

Abschlussbericht I4KMU-Projekt

Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für KMU-
geprägte Branchen (I4KMU)



Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für KMU-geprägte Branchen

Förderhinweis

Abschlussbericht des Verbund-Forschungsvorhabens »Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für Industrie 4.0 in KMU-geprägten Branchen (I4KMU)«, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm »Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit« und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut, Laufzeit 2018-2022, Förderkennzeichen 02P17D100-107. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.



Ansprechpartner

Dr. Christoph Birenbaum
Gruppenleiter Fertigungssysteme
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA

Telefon +49 711 970-1536
christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de

Herausgegeben von

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27c'
80686 München

Beteiligte Fraunhofer-Forschungseinrichtung

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA

DOI [10.24406/publica-879](https://doi.org/10.24406/publica-879)

Förderkennzeichen

02P17D100 bis 02P17D107

Ausschreibung: »Innovationen für die Produktion, Dienstleistungen und Arbeit von morgen« - Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen für »Industrie 4.0 - Kollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken (InKoWe)

Projekttitle: Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für KMU-geprägte Branchen (I4KMU)

Am 10. Mai 2017 wurde im Bundesanzeiger (BAnz AT 10.05.2017 B3) im Rahmen des Forschungsprogramms »Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen« die Bekanntmachung vom 21. April 2017 zu Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen für »Industrie 4.0 - Kollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken (InKoWe)« veröffentlicht.



Inhalt

Das I4KMU-Projekt	4
Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen	4
Schrittmacher-Projekt für Industrie 4.0 in KMU-geprägten Branchen – »I4KMU«	4
Vorstellung Projekt I4KMU & simple Ansätze zur Digitalisierung von Maschinen und Werkzeugen am Beispiel von Sägeapplikationen (Fraunhofer IPA)	6
Anbindung von Produktionsmaschinen durch einfache Konfiguration mittels low-cost Hard- und Softwarebaukasten (IMACS GmbH)	25
Digitalisierung des Lebenszyklus von Sägewerkzeugen zur Prozess- und Kostenoptimierung (dübro Werkzeug GmbH & KOHNLE GmbH Hartmetall-Werkzeug-Fabrik)	34
Intelligente Middleware-Lösungen zur Vernetzung von Maschinen (PROWAY GmbH)	44
Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels (KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG)	54
Optimierte Anarbeitung im Stahl- und Metallhandel durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen – Chancen & Herausforderungen (EAH Jena - Ernst-Abbe-Hochschule & HEINE + BEISSWENGER Stiftung + Co. KG)	66
Digitale KMU-gerechte Geschäftsmodelle für Stahlhandelsunternehmen (Fraunhofer IPA)	86
Datenanalyse, -aufbereitung und -darstellung von Sägeprozessen als Basis für optimierte Trennprozesse (Lucon GmbH)	94
Projekt- & Ansprechpartner	102
Impressum & Bildrechte	105

Das I4KMU-Projekt



Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen

Deutschland hat sich durch innovative Lösungen weltweit eine führende Position im Maschinen- und Anlagenbau erarbeitet. Einer der wesentlichen Innovatoren sind dabei kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), zu denen ein Großteil der deutschen Unternehmen gehören, darunter viele „Hidden Champions“, in der Öffentlichkeit oft wenig bekannte Weltmarktführer. Getrieben von der Industrie 4.0, der intelligenten Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien, entwickeln die traditionell im Maschinen- und Anlagenbau starken Unternehmen zunehmend auch Cyber-Physische Produktionssysteme und bieten digitale Services auf Basis der mit ihren Kernprodukten „Maschine“ und „Anlage“ generierten Daten an. Derartige „softwareisierte“ Maschinenkonzepte und datengetriebene digitale Geschäftsmodelle werden zukünftig vermehrt Einzug in die Portfolios der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer erhalten. Dies wird helfen, die internationale Spitzenposition Deutschlands in der produzierenden Industrie zu halten und weiter auszubauen.

Die exzellenten Wertschöpfungsnetzwerke zwischen KMU sind ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor der deutschen Industrie. Im Bereich der datengetriebenen und digitalen Kollaborationen bedürfen KMU jedoch häufig Unterstützung, da teilweise Know-How zur Implementierung, z.B. im Bereich der Informationssoftwaretechnik, Netzwerktechnik oder der Geschäftsmodellentwicklung für digitale Services fehlt.

Schrittmacher-Projekt für Industrie 4.0 in KMU-geprägten Branchen – »I4KMU«

Ziel des Projektes war die Entwicklung innovativer Industrie 4.0-Lösungen zur Stärkung der Zusammenarbeit von Unternehmen mit deren Kunden und Lieferanten. Es sollten unternehmensinterne und -übergreifende Prozesse entwickelt werden, um eine neue Stufe der Flexibilisierung der Produktion im Verbund zu erreichen. Strukturelle Zielstellung des Projektes mit insgesamt 12 aktiven und assoziierten Partnern war die Erarbeitung einer Referenz Kollaborationsplattform

für eine KMU geprägte Branche, welche bisher noch keine Digitalisierungslösungen im großen Stil einsetzt. Das erarbeitete Plattform-Konzept und die notwendigen Technologien zur Vernetzung und Datenerfassung sollen anderen ähnlich strukturierten Branchen als Schrittmacher und Blaupause für eigene, branchenspezifische Digitalisierungsaktivitäten dienen. Als Referenzbranche diente die Metallhandelsbranche. Für alle an dieser Wertschöpfungskette beteiligten Produktionsaspekte (Maschinen, Werkzeuge, Lager, Mitarbeitende, Technologie-lieferanten) sollte der Informations- und Datenaustausch digitalisiert werden. Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten lag auf der Erarbeitung einfacher, KMU gerechter Industrie 4.0-Lösungen für Bestandsmaschinen, um diese schnell und intuitiv nachzurüsten oder zu integrieren. Im Rahmen des Projektes entstanden so mehrere neue smarte Produkte für Maschinen, Werkzeuge und Werker aus der Metallhandelsbranche. So wurden für den automatisierten Datenaustausch im Unternehmen zwischen Anlagen und Werkern kostengünstige Hard- und Softwarelösungen zur Maschinenanbindung entwickelt, die auch von unbedarften Nutzern einfachst in Betrieb zu nehmen sind und schnell Daten generieren. Zur Anbindung von Bestandsmaschinen wurden Technologien und Architekturen entwickelt, die eine schnelle Datenerfassung und Vernetzung ohne aufwändige Eingriffe in vorhandene IT-Infrastrukturen bedürfen. Für die in der Branche häufig an- und ungelernen Mitarbeitenden wurde ein Werker-Assistenzsystem erarbeitet, welches intuitiv und nutzersensitiv wesentliche Informationen bedarfsgerecht bereitstellt und aufbereitet. Zur Darstellung der Mehrwerte einer konsequenten Datenerfassung wurden Konzepte für eine Werkzeug- und Prozesszustandsdiagnose entwickelt und diese strukturell und monetär bewertet.

Die in „I4KMU“ generierten Ergebnisse aber auch die aufgetretenen Herausforderungen lieferten wertvolle Impulse zur Steigerung des Informations- und Wissensaustauschs und der Effizienz der Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette. Letztlich ergeben sich durch die konkret umgesetzten Industrie 4.0-Lösungen mehr Transparenz und datenbasierte Optimierungsmöglichkeiten für Werkzeuge, Prozesse und Produktion. Die Mitarbeitenden erfahren durch die digitale Assistenz sichtbare Erleichterungen bei Auftrags-, Logistik- und Produktionsaufgaben.



Vorstellung Projekt I4KMU & simple Ansätze zur Digitalisierung von Maschinen und Werkzeugen am Beispiel von Sägeapplikationen

Dr. Christoph Birenbaum, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Agenda

Was erwartet Sie in den nächsten etwa 25 Minuten?

- **Vorstellung des Projektes**
- **Was wurde erreicht? Welche Ergebnisse wurden erzielt?**
 - Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen
 - Low-level-Maschinenanbindung über die Maschinen-Versorgungsleitung
 - Impuls – CO2/cut-Betrachtungen in Echtzeit auf Basis eines minimalsensorischen Ansatzes
 - Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)
- **Persönliches Resümee, Zusammenfassung und Ausblick**

Seite 3

19.12.2022

© Fraunhofer IPA



Stuttgarter Sägtagung, 06. Dezember 2022, Dr. Christoph Birenbaum

Vorstellung Projekt I4KMU & simple Ansätze zur Digitalisierung von Maschinen und Werkzeugen am Beispiel von Sägeapplikationen

Fraunhofer IPA
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Um was geht es in I4KMU?
Was waren die Ziele?
Wer waren die Partner?

Projekthalte und -ziele: Digitalisierung im Stahl-/Metallhandel

Randbedingungen der Branche ist Startpunkt / Idee für „I4KMU“

Steckbrief „Metallhandelsbranche“

- KMU-geprägt, sehr traditionell
- Niedriger Digitalisierungsgrad („Zettelwirtschaft“)
- Wenig Digitalisierungskompetenz
- Fertigungstechnologie, -mittel und Prozesse mit „Schmuddelimage“
- Zunehmender Druck bezüglich Technologie (Anarbeitung) und Struktur (Personal, Organisation,...)
- Hohes Digitalisierungspotenzial

Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für Industrie 4.0 in KMU-geprägten Branchen

Vollumfängliche, Industrie 4.0-fähige Kollaborationsplattform für alle an der Wertschöpfungskette des Metallhandels beteiligten „Produktionsfaktoren“ (Lieferant, Kunde, Maschinen, Werkzeuge, Lager, Werker)

Bedarf nach digitalen Lösungen und Investitionsbereitschaft ist vorhanden

Seite 5 06.12.2022 © Fraunhofer IPA

Projekthalte und -ziele: Digitalisierung im Stahl-/Metallhandel

I4KMU-Projektkonsortium

	Metallhändler 	Sägetechnik-Hersteller Maschinen Werkzeuge 	
Prozess			
Befähiger	Modulare Interface-Boxen zur Sensor/Aktor/Maschinen und Web-/Cloud-Kopplung	Visualisierungskomponenten & Plattform	Middleware Abstraktion und intelligentes Datenmodell

Assoziierter Partner

Begleitforschung

Werkerassistenz

Sägetechnik und -prozess

Seite 7 06.12.2022 © Fraunhofer IPA

Projekthalte und -ziele: Digitalisierung im Stahl-/Metallhandel

Ziele des Verbundprojekts

Ziele

- Steigerung des Informations- und Wissensaustauschs für alle an der Wertschöpfungskette des Stahl- und Metallhandels beteiligten Produktionsaspekte (Kunde, Maschinen, Werkzeuge, Lager, Werker) **durch den Aufbau einer Kollaborationsplattform**
- Optimierung des Auftrags(daten)managements und der **Maschinenauslastung** der S+M-Händler durch Nutzung digitaler Möglichkeiten
- Schaffung von **Transparenz und Optimierungsmöglichkeiten** für Sägeprozesse (Maschine, Werkzeug) mittels Industrie 4.0-Anwendungen und -Services im Prozess
- Unterstützung der Werker bei **Logistik- und Prozessaufgaben** durch **assistierende Systeme**
- Steigerung der Wahrnehmung und Akzeptanz von digitalen Lösungen innerhalb der Branche (**Schrittmacherprojekt**)
- Neue **Geschäfts- und Betriebsmodelle**

Entwicklungsmodule

Hardware	Identifikation	Geschäftsmodelle
Kommunikation	Signale und Erfassung	Datenanalyse

Seite 6 06.12.2022 © Fraunhofer IPA

Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Fraunhofer
IPA

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

In Kürze...

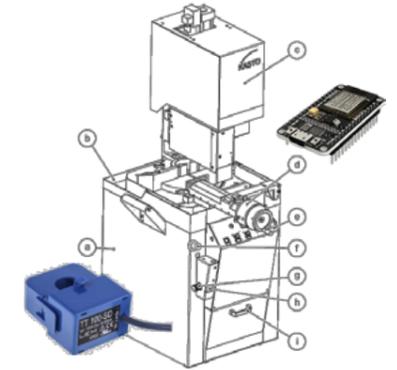
- Bewertung der Leistungsfähigkeit von low-cost-Sensorik zur Detektion des Werkzeugverschleißes (Wechselstromwandler, einphasig)
- Ansatz zur Datenerfassung über low-cost-Mikrocontroller-„Ökosystem“ und Einbindung in low-cost-IoT-Umgebung
- Konzeption: Maschinenunabhängig, evtl. als Nachrüstlösung, einfache Inbetriebnahme
- Bewertung der Aussagefähigkeit der eingesetzten Komponenten anhand präparierter Werkzeuge und realer Trennprozesse im Zeit- und Frequenzbereich



Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Versuchsbedingungen

- Abschätzung der Leistungsfähigkeit von Messtechnik und Software
- Versuchsmaschine Kasto Radial-Kreissäge U10
- Schnittgeschwindigkeit: $v_c = 38$ m/min
- Variable Vorschubgeschwindigkeiten: 3 Stufen langsam / mittel / schnell
- Material / Werkstück: Voll- und Rohrprofile aus 42CrMo4 – Nr. 1.7225
- Sensorik: Low-cost **Wechselstrommesswandler** (einphasig)
- Signalver- und -aufbereitung: **ESP8266-Mikrocontroller**

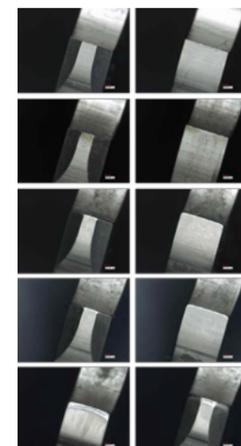


Querschnitt	Rohr	Voll
Rechteck	50 mm x 50 mm x 5 mm 50 mm x 100 mm x 6 mm	50 mm x 50 mm
Rund	-	Ø 50 mm

Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Evaluationsmethodik: Präparation der Werkzeuge mittels „Bürstprüfstand“

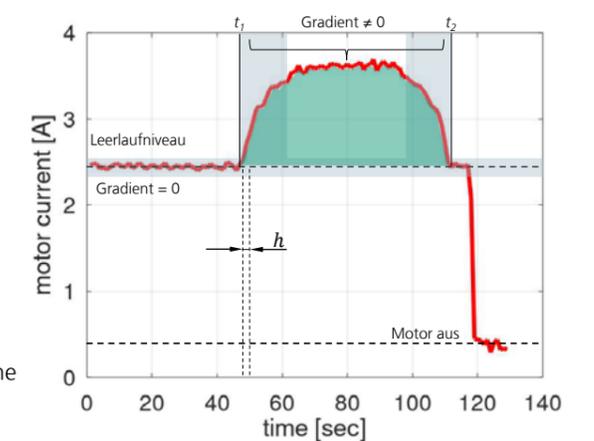
	Zustand	Beschreibung
 Voll-Hartmetall-Kreissägeblatt Ott+Heugel HSS-Sportive 350 x 2,5 x 32 mm, Z110	„fabrikneu“	Keine Präparation
	„scharf“	10 Schnitte
	Eingelaufen	20 Min. / 30 Min.
	Standzeitende	45 Minuten

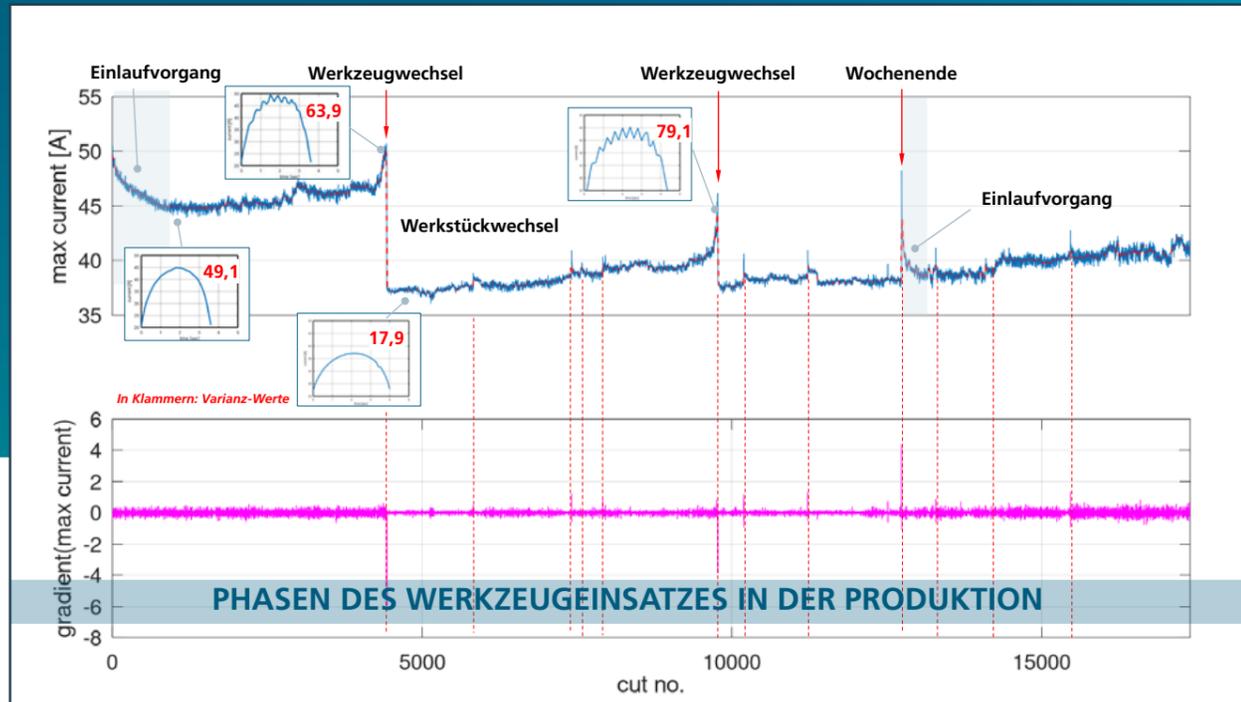


Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Extraktion des Trenneignisses als Basis für Ein-Schnitt-Betrachtungen

- Wesentlicher Schritt zur Bewertung der Stromsignale mittels externer Sensorik ist die Extraktion des Trennschnitt-Ereignisses aus dem Zeitsignal
- Herausforderung ist die Extrahierung des Anstiegs (Bereich mit Gradient $\neq 0$) aus dem verrauschten Zeitsignal
- Die Ermittlung des Leerlaufniveaus ist notwendig zur Definition von Grenzwerten zur Einstellung der Empfindlichkeit der Gradientenermittlung
- Kenntnis von Trennschnitt-Start- und -Stopp erlaubt eine Zuordnung der Kennwerte (Max, Mittelwert, Integral,...) zum Trenneignis





Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Zusammenfassung & Fazit zur Strommessung bei Kreissägemaschinen gültig für Rund-Vollmaterial

- Signifikante Prozess- und Werkzeuganalysen durch einfachste Messtechniken, extern adaptierbar
- Linearer Wirkstrom-Verlauf bis unmittelbar vor Standzeitende
- Lokale und globale Gradienten Indizien für beginnenden (progressiven) Verschleiß
- Profunde Anzeige des Werkzeugverschleißes aus der I-Kenngröße „Varianz“
- Detektion globaler Prozessänderungen durch Ableitung des Maximalstromes: „Gradient“

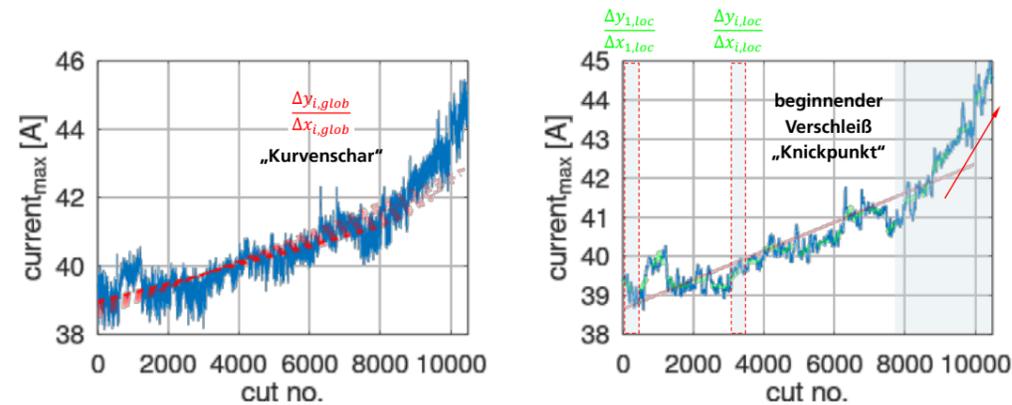


➔ Digitalisierung muss nicht kompliziert sein !



Low-cost-Ansatz zur Werkzeug- und Prozessüberwachung beim Kreissägen

Analyse der globalen Gradienten



- Der Verlauf des Werkzeugverschleißes ist bis zu einem „Knickpunkt“ linear
- Ab hier ergibt sich ein Bereich mit progressivem Verhalten → Ausnutzung für Abschätzung der Standzeit



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Ergebnisse

Low-level-Maschinenanbindung über die Maschinen-Versorgungsleitung

Low-level-Maschinenanbindung über die Maschinen-Versorgungsleitung in Kürze

- Digitalisierung über Zwischenadapter in der Maschinen-Versorgungsleitung: „einstecken“, „verbinden“ und fertig
- Nutzung der Stromaufnahme des Antriebs zur „sensorlosen“ Überwachung
- Kommunikation via MQTT
- Rudimentärer „Schnitzzähler“ zur Zuordnung zu einzelnen Schnittereignissen
- Smartphone-Applikation mit Basis-Funktionen
- Low-cost-Ansatz

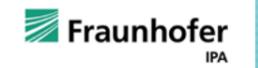


Seite 17 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



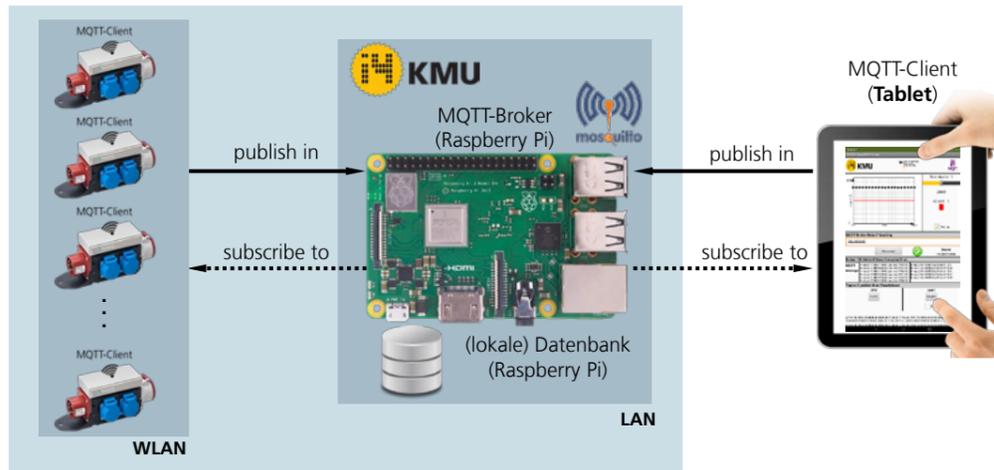
Ergebnisse

Impuls - Einfache Befähigung von KMU zur schnittspezifischen CO₂-Erfassung durch minimalsensorischen Ansatz



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Low-level-Maschinenanbindung über die Maschinen-Versorgungsleitung Vision & Ausbaustufe



Seite



CO₂-Reduktion in der öffentlichen Wahrnehmung – auch für KMU relevant?

https://www.ey.com/de_de/decarbonization/welchen-beitrag-der-maschinenbau-zur-dekarbonisierung-leisten-kann

Einfache Befähigung von KMU zur CO2/Schnitt-Erfassung

Rahmenbedingungen und Vorbemerkungen



Ressourcen- und Energieeffizienz

Das Thema hat deutschland- und weltweit jüngst signifikant an Bedeutung gewonnen



Energieversorgung und Energiekrise

Energiekrise beflügelt die politische und gesellschaftliche Diskussion



Nachhaltige Energiequellen

Die Nutzung nachhaltiger Energiequellen und die Senkung der Treibhausgase hat hohe Priorität, auch im industriellen Umfeld



Umweltfreundliche Produktion

Starke Bestrebungen „grün“ zu produzieren, oder Nachweise darüber zu erbringen (OEM, Tier 1)



CO2-Bepreisung

Sukzessive zu einer Erhöhung des CO2-Preises pro Tonne:

- 2021: 25 €
- 2025: 55 €
- ab 2026: ~ 65 €
- Forderungen bis 130 €!

https://de.statista.com/infografik/19462/co2-bepreisung-in-deutschland/

Einfache Befähigung von KMU zur CO2/Schnitt-Erfassung

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein? Welche Herausforderungen gibt es?

1 Erfassung aktueller Energieverbräuche



Herausforderung

Zuordnung der Energieverbräuche zu „Ereignissen“, d.h. Trennschnitten, mess- und softwaretechnisch einfach abbildbar

2 Kenntnis des aktuellen Strommix



Herausforderung

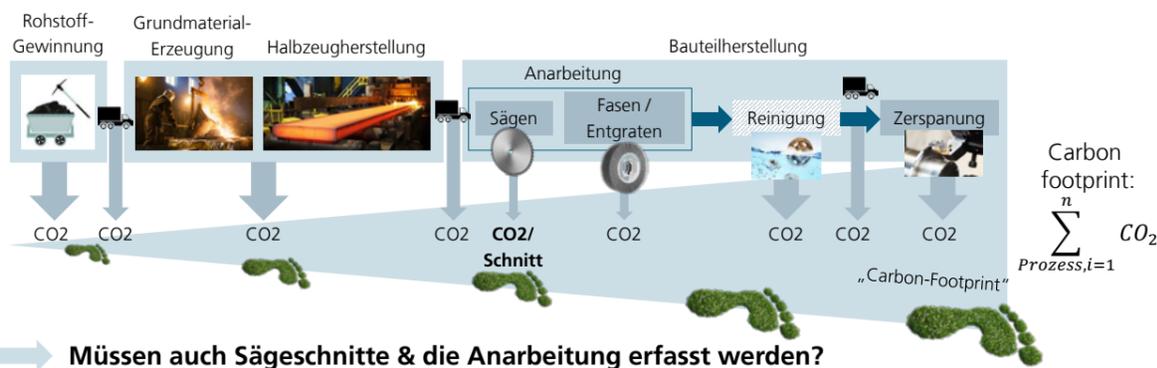
Die Extrahierung des aktuellen Strommix aus der Netzversorgung ist physikalisch nicht möglich

Ausnahme: Stromversorger oder bei autarker Energieversorgung

Einfache Befähigung von KMU zur CO2/Schnitt-Erfassung

Rahmenbedingungen und Vorbemerkungen

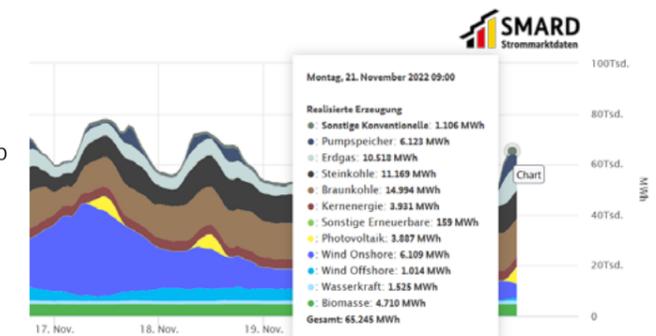
Zur Ermittlung des „carbon footprints“ eines Bauteils müssen alle zur Herstellung maßgeblichen Wertschöpfungsschritte sowie Transporte berücksichtigt werden, schematisch darstellbar z.B.:



2 Kenntnis des aktuellen Strommix

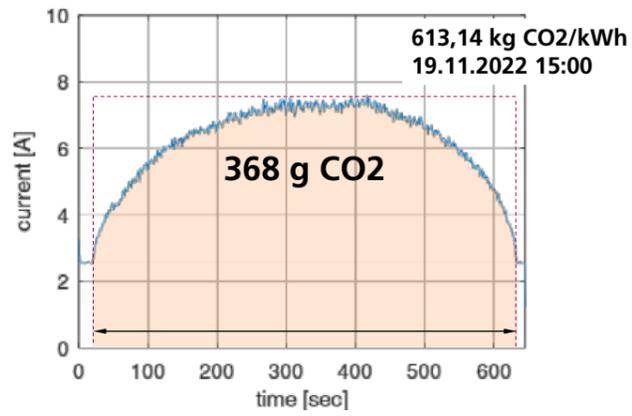
Wie wird der aktuelle Strommix als 1. Voraussetzung der CO2/Schnitt-Erfassung ermittelt?

- Elektrischer Strom wird über ein Netz transportiert, an das alle Erzeugungsanlagen und -verbraucher angeschlossen sind
- Strommix stammt immer aus fossilen und regenerativen Energiequellen - unabhängig ob Ökostromkunde oder konventioneller Tarif
- „Ökostrom“ und Strom aus fossilen Energieträgern sind physikalisch nicht zu unterscheiden
- Die Bundesnetzagentur publiziert die „aktuelle“ Zusammensetzung des deutschen Strommix



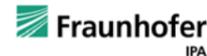
3 Digitale Verknüpfung der Energieverbräuche mit dem Strommix

Praxisbeispiel 1 - Ergebnis



Maschine	Meba MEBAeco 335, Nennleistung 3 kW, 12 A
Sägemotor	400V, 10 A, 4,2 kW, 1.445 1/min, cos φ = 0,80
Trenngut	Stahl-Rundmaterial, voll Ø 200 mm, Gut-Stück-Länge: 50 mm
Werkzeug	4400 x 34 x 1,1 mm, ZpZ 2/3 Bimetall, Meba HZ
Sägezeit	~600 Sekunden

Seite 25 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



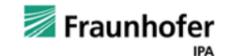
Befähigung von KMU zur CO2/Schnitt-Erfassung

Was bringt das Ganze? Fazit und Ausblick

-  **Reglementierungen** bezüglich CO2-Emission **werden zunehmen**, Energiepreiskrise ist ein emotionales Thema
-  **KMU** haben oft **keine Möglichkeiten zur Erfassung des CO2-Verbrauchs** und bedürfen einfacher Lösungen
-  Eine **niederschwellige und kostengünstige Lösung** zur Erfassung zum CO2-Monitoring wurde entwickelt
-  Abhängig vom Werkstück und Maschinenspektrum sind auch **Sägeschnitte relevant für CO2-Bilanzierungen**
-  **Kenntnis der Energieverbräuche erlaubt Optimierungen** (Schätzungen: bis zu 30 % bei Datentransparenz) und CO2-minimierte Sägeschnitte, z.B. durch zukünftige KI-gestützte Trendanalysen
-  Zukünftige **Wettbewerbsvorteile** durch das Angebot eines CO2-Labels und Zuordnung zum Bauteil ?

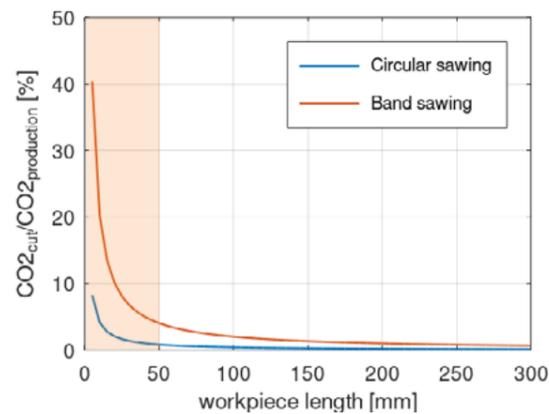
➔ **Digitalisierung geht auch einfach !**

Seite 27 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



3 Verknüpfung der Energieverbräuche mit dem Strommix

Erste Erkenntnisse bezüglich des Carbon Footprints von Sägeteilen für die betrachteten Trennschnitte

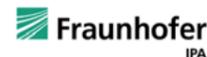


- Für die vor- und nachgelagerten Wertschöpfungs- und Logistikschritte (Rohstahlherstellung, Transport und Veredelung) zur Herstellung der gezeigten Bauteile werden in Summe **760 kg CO2 / to.1** angenommen
- Die An- und Abschnitte sowie der Verschnitt (durch den Sägeschnitt selbst) werden bisher nicht berücksichtigt
- Insbesondere bei kurzen Abschnitten und im untersuchten „mittleren“ Durchmesserbereich ergeben sich **signifikante Anteile der Sägeschnitte zur Gesamt-CO2-Emission**

➔ **Trennschnitte sind bei der CO2-Bilanzierung zu berücksichtigen !**

1 Elektro Stahl, inklusive Transport und Entzunderung

Seite 26 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

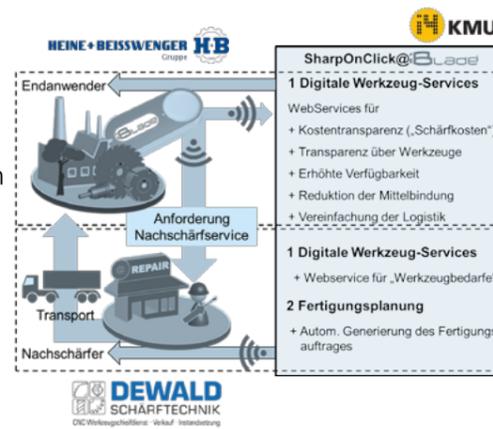
Ergebnisse

Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)

Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)

in Kürze

- Anbindung KMU-geprägter Nachschärfunternehmen an I4KMU
- Einbindung des Workflows des Wertschöpfungsschrittes „Werkzeugaufbereitung“ in die I4KMU-Plattform
- Umsetzung eines Dashbuttons für Nachschärfdienstleistungen für (Kosten-)Transparenz und Vermeidung von Ressourcenverschwendung
- Extrem niedrige Eintrittshürde



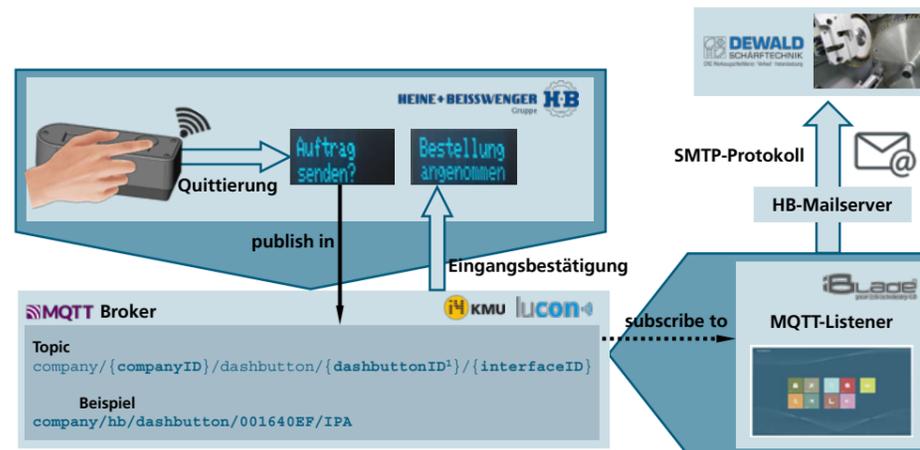
Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)

Finales Design



Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)

Wie funktioniert das Ganze?



¹Als „uniqueID“ wird die eindeutige ID des eingesetzten Chips des Dashbuttons (32-bit integer) genutzt

Werkzeugaufbereitung auf Knopfdruck („SharpOnClick“)

Zusammenfassung & Ausblick

- Umsetzung einer extrem einfachen Lösung zur Digitalisierung von Wertschöpfungsschritten aus dem Produktionsumfeld
- Sehr niedrige (monetäre und strukturelle) Einstiegshürde
- Integration des Wertschöpfungsschrittes der „Werkzeugaufbereitung“ in die I4KMU-Plattform
- Nutzung für andere Produkte und Verbrauchsartikel, z.B. Vorrichtungsteile, Spannmittel denkbar

➔ Digitalisierung geht auch auf „Knopfdruck“ !



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Persönliches Resümee, Zusammenfassung und Ausblick

Persönliches Resümee

Zusammenfassung & Ausblick

Prozess

Metallhändler (H+B) → Maschinen (KASTO) → Werkzeuge (dübro, KOHNLE)

Sägetechnik-Hersteller

Assoziierter Partner

BDS

Begleitforschung

Ernst-Abbe-Hochschule Jena
University of Applied Sciences

Werkerassistenz

Fraunhofer IPA

Sägetechnik &-prozess

KMU

Befähiger

IMACS
embedded solutions

Modulare Interface-Boxen zur Sensor/Aktor/Maschinen und Web-/Cloud-Kopplung

lucon

Visualisierungskomponenten & Plattform

PROWAY

Middleware Abstraktion und intelligentes Datenmodell

Seite 35 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



Persönliches Resümee

Zusammenfassung & Ausblick

- Digitalisierung kann einfach sein!
- War das Gesamtprojekt denn ein Erfolg?

Ja,
aber...

Seite 34 06.12.2022 © Fraunhofer IPA



Persönliches Resümee

Zusammenfassung & Ausblick

Unterschätzt! Organisation & Struktur

- Unterschätzte Aufwände für Klärung der Frage: „Wer möchte was?“
- Hohe vertikale und horizontale Kommunikationsaufwände

↓

- Sauberste Vorbereitung
- Definition von Projektteams

zu kompliziert! Technologie

- Inbetriebnahme vor Ort, Netzwerkanbindung (zu) aufwändig
- (zu) viele Schnittstellen (Netzwerk, Maschine, Sensorik,...)

↓

- Einfachste Lösungen zur Maschinenanbindung, Datenerfassung und -aufbereitung

- Vollumfängliche Vernetzung über Kollaborationsplattform nicht umgesetzt
- Trotzdem hat I4KMU „Schrittmacher“-Charakter, da erfolgreich „Inseln“ umgesetzt wurden

Seite 36 19.12.2022 © Fraunhofer IPA





Anbindung von Produktionsmaschinen durch einfache Konfiguration mittels low-cost Hard- und Softwarebaukasten

Andreas Foltinek, IMACS GmbH

GEFÖRDERT VOM

BETREUT VOM

Anbindung von Produktionsmaschinen an I4.0 durch einfache Konfiguration mittels low-cost Hard- und Softwarebaukasten

Abschlussveranstaltung Kollaborationsplattform - Stuttgarter Sägetagung, 06.12.2022
Andreas Foltinek, IMACS GmbH, Bingen am Rhein andreas.foltinek@imacs-gmbh.de

www.imacs-gmbh.de

member of *Embedded 4 You*

1

über IMACS

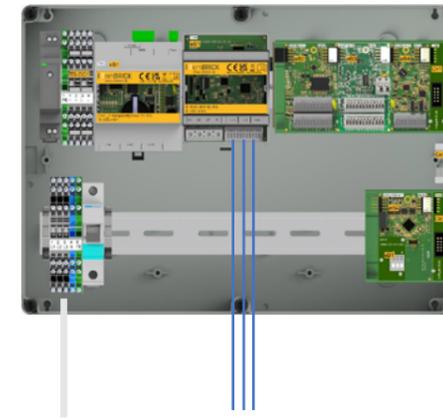
- seit 1994, Standorte: Bingen am Rhein, Kornwestheim
- 50 Mitarbeiter, 1/3 in F&E

ecoSOLUT® kundenspezifische Embedded Systeme
Mess- und Steuerungstechnik, Automatisierung, (I)IoT
Hard-/Software-Entwicklung, Konzeption ... Serienproduktion von > 50T Einheiten / a

emBRICK® modulares Embedded System
Embedded Bausteine ... die über einen Bus ... zu Gesamtsystem zusammengesteckt
→ schnelle Realisierung von Mess- und Automatisierungs-Systemen

radCASE® Werkzeuge zur modellbasierten System-Entwicklung
Modellierung von Systemen im ganzheitlichen Sinn ...
und Generierung von Serien-Code, Addon-PC-Tools und Dokumentationen
→ schnelle Realisierung von Embedded Software und Dokumentation

Lösungsansatz



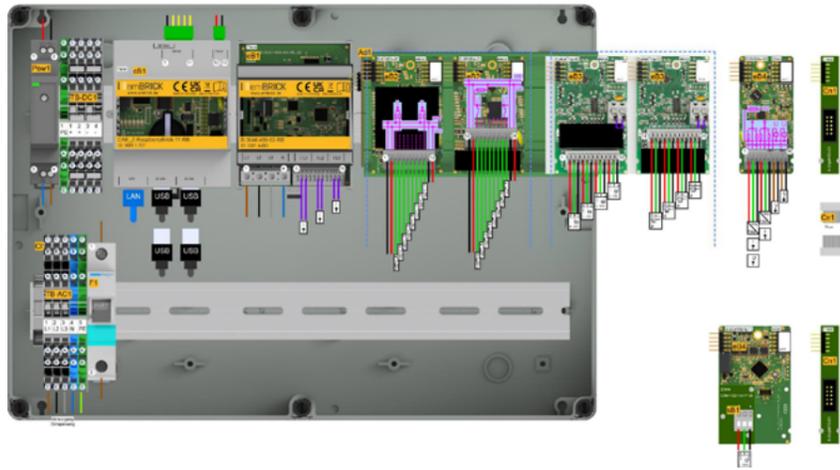
Herausforderungen

- Betriebs-/Zustandserfassung /-auswertung von Produktionsmaschine
- bekannte Messlösungen sind aufwändig in Beschaffung/Handling
 - Hohe Kosten für handelsübliche Mess-Hardware: > 2.000 €
 - Kosten für Einrichtung: > 1 Personenwoche / Anlage (Ingenieur-Level)
 - Kosten für Ankopplung: > 1 Personenwoche / Anlage (Ingenieur-Level)
- Systeme oft proprietär: Abhängigkeit, kein wirklicher Wettbewerb
- Keine (einfache) Datenvorauswertung ... Unmengen von unnötigen Daten
- Datenablage: Wem gehören die Daten ... und wo liegen diese
- aktuelle Aspekte: Energieeffizienz von Maschinen, Fachkräftemangel

Zielsetzung für System und Hardware

- System auf Basis eines Hardware- und Software-Baukastens
- ... der anwenderneutral permanent erweitert wird
- Hardware nicht proprietär - idealerweise Open-Source
- Anwenderkonfigurierbar durch Stecken von E/A-Modulen
... und Einsatz handelsüblicher Sensoren/Aktoren
- Hochwertige und performante Messungen
- Integrierter WLAN-AP zur Bedienung/Einrichtung per Handy und Browser
- Leistungsmerkmale ausreichend für 80% der Industrie-Applikationen
- Systemkosten: Box und Sensoren ca. 500 ... 2.000 €

IoT-Box, Detail mit Sensoradaption



Zielsetzung für Kommunikation und Datenablage

- Verbindung per Mobil, WLAN, LAN in eine Cloud (lokal oder extern)
- Metadatenunterstützung ohne zusätzliche Konfiguration
- Vorauswertung zur Datenreduktion, Kostenersparnis
- Cloud-Kommunikation über Standardverfahren MQTT, OPC-UA, REST-API
- Offenheit auch zu typischen / etablierten Cloud-Systemen (AWS)

Zielsetzung für Software

- keine Programmierung ... Einrichtung von Facharbeiter über Fragen-Dialog
- eine anwendungsübergreifende Software, erkennt System-Konfiguration
- Facharbeiter stellt nur Attribute und Metadaten ein
- Signalauswertung und Reduktion bereits in der IoT-Box
- Analyse und Meldung/Hinweise bereits vor Ort auf offline
- Pufferung der Daten falls Offline
- Ansteuerung von Aktoren zum Melden/Sperren/Freigeben

- Alternativ: vollständig eigene Software mit z.B. C, C++, Python, CODESYS

Umsetzung Hardware

- basiert auf emBRICK - open Source Hardware mit Linux-Kern oder PC-gekoppelt
- Erfassung: 100 S/s bzw. 100 kS/s (fast Sampling), 12Bit ADC, Signalanalyse
- Automatische Konfiguration durch Einstecken von Modulen (Bricks)
- Sensoren für z.B.: 3-Phasen-Stromanalyse, Schwingung, Temperatur, Druck, Volumenstrom (Kühlmittel, Druckluft, ...),
- Bauformen: Box, 3P-Zwischensteckdose, Integration, open Frame

Hardware-Ausprägungen



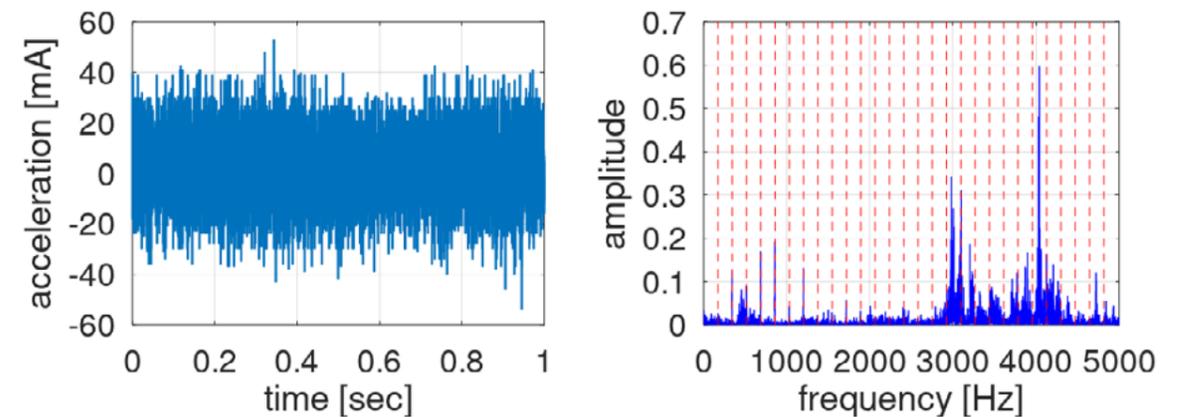
Bedienung der IoT-Box via Web-HMI



Umsetzung Software

- eine globale Software (getestet verfügbar) für alle Anwendungen
- Lizenzierung, Download von der Cloud mit wählbaren Optionen
- SW-Module: Messkanal, analog Delay, Limits, Offset, Reset bei Werkzeugwechsel, Frequenzen, Amplituden, RMS, Mittelwerte
- Alarmsystem mit freien Texten
- Status-Maske und Meldung an Anlagenbediener, Quittierung
- Zählen von Bearbeitungen
- Ermittlung des Energieverbrauchs pro Schnitt und in Summe
- Modi für Einrichten, Eval-Daten (virt. Kanäle), Kalibrierung, Alarm-Erkennung und -Handling, Kommunikationseinrichtung

Vibration - Fast Sampling und Frequenzanalyse



Geschäftsmodelle

- Einsatz primär im produzierenden Gewerbe, Gebäudetechnik
- I4.0 und Predictive Maintenance
- Produktion/Vertrieb der IoT-Box mit Sensoren: 500 ... 2.500 €
- Installation und Inbetriebnahme: < 1 Tag
- Lizenz für Software/Optionen
- Wartungsdienstleistung
- Cloud-Plattform
- Webshop zur Konfiguration und Kauf der Komponenten

Erfahrungen

- gute Performance und Handelbarkeit (eigenes HMI über WLAN-AP)
- Vorauswertung in der Box reduziert Datenaufkommen
- Netzwerk- und Internetanbindung im Feld oft problematisch
- Einbau und elektrischer Anschluss reibungslos
- MQTT ermöglicht einfache/flexible Anbindung
- hochgenaue Stromanalyse ermöglicht detaillierte Aussagen über ... Phasenwinkel, Wirk-/Blind-/Schein-Leistung/Energie, Harmonische
- hochfrequente Analogabtastung für Schwingung, Distanzen
- geringe Systemkosten

Anschlussfähigkeit

- erweiterbare, flexible Vorauswertung auf der IoT-Box per Konfiguration
- Integration weiterer lokaler KI, mit Lern-Algorithmus in der Cloud
- nichtinvasiver Sensor zur Energieerfassung ohne „Elektro-Eingriff“
- Unterstützung von Funksensoren
- Anbindung an Clouds der Marktführer, z.B. Microsoft Azure
- Metadatenbereitstellung für Clouds z.B.: Sparkplug B



GEFÖRDERT VOM



BETREUT VOM



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**

Kontakt:

andreas.foltinek@imacs-gmbh.de

Digitalisierung des Lebenszyklus von Sägewerkzeugen zur Prozess- und Kostenoptimierung

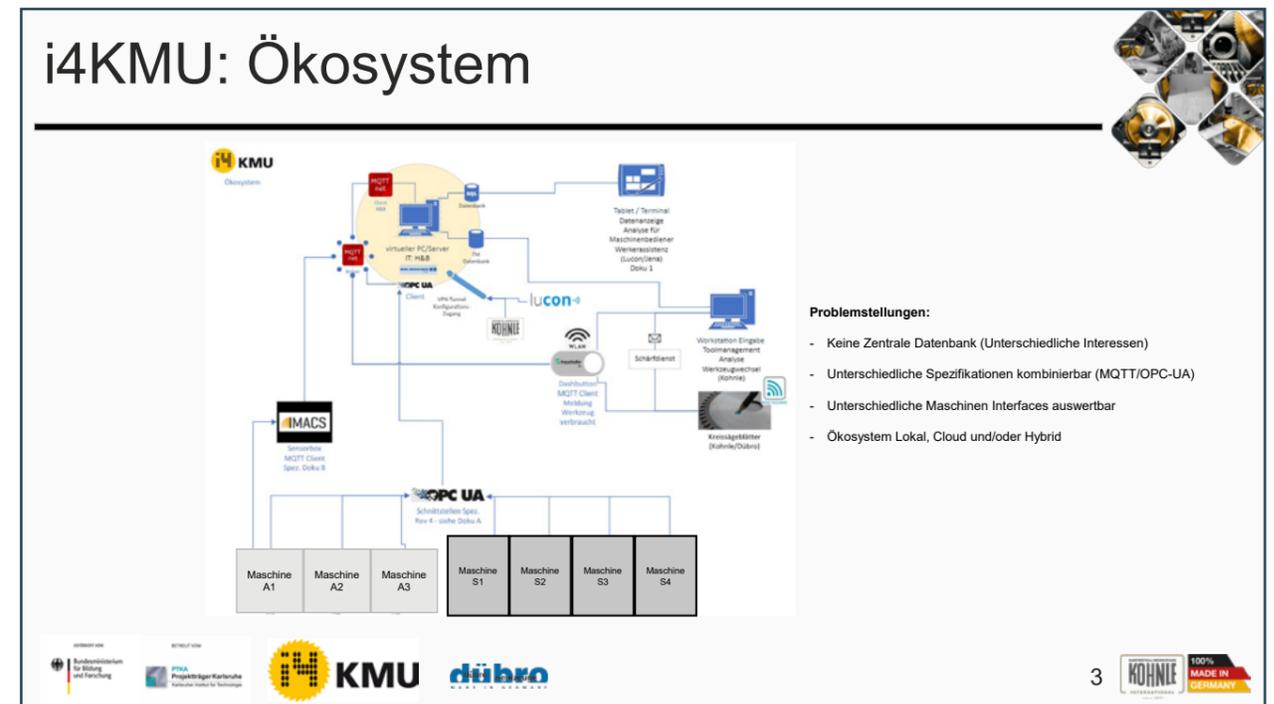
Andrea Dürr, dübro Werkzeug GmbH &
Michael Kohnle, Kohnle GmbH Hartmetall-Werkzeug-Fabrik



i4KMU – Werkzeughersteller / TM



i4KMU: Ökosystem



i4KMU – automatisierter Werkzeug Workflow



Einweg-Werkzeug



Werkzeug einbauen / Artikel zuordnen

Werkzeug einscannen, Maschine zuordnen und einbauen

Automatisierte Lagerbuchung zur Maschine

Werkzeug ausbauen, scannen und Ausbaugrund benennen

- Automatisierte Lager Ausbuchung (oder zu Schärfdienst)
- Berechnung Standzeit
- Vollwertige Auswerte- und Analysefunktion



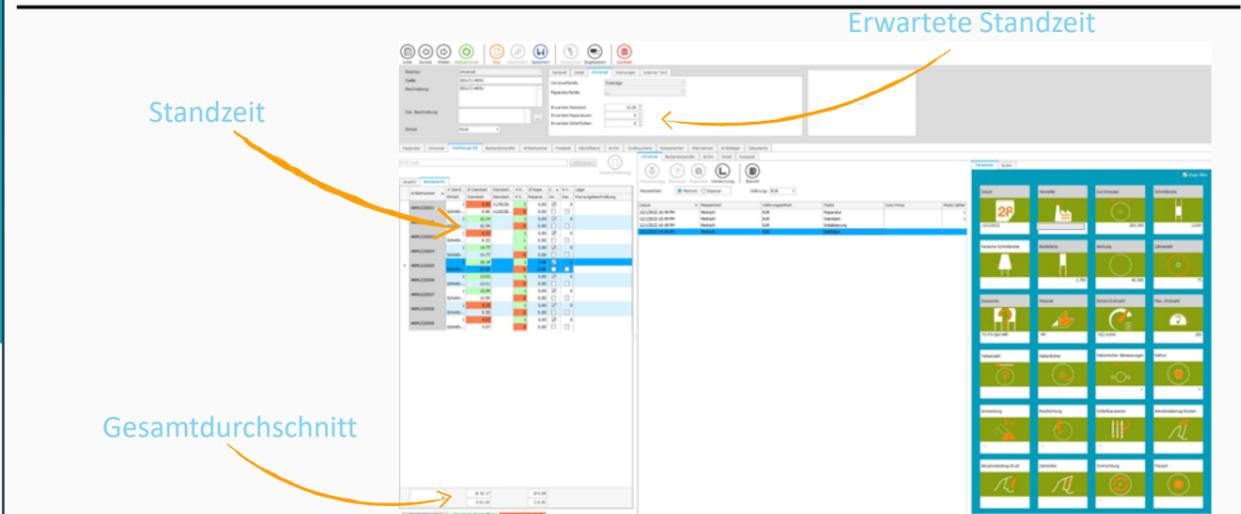
Mehrweg-Werkzeug



4



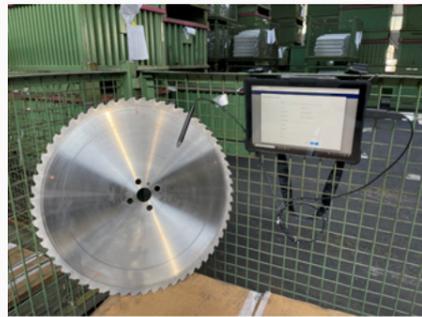
Toolmanagement Artikeloberfläche – Tool ID



6



i4KMU – automatisierter Werkzeug Workflow



RFID Scan System in der Praxis



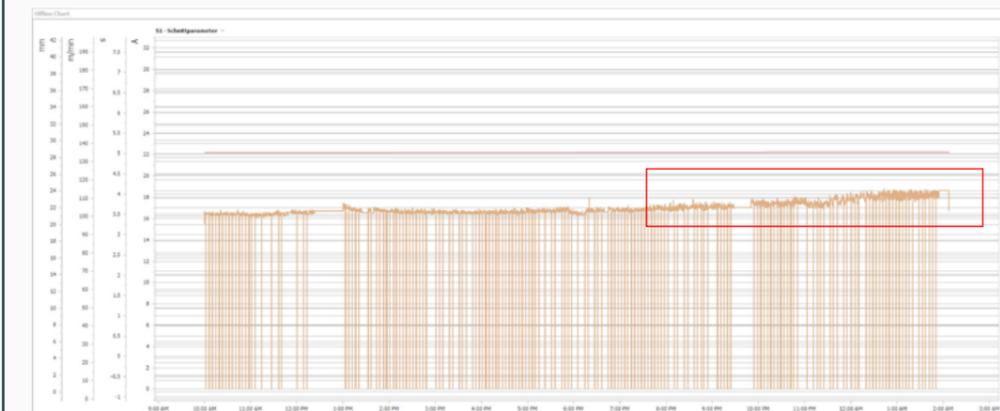
Datamatrix Scan System in der Praxis



5



Werkzeuganalyse / Standzeit - ID22003



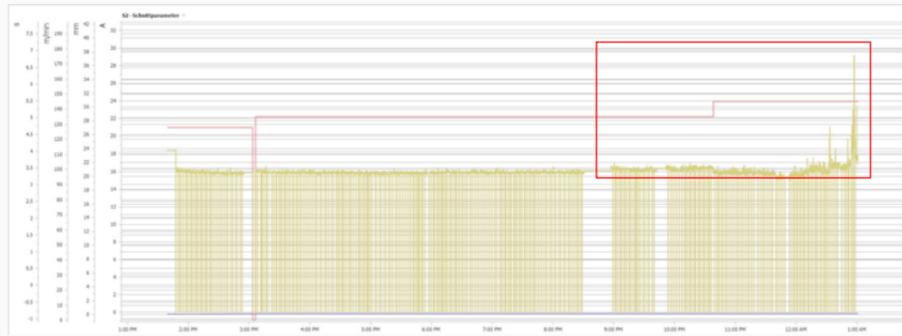
- Gleicher Fz
- Unruhige Stromaufnahme letztes Drittel



7

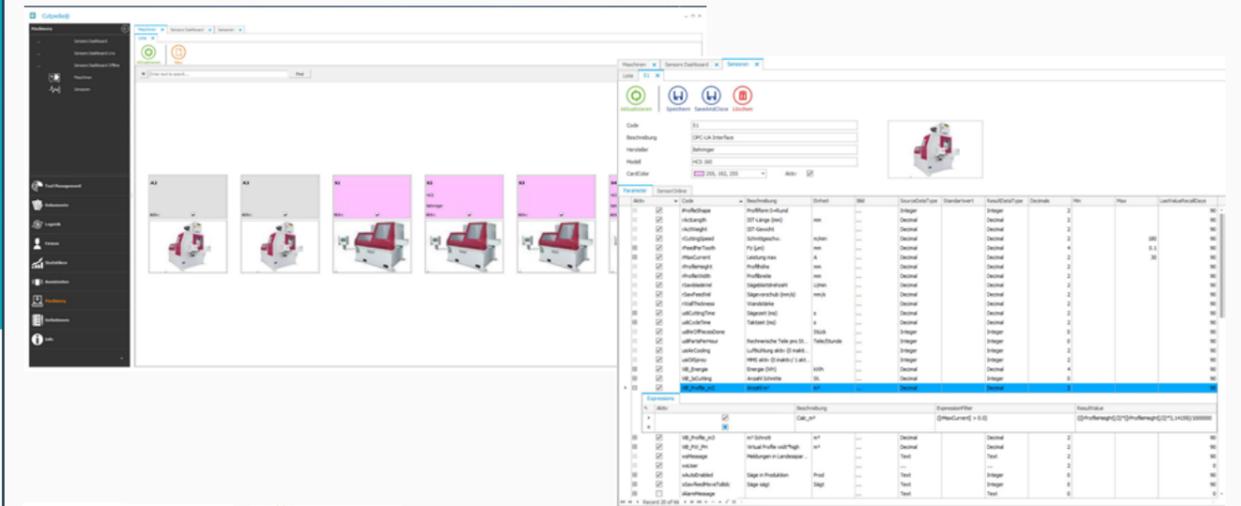


Werkzeuganalyse / Standzeit - ID22008

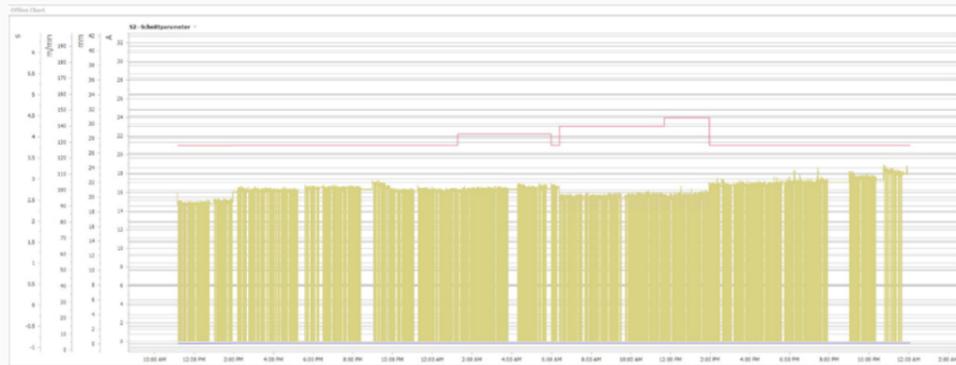


- 5,35m²
- Veränderter Fz am Ende
- Unruhige Stromaufnahme letztes Drittel
- Werkzeugcrash am Ende

TM – Konfigurationsübersicht Sensoren



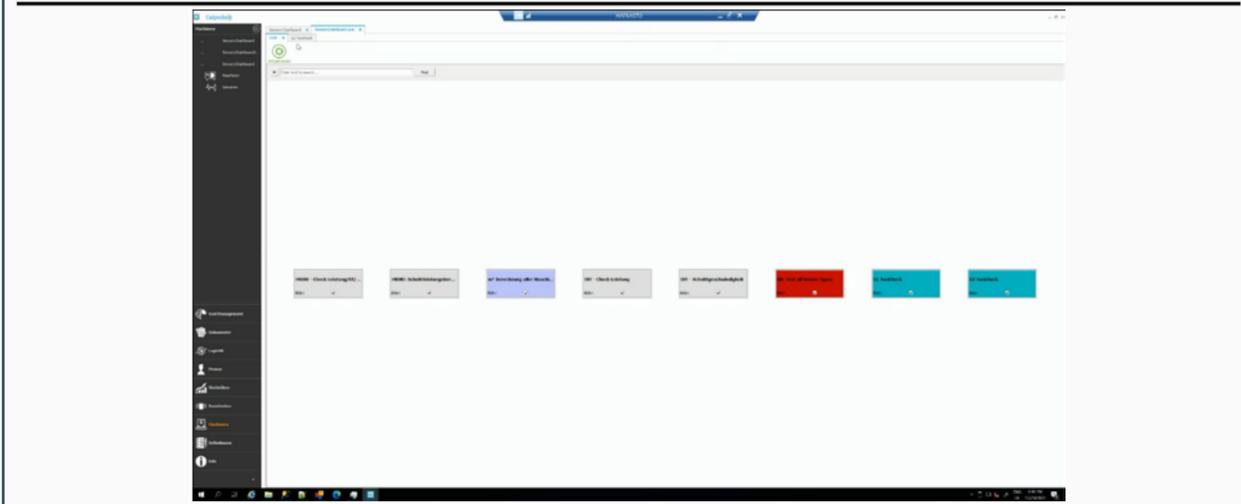
Werkzeuganalyse / Standzeit - ID22004



- 14,77m²
- Mehrfach veränderter Fz
- Relativ konstanter Verlauf der Stromaufnahme.

Analyse Sägeblätter
 Modell A: 6,53m² (4 Blätter)
 Modell B: 13,08m² (5 Blätter)

iBlade TM – Dashboard - Video



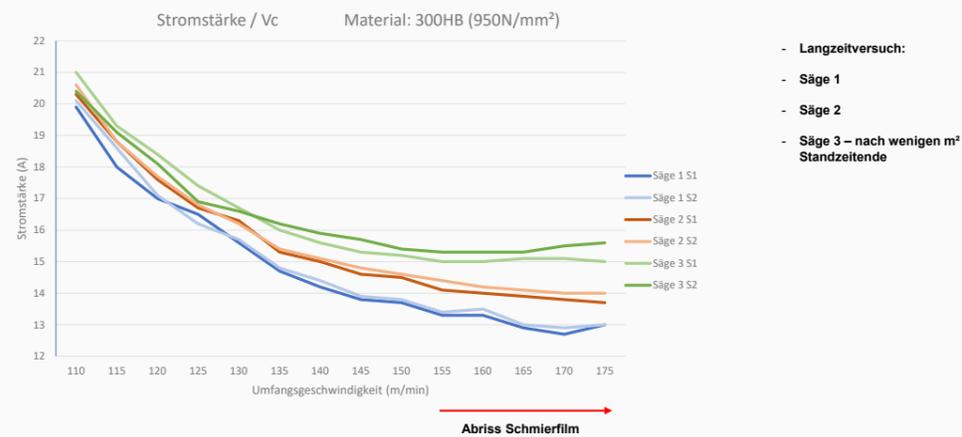
Testversuchsreihe Vergleich Stromstärke / Vc



Testversuchsreihe Vergleich Stromstärke / Vc



Testversuchsreihe Vergleich Stromstärke / Vc



- Langzeitversuch:
- Säge 1
- Säge 2
- Säge 3 – nach wenigen m² Standzeitende

R_{et} OI_{f invest}

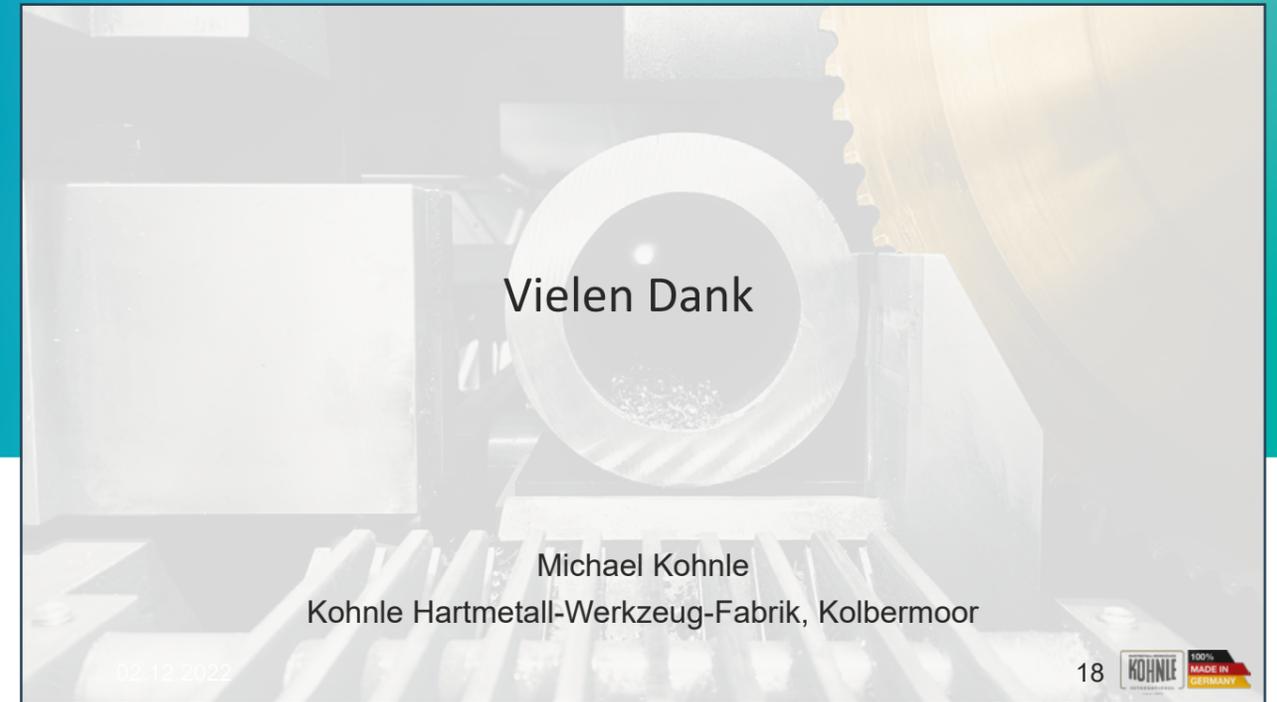
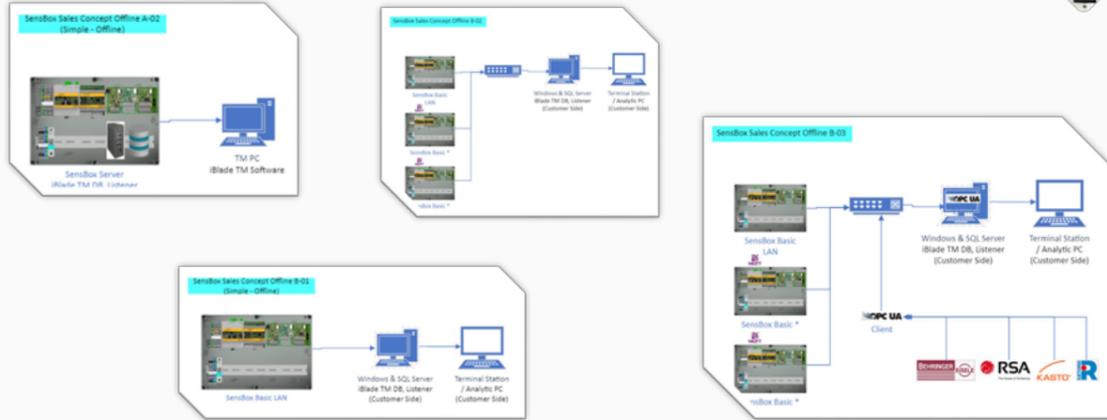


- Optimierte Einsatzparameter möglich
- je Werkzeug, je Maschine, je Werkstoff unterschiedlich
- Erhöhung Ausbringung durch Analyse im Beispielfall um 12-18% möglich
- ROI – Digitale Integrierung < 1 Jahr

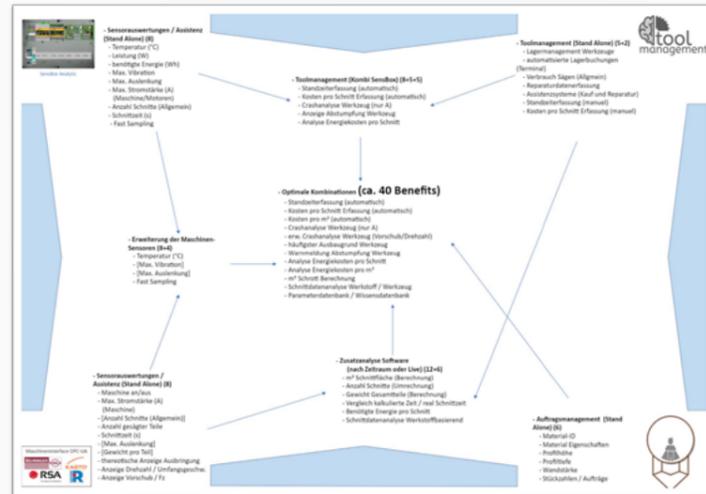
Verteilung Beispiel:

- 1. Jahr nach 6 Monate
- 2. Jahr nach 3 Monate
- 3. nach einem Monat (Übergabe Kunden)

i4KMU – Konfigurationsmöglichkeiten



i4KMU – Benefits



Intelligente Middleware-Lösungen zur Vernetzung von Maschinen

Dr. Bernd Binder, PROWAY GmbH

PROWAY

Stuttgarter Säge-Tagung & I4KMU-Abschlussveranstaltung 6.12.2022 am Fraunhofer IPA in Stuttgart

Intelligente Middleware-Lösungen zur Vernetzung von Maschinen

Dr.-Ing. Bernd Binder

PROWAY **Gamma**

KMU **Fraunhofer IPA**

BETREUT VOM: PTKA Projektträger Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie

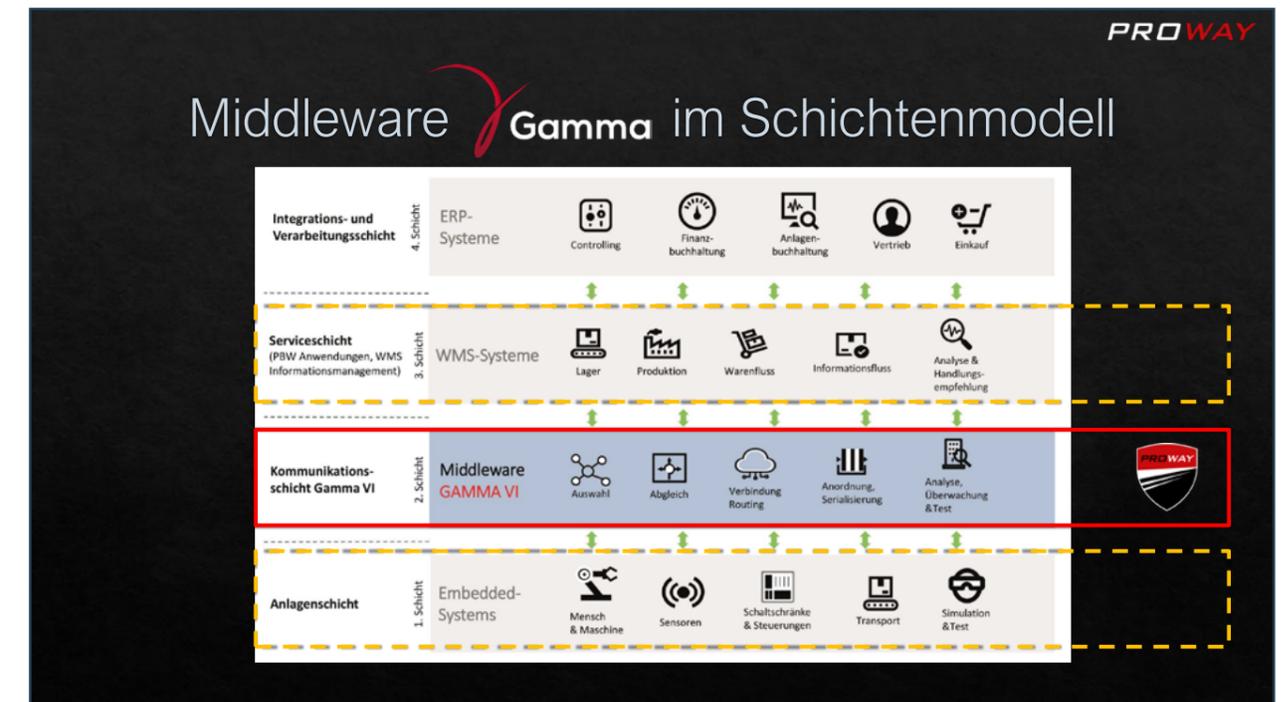
GEFÖRDERT VOM: Bundesministerium für Bildung und Forschung

PROWAY

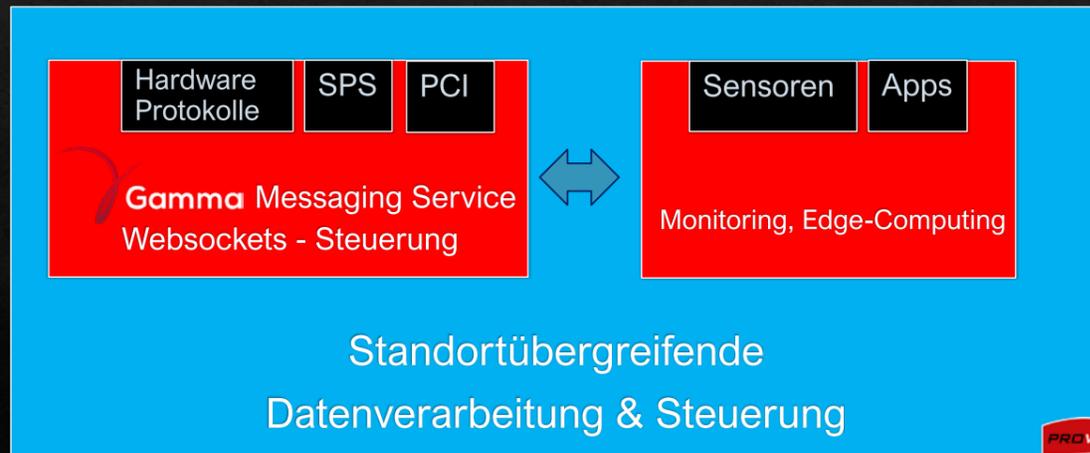
Business Case: I4KMU Pionier-Phase

- ◇ Säge- & Logistikprozesse mit relativ hohen Risiken/Setupkosten
- ◇ Sägen/Sensoren erzeugen wertvolle (SPS) Daten, wie z.B. Prozess-, Längen-, Verschleiß- oder Materialdaten
- ◇ Mehrwert über weitergehende Auswertungsalgorithmen mit Kennzahlen (ständige Optimierung)
- ◇ **Automatisierung über performante Anbindung von Hochleistungs-Sägen mit Siemens SPS**
- ◇ **Daten-Bereitstellung: zeitgleich in einer Datenstruktur selektierbar (am besten Standort-übergreifend)**
- ◇ **Flexibles und gleichzeitig robustes Monitoring**

PROWAY



Ziel I4KMU: Web / Cloud Services



Gamma Referenzen? Luft & Raumfahrt,
Medizintechnik, Energieversorgung, Automotiv...



Middleware IT-Anforderungen

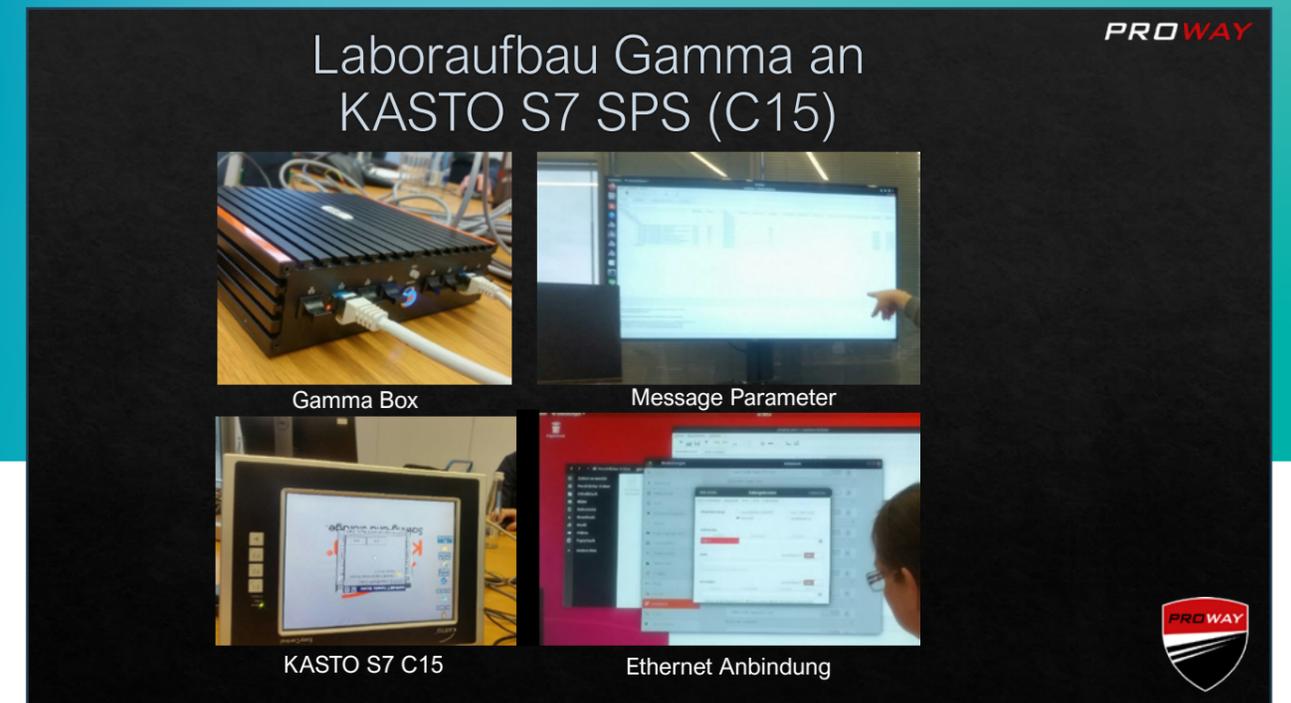
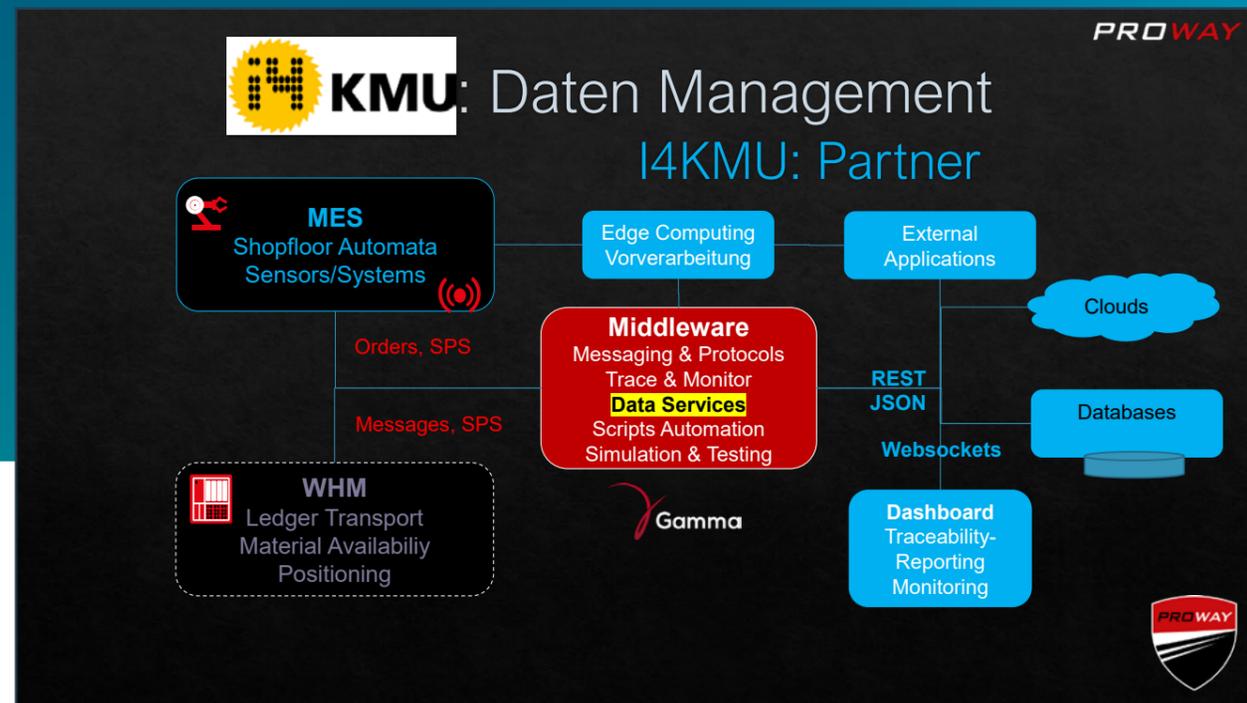
- ◆ Konnektivität Quellen/Senken (SPS, Ethernet, OPC-UA, Wireless,...) (ANF-01).
- ◆ Verschiedene Plattformen: Linux, Windows, on-premise, Embedded, Cloud (ANF-02).
- ◆ Vielseitige Programmierschnittstellen/Sprachen: C++, Rust, Java, ... (ANF-03).
- ◆ **Wiederverwendbarkeit, Robustheit, Performance, Skalierbarkeit, Sicherheit (ANF-04).**
- ◆ **Einfachheit für den Benutzer (Vom Anwender ohne viel Erfahrung bis zum Entwickler) (ANF-05).**
- ◆ **Bereitstellung von Services, wie z.B. Message Broker, Webservices oder Verwaltungsfunktionen (ANF-06).**



Übergreifende Daten Kollaboration

- ◆ **Mehrwert Middleware  Gamma bei I4KMU**
 - ◆ Robuste und Performante Anbindung über bewährte Algorithmen
 - ◆ Automatisierung der wiederkehrenden Aufgaben über Skripte
 - ◆ Flexibilität bei den Anbindungen (SPS, mehrere Schnittstellen/Protokolle, OPC UA, MQTT, inkl. Cloud & Netzwerkanbindung, ...)
 - ◆ **Strukturierung und Verknüpfung/Verlinkung der Daten (Traceability, Tokenisierung) in einer Datenbank**
 - ◆ **Messagebroker: mehrere Quellen/Senken, perfekte Synchronisation**
 - ◆ **Webservices, Websockets, Cloud (JSON, REST)**
 - ◆ **Darüber hinaus: Zugriffskontrolle, eventuell Blockchain zwecks Fälschungssicherheit**



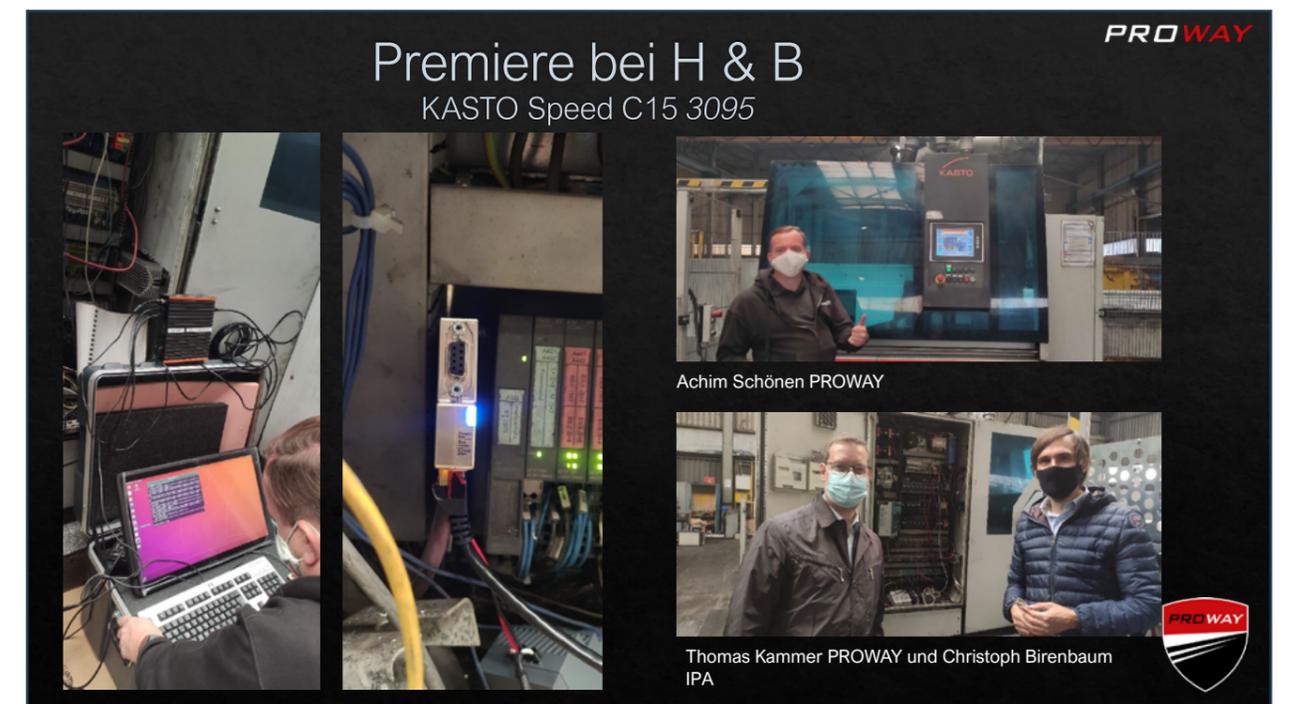


Business Case: Materialbearbeitung

Monitoring einer KASTO Säge

1. Relevante Prozesse, Maschinen und Sensoren werden gesichtet
2. Säge-Daten aus dem Materialbearbeitungsprozess über SPS (an die **Middleware GAMMA 6**)
3. die notwendigen Protokolle und Befehle werden gemäß der Maschinenversion selektiert
4. Pilotphase/Erstanbindung über eine Simulation, eine Rechnerbox wird mit Gamma aufgesetzt
5. Erstanbindung an eine reale **Siemens S7 SPS (KASTO)** unter Laborbedingungen
6. ein Stabilitätstest der Hardware (Box) plus Software erfolgt über mehrere Tage
7. Eine Box als Demonstrator kommt direkt in der Fertigung, Box wird im Schaltschrank montiert und installiert mit Internetzugang über einen Router
8. die Daten von Sägeprozessen werden über die Middleware, strukturiert, gesammelt, weitergeleitet in eine Datenbank und schließlich ausgewertet (Realtime Monitoring)

PROWAY



Gamma Grafische Tools

The diagram illustrates the Gamma tool architecture. It features a 'Simple Panel Sample' (Python + Qt5) that interacts with a 'Data Model'. The 'Data Model' is connected to 'Gamma Explorer' and 'ga Service'. 'ga Service' receives input from 'config.xml' and 'system.xml' and sends 'create' signals to the 'Data Model'. 'Gamma Explorer' sends 'wfr' (write) signals to both the 'Data Model' and the 'Simple Panel Sample'. The 'Data Model' also sends 'wfr' signals to the 'Simple Panel Sample'.

Daten Strukturierung (Builder)

The screenshot shows the Gamma Builder interface. It displays a hierarchical 'Model' tree with nodes such as 'SystemA', 'NodeA', 'GROUP', 'Arisy', 'Arisy2', 'Arisy3', 'Arisy4', and 'PVUnit3'. Below the tree is a table with columns for 'Name', 'Data Type', and 'Value'. Callouts indicate various actions available for the nodes, including 'Connect to Gamma', 'Add to Plot', 'Add to Function Generator', 'Remove from Function Generator', and 'Settings'. A 'Gamma Builder Tutorial' window is also visible in the background.

Name	Data Type	Value
SystemA		
NodeA		
GROUP		
Arisy		
Arisy2		
PVLOB [1]	blob [500]	-Binary data-
PVIEE32 [1]	ieee32	9
PVIEE64 [1]	ieee64	10
PVInt16 [1]	int16	4
PVInt32 [1]	int32	6
PVInt64 [1]	int64	8
PVInt8 [1]	int8	2
PVString [1]	string [500]	Test String
PVUnit0 [1]	unit0	3
PVUnit32 [1]	unit32	5
PVUnit64 [1]	unit64	7
PVUnit8 [1]	unit8	1
Arisy4		
PVUnit3 [2]	unit3	

Visualisierung

The screenshot displays the XiSys Software visualization interface. It features a control panel with several gauges and buttons. A data table is visible, listing various parameters and their values. The table includes columns for 'Objekt' and 'Klasse'.

Objekt	Klasse
MainWindow	QMainWindow
cent_dget	QWidget
ch_ind	QWidget
label_1	QLabel
label_2	QLabel
label_3	QLabel
label_4	QLabel
label_5	QLabel
label_6	QLabel

Test & Logging & Analyse

The screenshot shows the test framework interface. It displays a test execution flow, log messages, and a graph of test results. The graph plots 'wait 1500 [ms]' against time, showing a step-wise increase. The interface includes a 'Test Frame Information' window and a 'Log Messages' window.

Lessons Learned & Benefits für Proway / I4KMU

- ◆ Erstellung/Bereitstellung von **WebServices inkl. Web-Administration** für das Digital Factory Monitoring.
- ◆ Robuste Integration im **Shopfloor / in Schaltschränke, Praxiserfahrung, Langzeitstabilität.**
- ◆ **Erweiterung der MessageBroker Funktionalitäten.**
- ◆ **Vereinfachtes** Hinzufügen von weiteren Datenquellen auf **Maschinenebene (Siemens SPS, OPC UA, MQTT).**
- ◆ Erfahrung Begleitprozesse: **Integration, Betrieb & Wartung.**



KONTAKT



Proway RST GmbH
Carl-Zeiss-Str. 51
85521 München/Ottobrunn
Tel.: +49 (0) 89 96 11 60 18-00

Team:

Thomas Kammer, Bernd Binder, Christoph Zach, Achim Schönen

b.binder@proway.de

Großer Dank geht an alle Teilnehmer, vor allem an das Fraunhofer IPA und KASTO.



Gamma Zauberwürfel: voll funktionsfähiges Gamma in einer kleinen Sensorbox mit mobile App, vielen Wireless-Protokollen und einem breiten Spektrum an getesteten Sensoren, siehe www.proway.de

Smart Farming	Smart Factory	Smart House	Smart City
Silo-Messwerte	Förderband	Arbeitszimmer	Energieverbrauchs-Messung
Erntetermine	Qualitätsmessung	Küche	Wassertemperatur-Messung
UV-Einstrahlung	Wartung- und Servicezeit	Vollkammer	Trinkwasser-Qualitätsmessung
Bodenwerte	Schweiß- und Fertigung	Esszimmer	Strahlendosen-Überwachung
Pflanz-Qualität	Mess- und Prüfmittel	Schlafzimmer	Elektro-Tankstelle
Bodenfeuchtigkeit	Paketierung	Kinderzimmer	Klimaanlagen
Pflanzenwachstum	Produktionssteuerung	Keller	Fahrrad-Verleih
Wachstumsrisiko	Räume	Flur	Parkplatz-Management
		Garage	LKW-Überwachung



Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

Marvin Tritt, KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG



Vorsprung durch Erfahrung. Quick Facts zu KASTO



Gründung
1844



Eines der ältesten
Familien-
unternehmen
Europas



Führend in
Metallsägen und
Langgut-/
Blechlager-
systemen



ca. **700**
Mitarbeiter
weltweit



Ausbildungs-
quote **10 %**

2

*Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels*

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

Von Anfang an. Das KASTO-Sägenprogramm



3

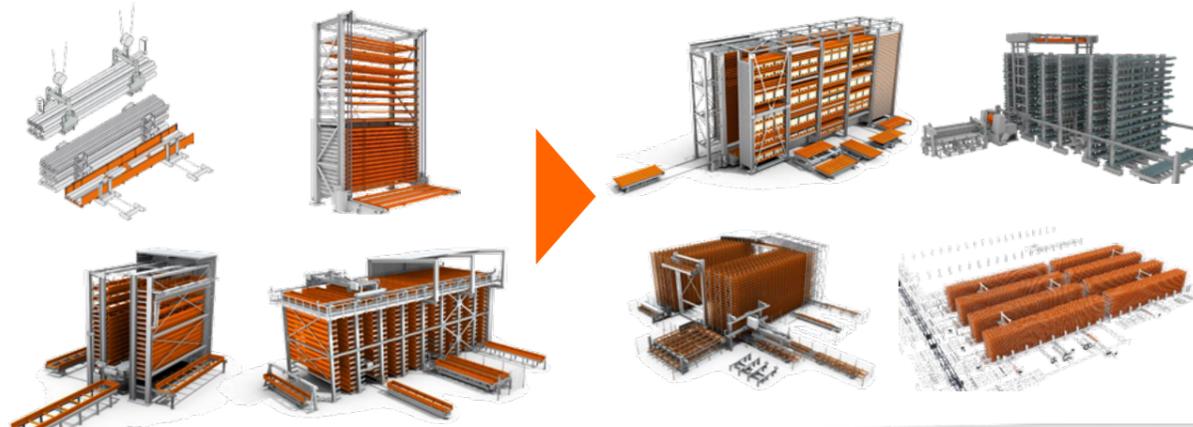
*Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels*

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

Ein Lager für jede Anforderung. Das KASTO-Lagerprogramm

Vom Standardlager bis hin zur höchst kundenspezifischen Logistikköslung



4 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU

Aktuelle Situation im Stahlhandel

- > 70% der Unternehmen nutzen keinen digitalen Datenaustausch an Maschinen
- Metallhandel als aktiver Teil von Wertschöpfungsschritten
 - Zuschnitt, Dreh- und Fräsbearbeitungen (sog. Anarbeiten)

6 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

Automatisch zu mehr Leistung. Materialhandlings-Kombisysteme und Integration von Maschinen anderer Hersteller



Automatische Blechvereinzeln und -kommissionierung



Automatische Stangenvereinzeln



Manipulator zum Transport von Materialbündeln zum Ladeplatz



Problemlose Anbindung anderer Hersteller an KASTO Lagertechnik

5 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU

Ziele/ Forschung im Bereich Sägetechnik

- Einbindung von Wissensdatenbanken an ein Nutzernetzwerk
 - Generierung von Mehrwerten für Endanwender und Maschinenhersteller
- Datenaustausch zwischen Anwender, Werkzeug- und Maschinenhersteller
 - Ziel: Senkung der Prozesskosten + Erhöhung der Maschinenauslastung

7 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU

Prozessdatenerfassung

- Beurteilung des Werkzeug- und Maschinenverschleiß auf Grundlage von Prozessdaten
- Generierung einer Wissensdatenbank aus Prozessdaten

8

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

I4KMU

Bereitstellung der Daten an Projektpartnern

- Datenbereitstellung per VPN über OPC-Schnittstelle, *Lucon GmbH*
- Bereitstellung von Sägeprozessdaten an *Proway GmbH*
- Zukünftige Schnittstelle zu einer Werkzeugverwaltungssoftware von *iBlade GmbH & Co. KG*

10

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

I4KMU

Erfasste Prozessdaten

- Stückzähler
- Sägemotorstrom in % vom Nennstrom
- Sägevorschub $\frac{1 \text{ mm}}{10 \text{ min}}$
- Schnittgeschwindigkeit $\frac{m}{min}$
- Stückzähler Gutteile
- Betriebsmodus
- Störung aktiv

9

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

I4KMU

Entwicklung einer Data-Mining Software

- Zielgerichtetes sammeln von Informationen aus einer Datensammlung um „Wissen“ über die Daten zu erhalten
- „Wissen“ ist ein Resultat der Datenbewertung durch Faktoren
- Verwendung des KDD-Prozess zur Mustersuche in einem Datensatz



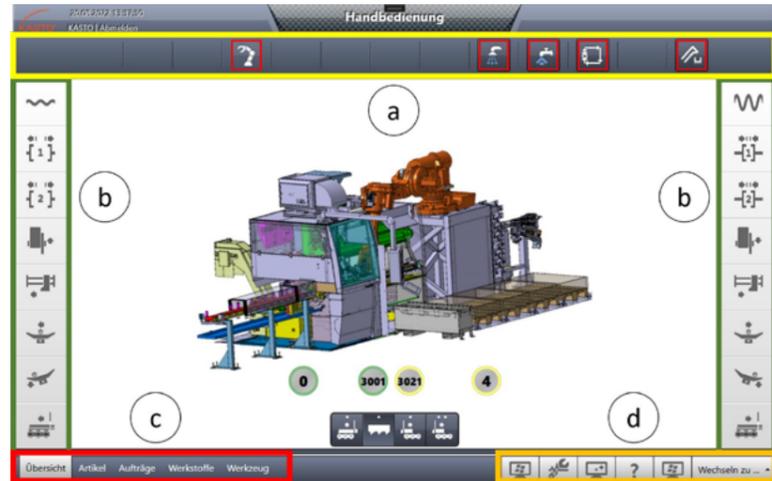
11

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme
als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und
Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

I4KMU Einbindung der Data-Mining Software in die HMI



12 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen, Lager, Mehr. **KASTO**

I4KMU Einbindung der Data-Mining Software in die HMI

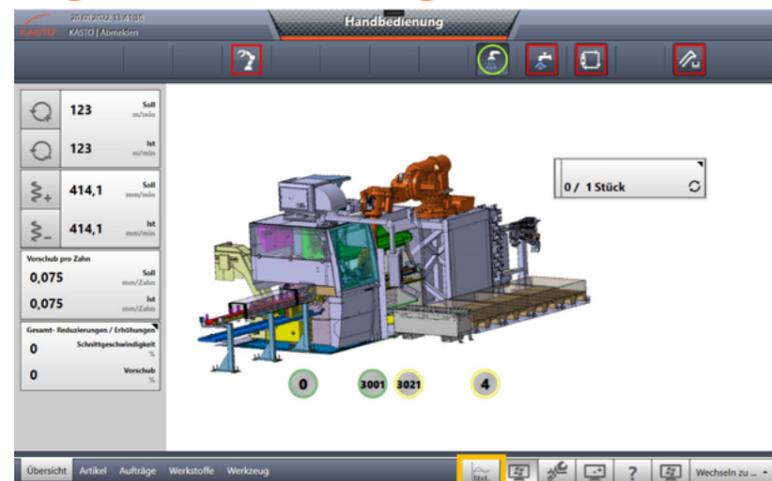


14 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen, Lager, Mehr. **KASTO**

I4KMU Einbindung der Data-Mining Software in die HMI



13 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen, Lager, Mehr. **KASTO**

I4KMU Einbindung der Data-Mining Software in die HMI

In Zukunft lassen sich dadurch:

- Prozessparameter vorschlagen
- Hinweismeldungen einblenden
 - Anomalieerkennung
 - Stark abweichende Schnittparameter zu vorherigen Schnittwerten bei gleichem Artikel

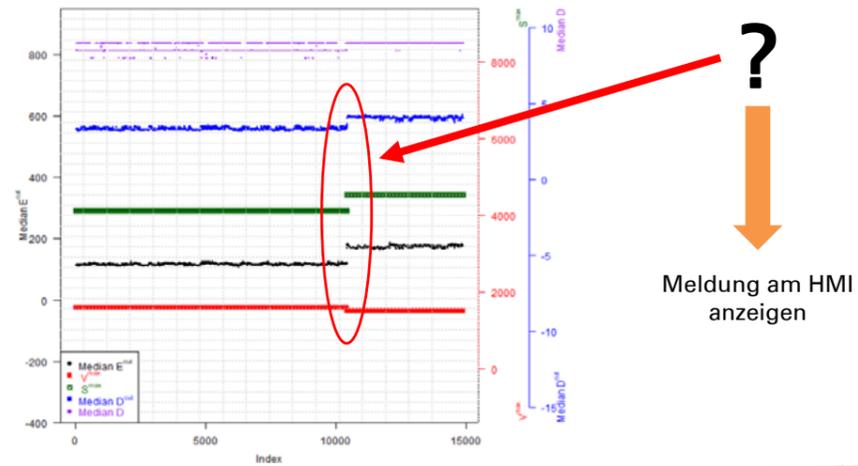
15

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen, Lager, Mehr. **KASTO**

I4KMU Anomalieerkennung



16 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU Stromverlaufsanalyse mit Hilfe von Machine-Learning

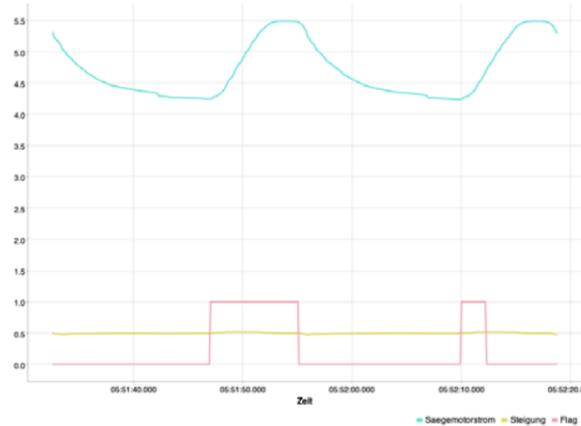
	i = 10	i = 11	...	i = 30	Flag
Datensatz 1	0.495500	0.496190	0.497220	0.498260	0
Datensatz 2	0.496190	0.497220	0.498260	0.499100	0
Datensatz 3	0.497220	0.498260	0.499100	0.499570	1
Datensatz 4	0.498260	0.499100	0.499570	0.500240	1
Datensatz 5	0.499100	0.499570	0.500240	0.505760	1
Datensatz 6	0.499570	0.500240	0.505760	0.510340	1

18 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU Stromverlaufsanalyse mit Hilfe von Machine-Learning



17 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU Predictive Maintenance

- Data-Mining Modell + Machine Learning zur Erkennung von Anomalien
- Reduzierung von Maschinenstillständen
- Erhöhung der Maschinenzuverlässigkeit

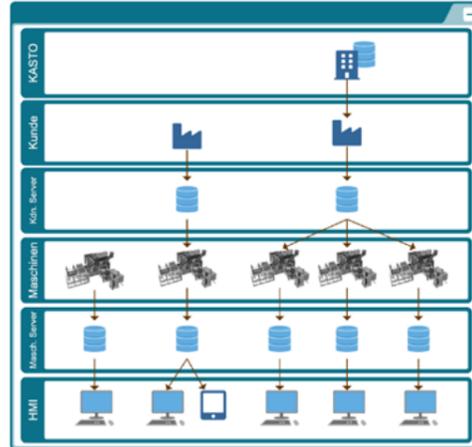
19 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO**

I4KMU

Einbindung der Wissensdatenbank



20 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

Marvin Tritt, Softwareentwickler, KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

I4KMU

Fazit & Fortschritt

- Wissensdatenbank über allgemeine Sägeprozessdaten
- Verbesserte Entscheidungsfindung der Schnittparameter durch objektive Bewertung von aktuellen Prozessdaten und historisch gesammelten Daten
- Qualität und Wertschöpfung steigt mit zunehmender Anwendungsdauer

21 Digitalisierte Sägemaschinen und Lagersysteme als zentrale Bausteine eines effizienten Stahl- und Metallhandels

© KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sägen. Lager. Mehr. **KASTO®**

Optimierte Anarbeitung im Stahl- und Metallhandel durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen - Chancen & Herausforderungen

Maximilian Dietsch, EAH Jena &
Matthias Heine, HEINE + BEISSWENGER Stiftung + Co. KG

Agenda

- Werkerassistenz
- Bedarfsanalyse
- Konzeption
- Umsetzung & Integration
- Chancen & Herausforderungen

Optimierte Anarbeitung im Stahl- und Metallhandel durch den Einsatz von digitalen Assistenzsystemen – Chancen und Herausforderungen

Umsetzung eines Prototyps für Sägebetriebe im Projekt I4KMU:
Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für Industrie 4.0 in
KMU geprägten Branchen

Maximilian Dietsch | EAH Jena
Matthias Heine | Heine + Beisswenger Stiftung + Co. KG

Werkerassistenz

Definition

- Vermittlung von Fertigungs- oder Arbeitsinhalten mittels visueller, auditiver oder taktil-kinästhetischer Systeme
- Unterstützung des Mitarbeiters zur einfacheren und ggf. sicheren Bewältigung der Tätigkeit
- Präventive Fehlervermeidung und Verbesserung der Prozessstabilität
- Lösungen sollen die besonderen Fähig- und Fertigkeiten des Menschen mit den positiven Eigenschaften von technischen Systemen kombinieren

Werkerassistenz




Ausgangssituation

- Anwendung bisheriger System vorrangig für Montageprozesse
- Montagezeiten können durch den Einsatz verkürzt werden
- Darstellung häufig auf Bildschirmen mit zugehörigen Fertigungsinformationen
- Inhalte und Aufbau dienen jedoch eher Montageprozessen und keinen Servicetätigkeiten oder dem Prozessmonitoring




6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 4

Bedarfsanalyse




Tätigkeitsschwerpunkte



Waren aus Lager entnehmen / zugehörige Parameter prüfen




Maschinen-/Werkzeugparameter einpflegen bzw. überprüfen




Statuskennwerte überwachen / Servicetätigkeiten durchführen




Qualitätsprüfung durchführen




Ware einlagern und für die weitere Verarbeitung vorbereiten

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 6

Agenda






Werkerassistenz



Bedarfsanalyse



Konzeption



Umsetzung & Integration



Chancen & Herausforderungen

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 5

Bedarfsanalyse




Anforderungen Werkerassistenzsystem

- Einarbeitung sowie Statusüberwachung von bspw. Leistung, Temperatur oder Schnittgeschwindigkeit
- Übertragung der bisher papierhaften Dokumente in eine digitale Form
- Sägeblattwechsel und Servicetätigkeiten nach Anweisungen und mit fest definierten Kriterien und Parametern für Vergleichbarkeit
- Tragbare Lösung für flexiblen Einsatz in der gesamten Produktion
- Oberflächengestaltung muss für Mitarbeitern:innen so angenehm wie nur möglich sein – Richtlinien/Empfehlungen für die Objekt- und Farbwahrnehmung sowie die visuelle Ergonomie beachten

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 7

Agenda

- Werkerassistenz
- Bedarfsanalyse
- Konzeption
- Umsetzung & Integration
- Chancen & Herausforderungen

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 8

Konzeption

Entwurf Werkerassistenzsystem

- Analyse Bearbeitungsablauf des Sägezuschnitts mit dem Tablet als Werkerassistenzsystem
- Definition von relevanten Detailinformationen

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 10

Konzeption

Entwurf Werkerassistenzsystem

- System soll folgende Informationen bereitstellen:
 - Prozessdaten Gesamtproduktion
 - Maschinendaten
 - Werkzeugdaten
 - Auftragszustandsdaten
 - Serviceinformationen
- Besonders wichtig ist die Übersicht über derzeitig aktive Aufträge und Belegungen an den Maschinen
- Nutzerabhängige Anzeige von Parametern

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 9

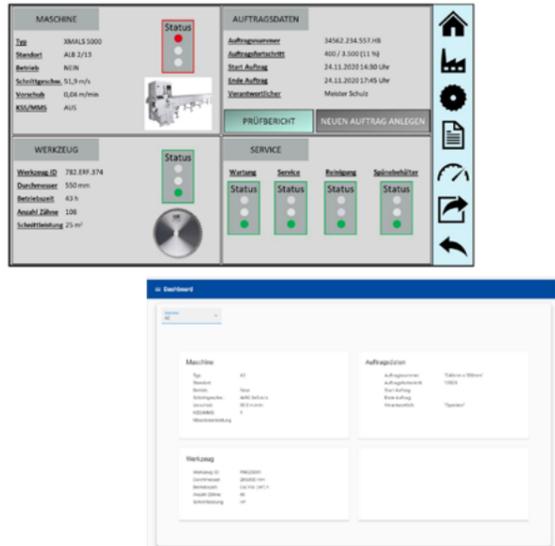
Agenda

- Werkerassistenz
- Bedarfsanalyse
- Konzeption
- Umsetzung & Integration
- Chancen & Herausforderungen

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 11

Umsetzung & Integration

- Konzeptentwurf mit Haupt- und Unterebenen
- Weiterentwicklung zu einer GUI für den Endanwender mit definierten Unterebenen (Maschine, Auftrag, Werkzeug, Service/Prozesswerte)
- Wichtigste Kennzahlen auf Hauptebene direkt ersichtlich
- Schnellzugriffsmöglichkeiten auf bspw. Werkzeugwechsel



6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 12

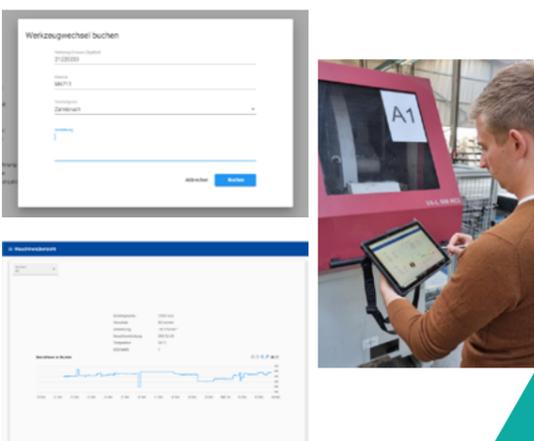
Agenda

- Werkerassistenz
- Bedarfsanalyse
- Konzeption
- Umsetzung & Integration
- Chancen & Herausforderungen

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 14

Umsetzung & Integration

- Mobile Bereitstellung mittels 12 Zoll Tablet
- Umsetzung der Assistenzoberfläche über eine Progress Web App
- Logik und Verarbeitung der Daten erfolgt nicht offline auf dem Tablet sondern über die Cloud
- Daten können simultan vom Projektpartner abgerufen werden
- Ergänzende Informationen können in unterschiedlichen Ebenen eingefügt werden
- Integration des Tablets in Endanwenderdomäne



6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 13

Chancen & Herausforderungen

- Einfache Nutzung der Oberfläche auch für ungelernete Arbeitskräfte
- Schneller Überblick über alle relevanten Parameter
- Digitale Verwaltung aller Prozessdaten
- Prozessverbesserungsmaßnahmen ableitbar
- Gesteigerte Ordnung und verbesserte Organisation
- Erweiterungen bedarfsgerecht möglich

- Aufwendige Integration des Gesamtsystems
- Häufige Änderungen/Anpassungen an Gegebenheiten
- Korrekte Kommunikation über mehrere Ebenen hinweg (korrekte ID's, Schnittstellen, etc.)

6. Dezember 2022 | Maximilian Dietsch | Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen | www.eah-jena.de | 15

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägetagung Fraunhofer Institut 6.12.22 – Projektbericht i4KMU

- Unternehmensvorstellung Heine + Beisswenger Stiftung + Co. KG
- Ziele und Herausforderungen des Projektes i4KMU
- Praxisanwendung
- Ergebnisse aus dem Projekt und Fazit

6.12.22 1 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Handel

VIELSEITIGES PORTFOLIO

ca. 50.000 Tonnen Lagervolumen

Langprodukte

- Unlegierter Stahl
- Legierter Stahl – Qualitätsstahl
- Werkzeugstahl
- Sonderdrehgüten
- Edelstahl/Rostfrei
- Messing
- Aluminium
- Kupfer
- Federdraht
- Werkstoffe nach Kundennormen

6.12.22 3 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Unsere Kennzahlen

Mehr als 25.000 Artikel in unterschiedlichsten Ausführungen

Umsatz 2021
318 Mio. €

Über 5.000 Kunden aus verschiedenen Branchen

Zertifizierung nach
DIN EN ISO 9001:2008
DIN EN ISO 50001:2018
In den Produktionsunternehmen:
IATF 16949:2016
ISO 14001:2015

Absatz 2021
232.000 Tonnen

6.12.22 2 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Die Heine + Beisswenger Gruppe - Innovationen

FASSADENKNOTEN 3-D-GEDRUCKT FÜR FREIFORMFASSADEN

3X3 FAHRRAD-NABENGETRIEBE FÜR E-BIKES + BIOBIKES

6.12.22 4 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Greenline

Erste GRÜNE Stahlpartnerschaft

GMH GRUPPE HEINE+BEISSWENGER H+B SANDVIK Coromant

GREEN STEEL CO₂-neutraler Stabstahl produziert mit 100% grünem Strom

GREENLINE

Stahltransport mit einem eLKW, optimierte Anarbeitung

GreenFactory „Green Factory“ Konzept

Zweite GRÜNE Stahlpartnerschaft

ANDERNACH & BLECK HEINE+BEISSWENGER H+B MAGNETSCHULTZ ZF

Einsparung 2019 2022 2024

35% -710 kg CO₂/Tonne

41% -540 kg CO₂/Tonne

6.12.22 5 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Projekt i4KMU – Herausforderungen

- Auswahl der Maschinen:
 - Maschinenauswahl: relevante Stückzahlen, relevante Werkzeugverbräuche,
 - Welche Maschinen können Daten liefern? Welche Maschinen können über einfach abzunehmende Parameter angeschlossen werden (Strom-/Leistungsverbräuche, Schwingungen, Geräusentwicklung, etc.),
- Definition der Schnittstellen zu den Maschinen,
- Einbindung in das Unternehmensnetzwerk,
- Schaffung von Zugriffsmöglichkeiten von extern für die Projektteilnehmer,
- Durch verlängerte Laufzeit des Projektes (Corona) galt es, Maschinen zu ersetzen.

6.12.22 7 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Projekt i4KMU – Ziele für uns als Endanwender

Digitalisierung in der Anarbeitung

- zur Verfügungstellung der Aggregate zur Umsetzung des Projektes,
- elektronische Erfassung der Daten,
- elektronische Verfolgung der Daten mittels Darstellung als Zeitreihe,
- Auswertung und Optimierung der Prozesse,
- Schaffung allgemeiner Transparenz der Prozesse.

6.12.22 6 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägeblatt-Verwaltung

Vorher: Führen eines Formulars mit manuellem Aufwand

Nachher: Einfache Verwaltung der Werkzeuge durch Scan
Einsparung: 5 – 10 min / Sägeblattwechsel, sofortige Verfügbarkeit der Daten

6.12.22 8 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

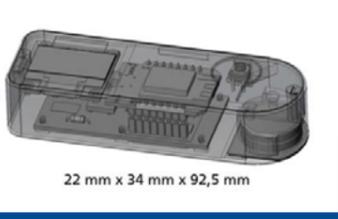
Dash-Button zur Meldung des Nachschärfeprozesses bei Sägeblättern

Vorher: Telefonische Abstimmung mit dem Schärfttechnik-Unternehmen

Nachher: Bestellung und Verwaltung des Schärfauftrages per Tastenklick

Einsparung: ca. 15 min / Sägeblatt-Schärfauftrag, Verwaltung der Sägeblätter: intern Lager/ extern Schärfbetrieb






22 mm x 34 mm x 92,5 mm

6.12.22

9 / 24

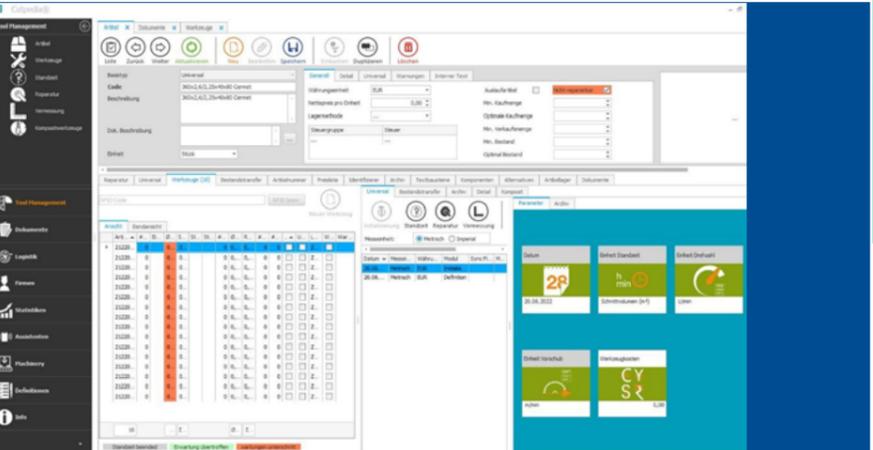
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägeblatt-Bestandsverwaltung

Einbuchung Werkzeug



6.12.22

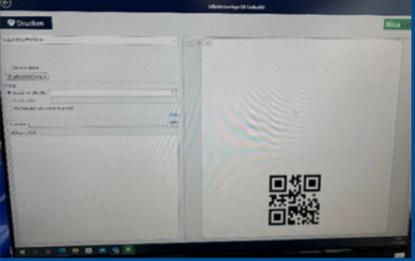
11 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägeblatt-Labeling



Generieren Barcode



Labeldruck Barcode



Verwaltung Lagerbestand und Einlesen an der Maschine

6.12.22

10 / 24

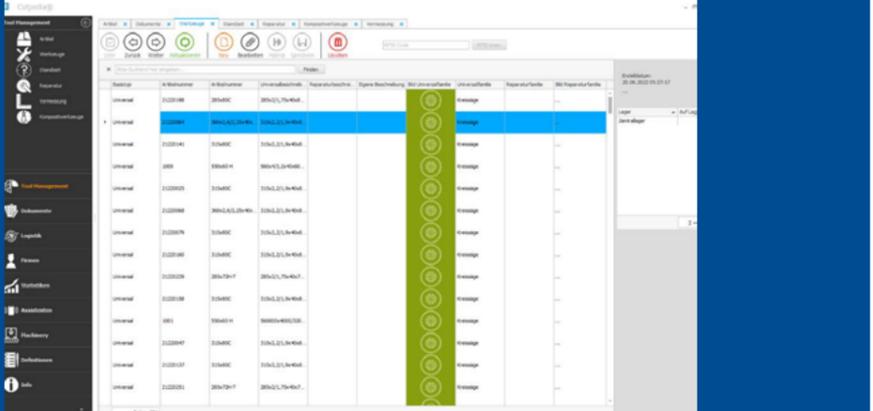
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägeblatt-Bestandsverwaltung

Werkzeugverwaltung Lager



6.12.22

12 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Sägeblatt-Bestandsverwaltung

Lagerbestand Sägeblätter gesamt:

6.12.22

13 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Maschinenzustandsübersicht

MASCHINE	AUFTRAGSDATEN
Typ: XMALS 5000	Auftragsnummer: 34562.234.557.HB
Standort: ALB 2/13	Auftragsfortschritt: 400 / 3.500 (11%)
Betrieb: NEIN	Start Auftrag: 24.11.2020 14:30 Uhr
Schnittgeschw.: 51,9 m/s	Ende Auftrag: 24.11.2020 17:45 Uhr
Vorschub: 0,04 m/min	Verantwortlicher: Meister Schulz
KSS/MMS: AUS	
Maschinenleist.: 24 kW	

WERKZEUG	SERVICE
Werkzeug-ID: 782.ERF.374	Wartung Status: ●
Durchmesser: 550 mm	Service Status: ●
Betriebszeit: 43 h	Reinigung Status: ●
Anzahl Zähne: 108	Spänebehälter Status: ●
Schnittleistung: 25 m ²	

6.12.22

15 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Produktionsübersicht Maschinen

Maschine	Status
Maschine 1	Red
Maschine 2	Green
Maschine 3	Yellow
Maschine 4	Blue
Maschine 5	Red
Maschine 6	Red
Maschine 7	Red
Maschine 8	Red
Maschine 9	Red
Maschine 10	Red
Maschine 11	Red
Maschine 12	Red
Maschine 13	Red
Maschine 14	Red

6.12.22

14 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Maschinenleistungsdaten

Parameter	Value
Schnittgeschw.	51,9 m/s
Vorschub	0,04 m/min
Vorschubdruck	0,7 bar
Umdrehung	200 min ⁻¹
Temperatur	60,6 °C
Maschinenleist.	24 kW
Bandverlauf	+2mm
Schall	80 db(A)
Durchfluss	20 St./min
KSS/MMS	AUS

6.12.22

16 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Maschinendaten - Werkzeugauswahl

Maschinendaten

Material: Drop-Down Feld | Länge Zuschnitt: 906 mm
 Vorschub: 90 % (0,04 m/min) | Stückzahl Gesamt: 450
 Schnittgeschwindigkeit: 100 % (51,9 m/s) | Anschnitt: 30 mm
 Länge Ausgangsmaterial: 12060 mm | Ø Material: 50 mm

Material	Anwendungsdaten		Optimale Verzahnung									
	min-1	Vorschub pro Zahn	Ø 30 mm	Ø 35 mm	Ø 40 mm	Ø 45 mm	Ø 50 mm	Ø 55 mm	Ø 60 mm	Ø 65 mm	Ø 70 mm	Ø 75 mm
20CrMo5mod.	120	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
20MoCr4	110	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
23MnCrMo5	110	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
25MoCr4	100	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
30MnVS6	100	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
34MnCrMo64	100	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
38MnVS6	110	0,06	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
70MnVs4	110	0,06	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
C50E2	100	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
C50R	130	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
C70S6	100	0,06	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60
CFS3	120	0,07	80	80	80	80	60	60	60	60	60	60

6.12.22

17 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Werkzeugwechsel-Buchung

WERKZEUGWECHSEL BUCHEN

Name: Bediener 1
 Datum: 05.09.2022
 Uhrzeit: 15:34 Uhr
 Altes Sägeblatt: [ist bereits in Maschine gebucht]
 Neues Sägeblatt: WKZ-ID
 Betriebszeit: 12 h
 Schnittleistung: 14 m²
 Austauschgrund: Drop-Down Feld
 Anmerkungen:

EINGABEN BUCHEN | ANLEITUNG | ABRUCH

6.12.22

19 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Werkzeugdaten

Ebene 1.2 – Werkzeug (V1) Werker

Werkzeug ID 782.ERF.374

Status: ●

Standort:	Lager L04	Blattstärke:	7 mm
Lagerbestand:	32 Stk	Bohrung:	80 mm
Einsatz für:	Stahl	Typenbez.:	Rund_Typ214
Hersteller:	Koblenz	Anzahl Zähne:	108
Durchmesser:	Ø 330 mm	Max. rpm:	10.000
Schnittbreite:	4 mm		

Betriebszeit: 32 h
 Verschleiß: 17%
 Umdrehung: 200 min⁻¹
 Schnittleistung: 75 m²

WERKZEUGWECHSEL

6.12.22

18 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER H+B Gruppe

Auftragsstatus

Auftrag Nr. 34562.234.557.HB

Auftragsstandort:	XMALS 5000
Auftragsfortschritt:	8.530 / 15.000 (57%)
Start Auftrag:	24.11.2020 14:30 Uhr
Ende Auftrag:	24.11.2020 17:45 Uhr
Verantwortlich:	Meister Schulz

AUFTRAG EINSEHEN

Anzahl Schnitte IST / SOLL:	8530 / 15000	57%
Gesägte Fläche:	45 m²	57%
Maschinenleistung:	15 kW	
Taktzeit:	15 s/Stück	
Stromverbrauch / Stück:	0,25 kWh	

6.12.22

20 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER Gruppe

Service-Nachweis-Buchung

REINIGUNG BUCHEN

Name: Bediener 1
 Datum: 05.01.2021
 Uhrzeit: 15:34 Uhr

Inhalt:

- Anlage außen säubern
- Förderband säubern
- Materialzuführung säubern
- Spänereste Maschine/Behälter entfernen

Anmerkungen: Reiniger VZ4000 gegen Reiniger TZ50 ersetzt

EINGABEN BUCHEN
ANLEITUNG
ABBRUCH

6.12.22

21 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER Gruppe

Projekt i4KMU – Ergebnisse des Projektes

- Konzeption einer intuitiven GUI für die Sägen- und Werkzeugverwaltung,
- Ausrüstung der Maschinen mit Schnittstellen und zusätzlicher Sensorik,
- Aufzeichnung der Daten außerhalb der Maschinensteuerungen,
- Auswertung der Daten, Ergebnisinterpretation und Ableitung von Maßnahmen (Reduzierung Werkzeugverschleiß, Ermittlung und Überwachung des Energieverbrauchs, etc.),
- Digitalisierte Werkzeugverwaltung, Werkzeugverbrauchsverbuchung, automatisierter Nachschärf-Anforderungs-Prozess (Dash-Button).

6.12.22

23 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER Gruppe

Qualitätskontrolle digital

Prüfbericht DE

Güte: _____
 Abmess.: _____
 Charge: _____

Vorgabe:

- Länge in mm: _____ Tol: _____
- Gewicht in Gramm: _____ Tol: _____

Säge	LT Nr.	Masseingabe			Name	Geprüfte Teile pro Behälter Toleranzeingabe 1											Datum							
		1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16					
XMALLS 5000																								

EINGABEN BUCHEN

6.12.22

22 / 24

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

KMU

HEINE+BEISSWENGER Gruppe

Projekt i4KMU – Fazit aus dem Projekt

„Das Projekt hat gezeigt, welche wertvollen Erkenntnisse durch die Digitalisierung im Anarbeitungsprozess gewonnen werden können. Dadurch ergibt sich erhebliches Verbesserungspotential durch einen schnellen Zugriff auf archivierte Daten, Transparenz im Produktionsprozess und Kostenreduzierungseffekte durch Optimierung der technischen Parameter.“

Diese Möglichkeit wurde durch das Projekt i4KMU geschaffen. Ein Dank geht an dieser Stelle an das Bundesministerium für Bildung und Forschung und an das PTKA Projektträger Karlsruhe für die Förderung des Projektes. Wir werden die Ergebnisse weiter verfolgen und in jedem Fall in Zukunft weiter daran arbeiten.“

M. Heine

6.12.22

24 / 24

Digitale KMU-gerechte Geschäftsmodelle für Stahlhandelsunternehmen

Stephan Neubauer, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Wir produzieren Zukunft

Agenda

1. Motivation und Einordnung von datengetriebenen Geschäftsmodellen
2. Vorgehen im Projekt I4KMU
3. Erkenntnisse aus dem Projekt

Seite

Offen

Potential datengetriebener Geschäftsmodelle

Erlössteigerung durch Serviceorientierung

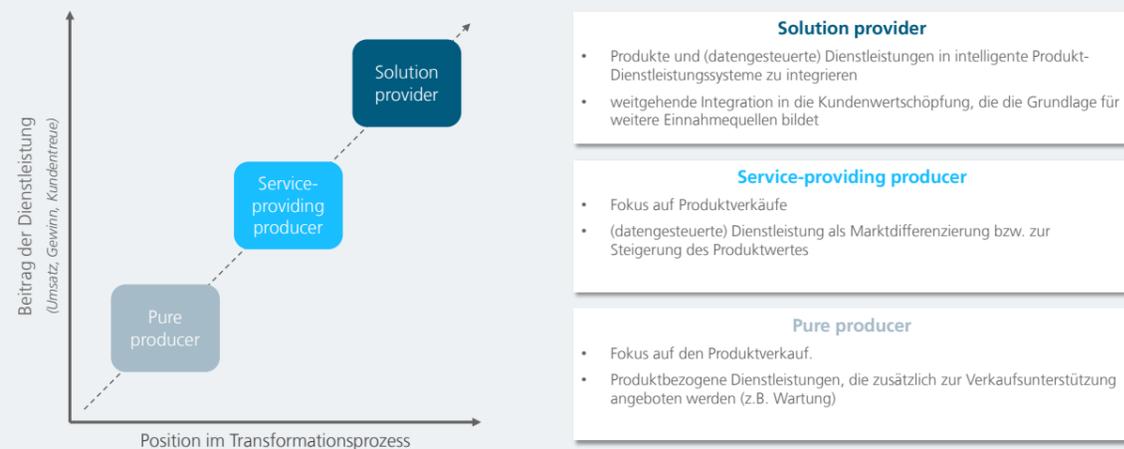


Seite

Offen

Kategorisierung datengetriebener Geschäftsmodelle

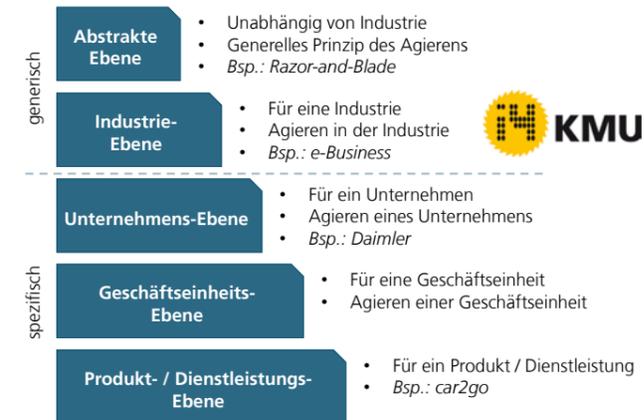
Traditionelle Hersteller können sich durch die Digitalisierung in Dienstleistungsanbieter verwandeln und neue Einnahmequellen erschließen - Referenzmodell



Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell beschreibt die Grundlogik des Wirtschaftens anschaulich in einem Rahmenkonzept

Geschäftsmodell-Ebenen



Betrachtung von Geschäftsmodellen auf verschiedenen Ebenen:

- Ermöglicht es analysierte Geschäftsmodelle entsprechend zuzuordnen
- Unterstützt die Ideen-Generierung durch Abgrenzung und Übertragung zwischen den Ebenen

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell beschreibt die Grundlogik des Wirtschaftens anschaulich in einem Rahmenkonzept

Geschäftsmodell-Dimensionen und -Elemente

Dimensionen	Leitfragen	Elemente
Kunden	Für wen werden die Leistungen erbracht?	Kundensegmente, Kundenkanäle, Kundenbeziehungen
Nutzen	Was wird den Kunden angeboten?	Leistungen, Nutzen
Wertschöpfung	Wie werden die Leistungen erstellt?	Ressourcen, Fähigkeiten, Prozesse
Partner	Mit wem wird kooperiert?	Partner, Partnerkanäle, Partnerbeziehungen
Finanzen	Wodurch entstehen Kosten und womit werden Umsätze erzielt?	Umsätze, Kosten

Betrachtung von Geschäftsmodellen in fünf Dimensionen:

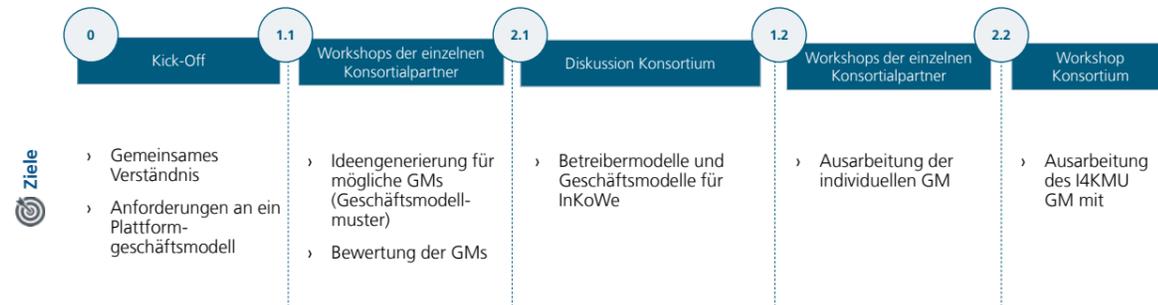
- Reduzierung der Komplexität (z.B. vom Metamodell)
- Systematischer Aufbau für gute Handhabbarkeit

Agenda

- Motivation und Einordnung von datengetriebenen Geschäftsmodellen
- Vorgehen im Projekt I4KMU
- Erkenntnisse aus dem Projekt

Vorgehen bei der Geschäftsmodellentwicklung

Wechselseitige Workshops für Einzel- und Gesamtgeschäftsmodell



Seite

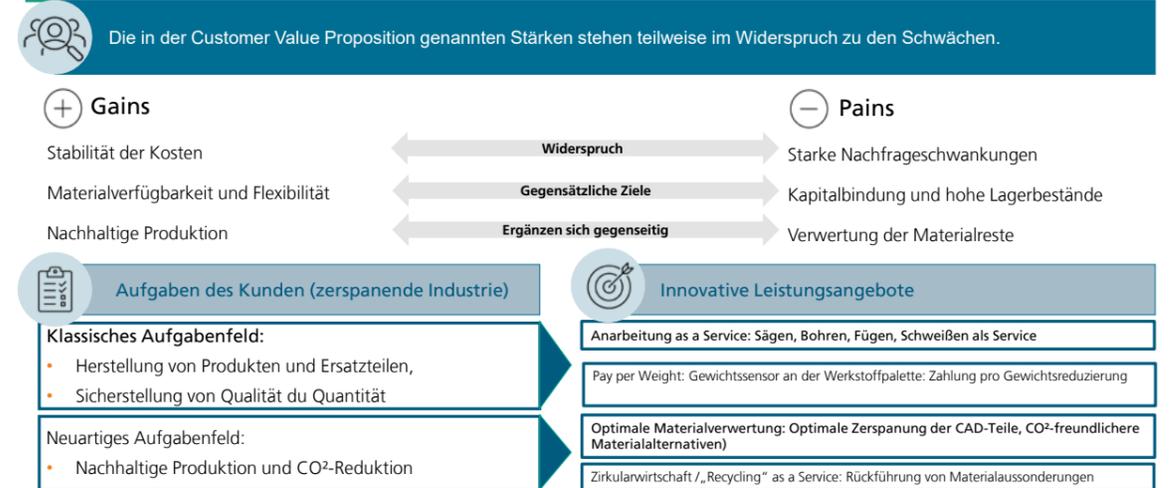
Industrie 4.0 - Kollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken (InKoWe)

Offen



Erkenntnisse aus dem Workshop

Anforderungen an die Einzelservices



Seite

Offen



Agenda

1. Motivation und Einordnung von datengetriebenen Geschäftsmodellen
2. Vorgehen im Projekt I4KMU
3. Erkenntnisse aus dem Projekt

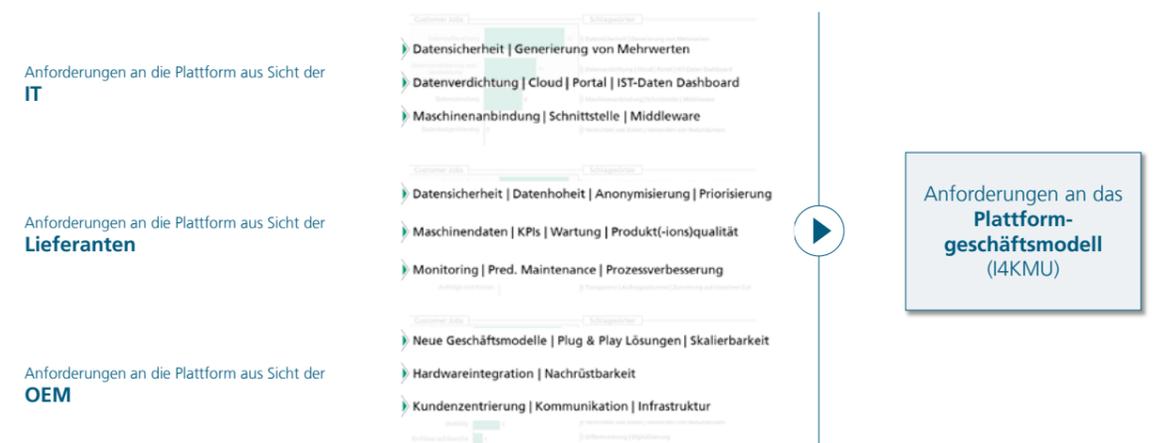
Seite

Offen



Erkenntnisse aus dem Workshop

Anforderungen an die „Plattform“



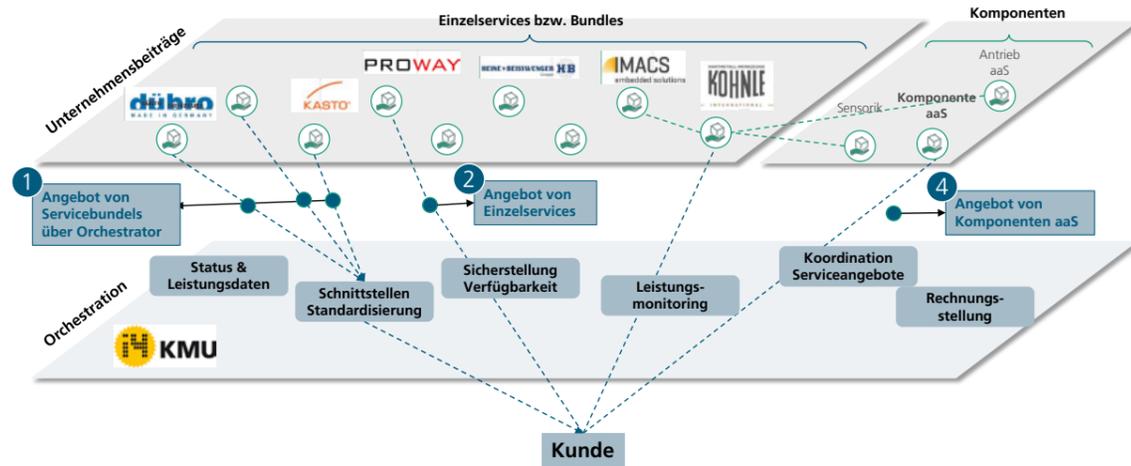
Seite

Offen



Erkenntnisse aus dem Workshop

Ebenenmodell der „Plattform“



Seite

Offen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Nächste Schritte

Easy2IOT

+ Ansprechpartner

Seite

Offen

Datenanalyse, -aufbereitung und -darstellung von Sägeprozessen als Basis für optimierte Trennprozesse

Andreas Lucks, Lucon GmbH

Lucon GmbH

- Softwarehaus
- Schwerpunkt ist die Entwicklung und der Betrieb von IoT Portalen
- Lucon IoT Hub als Standard-Cloud-Lösung
- Entwicklung Individualsoftware
- Referenzen, Auszug



Systemarchitektur i4KMU

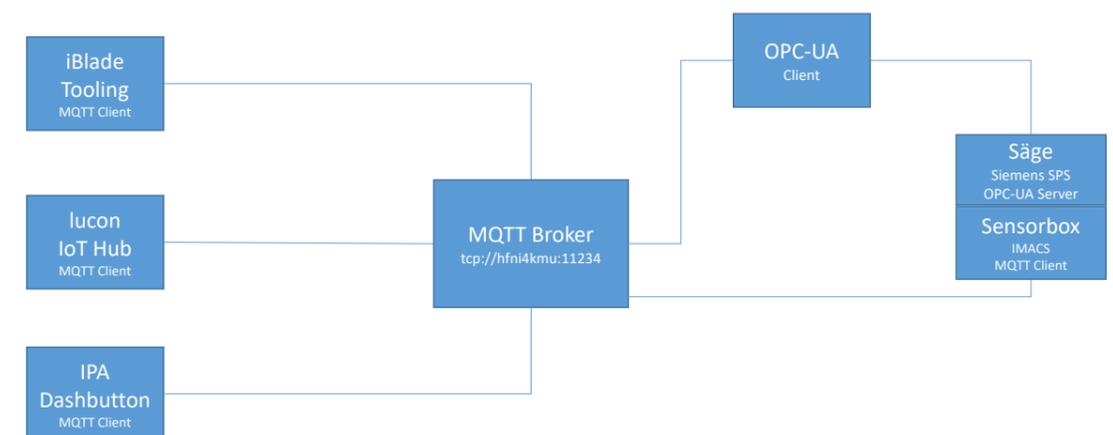
BETREUT VOM



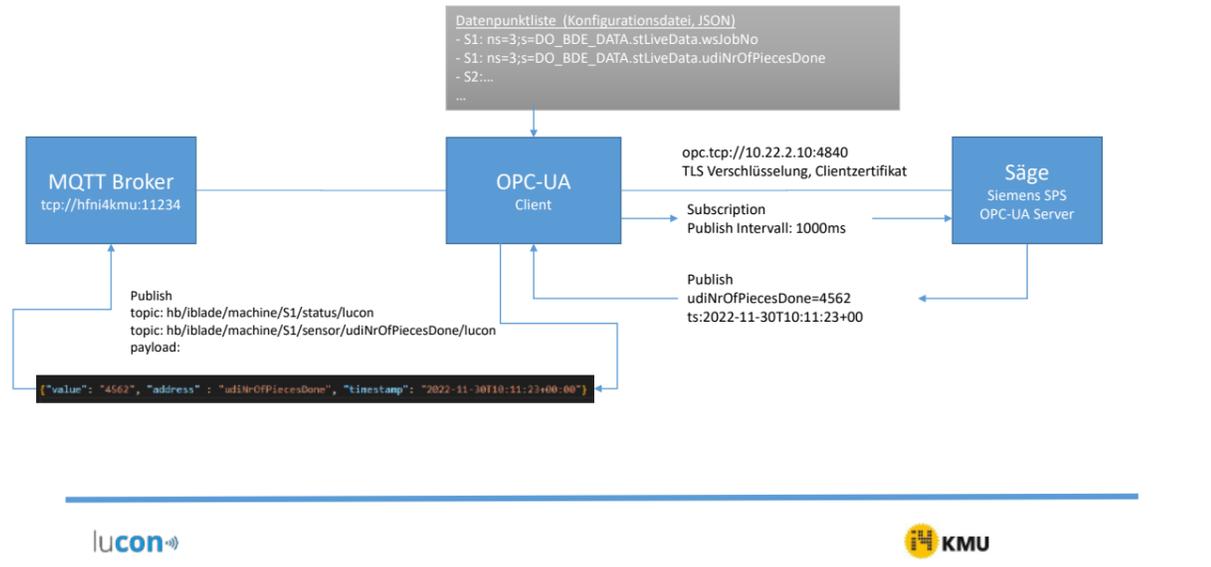
GEFÖRDERT VOM



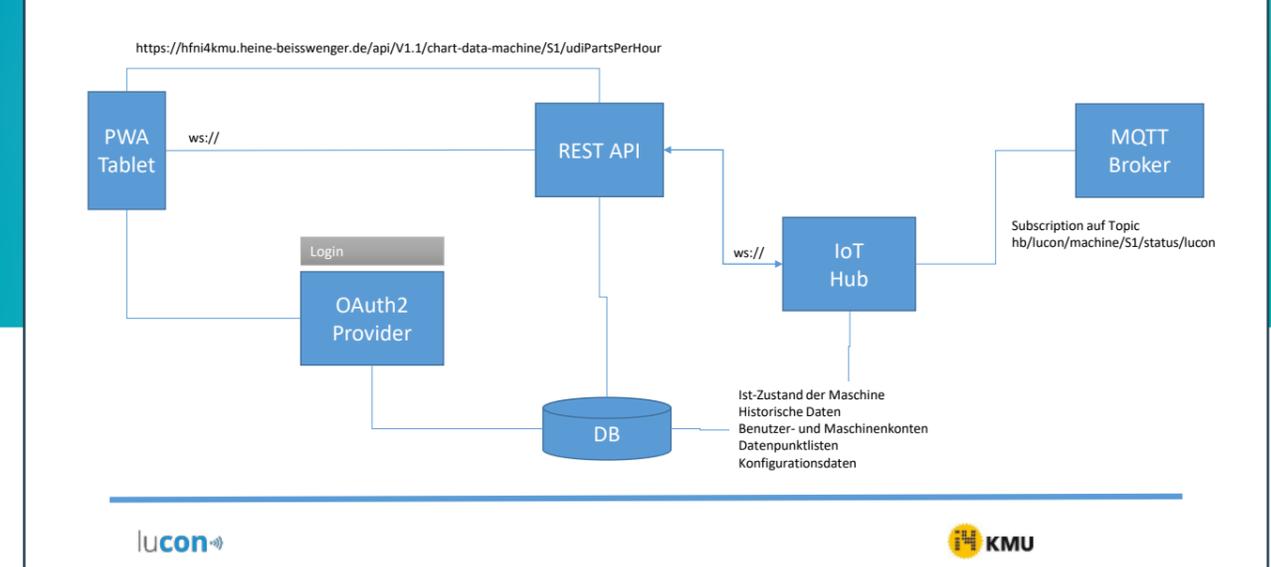
Übersicht Architektur



OPC-UA

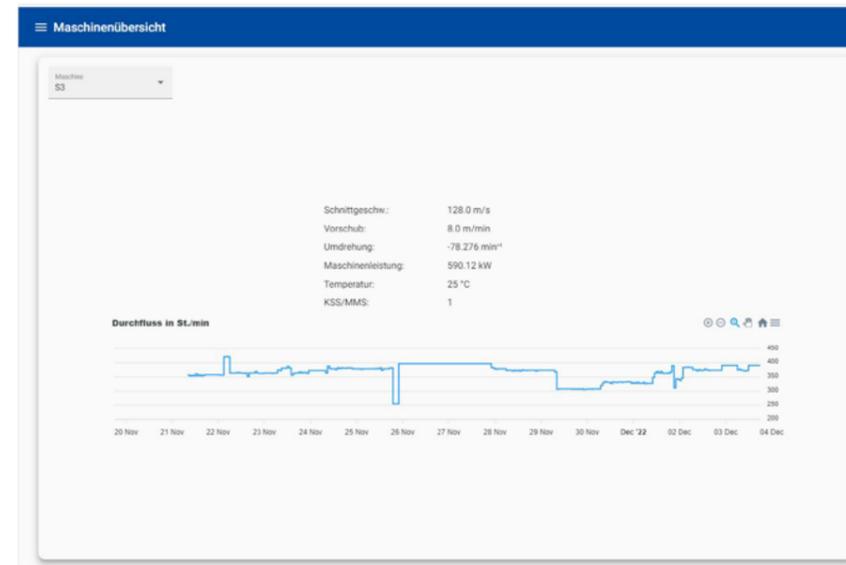


lucon IoT Hub

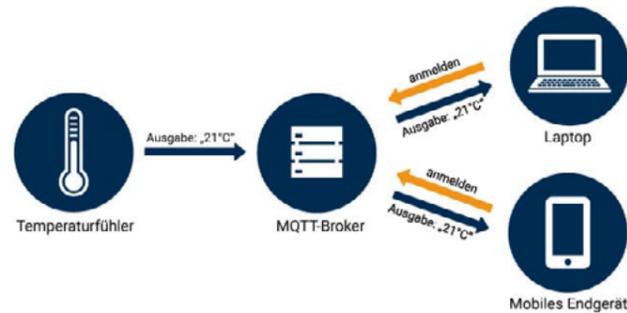


OPC Unified Architecture

- Entwickelt von der OPC Foundation, ein globales Industriekonsortium (500 Mitgliedsfirmen)
- Löst den veralteten Standard basierend auf COM/DCOM ab.
- OPC UA ist das Industrieprotokoll der Zukunft, zumindest für den deutschen und europäischen Markt.
- Herstellerunabhängig und plattformneutral.
- Es definiert einheitliche Schnittstellen, wie man auf Daten und Anwendungen zugreift.
- Die Standardisierung sorgt für ein hohes Maß an Interoperabilität zwischen verschiedenen Anwendungen und Herstellern
- Industrie 4.0 und Digitalisierung erfordern eine starke Vernetzung und OPC UA ermöglicht genau das
- IT Security ist Teil des OPC-UA-Standards, hierfür wurde eigens ein Security Layer spezifiziert. Authentifizierung und Verschlüsselung ist im Design berücksichtigt



Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)



MQTT Broker

- Der **MQTT-Broker** steht im Mittelpunkt jedes Publish / Subscribe-Protokolls
- Kann bis zu Tausende gleichzeitig verbundene MQTT Client verwalten
- Ist die zentrale Datendrehscheibe (empfangen, filtern, transformieren verteilen)
- Übernimmt die Aufgabe der Authentifizierung und Autorisierung
- Ausfallsicherheit und Skalierbarkeit müssen bedacht werden

MQTT Eigenschaften

- Leichtgewichtiges Messaging-Protokoll
- Anforderungen an Systemressourcen gering (Raspberry Pi)
- Im IoT Bereich sehr beliebt
- Unterstützt verschiedene sogenannte Servicequalitätslevel
 - Einsatz abhängig von der Stabilität des Netzwerks
 - Legt fest, ob Nachrichten höchstens einmal (QoS = 0), mindestens einmal (QoS = 1) oder exakt einmal (QoS = 2) übertragen werden
- Extrem effizient, da Binärformat, ermöglicht kompakte Übertragung
- Sessions ermöglichen das Zwischenspeichern von Daten, falls ein Client temporär offline geht

MQTT 5

- Im Jahr 2019 veröffentlicht
- Nachfolgerversion von MQTT 3.1.1
- Shared Subscriptions
 - Subscriber eines Topics können sich das Topic „teilen“.
 - Ermöglicht Lastverteilung durch mehrere Client
- Session Expiry
 - MQTT 3.1.1 keine Möglichkeit vor, einen Ablaufzeitpunkt für Sessions zu definieren
 - Problem bei vielen veralteten Verbindungen
- Message Expiry
- Request/Response-Funktionalität
- Client- und serverseitige Angabe der maximalen Größe von Nachrichten
- Erweiterte Mechanismen zur Authentifizierung

Massendatenhaltung - Partitionierung

- In diesem Projekt insbesondere bei Zeitreihen relevant
- Hohe Abtastraten bei vielen Datenpunkten erzeugen eine große Zahl an Datensätzen in kurzer Zeit
- Anzahl Datensätze (Messwerte) geht schnell in die Milliarden
- Stellt hohe Herausforderung an die Datenhaltung und -sicherung
- Partitionierung der Daten zwingend erforderlich
- CRUD Operationen bei großen Tabellen (ohne Partitionierung) können ressourcenintensiv sein und zu langsamen Abfragen und sich gegenseitig blockierenden Prozessen führen.
- SQL Server unterstützt Table-Partitioning
 - Organisiert die Daten jeweils in sich abgeschlossene Verwaltungseinheiten
 - Muss aktiv implementiert werden
 - Auswahl eines geeigneten Partition-Keys, z.B. Stunden oder -tagesintervalle
 - Das Löschen einer Partition ist nur eine simple Metadaten-Operation, das Löschen von tausenden Datensätzen aus einer großen Tabelle dagegen sehr ressourcenintensiv
 - Fragmentierung nach Inserts oder Updates beschränkt sich immer auf die jeweilige Partition. Das wiederum vereinfacht regelmäßige Wartungsaufgaben an der Datenbank.
 - Partitionen mit älteren Daten können günstig archiviert werden

lucon

KMU

Technologie-Stack lucon IoT Hub

- Backend
 - Datenbank SQL Server
 - Services in .NET Core
 - Plattformübergreifende [Open Source Entwicklerplattform](#)
 - Breite Unterstützung von App-Typen (Cloud, Desktop, Dienste)
 - Programmiersprache in C#
 - Services kommunizieren über Service-Bus
 - Hosting als App-Service in Azure oder in VM onPrem oder Azure-VM
- Frontend
 - Angular (Web Entwicklungsframework für SPAs und PWAs)
 - Läuft in gängigen Webbrowsern
 - TypeScript (streng typisierte Programmiersprache basierend auf JavaScript)
 - Bibliotheken von Drittherstellern
 - Highcharts für Trenddarstellungen
 - Google Maps
 - Zeitzone-Umrechnung

lucon

KMU



Projekt- & Ansprechpartner

BETREUT VOM



Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen
www.ptka.kit.edu

Thomas Rosenbusch
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
 Projektmanagement im Bereich Forschungsförderung (Produktionslogistik, Robotik, KMU)
 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu
 Telefon: +49 721 608-25273



BDS AG - Bundesverband Deutscher Stahlhandel
 Wiesenstraße 21
 40549 Düsseldorf
www.stahlhandel.com

Jörg Feger
 Prokurist, Bereichsleiter Research
 E-Mail: feger-bds@stahlhandel.com
 Telefon: +49 (0) 211 – 86497-26



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
 Nobelstraße 12
 70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Dr. Christoph Birenbaum
 Gruppenleiter Fertigungssysteme
 E-Mail: christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de
 Telefon: +49 711 970-1536

Stephan Nebauer
 Unternehmens- und Produktionsstrategie
 E-Mail: stephan.nebauer@ipa.fraunhofer.de
 Telefon: +49 711 970-1291



IMACS GmbH
 Alfred-Nobel-Straße 2
 55411 Bingen am Rhein
www.imacs-gmbh.com

Andreas Foltinek
 Geschäftsführer
 Leitung Vertrieb, Produktstrategie
 E-Mail: andreas.foltinek@imacs-gmbh.de
 Telefon: +49 6721 48035-31



lucon GmbH
 Nicolaus-Augustin-Str. 10
 49716 Meppen
www.lucon-systems.de

Andreas Lucks
 Geschäftsführer
 E-Mail: andreas.lucks@lucon.biz
 Telefon: +49 5931 845-166



KOHNLE GmbH Hartmetall-Werkzeug-Fabrik
 Aiblinger Straße 36
 D-83059 Kolbermoor
www.kohnle.net

Michael Kohnle
 Geschäftsführer
 E-Mail: info@kohnle.net
 Telefon: +49 80 31 29 66-0



Dübro Werkzeug GmbH
 Gutenbergstrasse 16
 72175 Dornhan
duebro.de

Andrea Dürr
 Geschäftsführerin
 E-Mail: info@duebro.de
 Telefon: +49 7455 93 84 0


Proway RST GmbH

Carl-Zeiss-Straße 51
85521 München-Hohenbrunn
www.proway.de

Proway GmbH
Ingeborg-Bachmann-Straße 71-73
89134 Blaustein

Dr. Bernd Binder

Bereichsleiter
E-Mail: b.binder@proway.de
Telefon: +49 731 550198-68


KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG

Industriestr. 14
77855 Achern
www.kasto.com

Marvin Tritt

Softwareentwickler
E-Mail: marvin.tritt@kasto.com
Telefon: +49 7841 61-0


Ernst-Abbe-Hochschule Jena

Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
www.eah-jena.de

M. Sc. Maximilian Dietsch

Fachgruppenleiter AG Montagetechnik
E-Mail: maximilian.dietsch@eah-jena.de
Telefon: +49 3641 205685


Heine + Beisswenger Stiftung + Co. KG

Höhenstrasse 22
70736 Fellbach
www.heinestahl.de

Matthias Heine

Vorstand
E-Mail: matthias.Heine@heine-beisswenger.de
Telefon: +49 711 5854 230

Impressum & Bildrechte

IMPRESSUM
Herausgeber

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Deutschland

Erscheinungsjahr 2023

DOI [10.24406/publica-879](https://doi.org/10.24406/publica-879)

Ansprechpartner

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Dr. Christoph Birenbaum
Gruppenleiter Fertigungssysteme
E-Mail: christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de
Telefon: +49 711 970-1536

Referenten/Autoren

Thomas Rosenbusch | Projektträger Karlsruhe (PTKA),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Jörg Feger | BDS AG - Bundesverband Deutscher Stahlhandel
Dr. Christoph Birenbaum | Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Stephan Nebauer | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Andreas Foltinek | IMACS GmbH
Andreas Lucks | Lucon GmbH
Andrea Dürr | dübro Werkzeug GmbH
Michael Kohnle | KOHNLE GmbH Hartmetall-Werkzeug-Fabrik
Dr. Bernd Binder | Proway GmbH
Marvin Tritt | KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG
M. Sc. Maximilian Dietsch | Ernst-Abbe-Hochschule Jena
Matthias Heine | Heine + Beisswenger Stiftung + Co. KG

BILDER

Die Bildrechte aller Bilder, die in den Abschluss-
präsentationen verwendet wurden, liegen bei
den jeweiligen Unternehmen.

Die Bildrechte für verwendete Logos liegen eben-
falls beim jeweiligen Unternehmen.

Das Bildrecht für das Titelbild und das Bild auf
Seite 101 liegt bei Fraunhofer IPA.

Eine Weiterverwendung ohne vorherigen Geneh-
migung ist nicht erlaubt.



Der vorliegende Abschlussbericht steht unter
folgender Creative-Commons-Lizenz:
Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine
Bearbeitungen 4.0 International
(CC BY-NC-ND 4.0)



Kontakt

Dr. Christoph Birenbaum
Gruppenleiter Fertigungssysteme
Tel. +49 711 970-1536
christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik
und Automatisierung IPA
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de