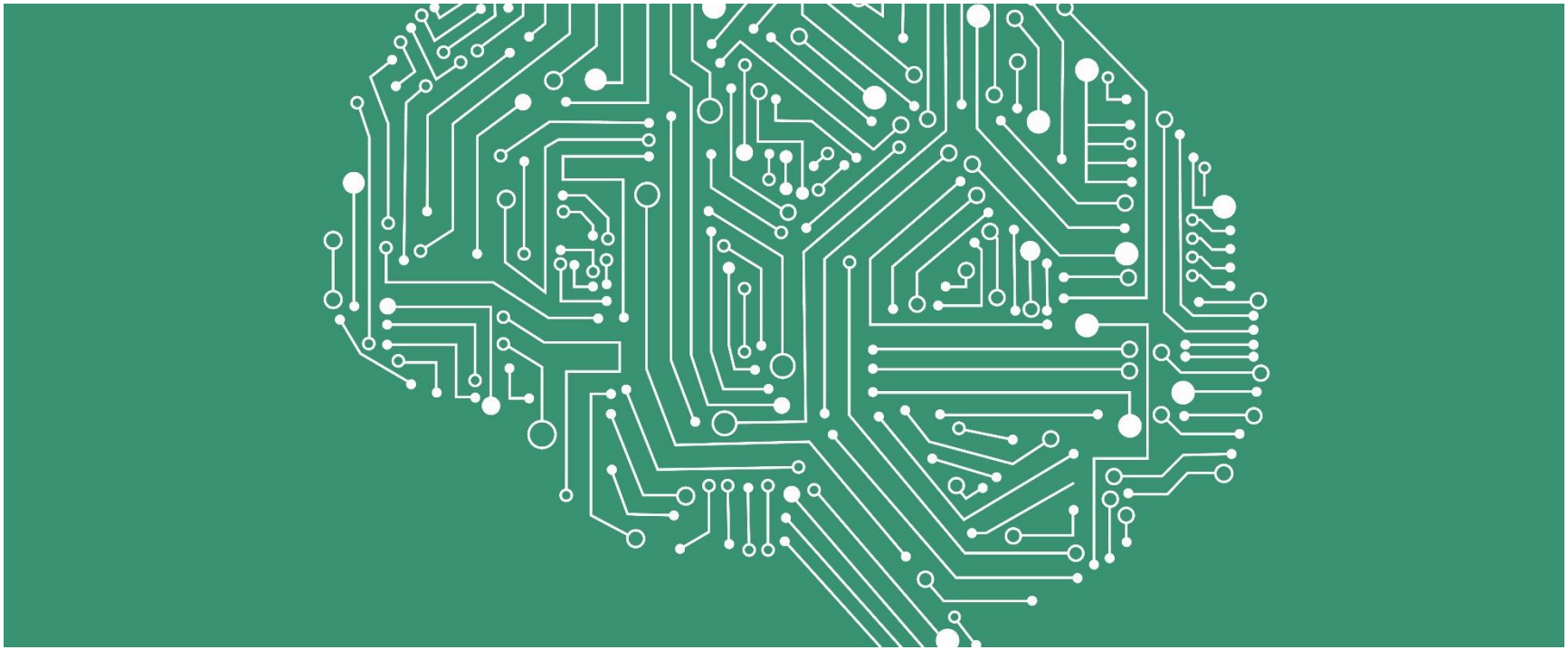
NACHHALTIGE QUALITÄTSOPTIMIERUNG DURCH MASCHINELLES LERNEN

Wie wird Qualität in der Zukunft optimiert?



© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Agenda

- Grundlagen der Qualität und Industrie 4.0
- Aktuelles Zustand
- Fraunhofer IPA und Industrie 4.0
- Unser Konzept
- Anwendungsbeispielen

© Fraunhofer IPA

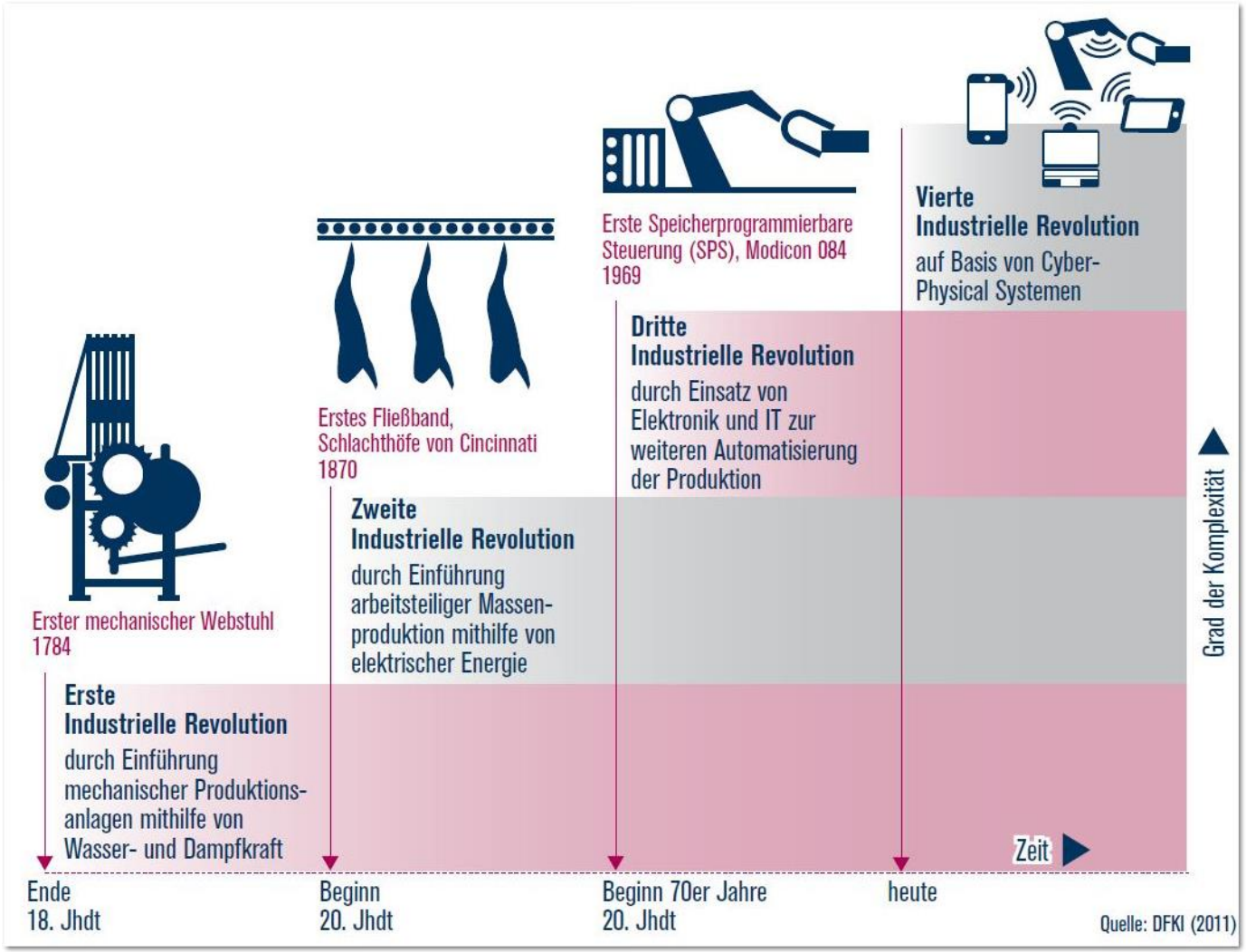
Grundlagen der Qualität und Industrie 4.0
Qualität

- Nach Norm DIN EN ISO 9000:2015-11
  - Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt.
  - *Objekt*: Produkt, Dienstleistung, Prozess, Person, Organisation, System, Ressource, usw.
  - *Anforderung*: Erfordernisse oder Erwartungen, welche vor der Durchführung festgelegt wurden.
  - *Merkmal*: kennzeichnende Eigenschaft

© Fraunhofer IPA

Grundlagen der Qualität und Industrie 4.0

Die industriellen Revolutionen



© Fraunhofer IPA

Industrie 4.0

- Industrielle Revolution: unvermeidliche Ergebnis der Entwicklung von Wissenschaft und Technologie

- Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik
  - Das sind Maschinen, Werkzeuge, Werkstücke oder auch Aufträge, die »intelligent« sind und über das Internet echtzeitnah miteinander kommunizieren können. – Prof. Bauernhansl, Fraunhofer IPA

- Charakterisierung
  - Vernetzung
  - Cyber-Physische System
  - Intelligente Objekte steuern sich selbst
  - Dezentrale Steuerung

© Fraunhofer IPA

Industrie 4.0 - Abschätzung der Nutzenpotenziale

Kostenart	Gesamtbewertung
Bestandskosten	-30% bis -40%
Fertigungskosten	-10% bis -20%
Logistikkosten	-10% bis -20%
Komplexitätskosten	-60% bis -70%
Qualitätskosten	-10% bis -20%
Instandhaltungskosten	-20% bis -30%

[1]

© Fraunhofer IPA

Die mitkommende Herausforderungen in Industrie 4.0

- Nach der Umfrage von Brocade [2]
  - IT-Sicherheit
  - Bestehende Technologie nicht Industrie 4.0-ready
  - Qualifizierung der Mitarbeiter
  - Wandel der Arbeits- und Produktionsprozesse
  - Leitungsfähigkeit des Netzwerks
  - Großer Aufwand bei Technologieeinführung

© Fraunhofer IPA

Aktuelles Zustand

- Große Unternehmen haben bereits mit der Umstellung begonnen
  - Siemens Electronic Works Chengdu
  - Bosch-Werk in Blaichach

- Aber wie sieht es bei den KMU aus?
  - KMU ist der Motor der deutschen Wirtschaft
  - Kleine Budgets: Technische Umstellung und Erneuerungen sind nicht leicht
  - Dennoch müssen auch sie an dieser Entwicklung teilnehmen

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA und Industrie 4.0

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (Fraunhofer IPA)
  - Institutsleiter Prof. Bauernhansl ist eine der führenden Personen in der Erforschung und Umsetzung der Industrie 4.0 in Deutschland
  - Applikationszentrum Industrie 4.0, eine Innovationsumgebung, in der Unternehmen und Wissenschaftler gemeinsam Industrie-4.0-Anwendungen erforschen und bedarfsgerecht weiterentwickeln
  - Und vieles mehr

- Abteilung Bild- und Signalverarbeitung
  - Mehrere Jahreserfahrung im Bereich Qualitätsprüfung
  - 2D-Mess-und Prüfsystemen, 3D-Mess- und Prüftechnik , Szenenanalyse
  - Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stehen intelligente Mess- und Prüfsysteme, moderne Automatisierungslösungen im Umfeld von Industrie 4.0, sowie innovative Lösungen im Bereich maschinelles Lernen.

© Fraunhofer IPA

Unser Konzept

- Technische Entwicklung Schritt für Schritt für die Industrie 4.0
- Wir fokussieren uns auf Bild- und Signalverarbeitungsaufgaben
- Mit maschinellem Lernen Qualität optimieren
- Anwendungsbereich: Produktion und Fertigung bei KMUs
- Lernendes System, Inline, Offline

- System spezifische Eigenschaften:
  - Flexibel
  - Günstig
  - Leicht bedienbar
  - Stand-alone oder mit Cloud-Anbindung

© Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Merkmale bei Prüfung automatisch wählen

Aufgabenstellung:

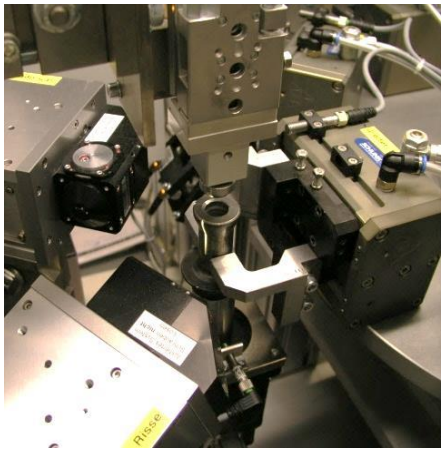
- Erkennung von Beschädigungen auf strukturierten Oberflächen

Lösung:

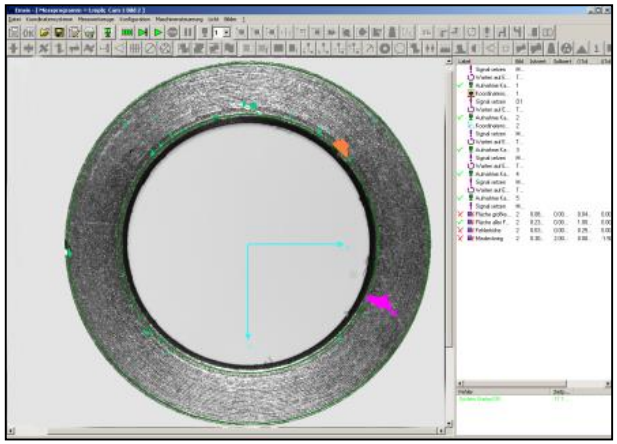
- Selbstlernende Prüfung an 2D-Bildern
- Schritt 1: Eigenständiges Einlernen der dominierenden Hintergrundstruktur
- Schritt 2: Markierung von statistischen Abweichungen als Fehlerbereiche
- 100%-Prüfung im Fertigungstakt

Kundennutzen:

- Schnelle Inline-Prüfung von Oberflächen
- Keine Fehlerbeschreibung erforderlich



Beispiel Prozessintegration



Identifikation Schlagestellen

© Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Merkmale bei Prüfung automatisch wählen

Aufgabenstellung:

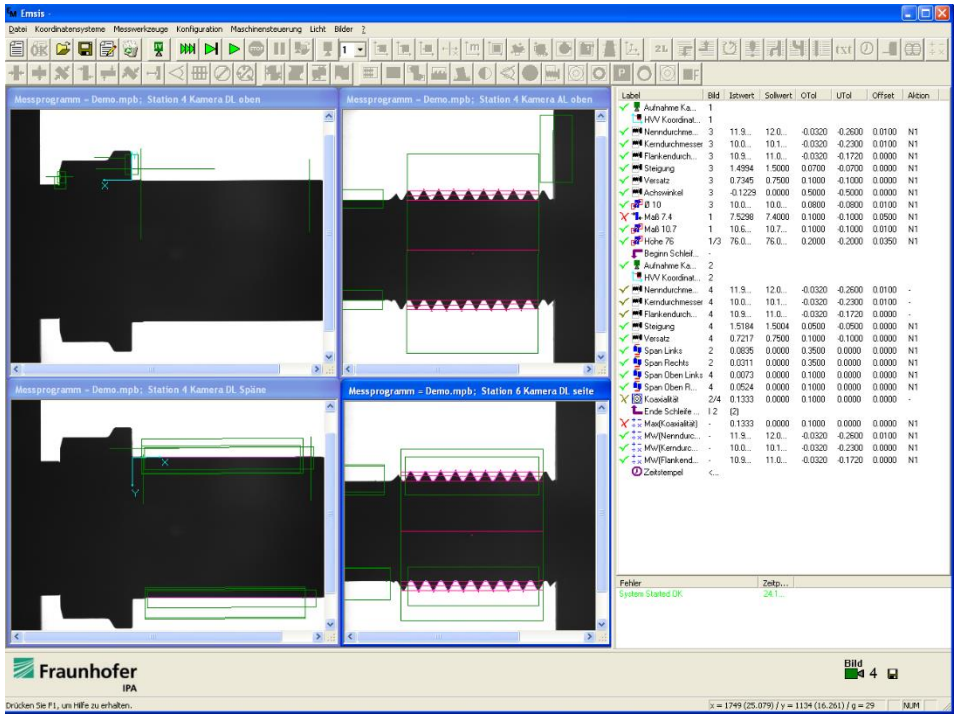
- Erkennung der kritischen Maße der Bauteile

Lösung:

- Verbindung mit Skizzen-Datenbank
- Info. Wird automatisch extrahiert aus den Skizzen
- Selbstlernende Klassifizierung der Bauteile
- Metrologie und Prüfung
- 100%-Prüfung im Fertigungstakt

Kundennutzen:

- Schnelle Inline-Prüfung von Abmaßen
- Einfache Bedienung



© Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Maschinelles Lernen für 3D-Objekterkennung

Aufgabenstellung:

- Erkennung von Alt-Katalysatoren
- Kalkulationsgrundlage für Recycling-Firmen

Lösung:

- (2D- und) 3D-Bildaufnahmen als Ausgangspunkt
- Berechnung verschiedener lageinvarianter Merkmale mit hoher Unterscheidungsgüte
- Zusätzlich Einpassung von Regelgeometrien
- Maschinelles Lernen für Katalysatorzuordnung

Kundennutzen:

- Handhabung der hohe Variantenvielfalt (>800)



© Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Klassifikation der Zebrafischeier

Aufgabenstellung:

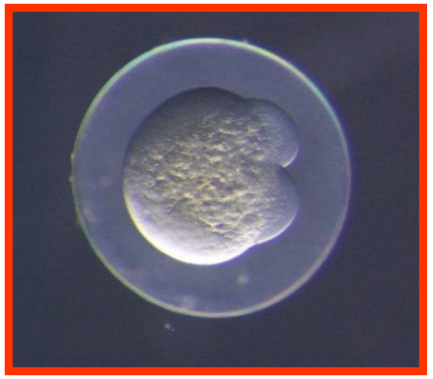
- Zebrafische sind einer der wichtigsten Modelorganismen für die Forschung
- Befruchtete oder unbefruchtete Fischeier maschinell Klassifizieren

Lösung:

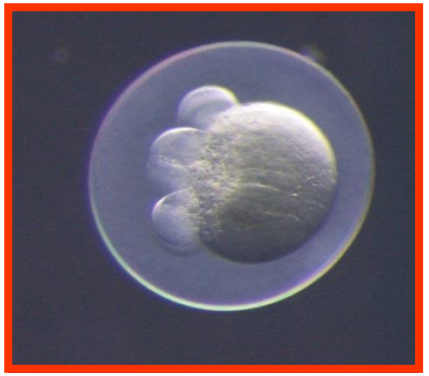
- Maschinelles Lernen
- Anzahl der Zellen werden automatisch erkannt

Kundennutzen:

- räumliches Trennen und Klassifizieren der Fischeier
- Effiziente und zuverlässige Klassifizierung



befruchtet
weniger als 4 Zellen



befruchtet
4 oder mehr Zellen

© Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Maschinelles Lernen in der Qualitätsüberwachung

Herausforderung:

- Direktes Messen im Fertigungstakt häufig nicht möglich

Gründe:

- Prüfung dauert zu lange
- Prüfung ist zerstörend

Lösungsansatz:

- Adaptive Qualitätskontrolle auf Basis Maschinellen Lernens



Mikrozahnräder



Zugversuche in der Werkstoffprüfung

© Fraunhofer IPA

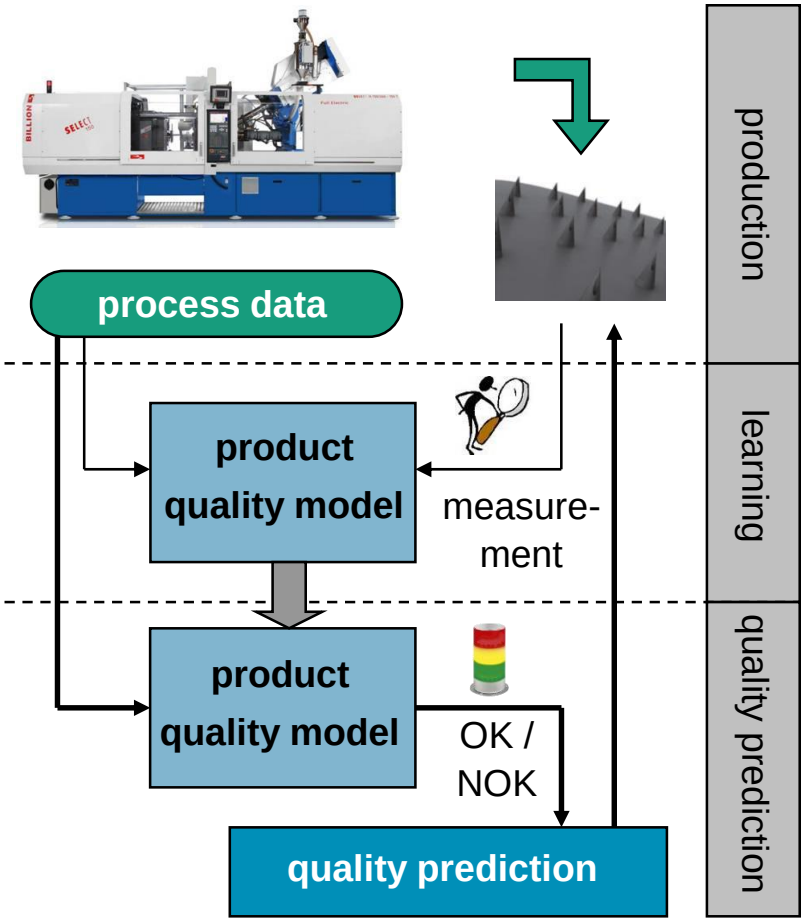
Anwendungsbeispielen
Maschinelles Lernen im Produktionsumfeld

Lösungsansatz:

- Anwendung von Verfahren des Maschinellen Lernens

Einzelkomponenten:

- Trainingsdaten per DoE
- Implizite Identifikation von Zusammenhängen zwischen Produktqualität und Maschinen- / Prozesskenngrößen
- Online-Qualitätsprognose basierend auf Methoden des Maschinelles Lernens (SVM, LVQ, etc.)
- Nachfolgende Prozesskontrolle



© Fraunhofer IPA
Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen

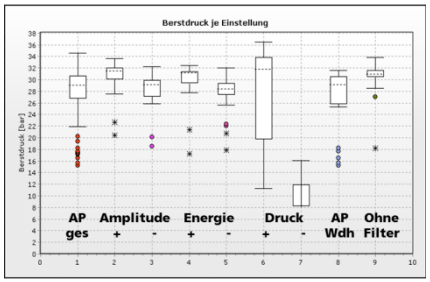
NEPRES: Qualitätsprognose (und -regelung) mit Neuronalen Netzen



Portables Mess- und Analysesystem

Beschreibung:

- Adaptives Framework zur Qualitätsprognose für zyklische Fertigungsprozesse



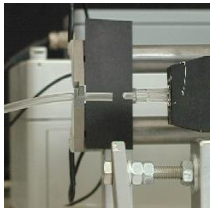
Prozessanalyse und -überwachung

Enthaltene Komponenten:

- Identifikation von Korrelationen in Messdaten
- Maschinelles Lernen (z. B. NN, SVM, LVQ)
- Visualisierung (z.B. Sammon Mapping)
- Kombination mit Analyse der Energieeffizienz



Spritzprägen von Nanostrukturen



Fügeprozess

Anwendungen:

- Einzelprozesse: Extrusion, Spritzguss, Tiefziehen, Taumelclinchen, Montageprozesse, etc.
- Erweiterte Anwendung auf verkettete Prozesse



Tiefziehprozess



US-Schweißen

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer IPA

Anwendungsbeispielen
Intelligentes Produktionsüberwachungssystem

Beschreibung:

- Video-basiertes Überwachungssystem
- Automatische Szenenanalyse, Objekterkennung, Nachverfolgung mit maschinellem Lernen
- Geringer Anschaffungspreis

Enthaltene Komponenten:

- Stand-alone Gerät oder mit Cloud-Anbindung

Anwendungen:

- Gesundheits- und Arbeitsschutz der Mitarbeiter, gefährliche Situationen für die Mitarbeiter minimieren, Produkte nachverfolgen um eine Visualisierung von Produktionsketten zu ermöglichen (Wertstromanalyse)

© Fraunhofer IPA

Verzeichnis

- [1] Bauernhansl, Thomas 2014: Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, in: Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, S. 5–35.
- [2] Brocade Communications GmbH, 2016: Industrie 4.0 Potenziale und Herausforderungen

© Fraunhofer IPA

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

© Fraunhofer IPA