

DeburringEXPO 2023

FACHFORUM

Einführung in die Qualitätssicherung beim Entgraten

C.KREBS

**UNSERE FORSCHUNG IST
RICHTUNGSWEISEND FÜR DIE
PRODUKTION VON MORGEN!**

**RESSOURCENEFFIZIENT
REAKTIONSFÄHIG
RESILIENT**



UNSERE HANDLUNGSFELDER:

DATENGETRIEBENE PRODUKTION

ZIELE



- **Begriff „Qualität“**
- **Was ist Qualitätssicherung?**
- **Übersicht über verschiedene Messprinzipien**
- **Organisatorische Maßnahmen**
- **Blick in die Zukunft**



WIE WÜRDEN SIE QUALITÄT BEIM ENTGRATEN DEFINIEREN?

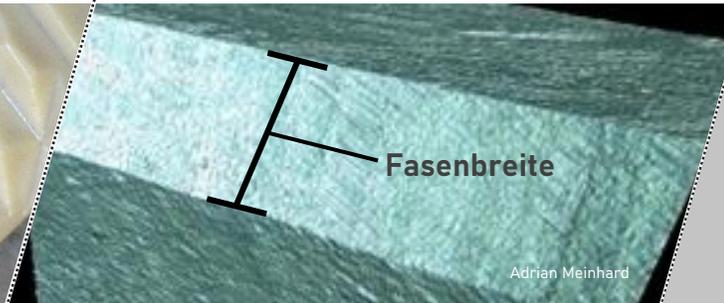
• **Keine Materialüberhänge**

• **Definierte Fasenbreite**

• **Rauheit**

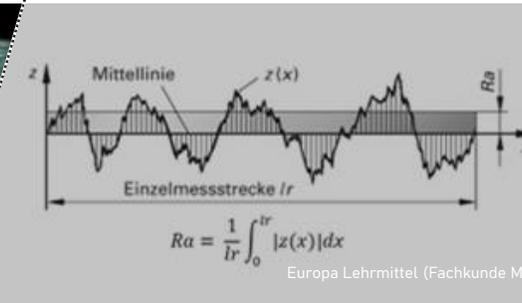


Cold Jet Deutschland GmbH



Fasensbreite

Adrian Meinhard



Europa Lehrmittel (Fachkunde Metal)



Der Begriff „Qualität beim Entgraten“ ist von vielen Faktoren abhängig und kann von verschiedenen Personen unterschiedlich interpretiert werden!

WIE WIRD QUALITÄT WISSENSCHAFTLICH BESCHRIEBEN?

DIN EN ISO 9000: QUALITÄT „GRAD, IN DEM EIN SATZ INHÄRENTER MERKMALE EINES OBJEKTS ANFORDERUNGEN ERFÜLLT“

DEFINITION **QUALITÄT** NACH [BRÜG20]: QUALITÄT BESCHREIBT DIE ÜBEREINSTIMMUNG (KONFORMITÄT) EINES PRODUKTES, EINES PROZESS ODER EINER TÄTIGKEIT MIT VORGEGEBENEN FORDERUNGEN.

„Qualität“ charakterisiert die Funktionsfähigkeit eines Bauteils durch Abweichung des Werkstücks von der vorgegebenen Idealform



MÖGLICHE QUALITÄTSKRITERIEN

- **Oberflächenbeschaffenheit**
„Glatte“ bzw. „rauscharme“ Oberfläche
- **Geometrische Genauigkeit**
Einhalten der Abmessungen und Toleranzen
- **Reinheit**
Von Fremdstoffen, Verunreinigungen und Rückständen befreit
- **Prozesssicherheit**
Materialüberhang muss zuverlässig entfernt werden
- **Nachhaltigkeit**
Ressourcenschonend und umweltfreundlich

Die verschiedenen Qualitätskriterien können je nach Anwendung und Branche variieren!

WAS SIND DIE THEMEN DER QUALITÄTSSICHERUNG?

Qualitätssicherung (QS) in DIN EN ISO 9000:

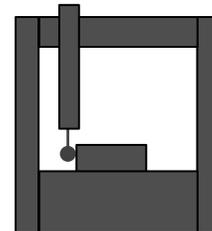
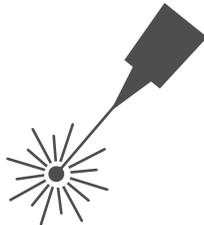
- Bestandteil des Qualitätsmanagements
- Umfasst **organisatorischen** und **technischen** Maßnahmen
- Dienen „der Schaffung und Erhaltung einer definierten Konzept- und Ausführungsqualität eines Produkts...“

Folgerungen für QS beim Entgraten:

- Wie können Fehler beim Entgraten von Bauteilen vermieden werden?
- Welche technischen Lösungen gibt beim Entgraten?
- Welche Möglichkeiten zur Qualitätskontrolle gibt es?

Überblick über verschiedene Prüfverfahren:

- manuell
- optisch
- optoelektronisch
- taktil
- radiologisch



Aufgrund von Kostendruck und schwankenden Prüfergebnisse werden immer mehr automatisierte Lösungen gesucht.

OPTISCHE MESSGERÄTE

- **Messprinzip**
Mit Hilfe von Licht entstehen hochauflösende Bilder oder 3D-Scans
- **Mögliche Messwerte**
geometrische Eigenschaften wie z.B. Abstände und Radien sowie Oberflächenparameter
- **Herausforderungen**
Erfordert optische Zugänglichkeit

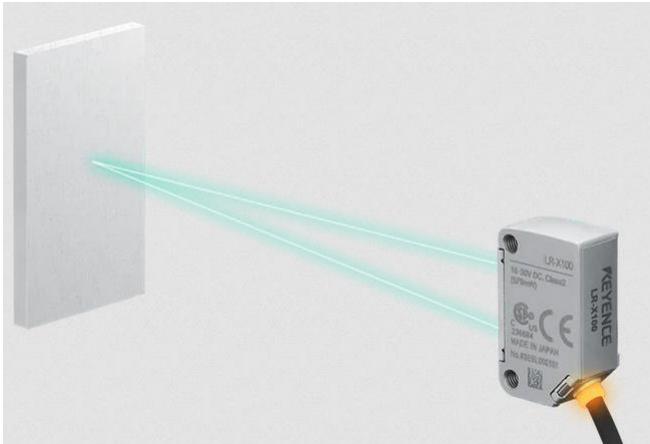


[Bildquelle] Alicona

Optische Messgeräte eignen sich aufgrund des berührungslosen Messverfahrens hervorragend für die Überprüfung empfindlichen oder elastischen Bauteilen.

OPTOELEKTRONISCHE MESSGERÄTE

- **Messprinzip**
Elektronisch erzeugte Daten und Energien werden in Lichtemissionen umgewandelt
- **Mögliche Messwerte**
hochpräzise Abstands- oder Konturmessung
- **Herausforderungen**
Erfordert optische Zugänglichkeit



[Bildquelle] Keyence

Optoelektronische Messgeräte eignen sich in der Regel für hochpräzise Messungen auf einem kleinen Messbereich

TAKTILE MESSGERÄTE

- **Messprinzip**
Oberflächenbeschaffenheit oder Geometrie wird durch Berührung bestimmt
- **Mögliche Messwerte**
Punkte auf Oberflächen sowie Rauheitskennwerte
- **Herausforderungen**
Durch den physikalischen Kontakt besteht die Gefahr der Beschädigung der Bauteiloberfläche



[Bildquelle] Mahr

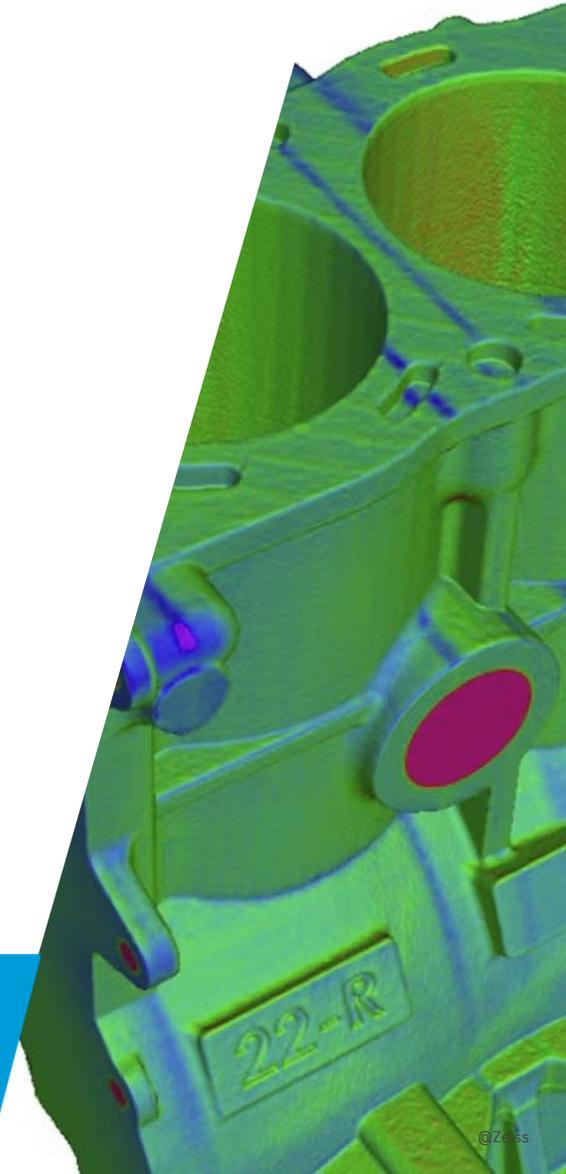
Taktilen Messgeräte können sehr präzise Messungen durchführen, die in vielen Anwendungen unerlässlich sind.

- **Messprinzip**
Computer erstellt mit Hilfe von Röntgenstrahlen einen 3D-Scan
- **Mögliche Messwerte**
Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Geometrie
- **Herausforderungen**
Computertomographiegeräte sind teuer und erfordern speziell geschultes Personal, um sie zu betreiben.



[Bildquelle] Bruker

Durch die industrielle Computertomographie ist es möglich, einen zerstörungsfreien Blick ins Bauteilinnere zu werfen und somit innenliegende Strukturen einfach zu analysieren.



EINE **EFFEKTIVE** UND **WIRTSCHAFTLICHE** QUALITÄTSSICHERUNG DER ENTGRATUNG BEGINNT NICHT ERST NACH DEM DURCHGEFÜHRTEN ENTGRATPROZESS SONDERN BEREITS BEI DER **ERSTEN IDEE** EINES NEUEN BAUTEILS.



EIN PROZESS, DER BEREITS IN DER PLANUNGSPHASE BEGINNT

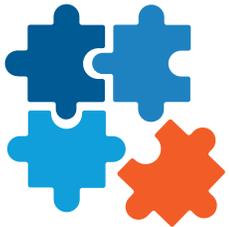
- **Bei der Konstruktion**
Einfach durchführbare Entgratung (z.B. geometrische Anpassungen)
- **Genauere Definition der Anforderungen**
Welche Kriterien müssen **wirklich** eingehalten werden?
- **Verwendung von gratminimalen Fertigungsverfahren**
Somit stehen mehr und einfachere Entgratverfahren zur Verfügung
- **Beim Entgratprozess**
Werden vorgelagerte Schritte benötigt?

Möglichst frühe Betrachtung späterer Entgratprozesse bei der Entwicklung von neuen Bauteilen erspart Aufwände und Kosten und führt zu einer besseren Qualität.

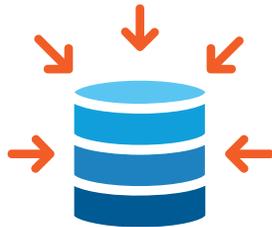


VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefintion



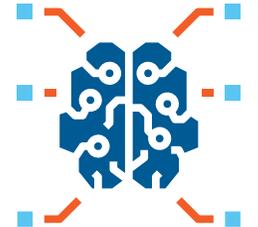
Datenerfassung



Datenanalyse



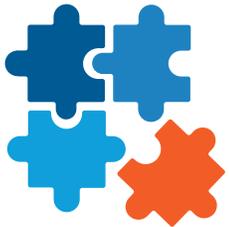
Datenvorbereitung



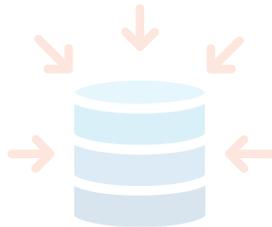
Modelle

VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefinition



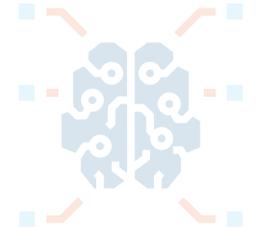
Datenerfassung



Datenanalyse



Datenvorbereitung



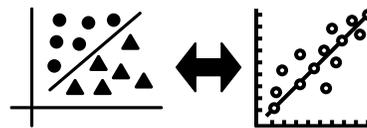
Modelle



Definition „Entgratqualität“



Prozessdefinition



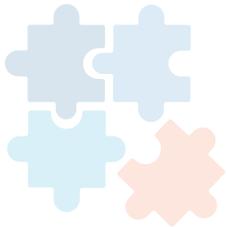
Klassifikation vs. Regression



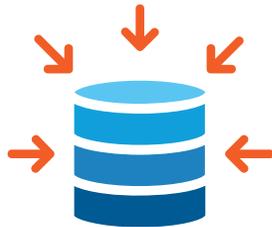
Zielgrößen

VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefintion



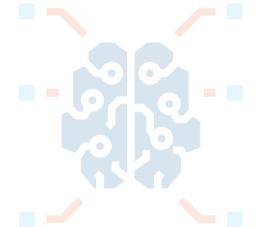
Datenerfassung



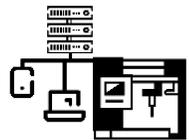
Datenanalyse



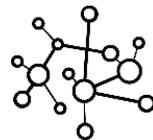
Datenvorbereitung



Modelle



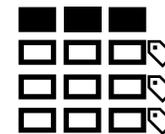
Edge-Computing



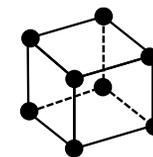
Maschinen-
vernetzung



Data Engineering



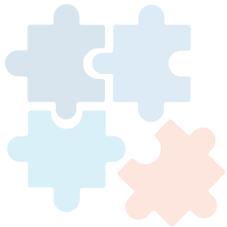
Hochqualitative
Datenbasis



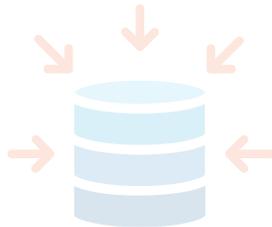
Versuchs-
planung

VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefintion



Datenerfassung



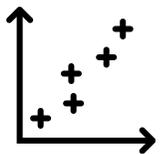
Datenanalyse



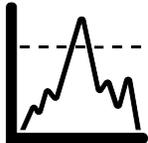
Datenvorbereitung



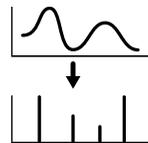
Modelle



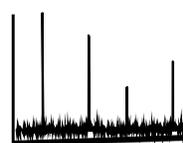
Korrelations-
analysen



Zeitreihen-
analysen



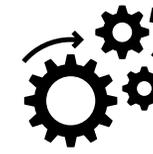
Frequenz-
analysen



Zeit-Frequenz-
analysen



Fehleranalyse



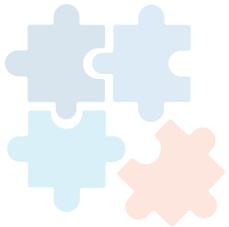
Feature
Engineering



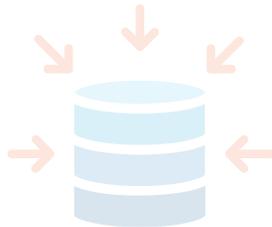
Explorative
Datenanalyse

VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefintion



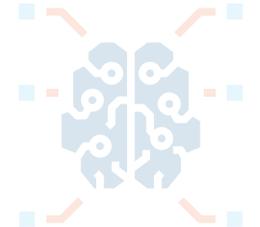
Datenerfassung



Datenanalyse



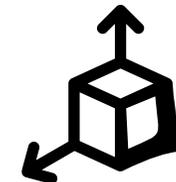
Datenvorbereitung



Modelle



Feature Selection



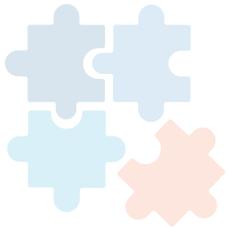
Dimensions-
reduktion



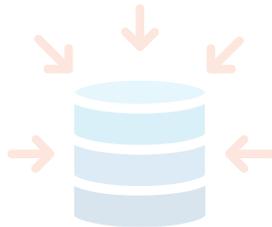
Skalierung und
Normalisierung

VISION QUALITÄTSSICHERUNG BEIM ENTGRATEN

ZUVERLÄSSIGE IN-PROZESS ÜBERWACHUNG, BEWERTUNG UND PRÜFUNG DER ENTGRATQUALITÄT BASIEREND AUF PROZESSPARALLEL AUFGEZEICHNETEN DATEN



Problemdefintion



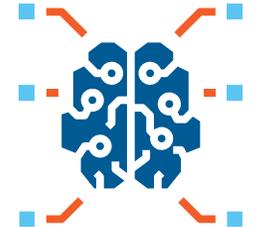
Datenerfassung



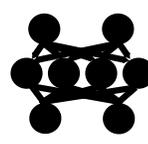
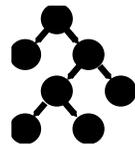
Datenanalyse



Datenvorbereitung



Modelle



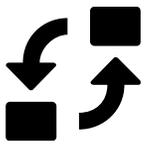
Modellauswahl



Machine Learning



Performanz-
analysen



Modelltransfer

WIR DANKEN FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Christopher Krebs, M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Tel.: 06515/8229-743

E-Mail: c.krebs@ptw.tu-darmstadt.de



PROF. DR.-ING. JOACHIM METTERNICH
PROF. DR.-ING. MATTHIAS WEIGOLD

INSTITUT FÜR PRODUKTIONSMANAGEMENT,
TECHNOLOGIE UND WERKZEUGMASCHINEN
TU DARMSTADT

OTTO-BERNDT-STRASSE 2
64287 DARMSTADT

TEL +49 6151 16-20102
FAX +49 6151 16-20087

INFO@PTW.TU-DARMSTADT.DE
WWW.PTW.TU-DARMSTADT.DE