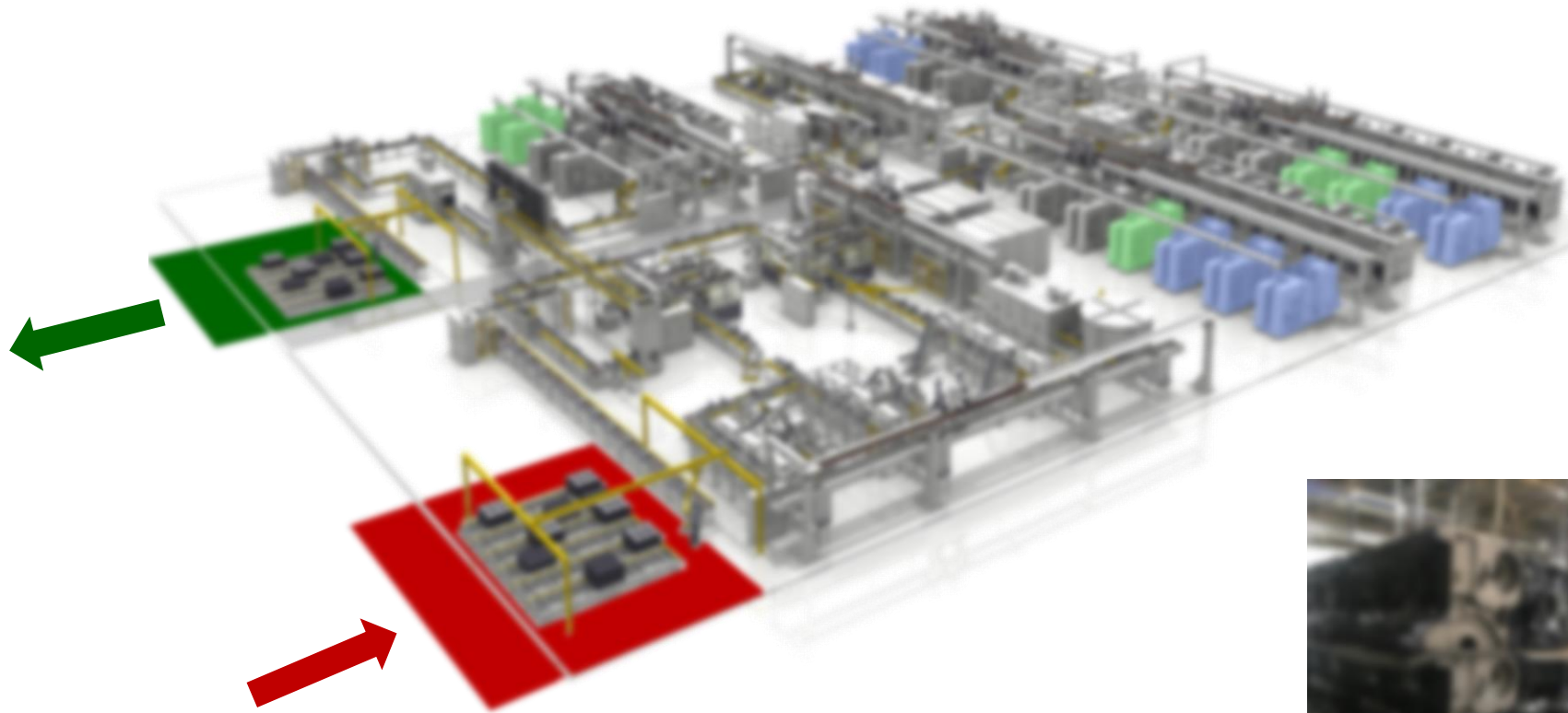


Automatisierte Linieneingänge für Fertigungsanlagen

Jürgen Groß, 21. März 2019, mav Innovations FORUM

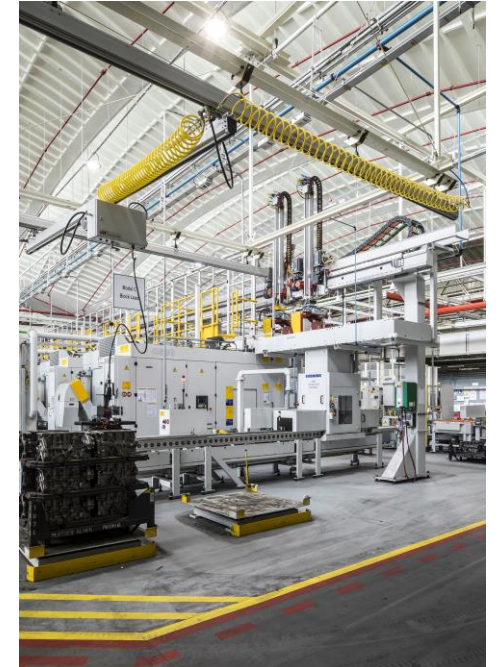
LIEBHERR

Referenzen gelieferter Fertigungsanlagen für Zylinderkopf und – block Linieneingänge - Werkstücke auf Werkstückträgern



- Zylinderblock, -kopf
- Taktzeit: 30 – 60 sec
- 3-Schicht Betrieb

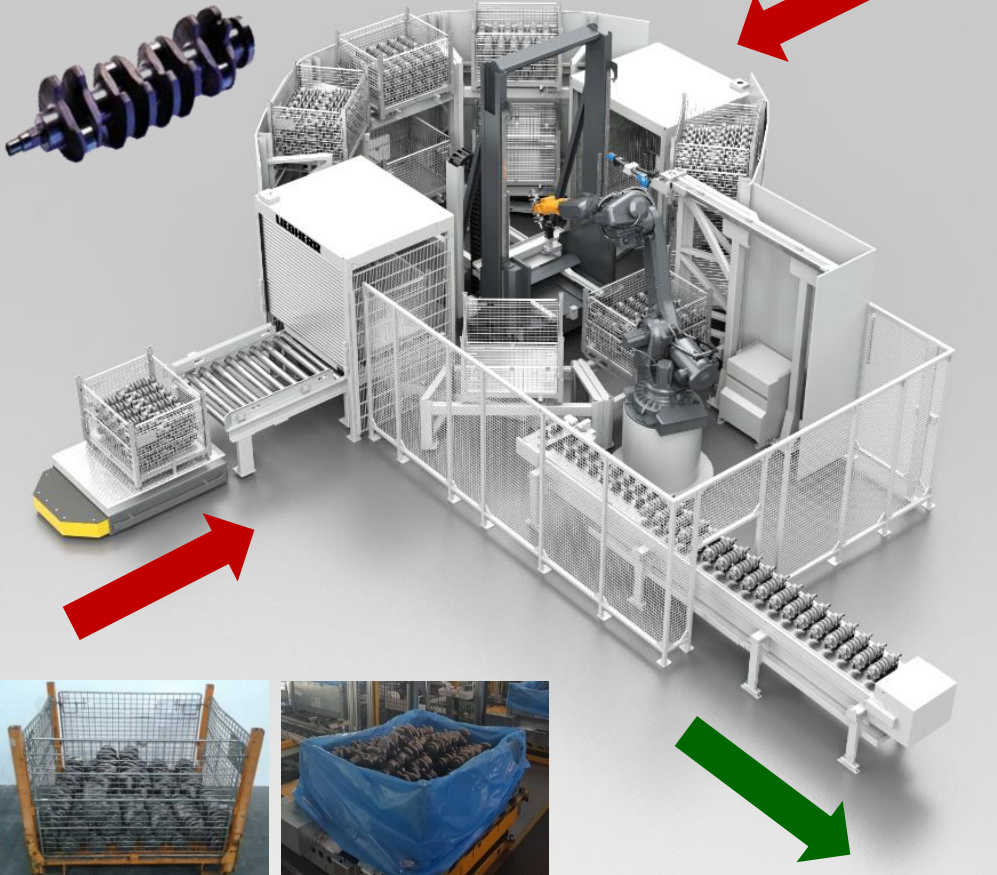
➔ Linien-Eingang
➔ Linien-Ausgang



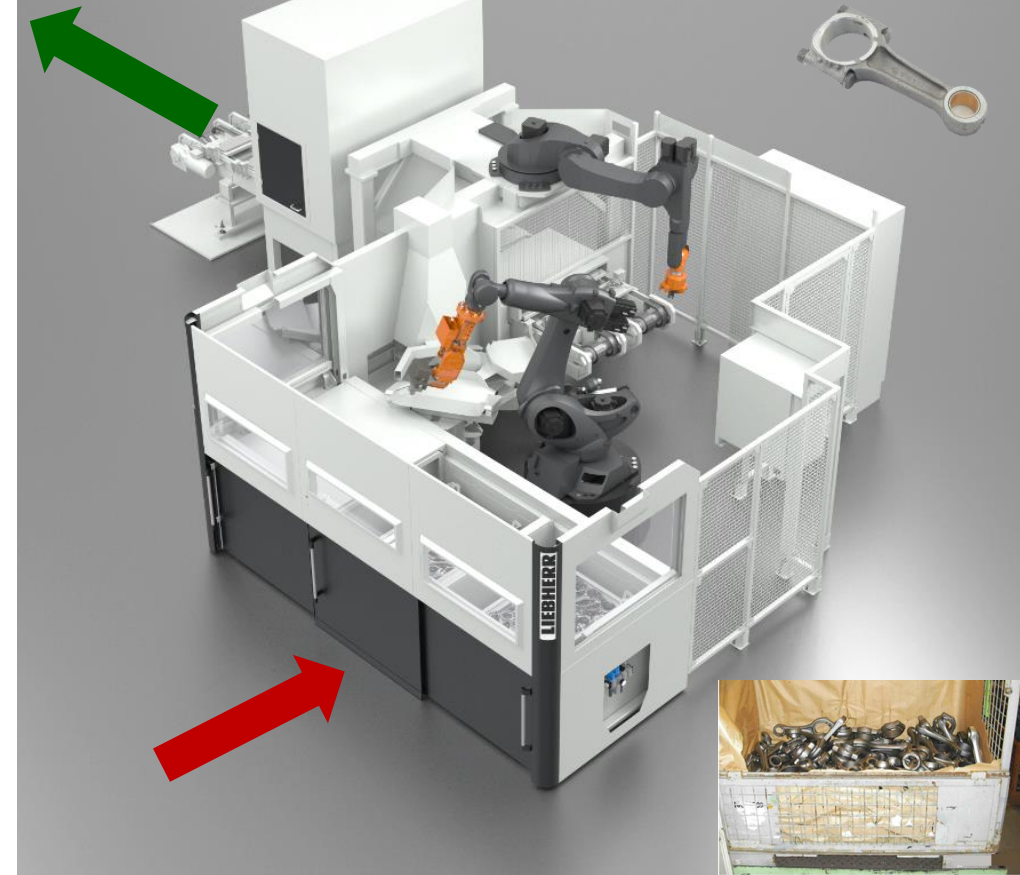
Referenzen gelieferter Fertigungsanlagen für Kurbelwellen und Pleuel

Linieneingänge – Werkstücke chaotisch in Gitterboxen

Kurbelwelle
Taktzeit: 37 sec



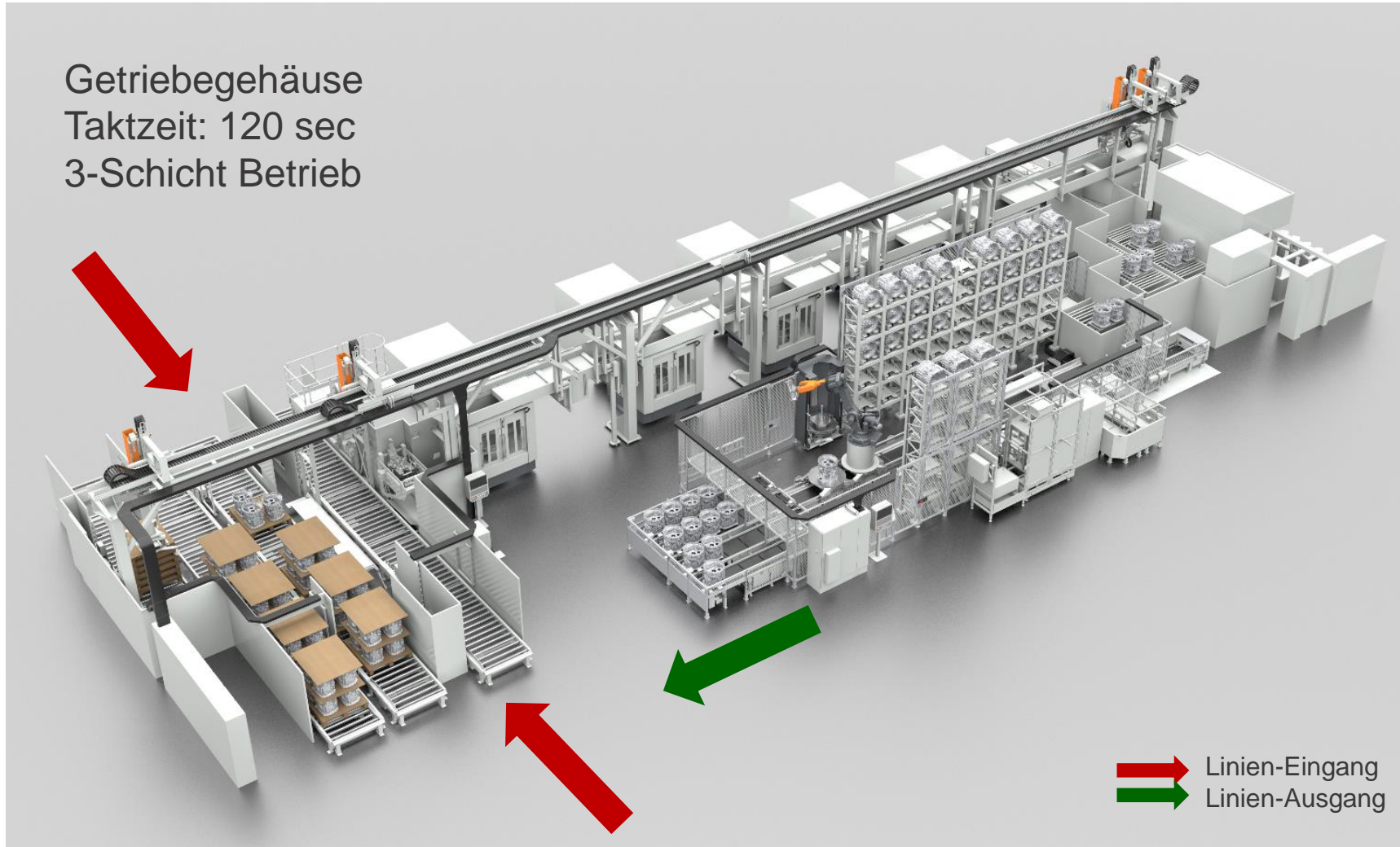
Pleuel
Taktzeit: 24 sec



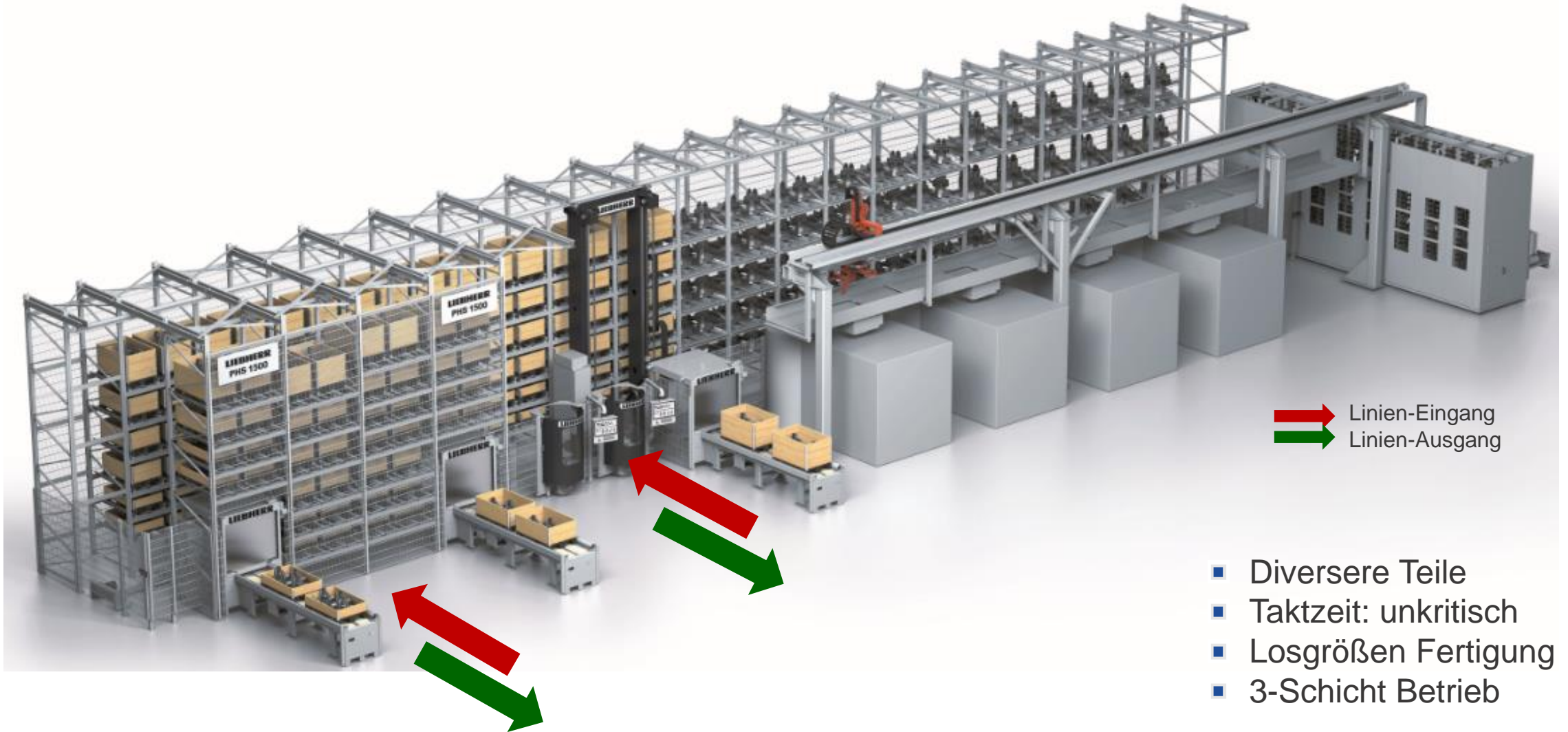
Referenz gelieferter Fertigungsanlagen für Getriebegehäuse

Linieneingänge – Werkstücke chaotisch auf Paletten mehrlagig

Getriebegehäuse
Taktzeit: 120 sec
3-Schicht Betrieb



Linieneingänge – Werkstücke chaotisch auf Paletten

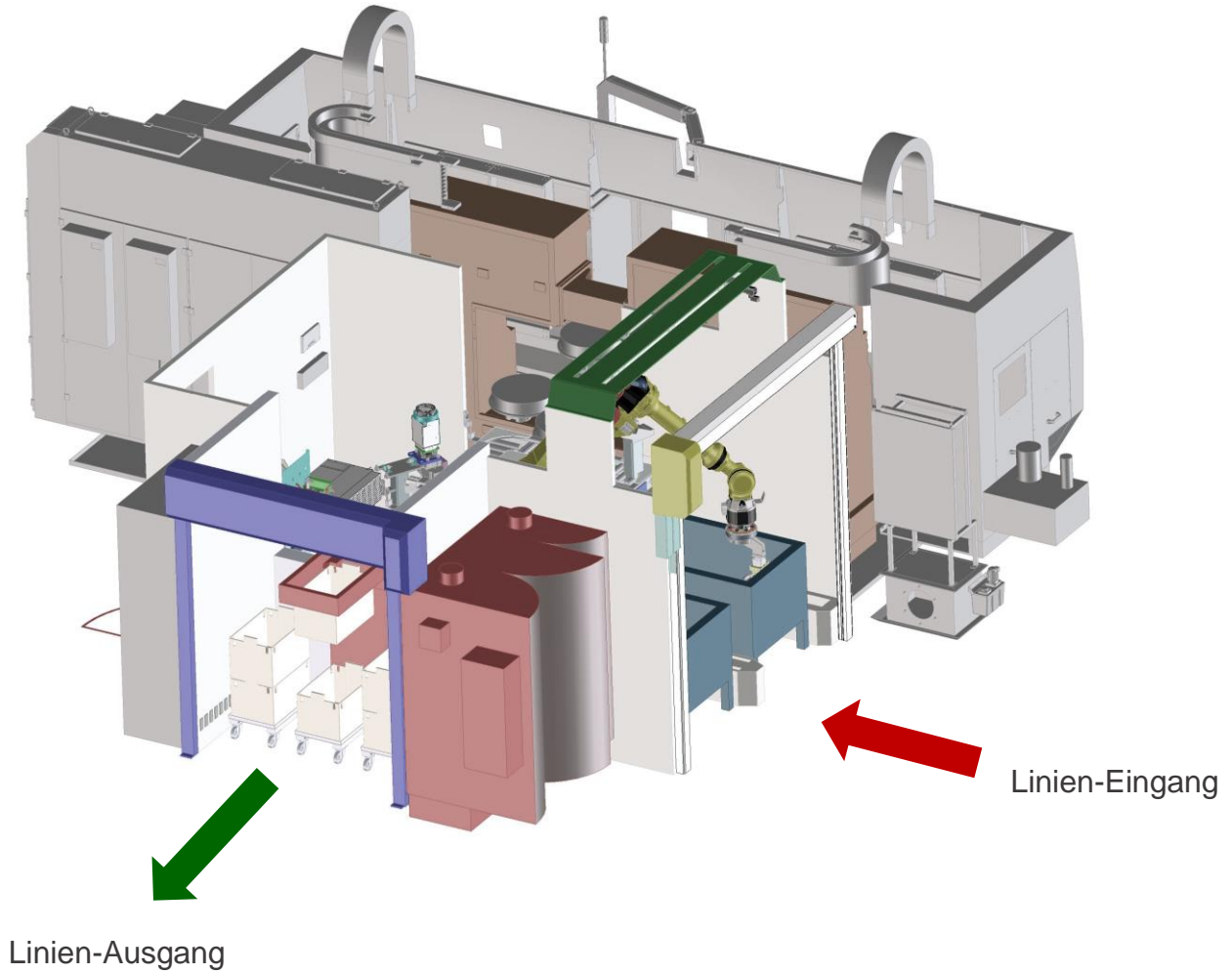


Referenzen gelieferter Fertigungsanlagen für Einzelmaschinen

Linieneingänge – Werkstücke chaotisch in Gitterbox

Flexible Fertigungszelle Maschinenbeladung

- Getriebe Räder und Wellen
- Taktzeit: 100 sec
- 3-Schicht Betrieb



Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

1.1 Grundlagen

1.2 Software LBP 3, Visonsysteme, 7./8. Achse Roboter

1.3 Testfeld

1.4 Projektierung

2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

1.1 Grundlagen

1.2 Software LBP 3, Visonsysteme, 7./8. Achse Roboter

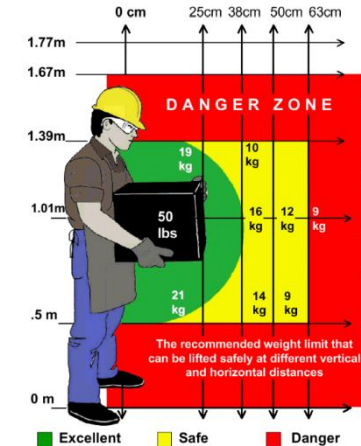
1.3 Testfeld

1.4 Projektierung

2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

„Griff in die Kiste“ - Kundennutzen

- **Produktivitätssteigerung** / höhere Ausbringung durch schnelle Taktzeiten und Verlängerung der Laufzeit (mannlose Schicht)
- Reduzierung der **Stückkosten**
- Körperliche **Entlastung** der Mitarbeiter (heben schwerer Teile - Ergonomie)
- Vermeidung von Arbeitsunfällen (Quetschgefahr, herunterfallende Werkstücke)
- Vermeidung von Werkstückbeschädigungen / **Qualität**
- Zusätzliche Integration von **Sonderaufgaben** (Beschriftung zur Teilerückverfolgung, Messen, Merkmalerkennung, Orientierung,...)



Nutzen ↔ **Aufwand**

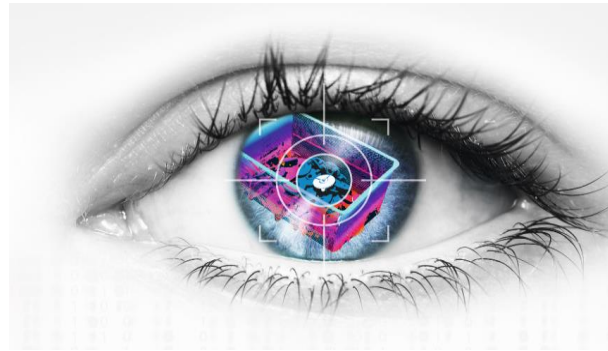
(Investitionen häufig im Rahmen der Rationalisierung, ROI < 3 Jahre)

Ganzheitlicher Ansatz

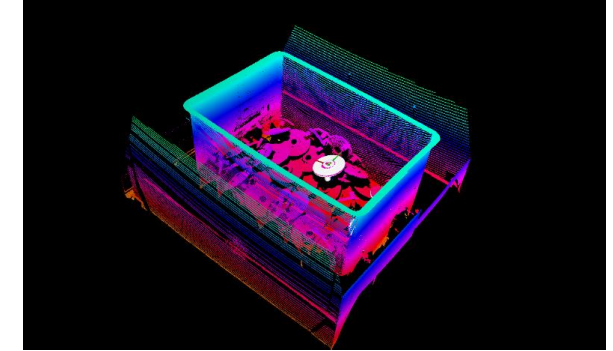
„Griff in die Kiste“ – 6 Schritte vom Chaos zur Ordnung



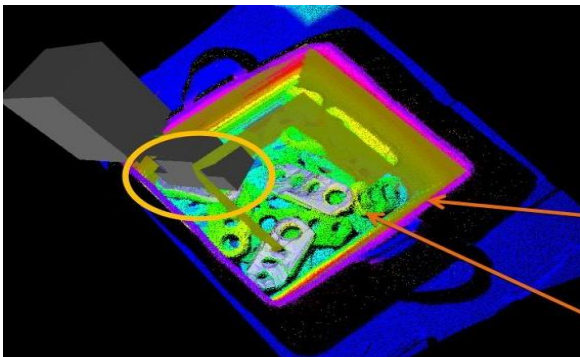
Chaotisch ungeordnete Teile in bereitgestellten Behältern



3D- Bilderkennungssystem zur Objekterkennung



LBP 3 Software zum Identifizieren, Selektieren der Werkstücke



LBP 3 Software mit Kollisionserkennung mit eventuellem Offset



Kistenwand

Folie

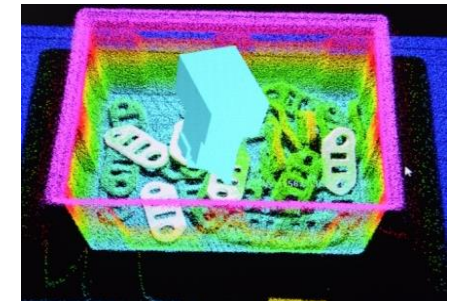


Geeigneter Greifer mit zusätzlichen Achsen zur kollisionsfreien Teileentnahme



Gezieltes Positionieren der Werkstücke in einer Ausrichtstation oder in der Vorrichtung der Maschine

„Griff in die Kiste“ – nur im Team erfolgreich



**Wahrscheinlichkeit
Entnahme**

**Wahrscheinlichkeit
Erkennung**

Objekt

- Geometrische Form, Abmessungen
- Oberflächenbeschaffenheit
- Umgebung, Lichtverhältnisse
- Sortierung
- Behälter, Folien

**Griff in die
Kiste**

Greifer

- Mechanisch, magnetisch, pneumatisch
- Konfiguration
- Flexibilität

Software, Sensor

- Algorithmus
- Genauigkeit
- Auflösung
- Messbereich

Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

1.1 Grundlagen

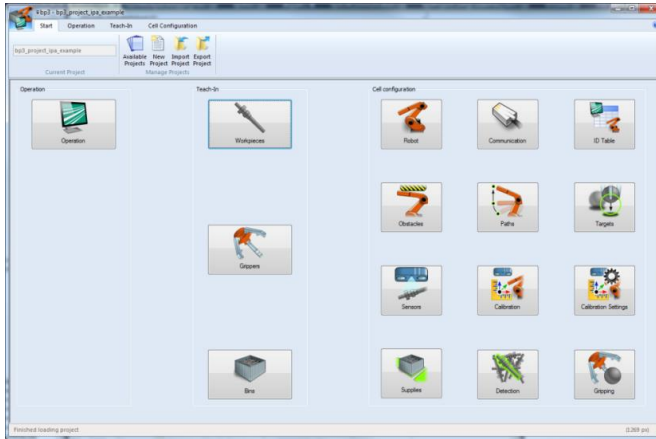
1.2 **Software LBP 3, Visonsysteme, 7./8. Achse Roboter**

1.3 Testfeld

1.4 Projektierung

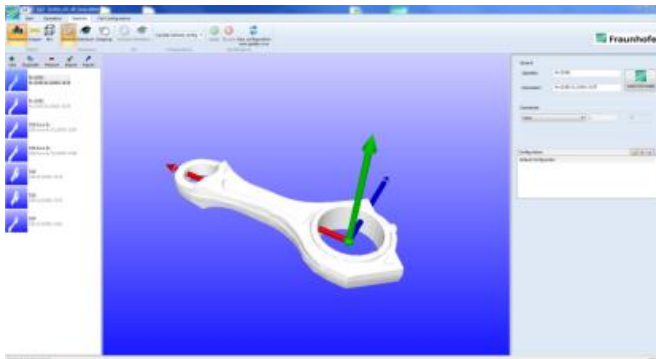
2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

„Griff in die Kiste“ - 3D Liebherr Bildauswertungssoftware LBP3

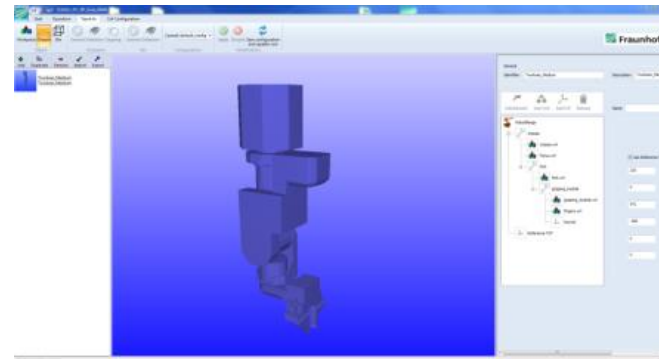


Intuitives Einlernen von Werkstücken, Greifern und Greifpunkten

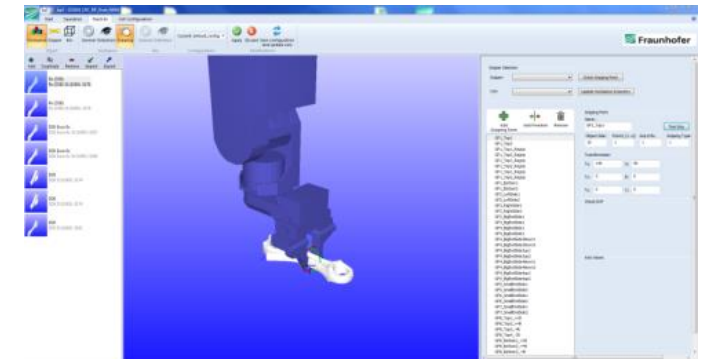
- **3D – CAD Daten** für Werkstück und Greifer
- Eindeutigkeit durch **Null-Punkt Koordinaten** aller Komponenten
- **Parametrierung** der Applikation
- **Visualisierung** mit Echtzeitdarstellung
- Keine Roboter Programmierkenntnisse erforderlich



Werkstück

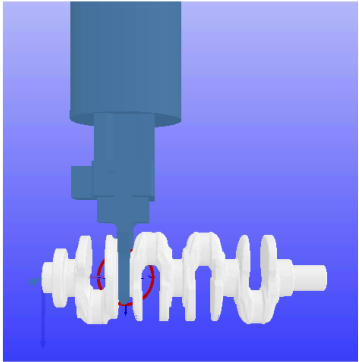


Greifer

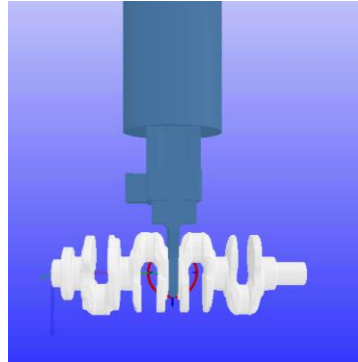


Greifpunkt

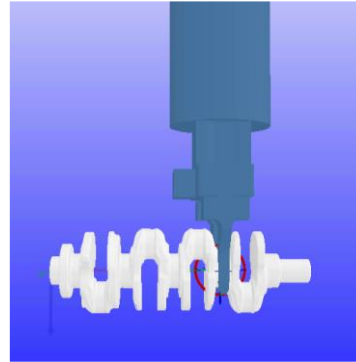
Griff in die Kiste - Greifpunkte an einer Kurbelwelle



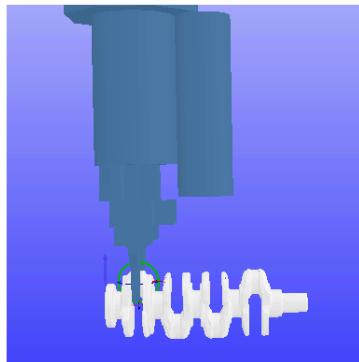
Hauptlager 4



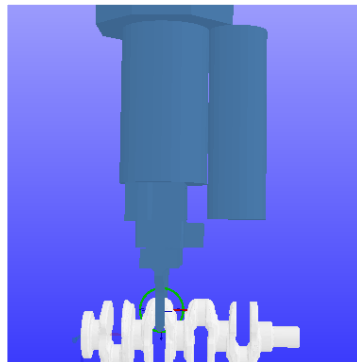
Hauptlager 3



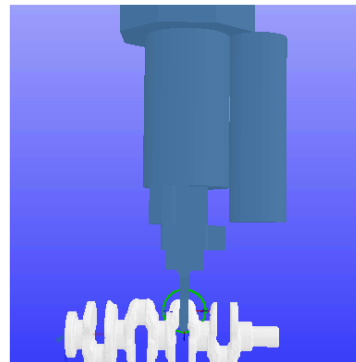
Hauptlager 2



Hublager 4



Hublager 3



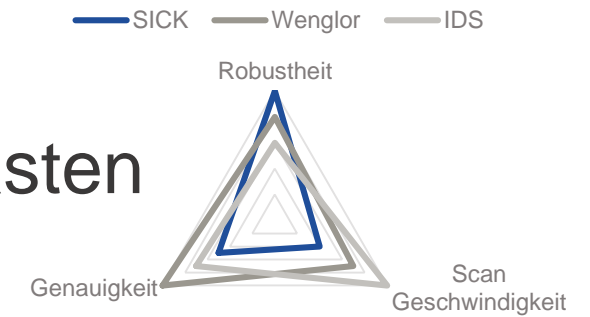
Hublager 2

Bsp. Definition der Greifpunkte

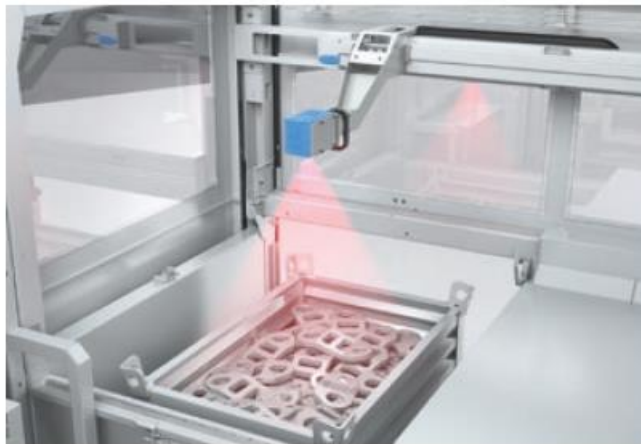
- Lagerstellen Haupt Hublager
- Einschränkung der Drehlage
- Schmiedegrad vermeiden
- Festlegung der bevorzugten Greifpositionen

Flexible und modulare Liebherr Software

„Griff in die Kiste“ – Wirkprinzipien und Sensorbaukasten



Das **3D-Visionssystem mit Laser-Laufzeitverfahren** ist ein Rotlicht-Laser und eine sehr robuste Lösung unabhängig von Umgebungslicht und des Verschmutzungsgrades.



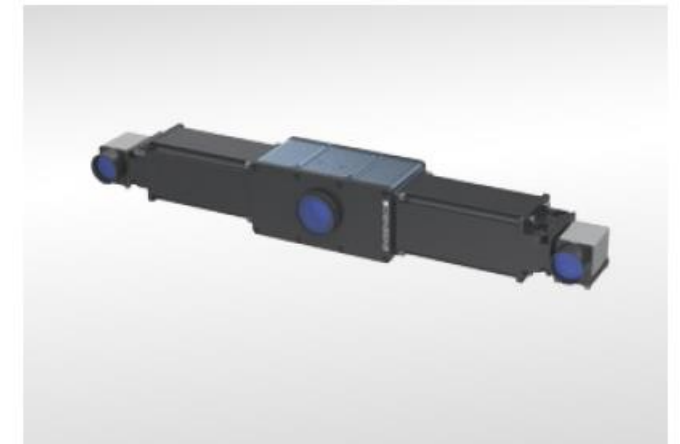
Laser-Laufzeitverfahren

Das 3D-Visionssystem mit präzisiertem zweistufigem **Laser-Triangulationsverfahren** ist ein Blaulicht-Laser und eignet sich für Werkstücke aus Metall, organischen und semitransparenten bzw. spiegelnden Materialien.



Laser-Triangulationsverfahren

Das hochflexible **3D-Stereo-Visionssystem mit Triangulations-Verfahren** unterstützt durch eine zusätzliche Projektoreinheit eignet sich insbesondere für kurze Taktzeiten. Mittels einer speziellen Projektortechnik kann eine vollständige und homogene Tiefeninformation der Szene erstellt werden.



Stereo-Vision-Triangulationsverfahren

Modulare Erweiterung Standard Industrieroboter KUKA, FANUC und ABB

„Griff in die Kiste“ – Roboterbaukasten mit 7./ 8. - Achse

Ziel:

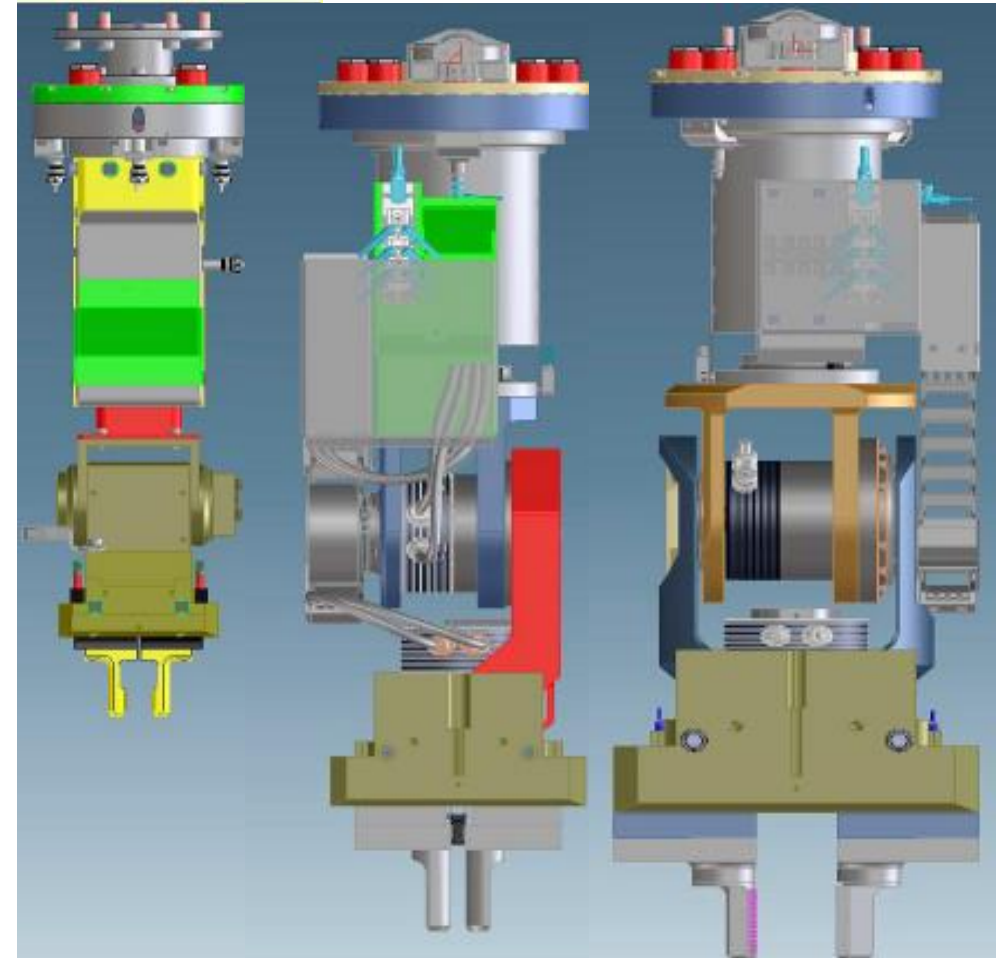
- Optimierung der Kistenentleerung
- Erhöhung der Freiheitsgrade in der Kiste
Eintauchen der 6. Achse des Roboters
- Präzises Greifen aus schwierigen Greifsituationen
- Erhöhung der Verfügbarkeit der Anlage

Maßnahme:

- 7./ 8. Achse für Werkstückgewichte 5kg / 20kg / 40kg
- 8. Achse, Liebherr-Patent

Resultat:

- >98 % Teileentnahme aus tiefen Kisten



Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

1.1 Grundlagen

1.2 Software LBP 3, Visonsysteme, 7./8. Achse Roboter

1.3 Testfeld

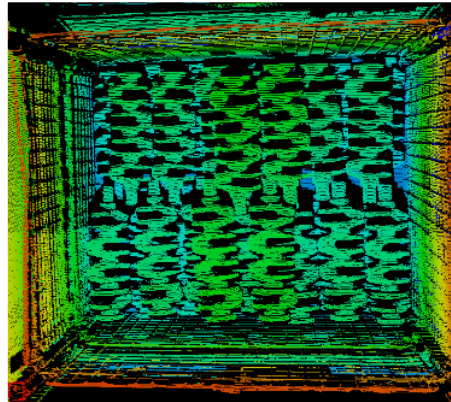
1.4 Projektierung

2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

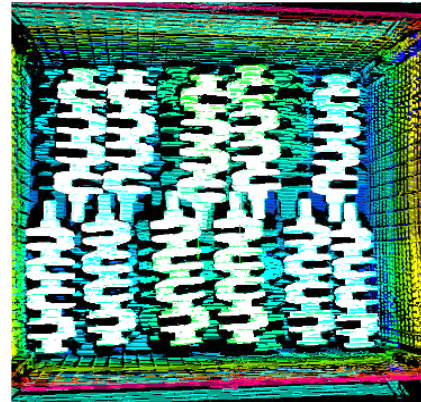
LBP 3 Software – Werkstückerkennung und Simulation



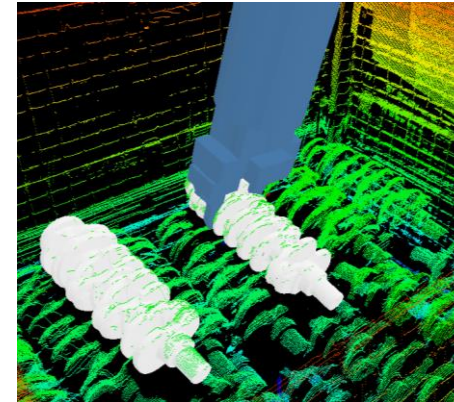
Reale Situation Kiste



3D Punktwolke

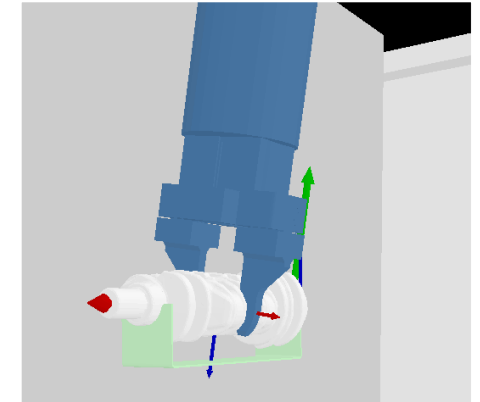


3D Punktwolke mit
erkannten
Werkstücken (CAD
Modellen)



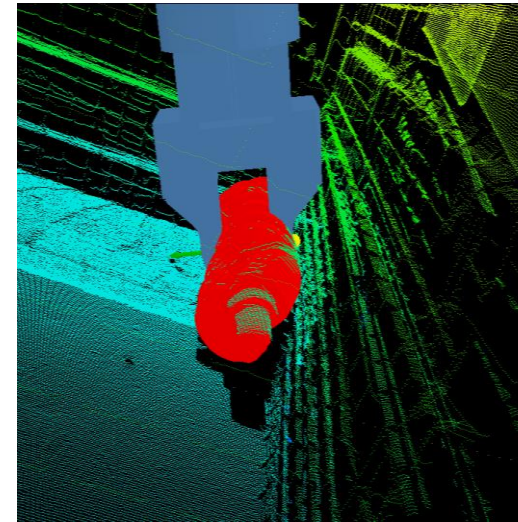
Auswahl des
bestmöglichen
Werkstücks

Greifsituation in der
Kiste



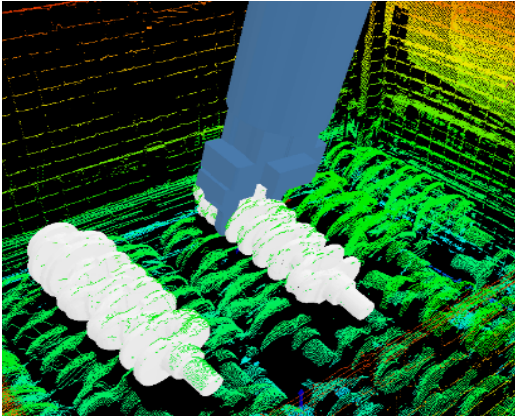
Greifsituation an der
Übergabestelle
Ausricht- /
Umgreifstation

Zusätzliche Herausforderungen

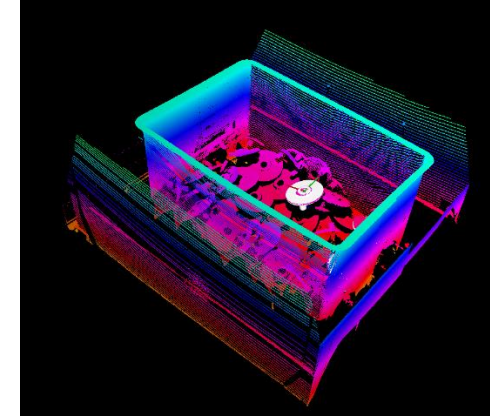
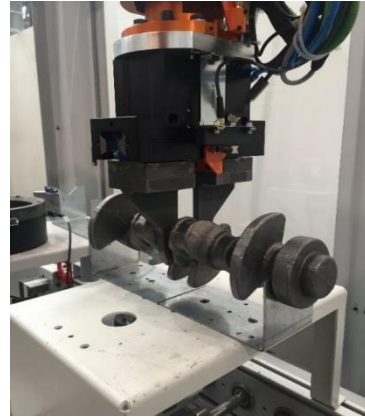


- Verhaken von Werkstücken – blinder Passagier
- Abkippen am Schmiedegrat
- Greifkraft \leftrightarrow Oberflächenbeschädigung
- Kistenrand Deformation – Kollision
- Abschattung und Reflexionen durch Schutzfolien

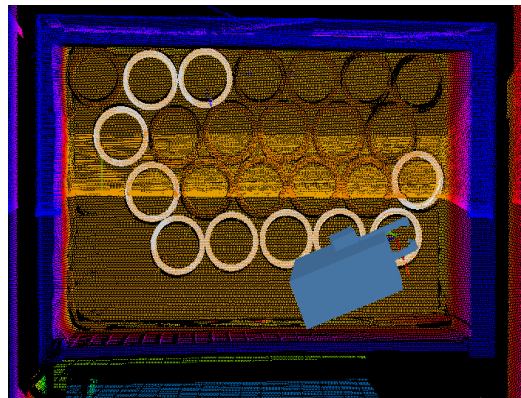
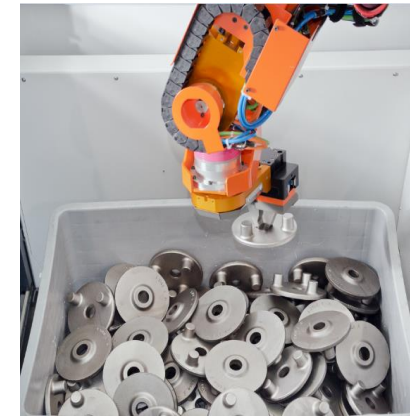
Prüfstand „Griff in die Kiste“ - Anwendungsbeispiele



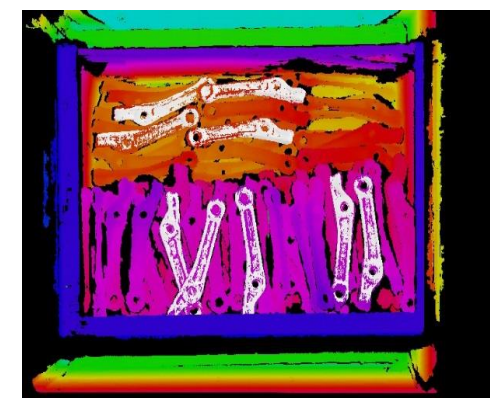
Kurbelwelle



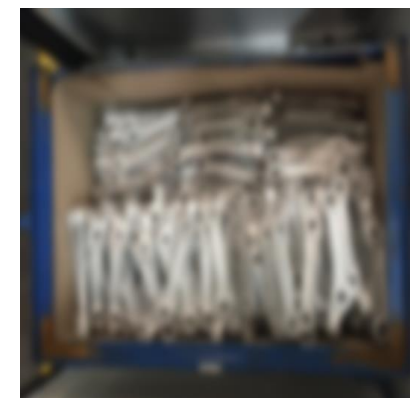
Planetenträger



Hohlrad



Traglenker



Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

1.1 Grundlagen

1.2 Software LBP 3, Visonsysteme, 7./8. Achse Roboter

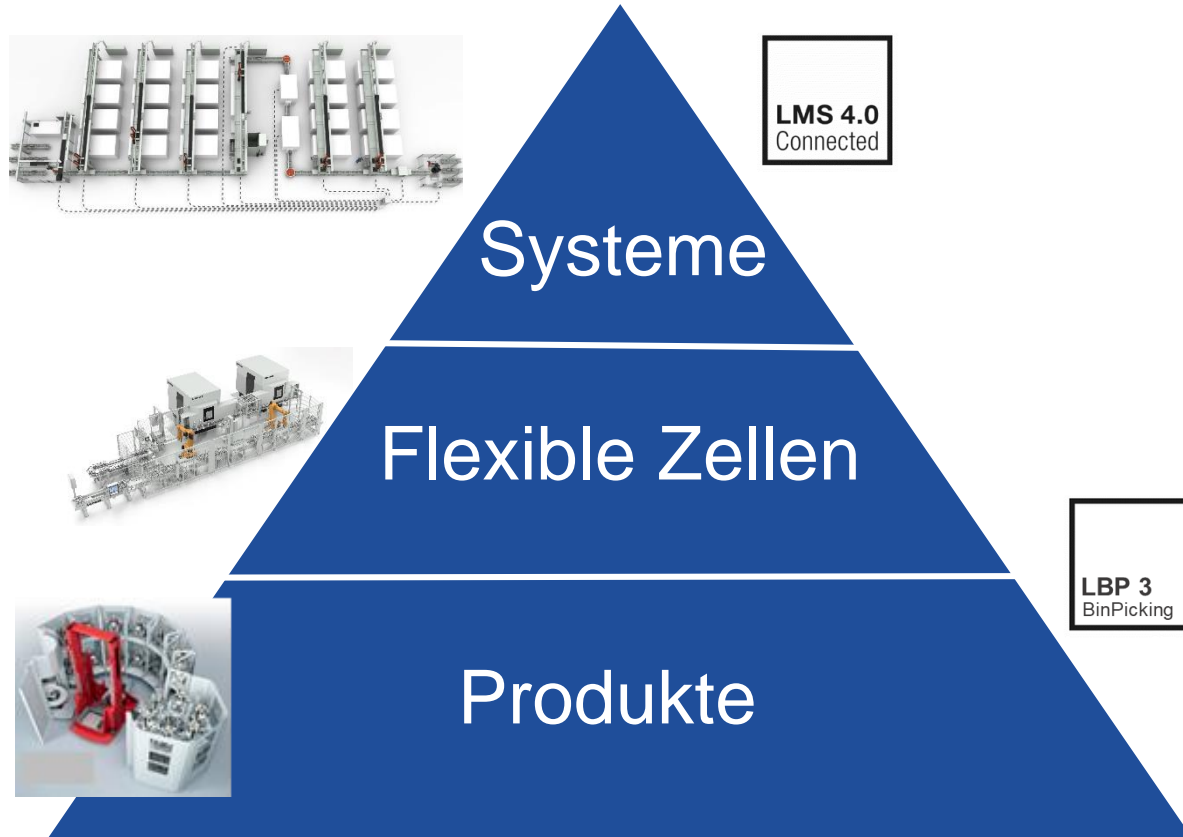
1.3 Testfeld

1.4 Projektierung

2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

Vom einzelnen Produkt über eine Flexible Zelle zum Turnkey Produktionssystem

Liebherr Automationssysteme



Liebherr Produktlinien Automation:



Portalroboter



Band-Fördersysteme



Palettierzellen &
Werkstückspeichersysteme



Palettenhandhabungssysteme



Roboterapplikationen



Zusatzeinrichtungen



Hardware & Software

LBP 3
BinPicking

Produktbaukasten Robotik

■ Expertenwissen



Roboter

- Kuka
- Fanuc
- ABB



Zusatzachsen

- 7th- Achse (Liebherr)
- 8th- Achse (Liebherr)
- Roboter 7. Achse



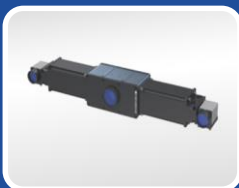
Greifer

- Liebherr
- Schunk
- Zimmer



Bildauswertung Software

- Liebherr Software BP3
- Halcon



Bilderkennungssysteme

Wrenglor, Ensenso, Sick, Keyance, ISRA

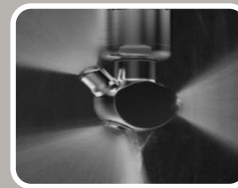
■ Mit strategischen Partner



Beschriftung, Teilerückverfolgung



Messeinrichtung



Waschen, Blasstationen, Bürsten



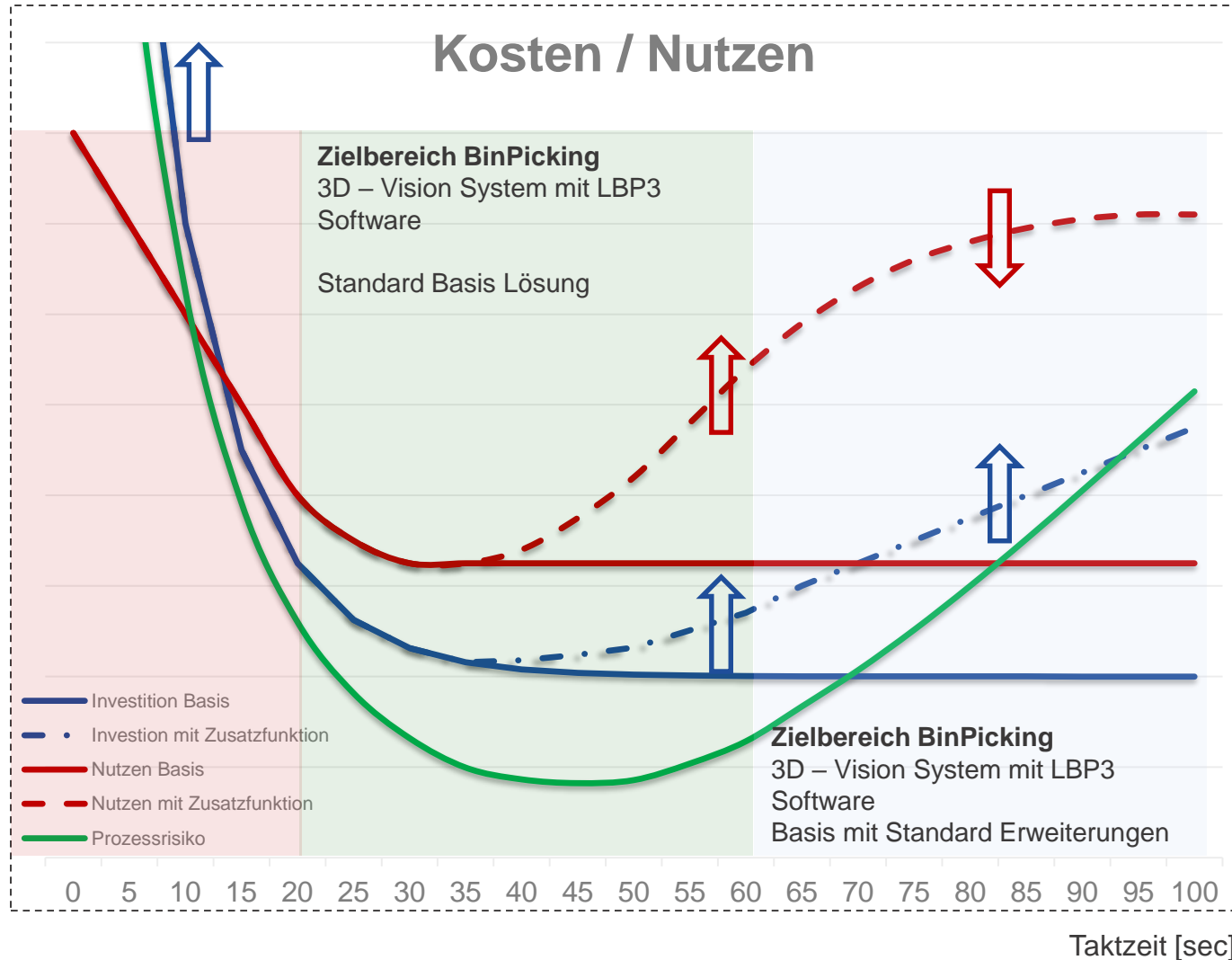
Rundtisch, Umgreifstationen,
Wendestationen

Grundregeln der Anlagenauslegung



- **Vorab - Versuche**, denn nicht jedes Werkstück ist für den „Griff in die Kiste“ geeignet
- **Analyse** bestehender Abläufe, erarbeiten eines „sauberen Lastenhefts“
- Logistik Prozesse, Betriebsmittel und Arbeitsabläufe sind **automationsgerecht** zu gestalten
- Aufgaben der **Prozesskette „vom Roh - zum Fertigteil“** sind in strukturierte Arbeitspakete zu unterteilen: Zuführen – Erkennen – Greifen – Ausrichten/Orientieren – Beladen
 - Die Entnahme der Werkstücke aus der Kiste und ein direktes Beladen der Maschine ist häufig nicht möglich, da Griff in die Kiste mehr Greifpunkte erfordern als die Bearbeitungsmaschinen in den Vorrichtungen zulassen
 - Roboter sind universell, aber nicht spezialisiert. Spezielle Funktionen sind durch standardisierte Komponenten des Baukastens abzudecken
- Zukünftige Bauteiländerungen sind durch **Parameter**-Anpassung und nicht durch einen Umbau umzusetzen
- Lösungen sind zu **standardisieren**, um beherrschbar zu bleiben.

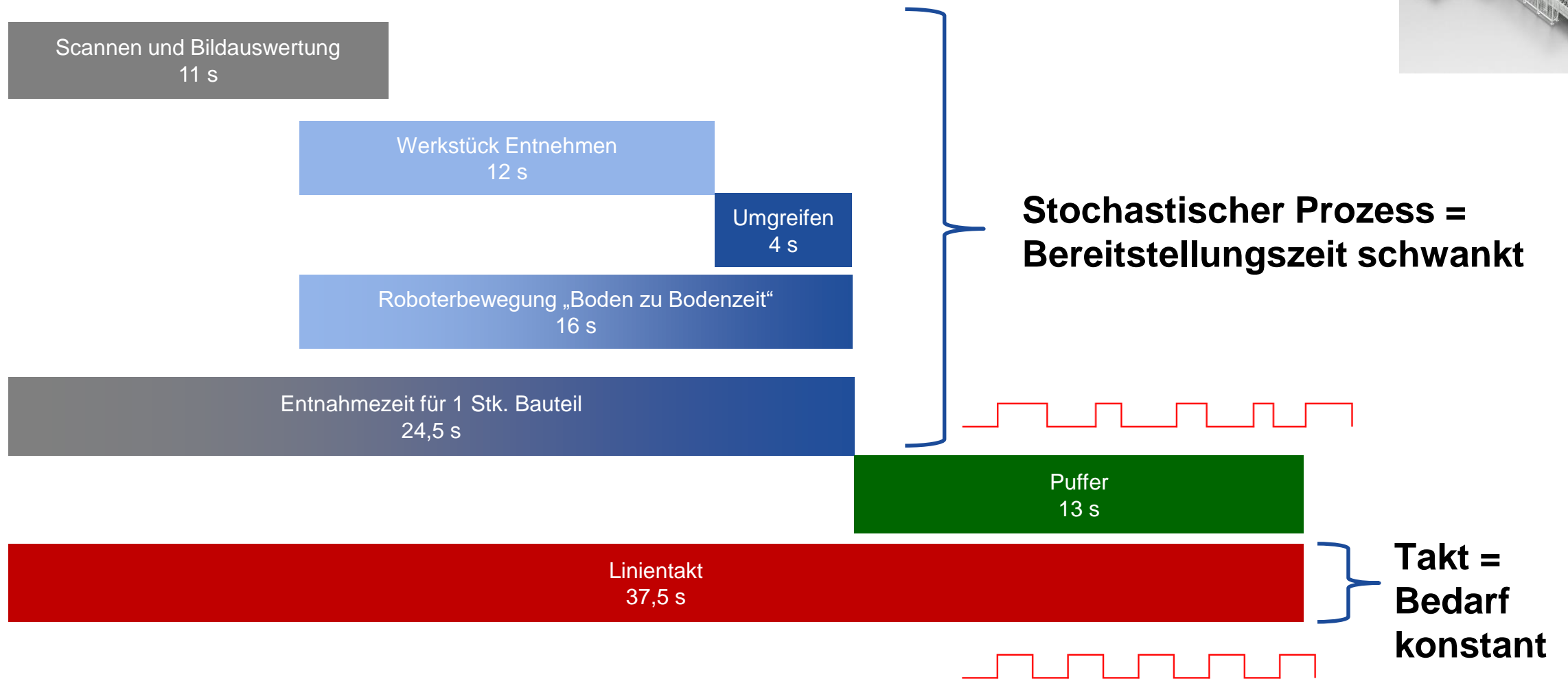
Qualitative Einschätzung



- Je kürzer die Taktzeit
 - umso höher das Prozessrisiko
 - umso höher die Investitionen durch Sonderaufwendungen
 - Komplexität/Risiko nimmt zu
 - Kundennutzen nimmt zu
- Je Länger die Taktzeit
 - hohe Prozessrisiko wegen Zusatzaufgaben
 - Standardisierung nimmt ab
 - Komplexität/Risiko nimmt zu
 - Kundennutzen nimmt degressiv zu

Einflussfaktoren auf Entnahmezeit

„Griff in die Kiste“ – Taktzeit für Ein-Platz System sequenziell

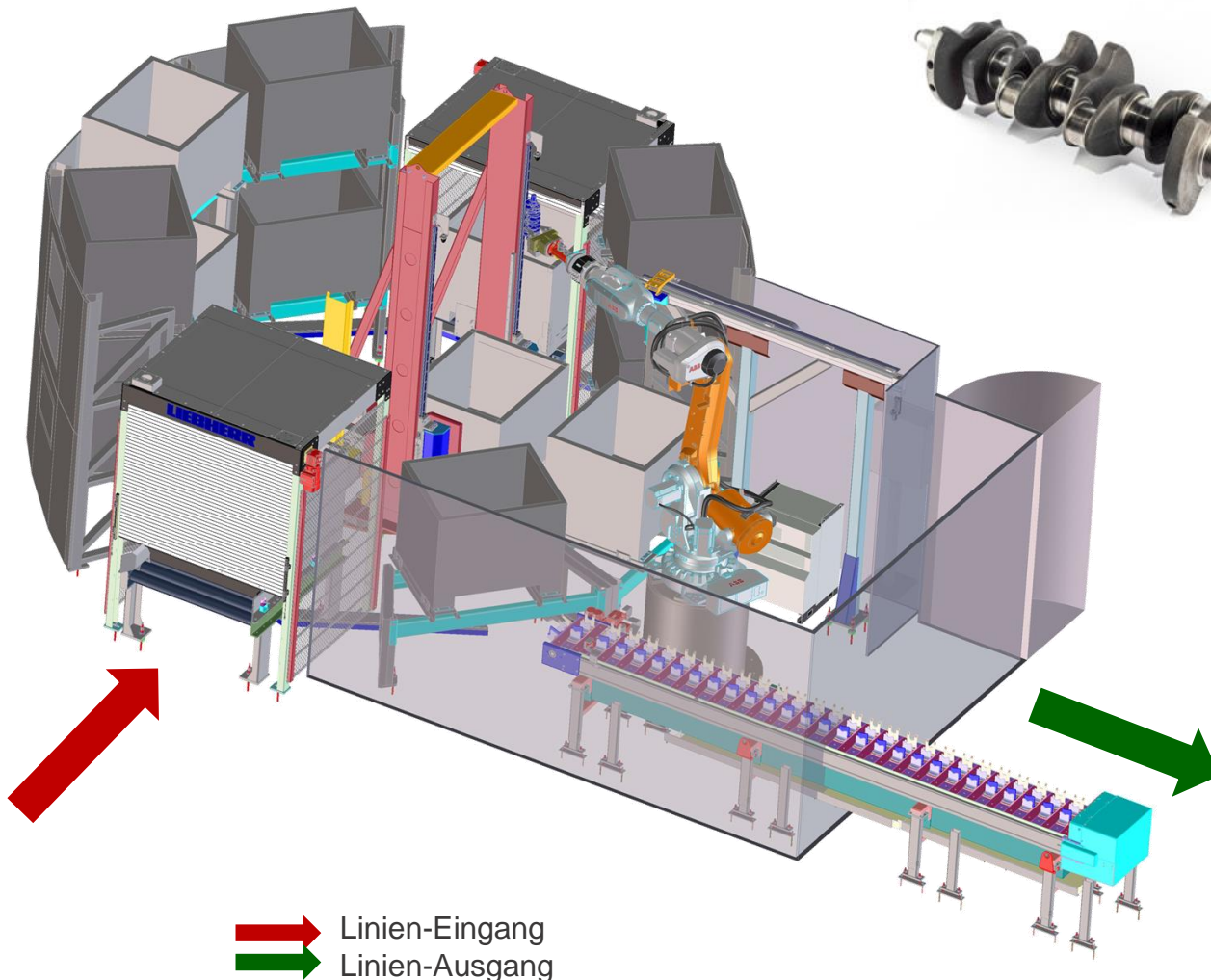


Agenda

1 "Griff in die Kiste" - ganzheitlicher Ansatz

2 Anwendungsbeispiele Kurbelwelle

„Griff in die Kiste“ – Entnehmen, Speichern, Transportieren



Kenndaten

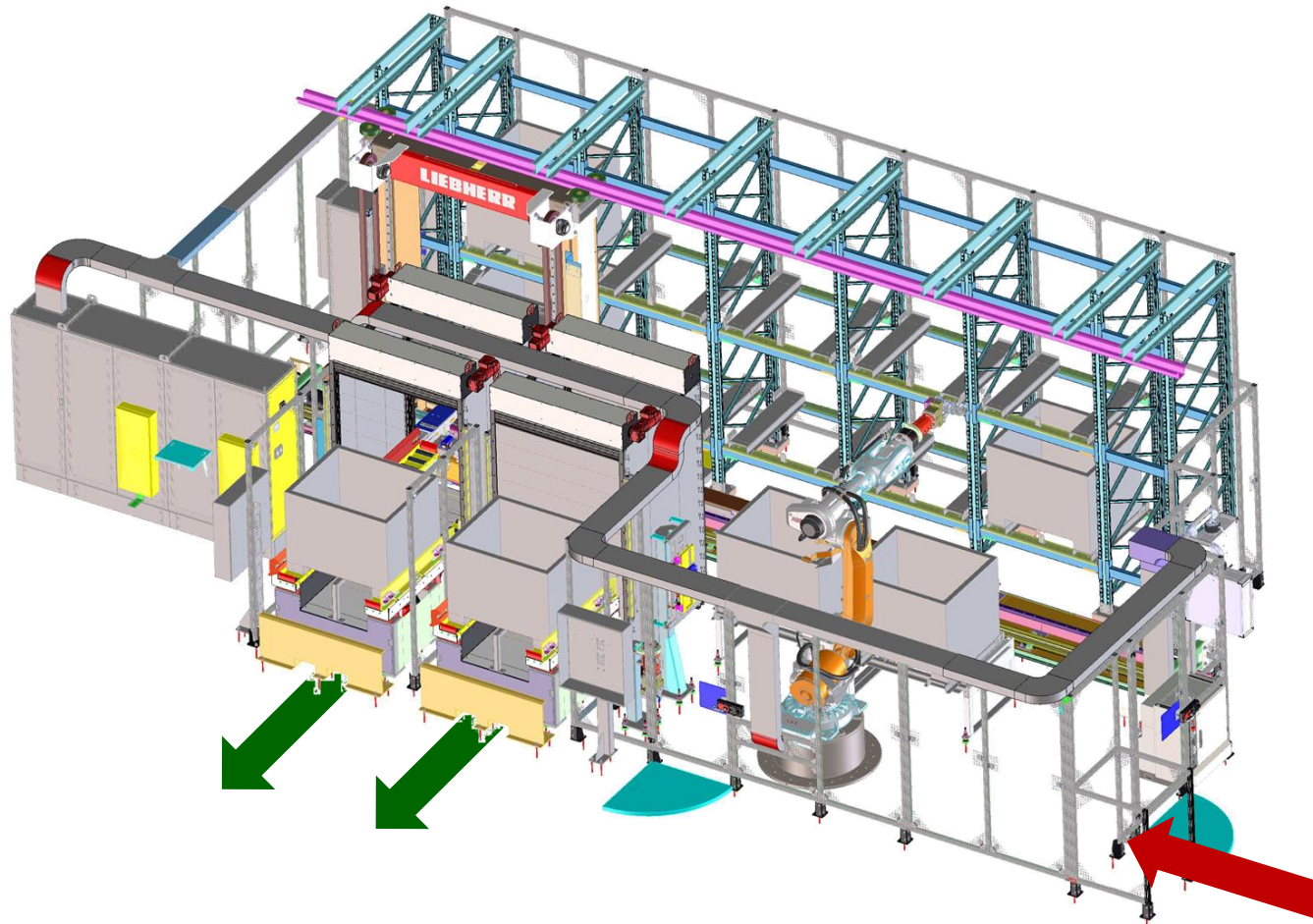
Taktzeit: 37,5 sec/Teil

Fertigteile Linieneingang
Drahtgitterkisten 1200x1000x875 mm,
PHS 1500, Roboter ABB, LBP3 Software für
Teile und Zwischenlagen Erkennung, Vision
System Wenglor, Palettenspeicherbänder,
FTS-Anbindung

Speicherkapazität:
480 Kurbelwellen (10 Gitterboxen mit 48 Teilen)

Werkstück: Kurbelwellen
Werkstücktypen: 3 & 4 Zylinder, 5 Typen
Werkstückzustand: Schmiedeteil
Material: Stahl
Gewicht: max. 20 kg
Abmessungen (L x B x H): 280 x 120 x 40 mm

„Griff in die Kiste“ – Palettieren, Speichern, Transportieren



Kenndaten

Taktzeit: 37,5 sec/Teil

Fertigteile Linienausgang
Drahtgitterkisten 1200x1000x875 mm,
PHS 1500, Roboter ABB, LBP3 Software für
Teile und Zwischenlagen Erkennung, Vision
System Ensensio, Bänder, FTS-Anbindung

Speicherkapazität:
480 Kurbelwellen (10 Gitterboxen mit 48 Teilen)

Werkstück: Kurbelwellen
Werkstücktypen: 3 & 4 Zylinder, 5 Typen
Werkstückzustand: Komplett bearbeitet
Material: Stahl
Gewicht: max. 20 kg
Abmessungen (L x B x H):
Max. 280 x 120 x 40 mm

→ Linien-Eingang
→ Linien-Ausgang

Zusammenfassung



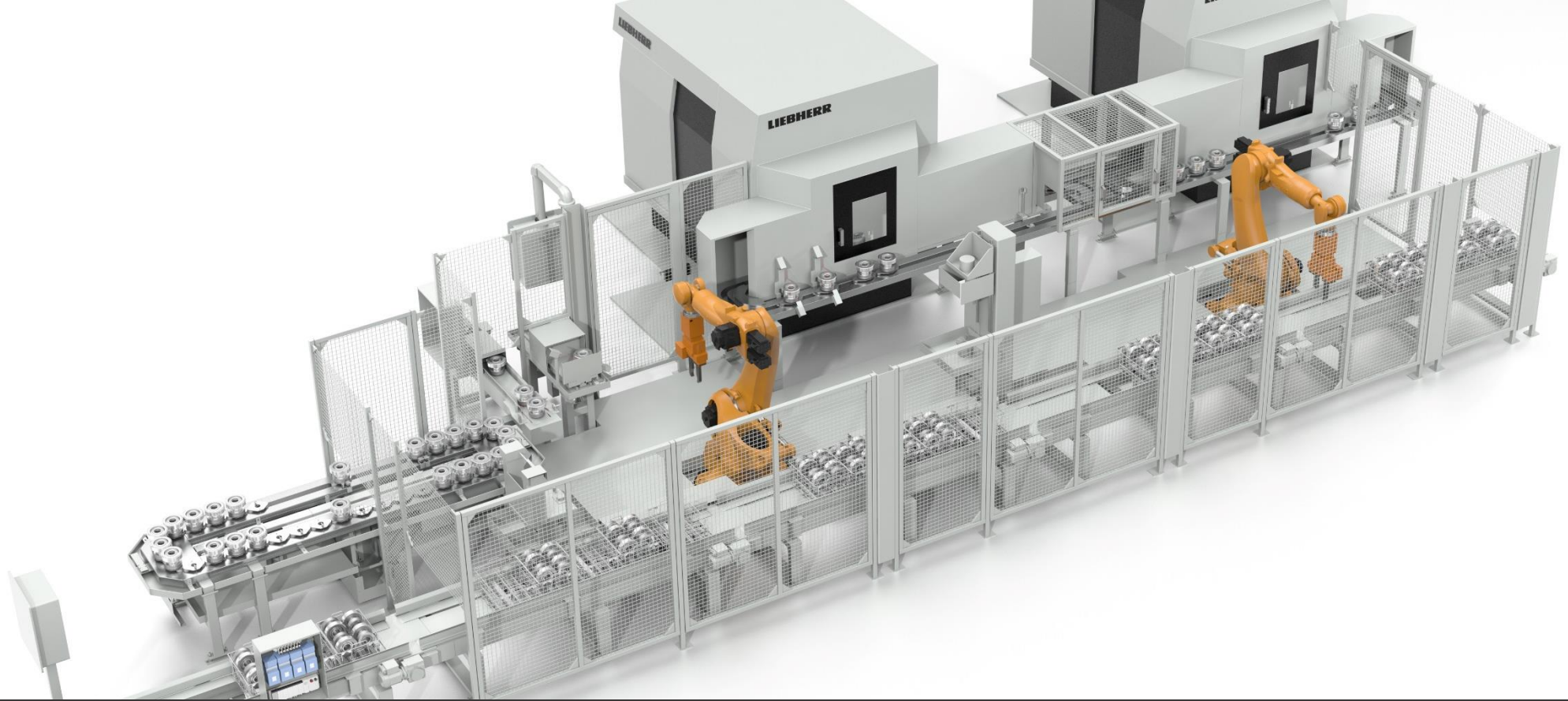
Antoine de Saint-Exupéry :

„Überlegen macht überlegen.“



„Griff in die Kiste“

- ist das Bindeglied zwischen Produktion und Intralogistik
- entkoppelt Prozesse und schafft Puffer
- steigert die Verfügbarkeit der Produktionsmittel und senkt die Produktionskosten
- ersetzt nicht den Menschen sondern schafft menschenwürdige Arbeitsbedingungen



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!