



**Ausstoßen, separieren u.  
sortieren im Produktfluss**

-

**Einsatz von  
Linearmotor-Systemen  
in Produktionsprozessen  
bei höchsten Taktzahlen**

Autor: Dipl.-Physiker W. Jung – Rev. 04.11.2024

© JA<sup>2</sup> GmbH

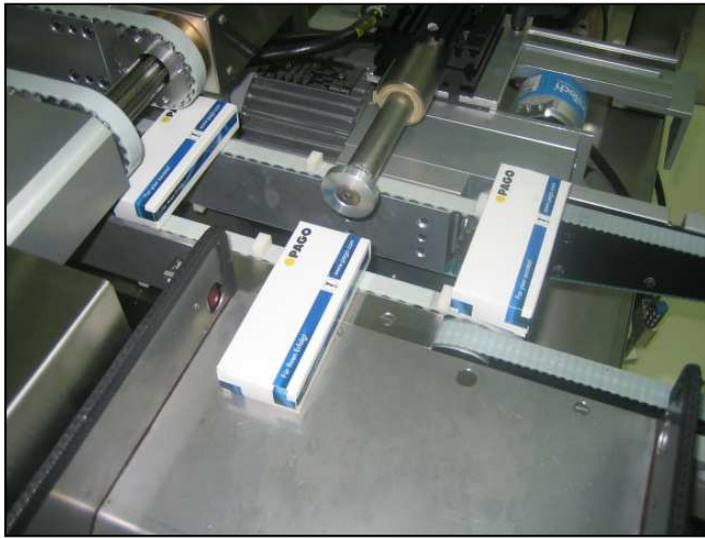
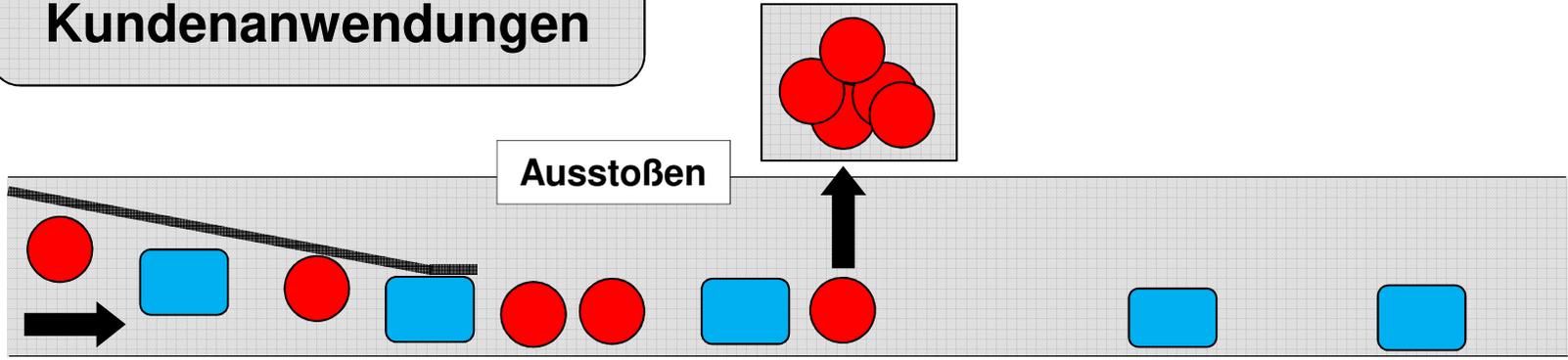


js031024.pptx

# 1. Aufgabenstellung

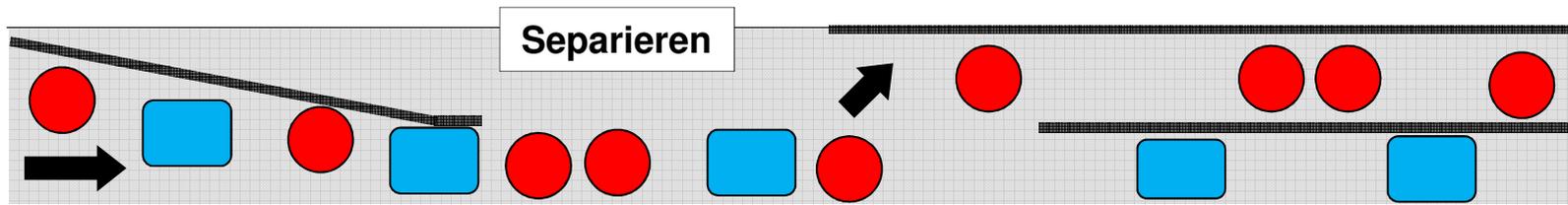
# 1.1 Aufgabenstellung - ausstoßen

Die häufigsten Kundenanwendungen



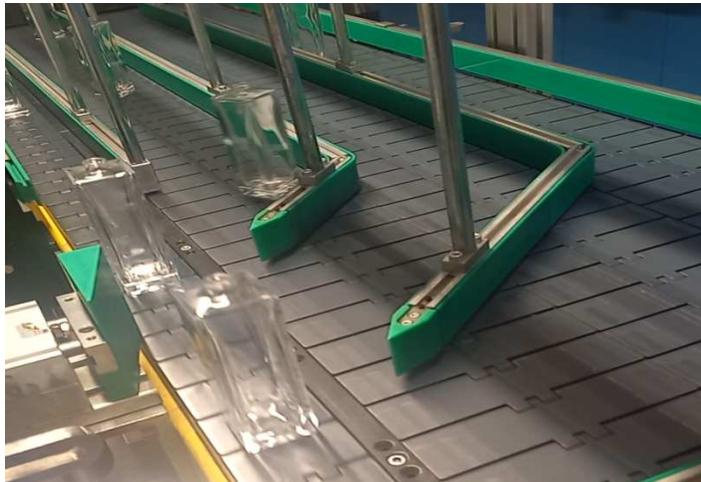
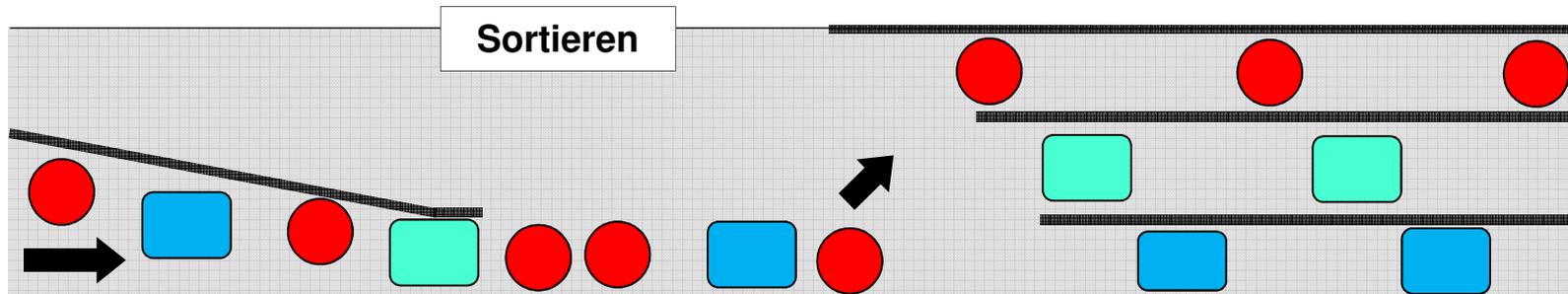
## 1.2 Aufgabenstellung - separieren

Die häufigsten  
Kundenanwendungen



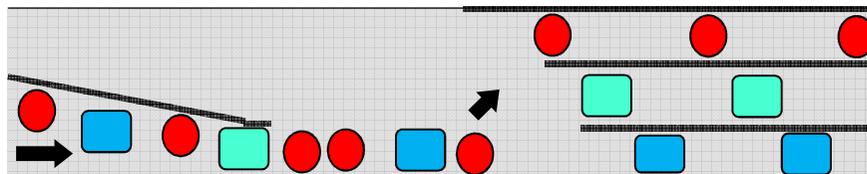
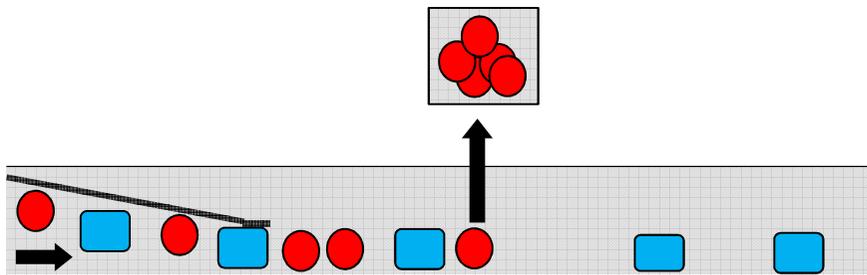
## 1.3 Aufgabenstellung - sortieren

### Die häufigsten Kundenanwendungen



## 2. Grundlagen

## 2.1 Grundsätzliche Frage: Kicken oder schieben?

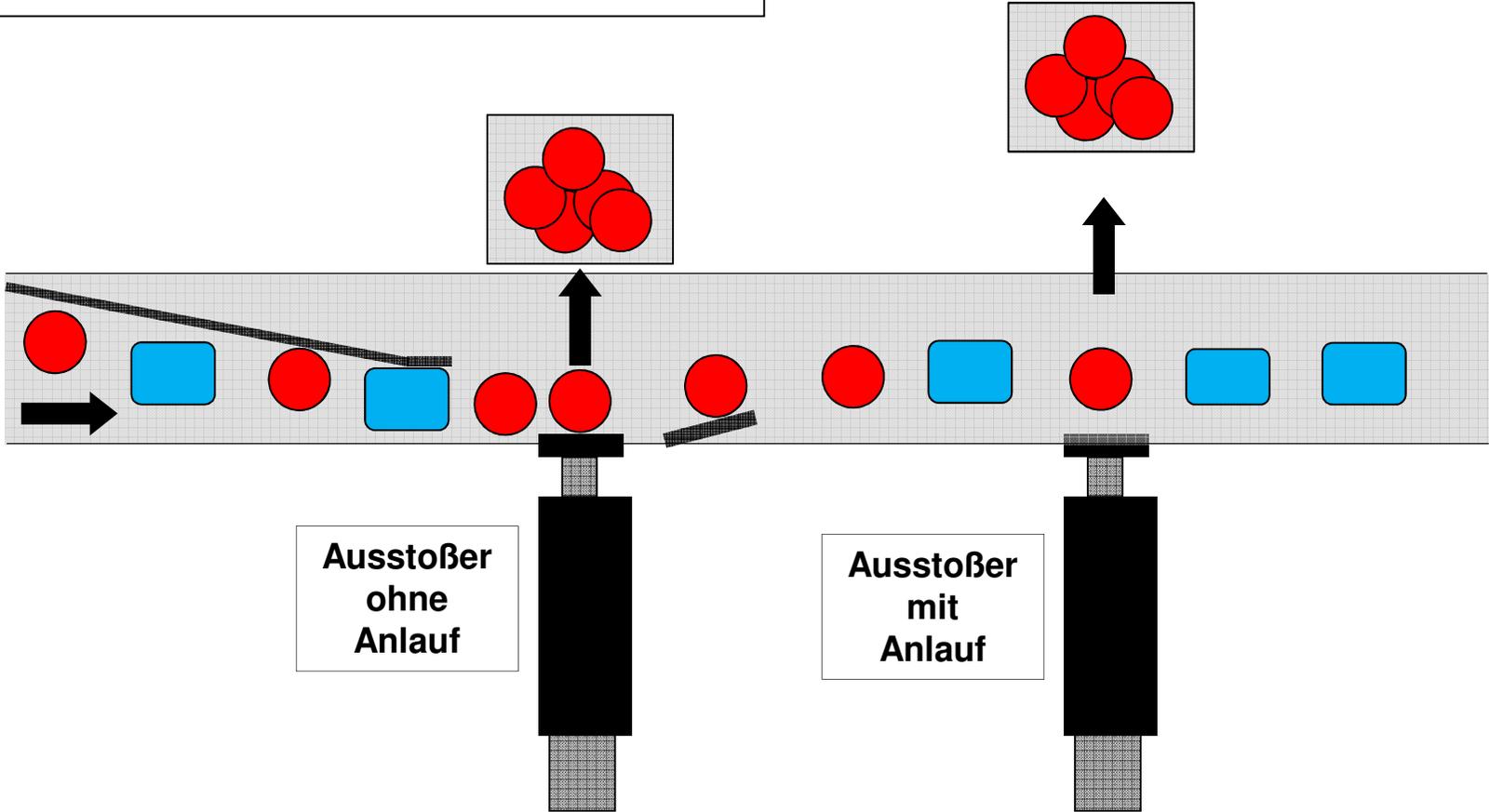


Grundsätzlich können zwei  
Prozessvarianten unterschieden  
werden!

**1. Kickender Prozess**  
Für **NICHT PRODUKTSCHONENDES**  
Ausschleusen (von z.B.  
Schlechtteilen) kann ein forciertes  
Kicken angewendet werden. Dies hat  
den Vorteil, daß mit maximal  
möglicher Aktuatordynamik und  
zusätzlich auch noch ‚mit Anlauf‘ auf  
das auszuschleusende Produkt  
gestoßen werden kann. Mit dieser  
Technik sind extrem hohe Taktzahlen  
erreichbar.

**2. Schiebender Prozess**  
In der Regel wird hier ein  
**PRODUKTSCHONENDER** taktiler  
Bewegungsvorgang vorausgesetzt,  
bei dem sich die Lage vom Produkt  
nicht ändern darf (z.B. umkippen).

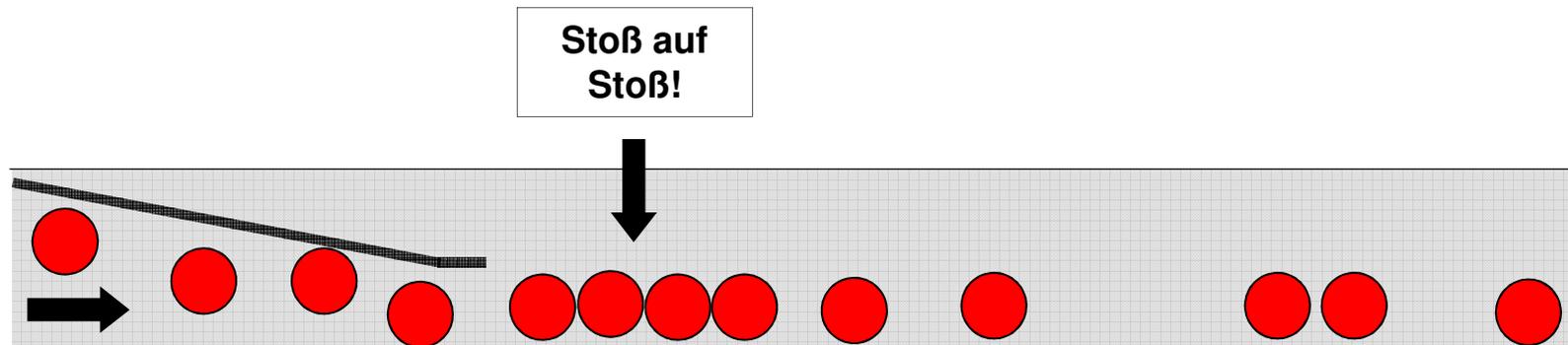
## 2.2 Grundsätzliche Frage: Kicken mit oder ohne Anlauf?



**Bereits mit einem kleinen definierten Anlauf (von z.B. nur 20 mm) wird zusätzlich zur Schiebebewegung auf das auszustoßende Produkt ein mechanischer Impuls übertragen!**

## 2.3 Grundsätzliche Frage: Produktabstand mit oder ohne Lücke

Definierter Abstand zwischen  
den einlaufenden Produkten ist  
für eine prozessstabile  
Ausschleusung äußerst  
förderlich!



Die Aufgabenstellung ‚Sortieren‘ mit ‚schiebender‘ Variante ist ohne definierten minimalen Produktabstand praktisch nicht möglich bzw. schwierig lösbar!  
Denkbar sind Lösungen mit besonders ausgeformten Patschen, die während der ausschiebenden Bewegung den nachfolgenden Produktstrom aufhalten können.

# 3. Technische Realisierungen für höchste Taktzahlen

## 3.1 Stand der Technik

### Nicht taktile Aktuatoren



**Fächerdüse**

**Nicht taktile Aktuatoren, die auf pneumatischer Basis arbeiten, erfreuen sich auch heute großer Beliebtheit!**

#### **Vorteile:**

- sehr niedrige Gestehungskosten
- einfache Ansteuerbarkeit
- Montage
- rel. hohe Taktzahl

#### **Nachteile:**

- Betriebskosten
- Lärmbelästigung
- Prozessinstabilität

## 3.2 Stand der Technik

### Taktile Aktuatoren pneumatisch



**Pneumatikzylinder  
mit oder ohne  
Pusher-Plate bzw.  
mit oder ohne  
separater Führung**

**Taktile Aktuatoren, die auf pneumatischer Basis arbeiten, erfreuen sich auch heute großer Beliebtheit!**

#### **Vorteile:**

- sehr niedrige Gestehungskosten
- einfache Ansteuerbarkeit
- Montage

#### **Nachteile:**

- Betriebskosten
- Lärmbelästigung
- Prozessinstabilität
- Verschleiß
- begrenzte Taktzahl (ca. 80 min<sup>-1</sup>)

## 3.3 Stand der Technik

### Taktile Aktuatoren elektromotorisch



**Tubularer  
Linearmotor  
mit oder ohne  
Pusher-Plate  
bzw. mit oder ohne  
separater Führung**

**Tubulare Linearmotoren sind gegenüber den flach bauenden Linearmotor-Prinzipien wegen ihrer kleinen bewegten Eigenmassen deutlich im Vorteil.**

**Taktile Aktuatoren, die mit tubularen Linearmotoren arbeiten, nehmen im Markt bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen eine zunehmende Stellung ein!**

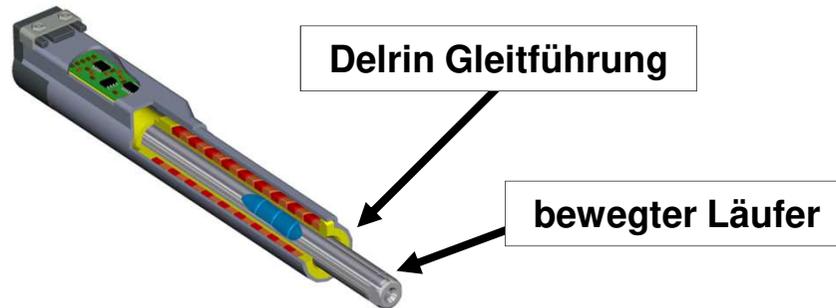
#### **Vorteile:**

- kleine bewegte Eigenmasse
- sehr hohe Taktzahlen (bis ca. 1.200 min<sup>-1</sup>)
- Netzwerkanbindung
- programmierbare variable Prozessbewegung
- Prozessstabilität
- Betriebskosten
- geringe Lärmbelastigung
- geringer Verschleiß

#### **Nachteile:**

- rel. hohe Gestehungskosten
- keine staubigen Umgebungsbedingungen

## 3.4 Einsatz von tubularen Linearmotoren



**Tubulare Linearmotoren eignen sich grundsätzlich ohne weitere konstruktive Elemente als taktile high-speed Aktuatoren!**

**Folgende Regeln sind allerdings zwingend zu beachten:**

- die Delrin-Gleitführung des Läufers sollte so wenig wie möglich durch externe Kräfte und Momente belastet werden
- seitliche oder außermittige Stoßbelastungen des Läufers sind zu vermeiden
- zusätzlich am bewegten Läufer angebrachte Fremdmassen sollten so klein wie möglich gehalten werden
- eine Verdrehsicherung existiert im Motor nicht
- abrasive u. ferritische Stäube sollten vermieden werden

## 3.5 Einsatz von Linearmotor-Modulen

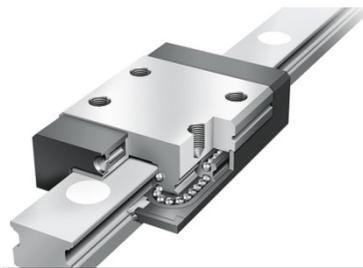
Welche  
Führungstechnologie  
ist geeignet?



Führungen mit  
Kugelbüchsen



Rollenführungen



Kugelumlauf Führungen



Gleitführungen

Linearmotor-Module sind eine konstruktive Kombination von tubularem Linearmotor und einer Linearführung. Das Modul fungiert somit als elektrisch angetriebene Linearführung und natürlich auch als Verdreh-sicherung!

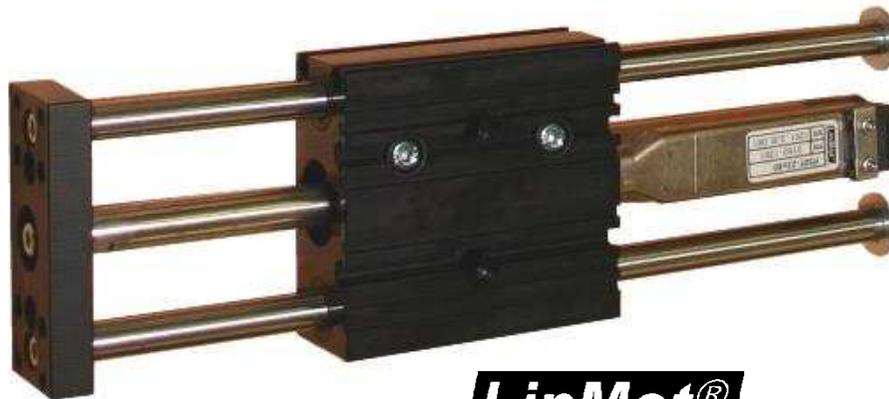
Grundsätzlich sind hier zwei gängige Führungstechnologien zu unterscheiden:

1. Wälzkörperführungen
2. Gleitführungen

Konstruktiv ist zu beachten, dass die Kombination der Delrin-Gleitführung im Motor mit einer externen Führung zu einer Überbestimmung des gesamten Systems führt. Eine anspruchsvolle Konstruktion und Montage ist Voraussetzung!

## 3.6 Einsatz von Linearmotor-Modulen

**Führungstechnologie  
mit Kugelbüchsen**



**LinMot®**

### **Kugelbüchsen-Technologie**

**Bewegte nichtmotorische  
Masse: Z.B. ca. 400 Gramm**

**Vorteile:**

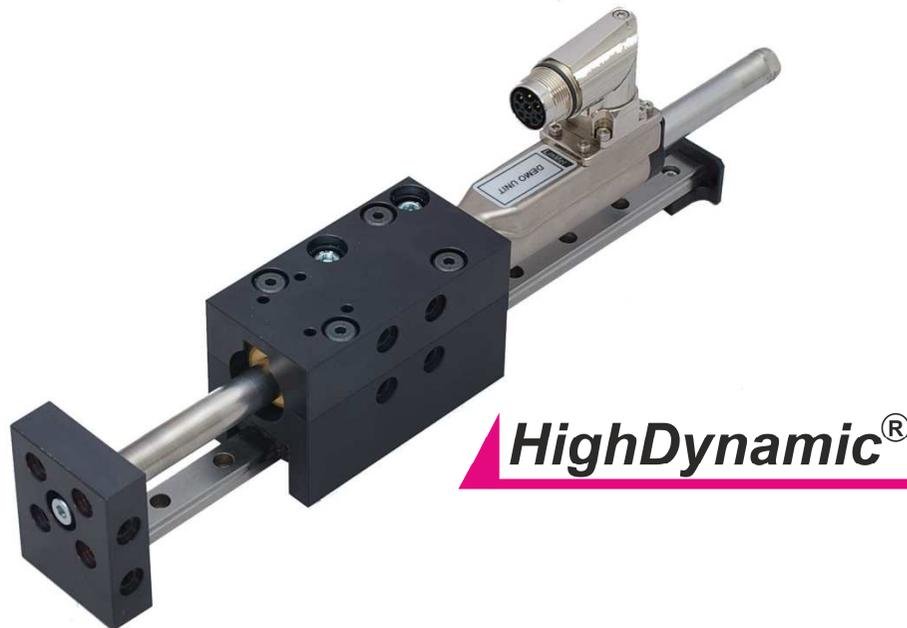
- kostengünstig

**Nachteile:**

- große bewegte Eigenmasse
- Beschleunigungen nur bis ca. 2g
- niedrige Verdrehsteifigkeit
- begrenzte Lebensdauer
- Wartung nicht möglich

## 3.7 Einsatz von Linearmotor-Modulen

### Führungstechnologie mit Kugelumlaufwagen



### Technologie mit Führungswagen auf Schiene

Bewegte nichtmotorische  
Masse: Z.B. ca. 200 Gramm

#### Vorteil:

- kleine bewegte Eigenmasse
- sehr hohe Verdrehsteifigkeit
- hohe Beschleunigungen bis ca. 10 g
- lange Lebensdauer
- leichte Wartung

#### Nachteile:

- Preis

## 3.8 Einsatz von Linearmotor-Modulen

### Führungstechnologie mit Gleitführungen (Kunststoff-Metall-Paarung)



### Gleitführungstechnologie

Bewegte nichtmotorische  
Masse: Z.B. ca. 60 Gramm

#### Vorteil:

- kleine bewegte Eigenmasse
- gute Verdrehsteifigkeit
- Beschleunigungen bis ca. 25 g
- wartungsfrei
- Sperrlufteinsatz möglich
- Schutzart IP 57

#### Nachteile:

- begrenzte Lebensdauer
- nicht unter rauen  
Umgebungsbedingungen einsetzbar

## 3.9 Einsatz von Linearmotor-Modulen

**Führungstechnologie mit  
Gleitführungen  
(Kunststoff-CFK-Paarung)**



### Gleitführungstechnologie

**Bewegte nichtmotorische  
Masse: Z.B. ca. 45 Gramm**

#### Vorteil:

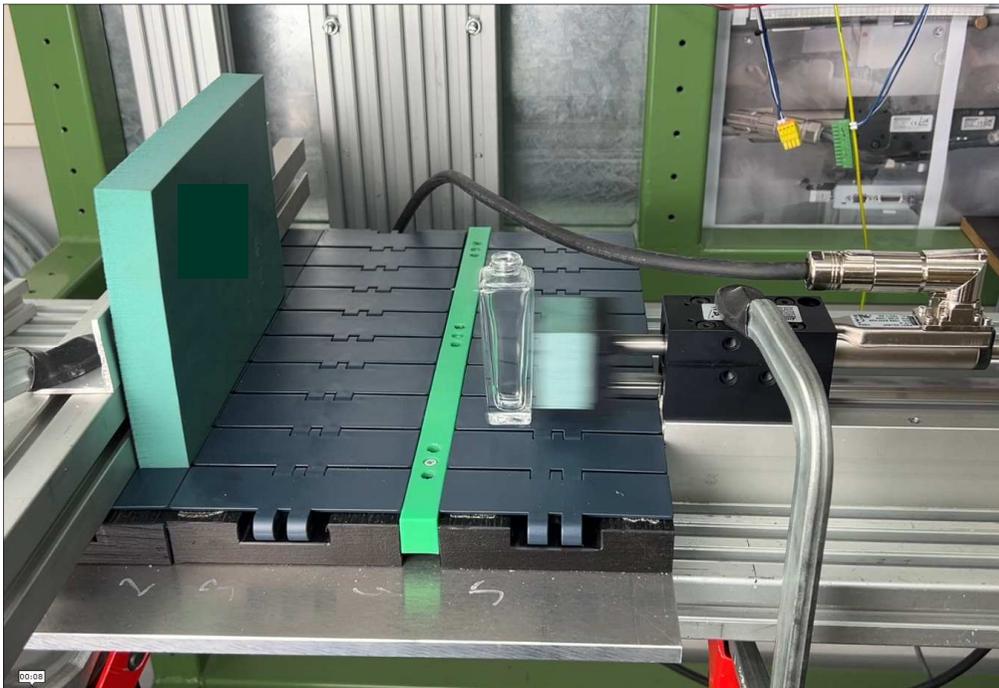
- sehr kleine bewegte Eigenmasse
- Beschleunigungen bis ca. 50 g
- wartungsfrei
- Schutzart IP 57

#### Nachteile:

- sehr begrenzte Lebensdauer
- nur für extrem kurzzeitigen Aussetzbetrieb geeignet
- nicht unter rauen Umgebungsbedingungen einsetzbar

## 3.10 Patschen-Technologie

### Armierung von Patschen und Banden für besonders produktschonendes Überschieben



### Armierungstechnologie für den produktschonenden schiebenden Prozess

Für die dynamische aber trotzdem schonende Bewegung eines Produktes sind spezielle Armierungen für Patsche und auch für die Anlaufbande verfügbar.

#### Vorteile:

- kostengünstig
- stoß- und schwingungsabsorbierend

# 4. Auslegung, Systeme, Kosten

## 4.1 Auslegung strategisch

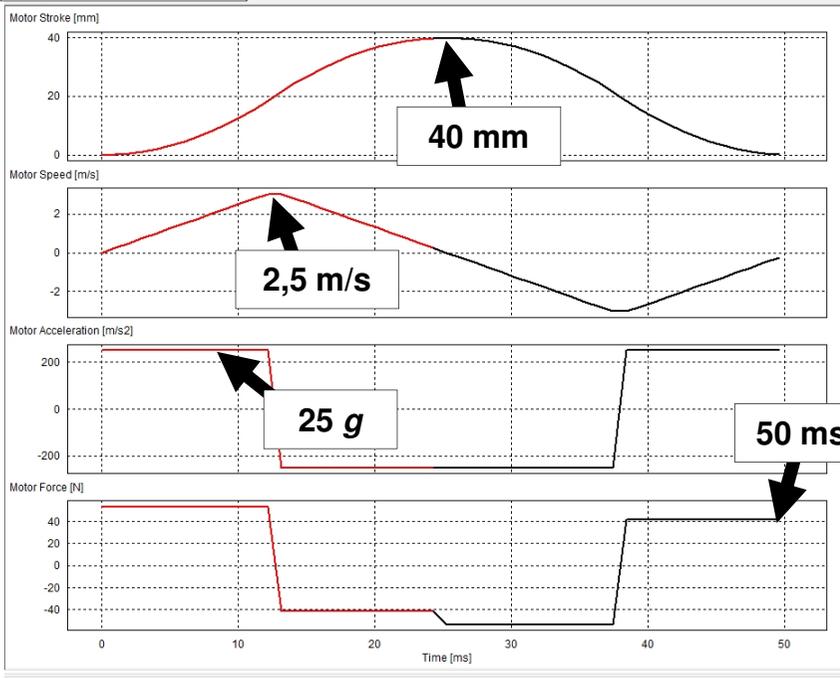
### Strategische Vorgehensweise beim Schieben oder Kicken

<b>Kicken</b>	<b>Schieben</b>
<b>Bewegungsablauf: Schnellstmögliches Ausfahren u. schnellstmögliche Rückfahrt, dies möglichst ohne Totzeiten durch Effekte in der Steuerung</b>	<b>Bewegungsablauf: Gefühlvolles Ausfahren u. schnellstmögliche Rückfahrt</b>
<b>wird mit ‚Anlauf‘ gekickt, spielt die Produktmasse und das Fördermittel nur eine untergeordnete Rolle</b>	<b>die Produktmasse und die Reibung auf dem Fördermittel muss beachtet werden</b>
<b>wird mit ‚Anlauf‘ gekickt, spielt die Produktgröße bzw. die Förderbandbreite nur eine untergeordnete Rolle</b>	<b>die Produktgröße und die Förderbandbreite muss beachtet werden die Produktgröße und die Förderbandbreite muss beachtet werden</b>

# 4.2 Auslegung kinematisch

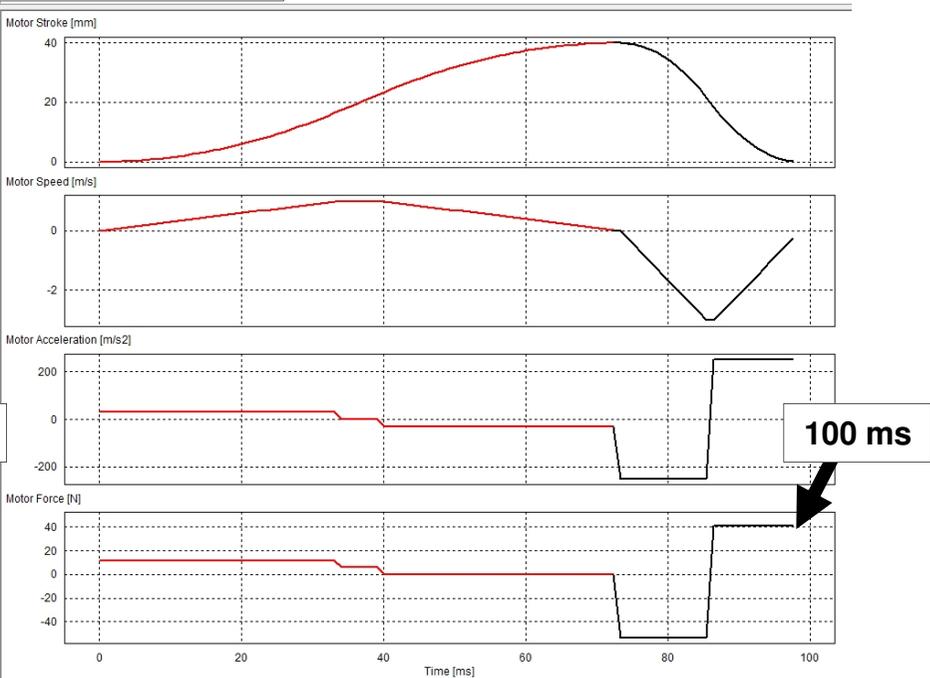
## Zwei Beispiele für typische kinematische Auslegungen

### Kicken



**Vorfahrt = Rückfahrt**  
 $v_{max} = 2,5 \text{ m/s}$   $a = 250 \text{ m/s}^2$

### Schieben



**Vorfahrt**  
 $v_{max} = 1 \text{ m/s}$   $a = 10 \text{ m/s}^2$

**Rückfahrt**  
 $v_{max} = 2,5 \text{ m/s}$   $a = 250 \text{ m/s}^2$

## 4.3 Auslegung thermisch

### Betriebsarten u. thermische Auslegung

**Ausstoßer bzw. Überschieber werden in der Regel nichtperiodisch oder quasiperiodisch im Kurzzeitbetrieb angewendet!**

**Gemäß EN 60034-1 ist hier die Festlegung einer Nennbetriebsart nur in Einzelfällen möglich.**

**So sind viele Applikationen denkbar, die sich in keiner Norm erfassen lassen:**

- **Dauerbetrieb für z.B. einen Produktwender (jedes Produkt wird gedreht)**
- **Dauerbetrieb für z.B. das Leerfahren der Maschine durch 100% Ausstoßung**
- **periodischer Aussetzbetrieb für z.B. einen Überschieber für jedes 2. Produkt**
- **Kurzzeitbetrieb mit variablen Pausen für z.B. einen Schlechteilausstoßer mit ED's von 1:2 bis 1:1.000 und größer**

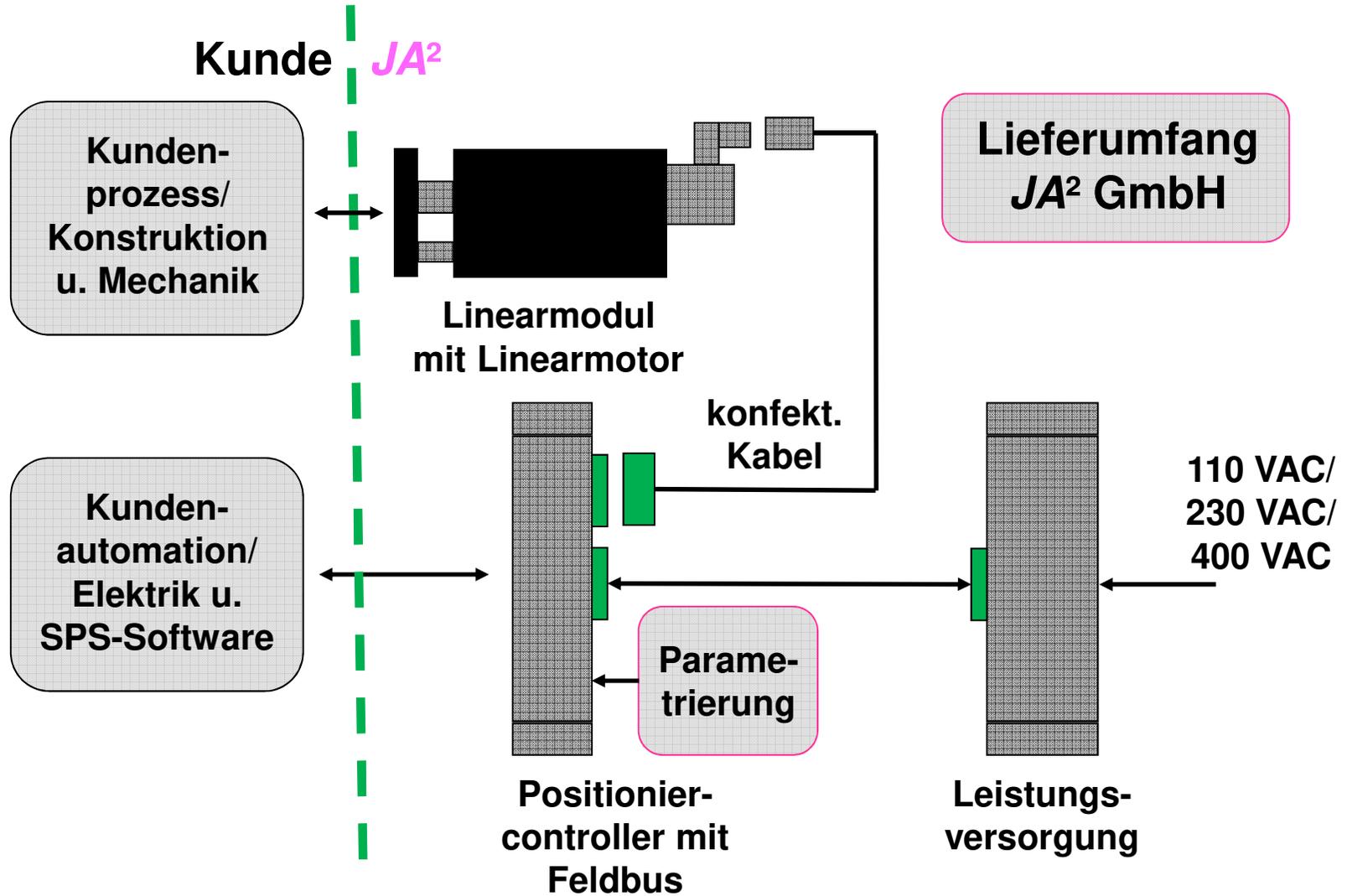
#### **Thermische Auslegung des Ausstoßers**

**Bei allen Applikationen ist die Berücksichtigung vom worst-case Belastungsfall für die thermische Auslegung entscheidend. Das ist der schnellstmögliche aufeinanderfolgende Ausstoßvorgang und die maximale Zahl dieser Ausstoßvorgänge in Dauerfolge.**

**Entscheidend ist, daß wir echte praxisnahe Daten von unseren Interessenten bzw. unseren Kunden erhalten!**

**Auf unsere jahrzehntelange Erfahrung und auf unsere Tools kann vertraut werden.**

## 4.4 Systemstruktur u. Lieferumfang



## 4.5 Systemkosten

**Für einen Ausstoßer oder einen Überschieber hängen die Systemkosten stark von den jeweiligen Anforderungen ab!**

**Die folgenden Parameter beeinflussen die Gesamtkosten stark:**

- **Taktzahl**
- **Aussetzbetrieb/Dauerbetrieb**
- **Stückgewicht des Produktes**
- **Hub für kicken oder schieben**
- **Reibwerte der Unterlage**

**Für ein einfaches System kann mit einem Systempreis ab € 2.500,-- gerechnet werden.**

