



EKPLO: Produktionsfeinplanung in KMU - Das Forschungsprojekt -

IHK Siegen, 20.02.2018



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Dipl.-Wirt.-Inf. Christoph Kotthaus

- 2002 – 2007: Ausbildung Industriekaufmann und anschl. Tätigkeit als IT-Administrator (Hotset GmbH, Lüdenscheid)  hotset
- 2007 – 2012: Studium Wirtschaftsinformatik (Siegen, Newcastle (AUS))  
- 2012 – 2015: IT-Projektmanager (Vossloh AG, Werdohl) **vossloh**
- 2015 – heute: Doktorand (Institut für Wirtschaftsinformatik, Uni Siegen) 
- Seit 2016: Teilprojektmanager und Konsortialleiter Projekt **EKPL** 
- Forschungsfokus:
 - Gestaltung und Aneignung kooperativer Hard- und Softwaresysteme
 - Mensch-Maschine Interaktion, Wissensmanagement
 - Nutzer-zentrierte Technikentwicklung
 - Persuasive System Design



Projektziel

Potenziale von Computer-
unterstützten Scheduling-Verfahren
für KMU in NRW leichter zugänglich
machen.

Projektziel

Partizipative Gestaltung eines
Mensch-zentrierten
Assistenzsystems für die
Produktionsfeinplanung.

CSCW
 Professur für CSCW und Soziale Medien der Universität Siegen

MIS
 Department of Management Information Science der Universität Siegen

SMI
 Siegener Mittelstandsinstitut der Universität Siegen

ALU
 ALU-Technik Attendorn GmbH

AVENTUM
 AVENTUM GmbH

BILSING
 Bilsing Automation GmbH

TESYO
 tesyo technologies GmbH

Assoziierte Partner

QOSIT
 QOSIT Softwaretechnik GmbH

CPS.HUB
 CPS.HUB/NRW

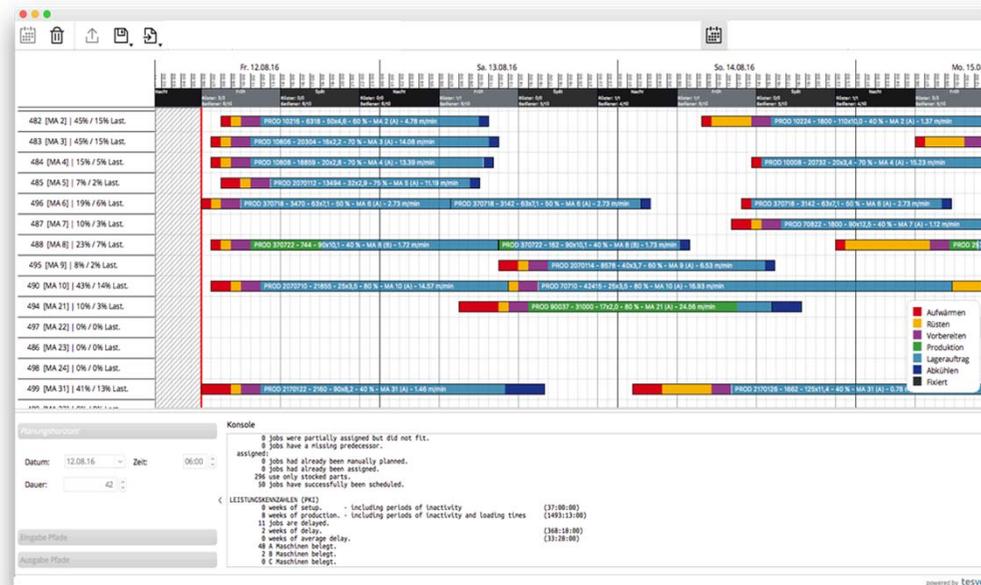
HUECK Extrusion
 HUECK Extrusion GmbH & Co. KG

Richter Leiterplatten
 Richter Elektronik GmbH

SLAWINSKI
 Slawinski & Co. GmbH

Advanced Planning & Scheduling (APS)

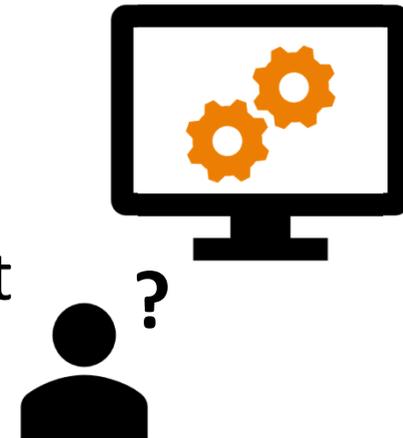
- Feinplanung der Produktionsressourcen
- Generierung eines „optimalen“ Arbeitsplans



Grundproblematiken

- Berechnungen von APS-Algorithmen intransparent
- Ergebnisse weichen von eigenen Überlegungen der Beschäftigten ab
- Stamm- und Prozessdaten oft unzureichend
- Fehler im Ergebnis werden dem Programm angelastet
- Kommunikationsbarrieren zwischen Abteilungen

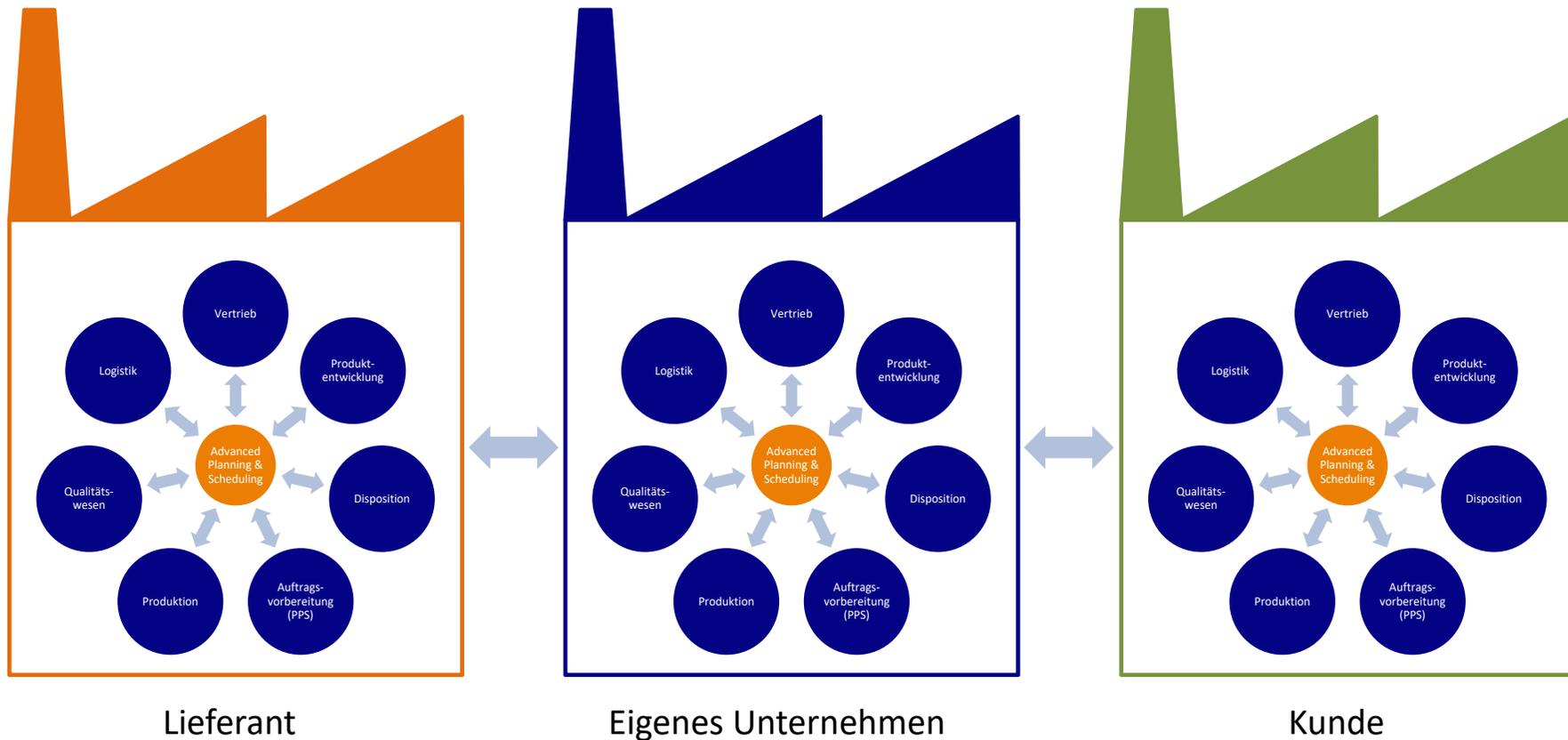
→ **Mangelndes Vertrauen in APS-Software**



Innerbetriebliche Wertschöpfungskette



Überbetriebliche Wertschöpfungskette



Lösungsansätze

Algorithmen-
visualisierung



ns Visualization and Education Software

Extras Hilfe

Kanten- und Knotengewichteter $(c(e), b(v))$, jeweils nicht negativ), ungerichteter Graph K_n , ein Start-Knoten v_s und eine Lieferkapazität $b_{\max} \geq \max(b(v))$.

Graph

$r := (v_s, v_1, v_n, v_2, v_n, \dots)$ mit $v_i \in V, i = 1, 2, \dots, n-1$ (Pendeltouren). Berechne für Knotenpaar $v_i, v_j \in V \setminus \{v_s\}$ die "Savings":
 $s_{ij} := c(v_s, v_i) + c(v_s, v_j) - c(v_i, v_j)$. Sortiere Knotenpaare mit positivem Savingswert steigend nach ihrem Savingswert in einer Liste.

edes Knotenpaar v_i, v_j aus der Liste: wenn in r noch die Kanten (v_s, v_i) (bzw. (v_s, v_j)) und (v_i, v_j) (bzw. (v_j, v_i)) enthalten sind, und v_i und v_j Elemente unterschiedlicher Touren sind, dann füge entsprechende disjunkte Kreise aus r entfernt zu einer neuen Tour r' zusammen, so dass die beiden genannten Kanten durch (v_i, v_j) ersetzt werden. Erfüllt der so entstehende Tourenplan r' die Lieferbedingung, so setze $r := r'$.

gerichteten Kanten die Laufrichtung des Weges an
 Kreis r
 Kanten des Graphen
 v_i, v_j
 durch (v_i, v_j) ersetzt werden
 Kanten (v_i, v_j) (bzw. (v_j, v_i)) und (v_i, v_j) (bzw. (v_j, v_i)) ersetzen

Kreis r
 $r = (a, b, a, c, a, d, f, a, e, a)$

Kreis r'
 $r' = (a, b, c, a, d, f, a, e, a)$

Liste

v_i	v_j	$sav(v_i, v_j)$
d	f	8
b	c	6
b	d	6
b	f	5
e	f	4
d	e	2
c	d	1
c	f	1

Savings

v_i	v_j	$sav(v_i, v_j)$
b	c	6
b	d	6
b	e	-2
b	f	5
c	d	1
c	e	-2
c	f	1
d	e	2
d	f	8
e	f	4

enen Kreis mit geringer Länge, der alle Knoten des Graphen enthält und der in disjunkte Kreise zerlegt werden kann, die die Lieferbedingung er ... Savings-Verfahren Tourenplanungsprobleme

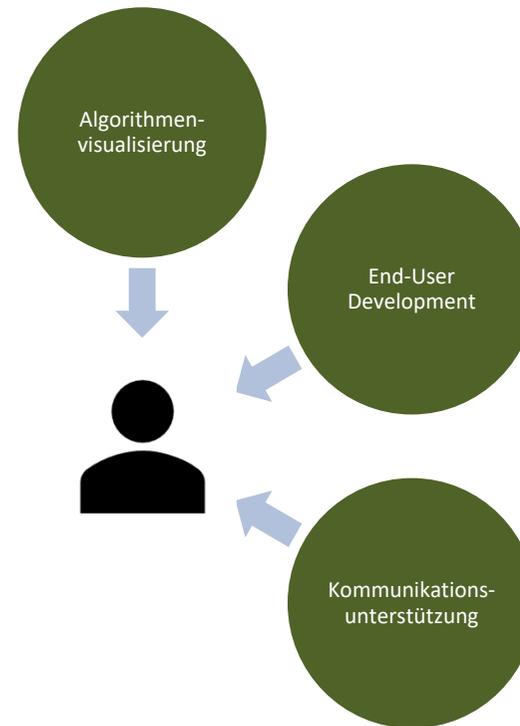
Lösungsansätze

“End-user development is a set of methods, techniques and tools that allow users of software systems, who are acting as non-professional software developers, at some point to create, modify, or extend a software artifact”

(Lieberman et al. 2006)

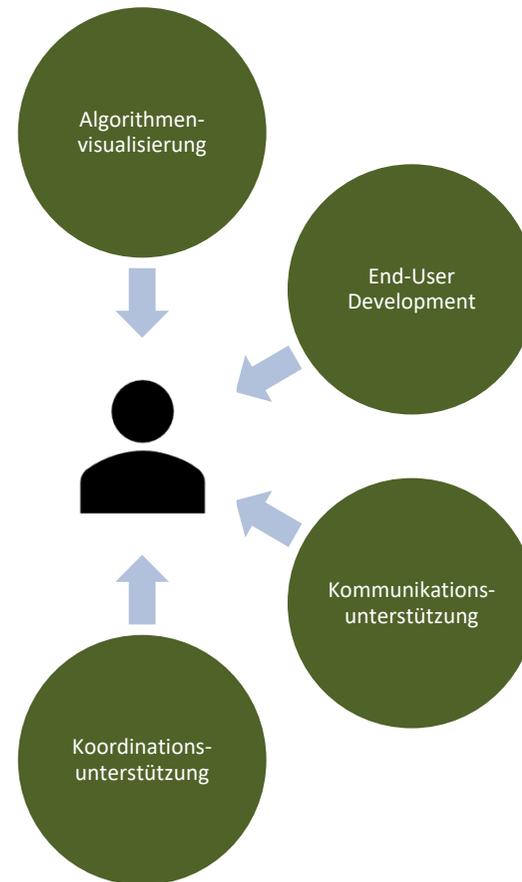


Lösungsansätze



Lösungsansätze

linkedin.com/pulse

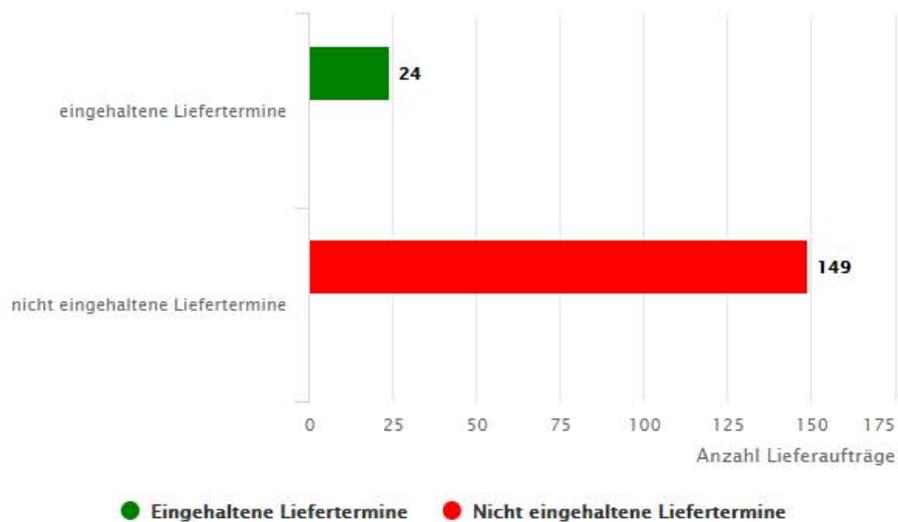


Beispiel: Lieferbereitschaftsgrad im Vergleich



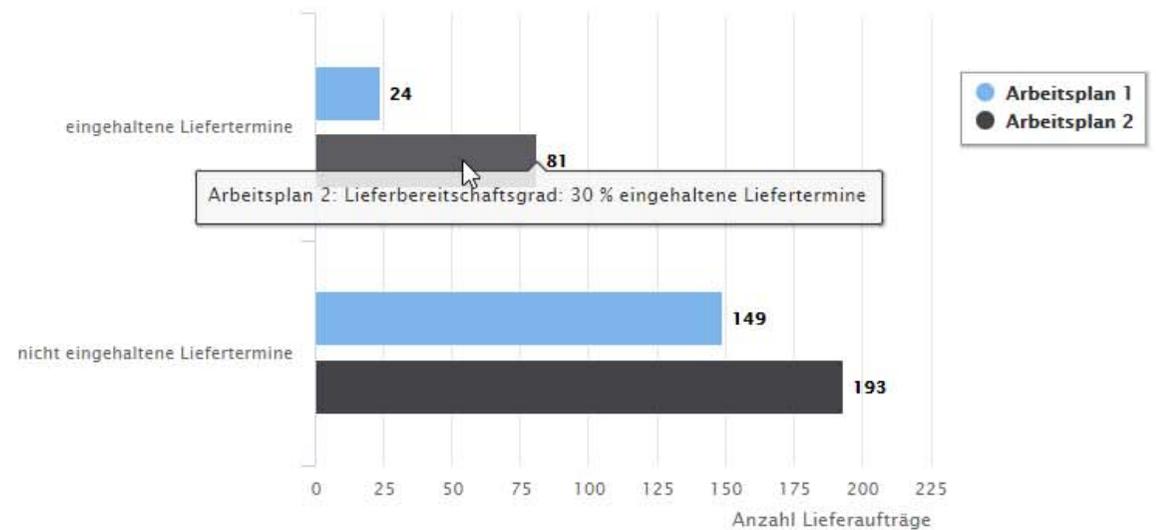
Liefertermintreue (Statistik)

Statistik über Liefertermintreue



Liefertermintreue (Vergleich)

Liefertermintreue (Vergleich)



Beispiel: Übersicht Fertigungsaufträge

Verspätung gesamt
und je Arbeitsgang

Liefertermintreue (Übersicht)

Drucken

PDF herunterladen

10

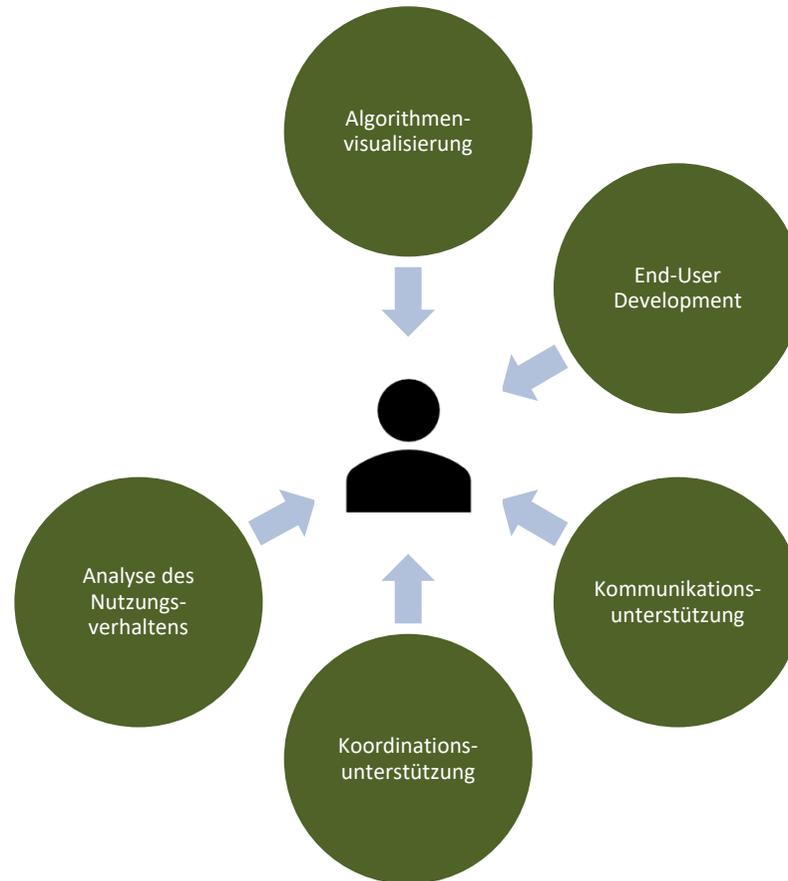
suchen...

Fertigungsauftrag	Arbeitsschritt	Maschine	Mitarbeiter	Startdatum	Enddatum	Fälligkeitsdatum	Status	Bemerkung
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	Yalcin Senguen	2017-09-06 05:00:00	2017-09-06 06:35:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-05 06:15:00	2017-09-05 06:55:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-05 13:30:00	2017-09-05 18:00:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-05 18:00:00	2017-09-05 22:00:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-05 22:00:00	2017-09-06 05:00:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
123_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-06 05:00:00	2017-09-06 06:35:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
124_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Presse Richter (blau)	PAUSE	2017-09-06 13:30:00	2017-09-06 20:05:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	2 Tag(e) zu spät fertig
125_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	trowalisieren P+E	PAUSE	2017-09-08 13:00:00	2017-09-11 13:00:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	7 Tag(e) zu spät fertig
126_CO KW:36 L462 ~ PROD L4620	production	Aufweitmaschine	PAUSE	2017-09-11 13:30:00	2017-09-11 20:25:00	2017-09-04 06:00:00	Liefertermin nicht eingehalten	7 Tag(e) zu spät fertig
128_CO KW:36 35 up ~ PROD 35	production	Pressta Eisele	PAUSE	2017-09-01 05:00:00	2017-09-01 07:40:00	2017-09-05 06:00:00	Liefertermin eingehalten	3 Tag(e) vorher fertig
129_CO KW:36 35 up ~ PROD 35	production	Presse Richter (blau)	PAUSE	2017-09-01 09:00:00	2017-09-01 12:35:00	2017-09-05 06:00:00	Liefertermin eingehalten	3 Tag(e) vorher fertig

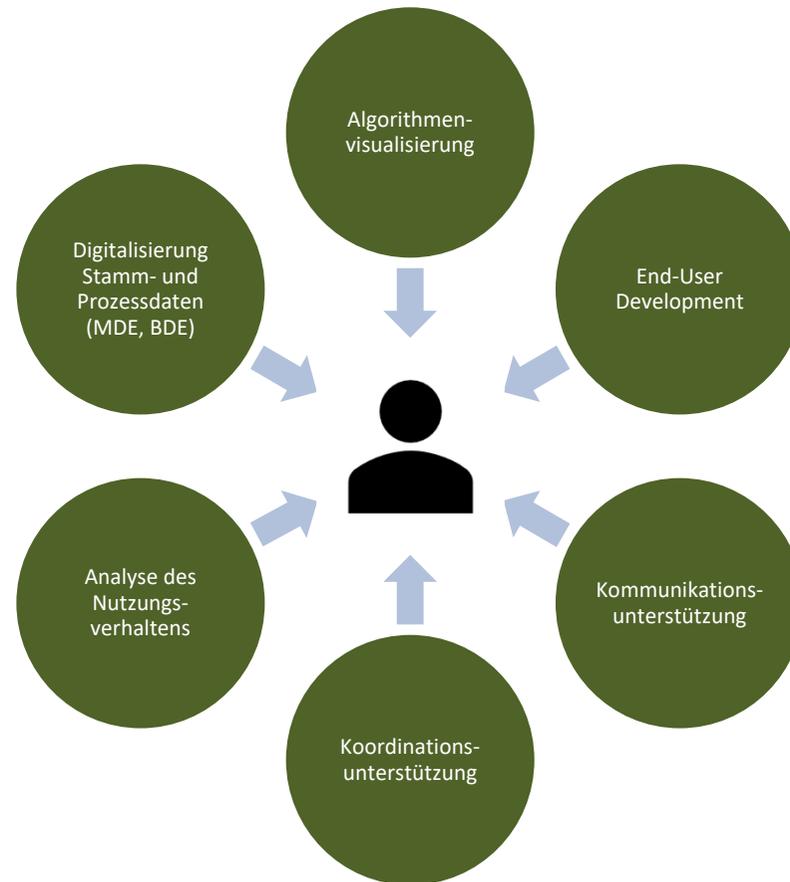
Lösungsansätze



interactive-minds.com



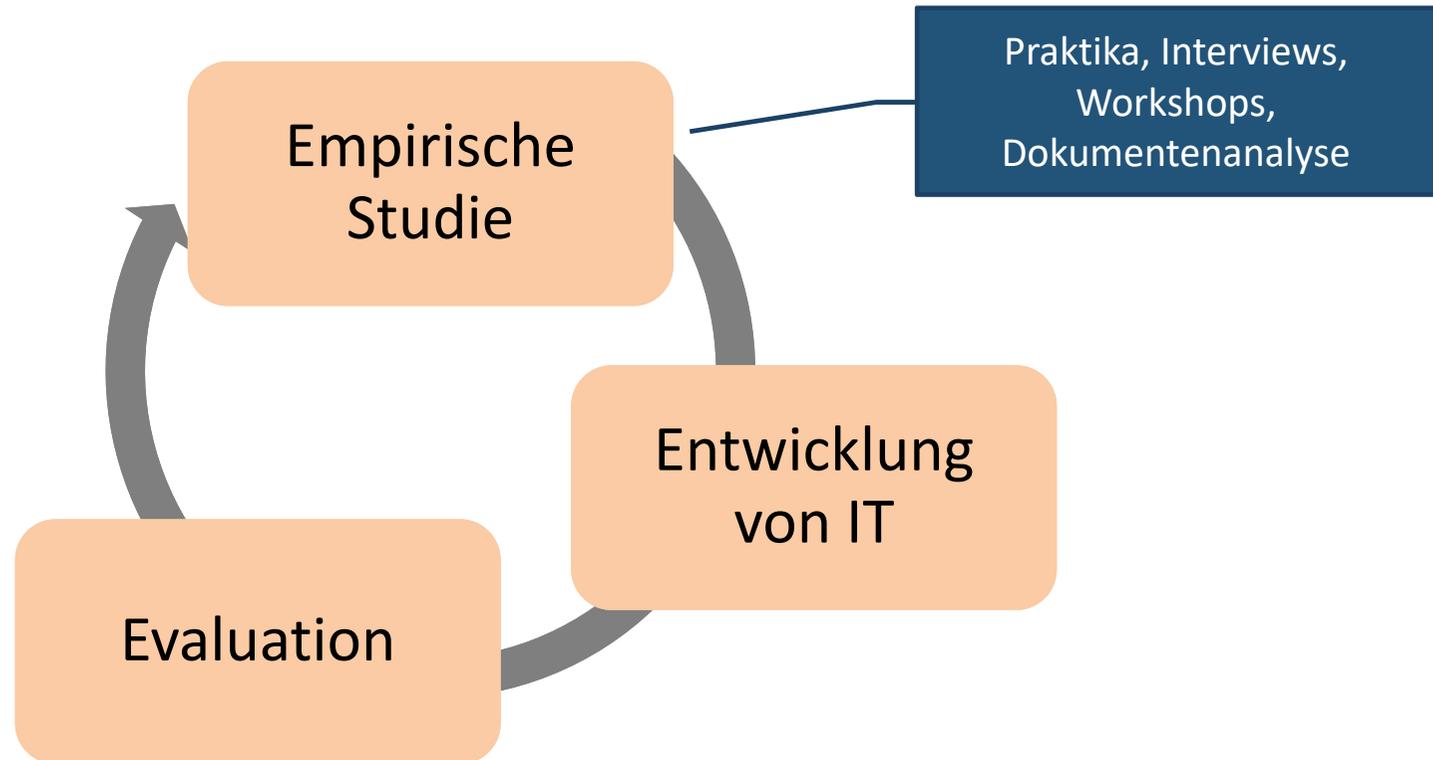
Lösungsansätze



Übergeordnete Vorgehensweise

Design Case Studies

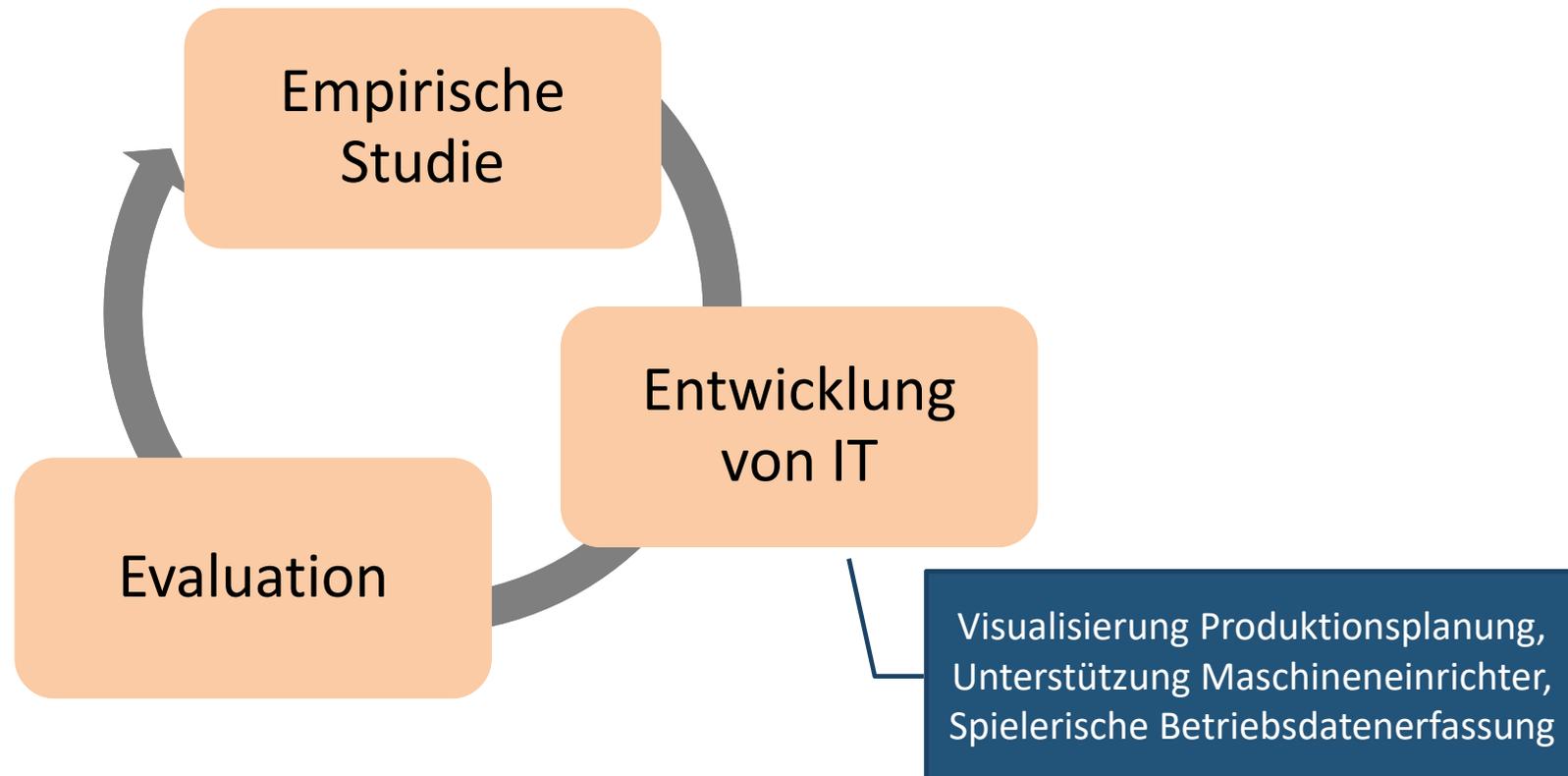
(Wulf et al., 2015)



Übergeordnete Vorgehensweise

Design Case Studies

(Wulf et al., 2015)



Übergeordnete Vorgehensweise

Design Case Studies

(Wulf et al., 2015)

Workshops,
Konferenzen

Empirische
Studie

Entwicklung
von IT

Evaluation

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

02:40 min

300
200
100
0

420
380
2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\pm 200 Stück pro h)
(1m \pm 6 Stück)

Qualitätsmaße

EINGEBEN

Zählerstand

Gut

Ausschuss

Arbeitsgang

STOPP

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

02:40 min

300
200
100
0

Eine Spielfigur für die gesamte Schicht.

420

380

2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\triangleq 200 Stück pro h)
(1m \triangleq 6 Stück)

Qualitätsmaße

Zählerstand
Gut

Arbeitsgang

EINGEBEN

BESTÄTIGEN

STOPP

Ausschuss

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

Alle Spieler tragen gemeinsam zur Flughöhe bei.

02:40 min

420

380

2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\pm 200 Stück pro h)
(1m \pm 6 Stück)

Qualitätsmaße

Zählerstand
Gut

Arbeitsgang

EINGEBEN

BESTÄTIGEN

STOPP

Ausschuss

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

Hindernis muss gemeinschaftlich überwunden werden.

02:40 min

420

380

2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\pm 200 Stück pro h)
(1m \pm 6 Stück)

Qualitätsmaße

EINGEBEN

Zählerstand

Gut

Ausschuss

Arbeitsgang

STOPP

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

Min. und max. Flughöhe:

- Überproduktion vermeiden
- Sorgfalt bewahren

02:40 min

420

380

2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\pm 200 Stück pro h)
(1m \pm 6 Stück)

Qualitätsmaße

Zählerstand
Gut

Arbeitsgang

EINGEBEN

BESTÄTIGEN

STOPP

Ausschuss

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

☰ Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

Individuelles Hindernis zur rechtzeitigen Qualitätsprüfung

02:40 min

420

380

2

Dein Fortschritt

560

von 800 Stück
(\pm 200 Stück pro h)
(1m \pm 6 Stück)

Arbeitsgang

■ STOPP

Qualitätsmaße

Zählerstand
Gut

EINGEBEN

BESTÄTIGEN

Ausschuss

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

02:40 min

Dein Fortschritt

Qualitätsmaße eingeben

Maß 1: Toleranz zwischen 20.15 und 20.35

20.17

Maß 3: Toleranz zwischen 134.4 und 134.6

134.45

EINGEBEN

ABBRECHEN

Ausschuss

Visualisierung der Toleranzgrenzen in absoluten Zahlen.

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung

Maschine 3 / VF 3 - 81_CO KW:3 Schwungring ~ PROD Schwungring1 - PROD Schwungring

02:40 min

Dein Fortschritt

Qualitätsmaße eingeben

Maß 1: Toleranz zwischen 20.15 und 20.35

20.17

Maß 3: Toleranz zwischen 134.4 und 134.6

134.3

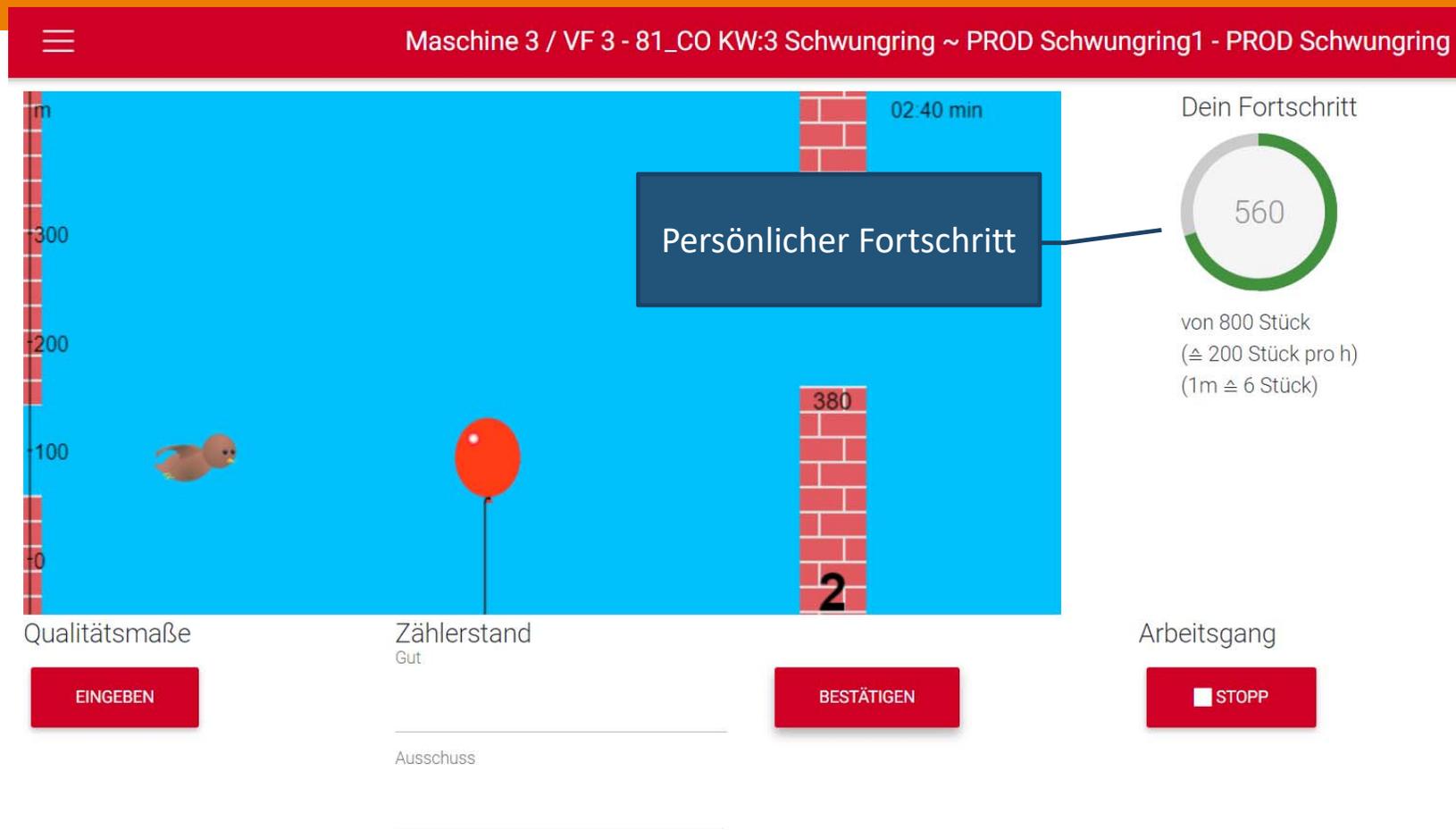
ARBEIT FORTSETZEN

Qualitätsmaß außerhalb der Toleranz. Bitte umgehend einen Einrichter hinzuziehen. Das Spiel wird solange pausiert.

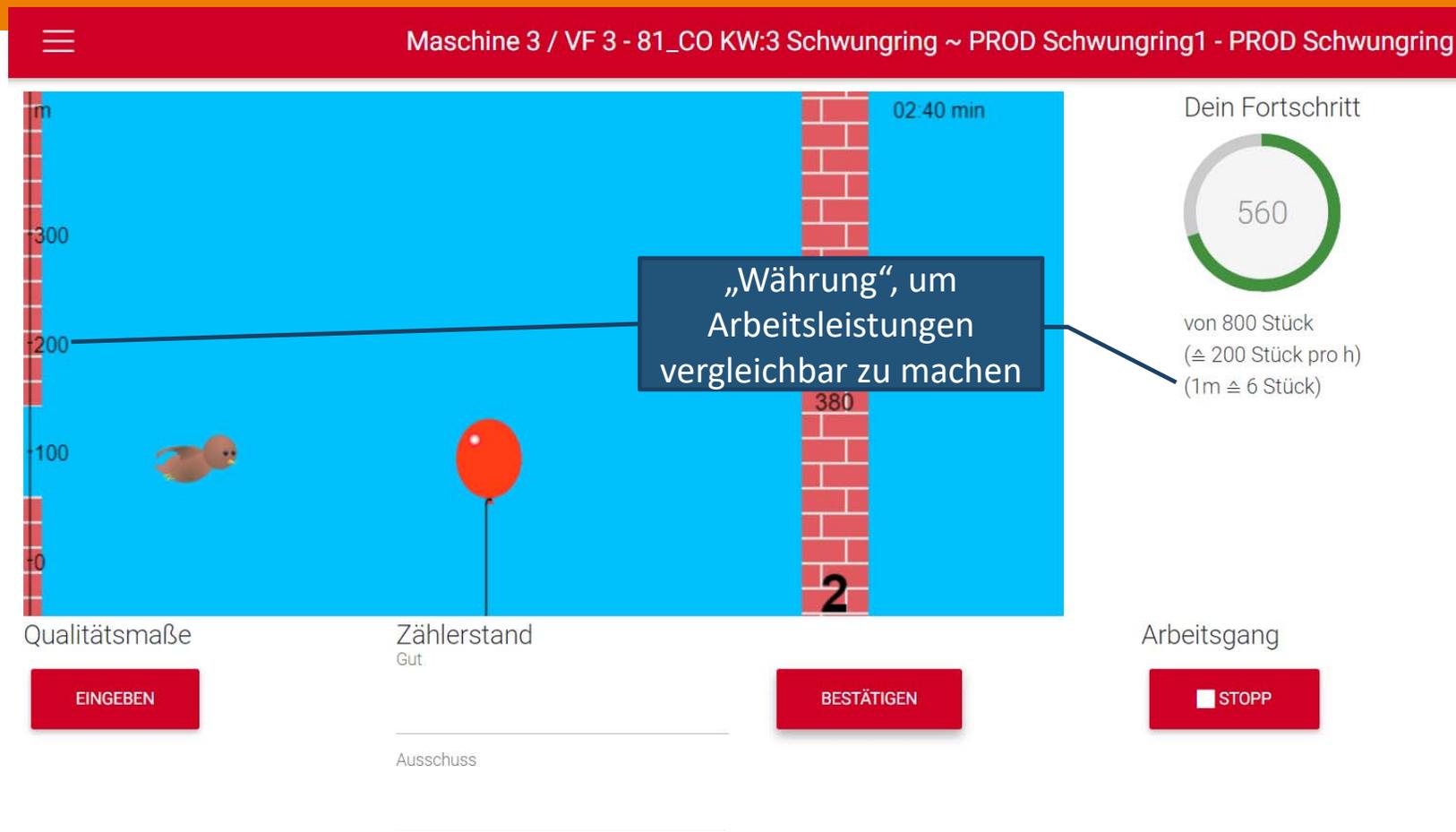
Ausschuss

Warnung, Hinweis und Spielpause bei Toleranzüberschreitung

Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung



Beispiel: Spielerische Betriebsdatenerfassung



Beispiel: Rüstprotokoll

Home Protokolle Notizen Suche				
Aktuelles		Posteingang		
No.	Maschine	Zustand	Datum	
6 P	VF 3 (Nr. 2)	Crash	Mo. 04.09.2017	
Maschine ist plötzlich stehen geblieben...				
7 N	Maschine 10	---	Mo. 04.09.2017	
Verliert stark an Flüssigkeit, Schläuche müssen gewech				
8 N	Maschine 7	---	Mo. 04.09.2017	
keine besonderen Vorkommnisse...				
12 N	VF 3	---	Mo. 04.09.2017	
nach e2xx auf Fiat 2 umbauen...				
5 N	Maschine 10	---	Mi. 30.08.2017	
Bohrer löst sich nach jedem 10. Durchlauf...				
6 N	VF 3	---	Mi. 30.08.2017	
Keine besonderen Vorkommnisse...				
3 N	VF 3	---	Mo. 28.08.2017	
Der Kühlwasserstand ist minimal				

Home Protokolle Notizen Suche				
No.	Maschine	Zustand	Datum	
12	Chiron	i.O	Di. 05.09.2017	
Alles in Ordnung...				
11	Chiron	✓ i.O	Di. 05.09.2017	
a Achse Schiff ...				
10	VF 1	i.O	Mo. 04.09.2017	
Mass nachgestellt....				
9	Maschine 6 SL	✓ i.O	Mo. 04.09.2017	
späneförderer....				
8	VF 3 (Nr. 2)	✓ i.O	Mo. 04.09.2017	
Maschine ist plötzlich stehen geblieben....				
7	Chiron	i.O	Mo. 04.09.2017	
Alles in Ordnung....				
6	VF 3 (Nr. 2)	Crash	Mo. 04.09.2017	
Maschine ist plötzlich stehen geblieben...				

Entstehung des Projektes

- Auftragsforschungsprojekt des SMI, tesyo, ALU-Technik und Bilsing Automation zum Thema Produktionsplanung
- Wiederkehrende Problematiken bei der Aneignung der Software warfen Forschungsfragen auf
- Kontaktaufnahme des SMI mit den Lehrstühlen CSCW & MIS
- Brainstorming-Workshop führte zu Antragsstellung bei der Förderlinie der Leitmarktagentur NRW
- Hinzuziehen weiterer Projektpartner



Infos zur Forschungsförderung

- Das *Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Siegen* bietet regelmäßig Veranstaltungen zu Forschungsförderungen an.
- Der nächster Termin wird im 2. Quartal 2018 stattfinden.

Mittelstand-
Digital 



<http://kompetenzzentrum-siegen.digital>

Kontakt:

Dr. Thomas Ludwig
thomas.ludwig@uni-siegen.de

Dr. Martin Stein
martin.stein@uni-siegen.de