

Konstruktion + Simulation

Cloud und 3-D-Simulation in der
Produktentwicklung Seite 30

Fertigung + Produktion

Machine Vision für die
Batterieproduktion 4.0 Seite 42

Schweißen + Schneiden

Effizienzsteigerung beim
Doppelplanschleifen Seite 46



Zerspanungstechnik
**Effiziente und sichere
Prozesse realisieren**

Erleben Sie Horn live:
EMO Hannover 18.–23.09.2023
Halle 5 / Stand A54

Produktionsdaten in der Zerspanung sicher austauschen

Die Verfügbarkeit von Produktionsdaten ist eine zentrale Herausforderung der zerspanenden Industrie. Herstellern von Maschinen, Maschinenbauteilen und Sensoren fehlt es an Informationen über das Verhalten ihrer Produkte im Einsatz, um Optimierungspotenziale zu erkennen. Im Fokus des Forschungsprojektes Dione-X stehen daher der sichere und souveräne Datenaustausch entlang der Wertschöpfungskette und die Entwicklung von datengetriebenen Geschäftsmodellen.

Große Teile der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung werden in Zukunft stärker auf digitalen Diensten und Plattformen basieren. Industrie 4.0 bietet die nötige Anpassungsfähigkeit, Flexibilität und Resilienz, um auf sich rasch wandelnde ökonomische und politische Rahmenbedingungen zu reagieren und Wertschöpfungspotenziale frühzeitig zu erkennen. Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, sind nicht nur qualitativ hochwertige Daten wichtig, sondern auch das dazugehörige Know-how und die passende Infrastruktur, um aussagekräftige Schlüsse aus den Daten zu ziehen und innovative Geschäftsmodelle zu erschließen. Eine besondere Problematik besteht hierbei in der unternehmensübergreifenden Infrastruktur. Datenaustausch wird behindert durch fehlendes Vertrauen in bestehende Datenaustausch-

plattformen und die Angst vor Abhängigkeiten oder Know-how-Abfluss. Die europäische Dateninfrastruktur Gaia-X soll Vertrauen und Anreize für produzierende Endanwender in Deutschland bieten, damit sie ihre Daten sicher und souverän im Wertschöpfungsnetz teilen können. Das digitale Datenökosystem, *Bild 1*, setzt auf dezentrale und transparente Datenspeicherung beim Datenbesitzer, sodass Lock-in-Effekte bei monopolartigen Plattformanbietern ausgeschlossen werden.

Datenökosystem der zerspanenden Industrie

Das Forschungsprojekt Dione-X [1] knüpft an das Leitprojekt EuProGigant für Gaia-X im Produktionsumfeld an. In diesem Vorreiterprojekt wird die smarte und souveräne

Nutzung von Daten für die Produktion erforscht; es wurden erste Gaia-X-konforme Services über den EuProGigant-Katalog veröffentlicht [2]. Hierauf aufbauend wird im Projekt Dione-X am Datenökosystem der zerspanenden Industrie geforscht – mit dem Ziel, zum Projektende die Ergebnisse mit Parallelprojekten wie Fed-X-Pro und Cosmic-X zusammenzuführen. Die entwickelte digitale Infrastruktur soll bei erfolgreichem Projektabschluss den Partnerunternehmen im Projekt ermöglichen, datengetriebene Geschäftsmodelle vertrauensbasiert und sicher umzusetzen. Die exemplarische Realisierung realitätsnaher Anwendungsfälle erfolgt in drei Arbeitsgruppen aus Maschinen- und Komponentenherstellern sowie produzierenden Endanwendern, unterstützt von Forschungseinrichtungen und den IT-Service-Anbietern Software AG und



Bild 1 > Im Projekt Dione-X sollen im Rahmen des europäischen Datenökosystems Gaia-X innovative unternehmensübergreifende und daten-gestützte Geschäftsmodelle entwickelt werden (© [1] | TU Darmstadt | PTW)

AI Digital im Bereich IoT-Plattform und Cloud-Infrastrukturen. Die im Fokus liegenden Anwendungsfälle „Kollaborative Zustandsüberwachung“ und „intelligente Serviceplanung“, „Individualisiertes KPI-Dashboard“ und „Optimierter Werkzeugeinsatz“ werden im Folgenden vorgestellt, *Bild 2*.

Anwendungsfall „Kollaborative Zustandsüberwachung“

Ungeplante Stillstandszeiten von Werkzeugmaschinen bergen das Risiko hoher Produktionsverluste und aufwendiger Zeitplanänderungen. Die Reduktion und Planbarkeit von Ausfällen der Maschinen ist daher von größtem Interesse für produzierende Endanwender. Ein Grund für den sofortigen Maschinenstillstand ist der Defekt einer Komponente. Häufig geht dem endgültigen Versagen eines Maschinenbauteils jedoch zunehmender Verschleiß voran, sodass ein Ausfall durch Überwachung des Bauteils vermeidbar gewesen wäre. Exemplarisch wird dieses Szenario im ersten Anwendungsfall betrachtet. Repräsentanten von Maschinen- und Komponentenherstellern sowie produzierenden Endanwendern erarbeiten kollaborativ ein Komponentenzustandsüberwachungssystem. Gegenstand der Betrachtung ist eine beim Endanwender verbaute zentrale Komponente einer zerspanenden Werkzeugmaschine, ein sogenannter Kugelgewindtrieb (KGT). Die Abschätzbarkeit der Lebensdauer eines KGTs ist aufgrund einer Vielzahl dynamisch veränderlicher Einflussfaktoren nur schwer möglich. Die Sammlung und Nutzung von freigegebenen KGT-Sensordaten – idealerweise über viele Endanwender hinweg – verbessert jedoch die Modellierung und die Vorhersage der zu erwartenden Lebenszeit der

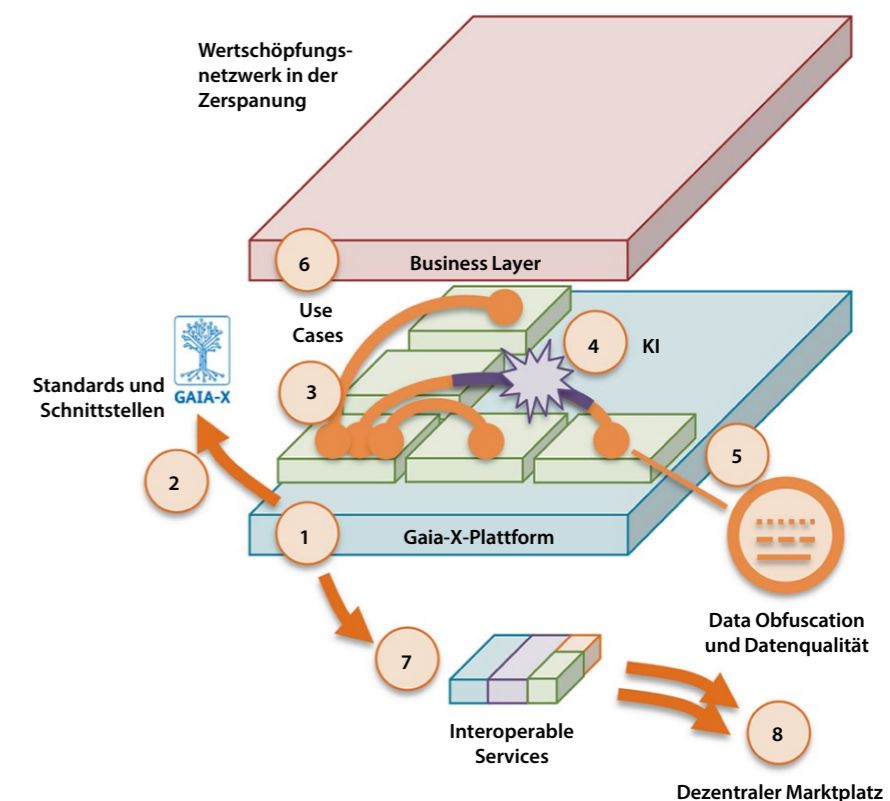


Bild 2 > Konzeptionelle Übersicht über das Projekt Dione-X (© Hochschule Kempten | IDF)

Komponenten deutlich. Um diese Daten mit den Herstellern teilen zu können, ist die Gewährleistung der Datensicherheit von größter Wichtigkeit. Sensible Informationen (etwa Konstruktionsdaten) dürfen die Produktion nicht verlassen und an Dritte gelangen. Mithilfe Gaia-X-konformer Schnittstellen soll dies sichergestellt werden. Die Schnittstellen werden den Use-Case-Teilnehmern von Partnern aus dem IoT-Bereich zur Verfügung gestellt. Diese Schnittstellen basieren auf den Gaia-X-Föderationsdiensten (GXFS), der technischen

Grundlage der Gaia-X-konformen Implementierung [3]. Auf Basis des nun freigegebenen Komponentenzustands können Serviceeinsätze für Wartung oder Austausch des Maschinenbauteils seitens der Hersteller frühzeitig geplant werden, sodass lange Wartezeiten auf Servicetechniker verkürzt werden können. Der erste Anwendungsfall wird vom Werkzeugmaschinenhersteller DMG Mori, vom Komponentenhersteller A. Berger und vom Maschinenbauer Munsch Chemiepumpen GmbH verantwortet, *Bild 3*.

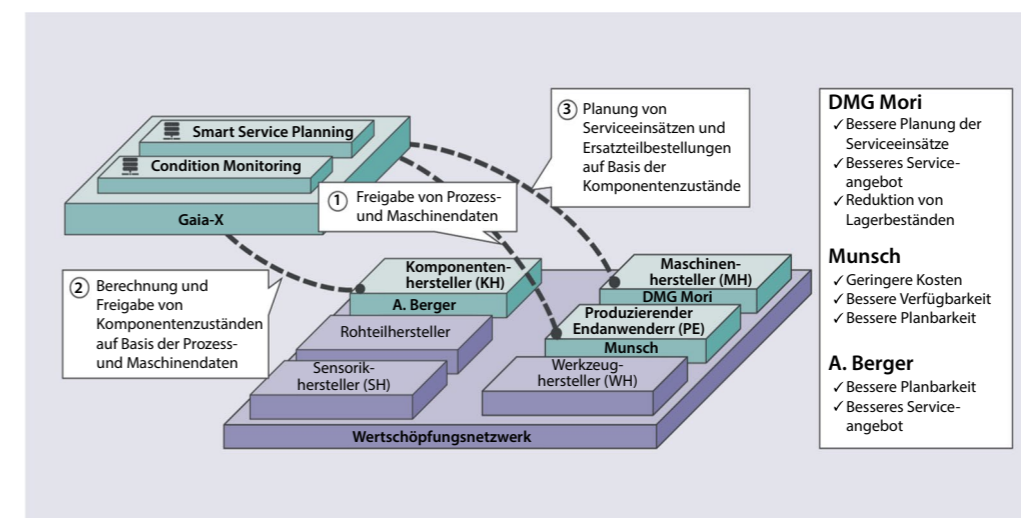


Bild 3 > Im Anwendungsfall „Kollaborative Zustandsüberwachung“ soll eine Komponente der Werkzeugmaschine im Einsatz überwacht werden. Durch den unternehmensübergreifenden Austausch dieser Daten sollen die Serviceangebote der Hersteller verbessert werden (© [1] | TU Darmstadt | PTW)

Anwendungsfall „Individualisiertes KPI-Dashboard“

Die Bewertung eines Zerspanprozesses bezüglich Prozesszuverlässigkeit und der damit einhergehenden Werkstückqualität ist von zentraler Bedeutung für das Vorbeugen von Produktionsmängeln. Die Prozessüberwachung erfolgt hierbei durch den Maschinenbediener basierend auf dessen langjährigen Erfahrungswerten, um die gegenüber dem Endkunden garantierten Qualitätskriterien einzuhalten. Steigende Anforderungen bezüglich Qualität, Lieferzeit und Individualisierung der Werkstücke erschweren die Qualitätssicherung über klassische Messverfahren. Ergänzend sollen daher prozessspezifische KPIs eingesetzt werden, um mithilfe einer KI-gestützten Auswertung prozessbegleitender Sensordaten den Maschinenbediener in der Prozessüberwachung zu unterstützen. Dieses Vorgehen wird im zweiten Anwendungsfall von den beteiligten Repräsentanten von Sensorikherstellern und produzierenden Anwendern näher erforscht. Ein sensorischer Werkzeughalter liefert die Datengrundlage beim produzierenden Endanwender. Die Verknüpfung der Sensordaten mit Prozess- und Maschinendaten (beispielsweise Werkstoff, Schnittparameter) ermöglicht es dem Sensorikhersteller, prozessspezifische Bewertungen zu liefern. Im notwendigen Datenaustausch zwischen Endanwender und Sensorikhersteller ist es erneut von höchster Bedeutung, dass sensible Informationen über das produzierte Bauteil nicht offengelegt werden. Mittels einer stufenlos regulierbaren Unkenntlichmachung sensibler Information (sogenannte Data Obfuscation) und der Gaia-X-Konformität des Datenaustausches soll produzierenden Endanwendern die Teilhabe an innovativen Geschäftsmodel-

len unter Einhaltung geltender Non-Disclosure Agreements (NDAs) ermöglicht werden. Der zweite Anwendungsfall wird vom Sensorikhersteller Pro-Micron und vom Fertigungsunternehmen KWS Kölle verantwortet, Bild 4.

Anwendungsfall „Optimierter Werkzeugeinsatz“

Die Auswahl guter Werkzeug- und Schnittparameter für Zerspanungsprozesse beruht auf Erfahrungswerten. Der Austausch von Know-how zwischen Werkzeughersteller und dem produzierenden Endanwender ist jedoch aufgrund der kompetitiven Marktsituation stark eingeschränkt. Auf Wunsch des Endanwenders sind zeitaufwendige Serviceeinsätze des Werkzeugherstellers vor Ort zur Optimierung der Schnittparameter möglich; die hohen Zugriffshürden auf das Expertenwissen sorgen aber dafür, dass Optimierungspotenziale wie längere Werkzeuglebensdauer oder bessere Bauteilqualität in der Regel unerkannt bleiben. Die Erkenntnis, dass Kundeninformationen zur Nutzung der Werkzeuge entscheidend sind für die Optimierung des Werkzeugeinsatzes und des Serviceangebots, ist daher der Ausgangspunkt des dritten Anwendungsfalles. Ziel ist es, Vor-Ort-Einsätze durch ein digitales KI-gestütztes und Gaia-X-konformes Empfehlungssystem zu ersetzen und somit eine Beschleunigung und Verbesserung der Planungs- und Produktionsprozesse beim produzierenden Endanwender zu erzielen. Indem er die Einsatzdaten seines Werkzeugs – unter Berücksichtigung der Wahrung von Geschäftsgeheimnissen – teilt, erhält der produzierende Endanwender für das jeweilige Einsatzszenario optimierte Parametereinstellungen vom Werkzeughersteller. Zusätzlich

profitiert der Werkzeughersteller von dem Aufbau einer Wissensdatenbank, so dass perspektivisch ein kontinuierlich selbstlernendes KI-System entsteht, dessen Empfehlungen sich fortlaufend verbessern. Der dritte Anwendungsfall wird vom Werkzeughersteller Gühring und von Schubert Fertigungstechnik verantwortet, Bild 5.

Data Obfuscation als Forschungsschwerpunkt

Der unternehmensübergreifende Datenaustausch stellt vor allem kleine und mittelständische Unternehmen vor große Herausforderungen, eine sichere und interoperable Infrastruktur bereitzustellen. Im Projekt Dione-X liegt daher der Forschungsschwerpunkt des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt auf den Gaia-X-konformen Schnittstellen zum Datenaustausch gemäß europäischen Richtlinien und der Sicherstellung einer für die Geschäftsmodelle ausreichend hohen Datenqualität. Speziell in der zerspanenden Fertigung hat die Nachweisbarkeit, dass Konstruktionsdetails von Kunden geschützt bleiben und Prozessdetails nicht an Konkurrenten gelangen, bei Auftragsfertigern höchste Priorität. Der Forschungsschwerpunkt des Instituts für Datenoptimierte Fertigung (IDF) der Hochschule Kempten liegt daher auf der Wahrung von Geschäftsgeheimnissen mittels Data Obfuscation. Hier werden aus der Domäne personenbezogener Daten bekannte Konzepte der Datenanonymisierung (Löschung, Verschleierung oder Aggregation vertraulicher Informationen) auf die Domäne von Fertigungsdaten übertragen. Zum Schutz der sensiblen Informationen zum produzierten Bauteil (beispielsweise Bauteilgeometrie, Material) und

zum Fertigungsprozess (beispielsweise Prozessparameter, Werkzeug) wird eine stufenlos regulierbare Verschleierung der im Prozess anfallenden Daten entwickelt. Durch Einbeziehung von domänenspezifischem Wissen in der Zerspanung kann die Semantik der Daten bestmöglich ausgenutzt werden. Diese Verschleierungsalgorithmen sollen standardisiert und nahe an der Datenquelle in den unternehmensübergreifenden Datenstrom integriert werden, um auch in zukünftigen neuartigen Geschäftsmodellen ohne Zusatzaufwand einen angemessenen Kompromiss zwischen Datenschutz und Datenteilung zu ermöglichen.

Obfuscation-Szenario „Clustering von Sensordaten“

Die NC-Steuerungsdaten werden von der Werkzeugmaschine in Arbeits- und Bewegungsabläufe umgesetzt und liefern zu jedem Zeitpunkt die Werkzeugkoordinaten des Prozesses. Indem Vorkenntnisse zum unbearbeiteten Bauteil mit einer Abtragssimulation, die hierfür entwickelt wird, kombiniert werden, sollen die Eingriffsbedingungen des Werkzeugs im Material zu jedem Zeitpunkt ermittelt werden. Mit Methoden des Unsupervised Learnings werden Eingriffsbedingungen geclustert und somit die NC-Steuerungsdaten in verschiedene Gruppen unterteilt. Ziel ist es, identische oder – bei Erhöhung des Vergrößerungsgrads – ähnliche Teilprozesse zu identifizieren, anhand derer prozessbegleitend erhobene Sensordaten in homogene Cluster gruppiert werden können. Dem

Datenaustauschpartner werden dann nur noch die über die jeweiligen Cluster aggregierten Daten zur Verfügung gestellt; somit sind keine detaillierten Rückschlüsse auf den ursprünglichen Prozessablauf und die Bauteilgeometrie mehr möglich. Die Daten werden durch diese adaptive Clusterbildung stufenlos regulierbar strukturiert und verschleiert. Besonders hervor-

zuheben ist hier die selbstlernende Methodik, die im Gegensatz zur bereits praktizierten Kennzeichnung von Teilprozessen durch spezielle Steuerungsbefehle ohne die aufwendige Nachbearbeitung des Steuerungs-codes durch menschliche Experten auskommt. Ziel des Projekts ist es, den entwickelten Proof of Concept nicht nur auf einfache, sondern auf zunehmend auf-

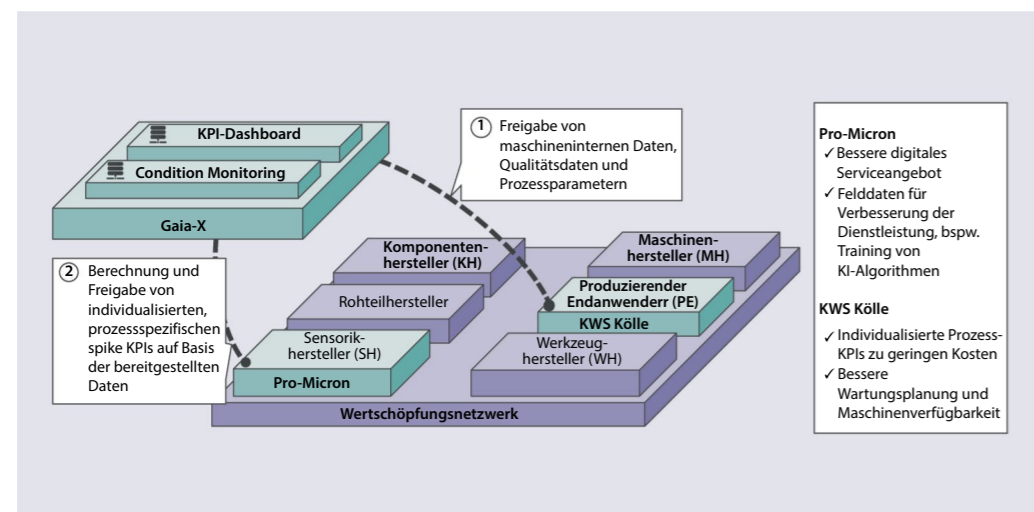
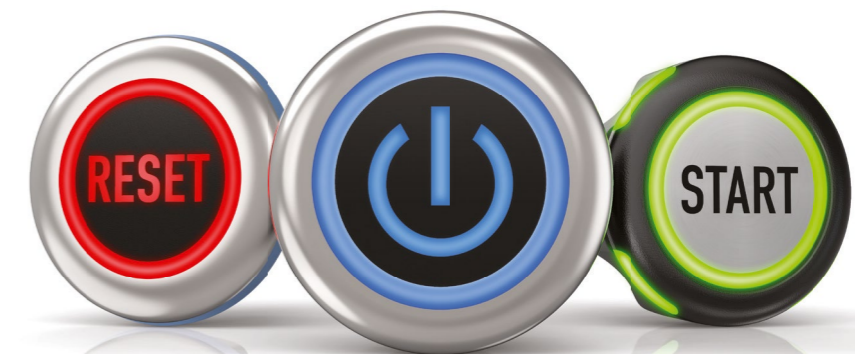


Bild 4 > Im Anwendungsfall „Individualisiertes KPI-Dashboard“ entwickelt ein Sensorikhersteller an den jeweiligen Fertigungsprozess angepasste KPIs, um dem Maschinenbediener Prozessverbesserungen zu ermöglichen (© [1] | TU Darmstadt | PTW)

ANZEIGE



Auf dem Weg zur Industrie 4.0
Baureihe 84 IO-Link Touch

Konfigurierbar, leuchtstark und kapazitiv – Prädestiniert für moderne Anwendungen in der Maschinenbauindustrie und weit darüber hinaus.

- Frei konfigurierbare HMIs mit IO-Link Schnittstelle
- Ausleuchtbare Standard- oder kundenspezifische Symbole
- Umgebungsadaptive RGB LED Ausleuchtung in 16 Mio. Farben
- Kapazitive Betätigung
- Unterschiedlichen Betätigungssensitivitäten
- EAO Value Added Services und weltweite Verfügbarkeit



www.eao.com/84-IO-link



Your Expert Partner for Human Machine Interfaces

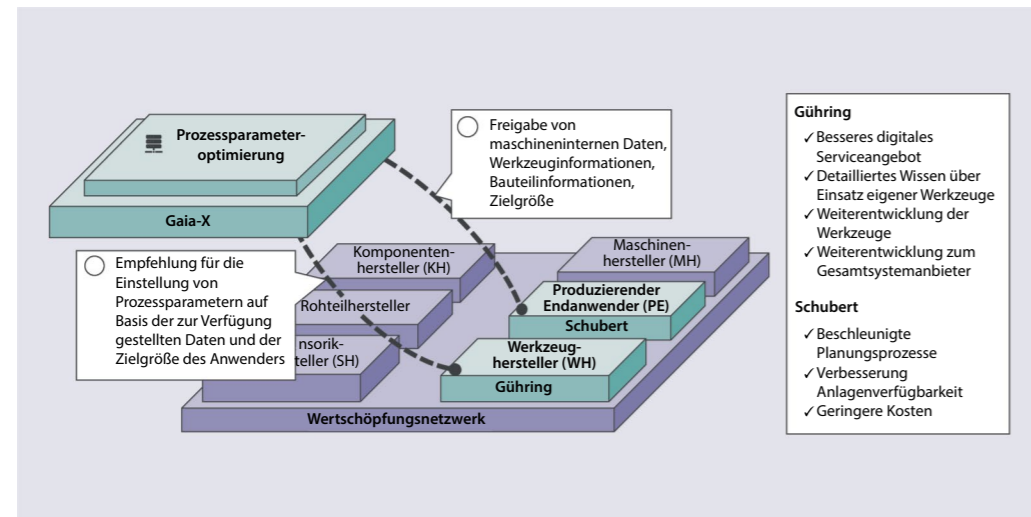


Bild 5 > Um die Werkzeug- und Schnittparameterauswahl zu optimieren, soll im Anwendungsfall „Optimierter Werkzeugeinsatz“ der bisher weitgehend auf Einzelfallbasis gehandhabte Informationsaustausch zwischen Fertigungsunternehmen und Werkzeughersteller automatisiert werden (© [1] | TU Darmstadt | PTW)

wendigere Bauteilgeometrien anwendbar zu machen, Bild 6.

Obfuscation-Szenario „Clustering von Werkstoffen“

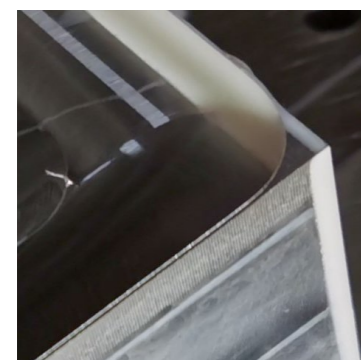
Sensible Informationen sind nicht nur in den Sensor- oder Maschinendaten der Zerspanungsprozesse enthalten; schon der genutzte Werkstoff kann der Geheimhaltung unterliegen. Produzierende Endanwender sehen sich so nicht in der Lage, den zu bearbeitenden Werkstoff mit Werkzeugherstellern oder anderen Unternehmen der Wertschöpfungskette zu teilen. Besonders Werkstoffe mit speziellen Werkstoffeigenschaften sind hier betroffen. Unpassende Bearbeitungsstrategien erhöhen das Risiko für Qualitätsmangel am Bauteil

oder erhöhten Verschleiß am Werkzeug oder der Werkzeugmaschine. Durch den Einsatz von maschinellem Lernen und hierarchischem Clustering werden im Forschungsprojekt Dione-X Werkstoffe voll automatisiert in Gruppen unterteilt, die je nach eingestelltem Vergrößerungsgrad größer oder kleiner ausfallen. Ziel ist es, die Geheimhaltung der eingesetzten Materialien zu gewährleisten, ohne die Nachteile falscher Bearbeitungsparameter zu riskieren. Hierbei wird auf Grundlage der Datenblätter der Werkstoffe die durch die VDI 3323 vorgegebene grobe Unterteilung der Werkstoffe in Zerspanungsgruppen weiterentwickelt und stufenlos verfeinert. Zukünftige denkbare Weiterentwicklungen könnten sein, die Materialdatenbank auf eine breitere Grundlage zu

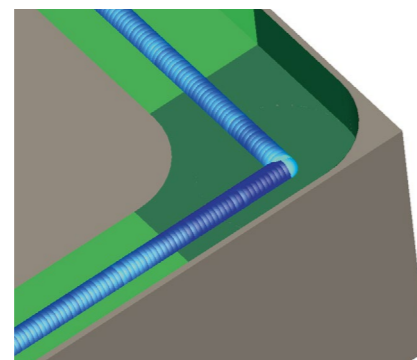
stellen, mit besonderem Fokus darauf, die Zerspanungseigenschaften besser vorherzusagen, Bild 7.

Fazit

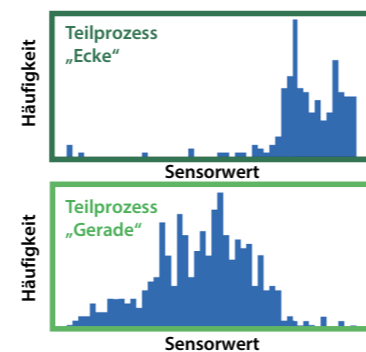
Der internationale Wettbewerb forciert eine stärkere Verzahnung der europäischen Fertigungsindustrie, um durch die Entwicklung innovativer datengestützter Geschäftsmodelle Optimierungspotenziale zu identifizieren und zu heben. Die notwendigen Standards und Richtlinien werden im Rahmen verschiedener Initiativen wie Gaia-X oder Manufacturing-X erarbeitet und müssen – neben der Schaffung geeigneter dezentraler Infrastrukturen und Schnittstellen – auch den Vertrauensaspekt berücksichtigen, wie hier geschildert



a) Ein gefrästes Bauteil.



b) Abtragsimulation (grau) des Bauteils. Unterschiedliche Teilprozesse sind farblich markiert (hellgrün: geradliniger Fräsprozess; dunkelgrün: Ecke). Prozessbegleitend werden Sensordaten, etwa auf das Werkzeug wirkende Kräfte, erfasst (blau, dunklere Blautöne entsprechen höheren Kräften).



c) Zusammenfassung der Sensordaten je nach Teilprozess in einem Histogramm. In der Ecke ist das Werkzeug höheren Kräften ausgesetzt (oben). Anhand der Histogramme könnte ein Werkzeughersteller den optimalen Zeitpunkt zum Werkzeugtausch empfehlen, ohne genauere Kenntnisse zum Bauteil zu erlangen.

Bild 6 > Data Obfuscation für Sensordaten (© Hochschule Kempten | IDF)

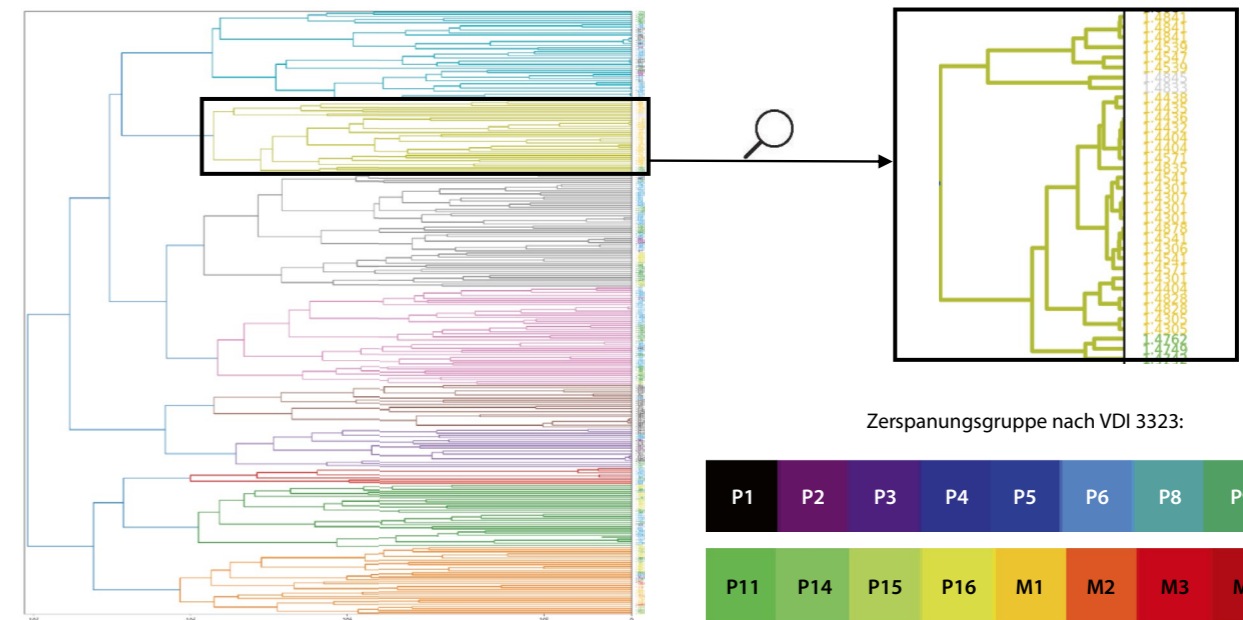


Bild 7 > Data Obfuscation für Werkstoffdaten. Die Werkstoffe werden in einer Baumstruktur geordnet. Die unverschleierte Werkstoffe sind als Blätter rechts im Baum aufzufinden. Ähnliche Werkstoffe können zu einer Werkstoffgruppe zusammengefasst werden, indem der Verzweigungs-zustand im Baum weiter links abgelesen wird. Diese Werkstoffgruppe kann als vergrößerte Information im Wertschöpfungsnetzwerk geteilt werden. Ziel ist eine Verfeinerung der Werkstoffgruppen nach VDI 3323 (© Hochschule Kempten | IDF)

durch den algorithmisch garantierten Schutz von Geschäftsgeheimnissen. Die große Herausforderung in der großflächigen industrieweiten Umsetzung wird darin bestehen, aus den verschiedenen Lösungsansätzen eine integrierte Gesamtlösung zu schaffen. //

Literaturhinweise

- [1] DIONE-X: Sichere und leistungsfähige Datenräume für das zerspanende Wertschöpfungsnetzwerk. Online: <https://dione-x.de/>, aufgerufen am 11.07.2023
- [2] EuProGigant: Das Leitprojekt für GAIA-X im Produktionsumfeld. Online: <https://eupro-gigant.com/>, aufgerufen am 11.07.2023
- [3] Strategien zum Aufbau von Gaia-X Ökosystemen mithilfe der Gaia-X Föderationsdienste. Online: <https://www.gxfs.eu/de/studie-gxfs/>, aufgerufen am 11.07.2023

Förderhinweis

Das Projekt Dione-X läuft noch bis September 2024 und wird im Rahmen der Förderrichtlinie „Industrie 4.0 – GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken (InGAIA-X)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Autoren | Kontakt

Anja Limmer, B. Sc., wissenschaftliche Mitarbeiterin, IDF – Institut für Datenoptimierte Fertigung, Hochschule Kempten, anja.limmer@hs-kempten.de

Manuel Götz, M. Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter, IDF – Institut für Datenoptimierte Fertigung, Hochschule Kempten, manuel.goetz@hs-kempten.de

Prof. Dr. Frank Schirmeier, Leitung des IDF – Instituts für Datenoptimierte Fertigung, Hochschule Kempten, frank.schirmeier@hs-kempten.de

Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten
Bahnhofstraße 61
87435 Kempten
www.hs-kempten.de



Datenaustausch

Andreas Faath: Digitale Transformation dank harmonisiertem Datenaustausch. www.springerprofessional.de/link/25213888

Besuchen Sie uns auf der Messe in Dornbirn/AT· Halle 11, Stand 39