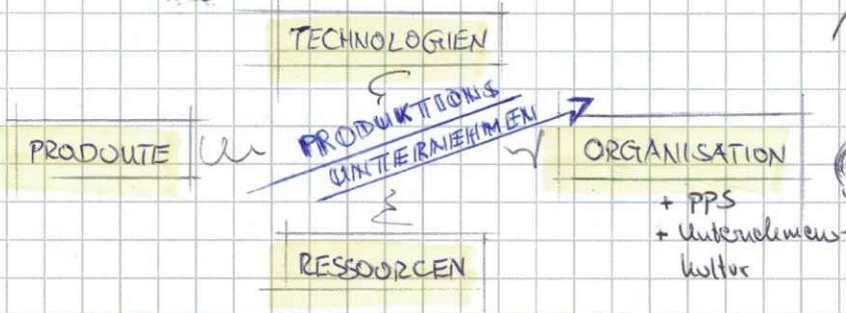
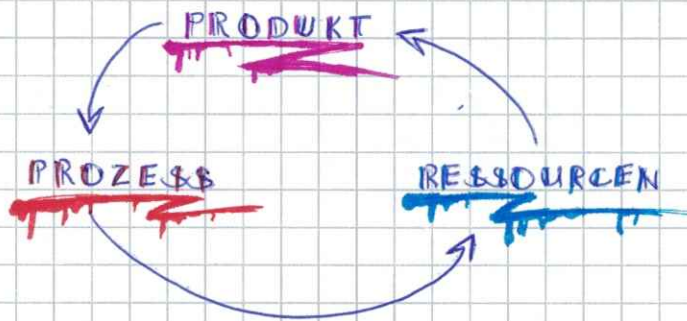


4 Wortsätze des UN:
(Basisfundament)



Ziel ist die ausgewogene Entwicklung **ALLER 4 Komponenten!**

3 Grunddatenstrukturen:



... Sagen jeweils auf
... erweitern & präzisieren
... werden zur nächsten
Stufe aggregiert

Standardisierte Datenstruktur (ERP-DB):

PRODUKTDATEN

- Bauteile - Baugruppen - Varianten
- Struktur - Stücklisten - Codierung
- Make or Buy
- Produktionsprogramm - Mengengerüst

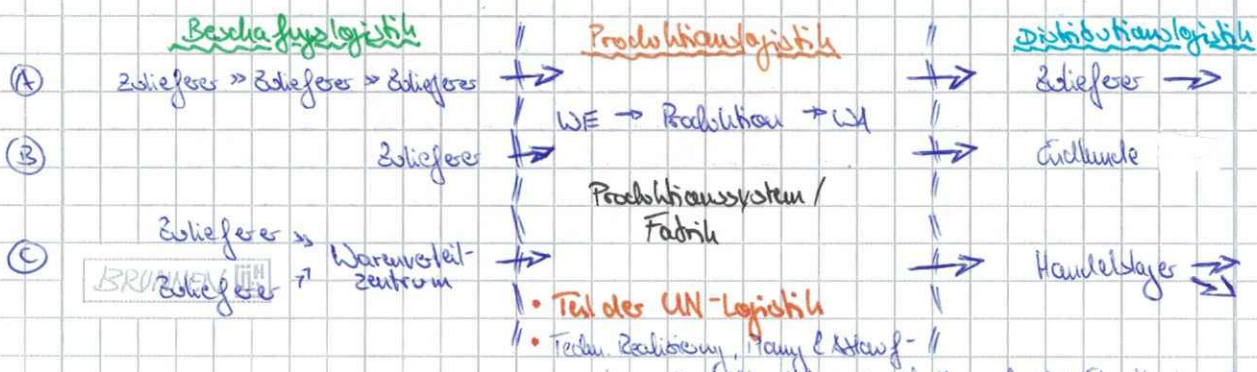
PROZESSDATEN

- Prozesse - Technologien - Verfahren
- Technologische Stammdaten - Arbeitspläne
- Prozessketten - Netzwerke

RESSOURCENDATEN

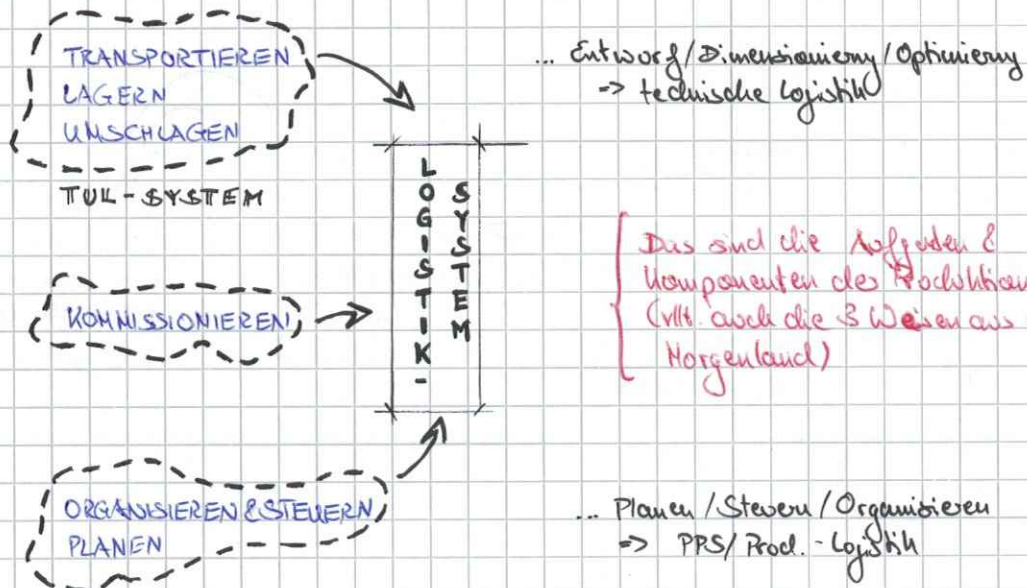
- Betriebsmittel: Haupt- & Hilfsprozess
- Mitarbeiter - Qualifikationsstruktur
- Immobilien: Bauland & Grundstück
- Fabrik - & Produktionssystemlayout

Was ist (Produktions-)Logistik:



II

Logistik 2 Komponenten des Produktionslogistik:



Das sind die Aufgaben & Komponenten des Produktionslogistik (vlt. auch die 3 Weisen aus dem Morgenland)

Produktstruktur:

- ? Was wird selbst gefertigt
- ? Was gekauft
- ? Was wird die Produktion kosten (HK)

Als Ergebnis generieren Konstrukteure keine solche Stückliste, sondern nur eine Mengenstückliste:

POS-Nr.	IDENT.-Nr.	BEBEICHNUNG	MENGE	STRUKTUREBENE	KOSTEN	MAT.	GEW.	MAßE
35	300.425	BOLEN	6		0,20	170g	1,5	10mm

Identifizierung durch Codierungssystem (Art.Nr.) ermöglicht Zuordnung über mehrere Ebenen.

Anschließend wird der technologische Arbeitsplan mit entspr. Arbeitsabfolge (Nr., Kostenstelle, Rüstzeit, Einzelzeit). Anschließend folgt die Prozesskette.

Produktionssystem in der hierarchischen Struktur d. UN:

ARBEITSPLATZ
PRODUKTIONSSYSTEM
BEREICH
FABRIK
UNTERNEHMEN

Maschine ⊕ Montage ⊕ TUL-Prozess
Produktlinie ⊕ Fertigungsabschnitt
Produktionshalle ⊕ Layoutstruktur ⊕ Produkte
Standort ⊕ Gesamtstruktur
Netzwerk ⊕ Kompetenzzentren

AGGREGATION

Wesentliche Aspekte eines Produktionssystems:

- A) FACHPERSONAL
- B) FABRIK- & LOGISTIKSTRUKTUR
- C) LOGISTIKSYSTEM
- D) 3D-Anlagenlayout
- E) PRODUKTIONSABLAUFORGANISATION
- F) GEBÄUDE
- G) ARCHITEKTUR
- H) MASCHINEN & ANLAGEN

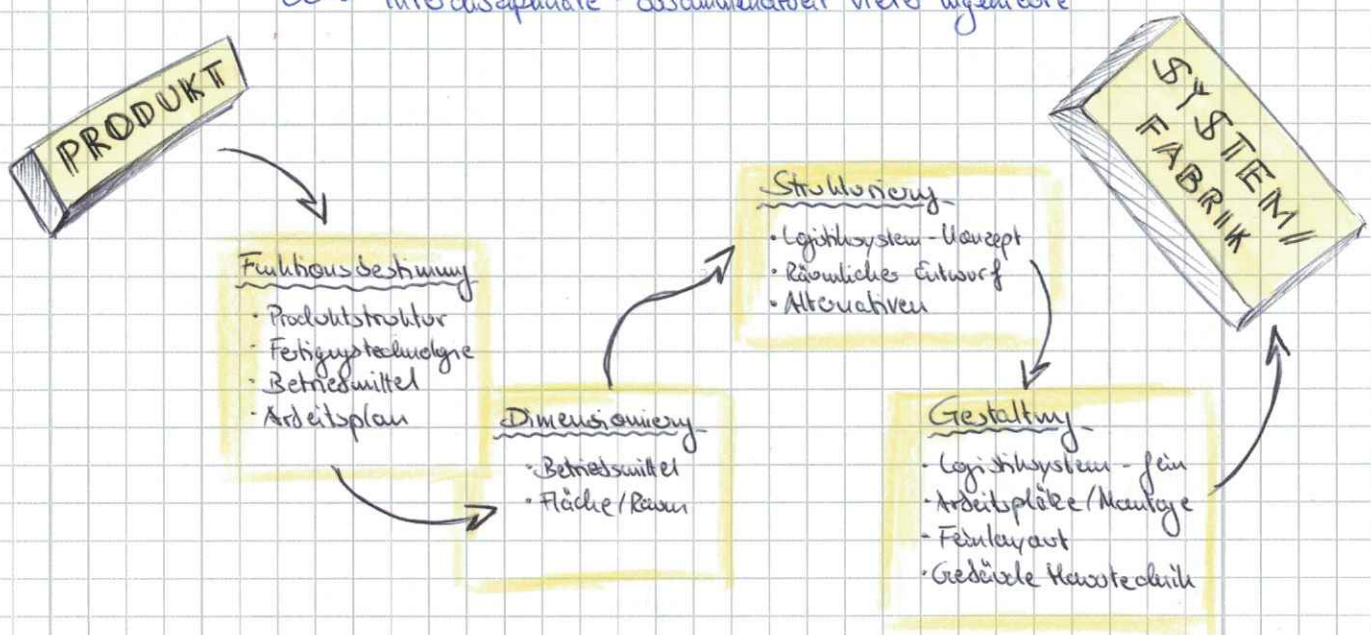
Kapazitäten & Dimensionierung:

- ① Produktionskapazitäten (Prod. Last $\Rightarrow$ BM-Dim $\Rightarrow$ Pers-Dim.)
- ② Flächen (Arbeitsplätze, Produktion, Grundstück)
- ③ TUL-System (NF-Analyse, TUL-System)
- ④ Materialflussgestaltung
 - α) Arbeitsplan
 - β) Materialflussmatrix (Gesamtflussintensitäten)

$\hookrightarrow$ Schreibe jeden Pfad (Bauteil) das jeden Arbeitsplatz abarbeiten!

Die Planungsmethodik:

- $\hookrightarrow$ 4 Hauptschritte in iterativem Prozess
- $\hookrightarrow$ Anwendung umfangreiches Methoden- & Tool-Set
- $\hookrightarrow$ Interdisziplinäre Zusammenarbeit vieler Ingenieure



IV

Standortsuche: Fabrikneubau - internationales Problem:

GLOBAL: z.B. Lohnkosten ($\rightarrow$ GU)

REGIONAL: z.B. Qualifikationsniveau

LOCAL: z.B. Grundstücksform & Verkehrsbindung (typ. Umwelt)

Hauptaufgabe: { STRUKTUREFINDUNG & LAYOUTENTWURF auf Realgrundstück }

① FUNKTIONSORIENTIERTER Betrieb

$\rightarrow$ Sequenzierung nach Verfahren bzw. Funktionen

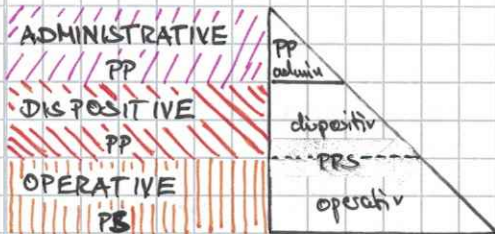
② PRODUKTORIENTIERTER Betrieb

Aufgaben des PPS:

1. Aufträge annehmen (v. Vertrieb) // Liefertermine bestätigen // Kosten
2. Produkte analysieren (v. Konstruktion) // Make or Buy (v. Einkauf)
3. Prozesse analysieren (von AV)
4. Kapazitäten verwalten & Termine planen
5. Material bestellen & verwalten (an Einkauf & Logistik)
6. Aufträge eintreten & kontrollieren (an PL/Controlling/Vertrieb)

LÖSUNG

$\rightarrow$ Die hierarchische Planungspyramide $\leftarrow$



Ohne Ressourcenbezug

Mit Ressourcenbezug - grob

Mit Ressourcenbezug - fein

Die 2 Hauptproduktionsstrategien:

① Make to Order - hohe Kundenspezifität nach Auftrag // Schiffe, Büge

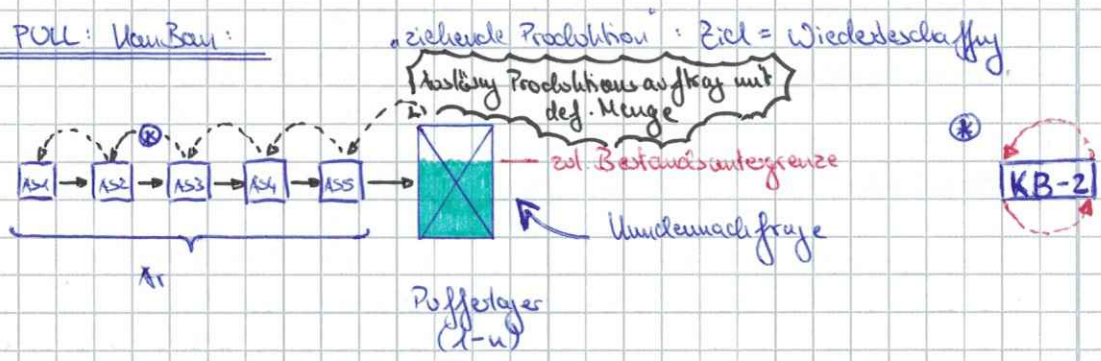
② ? $\uparrow$ Lieferzeit verlängern
Großkomponenten

Automobil // Maschinenausrüstung

③ Make to Stock - Pull-Prinzip // Motoren, Waschmaschinen

grundsätzlich
unterschiedliche
PPS-
Konzepte

▷ Bsp. POLL: Kanban:



↳ in der Realität mehrere Produktvarianten mit mehreren Pufferlagern & wechselnden Produktionsaufträgen

LOGILOGLOG

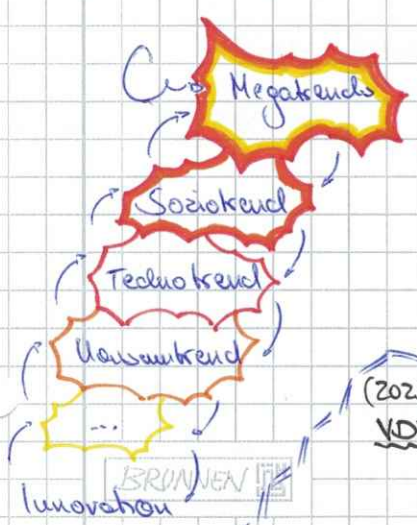
- ... Aufgabe Info-/Waren-/Personenflüsse koniffig zu gestalten
- ... adressiert Grundbedürfnisse des Menschen
- ... Anwendungsorientiert

- ↳ Analyse & Modellierung von IT-Systemen als Flüsse von Objekten in Netzwerk durch Zeit & Raum + Hauptzeitfeldern zur Gestaltung & Implementierung
- Konfiguration, Organisation, Steuerung & Regelung des NW
- Erfolgswegen (ökonomisch, ökologisch, sozial)

↳ Gesamtnetz ⇒ Teilnetz Knoten ⇒ Knoteninternes Netz ⇒ Layout Globalistik

▷ Umfeld & Treiber:

- A) GLOBALER WIRTSCHAFTSWANDEL → BRICS-Staaten // Handelsabkommen
- B) GESELLSCHAFTLICHER WANDEL → Individualisierung // Klimawandel
- C) TECHNOLOGISCHER WANDEL → IOT // 4th Ind. zer.



- 1.) Globalisierung
- 2.) Ges. Wandel
- 3.) Urbanisierung / Mobilität
- 4.) Konnektivität
- 5.) Demographie
- 6.) Umwelt & Energie
- 7.) Technologie

- ... Globalisierung, Disparitäten, Chancen & Probleme
- ... Individualisierung, Work-Life-Balance, Familie, Work
- ... Sharing, Mobilität vs. Verkehr
- ... öffentl. & privates Networking, Transparenz, Datenschutz
- ... 00-Sites, regional schon Probleme, Einwanderung
- ... Klima-Dialog, Energiewende, fossile Rohstoffe
- ... Vermischung des T's, Nano-T, Digitalisierung

(2025)
VDI:

- Schlechte WW-Bed. in DE (Roh & Energie teuer, alt...)
- ⇒ effizientes & innovatives werden
- ⇒ Innovat.-management muss Kultur sein: internationale Vernetzung (Anglo)
- ⇒ Made in Germany "verloren" ⇒ Qualität verloren auch bei Einzel-

Herausforderungen des Logistik:

• Green Logistics:

- Umwelt- & Ressourcenschute entlang LC
- Einfluss Politik / Preise etc.

• Flexibilität:

- Strategien zur Schwachheitsreaktion

• Transparenz:

- Voraussetzung: AUTOMATISIERTE MATERIALFLÜSSE
- Echtzeitdaten zur schnelleren Planung & Terminierung

• WANDEL:

- Wandel in:
 - 1) Güter
 - 2) Sortimente
 - 3) Kunden
 - 4) Markt & Strategie
 - 5) Umfeld
 - 6) MA
 - 7) Flüsse
 - 8) Orga

Wandel im Handel zu E-Commerce / Cross-Channel-Strategie // ...
! allerdings nicht A ODER B ... immer beides
! in 10 Jahren 100x Nichtversuchen!

• Anticipatory Logistics:

- Vorausschauende, predictive Algorithmen
- Entscheidungen auf Basis diverser Faktoren

• Supply Chain Deskilling:

- Gezielte Verlagerung
- Lastbalancierung zw. City & nicht so

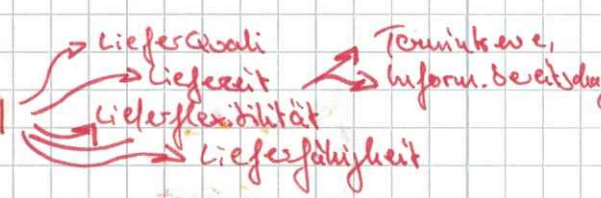
• Additive Technologien:

- 3D-Druck zwar disruptiv, aber langsam & teuer

• Energieeffizienz:

- Effizienz vs. Leistung ... Prozessgröße veränderbar, nicht expandierbar

LOGISTISCHE LEISTUNG

... Dienstleistung + ∞ 

Nur durch konkrete Kunden / Prozessanforderung definierbar

• Log-Leistung MAXIMIEREN

• Einzige Metrik = Ressourceneinsatz

MARKT = ANFORDERUNGEN

A) Weniges Energie (Kostenreduktion, lange ...)

B) Vorherige Energiebedarf (Planbarkeit auch bei variierenden Lasten)

C) Gleichmäßiger Energiebedarf (weniges Spike => Systemdim. & Kosten)

Entwicklungsbedarf:

- Modelle & Methoden zur PRÄZISIEN Erfassung & Prognose des Energiebedarfs
- Strategien zum verbrauchsoptimierten Betrieb & Lastabkürzung

↳ OHNE LEISTUNGSEINBUßE

↳ z.B. Bedienskategorien: lastadaptive Fahrweise

Voraussetzungen & Herausforderungen 4. Ind. Rev:

- Cyberphysische Systeme sind ...
 - ... mit Internet verbunden
 - ... kommunizieren mit anderen CPS & Clouds
 - ... mit Sensoren / Aktoren ausgestattet
 - ... in Interaktion mit Umgebung
 - ... autonom & steuern sich selbst per Agentensoftware

... technisches Vehikel

↳ Input aus vielen Bereichen (Info, Prod-planer, ...)

↳ eigentlich mehr THEMATISCHE KILAMMER als TECHNOLOGIE

- Mensch in I. 4.0:
- INDIVIDUALISIERUNG
 - FLEXIBILISIERUNG
 - INTEGRATION
 - VERNETZUNG
 - NEUE GESCHÄFTSFELDER
 - SICHERHEIT 4.0

Steuerungansätze & Trends:

- GLOBALISIERUNG
- KUNDENSPEZ. MASSENPROD.
- KÜRZERE PLZ

↳ Anforderungen an lg. Steuerungssysteme: Skalierbar / flexibel / plug & play / ...

↳ Vorteile ggü. Steuerungssysteme: „Single point of failure“ / nur spezifisch performant

↳ PARADIGMENTREND: Dezentrale Steuerung

BRUNNEN z.B.: iB'n, Gridxote, ...

Transportkette dort, wo sie gebraucht wird!

- { unflexible Fördertechnik → kleine autonome Teilsysteme
- Selbststeuerung IoT
- Swarm Intelligenz ...

Effizienz allerdings noch nicht zu halten, wohl immer < opt. Zentral

Selbststeuerung:

- meist Agentensysteme
- möglichst modular ($\rightarrow$ Schlüsseltechnik)
- Dezentralität ($\rightarrow$ Skalierbarkeit)
- (• RFID)

OPEN ISSUES

(von Multi-Agenten-Syst.)

- Emergenz: Einzelverhalten $\rightarrow$ Gesamtverhalten
- Kohärenz: gleichförmige Interessen $\neq$ Zielerreichung
- Entwurf: keine anerkannte Entwurfsmethodik

↪ Robustheit vs. Optimalität (Dezentral wen. effizient als global)
(aber ständige Änderung besser beherrscht)

↪ für UML's oft nicht lohnend ($\neq$ Kompetenzen des. Mainpower)

↪ Auftragserfüllung permanent „ad-hoc“ Meistentscheidung ($\neq$ MES/APS)

ODER permanent rollierend (= MES/APS)

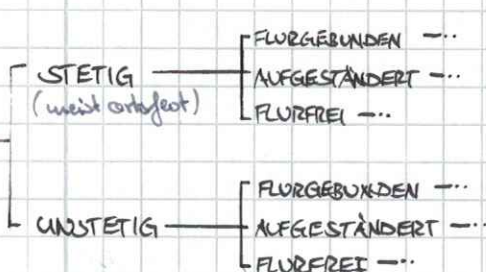
Systemtechnik & Systemgestaltung:

DISTRIBUTIONSZENTRUM

- Besteht Schnittstellen zur Umwelt
- Ware wird BEWEGT, GESPEICHERT & nach spez. Regeln KOMMISSIONIERT

- • • **FÖRDERN:** „Fördern von Arbeitsgut oder Personen in einem System“
- • • **FÖRDERMITTEL:** „Transportmittel, die innerhalb von ortlich begrenzten & zusammenhängenden Betriebsbereichen verfahren werden. Transportmittel dienen zur Ortsveränderung von Personen & Gütern.“
- • • **FÖRDERANLAGE:** „Fördern von Gütern in bestimmter Richtung über definierte Strecken durch technische Hilfsmittel, sowie die Ortsveränderung von Personen, soweit diese nicht in den Bereich der Verkehrstechnik fällt.“

Systemwahl Fördermittel:



Betrachtung: Massenkauftöpfe & Durchsatz
Schütt oder Stückgut
 $\hookrightarrow$ Größe, Gewicht...

▷ Steigförderer:

- Zerkalambied mit Davenethies
- ▷ passive Be- & Entladung
- ▷ 3m breit | 7m/s schnell | ~300m lang

C **AUFGESTÄNDERT:** [Pneumatisch, Röllchen, Schwerkraftrollen, Spashoverollen, Kugeln]

A) GURT-/BANDFÖRDERER:

- Ej. alle Stückgüter (**⊕ empfindlich**)
- 0,1 - 1,5 m/s
- 10 - 300 kg

B) TRAGKETTENFÖRDERER:

- Paletten, Stück (**⚡ Unflexibel**)
- 0,2 - 0,5 m/s
- - 3000 kg

C) ANGETRIEBENE ROLLENBAHN:

→ viele Varianten

- ausschließlich Stückgut
- 0,3 - 0,5 m/s
- 25 - 2000 kg/m

② S & C = FÖRDERER:

- Paletten, Behälter, Gepäck
- VERTIKALER TRANSPORT
- - 2000 kg // 40m Hub

C **FLURFREI:**

KREISFÖRDERER → POWER & FREE = FÖRDERER

- 2000 - 5000 kg Traglast
- 0,3 - 1 m/s
- - 60°/80° Steigung

} Automobil, MH, Maschinen

⚡ Statisch, groß & flexibel

▷ Anstiegförderer:

•• KENNZEICHEN ••

- ▷ große Flexibilität & Erweiterbarkeit
- ▷ Ungünstiges Verhältnis Eigengewicht zu Nutzlast
- ▷ Mehr Lastaufnahme 1-achsig
- ▷ Ausdehnbare Förderschleife → Spielzeiten (last & leer)
- ▷ Selten ortsfest → geringe Mindestabstände
- ▷ Große Antriebsbräume
- ▷ Kupplungslos

Flurförderfahrzeuge:

- ⊕ Einsatz ej. überall
- ⊕ ⊗ Orts fest, Schienenbindung
- ⊕ beweglich & Wendig
- ⊕ rel. niedrige Kosten
- ⊕ leichte Anpassung
- ⊕ Stopper → Nutzen höheres Räume
- ⊕ erw. Einsatzbereich durch Ausw.-geräte
- ⊕ Einsatz in engen Gängen

- ⊖ Beschränkte Lade-/Tragfähigkeit
- ⊖ Fahrwiderstand (vgl. Schienen)
- ⊖ Spielzeiten/Leertakten
- ⊖ ung. Verhältnis Nutzlast/Gesamtwicht
- ⊖ Aufzüge mit hoher Tragkraft
- ⊖ Einsatz ~ Beladenschnelligkeit/-belastbarkeit
- ⊖ Fahren braucht EIGENES ausgebildetes Personal

↳ Aus Mangel → Automatisierung!

↳ z.B. Frankstopper, Hochregaldockung etc...

↳ Je nach Zgaltyp & -höhe unterschiedliche Fahrzeuge

↳ Unterscheidung: **REGALABHÄNGIG & -UNABHÄNGIG**

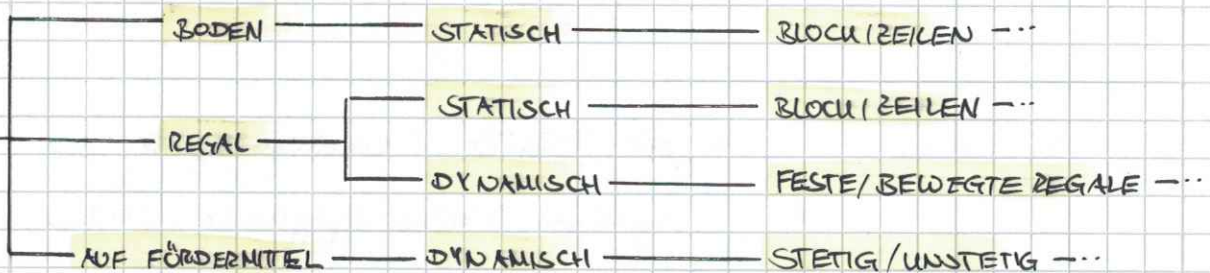
Auswahlkriterien & Systemvergleich:

↳ Schwieriges komplexer Prozess: Kriterien finden, gewichten anpassen. Nicht alle Kriterien sind für jeden Fall relevant etc...

↳ Berechnbare „Förderleistung“ [Stk/h] (+ einfordertes, oder gute Orientierung) ? Achtung System (Stetig) oder Element (Unstetig)

Lagerungsverfahren:

BEVORZUGTEN → PUFFERN → VERTEILEN // SAMMELN



STATISCH ↳ z.B. Bodendock, Bodenzeilen, Fachböden, Palettenregal, Hochregal, Behälterregal, Verschiebereg, Durchlaufregal, Umlaufregal → Kommissionierung!

↳ In einem System ej. immer Kombinationen

↳ **Kommissionierung:**

- Vereinfachung = bester Prozess
- Schnell ~ 400 Aufnahmeplätze
- **PRINZIPIEN:** Pick to Light / Pick to Belt

↳ Palettenregal: 160 Pcs/h

▷ Kommunikationsprinzipien:

⊗ PZW:

- Rollliste
- RF-Terminal
- Terminal
- Pick by light



ger. Kosten

hohe Leistung

⊗ WZP:

- Autom. Warenbeileger
- -a- Palettenleger
- Potentometer
- Umlaufregler
- Kommissionierroboter

↳ nächstes Problem: Alles was Menschen gepackt haben zum richtigen ZP, effizient & sicher in UWS verladen!

▷ Umschlagzentren:

SORTIERSYSTEME

◦ Bsp. Cross-Docking Terminal Walmart:

- ▷ 104 Koll. pro Personstunde
- ▷ Extrem schnelles Transport & Sortierung
- ▷ 2 UWS/d & 120' Koll. pro Tag
- ▷ Verarbeitung Sandwichpaletten < 4 Europaletten
- ▷ Weniger Lagerfläche ... so wenig wie möglich (gen!)

⇒ Infeeds: Depalettierstationen: Koffern & Carieren
1500 Kartons/h

⇒ QUERGURT-SORTIER: 8000 Kartons/h (8 noch viel mehr!)

↳ ... Fallklappen, Pop-Up, Umlauf, ...

⇒ Manuelle Kommissionierung von zu unhandlichen Paletten

⇒ Filialbezogene Ladeeinheiten → 28 Kreuzgasse

↳ viel tolle Technik ... trotzdem gescheitert! ⇒ viele andere Faktoren!