

Konzeption von Lagersystemen für die Materialversorgung produzierender Unternehmen

Laura Marie Birlenbach





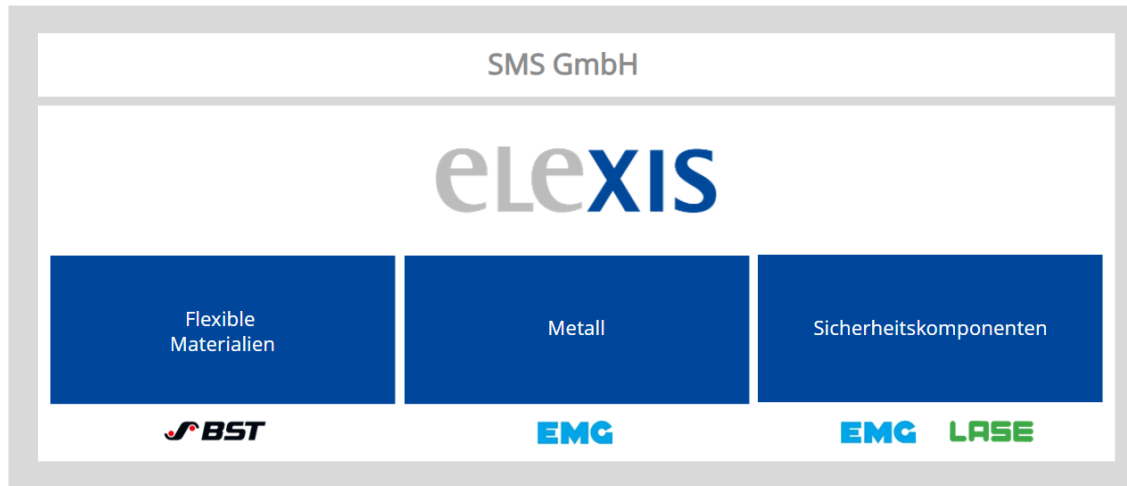
Vorstellung eines Leitfadens zur Konzeption von Lagersystemen



- Laura Marie Birkenbach
- M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen (Universität Siegen)
- Masterarbeit am Lehrstuhl von Prof. Stache (2020)
- Lean Managerin bei der EMG Automation GmbH

Vorstellung elexis

Geschäftsbereiche, Branche, Produkte



- Mittelständisches Produktionsunternehmen
- 1.300 Mitarbeiter weltweit
- Maschinenbau-Branche
- Bahnlaufregelungen und qualitätssichernde Systeme für bahnverarbeitende Industrie



Leitfaden

Konzeption von Lagersystemen



Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

Dimensionierung

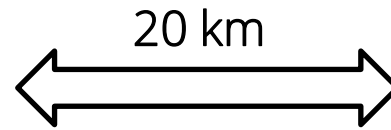
Variantenbewertung

Layoutplanung

Bestandsaufnahme

Konzeption von Lagersystemen

- Was ist der Auslöser für die (Neu-) Konzeption eines Lagersystems?



Neubau Produktionsstandort



Bestandsaufnahme

Konzeption von Lagersystemen

- Welche Lager- und Fördertechnik ist aktuell vorhanden?

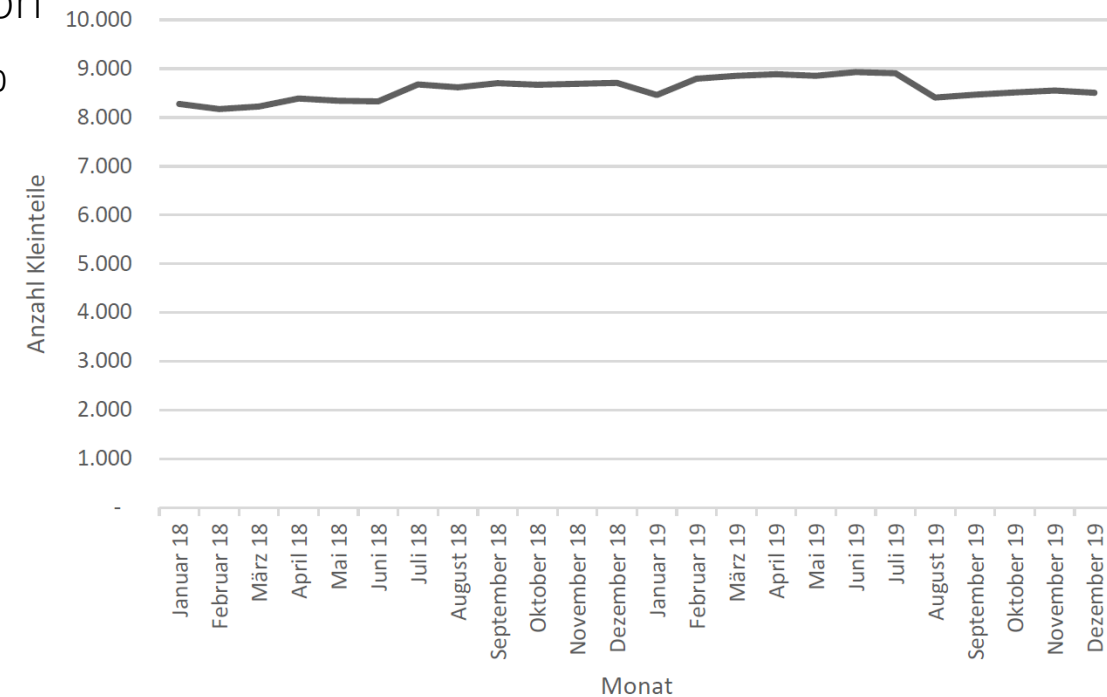
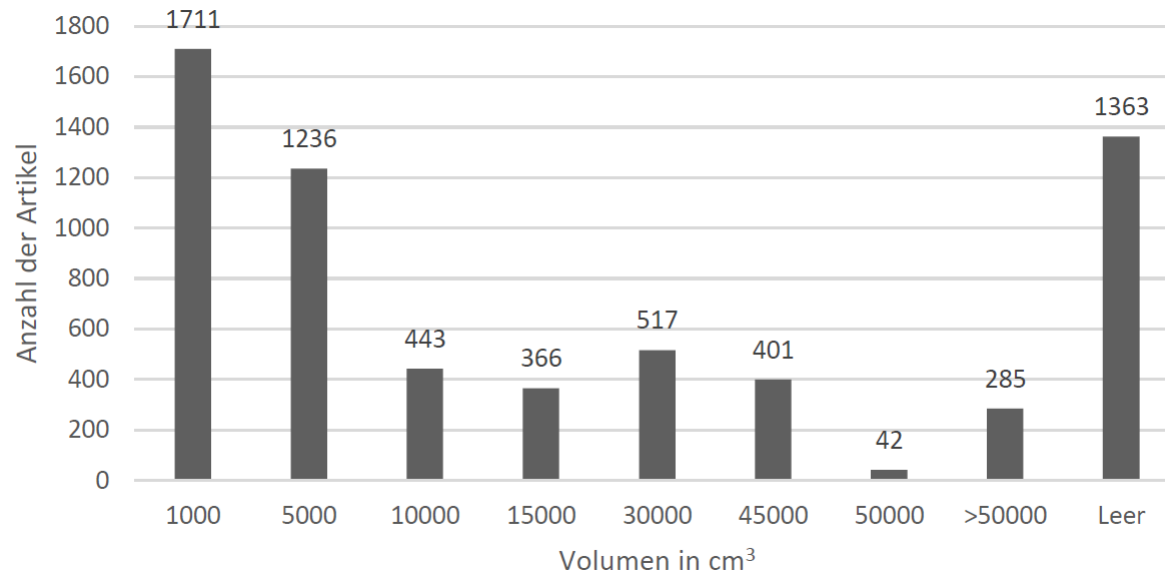


Statische Größen	Dynamische Größen
Artikelanzahl	Wareneingänge pro Tag
ABC-Artikelverteilung	Warenausgänge pro Tag
Durchschnittsbestand	Umlagerungen pro Tag
Lager(platz)kapazität	Anzahl Aufträge pro Tag
Kosten pro Artikel	Anzahl Positionen pro Auftrag
Durchschnittliche Bestandskosten	Anzahl Zugriffe pro Position
Bestandsreichweite	Gewicht pro Zugriff

Stammdatenqualität



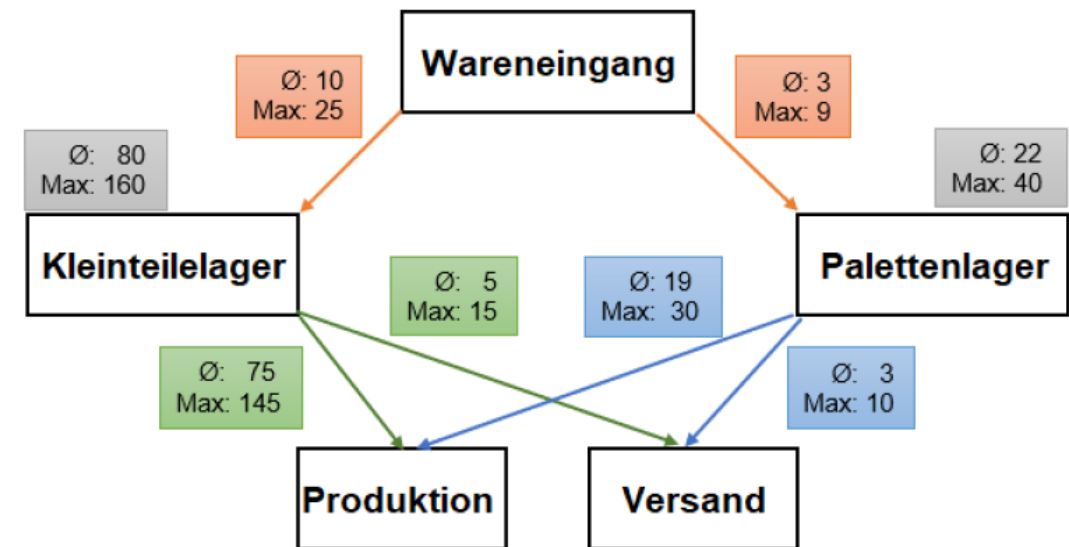
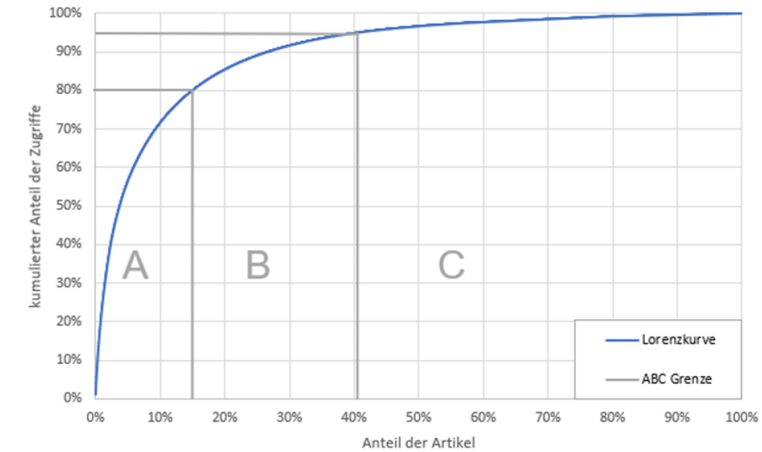
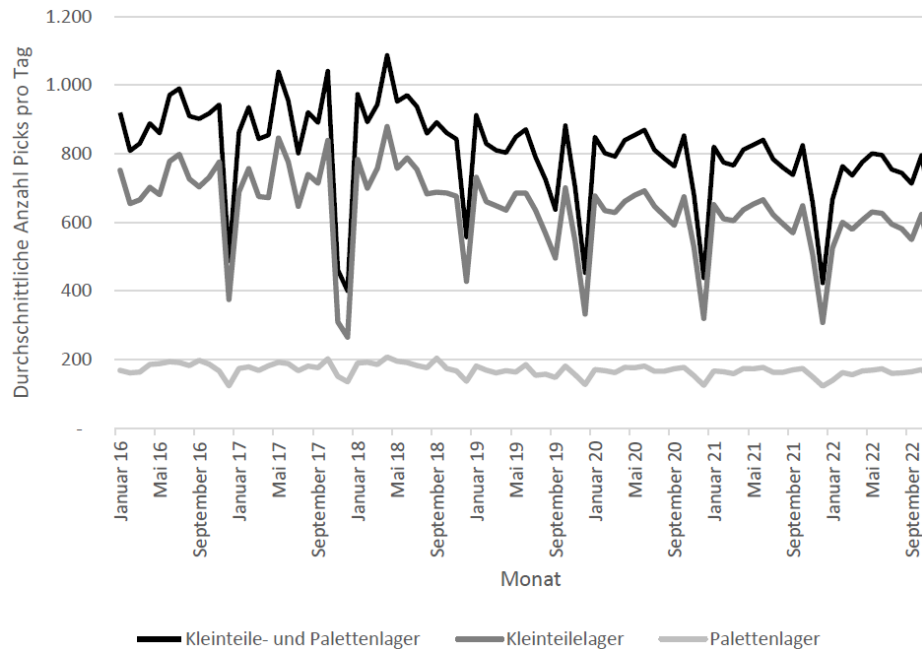
- Bestandsanalyse: 8500 Kleinteile, 500 Paletten (mangelnde Stammdatenqualität)
- Verschrottungsanalyse: 2000 Artikel
- Reichweitenanalyse: 300 Artikel mit Reichweite > 5 Jahre
- Zeitreihenanalyse zur Bedarfsprognose: Lineare Regression
- Wachstumsprognose nach Unternehmensstrategie: +30%



Planungsgrundlagen

Leistungsanforderungen

- Picks pro Tag: Durchschnitt 800 Picks, Maximum 1.600 Picks
- Zeitreihenanalysen der Zugriffe
- ABC-Verteilung der Zugriffe
- Materialflüsse



Vorauswahl

- Übernahme der bestehenden Lagertechnik ausgeschlossen
- Literatur (HEINRICH, S. 397) – Zugriff pro Stunde pro Kommissionierer
 - Fachbodenregal bei eindimensionaler Fortbewegung 45 – 100 Zugriffe
 - Fachbodenregal bei zweidimensionaler Fortbewegung 40 – 85 Zugriffe
 - Palettenregal bei eindimensionaler Fortbewegung 50 – 100 Zugriffe
 - Palettenregal bei zweidimensionaler Fortbewegung 40 – 100 Zugriffe
 - Durchlaufregal bei eindimensionaler Fortbewegung 140 – 250 Zugriffe
 - Durchlaufregal mit belegloser Kommissionierung 250 – 400 Zugriffe
 - Automatisches Behälterlager 50 – 250 Zugriffe
 - Umlaufregal bei eindimensionaler Fortbewegung 80 – 160 Zugriffe
 - Fachbodenregal mit Roboterbedienung 100 – 350 Zugriffe
 - Schacht- und Kommissionierautomaten 4.500 – 9.000 Zugriffe

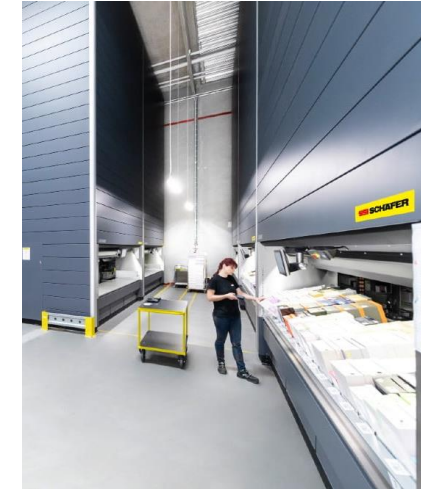
Dimensionierung

Vorauswahl



Dimensionierung

Vorauswahl



Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

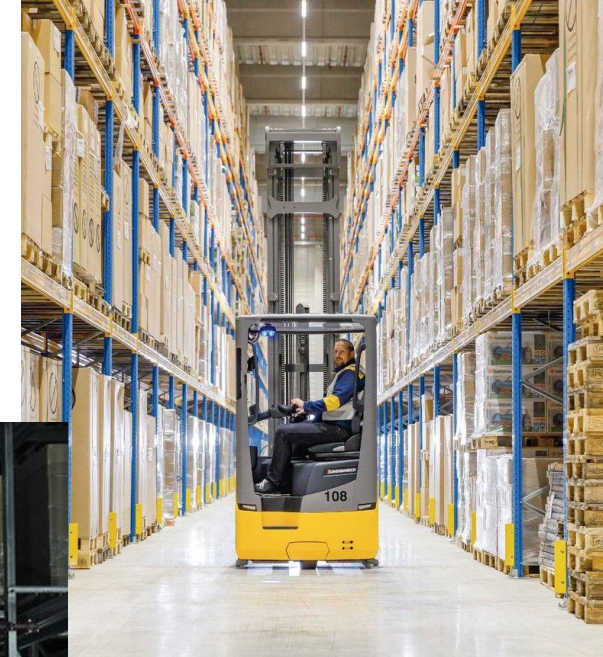
Dimensionierung

Variantenbewertung

Layoutplanung

Dimensionierung

Vorauswahl



Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

Dimensionierung

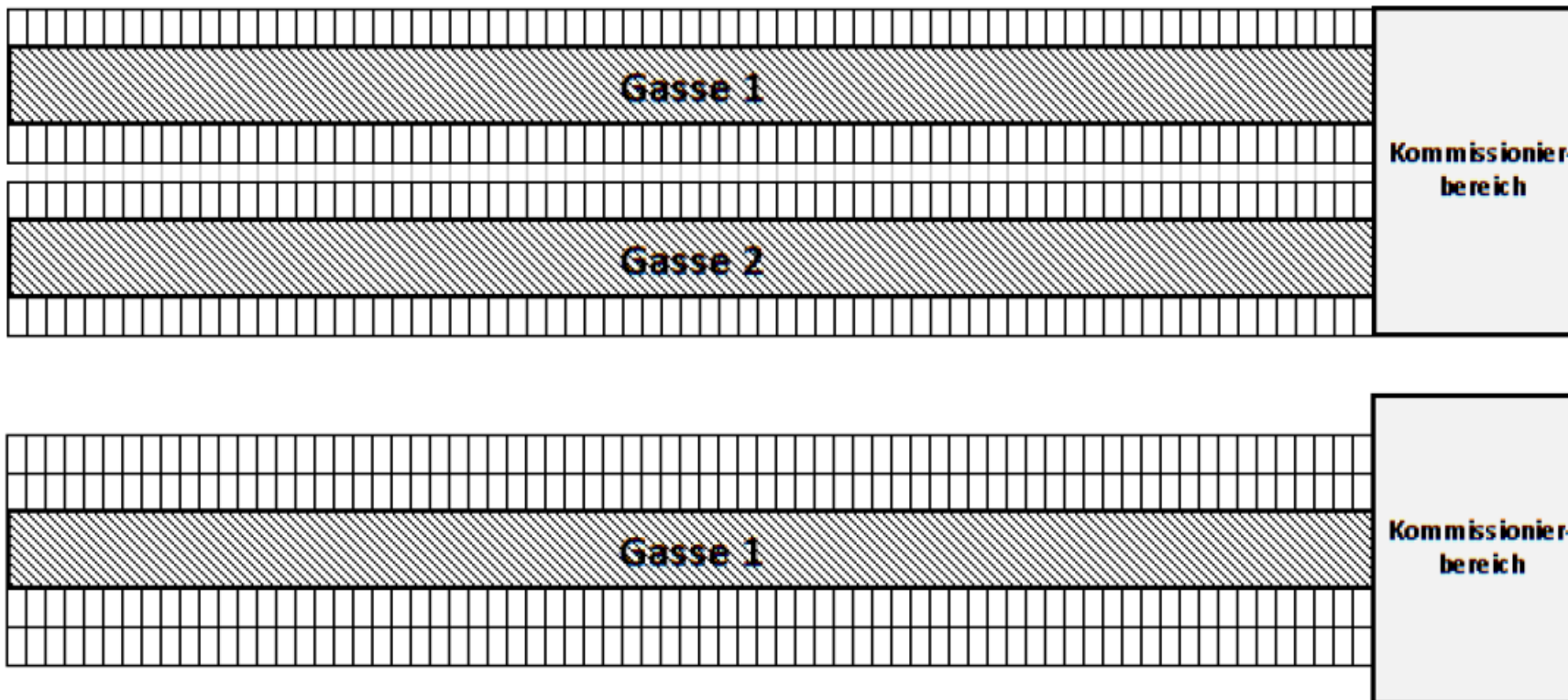
Variantenbewertung

Layoutplanung

Dimensionierung

statisch

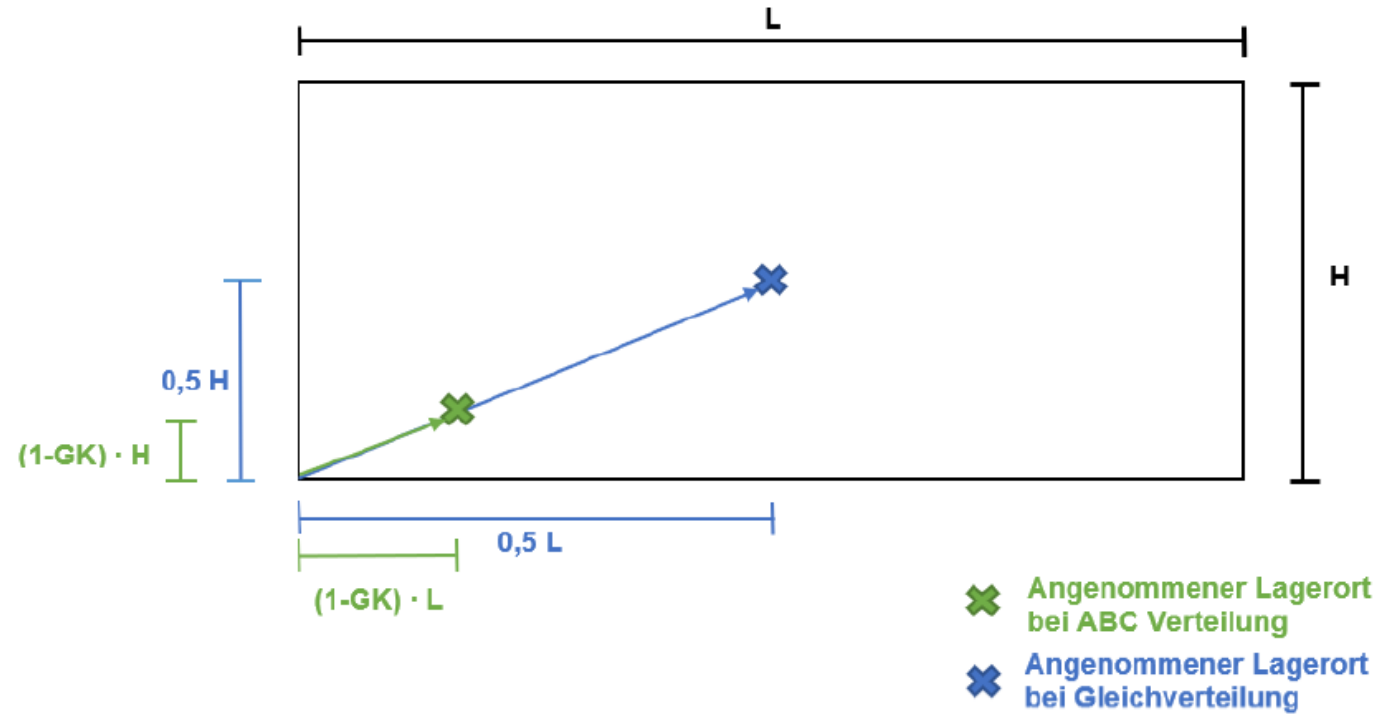
- Auswahl und Anzahl der Ladungsträger
- Anordnung der Lagerplätze



Dimensionierung

dynamisch

- Anzahl an Lagergeräten / Fördermittel
- Herstellerangaben und Mechanik



Systemannahmen		
Durchschnittliche Leistung	650,00	Picks/Tag
Spitzenleistung	1.300,00	Picks/Tag
Regallänge	22,50	m
Regalhöhe	7,50	m
Systembreite	2,35	m
Anzahl Regalzeilen	2,00	pcs
Ein-/ Auslagerzeit (Regal), Lastaufnahmezeit	2,00	s
Behälterwechsel (Ein-/ Auslagerungsstation)	4,00	s
Zeit für Verfahren zwischen 2 naheliegender Lagerplätze	2,00	s
Lagertiefe	einfach	tiefe
ABC Verteilung der Zugriffe auf alle Lagerplätze (GK)	0,8017	
Aufnahme Kommissionierwagen und Behälter	5,00	s
Abgabe Kommissionierwagen und Behälter	10,00	s
Regallänge ABC Verteilung	4,46	m
Gegebene Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Zeiten		
Geschwindigkeit horizontal	4,00	m/s
Beschleunigung horizontal	1,50	m/s ²
Restriktion		
durchschnittliche horizontale Fahrzeit		
Berechnung der Beschleunigungszeit und -weg		
Beschleunigungszeit	2,67	s
Beschleunigungsweg	5,33	m
Berechnung der Zeit für ein Doppelspiel		
Beschleunigung (Ein-/ Auslagerungsstation)	1,72	s
Verfahren (Ein-/ Auslagerungsstation zur Regalmitte)	-	s
Bremsen (Regalmitte)	1,72	s
Einlagern /Auslagern eines Behälters ins Regal	2,00	s
Verfahren zum auszulagernden Behälter	2,00	s
Auslagern eines Behälters aus Regal	2,00	s
Beschleunigen (Regalmitte)	1,72	s
Verfahren (Regalmitte zur Ein-/ Auslagerungsstation)	-	s
Bremsen (Ein-/ Auslagerungsstation)	1,72	s
Behälterwechsel (Ein-/ Auslagerungsstation)	4,00	s
Gesamtzeit pro Doppelspiel	16,90	s
Doppelspiele		
Doppelspiele pro Stunde und Gerät	213,00	
Doppelspiele pro Gerät und Tag	1.491,00	
Anzahl Geräte Durchschnittsleistung	0,44	
Anzahl Geräte Spitzenleistung	0,87	

Variantenbewertung

TCO und Nutzwertanalyse

	Investitions- kosten	Zinsen	Abschreibung	Wartung und Energie	Personal- bedarf	Personal- kosten	jährliche Betriebskosten	Betriebskosten 10 Jahre	TCO 10 Jahre
		Invest x 0,5 x 6%	Invest x 10%	Invest x 10%		je 50.000€			
Kleinteilelager									
Fachbodenlager	342.500,00 €	10.275,00 €	34.250,00 €	34.250,00 €	3,50	175.000,00 €	253.775,00 €	2.537.750,00 €	2.880.250,00 €
Schmalganglager	390.165,00 €	11.704,95 €	39.016,50 €	39.016,50 €	2,00	100.000,00 €	189.737,95 €	1.897.379,50 €	2.287.544,50 €
Lagerlifte	484.425,00 €	14.532,75 €	48.442,50 €	48.442,50 €	1,75	87.500,00 €	198.917,75 €	1.989.177,50 €	2.473.602,50 €
Vertical Buffer Module	1.195.354,06 €	35.860,62 €	119.535,41 €	119.535,41 €	2,00	100.000,00 €	374.931,43 €	3.749.314,34 €	4.944.668,41 €
AKL	1.336.541,56 €	40.096,25 €	133.654,16 €	133.654,16 €	1,50	75.000,00 €	382.404,56 €	3.824.045,59 €	5.160.587,16 €
Autostore	979.083,43 €	29.372,50 €	97.908,34 €	97.908,34 €	1,50	75.000,00 €	300.189,19 €	3.001.891,89 €	3.980.975,32 €
Palettenlager									
Breitganglager Variante 1	201.150,00 €	6.034,50 €	20.115,00 €	20.115,00 €	0,75	37.500,00 €	83.764,50 €	837.645,00 €	1.038.795,00 €
Breitganglager Variante 2	311.775,00 €	9.353,25 €	31.177,50 €	31.177,50 €	0,50	25.000,00 €	96.708,25 €	967.082,50 €	1.278.857,50 €
Schmalganglager	334.040,00 €	10.021,20 €	33.404,00 €	33.404,00 €	0,50	25.000,00 €	101.829,20 €	1.018.292,00 €	1.352.332,00 €
Automatisches Palettenlager	818.750,00 €	24.562,50 €	81.875,00 €	81.875,00 €	1,00	50.000,00 €	238.312,50 €	2.383.125,00 €	3.201.875,00 €

			Fachbodenlager		Schmalganglager		Lagerlifte		Vertical Buffer Module		Automatisches Kleinteilelager		Autostore	
Merkmal		Gewicht	Wert	Gesamt	Wert	Gesamt	Wert	Gesamt	Wert	Gesamt	Wert	Gesamt	Wert	Gesamt
K 1	Investitionskosten	10,23%	4	0,41	4	0,41	3	0,31	2	0,20	1	0,10	2	0,20
K 2	Betriebskosten	22,64%	2	0,45	3	0,68	3	0,68	1	0,23	1	0,23	1	0,23
K 3	Kommissionierleistung	18,70%	2	0,37	3	0,56	3	0,56	3	0,56	4	0,75	4	0,75
K 4	Flächenbedarf	12,60%	1	0,13	3	0,38	4	0,50	3	0,38	2	0,25	3	0,38
K 5	Erweiterbarkeit	3,34%	1	0,03	2	0,07	4	0,13	4	0,13	2	0,07	2	0,07
K 6	Ausfallsicherheit	32,49%	3	0,97	2	0,65	3	0,97	3	0,97	2	0,65	2	0,65

2,37

2,74

3,16

2,48

2,05

2,27

Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

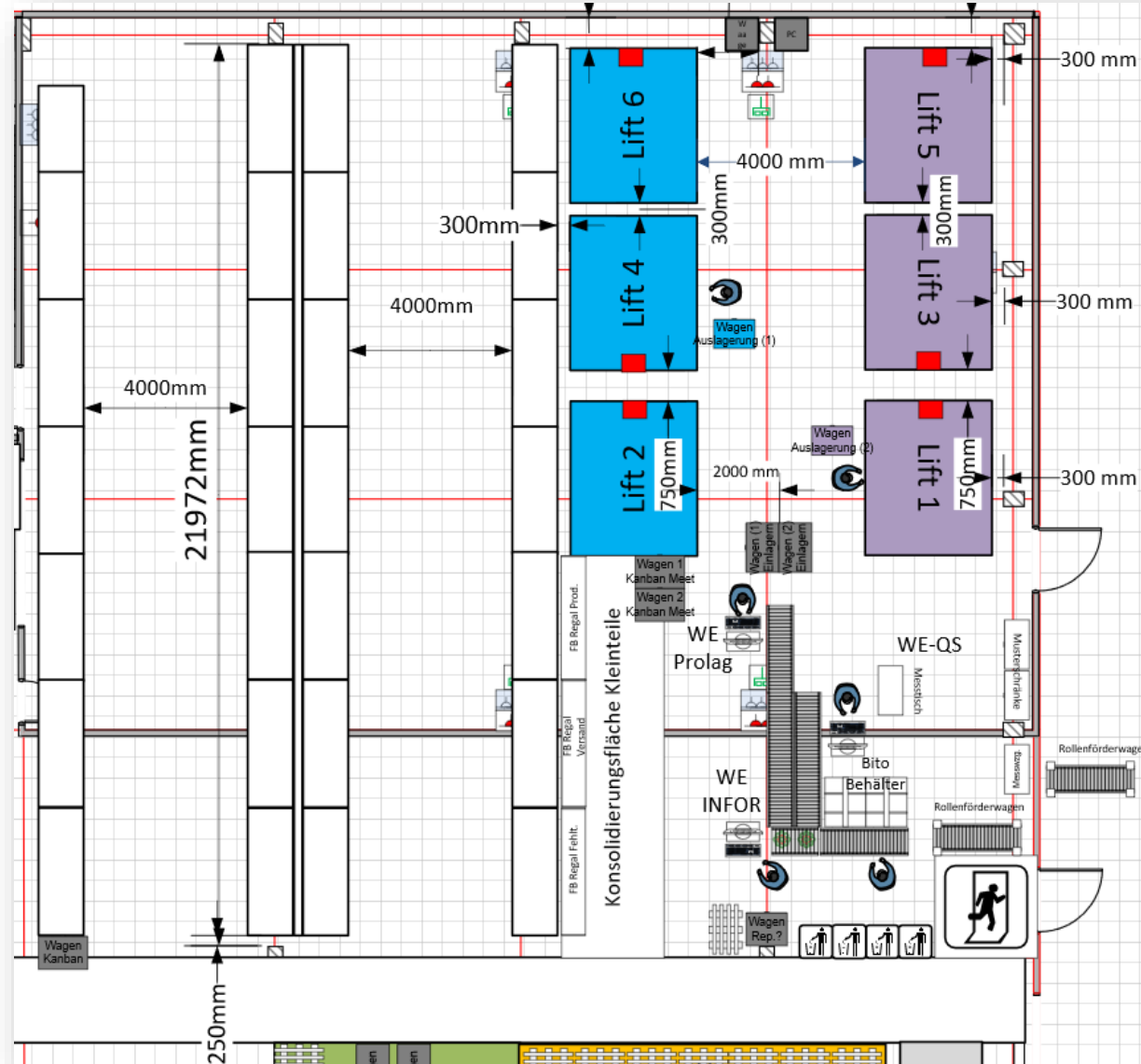
Dimensionierung

Variantenbewertung

Layoutplanung

Layoutplanung

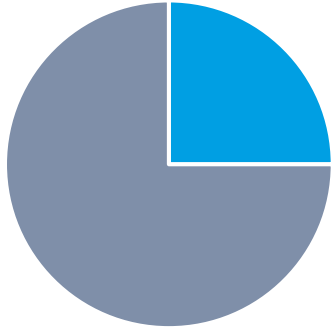
Materialfluss



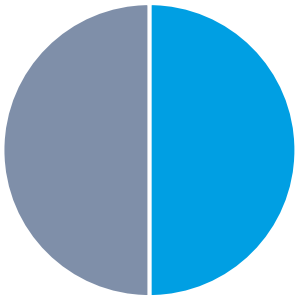
Ergebnis der Konzeption

Lagerlifte und Breitganglager mit Schubmaststapler

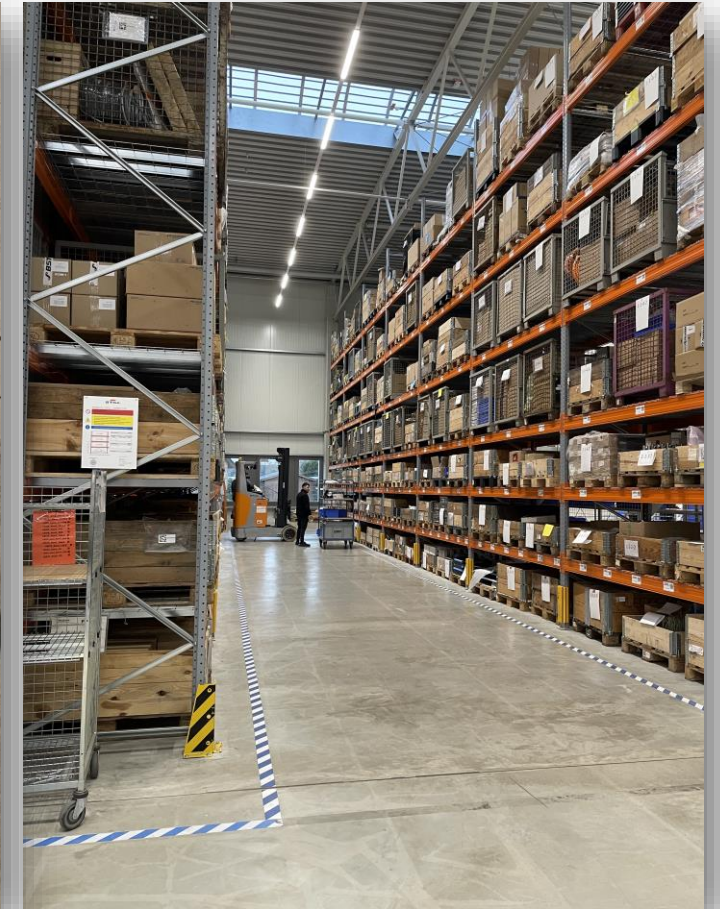
25% Investitionskosten



50 % Total Cost of Ownership



6 Lagerlifte



Breitgang Plattenlager

Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

Dimensionierung

Variantenbewertung

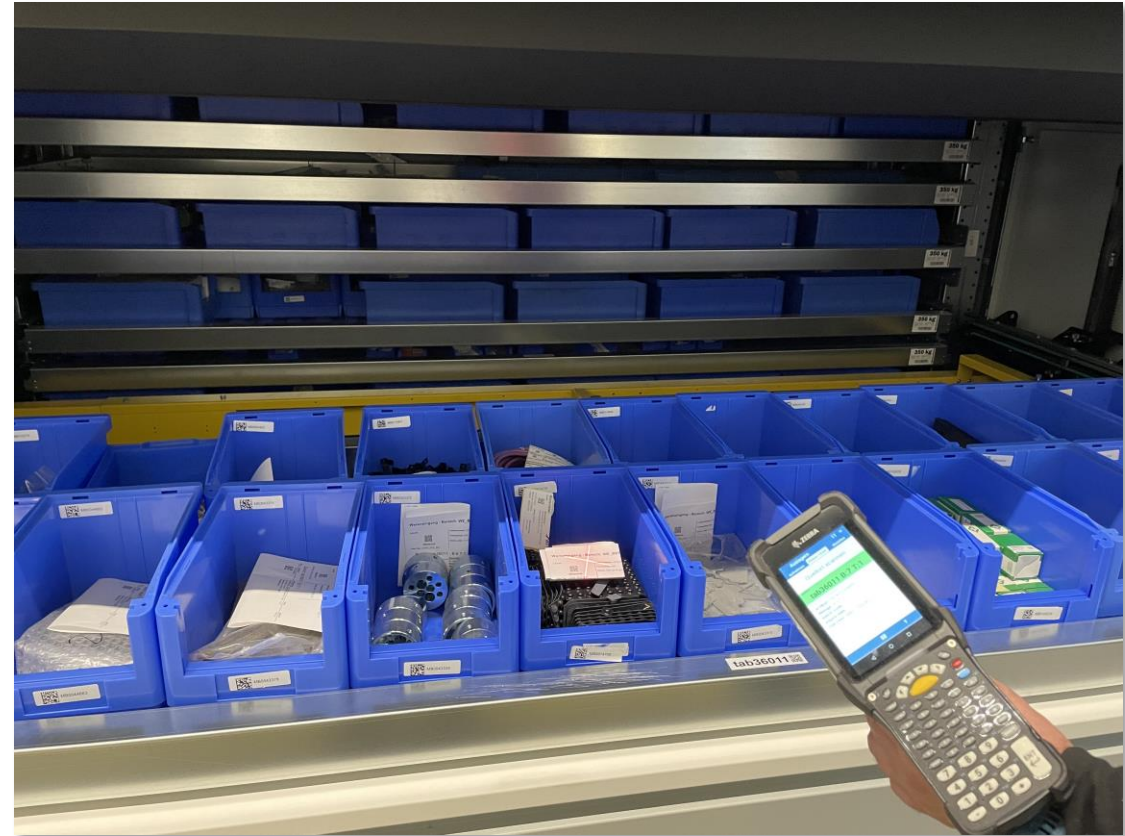
Layoutplanung

Ergebnis der Konzeption

Lagerlifte und Breitganglager mit Schubmaststapler



Reihenschaltung der Lifte, Ausfallsicherheit,
optimale Raumnutzung, keine Wartezeiten



Pick-by-light, scannergesteuerte Kommissionierung,
Ergonomie, Prozesssicherheit

Bestandsaufnahme

Planungsgrundlagen

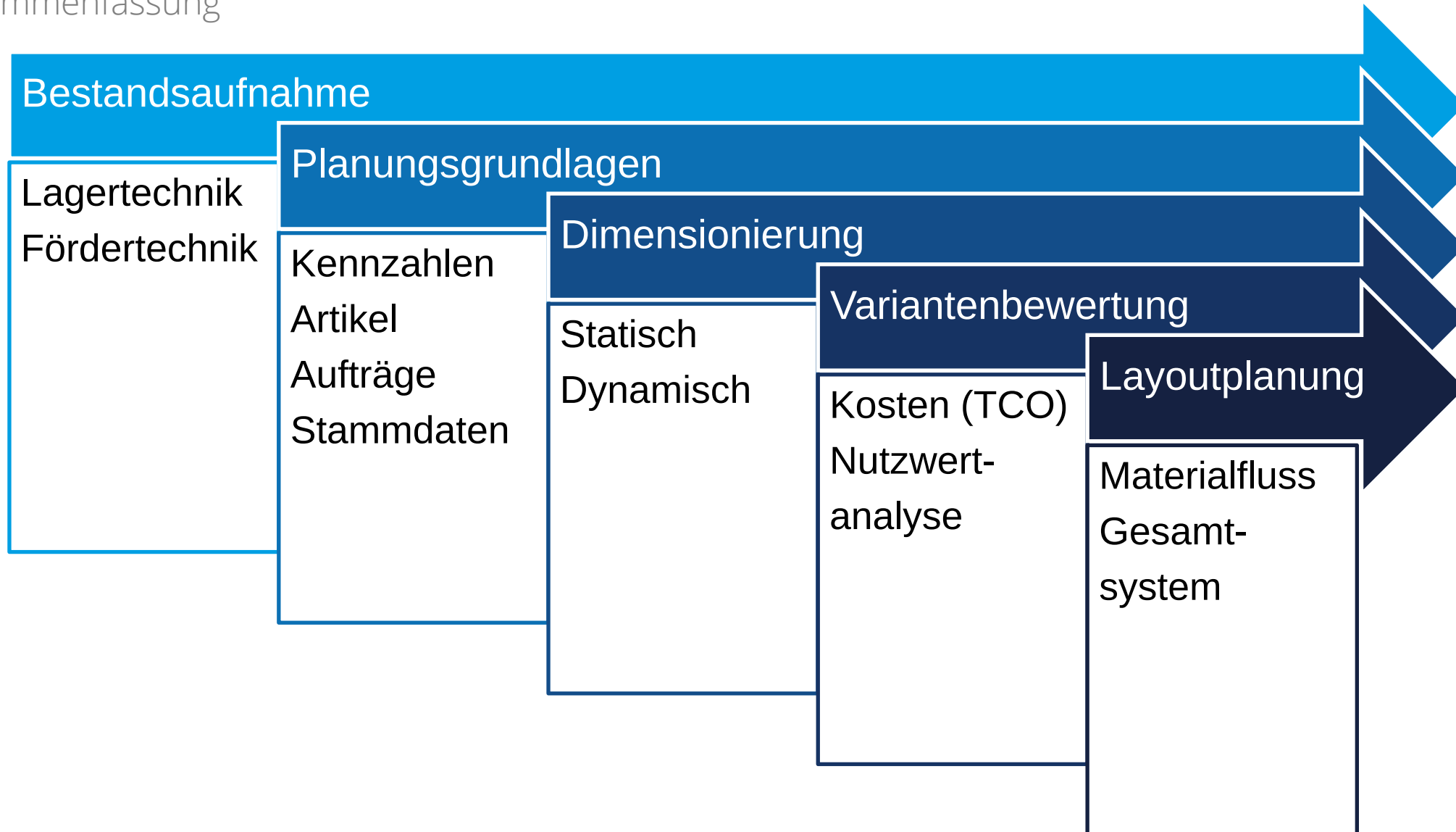
Dimensionierung

Variantenbewertung

Layoutplanung

Konzeption von Lagersystemen

Zusammenfassung



A photograph of a modern, two-story building with a grey, horizontally-slatted facade. The building features large glass windows and doors. A blue 3D logo with the letters "EMC" is mounted on the upper right portion of the facade. In the foreground, there is a paved area and a small, manicured tree. A blue semi-transparent banner is overlaid on the left side of the image, containing the text "Vielen Dank!".

Vielen Dank!