung zu treffen.

M	=	Anzahl Artikel
M_G	=	Anzahl Artikel pro Gasse
n	=	Anzahl Pos. pro Auftrag
r	=	Anzahl der Positionen die in einer Gasse kommissioniert werden
λ	=	Parameter der exp. Verteilung
n_{Gassen}	=	Anzahl Gassen
L_{Gasse}	=	Gassenlänge
$L_{Anfahrt}$	=	Anfahrmaß der Gasse
P_K	=	Leistung des Kommissioniersystems
t_K	=	Gesamtzeit für die Kommissionierung pro Position
t_z	=	Zusammenführungszeit von Artikel und Kommissionierer pro Position
t_B	=	Bearbeitungszeit pro Position
s_i	=	Weg von der 1. Gasse bis zur i - ten Gasse
p_i	=	Wahrscheinlichkeit, dass n Positionen in den Gasse 1 - i kommissioniert werden
b_{Gasse}	=	Breite einer Gasse (i.d.R. 2 x Regalbreite + Gangbreite)
s_{GWW}	=	erw. Gassenwechselweg
i	=	Index
k	=	Index
p_{ges}	=	
s_r	=	Weg in einer Gasse bei r Positionen, die in dieser Gasse kommissioniert werden müssen

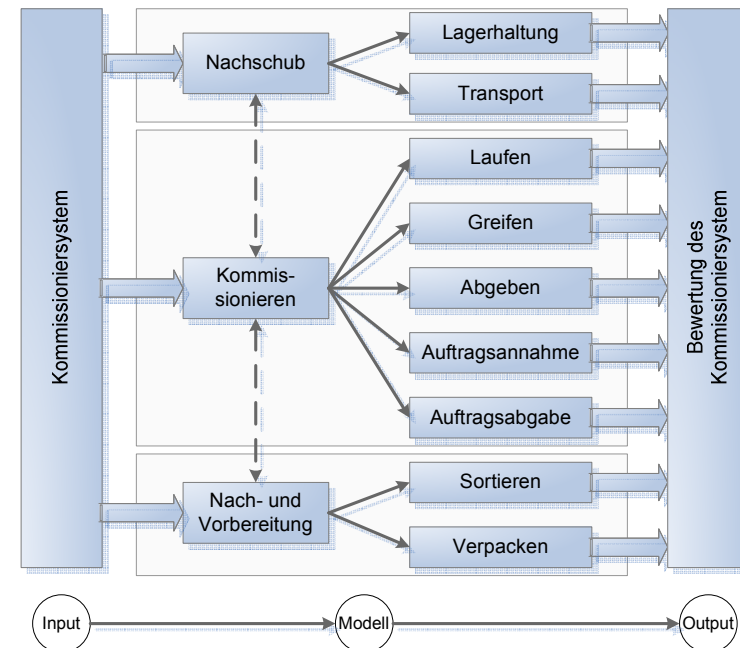
DFG Forschungsprojekt:

Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Analytische Modellierung von Kommissioniersystemen zur systematischen Planungsunterstützung

DFG

- Erarbeitung einer analytischen Methode, mit der die Leistung von hybriden Kommissioniersystemen bewertet werden kann.
- Dabei wird nicht nur die Leistung der Kommissionierer ermittelt, sondern auch:
 - der Transportaufwand zwischen den Kommissionierverfahren,
 - der Zusammenführungsaufwand (bei paralleler Bearbeitung),
 - der Aufwand für das Befüllen des Bereitstellungs-systems und der dazu notwendige Transportaufwand.
- Die Ergebnisse werden zu Kennlinien zusammengefasst (Pos/ZE, Kosten pro Pos,...).
- Durch die gezielte Stufenweise Veränderung von Eingangsparametern (Reichweite, Artikelzuweisung,...) kann die Sensitivität der Leistung eines Kommissioniersystems untersucht werden.



Untersuchungsziel

- Einfluss der Zonenlänge auf die Leistung der Kommissionierer

Parameter

- Anzahl Zonen
- Positionen pro Auftrag

Konstanten

- Anzahl Artikel (2.000)
- Reichweite → Regallänge
- Summe Positionen gesamt (8.000)

