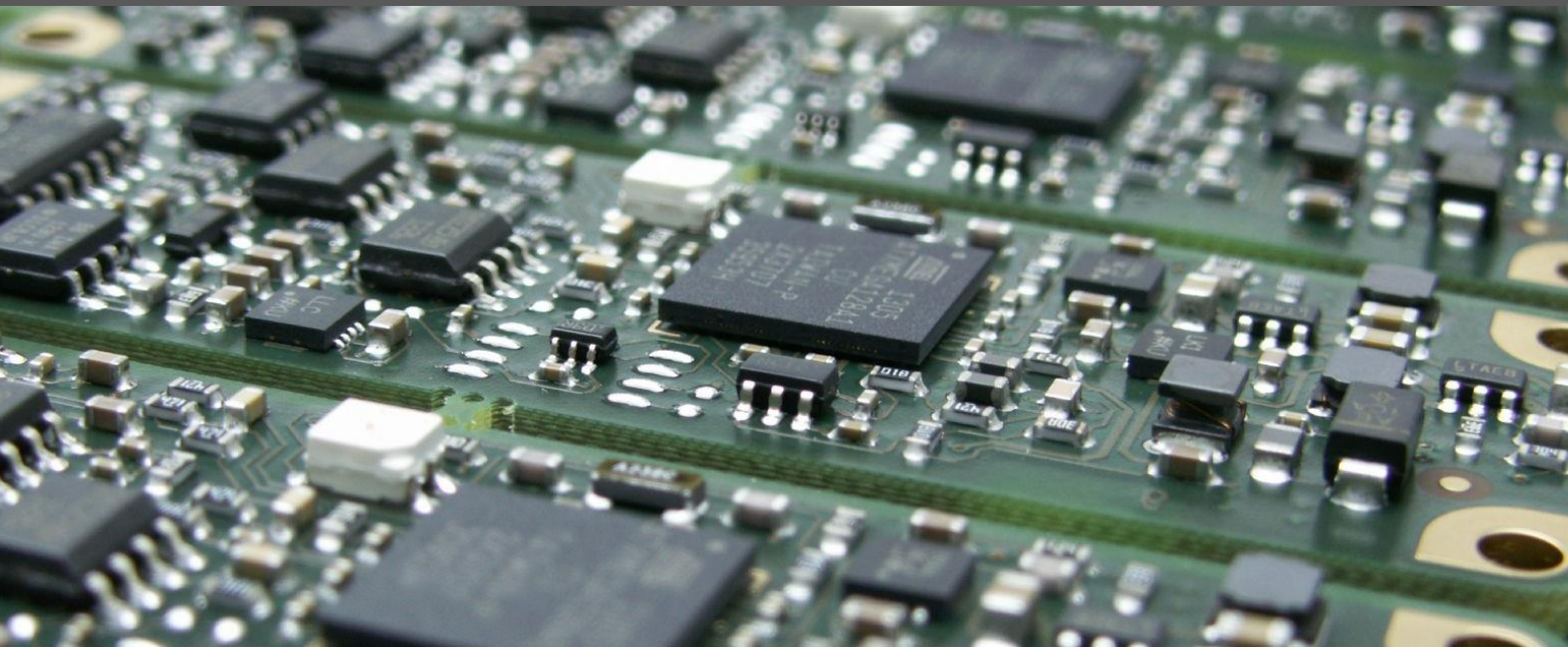


DR. JUDITH CUDAJ | JÜRGEN FLEISCHMANN  
DR. NOBERT HUCHLER | HANS KOZÓ | MICHAEL LACKER  
THOMAS LACKER | STEFAN PORTMANN

# MiMiK 4.0

DER MENSCH IM MITTELPUNKT DES KMU-NETZWERKS IM KONTEXT DER  
INDUSTRIE 4.0

ABSCHLUSSBERICHT



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Dr. Judith Cudaj, Jürgen Fleischmann, Dr. Nobert Huchler, Hans Kozó,  
Michael Lacker, Thomas Lacker, Stefan Portmann

# **MiMiK 4.0**

## **DER MENSCH IM MITTELPUNKT DES KMU-NETZWERKS IM KONTEXT DER INDUSTRIE 4.0**

### **Abschlussbericht**

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

BETREUT VOM



**PTKA**  
**Projektträger Karlsruhe**  
Karlsruher Institut für Technologie

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## **Impressum**

Kontaktadresse:

intrObest GmbH & Co KG,

Bestückungen, elektronische Baugruppen und Systeme

Höhenstr. 17

70736 Fellbach

[www.introbest.de](http://www.introbest.de)

Thomas Lacker

Telefon +49 711 520480-0

[introbest@t-online.de](mailto:introbest@t-online.de)

## Vorwort

Im Rahmen der Hightech-Strategie verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit der Fördermaßnahme „KMU-innovativ: Produktionsforschung“ das Ziel, das Innovationspotenzial von kleinen und mittelständischen produzierenden Unternehmen am Standort Deutschland zu stärken und die Forschungsförderung für diese Zielgruppe attraktiver zu gestalten. Ein wichtiger Innovationsmotor ist die enge Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Deren Zusammenarbeit zu stärken und Abläufe zu straffen ist eines der spezifischen Ziele von „KMU-innovativ: Produktionsforschung“.

Die zunehmende Komplexität und der stetig wachsende Automatisierungsgrad innerhalb der Produktion erfordern autonom handelnde und vernetzte Systeme, die im Zuge der Entwicklungen zur „Industrie 4.0“ am Standort Deutschland zunehmend implementiert werden. Dabei ist die besondere Fähigkeit der deutschen Industrie, komplexe Produkte herzustellen, gerade durch eine starke mittelständische Zulieferindustrie geprägt. Die erforderliche Digitalisierung sowie der Umgang mit großen Mengen an Daten und Informationen stellen diese Unternehmen in Wertschöpfungsnetzwerken vor große Herausforderungen und werden bisherige manuelle Fertigungsstrukturen stark verändern. Bisher fehlen in vielen Bereichen speziell auf KMU zugeschnittene Ansätze zur intelligenten Vernetzung von Produkten, Maschinen und Anlagen sowie für den Einsatz Cyber-Physischer Systeme, welche informatische, softwaretechnische Komponenten mit mechanischen und elektronischen Baugruppen kombinieren und über eine Dateninfrastruktur, wie z. B. das Internet, kommunizieren. Zudem muss dem steigenden Qualifikationsbedarf und der erweiterten Verantwortung der Beschäftigten im Rahmen der neuen Aufgaben begegnet werden.

Im KMU-Innovativ-Projekt „MiMiK 4.0: Der Mensch im Mittelpunkt des KMU-Netzwerks im Kontext der Industrie 4.0“ wurden in einem Verbund aus mehreren mittelständischen Zuliefererunternehmen der Elektronikindustrie in Zusammenarbeit mit einem ERP-Softwareanbieter und arbeitswissenschaftlicher Begleitforschung zügig KMU-gerechte Lösungen erarbeitet.

Dabei standen die Digitalisierung unternehmensinterner Prozesse (z. B. papierlose Fertigung, Auftrags- und Einsatzplanung) sowie unternehmensübergreifende Wertschöpfungsprozesse (z. B. Webshop, Kundenorientierung Vertrieb, agiles Lager) im Fokus, wobei gleichzeitig die etablierten Stärken mittelständisch geprägter Arbeitsstrukturen und Selbstorganisation nicht nur erhalten, sondern weiter ausgebaut wurden.

Durch die eingeführten Lösungen werden die KMU-Zulieferer in der Lage sein, sich mit hoch automatisierten Großunternehmen zu vernetzen. Eine Übertragbarkeit der Projektergebnisse auf andere produzierende KMU ist mit geringem Aufwand möglich.

Unser Dank gilt allen am Projekt mitwirkenden Personen für ihren Einsatz und für die gute Zusammenarbeit. Besondere Anerkennung gebührt Herrn Thomas Lacker für die Projektkoordination sowie Frau Dr. Judith Cudaj für die Unterstützung bei der Dokumentation der Ergebnisse in Form des vorliegenden Buches.

Unser Dank richtet sich auch an Herrn Dr. Helmut Bossy im Referat 512 – Forschung für Produktion, Dienstleistung und Arbeit- des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) für die Unterstützung der Fördermaßnahme „KMU-innovativ: Bereich Produktionsforschung“.

Weitere Informationen zum Verbundprojekt und zu geförderten Forschungsaktivitäten sind im Internet unter [www.projekt-mimik.de](http://www.projekt-mimik.de) und [www.produktionsforschung.de](http://www.produktionsforschung.de) verfügbar.

Projektträger Karlsruhe

Martina Kühnapfel

Edwin Steinebrunner

## Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Einleitung - Industrie 4.0 in KMU.....</b>	<b>13</b>
1.1. Stand der Wissenschaft und Technik .....	13
1.2. Die „Rolle des Menschen“ bei digitalisierter Arbeit .....	18
1.2.1. Digitalisierung: Neue Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik... ..	19
1.2.2. Digitalisierung als Formalisierung .....	20
1.2.3. Das ‚typisch Menschliche‘: Implizites Wissen und erfahrungsgelitet- subjektivierendes Arbeitshandeln .....	22
1.3. Chancen und Herausforderungen .....	26
1.4. Motivation und Vision von MiMiK 4.0 .....	28
1.5. Zielstellung MiMiK 4.0.....	31
1.5.1. Literatur.....	36
<b>2. Verbundpartner .....</b>	<b>39</b>
2.1. Vorstellung intrObest .....	39
2.2. Vorstellung intrOnic.....	42
2.3. Vorstellung PR-Tronik.....	43
2.4. Vorstellung UNITRO Fleischmann.....	45
2.5. Vorstellung Syslog .....	47
2.6. Vorstellung ISF München .....	48
<b>3. Ausgangsposition der Projektpartner und Darstellung des betriebsübergreifenden Zulieferer-Szenarios .....</b>	<b>51</b>
3.1. Überbetriebliches Zulieferszenario innerhalb der Unternehmen .....	52
3.2. Ausgangssituation Syslog.....	53
3.3. Ausgangssituation UNITRO Fleischmann .....	53
3.4. Ausgangssituation intrObest.....	60
3.5. Ausgangssituation PR-Tronik .....	64
3.6. Ausgangssituation intrOnic .....	65
<b>4. Vorgehen in MiMiK 4.0 .....</b>	<b>69</b>

<b>5.</b>	<b>Ergebnisse und Praxisbeispiele.....</b>	<b>71</b>
5.1.	Allgemeine Projektergebnisse .....	71
5.2.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – digitalisierte Fertigung - UNITRO Fleischmann, intrObest, intrOnic, PR-Tronik, Syslog,.....	72
5.2.1.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – UNITRO Fleischmann .....	75
5.2.2.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – intrObest .....	79
5.2.3.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – intrOnic .....	85
5.2.4.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – PR-Tronik .....	89
5.3.	Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – Personalkapazitätsplanung – PR-Tronik.....	91
5.4.	Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – elektronischer Datenaustausch (ZUGFeRD als Schnittstelle) – Syslog, intrObest .....	100
5.4.1.	Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – intrObest.....	101
5.5.	Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – Webshop – PR-Tronik, Syslog .....	104
5.6.	Praxisbeispiel Softwarekonzeption für MiMiK 4.0 – Syslog.....	109
<b>6.</b>	<b>MiMiK 4.0 – „Der Mensch im Mittelpunkt“ .....</b>	<b>113</b>
6.1.	Einleitung .....	113
6.1.1.	Die Mitarbeiter im Mittelpunkt von MiMiK 4.0 .....	113
6.1.2.	Die Suche nach Win-Win in der Digitalisierung: Nicht Arbeitszeitflexibilität, sondern Arbeitsgestaltung .....	114
6.1.3.	Negative Erwartungen sind wichtige Informationen .....	115
6.1.4.	Gestaltung vor allem an den Grenzen der Digitalisierung .....	116
6.2.	Information und Vertrauen: Grenzen des Vertrauens in Information. ....	118
6.2.1.	Vertrauen auf der Ebene papierloser Fertigung .....	118
6.2.2.	Vertrauen auf der Vertriebssebene .....	121
6.3.	Information und Komplexität: Grenzen der formalen Abbildung der komplexen Praxis.....	123
6.3.1.	Komplexitätssteigerung im Bereich der papierlose Fertigung .....	123
6.3.2.	Komplexitätssteigerung bei der Einführung von Webshops .....	124
6.4.	Information und soziale Beziehungen: Grenzen IT-vermittelter Kommunikation .....	127
6.4.1.	Soziale Beziehung und papierlose Fertigung .....	127

6.4.2.	Soziale Beziehungen in der Vertriebsarbeit.....	129
6.5.	Erfahrung und Erfahrungswissen: Grenzen digitalisierbaren Wissens .....	131
6.5.1.	Erfahrungswissen im papierlosen Fertigungsbetrieb.....	131
6.5.2.	Erfahrungswissen in der Vertriebsarbeit.....	133
6.6.	Folgerungen für die Gestaltung der Digitalisierung .....	135
<b>7.</b>	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	<b>139</b>
7.1.	Fazit .....	139
7.2.	Ausblick.....	144
<b>8.</b>	<b>Erfahrungen und Maßnahmenkatalog von MiMiK 4.0 zur Umsetzung der Ergebnisse in anderen KMU .....</b>	<b>145</b>
8.1.	Der Mensch.....	145
8.2.	Die Organisation .....	146
8.3.	Die Infrastruktur/Hardware.....	147
8.4.	Die Software .....	148



## **1. Einleitung - Industrie 4.0 in KMU**

### **1.1. Stand der Wissenschaft und Technik**

Im Kontext der derzeit sehr intensiv diskutierten Möglichkeiten, das als Industrie 4.0 bezeichnete neue Konzept Cyber-Physische Systeme (CPS) im Produktionsprozess stärker zu integrieren, stellt sich eine grundlegende Frage: Inwieweit können die derzeit typischen, von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) geprägten Zuliefererstrukturen in dieses Konzept mit übernommen werden?

Eine Vielzahl der Fragestellungen zum Thema Industrie 4.0 setzt auf eine hohe Automatisierung durch die Einführung autonom handelnder und vernetzter Systeme. Durch den damit verbundenen stetig wachsenden Automatisierungsgrad steigen die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten sowie an das gesamte technische Umfeld der produzierenden Unternehmen. Aus heutiger Sicht scheinen insbesondere Großunternehmen geeignete Umsetzungsträger zu sein, die sowohl über geeignete Ressourcen, als auch über die technologischen und fertigungstechnischen Voraussetzungen verfügen.

Im Zuge dieses Automatisierungsprozesses müssen jedoch zwingend auch die typischen Zuliefererstrukturen, die oft mehrere Stufen in der Wertschöpfungskette aufweisen, berücksichtigt werden. Die Zulieferer sind häufig KMU, die zum Teil sehr stark manuell geprägt sind und mit ihrem speziellen Produktionswissen die Versorgung der Produzenten und Hersteller mit Vorprodukten sicherstellen.

Für diese Zulieferer ergeben sich durch die Anforderungen der Industrie 4.0 erhebliche Konsequenzen, die die heutigen manuellen Fertigungsstrukturen stark verändern werden und dabei zu einer deutlichen Steigerung des Flexibilitätsbedarfs in den mittelständischen Zuliefererfirmen führen.

Die Realität zeigt, dass aktuell die flexible Steuerung von Produktionsprozessen – basierend auf einer mehr oder weniger ausgefeilten Planung – vorwiegend auf die Kompetenzen der Mitarbeiter aufbaut. Die derzeit eingeführten Produktionsplanungsmethoden basieren dabei auf Planungsszenarien, die typischerweise durch Stückzahl und Liefertermine festgelegt werden.

Notwendige Änderungen erfolgen auf Basis dieser Szenarien individuell durch den qualifizierten Mitarbeiter. Demzufolge werden Terminfenster geplant und die Beschaffung auf einen Zieltermin hin optimiert.

Bedingt durch die Anforderungen der CPS, werden aber spontane Ereignisse und kurzfristige Änderungen im Produktionsprozess zukünftig verstärkt auftreten, die sich direkt auf die Zulieferer auswirken. Hierdurch werden Planänderungen zum Normalzustand. Insbesondere bei KMU-Zulieferern hat sich bereits in den letzten Jahren in der Wertschöpfungskette trotz aller Planung eine immer höhere Auslastungsschwankung gezeigt, die mit dem Durchlaufen der Wertschöpfungskette nach hinten kontinuierlich stärker wird. Dazu kommen Planungsänderungen der Kunden und weitere Störgrößen, die eine Organisation der Prozesse stark erschweren. Im Kontext von Industrie 4.0 wird sich dies weiter verstärken. Da die Automatisierung bei den KMU-Zulieferern sehr unterschiedlich ausgeprägt ist, sind vor allem die Mitarbeiter stark in diese Prozesse eingebunden.

Aus den dargestellten erhöhten Ansprüchen an die Mitarbeiter sowie den Auslastungsschwankungen und Planungsänderungen der Kunden resultieren folgende zu lösende Herausforderungen:

- Schlecht planbare Produktionsprozesse, die permanent hinsichtlich Auslastungsgrad der Anlagen, Zielterminen und Materialverfügbarkeit nachjustiert werden müssen
- Starker Stress für die Mitarbeiter, da die Ausnahmesituation immer mehr zum Normalfall wird

Des Weiteren wird die Komplexität der Produktionsplanung durch immer raschere Entscheidungszyklen und kurzfristigere Störgrößen nicht mehr nur durch eine „Top down“ Planung beherrschbar sein („Push-Prinzip“ in die Fertigung). Stattdessen ist es eine der Grundideen von Industrie 4.0, dass das entstehende Produkt selbst als Teil eines CPS die benötigten Ressourcen anfordert, die zur Weiterbearbeitung notwendig sind („Pull“). In KMU-Netzwerken wird diese Rolle hingegen oft von Menschen erfüllt. Dies bedeutet jedoch die Umkehr von einem „Push-“ zu einem „Pull-Konzept“ in einer KMU-Produktion.

Der Mitarbeiter (z. B. Maschinenbediener) muss hier basierend auf Material- und Prozessverfügbarkeiten selbst Entscheidungen treffen, beispielsweise wie und wann bestimmte Aufträge und Fertigungsschritte ausgeführt werden. Dies setzt voraus, dass die Mitarbeiter die benötigten Informationen übersichtlich überblicken können und so die erforderlichen Entscheidungen im Sinne des Kunden, der Firma und entsprechend den eigenen Bedürfnissen treffen (*siehe PD Dr. Andreas Boes, Digitalisierung: Neue Arbeitskonzepte, in Technik in Bayern, 01/2016*).

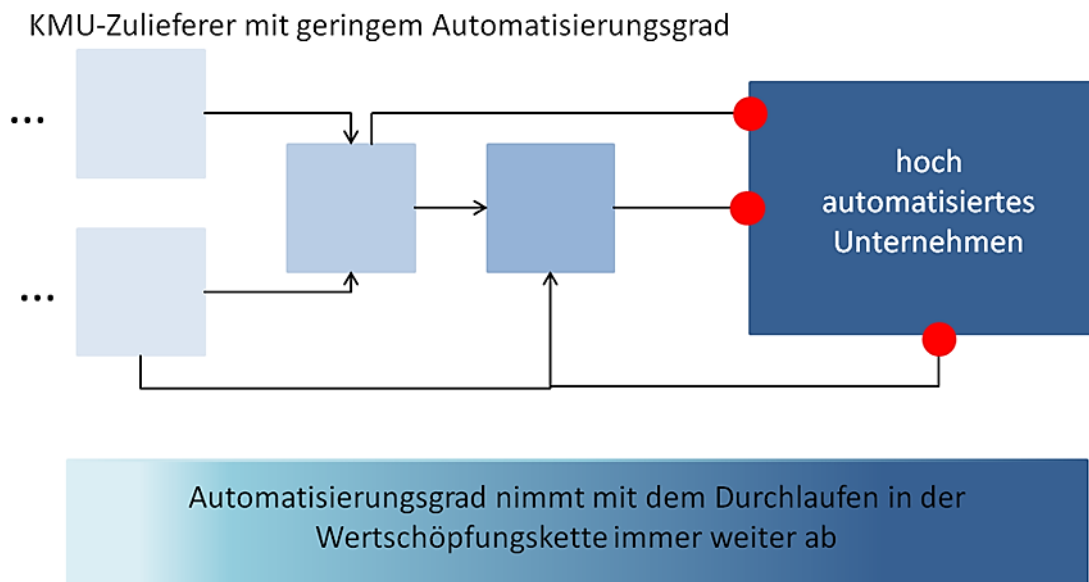
Hier setzte das im Folgenden beschriebene FuE-Projekt MiMiK 4.0 an, in dem modellhaft am Beispiel der Elektronikindustrie untersucht wurde, wie spezielle Anforderungen der Industrie 4.0 erstmals im Rahmen der Wertschöpfungskette in den KMU-Zulieferern abgebildet werden können.

Die Umsetzung von Methoden der Industrie 4.0 in KMU in der Wertschöpfungskette erfordert die Umstellung von geplanten Transaktionen (Prozessen) hin zu einer ereignisgesteuerten unternehmensübergreifenden Kommunikation, um so mit kurzfristigen Störgrößen im Produktionsprozess besser umgehen und geeignet reagieren zu können. In diesen Prozess sind insbesondere die Mitarbeiter und ihre Verfügbarkeit einzubinden, da sie den wichtigsten Produktionsfaktor im Mittelstand darstellen.

Als kritische Größe wurde von den beteiligten Firmen somit die Problematik spontaner Ereignisse betrachtet. Die in den mittelständischen Unternehmen tätigen Mitarbeiter wurden durch technische Hilfsmittel und Organisationsstrukturen so weit unterstützt, dass sie mit diesen veränderten Rahmenbedingungen umgehen können.

Im FuE-Projekt MiMiK wurden dazu innovative Methoden bzw. Schnittstellen entwickelt, um kleine und mittelständische Zulieferer mit hoch automatisierten größeren Unternehmen zu vernetzen (siehe Abbildung 1) und so die mittelständische Zulieferindustrie mittelfristig zu befähigen, auch im Kontext von kommenden Anforderungen der Industrie 4.0 zu arbeiten. Mithilfe dieser zwischenbetrieblichen Vernetzung konnten die Informationswege und Reaktionszeiten in der kompletten Wertschöpfungskette minimiert werden. Ferner kann das Potenzial der Industrie 4.0 nachhaltig genutzt und der Produktionsprozess über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg optimiert werden.

Dazu zählt die Minimierung der Durchlaufzeiten durch eine schnelle Anpassung der Produktionsprozesse. Außerdem wird die Ausschussquote durch umgehendes Melden fehlerhafter Teile minimiert. So soll zukünftig mit kurzfristigen Störgrößen im Produktionsprozess besser umgegangen werden können.



**Abbildung 1: Automatisierungsgrad entlang der Wertschöpfungskette**

Die entwickelten Methoden tragen dazu bei, die Zusammenarbeit in den einzelnen Unternehmen der Wertschöpfungskette besser zu koordinieren und abzustimmen. Insbesondere wurde erforscht, wie Planänderungen (z. B. durch Verschiebung von Produktionsterminen, Probleme bei der Verfügbarkeit elektronischer Bauelemente oder aufgetretene Fehler in Produkten) optimal umgesetzt werden können.

Seit dem Beginn des Projektes haben sich teilweise schon erhebliche Veränderungen in Deutschland ergeben. Viele gerade große Unternehmen führten das Thema Industrie 4.0 konsequent weiter und konnten hinsichtlich der Digitalisierung der Produktionsprozesse punktuell schon große Fortschritte erzielen. Sie fordern daher auf der entsprechenden Ebene Ansprechpartner bei den kleinen und mittelständischen Zulieferbetrieben.

Trotz dieser Fortschritte sind die KMU in den Zuliefernetzwerken andererseits aber einem sehr heterogenen Umfeld ausgesetzt. Die grundlegende Problematik liegt dabei in der großen Bandbreite der (digitalen) Anforderungen, die an die Zulieferbetriebe gestellt werden.

Hier finden sich Kunden von absoluten Top-Innovatoren mit höchsten technologischen (digitalen) Ansprüchen bis hin zu Großunternehmen, deren Anforderungsprofil und deren technischer und organisatorischer Fähigkeiten zum Teil extrem hinter den aktuellen technischen Entwicklungen herhinken. *(siehe aktuelle Studie von Ernst & Young zur Digitalisierung im deutschen Mittelstand, März 2016).*

In einer repräsentativen Umfrage wurden 3.000 mittelständischen Unternehmen in Deutschland befragt (nicht kapitalmarktorientierte Unternehmen mit 30 bis 2.000 Mitarbeitern: Umsatzverteilung: < 30 Mio. Euro: 38 %; 30–100 Mio. Euro: 40 %; > 100 Mio. Euro: 22 %). Die Wichtigkeit digitaler Technologien wird zwar immer höher eingeschätzt, aber die Umsetzung in den Unternehmen ist sehr heterogen.

In diesem Fall bauen KMU-Zulieferer immer komplexere Schnittstellen und Datenverarbeitungsprozesse auf, um den technologischen Anforderungen gerecht zu werden und sind dann auf der anderen Seite auch mit großen Kunden konfrontiert, die wiederum mit diesen hochtechnischen Rahmenbedingungen überfordert sind und beispielsweise auf einer Bestellung per Fax bestehen.

Diese Komplexität hat sich im Rahmen der Projektarbeiten als ein durchaus wichtiges Thema herausgestellt, was in seiner Vielfalt zu erheblichen organisatorischen Herausforderungen für die Zulieferer und ihre Mitarbeiter führen kann. Mit hohem Aufwand aufgebaute Vernetzungsstrukturen innerhalb der Firmen und entlang der Wertschöpfungskette können mit solchen Gegebenheiten nur schlecht umgehen und führen plötzlich zu erheblichen manuellen Mehraufwänden, um Daten, die nicht digital vorliegen, im Allgemeinen manuell in die entsprechenden Systeme einzupflegen.

Hier werden die kostenseitig sehr aufwendigen Aktivitäten der mittelständischen Unternehmen konterkariert und hemmen langfristig die Entwicklung des gesamten Standorts in Deutschland. Diese zusätzliche Komplexitätsebene muss von den mittelständischen Unternehmen sehr genau beobachtet werden, um nicht im schlimmsten Falle dem deutschen „Over-Engineering“ in der Organisation und bei den Produktionssystemen zu erliegen. Die Herausforderung wird hier darin liegen, geeignete Schnittstellen zu entwickeln, um solche sehr heterogenen Systeme managen zu können.

In letzter Konsequenz müssen sich für KMU sinnvolle Geschäftsmodelle durch die Digitalisierung ergeben, um eine nachhaltige Sicherung des Standorts Deutschland zu ermöglichen. Die stark mittelständisch geprägten Zulieferstrukturen müssen hinsichtlich der Umsetzung im Kontext der Digitalisierung immer stärker darauf achten, dass die im Geschäftsmodell enthaltene Logik kritisch für den Geschäftserfolg ist (*Veit 2009*).

Besondere Anforderungen sind in der Softwareumsetzung zu erwarten, da hier erhebliche sicherheitstechnische Fragen zu berücksichtigen sind, die zu zusätzlichen Kosten und Aufwänden führen (*eine gute Übersicht findet sich bei Waidner 2013*).

## **1.2. Die „Rolle des Menschen“ bei digitalisierter Arbeit**

Arbeit ist ohne menschliche Arbeitskraft nicht vorstellbar. Insofern kommt dem Menschen immer eine zentrale Rolle in Arbeitsprozessen zu. Häufiger genannt werden die folgenden Begründungen:

- Innovation, Kreativität, Initiative, (spezielles) Wissen, Erfahrung, Gespür etc.
- oder auch die sozialen Momente von Kooperation und personenbezogener Interaktion, wie Empathie, Authentizität Aushandlung, Abstimmung, soziale Bindung und Identität etc.

Aber selbst automatisierte Arbeit bindet Menschen indirekt in höchst unterschiedlichsten Rollen ein, z. B. als Auftraggeber, Entscheidungsträger, Verantwortlicher, Instandhalter, Service- und Entwicklungsdienstleister etc. und nicht zuletzt als Kunden oder Nutzer. Arbeit und ihre Produkte müssen Menschen vermittelt werden. Zudem sind nicht nur Fehlerbehebung, sondern auch Innovation, Restrukturierung, flexible Anpassung etc. durchgängig notwendig. Die Frage ist also nicht, ob dem Menschen weiterhin eine zentrale Rolle zukommt, sondern wie sich seine Rolle im Zuge des Wandels von Arbeit verändert.

Die Entwicklung von Arbeit ist nicht festgeschrieben. Darüber hinaus folgt die Digitalisierung von Arbeit keiner linearen Pfadabhängigkeit. Sowohl die technische Entwicklung als auch ihre Implementierung in die Arbeitswelt werden maßgeblich gestaltet. Deshalb kann danach gefragt werden, welche Rolle dem Menschen in zukünftigen Arbeitsprozessen zukommen soll.

Was ist möglich? Was ergibt Sinn? Was ist sowohl ökonomisch als auch sozial nachhaltig?

### **1.2.1. Digitalisierung: Neue Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik**

Es besteht ein breiter Konsens darin, dass der „Mensch im Mittelpunkt“ der neuen Arbeit stehen soll. Das Ziel, Arbeit so zu gestalten, dass sich eine ökonomisch effiziente Arbeitsorganisation und eine humane Arbeitsgestaltung bestenfalls wechselseitig bestärken oder zumindest nicht entgegenstehen, lässt sich auf die Rolle der Mitarbeiter im digitalen Wandel beziehen. Digitalisierungsprozesse brauchen eine neue justierte Arbeitsorganisation, die das Zusammenspiel von Mensch und digitaler Technik so gestaltet, dass die jeweiligen Potenziale (menschliche Kompetenzen und technische Lösungen) so genutzt werden, dass sie sich optimal ergänzen. Im Mittelpunkt steht also eine Neugestaltung der Arbeitsteilung zwischen Mensch und digitaler (v. a. teil-automatisierter, vernetzter und intelligenter) Technik. Es geht um eine neue „hybride Handlungsträgerschaft“ (Rammert 2009) für die Arbeit in sozio-technischen Systemen bzw. in sozial eingebetteten CPS (Böhle; Huchler 2016).

Um die sich stetig wandelnde Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik zu gestalten, müssen die Schnittstellen in diesem Wechselverhältnis zunächst genau identifiziert werden. An welchen Stellen findet jeweils die Übergabe zwischen Mitarbeiter und System statt? Wo ergibt es Sinn, Prozesse zu standardisieren und (teil-)automatisierten und wo ist es notwendig oder sinnvoll, Situationen durch die Mitarbeiter vor Ort gestalten zu lassen?

Diese Fragen müssen angesichts der enormen Entwicklungspotenziale der Digitalisierung von Arbeit neu gestellt werden und lassen sich – zumindest aktuell – nicht pauschal beantworten. Aber es lassen sich Leitlinien entwickeln (vgl. Huchler 2016):

- So ergibt es beispielsweise durchaus Sinn, dass Technik dem Menschen dort Arbeit abnimmt, wo sie ihn belastet bzw. auf Dauer schädigt, wie zum Beispiel stark repetitive oder körperlich schwere Arbeit.

- Daneben werden kurz- oder mittelfristig menschliche Arbeitsanteile dort ersetzt, wo sie durch Technik effizienter erledigt werden können. An dieser Stelle ist jedoch Vorsicht geboten! Denn in der Praxis zeigt sich, dass menschliche Tätigkeiten nicht eins zu eins ersetzen lassen. In der Regel fallen bestimmte Tätigkeitsanteile mit der Automatisierung weg und zugleich kommt es zu neuen Nebeneffekten, die wieder Arbeit verursachen. Dieses Zusammenspiel zwischen Automatisierung und Bedarfen an neuer Arbeit wurde bereits umfänglich untersucht und unter anderem mit dem Automatisierungsdilemma bzw. als „Ironies of Automation“ (Bainbridge 1983) beschrieben. Darüber hinaus tun sich mit der Automatisierung neue Funktionen und Verbesserungen auf, die wiederum neue Anschlussmöglichkeiten für Arbeit bieten. Technikorientierte Reorganisationsprozesse von Arbeit müssen deshalb intensiv durch Arbeitsanalysen begleitet werden.
- Darüber hinaus ist es nötig, jene Aspekte menschlichen Arbeitshandelns in den Blick zu nehmen und zu fördern, die nicht (also nicht „noch nicht“) automatisierbar und nicht digitalisierbar sind. Denn gerade im Zuge eines verschärften Wettbewerbs und erhöhten Flexibilitätsanforderungen sind Unternehmen auf diese besonderen menschlichen Eigenschaften angewiesen; wie nachfolgend kurz argumentiert werden soll.

### **1.2.2. Digitalisierung als Formalisierung**

Wie lassen sich dieses Handeln und die entsprechenden Kompetenzen definieren, die eine Grenze der Digitalisierung darstellen?

Um sich der Beantwortung dieser Frage zu nähern, hilft es, die Digitalisierung als ein Kommunikationsmedium zu verstehen, das auf der Verschriftlichung als zentrales Medium der Bürokratisierung aufbaut. Digitalisierung kann als eine besondere Form der Informatisierung verstanden werden. Durch sie wird Wissen in eine explizite, also abspeicherbare und elektronisch vermittelbare Information gewandelt, d. h. in die Zeichensprache der Informationstechnik bzw. Software übertragen (vgl. Rammert 2009). Es wird hierdurch ‚formalisiert‘ und dadurch für die informationstechnische Verarbeitung und Kommunikation und letztlich für die formale betriebliche Steuerung zugänglich gemacht.



Die (neuen) Möglichkeiten eines digitalen Abbilds der analogen Welt und die dadurch erweiterten formalen betrieblichen Steuerungsmöglichkeiten verringern aber keineswegs die Relevanz des Informellen bzw. des ‚Nicht-Formalisierbaren‘, sondern erhöhen sie sogar (Pfeiffer 2006). Denn je komplexer die Arbeitspraxis und ihre formale Steuerung, desto relevanter wird die informelle Seite der Organisation.

Diese wird unter anderem mit dem Begriff der „doppelten Wirklichkeit“ (Wertz 1988) von Unternehmen beschrieben. Es ist eine umfangreich erforschte Tatsache, dass die Formalstruktur der Regeln und definierten Prozesse nur einen Teil der Arbeit abbildet und dass Organisationen ohne den ausgeblendeten informellen Teil nicht auf Dauer handlungs- bzw. überlebensfähig wären. Auf der einen Seite besteht der natürlich anmutende Drang, Organisationen top down – sei es über Befehle, Vorgaben, Ziele oder eben integrierte und intelligente IT – steuern zu können. Auf der anderen Seite gefährdet diese Steuerungsutopie die zentrale Basis für Flexibilität, Innovation, Stabilität, Motivation und Identität von Unternehmen: das Informelle. Das Informelle bietet Raum für ein Arbeitshandeln, das höchst kreativ, innovativ und motivierend ist und vor allem Erfahrungswissen direkt einfließen lässt und damit qualitativ hochwertige Ergebnisse hervorbringt. Digitalisierungsprozesse laufen nun Gefahr, dieser Steuerungsutopie Vorschub zu leisten und dabei Erkenntnisse aus Wissenschaft und die Anforderungen der Praxis zu ignorieren.

Untersuchungen zeigen, dass gerade für den Umgang mit Komplexität, Unsicherheit und Unwägbarkeiten – also mit den Herausforderungen der Industrie 4.0 – das *informelle* Handeln an Relevanz gewinnt (Böhle 2013, 2015). Digitalisierungsprozesse laufen also Gefahr, mit dem Ausblenden des Nicht-Formalisierbaren nicht nur einen essenziellen Bestandteil menschlichen Handelns bzw. des Arbeitsvermögens (Pfeiffer 2007) zu ignorieren, sondern es wesentliche Optionen für den Umgang mit komplexen sozio-technischen Systemen zu übersehen.

Aber was kennzeichnet dieses andere, typisch menschliche informelle Handeln, das sich nicht digitalisieren lässt?

### 1.2.3. Das ‚typisch Menschliche‘: Implizites Wissen und erfahrungsgeleitet-subjektivierendes Arbeitshandeln

Das Konzept des *erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Handelns* (z. B. Böhle 2009) bietet nun eine handlungs- und wissenstheoretische Erklärung für jene ‚typisch menschlichen‘ informellen Kompetenzen, die sich nicht durch Technik ersetzen lassen. Es erklärt sowohl die entsprechenden kreativen (z. B. Innovation) wie auch die sozialen (wie z. B. Kooperation) Momente, die technische Systeme nicht aufweisen, die allerdings in Arbeits- und Produktionsprozessen benötigt werden. Es begründet die zentrale menschliche Fähigkeit, mit widersprüchlichen Arbeitsanforderungen (Moldaschl 2010) umzugehen, konfligierende Handlungslogiken miteinander zu vereinbaren (Huchler et al. 2007) oder insgesamt Unsicherheit und Ungewissheit zu minimieren, zu bewältigen (Grote 2015) oder aktiv aufrechtzuerhalten und zu bearbeiten (Böhle und Rose 1992; Pfeiffer 2007).

Das Konzept des *erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Handelns* (Böhle 2009) unterscheidet zwischen einem objektivierenden (kognitiv-rationalen) und einem erfahrungsgeleitet-subjektivierenden Denken und Handeln (siehe Abbildung 2), welche sich im Alltag notwendigerweise ergänzen. Ein wesentlicher Punkt ist dabei die Differenzierung zwischen einem expliziten bzw. ‚objektivierbaren‘ (z. B. formalisierbaren bzw. digitalisierbaren) und einem impliziten Wissen (tacit knowing) (Polanyi 1985).

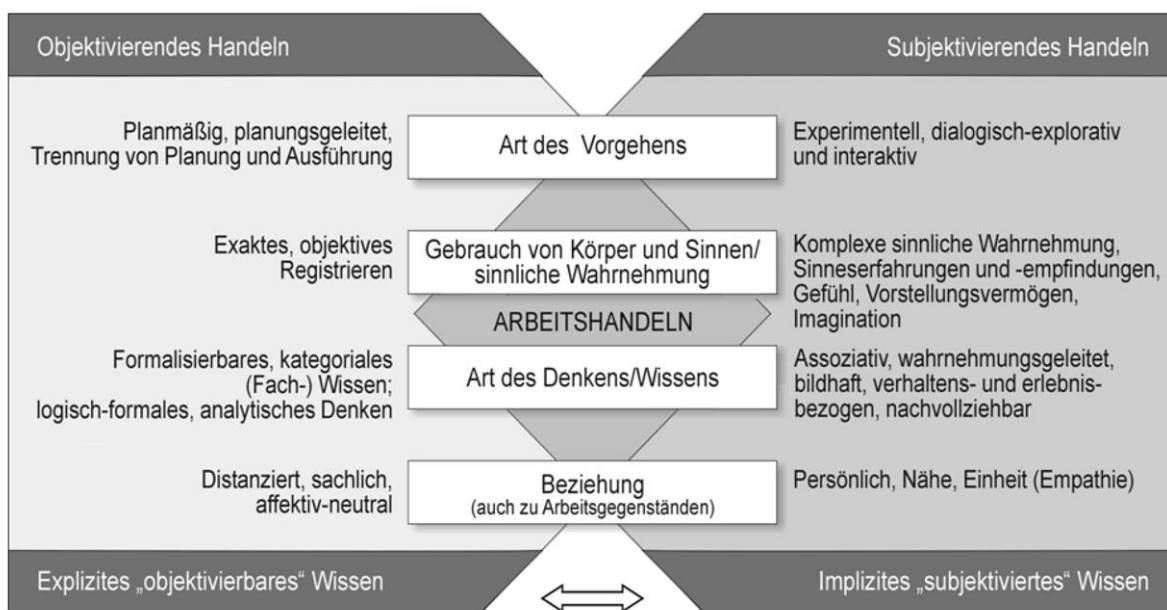


Abbildung 2: Arbeitshandeln (vgl. Böhle et al. 2011, 21)

Um *erfahrungsgeleitet-subjektivierendes Handeln* zu erfassen, wird (siehe Abbildung 2 mittlere Spalte) bei der Art des Vorgehens, beim Gebrauch von Körper und Sinnen, bei der Art des Denkens/Wissens und bei der Beziehung zum Arbeitsgegenstand (was sowohl Menschen, als auch Dinge einschließt) jeweils zwischen einem rational kalkulierenden ‚objektivierenden‘ und einem ‚subjektivierenden‘ Zugang unterschieden (siehe Abbildung 2). Um ein anschauliches Beispiel zu nennen: Die objektivierende, auf explizitem Wissen beruhende Perspektive zum Erlernen des Fahrradfahrens wäre es, einen Fahrradprofi ein Buch schreiben zu lassen – ‚Zehn Schritte zum Fahrradfahren‘. Üblicherweise wird jedoch ein anderer Zugang gewählt: Auf das Fahrrad setzen, anschieben, relativ schnell alleine fahren. Es wäre während des Fahrens fatal, zunächst über die in jedem Moment notwendige ausgleichende Abstimmung zwischen Gerät und Körper nachzudenken und anschließend zu handeln. Vielmehr müssen Handeln und Denken ineinanderfließen. Unbewusst ist ein solches Handeln keinesfalls. Es folgt nur nicht der klassischen Abfolge bewusst und kalkuliert getroffener Entscheidungen: Erst denken, dann handeln.

Entdeckt wurde dieses Handeln in der Arbeitssoziologie jedoch nicht bei stark körperbetonten Tätigkeiten, sondern in der hoch technisierten chemischen Prozessindustrie. Im Umgang mit den großen Anlagen schildern erfahrene MitarbeiterInnen sehr eindringlich, dass sie deren Zustand an der Spannung in der Luft erspüren, an Farbnuancen in den Becken oder bereits bei der Anfahrt am Rauch erkennen und Gerüche wie Geräusche zusätzlich zu den technischen Anzeigen von hoher Bedeutung für die Arbeit sind (*Bauer et al. 2006; Böhle und Milkau 1988*). An die Forschungen haben seitdem viele empirische Untersuchungen angeschlossen, die subjektivierendes Denken und Handeln in allen Arbeitsbereichen (z. B. für die Wissensarbeit: IT, für die Dienstleistungen: Pflege) gefunden haben und dessen Relevanz aufzeigen konnten (*zum Überblick s. Böhle 2016*).

Die menschliche Fähigkeit, das eigene Handeln situativ und flexibel ohne langes Nachdenken und Planen an variierende Gegebenheiten anzupassen bzw. „situiert“ zu handeln (*Suchman 2007*), geht im Wesentlichen auf implizites Wissen zurück. Wenn bei hohem Zeitdruck und großer Ungewissheit in sogenannten ‚Feuerwehraktionen‘ gehandelt werden muss, ist diese besondere „Könnerschaft“ (*Neuweg 2015*) entscheidend.

Erfahrene Manager wie auch Fachkräfte führen viele ihrer zentralen Entscheidungen auf Intuition, Emotionen und „Bauchgefühle“ (Gigerenzer 2007) zurück. Solche „praktische Intelligenz“ ist ebenfalls notwendig, um schnell das Verhalten anderer zu erkennen und flexibel darauf zu reagieren (Alkemeyer 2009). An die Stelle der Beobachtung und Identifizierung von Verhaltensregeln sowie -mustern tritt dabei das empathische, subjektive Erspüren und Nachvollziehen des Verhaltens anderer – auch von Gegenständen. Hierdurch wird es möglich, quasi am eigenen Leib zu erkennen, wie sich andere verhalten (werden). Eine solche flexible, handlungsbezogene Kommunikation ist vor allem zur wechselseitigen Abstimmung bei der Arbeit in Gruppen und Teams erforderlich (Porschen 2010); sie spielt aber ebenso im Umgang mit technischen Systemen eine zentrale Rolle (Böhle und Rose 1992; Pfeiffer 2007).

Für die Gestaltung von Digitalisierungs- und Automatisierungsprozessen kann nun Folgendes festgehalten werden:

- I. Das *objektiv-rationale Handeln*, das auf kalkulierten, klar abgewogenen Entscheidungen, explizit benennbaren Wissensressourcen, wie angehäuftes Wissen (Erfahrung) oder erlerntes Wissen (z. B. Fachwissen, Methodenwissen, Wissen um soziales Handeln etc.) beruht, erweist sich als direkt anschlussfähig an die formale betriebliche Unternehmenssteuerung; sei es über Befehle, Regel, Vereinbarungen oder digitalisierte Systeme.
- II. Das *erfahrungsgeleitet-subjektivierende Handeln* verweigert sich jedoch der Explizierung seiner Wissensbasis (weshalb von Erfahrungswissen und Kompetenzen gesprochen wird) und der instrumentellen und kalkulatorischen Verwendung. Es ist unmittelbar in praktisches Handeln eingebunden und kann hiervon nicht abgelöst und expliziert kommuniziert, erworben sowie angewendet werden (Böhle 2015). Es lässt sich nicht ohne elementare Verluste in die Zeichensprache der Digitalisierung übersetzen und entzieht es sich damit dem Zugriff der formalen betrieblichen Steuerung.

Dennoch lassen sich natürlich Bedingungen schaffen, unter welchen beide Aspekte menschlichen Handelns möglichst umfangreich und produktiv zur Geltung gelangen können.

Dies setzt jedoch voraus, dass beide Seiten gesehen werden und im Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation übertragen werden.

### **Bedarf für die Zukunft**

Für die weitere Gestaltung der Digitalisierung wird es also zentral sein, über die Arbeitsorganisation als zentralen Schalthebel das Zusammenspiel von Mensch und Technik so zu gestalten, das die Potenziale beider Seiten voll zur Geltung kommen können. Hierfür ist es notwendig, die Grenzen der Digitalisierung und damit ihre spezifischen Stärken und Schwächen zu erkennen und zu bearbeiten.

Es kann resümiert werden, dass es letztlich – neben der Erzeugung von Handlungsräumen zur Selbstentfaltung und Selbstwirksamkeit – darum geht...

- ...den Blick auf Arbeit als komplett zentral bzw. top-down steuerbar weiter abzulegen und der Reduktion menschlichen Arbeitshandelns auf die formal beschriebenen Funktionen und Prozesse entgegenzuwirken,
- ...die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik mit dem Blick auf eine möglichst umfangreiche wechselseitige Ergänzung (vs. einer Ersetzung oder „Nachahmung“ des Menschen durch die Technik) neu zu gestalten und damit neue und verbesserte Formen der Kooperation zu ermöglichen,
- ...die Schnittstellen zwischen Mensch und Technik als flexible Räume der Kooperation zu gestalten und auf eine wechselseitige Stärkung auszurichten; also die (teil-)autonom gesteuerten Arbeitsprozesse (inkl. der Systemanforderungen) mit dem menschlichen Arbeitshandeln und der Arbeitspraxis so zu vermitteln, dass sich beide Seiten ergänzen,
- ...die Unternehmenssteuerung auf vernetzte ganzheitliche Produktionssysteme aber zugleich auf dezentral funktionierende flexible Systeme auszurichten, die Handlungsräume eröffnen und deren Ausfüllen durch die Mitarbeiter unterstützen (und nicht vorgeben) – im Sinne einer situativen bzw. anlassbezogenen Vernetzung „von unten“,
- ...das Lernen im Prozess der Arbeit bzw. am Gegenstand zu ermöglichen durch eine qualifizierende Technikentwicklung und einen qualifizierenden Technikeinsatz, der Erfahrungswissen einbindet und fördert und nicht verhindert und degeneriert; z. B. durch Systeme, die Prozesswissen vermitteln und nicht reduzieren,

...die gestiegenen Flexibilitätsanforderungen an Unternehmen durch intelligente digitale Arbeitsorganisation und Vernetzung und nicht auf Kosten der Mitarbeiter und deren Arbeits- und Lebensqualität zu lösen,

...die Aufgaben von Management und Führung neu zu definieren und einem Rückzug der Führung aus der Verantwortung und weg vom Arbeitsprozess im Zuge „anonymerer“ digitaler Steuerung entgegenzuwirken.

...nicht zuletzt muss die Nützlichkeit für den täglichen Arbeitsprozess und die Mitarbeiter im Vordergrund stehen und nicht eine Planungsvision. Es gilt, Mehrarbeit durch Digitalisierung zu vermeiden, durch Technik zu qualifizieren und durch die Ermöglichung guter Arbeit zu motivieren.

Dabei hilft es, die Digitalisierung als Kommunikationsmedium – neben anderen – zu begreifen; mit eigenen Vor- und Nachteilen. Dabei bildet die Digitalisierung die Realität nie eins zu eins ab und ist auch als Re-Organisationsprozess nie vollständig abgeschlossen. D. h. das anvisierte Leitbild eines optimalen Zustandes entspricht nie dem Normalzustand. Oftmals ist doch die Flexibilität menschlichen Handelns die wesentliche Antwort auf die Herausforderungen der Industrie 4.0. Und auch mit Blick auf die Komplexität und die Risikobehaftetheit neuer technischer Systeme bleibt der Faktor Mensch die zentrale Ressource. Nicht zuletzt besteht weiter Forschungsbedarf, um die Grenzen menschlichen Handelns als auch jene der Technik vor dem Hintergrund der Digitalisierung neu zu definieren und zugleich die jeweiligen Potenziale von Mensch und Technik in den Blick zu nehmen und Arbeit entsprechend zu gestalten.

### **1.3. Chancen und Herausforderungen**

Im vorliegenden Verbundprojekt wurden keine komplexen CPS gestaltet, also Systeme, die Maschinen, Logistiksysteme und Werkstücke intelligent miteinander vernetzen und (teil-)autonom bis eigenständig steuern. Vielmehr lag der Fokus der hier gestalteten Digitalisierung auf den alltäglichen Wertschöpfungsprozessen, deren Optimierung und ggf. Neugestaltung in horizontaler (unternehmensübergreifender) und vertikaler (unternehmensinterner) Richtung. Im Fokus stand die Genese und Neuverknüpfung relevanter Informationen und der Zugang zu diesen an verschiedenen relevanten Stellen; durch Führungskräfte, Mitarbeiter und Kunden.

Betrachtet man die mit einem gängigen Leitbild der Industrie 4.0 einhergehende Wunschvorstellung einer vollkommenen Automatisierung der Informationsflüsse vom Bedarfsträger (Kunden) über den Produzenten (Werker) zum Versorger (Lieferanten), stellt sich die Frage, in wieweit ein KMU für diese Herausforderung gerüstet werden kann. Neben den explodierenden Informationsmassen werden die Anforderungen an die Kapazitätsflexibilisierung, die Versorgungssicherheit von Material und Komponenten und an die auftragsvariantenorientierte Produktion weiter wachsen.

Ohne die Mitarbeiter wird dies nicht zu stemmen sein. Sie müssen systematisch in die Industrie 4.0 eingebunden werden, um die zunehmende Komplexität zu bewältigen. Es gilt also, alle Mitarbeiter zu motivieren an der Neugestaltung der Prozesse von Anfang an kreativ mit zu arbeiten. Und zugleich gilt es, ihnen hierfür die Chancen bereitzustellen. MiMiK hat den Weg gewählt, die Mitarbeiter von Anfang an in den Entwicklungsprozess einzubinden – mit Erfolg. Denn passende Lösungen für eine zunehmend komplexere Arbeitswelt lassen sich immer weniger allein „top-down“ entwickeln und nach einem festen Plan umsetzen.

Auch in den vergangenen industriellen Evolutions- und Revolutionsphasen gab es keine vordefinierten Detailziele, nur die Vision einer epochalen Weiterentwicklung innerhalb eines erkennbaren Technologiebereiches. Industrie 4.0 ist also nicht nur ein Teil des Leitbilds des „Internets der Dinge und Dienste“, sondern die Herausforderung zur Neugestaltung aller Prozesse unter Verwendung bereits bekannter, aber unter Voraussicht auf zukünftige Digitalisierungstechnologien. Es geht also darum, die – insbesondere für KMU – noch ungeschriebene Industrie 4.0 prospektiv zu gestalten; und dies nicht nur mit dem Blick auf die Vernetzung von Objekten oder das Verhältnis von Mensch und Technik, sondern mit Blick auf die gesamte Arbeitsorganisation. Nur durch die Gestaltung des Zusammenspiels von Mensch, Technik und Arbeitsorganisation können die Abläufe schneller und noch flexibler gestaltet werden. Daraus ergibt sich die Chance, mit allen Mitarbeitern durch entsprechende Weiterbildung, Mitgestaltung passender Arbeitsprozesse und -bedingungen, insbesondere der zeitnahen Versorgung mit Organisations- und Produktionsinformationen, gemeinsam in die digitale Welt der Zukunft zu gehen.

Eine stärkere horizontale (unternehmensübergreifende) Vernetzung lässt sich nur über kollaborative Zusammenarbeit auf höchstmöglicher Vertraulichkeit und auf Basis gemeinsamer Standards durchführen. Zum Aufbau und Aufrechterhalten von Vertrauen müssen – trotz und mit der Digitalisierung – die entsprechenden Gelegenheiten gefördert bzw. neu geschaffen werden. Denn gerade in der vertrauensvollen unternehmensübergreifenden Kollaboration hier liegt ein besonderes Potenzial von KMU. Zugleich müssen vorhandene Standards, wie der elektronische Datenaustausch (EDI) und andere Informations- und Datenformate, in die übergreifenden Informationsflüsse integriert werden. Das Gleiche gilt für neue Standardformate, die gezielt für KMU ausgelegt sind, wie z. B. ZUGFeRD (Rechnungsdaten als PDF-Anhang). Diese gilt es weiter auszubauen.

Das Leitbild der Industrie 4.0 steht sowohl für eine Ursache wie auch für neue Lösungsansätze für eine zentrale und aktuell sich weiter verschärfende Herausforderung für produzierende KMU. Neben dem bestehenden Kostendruck in globalisierten Märkten sind dies:

- „Individualität“: Losreduzierung bis zum Leitbild „Losgröße 1“ bzw. Auftragsmenge 1 Stück
- „Geschwindigkeit“: Liefer-/Produktionszeitreduzierung auf die jeweils technologisch machbare kürzeste Durchlaufzeit
- „Flexibilität“: Ausrichtung der gesamten Arbeitsorganisation auf kurzfristigen und immer neuen Produktionsbedarf

Dies bedeutet nicht nur Zeit- und Kostendruck, sondern eine zunehmende Komplexität und neue Unsicherheiten – ein zentraler Grund, weshalb im KMU-Netzwerk im Kontext der Industrie 4.0 der Mensch weiterhin im Mittelpunkt steht.

#### **1.4. Motivation und Vision von MiMiK 4.0**

Im vorliegenden Verbundprojekt bestand ein großes Interesse Informationen und Daten auf einer gemeinsamen Plattform auszutauschen, da alle Anwendungspartner ihren Schwerpunkt in der Elektronikfertigung bzw. der Beschaffung elektronischer Bauteile haben.



- Die Motivation des Projektes war durch verschiedene Thesen getragen, die auf den Erfahrungen der Projektpartner in ihrem eigenen betrieblichen Umfeld in den letzten Jahren aufbauten.
- Die Umsetzung der Anforderungen durch Industrie 4.0 in den kleinen und mittelständischen Unternehmen wird von den Projektpartnern als ein evolutionärer Prozess gesehen und stellt somit keine prinzipielle Revolution in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit dar.
- Ein wesentlicher Aspekt der Arbeiten im hier vorgestellten Projekt MiMik lag daran aufzuzeigen, dass Konzepte der Industrie 4.0 nicht automatisch menschenleere Fabriken insbesondere in den KMU Zulieferer-Netzwerken bedeuten.
- Derzeit bestehen noch erhebliche Wissenslücken, was KMU in der Wertschöpfungskette leisten können und wo die Grenzen in der Belastung der Mitarbeiter durch die stark gestiegenen Anforderungen sind. Insbesondere die Grenzen der Selbstorganisation der Arbeit bei den Mitarbeitern (Vorbildung, Betriebserfahrung, technische Rahmenbedingungen etc.) sind derzeit nur eingeschränkt greifbar.
- Die Zulieferer können sich dem Prozess nicht grundsätzlich widersetzen, sondern sind gezwungen, den Anforderungen der Kunden zu folgen. Welche Möglichkeiten der konstruktiven Einflussnahme hier bestehen ist noch offen.
- Die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit der mittelständischen Zulieferbetriebe wird durch Industrie 4.0 gestärkt erfordert erhebliche Anstrengungen, um eine geeignete Infrastruktur, Schnittstellen oder Übertragungsprotokolle für Daten zu definieren.
- Der Trend Kleinstlose bis hin zur Stückzahl 1 umzusetzen, erfordert erhebliche Anpassungen bei den KMU-Zulieferern in der Wertschöpfungskette.

Die besondere Herausforderung für KMU im Rahmen der Industrie 4.0-Entwicklung liegt in der Bereitschaft, sich mit dem den Chancen und Risiken auseinanderzusetzen.

In mehreren Studien, unter anderem in „Jeske 2015“ zeigt sich, dass in größeren Unternehmen der Begriff Industrie 4.0 eine hohe Bekanntheit aufweist, in kleinen Unternehmen jedoch dem Inhalt und der Bedeutung noch eine sehr untergeordnete Rolle zugesprochen wird.

Geht man davon aus, dass die mit Industrie 4.0 verbundene Digitalisierung und Vernetzung eine wesentlich verbesserte Nutzung der betrieblichen Informationen bietet und sich daraus enorme Potenziale im Bereich der Produktinnovation und vor allem in der Produktivitätssteigerung ergeben, scheint uns die kreative Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 als unternehmerische Pflichtübung.

Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 werden Kostensenkungspotenziale insbesondere in indirekten Bereichen erwartet bspw. bei Komplexitätskosten in einem Umfang von bis zu 70 % (Bauernhansl 2014).

*„Industrie 4.0 wird für die Branche(n) jedoch nicht nur eine rein technische Herausforderung oder ein ausschließliches IT-Problem darstellen. Der technische Wandel wird zugleich weitreichende organisatorische Konsequenzen haben und Chancen für neue Geschäftsmodelle, Unternehmenskonzeptionen und erweiterte Beteiligungsspielräume für die Beschäftigten eröffnen.“*  
(Prof. Dr. Henning Kagermann)

Für Unternehmer im KMU-Umfeld ist die Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 deshalb eine besondere Herausforderung, weil es ihnen in besonderem Maße an Zeit, aber auch an geeigneten Gesprächspartnern mangelt. Die Autoren dieses Buches sind in der besonderen Lage solche Themen im Rahmen des Netzwerkes „GF-Süd“ zu diskutieren und die Schlussfolgerungen in anschließenden Arbeitskreisrunden zu vertiefen. Das GF-Süd-Netzwerk hat sich aus einem gemeinsamen bundesweiten Forschungsprojekt heraus entwickelt. Die Geschäftsführer der beteiligten Firmen trafen sich regional in Arbeitskreisen, die nach Abschluss des Projektes in regelmäßigen Treffen weiterleben.

Daraus ergibt sich die Vision, nicht nur unternehmensintern, sondern gemeinsam an der Wertschöpfungskette entlang, die pilothafte Installation von Industrie 4.0-Profilen zu verwirklichen und individuell weiter zu entwickeln.

### 1.5. Zielstellung MiMiK 4.0

Im Verbundprojekt MiMiK 4.0 sollte modellhaft am Beispiel der Elektronikindustrie untersucht werden, wie die speziellen Anforderungen der Industrie 4.0 erstmals im Rahmen der Wertschöpfungskette in den KMU-Zulieferern abgebildet werden können. Die in diesem Zuge zu entwickelnden Methoden sollten dazu beitragen, die Zusammenarbeit in den einzelnen Unternehmen der Wertschöpfungskette besser zu koordinieren und abzustimmen. Insbesondere war zu untersuchen, wie Planänderungen (z. B. durch Verschiebung von Produktionsterminen, Probleme bei der Verfügbarkeit elektronischer Bauelemente oder aufgetretene Fehler in Produkten) optimal umgesetzt werden können.

Nachfolgend wird die Zielstellung an einem typischen Beispiel verdeutlicht:

Erhält durch eine plötzliche Prioritätenverschiebung des Kunden eine Baugruppe einen früheren Liefertermin, so müssen die Verfügbarkeit der Bauteile sowie die Fertigungskapazitäten beim Leiterplattenlieferanten neu geprüft werden. Dies erfolgt durch mehrere Ebenen, heute typischerweise manuell, per Fax, E-Mail oder Telefon. Anschließend muss in jedem Unternehmen der Wertschöpfungskette der Produktionsprozess neu geplant werden, der unter Umständen andere kurzfristige Aufträge beeinträchtigt. Die Kommunikation solcher Planänderungen stellt somit einen sehr kritischen, insbesondere zeitkritischen Faktor dar.

Ziel des vorliegenden Projektes war es, die Mitarbeiter zu ertüchtigen, stärker selbst organisierte Arbeitsabläufe umzusetzen, die in den Unternehmen keine langen Abstimmungsprozesse erfordern. Mitarbeiter können nach Vorliegen der entsprechenden Informationen bzgl. Materialverfügbarkeit usw., entscheiden, den fraglichen Auftrag sofort zu beginnen, obwohl aktuell noch Teile fehlen. Da der Auftrag eine sehr lange Laufzeit aufweist, der Mitarbeiter aktuell Zeit hat und zudem abends länger bleiben kam, besteht nun die Möglichkeit, dass er den Auftrag in Eigenverantwortung direkt bearbeitet.

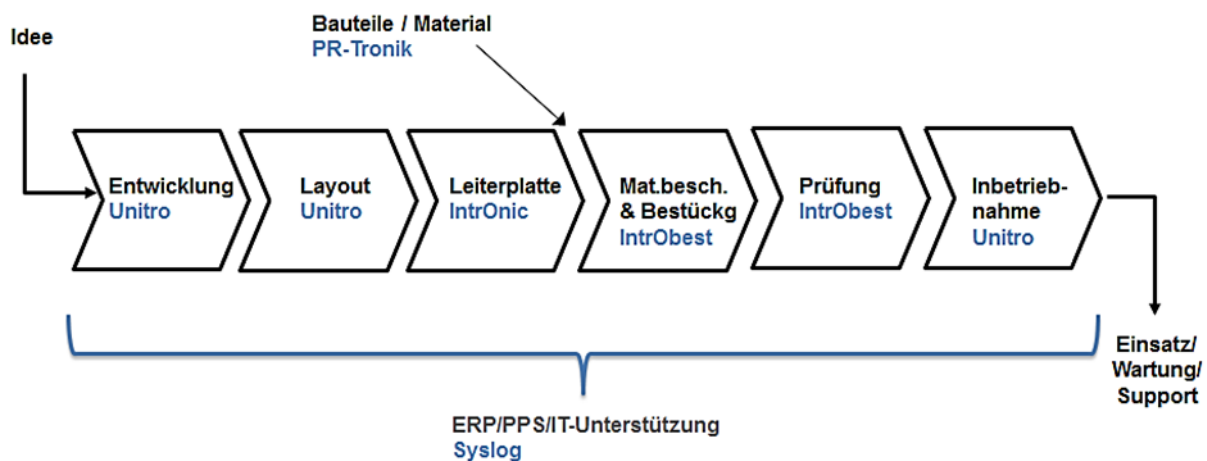
Hierfür war es zwingend erforderlich, die technischen Rahmenbedingungen zu schaffen, um die Kommunikation mit einer sehr hohen Transparenz bis zum Mitarbeiter an der Maschine zu ermöglichen. Die Verfügbarkeit von Informationen sollte in einer einfachen Art und Weise umgesetzt werden.

Dazu bot es sich an, die vorhandenen Kommunikationswege zu nutzen und die dort ausgetauschte unstrukturierte Information kontextbezogen aufzubereiten, sodass alle Mitarbeiter in der Wertschöpfungskette schnell und zielgerichtet die für sie wichtigen Informationen bekommen, um die Produktion anpassen zu können.

Einfache Datenstrukturen, unter Umständen Volltexte oder Textpassagen, bieten dabei die einfachste Möglichkeit, Informationen auszutauschen, behindern aber durch das Fehlen von Strukturen die Suche, Verwaltung oder Ablage. Da Informationen aufgrund der oben genannten Anforderungen immer schneller ausgetauscht werden müssen, sollten den Mitarbeitern möglichst einfache und schnelle Methoden des Informationsaustauschs zur Verfügung gestellt werden. Diese sollten dann durch passende Filter auf der Basis intelligenter Suchalgorithmen im Volltext strukturiert aufgearbeitet und z. B. digital abgelegt werden. Durch die modernen Methoden der Vererbung von Eigenschaften von Objekten können so Zuordnungen geschaffen und diese Daten strukturiert weiterverarbeitet und verwaltet werden. So aufbereitet stehen die relevanten Informationen allen in der Wertschöpfungskette beteiligten Mitarbeitern sofort zur Verfügung, sodass bei Planänderungen sofort und gleichzeitig auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette reagiert werden kann.

Somit bot sich mit diesem Vorgehen eine Möglichkeit, KMU-Zulieferketten an die Anforderungen der Industrie 4.0 heranzuführen und durch eine transparente Schnittstelle die Anbindung an hoch automatisierte Unternehmen mit Produktionsstrukturen auf der Basis von CPS sicherzustellen. Die Methodik sollte dabei nicht nur den reinen Produktionsprozess, sondern auch nach- und vorgelagerte Logistikprozesse umfassen. Darüber hinaus sollte untersucht werden, inwieweit sich gängige Schnittstellen, wie z. B. der EDI-Standard, für den Austausch solcher Daten eignen.

Die beteiligten Unternehmen decken am Beispiel der Elektronikbranche die komplette Wertschöpfungskette ab, beginnend beim entwickelnden Unternehmen über die Leiterplattenherstellung und -bestückung bis hin zur Bauteiledistribution, sodass alle auftretenden Fragen in diesem Umfeld untersucht werden können (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Wertschöpfungskette in der Elektronik**

Eine flexiblere Produktion verlangt nach Aufgabenerweiterung und gesteigerter Verantwortungsübernahme durch die Mitarbeiter, die zur Bewältigung spontaner Ereignisse und kurzfristiger Änderungen verstärkt organisatorisch tätig werden müssen. Solchermaßen erweiterte Handlungsspielräume sind jedoch kein Selbstläufer, sie bedürfen einer Unterstützung durch eine an die Arbeitssituation angepasste Technik, adäquate und möglichst „von unten“ situativ gestaltbare Organisationsstrukturen und eine entsprechend neue Führung, die auf aktuelle Bedarfe der Mitarbeiter flexibel eingeht. Um die neuen Anforderungen bewältigen zu können, bedarf es parallel einer angemessenen Qualifizierung und Begleitung der Mitarbeiter. Dies betrifft nicht nur den Umgang mit technischen Kommunikationsmitteln, sondern insbesondere das Verständnis über organisatorische Abläufe und Notwendigkeiten.

Nicht zuletzt bedeutet eine flexiblere Produktion einen flexibleren Einsatz von Mitarbeitern, mit den entsprechenden Chancen und Risiken für diese. Vor allem flexibilisierte Arbeitszeiten und -orte stellen erhöhte Anforderungen an das Zusammenbringen von Arbeit und Leben. Ein besonderes Augenmerk wird deshalb auf Work-Life-Balance-Aspekten liegen. Ein flexibilisierter Personaleinsatz kann neue Optionen für die Mitarbeiter bieten. Diese gilt es systematisch zu ergreifen. Denn nur wenn die Chancen erweiterter Flexibilität für Unternehmen wie Mitarbeiter zusammengebracht werden und die konkrete Ausgestaltung mitarbeitergerecht stattfindet, kann erhöhte Flexibilität auf Dauer gewährleistet werden.

Mithilfe qualitativer Interviews und Expertengespräche sollte die Perspektive der Mitarbeiter auf die Aspekte Selbstorganisation, Qualifikation und Verfügbarkeit systematisch aufbereitet und mit den umfangreichen Erfahrungen des ISF München abgeglichen, mit dem Ziel, die dadurch gewonnene Erkenntnisse unmittelbar in die (Weiter-)Entwicklung der Methoden vernetzten Arbeitens rückzubinden. Dies geschah sukzessive in Begleitung der Pilotprojekte und damit in enger Anbindung an alle Teilprojekte).

Mit erfolgreichem Projektabschluss sollte bei und mit industriellen kleinen und mittelständischen Betrieben der Elektronikbranche somit das bislang kaum genutzte Flexibilitätspotenzial durch unternehmensübergreifende Kooperationsbeziehungen erhöht werden.

Es handelt sich um ein innovatives überbetriebliches Konzept und bietet damit:

- Know-How Transfer
- Erhöhung der Flexibilität
  - Beschleunigung und Optimierung der Innovationsprozesse
  - Kompetenzsteigerung
  - Erhöhung der Wettbewerbs- und Strategiefähigkeit
  - Minimierung der Durchlaufzeiten
  - Minimierung der Ausschussquote

Da alle Projektpartner an derselben Wertschöpfungskette innerhalb der Elektronikindustrie beteiligt sind und längs dieser Kette bereits intensive Geschäftstätigkeiten untereinander stattfanden, galt es die Industrie 4.0–Potenziale bei den Beteiligten zu identifizieren und geeignete Industrie 4.0–Objekte unternehmensintern sowie -übergreifend umzusetzen.

Dabei legte das Projektkonsortium besonderen Wert auf eine möglichst weitgehende Automatisierung des Datenaustausches über Anfragen, Angebote, Aufträge, Auftragsstatus und Lagerverfügbarkeiten zwischen den Unternehmen. Vertikal sollen Tätigkeiten und Abläufe digitalisiert werden und somit dem Beteiligten in Echtzeit alle Informationen zur Verfügung stehen. Ferner sollten alle am Produktions- bzw. Logistikprozess beteiligten Mitarbeiter Transparenz über die individuelle Kapazitätsauslastung und die anstehenden Aufgaben in Echtzeit erhalten. Insgesamt sollte die Reaktionszeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette reduziert werden.

**Tabelle 1: Illustrative Darstellung von Pflicht und Kür 4.0 für alle Ebenen**

**Quelle: (Kletti, 2015)**

<b>Ebene</b>	<b>Pflicht – Realistische Ziele</b>	<b>Kür – Vision Industrie 4.0</b>
<b>Produktion</b>	Reduktion Verschwendung, andere Ineffizienzen ...	Automatisierung, autonome Roboter, Intralogistik
<b>Produktionssteuerung</b>	Einführung MES-Systeme	Umfassende Sensorik, Predictive Maintenance, ...
<b>Produktionsmanagement</b>	Einführung ERP-Systeme, weitere Planungssysteme	Kollaborative Planungssysteme
<b>Produktionscontrolling/-kennzahlen</b>	Kennzahlen-Systeme	Big Data, Smart Data als Basis für Management-Systeme
<b>Produktionsstrukturen</b>	KVP der heutigen Strukturen	Dezentralisierte Netzwerk-Strukturen, ...

### 1.5.1. Literatur

- [1] Alkemeyer, T. (2009). Handeln unter Unsicherheit - vom Sport aus beobachtet. In F. Böhle, & M. (Wehrich, Handeln unter Unsicherheit (S. 183-202). Wiesbaden.
- [2] Bainbridge, L. (Jg. 19, H.6). Ironies of Automation. Automatica, S. 775-779.
- [3] Bauer, H. G., Böhle, F., Munz, C., Pfeiffer, S., & Woicke, P. (2006). Hightech-Gespür. Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen in hoch technisierten Arbeitsbereichen. Bielefeld.
- [4] Bauernhansl, T., ten Hompel, M., & Vogel-Heuser, B. (2014). Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik.
- [5] Boes, A. (2016). Digitalisierung: Neue Arbeitskonzepte in Technik in Bayern.
- [6] Böhle, F. Erfahrungswissen - Erfahren durch objektivierendes und subjektivierendes Handeln. In A. Bolder, & R. (Dobischat, Eigen-Sinn und Widerstand (S. 70-88). Wiesbaden.
- [7] Böhle, F. (2. Jg, H.3). Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit mit Ungewissheit. praeview - Zeitschrift für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention, S. 9.
- [8] Böhle, F. (2016 (im Erscheinen)). Arbeit als subjektivierendes Handeln. Handlungsfähigkeit in unwegsamen und ungewissen Situationen. Wiesbaden.
- [9] Böhle, F. Handlungsfähigkeit mit Ungewissheit - Neue Herausforderungen und Ansätze für den Umgang mit Ungewissheit. Eine Betrachtung aus sozioökonomischer Sicht. In S. Jeschke, E.-M. Jakobs, & A. (Dröge, Exploring Uncertainty (S. 281-293). Wiesbaden.
- [10] Böhle, F., & Huchler, N. (2016 (im Erscheinen)). Cyber-Physical Systems and Human Action. A re-definition of distributed agency between humans and technology, using the example of explicit and implicit knowledge. In H. Song, D. B. Rawat, S. Jeschke, & C. (Brecher, Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications. Amsterdam.



- [11] Böhle, F., & Milkau, B. (1988). Vom Handrad zum Bildschirm - Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß. Frankfurt a. M.
- [12] Böhle, F., & Rose, H. (1992). Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt a. M.
- [13] Böhle, F., Bolte, A., Neumer, J., Pfeiffer, S., Porschen, S., Ritter, T., et al. (Jg. 4, H. 4). Subjektivierendes Arbeitshandeln - "Nice to have" oder ein gesellschaftskritischer Blick auf "das Andere" der Verwertung? Arbeits- und Industriesoziologische Studien, S. 16-26.
- [14] Ernst & Young. (2016). Digitalisierung im deutschen Mittelstand - Befragung von 3.000 mittelständischen Unternehmen in Deutschland. Von [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016/\\$FILE/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016/$FILE/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016.pdf) abgerufen
- [15] Gigerenzer, G. (2007). Bauchentscheidungen. Die Intelligenz des Unterbewussten und die Macht der Intuition.
- [16] Grote, G. (2015). Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann, & J. Niehaus, Digitalisierung industrieller Arbeit - Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (S. 131-146). Baden-Baden.
- [17] Huchler, N. (9. Jg., Heft 1, S. 57-59). AIS. Arbeits- und Industriesoziologische Studien. Von Die Rolle des Menschen in der Industrie 4.0 - Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz: <http://www.ais-studien.de/home/veroeffentlichungen-16/april.html> abgerufen
- [18] Kletti. (2015). Mensch 2020 - transdisziplinäre Perspektiven. Verlag aw&I Wissenschaft und Praxis. Bullinger, A.C.
- [19] Kletti, J., & Schumacher, J. (2015). Die perfekte Produktion - Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT).

- [21] Moldaschl, M. (2010). Widersprüchliche Arbeitsanforderungen. Ein nichtlinearer Ansatz zur Analyse von Belastung und Bewältigung in der Arbeit. In G. (Faller, Lehrbuch der Betrieblichen Gesundheitsförderung (S. 82-94). Bern/Zürich.
- [22] Neuweg, G. H. (2015). Das Schweigen der Könner. Gesammelte Schriften zu implizitem Wissen. Münster/New York.
- [23] Pfeiffer, S. (2006). Dialektik der Nebenfolgen. Eine Annäherung am Beispiel von Informatisierungsprozessen. In S. Böschen, N. Kratzer, & S. (. May, Nebenfolgen (S. 65-87). Weilerswist.
- [24] Pfeiffer, S. (2007). Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen. München/Mering.
- [25] Polanyi, M. (1985). Implizites Wissen. Frankfurt a. M.
- [26] Porschen, S. (2010). Andere Form - anderer Rahmen. Körper- und gegenstandsvermittelte Abstimmung in Arbeitsorganisationen. In F. Böhle, & M. (Wehrich, Die Körperlichkeit sozialen Handelns (S. 207-227). Bielefeld.
- [27] Rammert, W. (2009). Hybride Handlungsträgerschaft. Ein soziotechnisches Modell verteilten Handelns. In O. Herzog, & T. (. Schildhauer, Intelligente Objekte (S. 23-33). Berlin.
- [28] Suchmann, L. A. (2007). Plans and Situated Actions. The Problem of Human-machine Communication. Cambridge u. a. .
- [29] Veit, D., Clemons, E., Benlian, A., Buxmann, P., Hess, T., Kundisch, D., et al. (2014, Ausgabe 1). Geschäftsmodelle - Eine Forschungsagenda für die Wirtschaftsinformatik. WIRTSCHAFTSINFORMATIK, S. 55-64.
- [30] Waidner, M., Backers, M., Müller-Quade, J., Bodden, E., Schneider, M., Kreutzer, M., et al. (2013). Entwicklung sicherer Software durch Security by Design.
- [31] Wetz, F. (1988, Jg. 39, H. 1). Die doppelte Wirklichkeit der Unternehmen und ihre Konsequenzen für die Industriesoziologie. Soziale Welt, S. 97-103.

## **2. Verbundpartner**

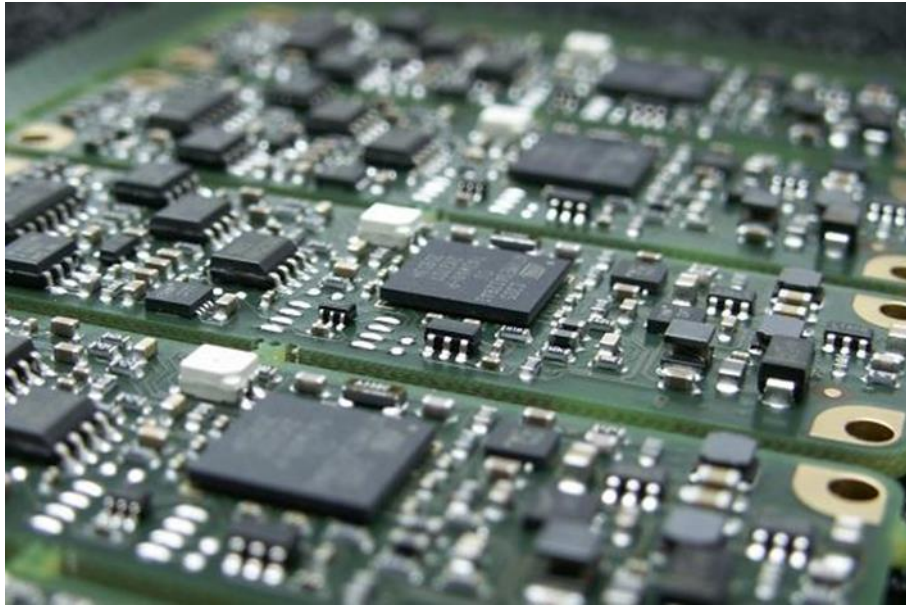
Im Projekt MiMiK arbeitete ein Verbund aus der Industrie und der Wissenschaft zusammen. Nachfolgend werden die Verbundpartner vorgestellt. Das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung – ISF München wurde als Auftragnehmer in das Verbundprojekt eingebunden.

### **2.1. Vorstellung intrObest**

Die Firma intrObest GmbH & Co. KG Bestückungen, elektrotechnische Baugruppen und Systeme ist ein kleines Produktionsunternehmen in Fellbach, das als Dienstleister mit 25 Beschäftigten elektronische Baugruppen und Systeme im Kundenauftrag produziert. Sie ist somit ein typischer EMS (Electronic Manufacturing Service) Anbieter.

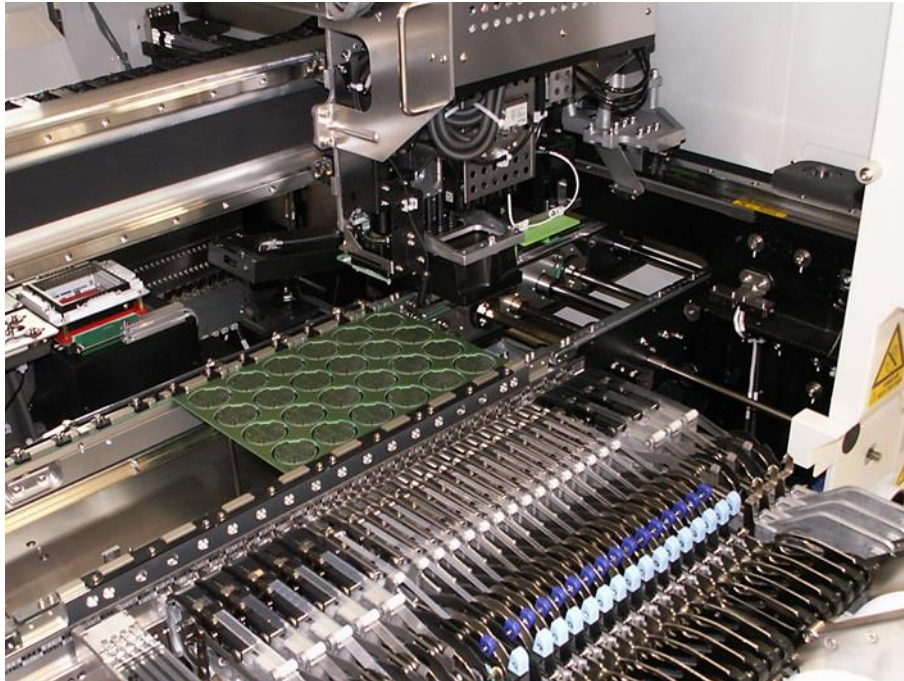
Früher wurde dies einfach als „Bestücker“ bezeichnet, weil elektronische Bauteile auf Leiterplatten bestückt wurden. Doch mehr und mehr rückte der eigentliche Produktionsvorgang in den Hintergrund und wurde zur ohnehin vorausgesetzten Selbstverständlichkeit. Dagegen gewann der umfassende Service für den Kunden die eigentliche und wichtigste Bedeutung. Die Lieferung der benötigten Baugruppen jederzeit termingerecht in einwandfreier Qualität und in der gewünschten Form und Verpackung wurde zur eigentlichen Herausforderung für die EMS-Betriebe.

Sie wurden somit als Zulieferer zum unverzichtbaren Teil der Wertschöpfungskette, deren reibungslose Abwicklung kritisch für die eigene Produktion wurde. intrObest übernimmt für seine Kunden auftragsbezogen die Bestückung von Leiterplatten (Surface Mounted Devices und konventionell bestückte Platinen; siehe Abbildung 4 und Abbildung 5), sowie auch die Materialbeschaffung oder Beratung bis hin zur Prüfung kompletter Baugruppen.



**Abbildung 4: Darstellung einer bestückten Leiterplatte**

Es handelt sich meist um die Herstellung von kleinen und mittleren Serien für mittelständische Kunden, die sich in der räumlichen Nähe befinden. Während eine Massenfertigung in sehr großen Stückzahlen meist im Ausland erfolgt, ist der Standort in Deutschland insbesondere für die Kunden interessant, die keine so großen Serien benötigen und deren Produkte eine hohe Variantenvielfalt aufweisen. Dann bietet die räumliche Nähe einen Zeitvorteil und die Möglichkeit zur engeren technischen Abstimmung bei bekannt guten Qualitätsergebnissen. Ebenso arbeitet intrObest bei der Entwicklung von Produkten eng mit der Entwicklungsabteilung des Kunden oder externen Entwicklers zusammen, um schnell Prototypen liefern zu können.



**Abbildung 5: Bestückung der Leiterplatte bei intrObest**

Für intrObest ergeben sich durch die Anforderungen der Industrie 4.0 erhebliche Konsequenzen. In den letzten Jahren traten immer häufiger Auslastungsschwankung, spontane Ereignisse und kurzfristige Änderungen im Produktionsprozess auf. Diese werden zukünftig bedingt durch die Anforderungen der CPS zunehmen, sodass Planänderungen zum Normalzustand werden. Hierdurch steigen die Anforderungen an die Mitarbeiter enorm an. Das Unternehmen muss sich daher durch eine schlanke Fertigung, kurze Produktionszyklen und flexible Anpassung an schnell wechselnde Auftragsvolumina und Spitzenbelastungen auszeichnen.

Um den Kunden eine schnelle Lieferung und entsprechende Flexibilität garantieren zu können, sind entsprechende Materialvereinbarungen und die logistische Einbeziehung der Vorlieferer erforderlich. Dies sind in erster Linie Bauteiledistributoren und Leiterplattenhersteller. Hier bietet sich eine überbetriebliche Zusammenarbeit und Vernetzung durch entsprechende Systeme und Schnittstellen an.

Herr Lackner, Gründer und Inhaber von intrObest, hat vor der Gründung für zehn Jahre im internationalen Großunternehmen der IT-Branche gearbeitet und kennt somit die Vorzüge und Nachteile beider Welten.

Er ist überzeugt von der Leistungsfähigkeit kleiner Unternehmen und übergreifender Netzwerke und setzt sich maßgeblich hierfür ein.

## **2.2. Vorstellung intrOnic**

Die intrOnic GmbH & Co. produziert seit 1968 Leiterplatten, damals gedruckte Schaltungen. Die Prozesse im Bereich der Leiterplatten haben sich im Laufe der Jahre mannigfaltig verändert. Galt früher es noch eine vorhandene Kupferfläche zu covern, um diese vor einem Ätzmedium zu schützen und anschließend die Bohrungen für die mechanische Halterung der Bauteile einzubringen, ist heute ein komplexer Fertigungsprozess mit 62 Arbeitsschritten in über 16 verschiedenen Fertigungsabteilungen erforderlich (siehe Abbildung 6).

In der Produktion werden allein 5 Fertigungsberufe (ohne die üblichen Büro- und Verwaltungsarbeiten) benötigt. Die intrOnic Leiterplatten GmbH galt bei Branchenkennern stets als sehr innovativ, flexibel und dynamisch die verschiedenen technologischen Innovationen mitzumachen und zum Teil eigene Entwicklungen in das Unternehmen einzubringen. Um den stark wachsenden Kapazitäten sowie den selbstgesetzten Umweltansprüchen gerecht zu werden, war es sinnvoll, ein extra für diesen Zweck konzipiertes Gebäude 1976 zu erstellen. Ein speziell angepasstes Leitungsführungssystem wurde bereits bei der Planung mit berücksichtigt.





**Abbildung 6: Fertigung bei intrOnic**

Während der industriellen Entwicklung und der eingeführten Globalisierung hat sich die Landschaft in der Leiterplattenbranche stark verändert. Spricht man von Ende der 80er Jahre von über 300 lokalen Leiterplattenherstellern ist diese Zahl heute auf deutlich unter 50 geschrumpft. Dem vorausgegangen sind die zahlreichen Indoorhersteller, die ihre Hauptprodukte in China platzieren.

Die Geschäftsführung von intrOnic hat diese Entwicklung vorausgesehen und sich auf flexible kleinere Stückzahlen mit einer sehr hohen Typenvielfalt und die Prototypen konzentriert. Dies geht selbstverständlich mit einer kurzen Lieferzeit und einem engen Kundenverhältnis einher. So werden heute vor allem kleinere und mittlere Stückzahlen produziert, der Maschinenpark und die Verwaltungseinheiten mit modernen PPS-Systemen und Rückmeldeeinheiten wurden entsprechend angepasst. Ein Scorecard unterstütztes Management schafft organisatorische Kompetenzraster mit einer, soweit möglich, selbst regulierenden Aufgabenverteilung.

### **2.3. Vorstellung PR-Tronik**

Die PR-Tronik Elektronik-Handels GmbH wurde im November 1994 von den heutigen Gesellschaftern Stefan Portmann und Stephan Raaymann als Distributionsunternehmen für elektronische Bauteile in Karlsbad gegründet.

Bereits 1996 wurde der Firmensitz nach Ettlingen verlagert, das Unternehmen wächst kontinuierlich und bezieht im Jahr 2000 neue Räumlichkeiten innerhalb des Industriegebietes der Spinnerei und Weberei Ettlingen. In den Anfangsjahren beliefert PR-Tronik Kunden der Elektronik verarbeitenden Industrie im süddeutschen Raum mit passiven, aktiven und elektromechanischen Bauteilen. Im Jahr 2004 wird in Karlsbad ein Grundstück mit 3.400 qm erworben und im nächsten Jahr ein Bürogebäude mit 500 qm und eine Lagerhalle mit ca. 900 qm erstellt.

Seit 2004 bildet PR-Tronik junge Mitarbeiter als Groß- und Außenhandelskaufmann/frau Fachrichtung Elektronik sowie als Lagerfachkräfte aus. Von den insgesamt 14 Auszubildenden arbeiten heute 10 in verantwortlichen Positionen in unserem Unternehmen. In den Jahren 2012 und 2015 wurden wir als ausgezeichnetes Ausbildungsunternehmen von der IHK geehrt. Ebenfalls im Jahr 2015 wurde das Unternehmen in Kooperation der IHK Karlsruhe und der deutsch-französisch-schweizerische Oberrheinkonferenz als Euregio-Ausbildungsbetrieb zertifiziert.

PR-Tronik versteht sich nicht nur als klassischer Distributor für elektronische Bauteile, zusammen mit unseren überwiegenden klein- und mittelständigen Kunden erarbeiten wir für diese zugeschnittenen kundenspezifischen Lösungen. Dies können Logistikkonzepte, Kittings aber auch komplett bestückte elektronische Baugruppen sein. Diese Dienstleistungen (Leiterplatten sowie EMS) werden bei den Projektpartnern bezogen.

In einem Markt, in dem durch Zukäufe die großen amerikanischen Distributionsunternehmen eine immer bedeutendere Rolle spielen, hat sich PR-Tronik, mit seinen 28 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von 12,5 Mio. €, zu einem der größten vertragsunabhängigen Distributoren in Deutschland entwickelt. Das Unternehmen bietet seinen Kunden eine umfassende Beratung durch kompetente Vertriebsmitarbeiter im Innen- und Außendienst sowie ein breit gefächertes Lager mit ca. 200 Mio. Bauteilen aufgeteilt auf ca. 10.000 Artikel (siehe Abbildung 7).





**Abbildung 7: Lager bei PR-Tronik**

Seit 2015 ergänzt die Dienstleistung der Wartung und Montage von Netzwerk- und Telekommunikationsgeräten, als zusätzlicher Arbeitsbereich, unseren Handel mit elektronischen Bauteilen. Um den kommenden Anforderungen eines Distributionsunternehmens im globalen Wettbewerb gerecht zu werden, plant das Unternehmen bereits die Erweiterung seines Logistikbereiches.

#### **2.4. Vorstellung UNITRO Fleischmann**

Fleischmann UNITRO Störmeldesysteme wurde 1971 von Helmut und Ilse Fleischmann gegründet und ist mittlerweile in der zweiten Generation ein inhabergeführtes Unternehmen.

Das Unternehmen der **uni**versellen Industrieelek**tronik** gehört zu den führenden Herstellern im Bereich der Stör- und Gefahrenmeldetechnik. Seit 1994 entwickelt und fertigt das Unternehmen auch Komponenten der LON-Bus Technologie für Industrie und Gebäudeautomation und hat sich zum absoluten LON Systemspezialist mit Systemintegration entwickelt. UNITRO liefert komplette Condition und Facility Monitoring Systeme für Industrie 4.0 Szenarien einschließlich Prozessvisualisierung und intelligenten dezentralen HMI Modulen (siehe Abbildung 8). Weiter gehören modulare Fernwirkssysteme ebenfalls zum Portfolio wie kundenspezifische Sonderentwicklungen von der Wetterstation bis zur Saunasteuerung.

Darüber hinaus hat sich das Unternehmen einen Namen bei Leitwarten für Großkraftwerke, sowohl für Neuanlagen als auch für Anschluss kompatiblen Ersatz bei Bestandsanlagen, gemacht und liefert dazu die Ansteuertechnik in LON-Bus oder auch Ethercat Technologie bis nach Asien.



**Abbildung 8: Multifunktionaler Störmelder der neuesten Generation**

Fleischmann UNITRO Störmeldesysteme baut auf langfristige Kundenbeziehungen. Liefertreue bedeutet dem Unternehmen nicht nur absolute Verlässlichkeit selbst bei kurzfristigen Aufträgen, sondern auch eine Ersatzteilgarantie auf Jahrzehnte. So sieht sich das Unternehmen mit einem innovativen Team all den zahlreichen in- und ausländischen Kunden im Energie- und Industriesektor, sowie der öffentlichen Hand verantwortlich stets ein zuverlässiger Partner zu sein.

Um seinen hohen Qualitätsstandard zu genügen, vereint das Unternehmen Entwicklung, Testlabor und Fertigung an seinem Firmensitz in Backnang unter einem Dach, eben **Made in Germany**.

Das gesamtgesellschaftliche unternehmerische Verhalten und die unternehmerische Sozialverantwortung basiert auf christlichen Wertvorstellungen und christlichen ethischen Grundsätzen.

Diese Grundhaltung bedingt mit dem Gebot der Nächstenliebe ein von Respekt, Vertrauen, Verantwortung und Humanität geprägtes zwischenmenschliches Verhalten, das zwingend auch die Beziehung zu allen geschäftlichen Partnern bestimmt. Das Gebot der Schöpfungserhaltung bestimmt das verantwortungsbewusste und nachhaltige Handeln des Unternehmens im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie.

Darüber hinaus kennzeichnet den familiengeführten Betrieb mit seinen Mitarbeitern ein enger persönlicher Kontakt zwischen Geschäftsleitung und Angestellten, aber auch ein zutiefst persönlich empfundenes Verantwortungsgefühl gegenüber allen Kunden. Die in den verschiedenen Codes of Conduct definierten Verhaltensweisen sind deshalb für Geschäftsleitung und Mitarbeiter des Unternehmens selbstverständlich und werden und wurden in der über 45jährigen Firmengeschichte eingehalten und praktiziert.

## **2.5. Vorstellung Syslog**

Die Syslog GmbH wurde 1997 vom heutigen Geschäftsführer und Gesellschafter Hans Kozó gegründet.

Syslog ist ein international tätiges, mittelständisches IT-Unternehmen und verfügt über ein umfangreiches ERP-Projektierungs-Wissen, das wir in über 25-jähriger Zusammenarbeit mit mittelständischen Fertigungsbetrieben erworben haben. Speziell für diese Betriebe wurde die Software syslog.ERP entwickelt, die sich an den Anforderungen und Problemstellungen in der modernen Fertigung von heute orientiert. Bei den Produkten handelt es sich um systemische IT-Lösungen, die einfache bis komplexe, prozessgesteuerte Abläufe in Unternehmen managen können.

Hohe Beratungskompetenz in den Vertriebs-, Fertigungs-, Planungs-, Steuerungs- und After-Sales-Prozessen von Unternehmen, aber auch fundiertes Software-Know-how, zeichnet Syslog als Dienstleistungsunternehmen und Software-Hersteller aus. In der fertigungsorientierten Planung von Prozessstrukturen, Prozessabläufen und Prozessleistungen, bis in die Leistungsmerkmale der Software ist Syslog der kompetente Ansprechpartner für seine Kunden.

Die Kundenbeziehungen sind von gegenseitigem Vertrauen und hoher Wertschätzung geprägt. Das zeigt sich auch dadurch, dass wir regelmäßig von unseren Kunden weiterempfohlen werden. Das Unternehmen sieht sich dadurch in seiner bisherigen Arbeit bestätigt, aber auch verpflichtet sich innovativ und serviceorientiert weiter zu entwickeln.

Dies alles wird zum einen durch ein hoch motiviertes und sehr gut ausgebildetes Team von Mitarbeitern ermöglicht, das es zu erhalten und auszubauen gilt. Dazu bildet Syslog seit Jahren Fachinformatiker aus und ist im Rahmen des dualen Studiums Praxispartner DHBW in Stuttgart.

Zum anderen beteiligt sich Syslog regelmäßig mit seinen Kunden an Forschungsprojekten, um die aktuellen Herausforderungen bewältigen und zukunftsweisende Ideen umsetzen zu können.

*Einfach ist am schwersten – Syslog*

## **2.6. Vorstellung ISF München**

Das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung – ISF München ist eine der führenden arbeits- und industriesoziologischen Forschungseinrichtungen Deutschlands. Das unabhängige, gemeinnützige Forschungsinstitut behauptet sich seit 50 Jahren weitgehend ohne öffentliche Grundförderung auf dem Forschungsmarkt. Die Forschungsvorhaben werden über projektgebundene Mittel finanziert.

Das ISF München hat eine Kernkompetenz: Arbeit. Aus dieser Perspektive bezieht es alle gesellschaftlichen Bereiche in seine Forschungen ein. Denn die Akteure in unserer Gesellschaft, von Individuen über Unternehmen und Organisationen bis zur Politik, benötigen Wissen über Arbeit und Gestaltungskonzepte für Arbeit, auf welchem Gebiet sie auch immer tätig sind.

Das ISF München betreibt empirische Sozialforschung in einem umfassenden Verständnis. Dies schließt Untersuchungen in Betrieben und Interviews mit Beschäftigten und Experten ebenso ein wie theoretische Reflexion, Gestaltungs- und Praxisorientierung, Politikberatung, Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit. Vielfältige Projekttypen spiegeln diese ganzheitliche Orientierung wieder: Das Institut befasst sich sowohl mit Grundlagenforschung als auch mit konkreten Berichterstattungs-, Forschungs- und Gestaltungsaufträgen.

Das ISF München arbeitet regelmäßig mit Unternehmen vom multinationalen Konzern bis zum Kleinstbetrieb und mit zahlreichen öffentlichen Institutionen, Wirtschaftsverbänden und Gewerkschaften zusammen.

Es kooperiert im internationalen Maßstab mit Universitäten, Fachhochschulen, Forschungseinrichtungen verschiedener Disziplinen und Daten haltenden Institutionen.

Das ISF München ist maßgeblich beteiligt an den aktuellen Forschungen und Konzeptentwicklung zur Digitalisierung von Arbeit, Industrie 4.0 und Arbeiten 4.0.

### **3. Ausgangsposition der Projektpartner und Darstellung des betriebsübergreifenden Zulieferer-Szenarios**

Die Elektronikindustrie, welche im Projekt MiMiK im Fokus stand, ist insbesondere im Halbleiter- und elektromechanischen Bereich durch sehr hohe Lieferzeiten (bis zu 20 Wochen) geprägt. Planzahlen seitens der Kunden liegen nicht oder nur sehr spärlich vor. So kommt es vor, dass Auftragsschwankungen bei einzelnen Kunden von über 200 % stattfinden.

Top organisierte und technisch sowie zeitlich optimierte Produktionsprozesse in der Großindustrie fordern extreme Flexibilität bei ihren Zulieferern. So benötigen heute kundenangepasste (modulare) Schaltanlagen Produktionszeiten von wenigen Tagen vom Auftrag bis zur Auslieferung. Die notwendigen Zulieferteile werden größtenteils erst auftragsbezogen beschafft. Verbindliche Abrufe, oder Forecasts werden vom Kunden im Allgemeinen nicht ausgegeben. Darüber hinaus werden immer kürzere Lieferzeiten gefordert.

Als Folge besteht der Bedarf einer besseren Vernetzung - möglichst vom Endkunden bis zum „letzten“ Lieferanten. Leider lässt sich das gerade im internationalen Umfeld unmöglich umsetzen, sodass gute Kunden-Lieferantenverhältnisse hierdurch an Bedeutung gewinnen. Ein kontinuierlicher Kontakt zu den Projektleitern, bzw. den Vertriebsmitarbeitern ermöglicht es Planzahlen zu generieren, um insbesondere Bauteile mit langer Vorlauf-/Lieferzeit optimal zu disponieren und sicherzustellen, dass diese rechtzeitig zur Verfügung stehen, ohne das Lager aufzublähen. Hierdurch werden zwar noch keine zuverlässigen Aussagen für den Einzelauftrag erhalten, zumal beim Kunden selbst der Auftrag meist nicht sicher bestätigt ist. Über das gesamte Kundenspektrum gemittelt liegt die Planung jedoch in einer zuverlässigen Größe, sodass bei den eigenen Lieferanten entsprechende Abrufe platziert werden können.

Um diese und etliche weitere Faktoren bis zu einem gewissen Grad in einem Warenwirtschaftssystem abzufangen, bedarf es höchster Flexibilität. Zudem arbeiten in KMU die Mitarbeiter nicht nur an ein oder zwei „kleinen“ Softwaremodulen, wie z. B. der Auftragserfassung und -bearbeitung.

Sie bedienen zum Teil eine Vielzahl an Modulen, die ein vollständiges ERP-System beinhalten – von der zuvor erwähnten Auftragserfassung über die Produktionsplanung und den Einkauf bis zur Auslieferung und dem After Sales Service. Daher ist es zwingend notwendig, den Mitarbeitern ein System anzubieten, das auf die betrieblichen Abläufe bestens angepasst ist, und der Mitarbeiter sich nicht den Software-Strukturen anpassen muss.

Die nachfolgend dargestellte Ausgangssituation der Projektpartner vor Beginn des MiMiK 4.0 – Projektes verdeutlicht die im Kontext der Industrie 4.0 immer weiter steigenden Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten sowie an das gesamte technische Umfeld der produzierenden Unternehmen.

Alle beteiligten Unternehmen wickeln ihre Aufträge im Rahmen der Möglichkeiten optimiert ab und nutzen aktuelle Softwareprodukte, um ihre Produktionsprozesse planen zu können. Sie stellen somit ein gutes Referenzszenario für viele produzierende KMU dar, die ähnlich arbeiten.

### **3.1. Überbetriebliches Zulieferszenario innerhalb der Unternehmen**

Das Kapitel 3.1 stellt das im Projekt MiMiK bestehende Zuliefererszenario zwischen den Verbundpartnern dar.

UNITRO Fleischmann Störmeldesysteme entwickelt und vertreibt seine Produkte weltweit u. a. an Energieversorgungsunternehmen und deren Ausrüster (wie z. B. ABB, Alstom, Areva, Cegelec, General Electric, Hyosung, Siemens, usw.). Die Produkte werden alle zu 100% im Hause entwickelt und designed, d. h. Stromlaufplan- sowie Layout-Erstellung werden betriebsintern vollzogen. Dabei kann das Unternehmen auf seine über 45jährige Erfahrung im Bereich der Entwicklung und der Produktion zurückgreifen. Nicht unbedeutend ist die Zusammenarbeit mit Zulieferfirmen der Leiterplattenherstellung sowie Bauteilbeschaffung.

Hier kommen die Projektpartner PR-Tronik und intrOnic ins Spiel. PR-Tronik hat sich auf die Materialdisposition ursprünglich bei passiven Bauteilen und bei aktiven Bauteilen insbesondere auf kleine Stückzahlen spezialisiert und bedient inzwischen ein breites Portfolio vom einfachen Widerstand über Mikroprozessoren und elektromechanische Bauteile bis hin zur kundenspezifischen Kabelkonfektion. So greifen die Entwickler von UNITRO Fleischmann Störmeldesysteme intensiv auf den Materialbestand sowie den technischen Support von PR-Tronik und deren Zulieferer zurück.

Dadurch ist es möglich, Verfügbarkeit bzw. Beschaffung weitestgehend bereits im Entwicklungsstatus zu berücksichtigen.

Dieser Punkt gewinnt immer mehr Bedeutung, denn es werden frühzeitig Muster zum Prototypenbau geordert oder auch Kleinmengen für Null- und Erstserien.

Zum Zeitpunkt der Layoutgestaltung beginnt bereits die Zusammenarbeit mit dem Leiterplattenhersteller, in diesem Fall intrOnic. Dieses Unternehmen fertigt seit fast 50 Jahren Leiterplatten von einfachen Ein- und Zweilagigen bis hin zu aufwendigen Multilayern. Eine frühzeitige Kommunikation ist hier von großem Nutzen, um auf spätere (teure) Redesigns verzichten zu können oder Produktionskapazitäten bereits frühzeitig einzuplanen. Letztlich besteht die Leiterplattenherstellung aus über 72 einzelnen Produktionsschritten und -prozessen, die in der Durchlaufzeit nicht beeinflussbar sind.

### **3.2. Ausgangssituation Syslog**

Zu Projektbeginn war das syslog.ERP auf den bei KMU vorherrschenden, innerbetrieblichen Ablauf abgestimmt. Dieser ist im Bereich der Fertigung bis heute nahezu ausschließlich durch die Erstellung und Weitergabe der entsprechenden Vorgaben auf Papier geprägt.

Überlegungen auf elektronische Medien umzustellen waren zwar vorhanden, wurden aber vonseiten der KMU nicht nachgefragt.

Erst mit der immer stärker werdenden Diskussion und Verbreitung des Themas Industrie 4.0 kam der Anstoß hier im Bereich der KMU die Entwicklung voranzubringen.

Mit MiMiK 4.0 erfolgte der Startschuss für die Implementierung der papierlosen Fertigung in KMU.

### **3.3. Ausgangssituation UNITRO Fleischmann**

Zu Projektbeginn wurden die Fertigungsprozesse bei UNITRO Fleischmann in Papierform organisiert. Auch die Fertigungsunterlagen lagen lediglich in Papierform vor und wurden in einem Stahlschrank alphabetisch archiviert. Diese beinhalteten auch Bestückungspläne für Bestückung (SMD + THT) sowie Montage- und Servicepläne für die Montage und das Prüffeld (Rote und Blaue Mappe) (siehe Abbildung 9).



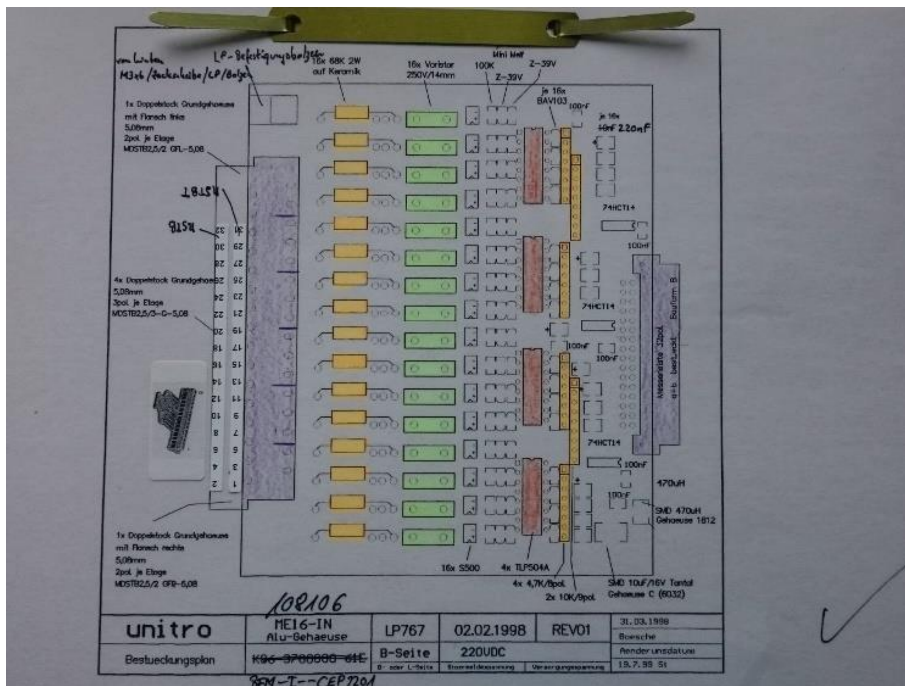


Abbildung 9: Fertigungsunterlagen bei UNITRO vor Projektbeginn

Die ordnungsgemäße Aufbewahrung der Unterlagen hing im enormen Maß von der Sorgfalt der Mitarbeiter ab. Änderungen in den teils mehrfach vorhandenen Unterlagen mussten aufwendig händisch in jedem einzelnen Dokument eingepflegt werden.

Die Auftrags- und Bestellauslösung verlief halb automatisch. Das ERP-System generierte Fertigungsaufträge, die durch Unterschreitung eines hinterlegten Mindestbestandes oder Bezug nehmend auf Kundenaufträge ausgelöst wurden. Daraus ergaben sich Bestellempfehlungen von Material, die durch die Produktionsleitung überarbeitet und dann vom Einkauf termingerecht beschafft wurden (siehe Abbildung 10).

Dispo-Nr.	Los	bb	ST	Bemerkung	Lieferanten-Nr.	Name 1	BL	Artikel-Nr.	Bestellung	Bezeichnung 1	Bezeichnung 2	Bezeichnung 3	Fu
226612		0	BB		0			0113649	4.000	NK Ruhrsai	Redundant	220VDC/48/24/12/5VDC 100W	
227028		0	BB		0			1108985	23.000	MES-PCPU Logic mit Gehäuse o		110/125VDC	
227041		0	BB		0			1100174	24.000	FSB16/16-USB ABB 110/110VDC	mit 16 dig Eingängen		
226873		0	BB		0			3112408	2.000	Flachbandkabel	40-adrig	0,09mm	
225987		0	BB		765010			3103214	50.000	Gehäuse	96x 96x 82,5 mm	Panel-Clip	
226731		0	BB		765056			3106123	100.000	Abstandsbohlen		M3x7mm	
226986		0	BB		765056			3106125	50.000	Abstandsbohlen	Innengewinde 6-kant	M3x25mm	
226720		0	BB		765056			3106120	30.000	Abstandsbohlen		M3x2mm	
226739		0	BB		765218			3113432	20.000	Elko	2,7mF	25V	
226704		0	BB		763226			3113430	18.000	Trelco	18-22V/ 5V 25VA EP25vertikal	5V	
227047		0	BB		765639			3105948	100.000	LPS-8845		MVE 8/8 m	
227046		0	BB		765600			3105112	100.000	Klemme	RAA280 9G		
227043		0	BB		765600			3104358	1.000	Socket	14polig	DIL14	
227044		0	BB		765600			3104968	500.000	Klemme	RAA330 3G		
227042		0	BB		765600			3103915	100.000	Thyristordiode	unipolarkontak	300V	
227045		0	BB		765600			3105022	100.000	Klemme	RAA349 BST -X2 8-1-seitig		
227043		0	BB		765600			3106713	200.000	Schleife	50-polig 2-reihig	254	
226960		0	BB		765244			3110827	250.000	Weißapp-Falkarton	braun	100x100x100mm	
226981		0	BB		766321			3106498	50.000	Pelias	LZ	24VDC	
227029		0	BB		765021			3105290	4.000.000	Ferrit	2950R 60MHz 742792093		
226643		0	BB		770074			3112925	3.000	Farbband SCHWARZ	Rn Thermodrucker	Zebra Gk420r	

Abbildung 10: Bestellvorschlag bei UNITRO

Üblicherweise wurde und wird die Bestellung annähernd zu 100 % per PDF und E-Mail verschickt.

Die Produktionsleitung erkannte aus dem System, welche Aufträge vollständig zur Produktion am Lager lagen (siehe Abbildung 11) und druckte dann zeitgerecht die Laufkarten zur Fertigung (siehe Abbildung 12).

FE10 Fertigungs-Bedarf Übersicht

Suche... Zusatz...

Dispo (Standard)  mit SFA Detail

Dispo-Nr.	Los	K-Auft	Name 1	FA	ST	Bemerkung	PM	Termin	Wunschtermin	Bestellmg.	Delieferte Mg.
227012				FA			M	2016/17/0	2016/17/0	100,000	0,0
226986				FA			M	2016/19/0		24,000	0,0
226983				FA			M	2016/18/0		100,000	0,0
226972				FA			M	2016/17/0		2,000	0,0
226936			Schuster GmbH	FA			M	2016/18/0	2016/18/0	1,000	0,0
226915				FA			M	2016/21/0	2016/21/0	100,000	0,0
226911				FA			M	2016/21/0	2016/21/0	100,000	0,0
226894				FA			M	2016/17/0		24,000	0,0
226843			ellschaft	FA			M	2016/21/0	2016/21/0	9,000	0,0
226842			Schuster GmbH	FA			M	2016/18/0	2016/18/0	1,000	0,0
226800				FA			M	2016/17/0		10,000	0,0
226705				FA			M	2016/19/0		21,000	0,0
226636				FA			M	2016/16/0		5,000	0,0
226635			legen Süd	FA			M	2016/19/0	2016/15/1	11,000	0,0
226634			legen Süd	FA			M	2016/19/0	2016/15/1	2,000	0,0
226389			ke GmbH	FA			M	2016/17/0		15,000	0,0
226278			ke GmbH	FA			M	2016/19/0	0	1,000	0,0
226277			ke GmbH	FA			M	2016/19/0	0	1,000	0,0
226276			ke GmbH	FA			M	2016/19/0	0	1,000	0,0
226211				FA			M	2016/18/0	2016/17/3	30,000	0,0
226183			hen GmbH	FA			M	2016/17/5	2016/14/0	5,000	0,0
226182			hen GmbH	FA			M	2016/17/5	2016/14/0	6,000	0,0

BW10 Lagerbewegung | MA10 Abfrage MeWi | LA10 Lagerteilestamm

Anzeigen | Ändern | Neuanlegen

Storno+Neu | Storno+Loe | Freigabe

Erledigt | Fertigungs-Aufträge

Löschen | Termine | Storno

Abbildung 11: Fertigungsaufträge

-LKS- Nr. 1 Uairo Pincelmas 23.04.2016 15:08:34  
 Laufkarte 224601 Stammdaten Seite 1 von 4

Starttermin **KW 05/4** Laufkarte 224601 Liefertermin **KW 05/4**

Menge PE-Beg. PE-Zuk. Liefertermin Meizer  
 1,00 04.02.2016 04.02.2016 KW 2016-05-0

Anzahl	Bezeichnung	WZP	WZ	Gr. Std.	Struk.	
1,00	300			1,00	0,50	1,2
	KOMMISSIONIERUNG					
	Einzelpapier drucken, FEAD					
	Zuchung-Pick beistellen, P10					
	Umschicht					
	Zählmenge					1
	PE-Zuk					04.02.2016

BEISTELLUNG  
 KEIN FEAD + P10

beigestellte Bauteile teilweise konfektionieren.

Anzahl	Bezeichnung	WZP	WZ	Gr. Std.	Struk.	
10,00	500			4,00	1,00	8,0
	Fertigung					
	Bestücken von Head					
	3änge					
	3änge					
	Umschicht					
	Zählmenge					1
	PE-Zuk					04.02.2016

gen. beigestelltes Plus

zum Weidmüller Querstreifen von CC24 verwenden  
 (Quer streifen, RJ Buchse nach vorne über Abwehrlack)

Anzahl	Bezeichnung	WZP	WZ	Gr. Std.	Struk.	
15,00	500			1,00	0,50	1,5
	Fertigung					
	Nachlöten von Head					
	3änge					
	3änge					
	Umschicht					
	Zählmenge					1
	PE-Zuk					04.02.2016

-LKS- Nr. 1 Uairo Pincelmas 23.04.2016 15:08:34  
 Laufkarte 224601 Stammdaten Seite 2 von 4

Starttermin **KW 05/4** Laufkarte 224601 Liefertermin **KW 05/4**

Menge PE-Beg. PE-Zuk. Liefertermin Meizer  
 1,00 04.02.2016 04.02.2016 KW 2016-05-0

Anzahl	Bezeichnung	WZP	WZ	Gr. Std.	Struk.	
10,000	500			1,00	0,50	1,0
	Qualitätsüberang					
	Qualitätsüberang					
	PE01					
	Zugang prüfen: LB17					
	Umschicht					
	Zählmenge					1
	PE-Zuk					04.02.2016

Umschicht

Abbildung 12: Auszug aus einer Laufkarte

Bei der Arbeitsvorbereitung wurden daraufhin die Entnahmepapiere gedruckt (siehe Abbildung 13).

-FA360- Material-Entnahmeliste für 1 Unistro Fleischmann Störmeldesysteme vom 23.04.2016 17:09:52  
71522 Backnang Gaildorfer Straße 15 Seite 1 von 2

Fahrbefehl-Nr. 2008598		Fertigungs-Nr. 226937		Artikel-Nr. 108115		Bezeichnung 1 ME24-IN 110VDC EVU			
Lfd.-Nr.	Artikel-Nr.	Bezeichnung 1 Bezeichnung 3	Bezeichnung 2 Bezeichnung 4	Funktion/ Bauform	Ort	Lg-Platz	K-Nr.	Charge	Menge
108388	106430	Aufkleber weiß	Version/Revisions Label weiß r 10mm	998	BÜR	JF			28,00 Stück
108375	105725	LP-0733	2	500	lp	0733			28,00 Stück
108391	106257	ME 24in Rohrmiete	Ms-RNA2,5x0,3x9 DIN7340	998	PRO				56,00 Stück
108392	111983	Rolle unbed. 30m Streifenhöhe 3,8mm	arttab.artbez1 (Zeichenfolge)EX3,8)R/3,8	998	PRO				0,03 Stück
108377	111061	Optokoppler 1-fach SOP4	TLP185-GB-TPL	500	smd	0092			639,00 Stück
108383	105385	Drossel 470uH	6x3mm 60mA	600	tl	0029			28,00 Stück
108386	107471	Widerstand-Netzwerk Spol	4,7K	600	tl	0178			168,00 Stück
108379	107085	Widerstand	27K 5	600	tl	0448			672,00 Stück
108381	104103	Keramikkondensator 63V	220nF RM2,5	600	tl	0503			672,00 Stück
108378	106957	Varistor 13mm	130V	600	tl	0512			672,00 Stück
108389	106113	Abstandshülse 6mm		998	tl	0662			1.344,00 Stück
108382	106629	Messerleiste B	32-polig ab	600	tl	0733			28,00 Stück
108376	111061	Optokoppler 1-fach SOP4	TLP185-GB-TPL	500	tl	0926			33,00 Stück
108372	103784	Diode 100V	BAV103 250mA	500	tl	1016			1.344,00 Stück
108384	105373	Drossel 56uH	24x7,5mm 1,5A	600	tl	1243			28,00 Stück
108374	103745	Brückengleichrichter 1000V	S500 0,8A	500	tl	1311			672,00 Stück
108370	104307	IC-TTL SO	74HCT14 D auf Rolle	500	tl	1332			112,00 Stück

Abbildung 13: Entnahmepapiere

Entlang diesen Unterlagen wurden aus dem Lager entsprechende Bauteile oder Baugruppen bereitgestellt. Trat im Lager ein Fehlbestand von Bauteilen auf, musste vor der Materialverbuchung der Bestand richtiggestellt werden (siehe Abbildung 14).

LB12 Korrektur

Bewegungsart: 6 Korrektur perm. Inv. 23.04.2016

Artikel-Nr.: 106113 Abstandshülse

Alternativ-Artikel-Nr. (Info): Lager-Kaufteil

Lager-Nr.: 0 Hauptlager 0,00000

Lager-Ort: tl 7.412.000

Lagerplatz: 0662 Datum erste Einlagerung: 17.02.2016

Charqe: Datum letzte Einlagerung: 17.02.2016

Bestand neu: 6.500.000 Stück

Kostenstelle: Beleg-Nr.:

Bemerkung: keinen Beleg drucken Anzahl Etiketten: 1 0

Buchen Init Ende

5.01.324

Abbildung 14: Materialkorrektur

Nach vollständiger Kommission musste das Material aus dem Lager ausgebuht werden (anhand dieser Entnahmeliste, siehe Abbildung 15) und auf einem entsprechenden Lagerplatz eingelagert werden.

P110 Optimieren Pickvorrat Übersicht

Suche... Bearbeiten...

Alle Laufende Nr. Fehrbefehl-Nr. 2009598 Fertigungsnummer 226338

Groß/klein Anzahl Zeilen begrenzt auf 1000

Lfd-Nr.	Fehrbef	ST	Lg	Ort	Lg-Platz	Charge	Artikel-Nr.	Funktion/Bauform	E/A	K-Auf	Fert-Nr.	EK-Nr.	Menge	Istbestand	Bel Dat	Bezeichnung 1
108365	2008598	F	tl	2241	103874		500 A	0 226937	0	672.000	2.026.000	20.04.2016	Zenerdiode			74HCT14 D
108370	2008598	F	tl	1332	104307		500 A	0 226937	0	112.000	1.776.000	20.04.2016	IC-TTL			100nF
108371	2008598	F	tl	2005	104159		500 A	0 226937	0	168.000	17.287.000	20.04.2016	Keramik Kondensator			BAV103
108372	2008598	F	tl	1016	103784		500 A	0 226937	0	1.344.000	9.634.000	20.04.2016	Diode			100K
108373	2008598	F	tl	2282	107381		500 A	0 226937	0	672.000	2.179.000	20.04.2016	Widerstand			5S00
108374	2008598	F	tl	1311	103745		500 A	0 226937	0	672.000	1.450.000	20.04.2016	Rückengleichrichter			2
108375	2008598	F	tl	0733	105725		500 A	0 226937	0	28.000	101.000	20.04.2016	LF-Dr33			TLP185-GB
108376	2008598	F	tl	0926	111061		500 A	0 226937	0	33.000	1.033.000	20.04.2016	Optokoppler 1-fach			TLP185-GB
108377	2008598	F	tl	0092	111061		500 A	0 226937	0	639.000	1.033.000	20.04.2016	Optokoppler 1-fach			220nF
108378	2008598	F	tl	0512	106957		600 A	0 226937	0	672.000	728.000	20.04.2016	Varistor			32-polig ab
108379	2008598	F	tl	0448	107085		600 A	0 226937	0	672.000	1.382.000	20.04.2016	Widerstand			27K
108380	2008598	F	tl	2127	104187		600 A	0 226937	0	28.000	101.000	20.04.2016	Tantal Kondensator			10uF
108381	2008598	F	tl	0503	104103		600 A	0 226937	0	672.000	918.000	20.04.2016	Keramik Kondensator			220nF
108382	2008598	F	tl	0733	106629		600 A	0 226937	0	28.000	109.000	20.04.2016	Messleiter			32-polig ab
108383	2008598	F	tl	0029	105385		600 A	0 226937	0	28.000	47.000	20.04.2016	Drossel			6x3mm
108384	2008598	F	tl	1243	105373		600 A	0 226937	0	28.000	96.000	20.04.2016	Drossel			24x7,5mm
108385	2008598	F	tl	1322	107476		600 A	0 226937	0	84.000	276.000	20.04.2016	Widerstand-Netzwerk			10K
108386	2008598	F	tl	0178	107471		600 A	0 226937	0	168.000	200.000	20.04.2016	Widerstand-Netzwerk			4,7K
108387	2008598	F	tl	1605	105324		600 A	0 226937	0	700.000	772.000	20.04.2016	Klemme			DMKDS 2.5
108388	2008598	F	tl	BUR	106430		999 A	0 226937	0	28.000	2.270.000	20.04.2016	Aufkleber weiß			Version/Rev
108389	2008598	F	tl	0682	106113		999 A	0 226937	0	1.344.000	7.412.000	20.04.2016	Abstandshülse			27K
108390	2008598	F	tl	0142	104629		999 A	0 226937	0	28.000	144.000	20.04.2016	Etiketentaste 6.3mm			für Katalog

alle Rückmelden Storno Kom-Liste TE-Beleg keinen Beleg drucken

1 Rückmelden Neu Optimieren alle selektierte Rückmelden Drucken Ende

000001 Anzahl Datensätze 24 5.01.324

Abbildung 15: Entnahmeliste

An Schautafeln wurden durch die Produktionsleitung die Fertigungsaufträge entsprechend der Priorität eingeordnet (siehe Abbildung 16). Die Mitarbeiter arbeiteten der Reihenfolge nach die Aufträge ab.

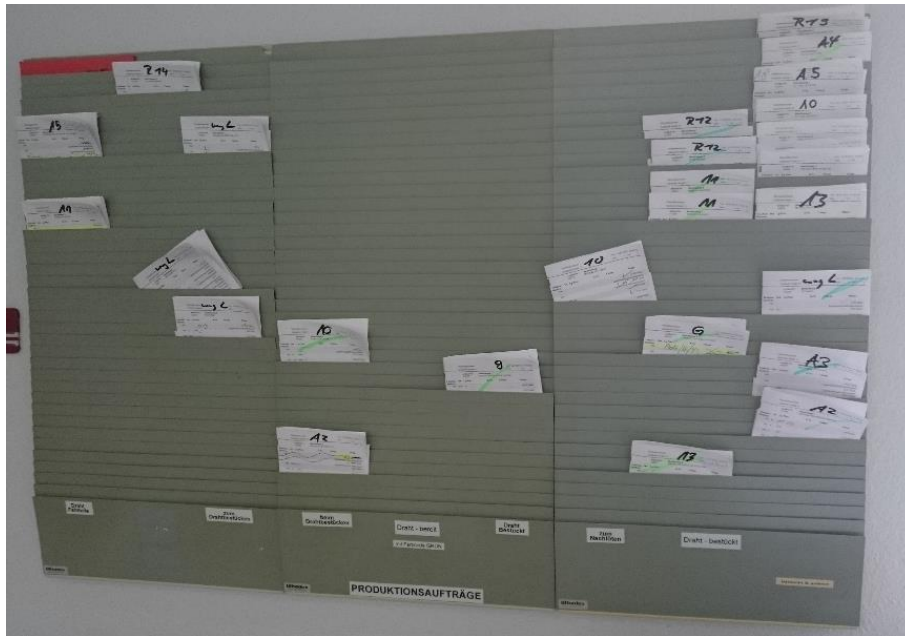


Abbildung 16: Schautafel

Unterlagen wurden aus dem zentralen Unterlagenarchiv beschafft. Am Ende jedes einzelnen Auftrags wurde der Auftrag am ERP-System verbucht, die halb fertige Ware entsprechend eingelagert und die Unterlagen zurückgebracht (siehe Abbildung 17). Die Auftragskarte an der Schautafel für den Arbeitsvorrat wurde anschließend in den nächsten Arbeitsschritt überführt.

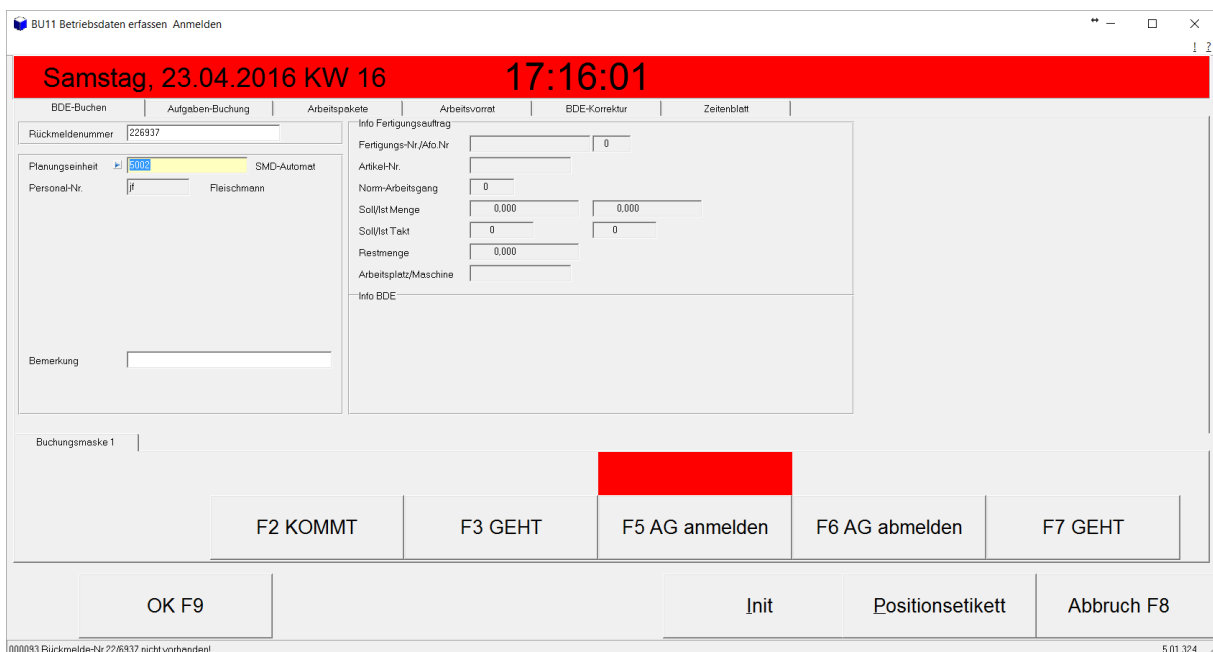


Abbildung 17: BDE-Zeiterfassung für Arbeitsschritt



Schließlich wurde das fertige Produkt ins Lager überführt und im System gebucht. Damit war es für den Verkauf als Bestand ersichtlich und lieferbar. Die Ausgangssituation von UNITRO lässt sich somit wie folgt charakterisieren:

- Fertigungsunterlagen in Papierform zentral gelagert / archiviert
- halb automatische Auftrags- und Bestellauslösung
- Laufkarten in Papierform für alle Fertigungsaufträge
- Entnahme von Bauteilen und Baugruppen anhand optimierter Papierlisten
- Produktionsplanung (visuell) mittels Schautafeln
- Pläne an den einzelnen Arbeitsplätzen in Papierform

### **3.4. Ausgangssituation intrObest**

Seit der Firmengründung vor über 20 Jahren hat sich die Dokumentenpflege von projektbezogenen Dokumenten und Unterlagen bei intrObest nicht wesentlich geändert. Zwar ergaben sich neue Übertragungswege und die Daten werden nahezu ausschließlich in elektronischer Form übermittelt, jedoch wurden alle Fertigungsunterlagen ausgedruckt und nach wie vor in Papierform gelagert und verarbeitet. Ausnahme sind maschinenbezogenen Daten (Gerberdaten für die Leiterplatte, Bestückprogramme für den SMD-Automaten, Prüfprogramme u. Ä.), die in den jeweiligen Anlagen gespeichert werden. Der detaillierte Prozess der Auftragsbearbeitung bei intrObest stellte sich vor Projektbeginn folgendermaßen dar:

Bei intrObest wird bei jeder Ersterteilung eines Auftrags eine Projektmappe erstellt und für die Lebenszeit des Projekts als Originaldokument in gehefteter Form in einem Stahlschrank aufbewahrt (siehe Abbildung 18). Diese Mappe enthält ein Übersichtsblatt (Titelblatt) aller Dokumente und Versionsstände, die kaufmännischen und technischen Stücklisten, sämtliche Pläne und Zeichnungen, der von uns erstellte kolorierte Bestückungsplan zur übersichtlicheren Darstellung der Bauteilepositionen, die Prüfbeschreibungen und Schaltpläne sowie Kalkulationsunterlagen für Fertigung und Bauteilebeschaffung.



**Abbildung 18: Ablage Projektmappen**

Zusätzlich zu dieser Papierablage befinden sich diese Dokumente mit den elektronischen Fertigungsdateien (wie z. B. CAD- und Gerber-Daten) in einem Ordner auf dem Server im Pfad F:\Kundendt\... und dem jeweiligen Kunden- und Projektnamen.

Im Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS-System) wird die Stückliste zusätzlich elektronisch erfasst und jede Bauteileposition mit einer Artikelnummer versehen, über die die Beschaffung stattfinden kann. Ebenso wurde ein Arbeitsplan erstellt, der sämtliche Arbeitsvorgänge und die jeweilige Arbeitsstation enthält, sowie die für diesen Arbeitsgang benötigten Bauteile.

Bei Neuerteilung eines Auftrags wird ein Fertigungsauftrag erstellt, der eine automatische Arbeitskopie des Arbeitsplans und der Stückliste beinhaltet. So können Abweichungen dieses Fertigungsauftrags (z. B. die Verwendung von Alternativartikeln) vorgenommen werden, ohne die Originaldaten zu verändern. Außerdem erhält jeder Arbeitsgang einen Starttermin. Dies geschieht beim sogenannten „Auflösen“ eines Fertigungsauftrags. Hierbei wird, vom geplanten Liefertermin ausgehend, jeder Arbeitsschritt mit der benötigten Durchlaufzeit zurückgerechnet und der erforderliche Starttermin ermittelt sowie das hierfür benötigte Material, das logischerweise zum Starttermin vollständig vorhanden sein muss.



Dieser Arbeitsplan wird mit Zeitvorgaben als Laufkarte ausgedruckt und gemeinsam mit den für die Fertigung benötigten Papierunterlagen, die eine Kopie der Originalunterlagen in der Projektmappe sind, an die Startposition in der Fertigung bereitgelegt (siehe Abbildung 19).

-LK11- für 1 INTROBEST 09.03.2016 13:33:37  
 Laufkarte 111130 Seite 1 von 2

Starttermin **KW 16/2** Laufkarte 111130 Liefertermin **KW 16/5**

Auftr.-Nr. KA 26081 / 10 Kostenträger 26081 Fertigungs-Nr. 111130

Menge	Pl.-Beg	Pl.-Ende	Liefertermin	Meister
210	19.04.2016	22.04.2016	KW 2016/16/5	535

Artikel-Nr. Bezeichnung

PHSP nein

Kunden-Artikel-Nr. Zeichnungs-Nr. Index-Nr.

R12 vom 27.02.16

Afo-Nr.	Typ	Artikel-Nr.	Pl.	Te	Gas	Soll	Ist-te
5 00	12						
		PE - SMD - Inoplacer	311,00	2,70		878,0	
		SMD-Maschine - JUKI - TOP					1
		SMD erste Seite					21.04.2016
		1. Bestückungsseite (Top) SMD Reflow,					
		2. Erstmusterkontrolle SMD Reflow Top					
		<i>AT, ok. RAL 68/560 mm/min</i>					
		<b>Hinweis: Rüst- und Bearbeitungszeiten zur kapazitätsorientierten Fertigungsplanung aufgenommen. 07.07.2011</b>					
10 00	30	PE -THT konventionell fertigen	60,00	5,00		1:110,0	
		THT Fertigung TOP					1
		1. Bestücken und wellenlöten					21.04.2016
		2. Lötwellen Nacharbeit					
		3. Erstmusterkontrolle BS konventionell					
		<i>Olga</i>					
15 00	40	PE - Endkontrolle	0,00	3,00		420,0	
		Endkontrolle					1
		1. Stichsprüfung nach IPC-A610B K1.3					22.04.2016
20 00	60	PE - Verpackung/Versand	0,00	0,17		35,7	
		Verpackung					1
		1. Standardverpackung					22.04.2016
		2. Versand per UPS					

Letzte Änderung 201603270902

Abbildung 19: Fertigungsmappe

Wenn der Fertigungstermin heranrückt, wandert diese Fertigungsmappe mit dem Auftrag durch alle Bearbeitungsstationen in der Fertigung. Per Barcode werden die jeweiligen Arbeitsgänge der Laufkarte im System vom jeweiligen Bearbeiter zurückgemeldet. Ohne das Vorliegen der Fertigungsmappe ist ein Rückmelden der Arbeitsgänge nicht möglich, bzw. nur mit einer fehlerbehafteten manuellen Eingabe.

Da die Fertigungsmappe nur einmal im Betrieb existieren darf, ist die Parallelbearbeitung verschiedener Arbeitsgänge an mehreren Stellen schlecht möglich.

Dies ist aber sehr häufig der Fall, da nach Fertigstellung der ersten Baugruppen in einem Arbeitsgang häufig sofort mit dem nächsten Arbeitsgang begonnen wird, um den Liefertermin zu halten, obwohl auch im ersten Arbeitsgang noch weiterproduziert wird.

Die papierbezogenen Fertigungsunterlagen können nur jeweils an einer Stelle sein. Zwangsläufig wird also an der anderen Stelle ohne diese Unterlagen gearbeitet. Auch bei kurzfristigen Änderungen muss die Fertigungsmappe zunächst in der Fertigung „gesucht“ und dann aktualisiert und zurückgebracht werden. Die Fertigungsmappe muss synchron zur sicherheitshalber zurückbehaltenen Originalablage gehalten werden und jede Änderung sofort an beiden Stellen durchgeführt werden. Des Weiteren wird die Fertigungsmappe für die Buchungen in der Betriebsdatenerfassung (BDE) der jeweiligen Arbeitsgänge verwendet. Hierbei wird der Barcode des Arbeitsgangs sowie die Mitarbeiternummer gescannt und so Beginn, Ende oder Fertigmeldung jedes Arbeitsganges dem PPS-System signalisiert. Liegt die Fertigungsmappe nicht vor, kann numerisch „von Hand“ zurückgemeldet werden, was aber zu Fehlern führen kann.

Auch bei der Produktionsplanung und -steuerung ergeben sich trotz der Nutzung eines modernen PPS-Systems Schwachstellen. Einerseits liegt nach dem Auftragsstart die Fertigungsmappe mit der Auftrags-Laufkarte in der Fertigung bereit, der Produktionsbeginn muss aber aktiv vom Fertigungsleiter angestoßen werden. Eine Grobplanung wird bei Auftragserteilung im PPS-System vorgenommen, basierend auf dem Lieferwuschtermin, der Durchlaufzeit und der Auslastung dieser Arbeitsstation. Doch kommt es in der Realität immer zu Abweichungen durch verspätet eintreffendes Material, Terminänderungen durch Kunden, Verschiebungen in der Fertigungszeit anderer Aufträge, Maschinenstörungen, uvm.

Wenn das PPS-System darauf hinweist, dass mit der Produktion eines Auftrags begonnen werden soll, muss zunächst der Materialstatus überprüft werden: ist das Material tatsächlich vollständig vorhanden, sodass mit der Fertigung begonnen werden kann? Wie ist die aktuelle Auslastung der jeweiligen Arbeitsstationen? Wie ist die Dringlichkeit dieser und anderer Aufträge? Entsprechend dieser Parameter nimmt der Fertigungsleiter dann eine Einteilung von Hand vor. Hierfür verwendet er eine Plantafel, die für andere Mitarbeiter sichtbar eine aktuelle Wocheneinteilung enthält.

Für kurzfristige Änderungen an bestimmten Arbeitsplätzen wird mit Handzetteln gearbeitet (siehe Abbildung 20).

AOI

PR-Tronik GmbH  
Auf der Hald 42  
76307 Karlsbad (Karlsruhe)

Telefon 0 72 48 92 75 - 0  
Telefax 0 72 48 92 75 - 99  
E-mail: info@pr-tronik.de

1008	50	✓ 1008	50
76	50		
E	120		
R	200	✓ 200	
V	25		
01	40		
43	50		
53	250	191 fertig	250
72	250		
50	50	✓ 50stk	50
B	6	EILT SEHR !!!	
B	10	EILT SEHR !!!	

www.pr-tronik.de

Abbildung 20: AOI Arbeitsplanzettel

### 3.5. Ausgangssituation PR-Tronik

Vor Projektbeginn hatten die Kunden von PR-Tronik keine Möglichkeit sich über kundenspezifische Daten bzw. Lagerbestände zu informieren. Vielmehr mussten sie diese Informationen schriftlich oder telefonisch anfragen. Von vielen Kunden wurde der Wunsch geäußert, diese Informationen durch Angabe ihrer eigenen Artikelnummern, bzw. Auftrags- oder Bestätigungsnummern auch online zu erhalten.

Des Weiteren gestaltete sich die Vorgehensweise bei der Auftragsabwicklung im Hause PR-Tronik als enorm zeitaufwendig. Der Kunde sendete eine Bestellung per Mail, die ausgedruckt, erfasst und wiederum per Mail bestätigt wurde.

Das ausgedruckte Bestellformular des Kunden wurde eingescannt und vernichtet. Der Kunde erhielt die Auftragsbestätigung und kontrollierte manuell jede Position bezüglich der Bestätigung abweichender Termine oder Bauteile. Hier stellte sich die Frage, insbesondere in Bezug auf das Projektthema Industrie 4.0, wie man diese Schritte vereinfachen und beschleunigen kann.

Vor Umstellung auf eine „chaotische Lagerhaltung“ wurde jede Wareneingangsposition auf den bestehenden Lagerplatz gebucht. Dies hatte zu Folge, dass Artikel mit unterschiedlichem Datecode sich auf einem Lagerplatz befanden. So musste bei der Kommissionierung jeweils der vorgeschlagen Datecode innerhalb des Lagerplatzes gesucht werden, was einen erheblichen zusätzlichen Zeitaufwand bedeutete. Insbesondere wenn die zugebuchte Menge mehr Platz zur Lagerung benötigt als der vorhandene Lagerplatz bietet, wird die Ware an einer anderen Stelle gelagert, was zur Folge hat, dass das Richten der Entnahmepapiere enorm zeitaufwendig ist.

Auch der dritte Projektschwerpunkt von PR-Tronik, die eigenverantwortliche Planung der Logistikmitarbeiter, wurde bisher nur von der aktuellen Arbeitssituationen gesteuert. So wurde mit möglichst vielen Mitarbeitern versucht die Wareneingänge schnellstmöglich zu bearbeiten, um anschließend alle Warenausgangspositionen zu realisieren. Ebenfalls herausfordernd gestaltete sich die Frage der Urlaubsvertretungen im Bereich Logistik.

Ein Mitarbeiter kann im Krankheits- oder Urlaubsfall durch Unterstützung des Vertriebes oder eines Springers kompensiert werden. Sollten aber zwei Mitarbeiter verhindert sein, wurde grundsätzlich eine Aushilfskraft angefordert. Dann stellte sich heraus, dass diese Maßnahme nicht notwendig gewesen wäre, der Arbeitsaufwand hätte auch ohne diese zusätzliche Person erledigt werden können.

### **3.6. Ausgangssituation intrOnic**

Wie in der informationsintensiven Fertigung üblich war der Workflow der intrOnic GmbH & Co. KG vor Projektbeginn in Papierform mithilfe von Auftragsmappen organisiert. In den Mappen wurden sämtliche für die Produktion notwendigen Unterlagen gesammelt.

Je nach Komplexität des Auftrages ergab das bis zu 15 Seiten mit wichtigen Informationen, z. B. Toleranzangaben für die mechanische oder optische Bearbeitung, Bohrdurchmesser, spezielle Positionen für Fertigungsdaten, besondere Materialbeschaffenheit, Lagenaufbau etc. (siehe Abbildung 21 und Abbildung 22).

Auf diese Fertigungsmappe wurde ein Titelblatt montiert, auf dem die auftragsbezogene, individuelle Abfolge der Prozesse vermerkt war. Diese Laufkarte wurde vom ERP-System generiert. Jede Position war mit einem Namen und Datumfeld gekennzeichnet. Nach Bearbeitung in der jeweiligen Station / Abteilung wurde der Auftrag per Barcode in der nachfolgenden Abteilung gemeldet.

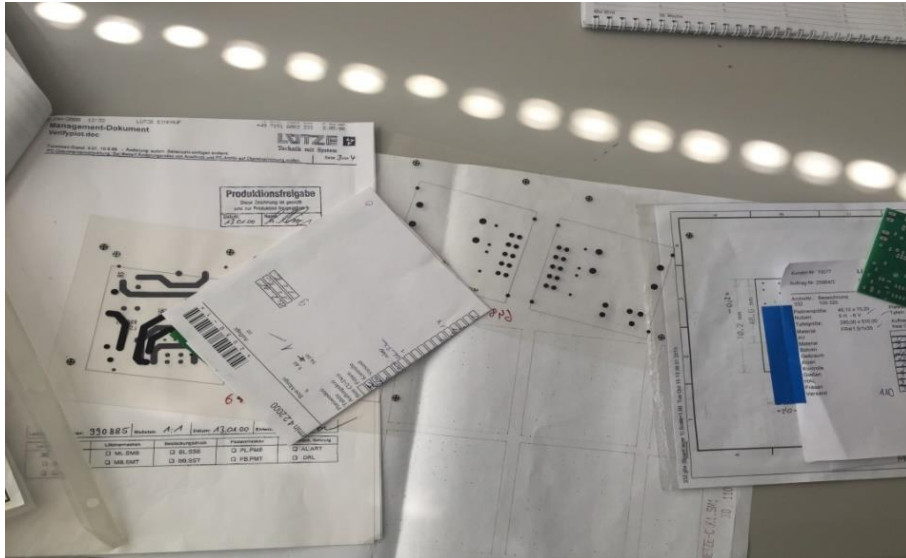
Auftrag-Nr.: 25928/1		Name		intrObest GmbH + Co. KG	
ArchivNr.: 3791	Bezeichnung: EP/291B	Best-Menge: 20	Auflage: 24		
Platinengröße: 65,20 x 65,00	Nutzen: 3 H - 4 V ✓	Platinderzi: 4,24	Tafeln: 24		
Tafelgröße: 305,00 x 457,00	Material: FR4/1,5/6-2x70 ✓	Auftragsdezi: 101,71	freie CU-Dezi:		
AV		Kontrolle	27.4.17		
Gelbraum	19.4.17	Gießen	27.5.17		
Dünnzinn		HAL	27.4.17		
Kontrolle	20.4.17	B.Druck BS weiss	27.4.17		
Ätzen	20.4.17	B.Druck LS weiss	27.4.17		
Zinnstrippen		Tempern	27.4.17		
Schwarzoxyd	22.04.17	Fräsen	27.4.17		
Multilayer-pressen	22.4.17	el. Prüfen Speedy	27.4.17		
Bohren	25.4.17	Versand	27.4.17		
Bürsten			20		
Rückätzen					
Duko	26.4.17				
Bürsten					
Gelbraum	26.4.17				
Kontrolle	26.4.17				
Dünnzinn	27.4.17				
Kontrolle					
Ätzen	27.4.17				
Zinnstrippen	27.4.17				

FIX PRINT 29.1

77

(29-32) 289

Abbildung 21: Fertigungsabfolge einer Mehrlagen Leiterplatte



**Abbildung 22: Notwendige Informationen aus der Fertigungsmappe**

Da in bestimmten Abteilungen mehrere Aufträge zur selben Zeit bearbeitet wurden, war das Risiko groß, dass Unterlagen nach dem Betrachten in unterschiedliche Mappen abgelegt wurden. Das erforderte unter oft hohen Fertigungsdruck höchste Sensibilität für den Umgang mit den Mappen (siehe Abbildung 23).



**Abbildung 23: Lagerschrank zur Fertigungsmappenarchivierung**

Im Durchschnitt werden bei intrOnic ca. zehn verschiedene Aufträge pro Tag bearbeitet. Bei Wiederholbestellungen wird der Jahresbedarf meist in zwei oder drei Lose eingeteilt. Daraus resultiert der Bedarf eines intelligenten Lagersystems, um in kürzester Zeit jeden Auftrag (Lagerdauer zehn Jahre) aufzufinden.

Während der durchschnittlichen Fertigungsdauer von 15 bis 20 Arbeitstagen verändern sich bestimmte Forderungen. Meist sind dies Terminverschiebungen, gelegentlich auch technische Änderungen bzw. Applikationen von bestimmten Hinweisen oder Kennungen auf der Leiterplatte.

Treffen diese Informationen ein, wird der Auftrag vom System gesucht, die Fertigungsstation lokalisiert und diese auf der Laufkarte vermerkt. Entsprechende Änderungen ergaben sich bis zu 4-mal bei einigen Aufträgen während der Fertigungsdauer. Besonders Terminverschiebungen stellten den Werker bei der individuellen Planung der zeitlichen Bearbeitung vor oft schwer lösbare Aufgaben.

War ein Auftrag bearbeitet, wurden die Fertigungsmappen mit den während der Fertigung gesammelten Informationen im Büro für die weitere kaufmännische Bearbeitung gesammelt.

Nach Beendigung eines Auftrages werden die Auftragsmappen wieder im entsprechenden Schubladensystem eingelagert.

#### **4. Vorgehen in MiMiK 4.0**

Bei allen Projektpartnern wurden die Kernprozesse von der Angebotsverwaltung, über die Auftragsverwaltung, Konstruktion/Entwicklung, Materialwirtschaft/Einkauf, Fertigung, bis zur Serviceabwicklung untersucht und dokumentiert. Dabei wurde in gemeinsamer Absprache Standardtools (MS-EXCEL, OpenOffice, etc.) verwendet, um bei der Bearbeitung der Dokumente ohne Neuinvestitionen für Software und Formatunverträglichkeiten untereinander arbeiten zu können (siehe Abbildung 24).

Im zweiten Schritt wurden die einzelnen Prozessschritte dahin gehend beleuchtet, ob organisatorisch, oder unter dem Blickwinkel der Methoden der Industrie 4.0 ein Verbesserungspotenzial erkennbar ist. Die Verbesserungspotentiale wurden in gemeinsamen Workshops erläutert, priorisiert und Lösungsansätze erarbeitet. Dabei war es wichtig, dass Projekte favorisiert wurden, die möglichst bei vielen oder allen Beteiligten zum Einsatz kommen können.

Da fast alle Projektpartner mit dem Syslog-ERP-System arbeiten, war es relativ einfach unternehmensübergreifende Schnittstellen, Datenaustauschmethoden und digitale Lösungstools auf dem gemeinsamen Datenmodell Syslog-ERP zu planen und zu realisieren.



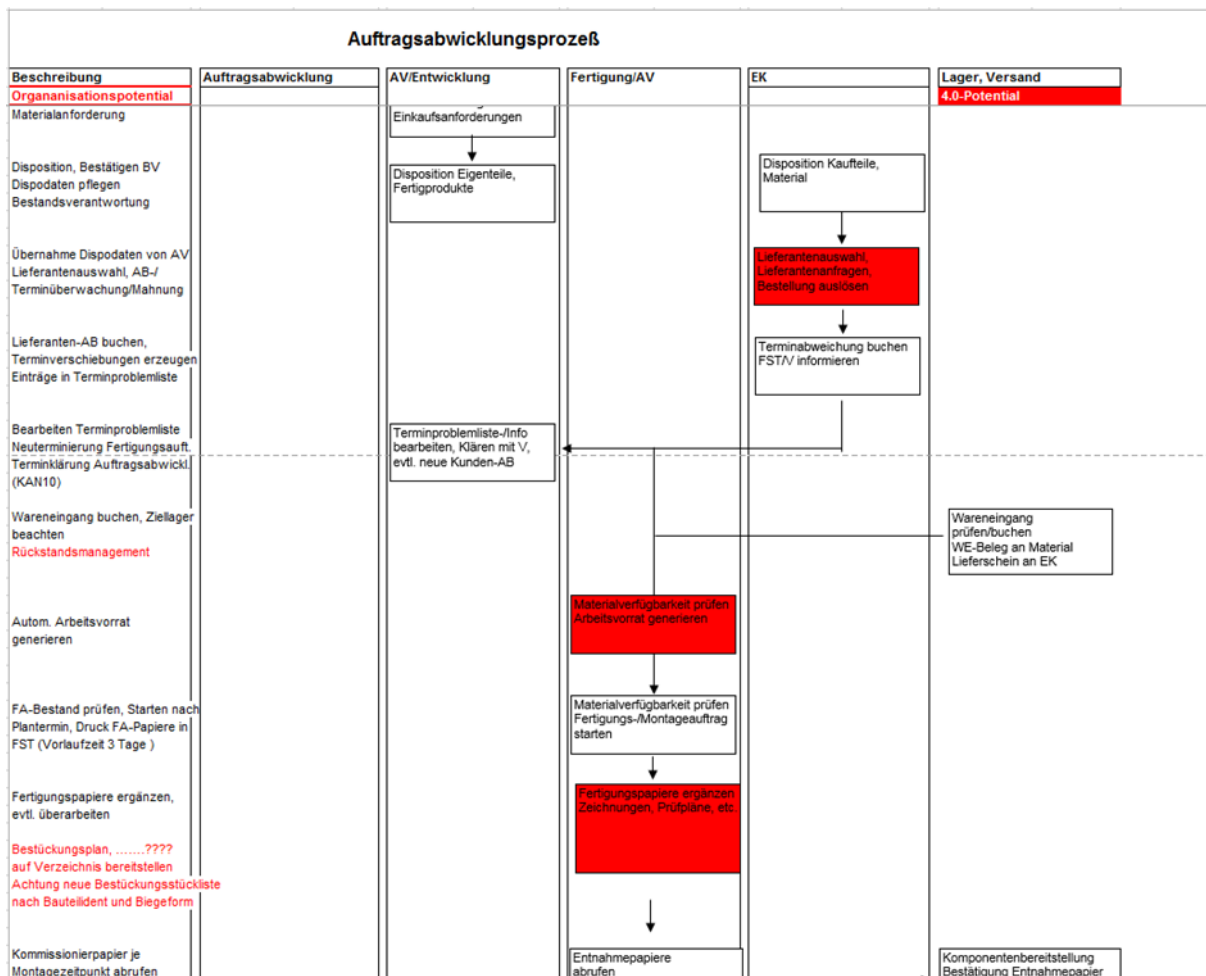


Abbildung 24: Beispiel Ablaufdokumentation

## 5. Ergebnisse und Praxisbeispiele

### 5.1. Allgemeine Projektergebnisse

Ein wesentlicher Aspekt der geplanten Arbeiten im Rahmen des MiMiK 4.0-Verbundes lag darin, auf die vorhandenen Strukturen sowohl organisatorisch, als auch technisch, unter Berücksichtigung der Menschen in der Produktion möglichst gut einzugehen. Dies war der Ausgangspunkt bei Projektstart bei den einzelnen Projektpartnern. Eine grundlegende Herangehensweise lag in dem „Bottom-up“-Ansatz, um praxisgerechte Lösungen entwickeln zu können.

Aus den ersten eher abstrakt formulierten Zielen mussten im Konsortium konkrete, technisch und organisatorisch umsetzbare Ziele abgeleitet werden, die bei den Projektpartnern realisiert werden können.

Wie bereits beschrieben, legte das Projektkonsortium einen besonderen Wert auf die Digitalisierung und Automatisierung des Datenaustauschs innerhalb der Firmen und, soweit möglich, über die Firmengrenzen hinweg. Dies führte zu drei wesentlichen Teilprojekten, die sich schwerpunktmäßig mit dem Datenaustausch und der Informationsbereitstellung befassten.

Um die Grundlage für eine durchgängig digitale Datenverarbeitung in den Firmen zu legen, wurde ein wichtiger Aspekt darin gesehen, eine „vertikale Digitalisierung“ innerhalb der Firmen im Produktionsprozess durchzuführen. Dieses unter dem Stichwort „papierlose Fertigung“ bearbeitete Teilprojekt ermöglichte es den einzelnen Firmen, produktionsspezifische Daten voll digital zu verwalten und den Produktionsmitarbeitern die notwendigen Informationen zeit- und ortsgerecht zur Verfügung zu stellen.

Aufbauend auf diese grundlegende Ertüchtigung der Prozesse innerhalb der Firmen wurden parallel zwei Teilprojekte durchgeführt, die sich mit der horizontalen Vernetzung (also über die Firmengrenzen hinweg) befassten. Ein Thema befasste sich mit den Basistechnologien, um Daten austauschen zu können, und hier wurden die Datenschnittstelle ZUGFeRD herangezogen, die viele Vorteile bietet und insbesondere technologische KMU nicht überfordert, ganz im Gegensatz zu gängigen Lösungen wie EDI, die eher von Großunternehmen genutzt werden.

Im Weiteren wurde in der Wertschöpfungskette ein digitalisierter Webshop für die Beschaffung von Bauteilen in der Kunden-Lieferanten-Beziehung zwischen

der Firma PR-Tronik und den produzierenden Unternehmen im Verbund entwickelt und implementiert. Anfragen bezüglich Terminveränderungen bestehender Aufträge, die Nachfrage bezüglich Informationen bzw. Nachweise bereits erledigter Aufträge und Versandunterlagen sind damit überflüssig geworden.

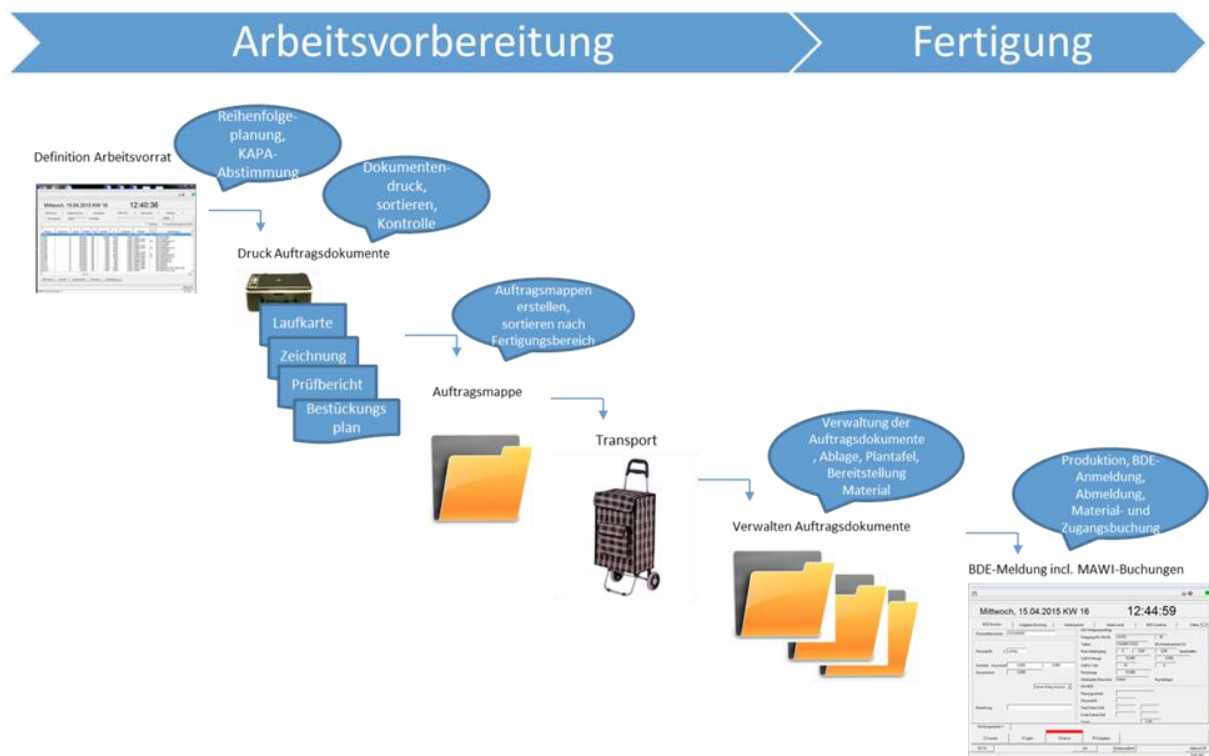
Grundlegend setzt dies aber eine hohe Transparenz der Stammdaten voraus, denn um Bauteile eindeutig zu identifizieren, ist es absolut notwendig, dass die Artikelbezeichnungen wechselweise zur Verfügung stehen oder eindeutige Bezeichnungen von allen Projektpartnern verwendet werden (was aus praktischen Überlegungen im momentanen Status noch nicht möglich ist).

Ergänzend wurde im vierten Teilprojekt noch ein wichtiger Aspekt der Ressourcenplanung mit in die Projektarbeiten aufgenommen. Ganz im Sinne des „der Mensch im Mittelpunkt“ sollte eine intelligente Planung und Unterstützung zur Selbstorganisation für die Mitarbeiter in den einzelnen Produktionsbereichen aufgebaut werden. Dies unterstützt und befähigt dort die Mitarbeiter, ihre Arbeiten selbst organisiert planen und auf kurzfristige Veränderungen schnell reagieren zu können. Beispielhaft wurde dies beim Projektpartner PR-Tronik umgesetzt, wo eine Personalkapazitätsplanung für die von hohen Auslastungsschwankungen betroffenen Mitarbeiter im Lager aufgebaut und umgesetzt wurde.

## **5.2. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – digitalisierte Fertigung - UNITRO Fleischmann, intrObest, intrOnic, PR-Tronik, Syslog,**

In diesem Kapitel wird die Entwicklung des Konzeptes für die Einführung der digitalisierten bzw. papierlosen Fertigung in produzierenden KMU vorgestellt. Des Weiteren sind die Ergebnisse der erfolgten Implementierung der papierlosen Fertigung in den Firmen UNITRO Fleischmann, intrObest und intrOnic dargestellt.

Im nachfolgenden Schaubild ist die Ausgangssituation der Arbeitsvorbereitung und Fertigung aller Projektteilnehmer gezeigt (siehe Abbildung 25).

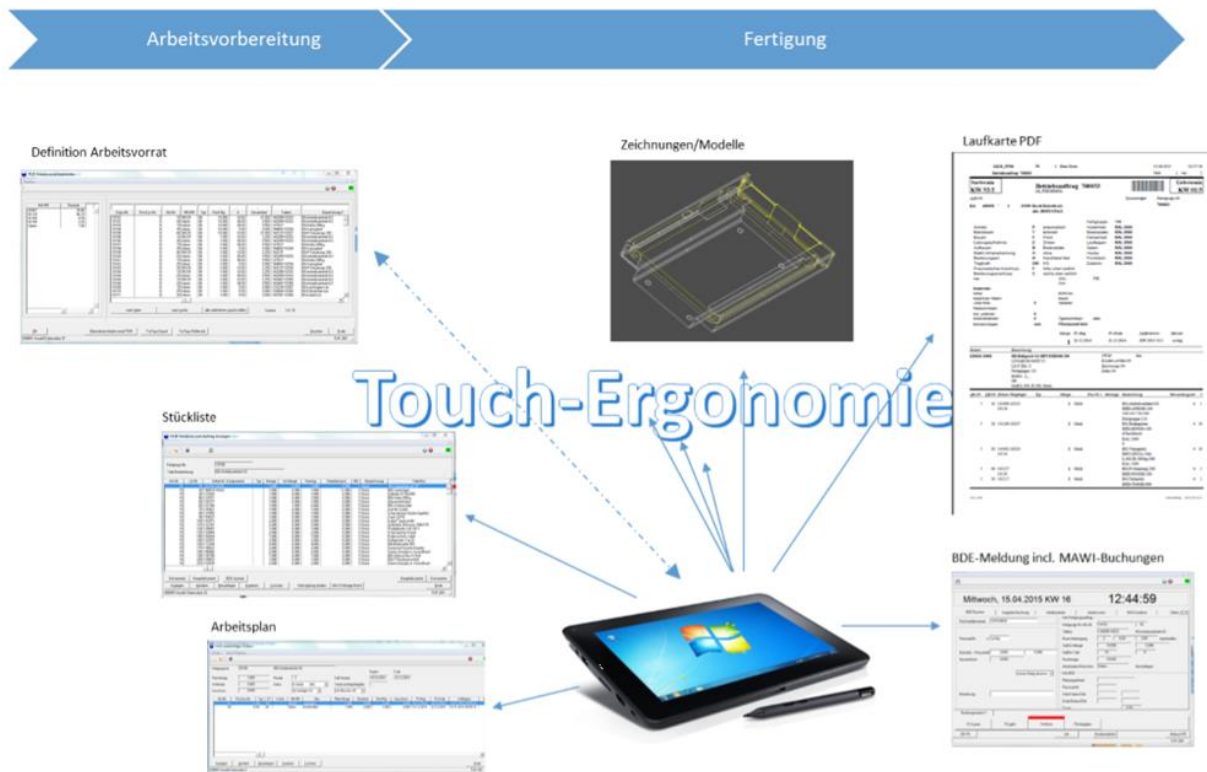


**Abbildung 25: Ausgangssituation Arbeitsvorbereitung und Fertigung**

Die erkennbaren Schwachstellen an diesem Ablauf lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Hoher Zeitaufwand für die Vorbereitung, Druck und Sortierung der Fertigungsunterlagen in der Fertigungssteuerung
- Hoher Zeitaufwand für die Verteilung der Fertigungsunterlagen und anschließende Aufbereitung am Fertigungsplatz (Plantafel, Auftragskiste, Reihenfolgesortierung, etc.)
- Enormer Papierbedarf
- Die Aktualität der dokumentierten Verfügbarkeits- und Konstruktionsmerkmale ist schon direkt nach dem Druck nicht mehr gewährleistet (Konstruktionsindex, Komponentenverfügbarkeit, etc.)
- Zeitnahe Priorisierung durch die Fertigungssteuerung nur mit hohem Zeitaufwand möglich

Auf Basis dieser Ausgangssituation definierte die Syslog GmbH in Zusammenarbeit mit den beteiligten Anwendungspartnern, den Fertigungsverantwortlichen, einschließlich eines Facharbeiterteams die papierlose Arbeitsvorbereitung und Fertigung (siehe Abbildung 26).



**Abbildung 26: Neuer Prozess für die Arbeitsvorbereitung und Fertigung**

In diesem neuen Prozess wird durch den Fertigungssteuerer oder automatisch durch das ERP-System in der Arbeitsvorbereitung ein Arbeitsvorrat gebildet. Der Fertigungssteuerer (FST) bespricht die Fertigungsreihenfolge mit den Teamleitern und bildet diese direkt im ERP-System ab. Dadurch können die Prioritäten der Fertigungsabläufe jederzeit abhängig von Rüstoptimierungskriterien, Komponentenverfügbarkeiten oder Eilaufträgen angepasst und an die entsprechenden Fertigungsstellen übermittelt werden.

Am Fertigungsplatz werden keine Papiere benötigt, vielmehr beziehen die Werker ihre Informationen direkt digitalisiert über einen PC oder ein Tablet in Echtzeit. Dabei ist die komplette Wertschöpfungskette transparent einsehbar. Hieraus resultiert eine Reduktion des Abstimmungsbedarfs. Die Beteiligten kennen in Echtzeit den jeweiligen Vorgängerstatus, können frühzeitig notwendige Umrüstvorgänge einleiten und dadurch die Gesamtdurchlaufzeit des Fertigungsauftrages erheblich reduzieren.

### 5.2.1. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – UNITRO Fleischmann

Insbesondere aufgrund des extrem kurzfristigen Auftragsvorlaufs (1 bis 2 Wochen) in der Elektronikbranche müssen die Personal- und Maschinenressourcen hochflexibel eingesetzt werden. Beträgt der Produktionsvorlauf lediglich 1 bis 2 Tage, ist eine übergeordnete Planung/Aufgabenverteilung nahezu unumgänglich.

Zur Erhöhung der Produktionsplanungsflexibilität und um auf Planänderungen (z. B. durch Verschiebung von Produktionsterminen, Verfügbarkeit elektronischer Bauelemente oder Produktionsfehler) schnell reagieren zu können, wurde bei UNITRO Fleischmann die papierlose Fertigung eingeführt. Dies erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Syslog. Hierzu wurden erstmals Tablets in der Fertigung von UNITRO Fleischmann verwendet, um Informationen zeitaktuell zur Verfügung zu stellen. Diese Form der papierlosen Fertigung stößt bei den Mitarbeitern des Unternehmens auf positive Resonanz.

Die Fertigungsunterlagen, z. B. Bestückungs-, Montage- und Servicepläne, welche bislang in Papierform vorlagen, wurden zur Einführung der papierlosen Fertigung digitalisiert. Hieraus ergeben sich die folgenden Vorteile:

- Pläne werden über die Fertigungsnummer oder über einen Arbeitsvorrat aus dem System geladen (siehe Abbildung 27 und Abbildung 28).
- einfaches An- und Abmelden des Produktionsschrittes (siehe Abbildung 29)
- einfaches Laden der entsprechenden Unterlagen an verschiedensten Arbeitsplätzen (über Tablet PC oder Web Browser an Arbeitsplätzen mit PC) (siehe Abbildung 30 und Abbildung 35)
- Stückliste einfach einsehbar, ggf. auch Lagerplatz aufrufbar sowie einfache Lagerkorrektur (siehe Abbildung 31, Abbildung 32 und Abbildung 33)

Arbeitsvorrat

Suchen 500 Planungseinheit Steuerungseinheit Fertigungs-Nr.

Fert.Nr.	Afo.Nr.	Artikel-Bezeichnung 1	Rest.Mg.	te	tr	ST	VST	AG	AG-Bezeichnung	R.W. 1	R.W. 2	Plan-Beginn	Plan-Ende	PLE
220245	25	ME16 LON FT5000	15	8	5	24	24	28	PRÜFEN von Hand			2015-07-23	2015-07-23	500
220663	20	WA40-IO 8/8 24VDC	6	5	1	24	40	11	Nachlöten von Hand			2015-08-06	2015-08-06	500
220663	15	WA40-IO 8/8 24VDC	0	5	3	40	40	1	Bestücken von Hand			2015-08-06	2015-08-06	500
220663	10	WA40-IO 8/8 24VDC	6	0.2	0	40	24	2	SMD-Bestücken Automat			2015-08-05	2015-08-06	500
220663	25	WA40-IO 8/8 24VDC	6	2	5	24	24	25	PRÜFEN am Automat			2015-08-06	2015-08-06	500
221523	30	FME32 ohne LON für DEK32G4	25	10	5	24	24	1	Bestücken von Hand			2015-09-23	2015-09-24	500
221523	25	FME32 ohne LON für DEK32G4	25	3	10	24	24	2	SMD-Bestücken Automat			2015-09-23	2015-09-23	500
221523	35	FME32 ohne LON für DEK32G4	25	5	1	24	24	10	Handlöten			2015-09-24	2015-09-24	500
221523	40	FME32 ohne LON für DEK32G4	25	5	5	24	24	28	PRÜFEN von Hand			2015-09-24	2015-09-24	500
221523	20	FME32 ohne LON für DEK32G4	25	3	10	24	24	2	SMD-Bestücken Automat			2015-09-23	2015-09-23	500

Showing 1 to 10 of 149 entries

Abbildung 27: Darstellung Arbeitsvorrat

Fertigungsaufträge

Dispo-Nr. 226842

Fert.Nr.	Artikel-Nr.	Bezeichnung	Plan.Mg.	ST	Plan-Beginn	Plan-Ende	Kostenträger
1287	108054	Klemmenblock ME 24-P LED LON	1	24	2016-05-04	2016-05-04	
1288	108026	AP-Gehäuse 380x380x210mm	1	24	2016-05-04	2016-05-04	
1289	108063	Klemmenblock LON-BUS	1	24	2016-05-04	2016-05-04	
226842	100767	STZ24-Paralleltabelleau ohne MVL	1	24	2016-05-04	2016-05-04	

Showing 1 to 4 of 4 entries

Abbildung 28: Darstellung Fertigungsaufträge

Laufkarte 226937

Kundenauftrag: <kein Bezug>

108115 ME24-IN 110VDC EVU Schraubklemmen

WSP: 4 BAUGRUPPE  
KDA:  
ZN:  
IDX: //

Afo 5 Menge: 28 AG: 9 KOMMISSIONIERUNG Status: 80 PLE: 300 **Material lagerfähig** [Details](#)

Afo 10 Menge: 28 AG: 2 SMD-Bestücken Automat Status: 80 PLE: 500 [Details](#)

Afo 15 Menge: 28 AG: 1 Bestücken von Hand Status: 24 PLE: 500 [Details](#)

Soll- / Ist- / Rest-Menge	28 / 0 / 28	Anmelden <input checked="" type="checkbox"/> Abmelden (man.Zeit) <input checked="" type="checkbox"/>
Ist-te / Ist-tr	0 / 0	
Pl.Beg. / Pl.Ende	2016-05-03 / 2016-05-03	
Status	24 (VST: 80)	

Afo 20 Menge: 28 AG: 28 PRÜFEN von Hand Status: 24 PLE: 500 [Details](#)

Afo 25 Menge: 28 AG: 31 Qualitätssicherung Status: 24 PLE: 9999 [Details](#)

Abbildung 29: Darstellung Laufkarte

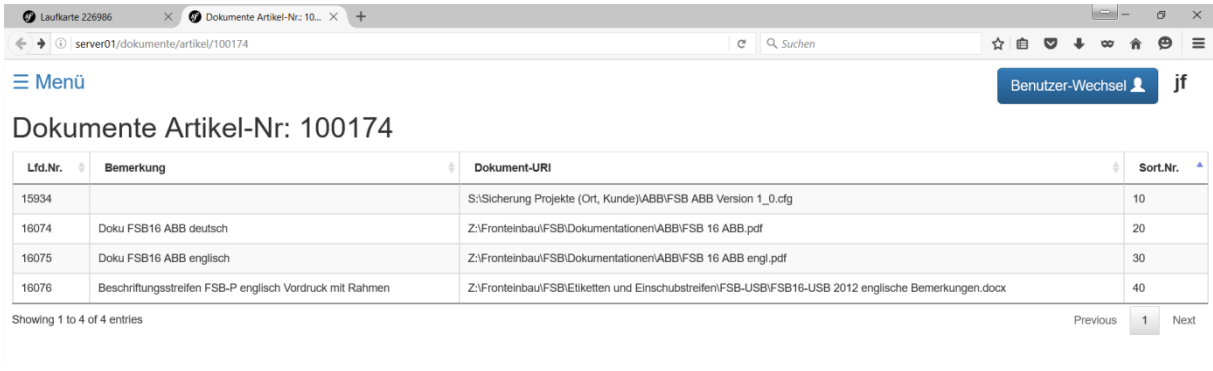


Abbildung 30: Darstellung Dokumente/Artikel

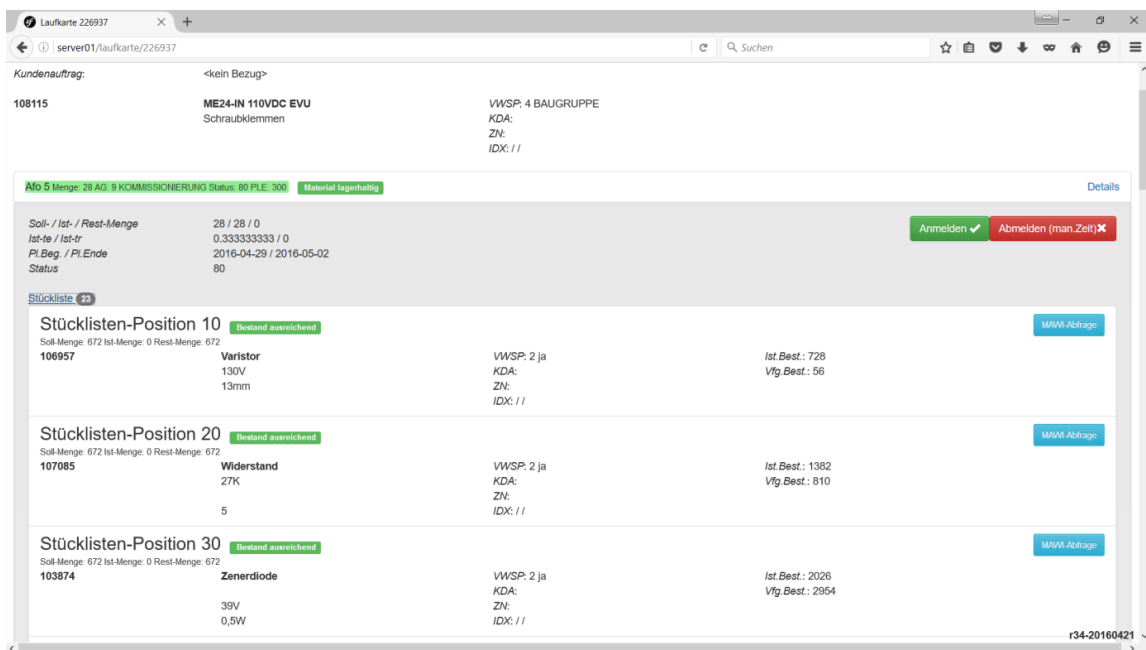


Abbildung 31: Darstellung Stücklisten

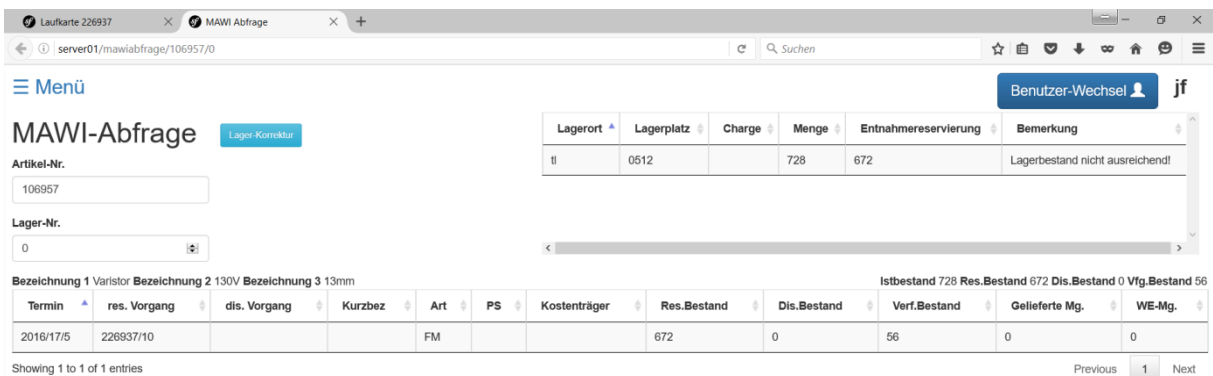


Abbildung 32: Darstellung MAWI-Abfrage



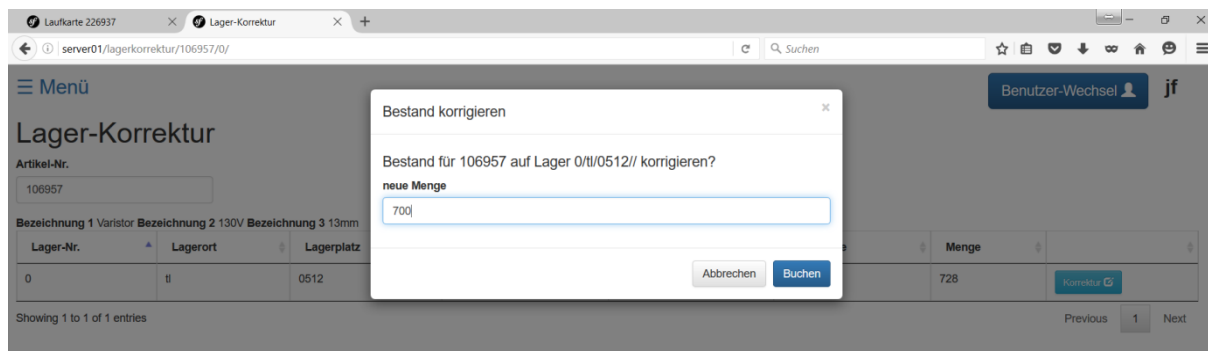


Abbildung 33: Darstellung Lager-Korrektur

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit die gewohnte Laufkarte (siehe Abbildung 34) ebenfalls auf den Bildschirm zu drucken.

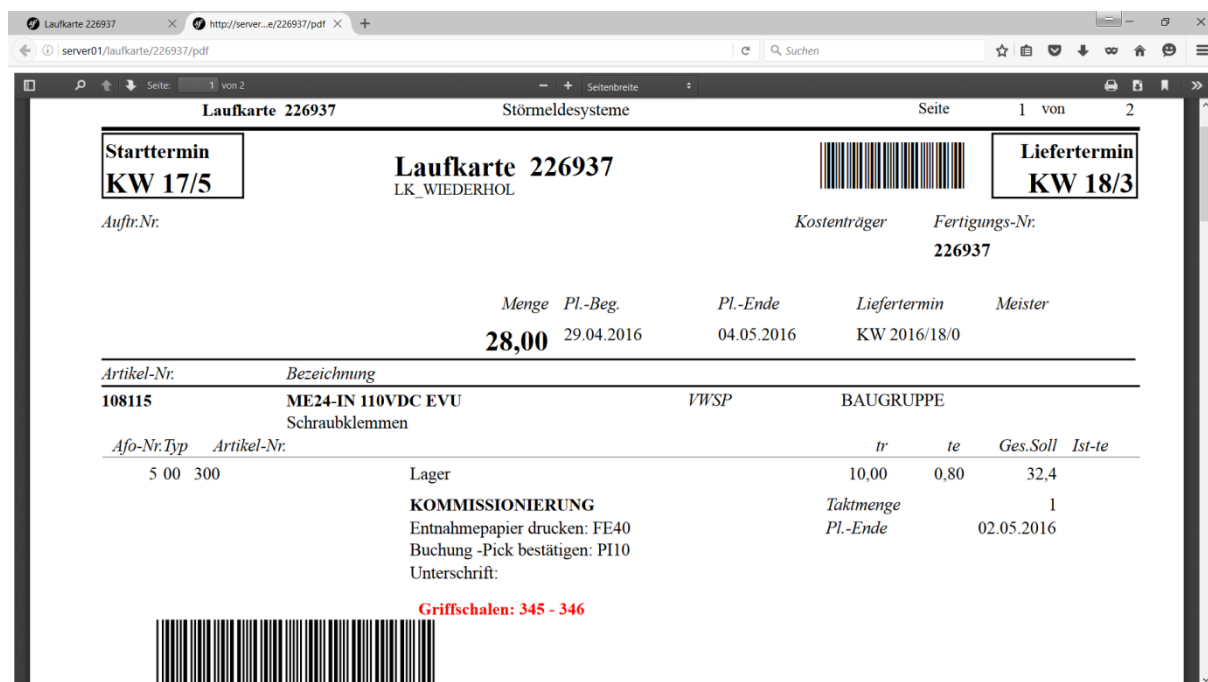


Abbildung 34: Darstellung gewohnte Laufkarte



**Abbildung 35: THT Arbeitsplatz mit Monitor**

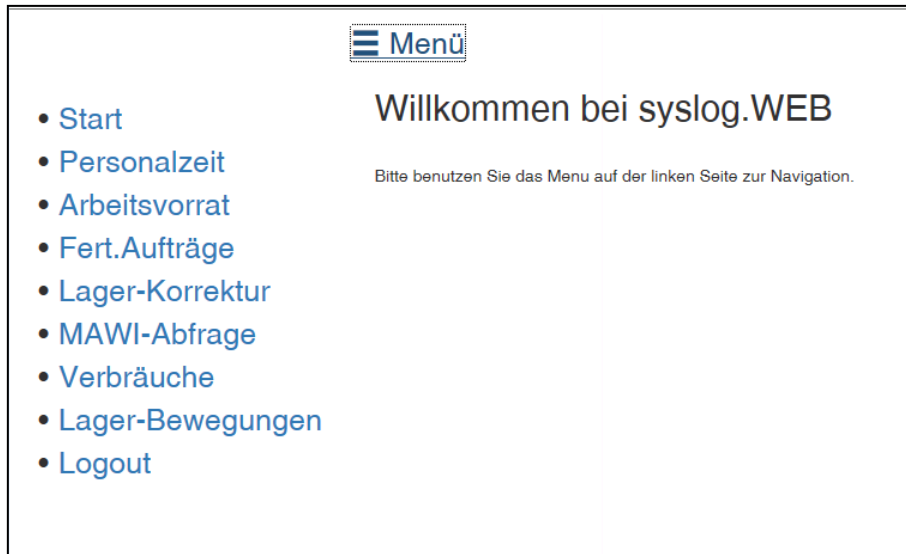
Bei der Materialbereitstellung wird das Material nicht mehr mittels einer Sammelbuchung aus dem Lager ausgebucht, sondern nach jeder abgearbeiteten Position. Ein entsprechender Lagerfehlbestand kann an dieser Stelle direkt vor der Entnahme korrigiert werden. Gegebenenfalls wird direkt der dazugehörige Bestellvorschlag ausgelöst.

### **5.2.2. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – intrObest**

Zur Implementierung der papierlosen Fertigung wurden bei intrObest Tablets (online Buchung, Übersicht Materialverfügbarkeit etc.) eingeführt, wobei die Bedienoberfläche in enger Abstimmung mit den Mitarbeitern angepasst wurde. Die realisierten Prototypen wurden in Praxistests geprüft und entsprechend der Testergebnisse modifiziert. Die Mitarbeiter sind aufgrund der erhöhten Flexibilität mit der Einführung des papierlosen Büros hochzufrieden.

Nachfolgend ist die Einführung der papierlosen Fertigung von der Planung bis hin zur Erstellung der Fertigungsunterlagen bei intrObest dargestellt.

Im ersten Schritt erfolgt die Anmeldung auf der Webservice-Oberfläche mittels eines Tablets. Hierbei stehen die in Abbildung 36 dargestellten Funktionen zur Verfügung.



**Abbildung 36: aktueller Funktionsumfang der papierlosen Fertigung**

Bisher wurde der Wochenvorrat der anstehenden Aufträge für alle Mitarbeiter auf einer Plantafel aufgeschrieben. Dabei wurden die im PPS-System vorgeschlagenen Aufträge und Fertigungsbeginn-Zeitpunkte als Ausgangsbasis verwendet und mit dem aktuellen Materialstatus sowie der Erfahrung und dem Überblick des Fertigungsleiters zu diesem Plan ergänzt.

Um diese Planung elektronisch abzubilden, kann der Fertigungsleiter nun einen virtuellen Arbeitsvorrat mit den anstehenden Arbeitsgängen der jeweiligen Station füllen, indem er sich der vorgeschlagenen Arbeitsgänge bedient, diese sortiert und damit priorisiert, wie er es wünscht (siehe Abbildung 37).

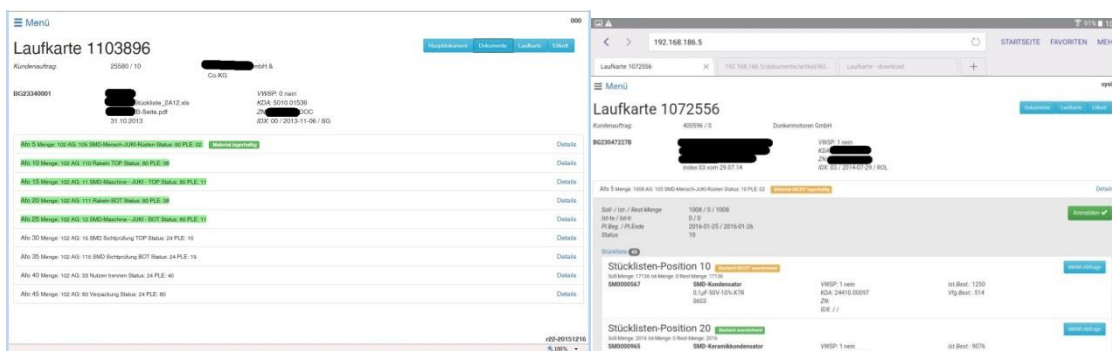
Fert.Nr.	Abt.Nr.	Artikel-Bezeichnung 1	Rest.Mg.	te	tr	ST	VST	AG	AG-Bezeichnung	R.W. 1	R.W. 2	Plan-Beginn	Plan-Ende	PLE
1072556	15		1008	0.4	0	10	10	11	SMD-Maschine - JUKI - TOP			2016-01-26	2016-01-27	11
1072556	25		1008	0.4	0	10	10	12	SMD-Maschine - JUKI - BOT			2016-01-27	2016-01-28	11
1082796	15		200	3.33	1	24	24	11	SMD-Maschine - JUKI - TOP			2016-01-15	2016-01-19	11
1084087	5		100	9	192	24	24	10	SMD-Fertigung			2016-01-13	2016-01-14	12
1091439	15		480	0	2.6	24	24	11	SMD-Maschine - JUKI - TOP			2016-01-13	2016-01-13	11
1091439	25		480	5	0	24	24	12	SMD-Maschine - JUKI - BOT			2016-01-13	2016-01-13	11
1092798	15		525	0.24	75	24	24	11	SMD-Maschine - JUKI - TOP			2016-01-18	2016-01-19	11
1092803	20		190	3.9	60	40	80	11	SMD-Maschine - JUKI - TOP			2016-05-20	2016-05-20	11

**Abbildung 37: Plantafel (links) vs. Arbeitsvorrat im System (rechts)**

Dieser Arbeitsvorrat kann direkt auf dem Tablet des Mitarbeiters in der Fertigung aufgerufen werden, der an dieser Station gerade den nächsten Auftrag einplanen und vorbereiten möchte.

Dabei wird der aktuellste Stand angezeigt, auch wenn der Fertigungsleiter in eben dieser Sekunde eine Verschiebung an seinem PC aufgrund eines Kundenanrufs vorgenommen hat.

Beim Aufruf eines bestimmten Fertigungsauftrags sieht der Mitarbeiter den Arbeitsplan dieses Fertigungsauftrags und den zugehörigen Materialstatus. Bereits abgeschlossene Arbeitsgänge werden grün gekennzeichnet. Ein gelb markierter Materialstatus zeigt an, dass Fehlmateriale für diesen Arbeitsgang vorliegt. Beim Aufruf dieser Markierung erscheint die Stückliste und, ebenfalls gelb hervorgehoben, das Fehlmateriale (siehe Abbildung 38).



**Abbildung 38: Laufkarte Arbeitsplan-Übersicht und Fehlmateriale**

Es kann nun explizit der Bestellstatus dieses Artikels angezeigt und z. B. der bestätigte Liefertermin des Lieferanten überprüft werden (siehe Abbildung 39).

MAWI-Abfrage

Artikel-Nr. SM0000567

Lager-Nr. 0

Lagerort	Lagerplatz	Charge	Menge	Entnahmereservierung	Bemerkung
SLA	7A6-3		1250	0	Kemet

Bezeichnung 1 SMD-Kondensator Bezeichnung 2 0,1µF-50V-10%-X7R Bezeichnung 3 0603 Istbestand 1250 Res.Bestand 56736 Dis.Bestand 56000 Vfg.Bestand 514

Termin	res. Vorgang	dis. Vorgang	Kurzbez	Art	PS	Kostenträger	Res.Bestand	Dis.Bestand	Verf.Bestand	Gelieferte Mg.	WE-Mg.
2016/03/1		730545/8/106	PR-Tronik	ED	—		0	24000	25250	0	0
2016/04/1	1072556/10			FM		400596	17136	0	8114	0	0
2016/10/0		730545/8/107	PR-Tronik	EB	—		0	32000	40114	0	0
2016/12/2	1072557/10			FM		400596	17136	0	22978	0	0
2016/30/5	1072559/10			FM		400596-60753	22464	0	514	0	0

1 bis 5 von 5 Einträgen

Zurück 1 Nächste

**Abbildung 39: MAWI-Abfrage direkt am Tablet**

Hier wäre die nächste logische Schnittstelle, dass betriebsübergreifend nun auch angezeigt wird, ob der Artikel beim Lieferanten bereits verschickt wurde oder wann dies genau der Fall sein wird.

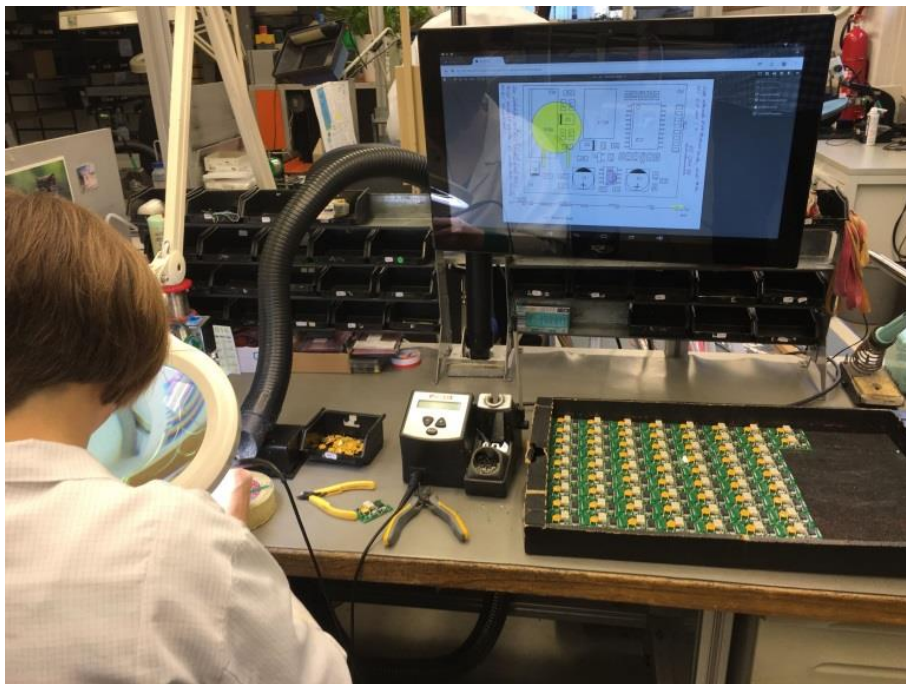
Insbesondere an manuellen Arbeitsplätzen bietet die papierlose Fertigung große Vorteile. Hierbei werden sorgfältig aufgezeichnete Fertigungsunterlagen eingesetzt. Gerade in Papierform ist der Platz auf dem Arbeitsplatz begrenzt (siehe Abbildung 40). Zudem ist die Fertigungsmappe nur in einfacher Ausführung vorhanden und darf keinesfalls dupliziert werden, um Probleme bezüglich der Synchronisation zu vermeiden.





**Abbildung 40: bisherige Arbeitsweise nach Papierplan**

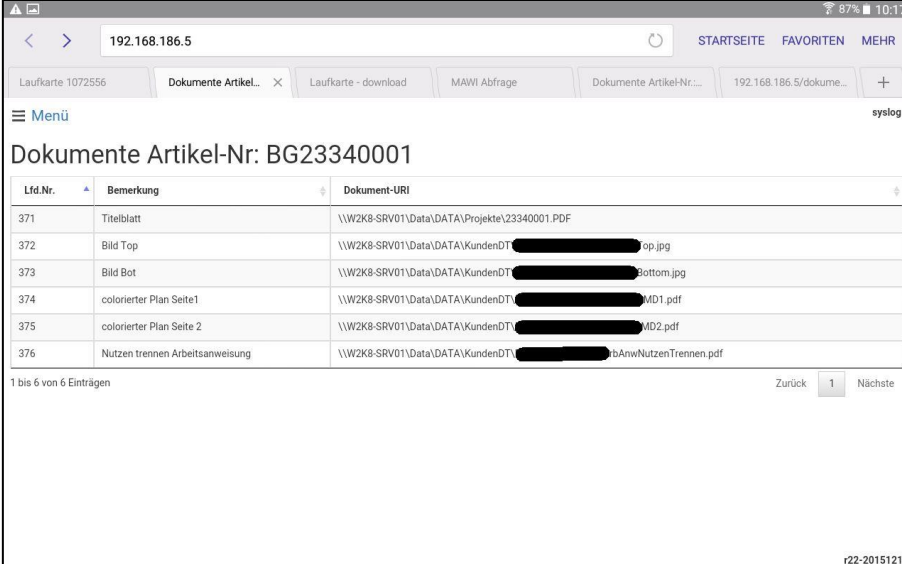
Mithilfe eines 21-Zoll-Tablets kann nun erstmals ein einfacher Zugriff auf die serverseitig hinterlegten Dokumente erreicht werden, wodurch die Arbeitssituation der Mitarbeiter weiter verbessert wird (siehe Abbildung 41).



**Abbildung 41: papierlose Fertigung: Daten und Zeichnungen auf dem Tablet**

Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass die Anzahl der Dokumente, welche in digitaler Form zur Verfügung stehen, nicht begrenzt ist (siehe

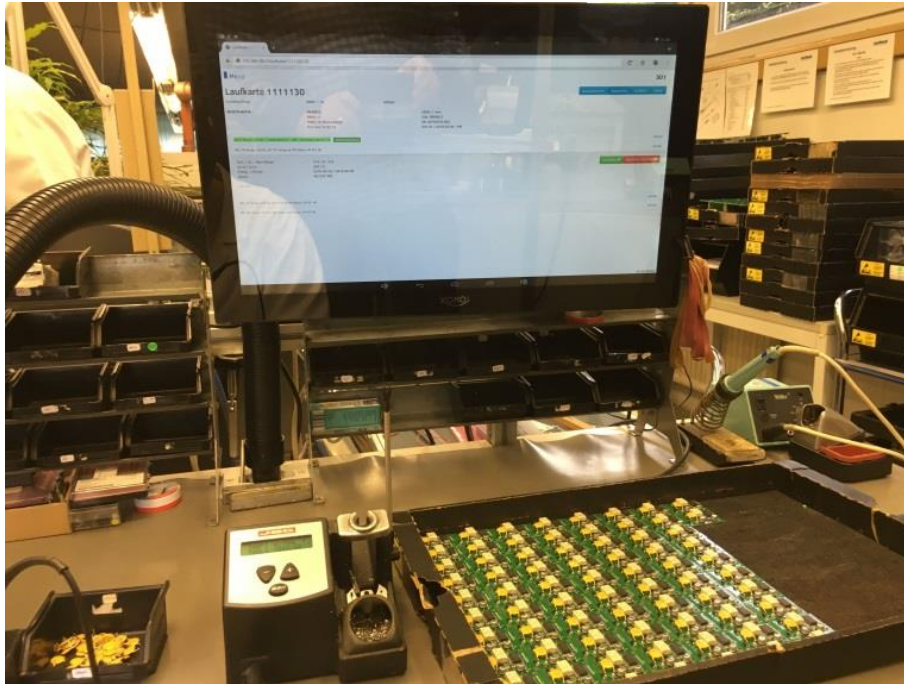
Abbildung 42). Darüber hinaus können sie an mehreren Stellen gleichzeitig geöffnet werden, ohne dupliziert werden zu müssen. Des Weiteren sind Bild- und Videodokumente abrufbar, sodass insbesondere kompliziertere Arbeitsgänge in einem kleinen Videoclip dokumentiert und verbal beschrieben werden können.



Lfd.Nr.	Bemerkung	Dokument-URI
371	Titelblatt	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\Projekte\23340001.PDF
372	Bild Top	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\KundenDT\ [redacted] op.jpg
373	Bild Bot	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\KundenDT\ [redacted] ottom.jpg
374	colorierter Plan Seite1	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\KundenDT\ [redacted] MD1.pdf
375	colorierter Plan Seite 2	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\KundenDT\ [redacted] MD2.pdf
376	Nutzen trennen Arbeitsanweisung	\\W2K8-SRV01\Data\DATA\KundenDT\ [redacted] bAnwNutzenTrennen.pdf

**Abbildung 42: Übersicht der zur Verfügung gestellten Fertigungsdokumente**

Durch die Einführung der papierlosen Fertigung kann ein Arbeitsgang im System ohne weitere Scanner oder Buchungsterminals direkt durch einfaches Antippen im Arbeitsplan begonnen oder beendet werden, wodurch die Personalressourcen weiter geschont werden (siehe Abbildung 43).



**Abbildung 43: BDE-Buchung per Finger-Tipp (grün=Start, Rot=Ende/Pause)**

### **5.2.3. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – intrOnic**

Die Herstellung einer bestückten Baugruppe ist ein sehr komplexer Vorgang, bei dem zahlreiche unterschiedliche Prozesse verzahnt ineinandergreifen müssen. Vor jeder Schaltung steht ein Schaltplan bzw. Stromlaufplan, der in zusammenhängender Darstellung das Ziel gemäß Pflichtenheft des Entwicklers verfolgt. Bei jeder Iteration werden Fehlerquellen ausgeschaltet sowie Funktionen verbessert.

Bereits bei der Auswahl der Bauteile wird die Verfügbarkeit in Betracht gezogen. Bei größeren zu erwartenden Stückzahlen werden zudem Substitutionsmöglichkeiten bzw. Preise und Herkunftsländer der Bauelemente geprüft.

Im nächsten Fertigungsschritt erfolgt das sogenannte CAD (Computer Aided Design) bzw. Layout. Ist dieses Layout erstellt, folgen diverse mögliche Testaufbauten, die Leiterplattenbestellung gefolgt vom Aufbau des Prototyp und der Musterserie. Beim Erreichen der Musterserie ist es üblich, Bauteile zu bestellen. Bauteile für Prototypen befinden sich sehr häufig in den Handlagern der Ingenieur- oder Entwicklungsbüros.



Hierbei werden zeitgleich mit den Leiterplatten auch die entsprechenden Bauteilmengen bei meist verschiedenen Herstellern oder direkt im entsprechenden Herstellland geordert.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes MiMiK 4.0 konnte intrOnic insbesondere die Koordination bei der Bestellung von Bauteilen und Leiterplatten verbessern.

Im Zuge dessen erfolgte die Implementierung der papierlosen Fertigung (online Buchung, Übersicht Materialverfügbarkeit etc.) Mithilfe von Tablets. Hierbei wurde die Bedienoberfläche in enger Abstimmung mit den Mitarbeitern entwickelt. Die realisierten Prototypen wurden in Praxistests geprüft und optimiert. Die Mitarbeiter sind aufgrund der erhöhten Flexibilität mit der Einführung des papierlosen Büros hochzufrieden.

Über die Tablets werden die Fertigungsoberflächen jedem Mitarbeiter in Echtzeit zugänglich gemacht. Die Aufträge sind schnell einsehbar. Tritt eine Änderung des Kundenauftrages auf, wird dies effizient kommuniziert. Die Fertigung kann damit direkt auf die Planänderungen angepasst werden. Durch die Einführung des Tablets kann der Kunde somit quasi direkt in den Fertigungsworkflow eingreifen. Dies ist von enorm hoher Bedeutung, da sich Bauteilgeometrien während der Bearbeitung des Auftrags meist ändern.

Die Produktion bei intrOnic umfasst insgesamt 16 Stationen und ca. 72 Einzelprozesse. Je nach Fertigungszustand können durch die papierlose Fertigung und den damit verbundenen raschen Informationsaustausch Anpassungen der Leiterplatten, z. B. an eine geänderte Rasterform etc., sehr schnell durchgeführt werden. Dies kann dem Bestückungsdienstleister bzw. dem Gerätehersteller den Einsatz eines kostengünstigeren Bauteiles ermöglichen, obwohl die Produktion der Leiterplatte bereits begonnen hat.

Nachfolgend ist eine Kurzanleitung zur papierlosen Prozessabwicklung bei intrOnic dargestellt:

- Kunde Suchen, Auftrag auswählen, Laufkarte wird angezeigt (siehe Abbildung 44, Abbildung 45 und Abbildung 46).
- Es ist immer nur das nächste Feld in der Laufkarte aktiv, in dem sich der Auftrag befindet.

- Wenn der Arbeiter in das Feld klickt, wird das Datum und die Uhrzeit eingetragen.
- Beim Speichern wird der Datensatz in die Datenbank eingetragen.
- Dann wird das nächste Feld editierbar.

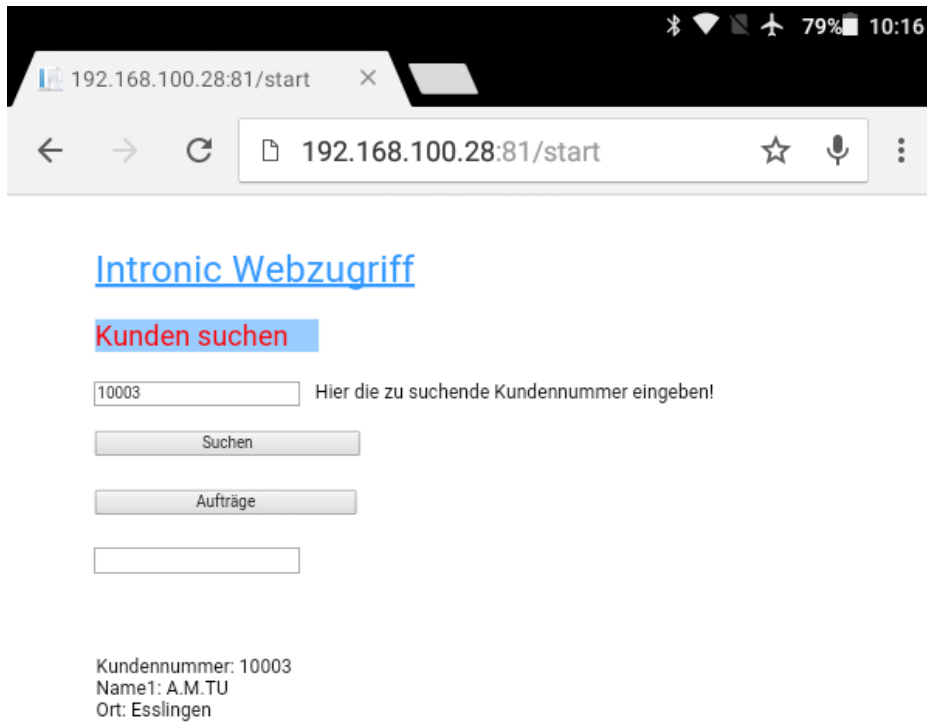


Abbildung 44: Kundensuche

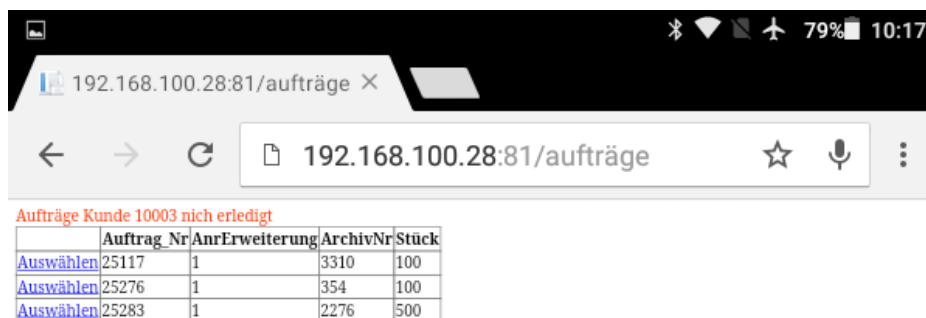


Abbildung 45: Auswahl des Auftrages

192.168.100.28:81/laufkarte

192.168.100.28:81/laufkarte

Kunden-Nr: 10003      **Liefertermin: 26.02.2016**  
 Auftrag-Nr.: 25276/1      Name: A.M.T.U

Archiv-Nr.: 354      Bezeichnung: Computer-Lauflicht  
 Bestellte Menge: 100      Auflage: 100

Platinengröße: 50,00 x 50,00      Platinendezi.: 2,50  
 Nutzen.: 4 H - 8 V      Tafeln; 4  
 Tafelgröße: 250,00 x 490,00      Auftragsdezi.: 320,00

Material: FR4/1,5/1x35

Material  
  
 AV  
  
 Bohren  
  
 Siebdruck  
  
 Ätzen  
  
 Kontrolle  
  
 Stopplack  
  
 HAL  
  
 B.Druck BS gelb  
  
 Fräsen  
  
 Versand

**Abbildung 46: Darstellung der Laufkarte**

Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit den Auftrag mit einem QR-Code zu versehen, so kann der Werker direkt durch Scannen dieses Codes am Tablet zur Laufkarte wechseln (siehe Abbildung 47).



**Abbildung 47: QR-Code**

#### 5.2.4. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – PR-Tronik

Im ersten Schritt hin zur papierlosen Lagerhaltung hat PR-Tronik eine „chaotische Lagerhaltung“ eingeführt, bei der keine festen Lagerplätze für Bauteile mehr existieren. Für alle bestehenden Lagerplätze wurden neue Lagerplätze definiert und diese an den bestehenden Regalen eingeteilt. Die neue Lagerplatzmatrix verknüpfte die alten mit den neuen Lagerplätzen, damit beim Zeitpunkt der Umstellung auf die „chaotische Lagerhaltung“ eine genaue Zuordnung der Lagerware möglich war. Da sich seit der Einführung der „chaotischen Lagerhaltung“ mehrere Artikel auf einem Lagerplatz befinden, mussten alle bisherigen Lagerplätze mit Etiketten der jeweiligen Artikelnummer des Artikels beklebt werden.

Der Lagerraum kann durch die „chaotische Lagerhaltung“ effizienter genutzt werden und es konnten bereits 30 % der Lagerfläche bei PR-Tronik erfolgreich eingespart werden. Ein weiterer Vorteil ist die bessere Chargenverwaltung bei gleichen Artikeln mit unterschiedlichen Datecodes (z. B. dem Herstellungsdatum). Musste bisher bei der Kommissionierung der Artikel innerhalb eines Lagerplatzes auf den richtigen Datecode geachtet werden, entfällt dies zukünftig. Alle auf einem Lagerplatz befindlichen Bauteile haben denselben Datecode, dafür existieren für einen Artikel mehrere Lagerplätze.

Bei dem Wareneingang werden die vereinnahmten Artikel in ein virtuelles Lager gebucht. Anschließend entscheidet der Lagermitarbeiter, in welchen Bereich des Lagers diese Artikel eingelagert werden. Dies ist der große Vorteil gegenüber einer komplett „chaotischen Lagerhaltung“, da die Mitarbeiter selber entscheiden und die Artikel so eingelagert werden, dass Produktgruppen sich in unmittelbarer Nähe befinden und somit kurze Wege innerhalb der Logistik gewährleistet sind. Der Lagermitarbeiter sucht für die Wareneingangsposition einen verfügbaren freien Lagerplatz (in diesem Fall in dem Regal Nummer 02). Im Anschluss verknüpft er per Scanner den Wareneingang mit dem entsprechenden Lagerplatz (siehe Abbildung 48).



**Abbildung 48: Lagerplatz bei PR-Tronik**

Die Mitarbeiter von PR-Tronik sind mit der Umstellung auf die „chaotische Lagerhaltung“ hochzufrieden. Derzeit wird die Einführung von Tablets (digitale Laufkarten etc.) vorbereitet, damit der nächste Schritt zur papierlosen Lagerhaltung abgeschlossen werden kann. So sollen die er bisherigen Entnahmepapiere ersetzt werden.

### 5.3. Praxisbeispiel vertikale Digitalisierung – Personalkapazitätsplanung – PR-Tronik

Unter dem Thema Industrie 4.0 wird sehr häufig die Visualisierung bzw. Darstellung von Unternehmensabläufen verstanden. Das Projekt MiMiK 4.0, das sich nicht nur zum Ziel gesetzt hat diese darzustellen oder firmenübergreifend Lösungen für eine einfachere Zusammenarbeit bei den Themen Disposition, Terminverschiebungen bzw. Angebotsausarbeitung zu erarbeiten, stellt insbesondere den Menschen in den Mittelpunkt dieser Thematik.

Ein Arbeitsschwerpunkt bei PR-Tronik lag darin, den Mitarbeitern in der Logistik mithilfe der Visualisierung bestimmter Abläufe mehr Eigenverantwortung und individuellen Entscheidungsspielraum zu ermöglichen.

Hierzu stellt das ERP-System die notwendigen Daten zu Verfügung. Wie in Abbildung 49 zu erkennen, sind alle Auftragspositionen in der Maske Lieferfähigkeits-Online-Bearbeitung aufgeführt. Diese unterscheiden sich durch verschiedene Statuskennzeichnungen:

N rot	=	nicht verfügbar
T weiß	=	teilweise verfügbar
V grün	=	verfügbar
P gelb	=	gepickt

Anhand dieser Daten, wird ermittelt, wie viele Positionen in der aktuellen Kalenderwoche gerichtet (Kommissionierung) wurden. Darüber hinaus findet eine Kontrolle der Prozesse statt und der Lieferschein und die Rechnung werden erstellt und versandfertig gemacht (Warenausgang).

VK-Art	K-Auft	Pos	UPos	Artikel-Nr.	Bezeichnung 1	ST	Termin	Urspr. Termin	Freierbestand	Istbestand	Bestellm.	Gelieferte Mg.	R
KA	577286	1	0	D5459	FX2000B Diode 20A 100V	P	2016/18/1	2016/18/1	0,000	1.000,000	1.000,000	0,000	
KA	578611	1	0	BL509	3492-12-3-60-10-ST*1 BL 12pol.	R	2016/18/0	2016/18/0	0,000	0,000	1.000,000	0,000	
KA	578613	1	0	BL683	153C-0342-50-00 34pol. 2reihig	R	2016/18/0	2016/18/0	0,000	0,000	1.008,000	504,000	
KA	579460	20	0	WC4104	WC0402 22,0K 1% TK100	P	2016/18/2	2016/18/2	10.000,000	30.000,000	20.000,000	0,000	
KA	578553	1	0	CT547	23AR 2,0K 20% 0,25W SMD	R	2016/18/0	2016/18/0	0,000	0,000	1.000,000	0,000	
KA	575340	3	0	LED1363	KPTD-3216SECK LED 1206 orange	P	2016/18/2	2016/18/2	0,000	2.000,000	2.000,000	0,000	
KA	575340	4	0	LED1008	KPTD-3216SYC SMD-LED 1206	P	2016/18/2	2016/18/2	0,000	4.000,000	4.000,000	0,000	
KA	575340	5	102	LED863	KPTD-3216SURC SMD-LED 1206	V	2016/18/0	2016/18/0	4.000,000	8.000,000	2.000,000	0,000	
KA	575340	6	0	LED863	KPTD-3216SURC SMD-LED 1206	V	2016/18/2	2016/18/2	4.000,000	8.000,000	2.000,000	0,000	
KA	576305	2	0	EDIV6538	DBS6108 DIL-Schalter 8polig	R	2016/18/0	2016/18/0	0,000	0,000	1.012,000	0,000	
KA	577718	1	0	EDIV6538	DBS6108 DIL-Schalter 8polig	R	2016/18/0	2016/18/0	0,000	0,000	989,000	0,000	
KA	578093	1	0	DN45	SM4007 1A 1000V SMD MELF	P	2016/18/1	2016/18/1	207.500,000	217.500,000	5.000,000	0,000	
KA	578406	1	0	SICH604	SI 1,0A 250V tra KleinSi TR5	P	2016/18/1	2016/18/1	0,000	300,000	300,000	0,000	
KA	578406	2	0	SICH131	SI 1,0A 250V tra KleinSi TR5	P	2016/18/1	2016/18/1	200,000	600,000	400,000	0,000	
KA	576654	1	0	SICH51	SB20 1,0A 250V tra	P	2016/18/2	2016/18/4	58.941,000	61.941,000	3.000,000	0,000	
KA	572868	5	0	KC2604	KC0805 1,0N x7R 10% 200V	P	2016/18/5	2016/18/5	110.000,000	210.000,000	20.000,000	0,000	
KA	570628	4	0	QUAR248	Q3.579545MHZ HC49/US flach	T	2016/18/3	2016/18/3	446,000	446,000	1.000,000	0,000	
KA	570628	5	0	DZ171	ZMM12 0,5W 12V 5% MINIMELF	V	2016/18/3	2016/18/3	15.000,000	15.000,000	2.500,000	0,000	
KA	570628	6	0	TRANS399	BC857B PNP 50V 0,1A SOT23	V	2016/18/3	2016/18/3	30.000,000	33.000,000	6.000,000	0,000	
KA	570628	8	0	TRANS302	BC846B 215 NPN 65V 0,1A SOT23	V	2016/18/3	2016/18/3	478.500,000	493.500,000	3.000,000	0,000	
KA	570628	13	0	EDIV637	LNIV 0,25gmm Schaltkette weiss	V	2016/18/3	2016/18/3	3,000	3,000	1,000	0,000	
KA	570487	12	0	EDIV2749	CA36D Aufbau Steckdose	P	2016/18/5	2016/18/5	0,000	100,000	100,000	0,000	
KA	578797	8	0	KC2019	KC0603 100N x7R 10% 16V	V	2016/18/5	2016/18/5	30.000,000	30.000,000	30.000,000	0,000	
KA	578797	9	0	KC1389	KC0805 1,0U x7R 10% 10V	V	2016/18/5	2016/18/5	3.000,000	3.000,000	3.000,000	0,000	
KA	578797	13	0	DN260	S3G-E3/57T Diode 400V DO214AB	V	2016/18/5	2016/18/5	850,000	850,000	850,000	0,000	
KA	578797	20	0	LOG3361	HEF4021BT 653 Single 884 S016	R	2016/18/5	2016/18/5	0,000	0,000	2.500,000	0,000	
KA	578797	22	0	EPRDM134	FM24C64B-G 64bit 5V S08	T	2016/18/5	2016/18/5	94,000	194,000	200,000	0,000	
KA	578797	25	0	ICDIV32	LM3590 2-FACH OP 508 mitFrequ	V	2016/18/5	2016/18/5	450,000	450,000	225,000	0,000	
KA	578797	26	0	ICDIV32	LM3590 2-FACH OP 508 mitFrequ	V	2016/18/5	2016/18/5	450,000	450,000	225,000	0,000	

**Abbildung 49: Auftragspositionen in der Maske Lieferfähigkeits-Online-Bearbeitung**

Ebenfalls können die Daten für die zu erwartenden Wareneingänge der aktuellen und der kommenden Kalenderwochen jederzeit von dem ERP-System zur Verfügung gestellt werden.

Um eine Auslastungsmatrix für die Bereiche Wareneingang, Kommissionierung und Warenausgang zu erstellen, müssen diese Daten durch Zeitfaktoren erweitert werden. Es wurden über einen Zeitraum von drei Wochen hinweg die Anzahl der bearbeiteten Positionen in den einzelnen Arbeitsbereichen mit dem entsprechenden Zeitaufwand notiert (siehe Abbildung 50).

The image shows three hand-drawn tables on paper, each representing a different stage of warehouse operations. Each table has columns for 'Position', 'Menge', 'Anzahl', 'Zeit', and 'Bemerkung'.

**Table 1: Wareneingang (Goods Receipt)**

Position	Menge	Anzahl	Zeit	Bemerkung
02.004	Eisensch	161	1,50	sortieren
	WSP	18	1,25	sortieren
	Sonstige	31	2,25	Hande/Überträge
	Ins. ZLR	35	1,50	
03.004	Wandbrett	12	1,25	sortieren
	Eisensch	5	0,25	sortieren
	Sonstige	10	1,25	sortieren
	Zubehör	4	0,25	
	Sonstige	18	1,75	Hande/Überträge
	Ins. ZLR	11	0,50	
14.004	Eisensch	16	0,75	sortieren
	Sonstige	4	0,25	sortieren
	Flutrol	23	2,00	sortieren
	Flutrol	2	1,00	sortieren
	Sonstige	7	0,50	Hande/Überträge
	Ins. ZLR	16	0,75	

**Table 2: Kommissionierung (Picking)**

Position	Menge	Anzahl	Zeit	Bemerkung
10.004	Geräte	27	1,25	Hande/Überträge
	Wandbrett	2	0,25	Hande/Überträge
	Sonstige	246	5,25	Hande/Überträge
11.004	Sonstige	95	1,0	
12.004	Sonstige	120	3,25	
13.004	Sonstige	53	1,25	

**Table 3: Warenausgang (Goods Issue)**

Position	Menge	Anzahl	Zeit	Bemerkung
14.004	Eisensch	27	0,25	Hande/Überträge
	WSP	27	1,0	Hande/Überträge
	GC	3	0,25	Hande/Überträge
	Wandbrett	9	0,25	Hande/Überträge
	Wandbrett	21	0,25	Hande/Überträge
	REB	11	0,25	Hande/Überträge
	PK-OPRE	2	0,25	Hande/Überträge
	PK-OPRE	1	0,25	Hande/Überträge
	PK	11	0,25	Hande/Überträge
	Sonstige	11	0,25	Hande/Überträge
	Sonstige	11	0,25	Hande/Überträge

**Abbildung 50: Darstellung der ermittelten Zeiten der Lagermitarbeiter**

In der Abbildung 50 sind die von den Lagermitarbeitern erfassten Zeiten und Positionen der Wareneingänge unserer Lieferanten (links), die Kommissionierungszeiten (Mitte) und die erfassten Zeiten für die Kontrolle der Ausgangspositionen (rechts) dargestellt. Hierbei wurde die Erstellung der Lieferscheine und der Rechnungen sowie die Bearbeitung von Sonderfällen berücksichtigt.

Anhand dieser Daten wurden folgende durchschnittliche Zeiten für je eine Position für jeden Aufgabenbereich ermittelt: Wareneingang: ca. 6,5 Minuten, Kommissionierung: ca. 1,7 Minuten, Warenausgang: ca. 5,0 Minuten.

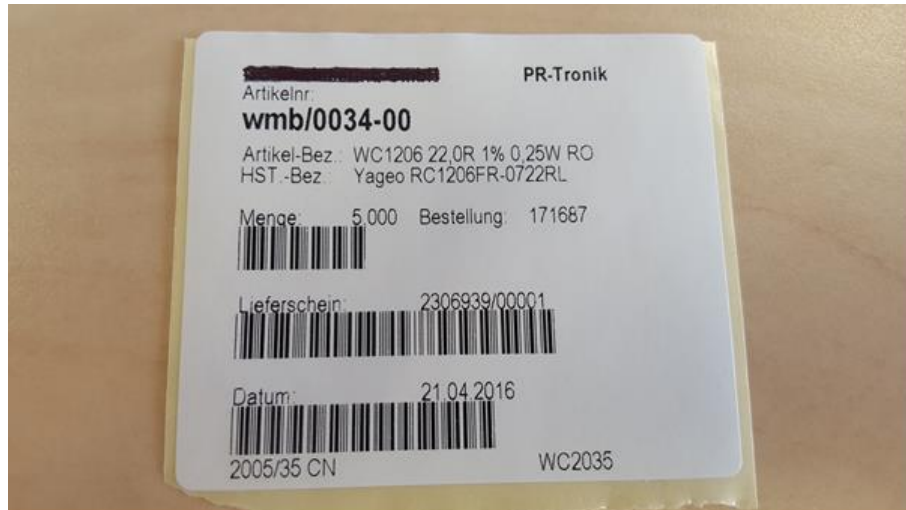
Wenn nicht vom Kunden anders gewünscht, wird mit dem Entnahmepapier ein Etikett mit der bestellten Gesamtmenge und der Kundenartikelnummer gedruckt. Dieses wird nach der Warenausgangskontrolle auf die Lieferposition geklebt, in diesem Fall zwölf Rollen je 1.000 Stück (siehe Abbildung 51).





**Abbildung 51: Etikett mit der bestellten Gesamtmenge und der Kundenartikelnummer**

Bei einigen Kunden (insbesondere bei zusätzlichen kundenspezifischen Etiketten, oder sehr vielen Unterverpackungen) werden erhöhte Zeiten benötigt. In diesem Fall wünscht der Kunde ein Etikett mit seiner Artikelbezeichnung, seiner Bestellnummer sowie der dazu gehörigen Lieferscheinnummer und dem Datencode. Außerdem werden drei Informationen als Barcode angedruckt und die Etiketten müssen auf jeder einzelnen Rolle aufgeklebt werden. Um dies zu realisieren, wird mit dem Lieferschein für jede Auftragsposition die Menge Etiketten zusätzlich gedruckt die für die einzelnen Verpackungseinheiten notwendig sind, z. B. bei einer Gesamtmenge von 50.000 Stück und einer Verpackungseinheit VE von 5.000 zehn zusätzliche Einzeletiketten mit den kundenspezifischen Daten (siehe Abbildung 52).



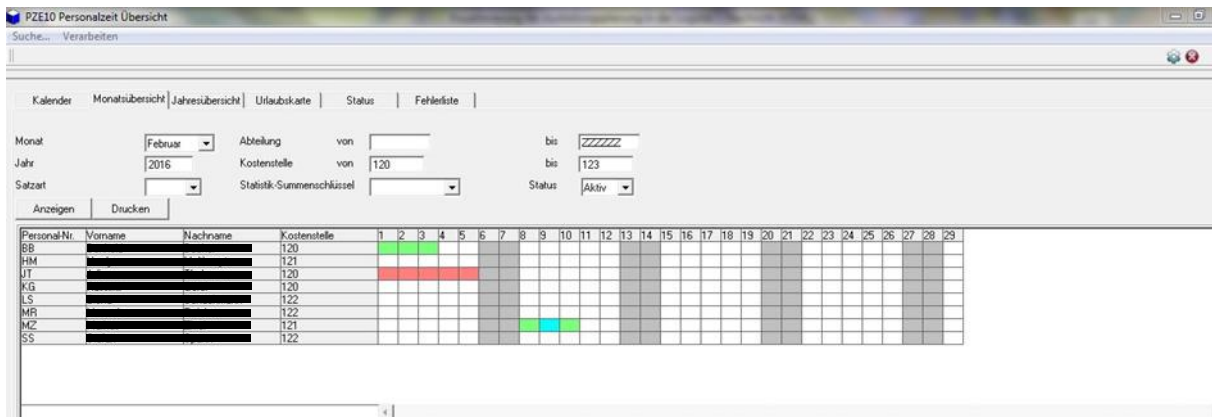
**Abbildung 52: Einzeletikett mit den kundenspezifischen Daten**

Diese werden mit unterschiedlichen Zeitfaktoren versehen. Dies können 20 %, 50 % oder auch die doppelte zusätzliche Zeit sein.

Hierdurch ist der bestehende Arbeitsaufwand im Bereich Logistik täglich ersichtlich.

Darüber hinaus wurde erstmals eine Auslastungsmatrix der einzelnen Logistikbereiche bei PR-Tronik entwickelt, die den vorhersehbaren Arbeitsaufwand, z. B. in der folgenden Woche, darstellt. Hierzu wird zunächst eine Übersicht für die Personalzeit der Mitarbeiter unter Einteilung in unterschiedliche Kostenstellen erstellt (z. B. 120: Wareneingang, 122: Kommissionierung, 121: Warenausgang). Alle Mitarbeiter sind mit den entsprechenden Wochenarbeitsstunden hinterlegt. Die Fehlzeiten sind farblich gekennzeichnet (siehe Abbildung 53):

- Grün: ein ganzer Urlaubstag
- Blau: ein halber Urlaubstag
- Rot: ein ganzer Krankheitstag

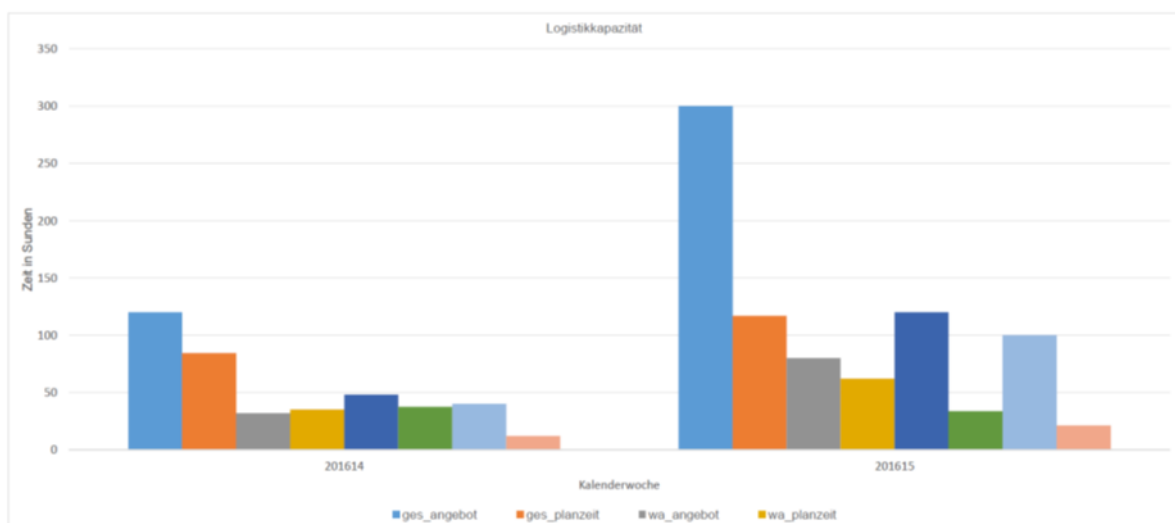


**Abbildung 53: Übersicht der Personalzeit**

Der Abbildung 54 kann entnommen werden, dass in der betrachteten Woche (4 Arbeitstage) ein Arbeitsvorrat von 192 Stunden besteht. Die Planung ergibt, dass eine Arbeitszeit von ca. 178 Stunden ausreicht, um alle Aufträge abzuwickeln. In den Bereichen Wareneingang und Warenausgang ist der geplante Arbeitsaufwand jedoch größer als das vorhandene Angebot, während im Bereich Kommissionierung ein Überhang im Angebot vorliegt. Abbildung 55 zeigt die Auslastungsmatrix der einzelnen Logistikbereiche.

kw	ges_angebot	ges_planzzeit	wa_angebot	wa_planzzeit	we_angebot	we_planzzeit	ko_angebot	ko_planzzeit
201605	192	178,08	64	85,01	48	64,17	80	28,9
201606	280	126,78	60	60,27	120	46,02	100	20,49

**Abbildung 54: Ergebnisse der Auswertung der Personalzeit – Kapazität der Logistik.**



**Abbildung 55: Auslastungsmatrix der einzelnen Logistikbereiche**

Dieser Sachverhalt kann nun bei der täglichen Planung berücksichtigt werden, um die Personalressourcen optimal einzusetzen. So können Mitarbeiter aus der Kommissionierung beispielsweise in den Bereichen Wareneingang und Warenausgang eingesetzt werden, um den vorhandenen Arbeitsvorrat schnellstmöglich zu erledigen. Die ersten zwei Balken stellen das Gesamtangebot und die geplante Gesamtzeit, die in dieser Woche benötigt wird, dar. Die folgenden zwei Balken zeigen jeweils das Angebot und den tatsächlichen erwarteten Arbeitsaufwand je Aufgabengebiet (Warenausgang grau und beige, Wareneingang blau und grün sowie Kommissionierung hellblau und rosa).

Mit diesen Informationen können die Lagermitarbeiter jetzt die Auslastung der einzelnen Arbeitsbereiche im Vorfeld in Form einer visualisierten Matrix planen.

Es stellte sich nach einigen Wochen heraus, dass diese Daten für eine ungefähre Planung der Ressourcen, insbesondere bei der Besetzung von Aushilfskräften in den Urlaubszeiten hilfreich ist, eine wirklich genaue Einsatzzeitenplanung der einzelnen Aufgabengebiete hiermit jedoch noch nicht zu realisieren ist.

In weiteren Arbeitskreisen wurden vom Vertrieb und der Logistik die Punkte priorisiert, die für sehr wichtig gehalten wurden.

Ein entscheidender Faktor bei der Lieferantenbewertung der Kunden ist die termingerechte Anlieferung der Produkte. Eine Großzahl der Kunden bestellt die zu liefernden Artikel nicht mehr auf eine bestimmte Kalenderwoche, sondern auf bestimmte Liefertage, z. B. den 03.05.2016. Wenn die Lieferung zwei Tage zu früh oder zu spät beim Kunden eintrifft, wirkt sich das negativ auf die Bewertung aus.

Aus diesem Grund sollten in der neueren Statistik die folgende Vorgaben realisiert werden: alle Lieferpositionen, die pro Tag kommissioniert und vom Warenausgang kontrolliert werden müssen. Die Statistik muss sich im Minutentakt aktualisieren, damit jederzeit der genaue Status dargestellt wird. Zusätzlich müssen alle Positionen angezeigt werden, die nicht Tag-genau, sondern innerhalb einer Kalenderwoche zuliefern sind. Diese Statistiken sollten auch die zu erwartenden Arbeitszeiten in den jeweiligen Bereichen abbilden.

In der bisherigen Abbildungsform wurde die Auslastungskapazität für die aktuelle und die folgende Woche in einer Grafik angezeigt. Bedingt, durch die vielen zusätzlichen Daten, die zur Steuerung der Logistikkapazität benötigt werden, werden die Informationen zukünftig auf drei Grafiken abgebildet, untergliedert in die Bereiche Warenausgang, Kommissionierung und Wareneingang (siehe Abbildung 56).



**Abbildung 56: Auslastungskapazität Warenausgang**

Oben links wird die Anzahl der Positionen angezeigt, die pro Arbeitstag ausgeliefert werden müssen. Das heißt, dass zum Zeitpunkt der aktualisierten Statistik um 9.30 Uhr am 3. Mai noch 178 Positionen offen und 56 erledigt waren. Für den darauffolgenden Tag wurden 85 Positionen erwartet, für den dann folgenden Tag 15 (dies war ein Feiertag und bei der Auftragserfassung nicht berücksichtigt). Am letzten Wochentag standen 136 Positionen zur Auslieferung an.

Insgesamt mussten in dieser Woche 715 Positionen ausgeliefert werden (Diagramm unten links Abbildung 56). Dabei handelte es sich um die oben aufgeführten 414 Positionen, die genau an diesen Tagen geliefert werden sollten sowie weitere 301 Positionen, die im Laufe dieser Kalenderwoche versandt werden sollten.

Die jeweils rechts befindlichen Diagramme zeigen die benötigte geplante und vorhandene Arbeitszeit.

Insgesamt wurde für diese Woche ein Arbeitsaufwand von ca. 70 Stunden benötigt. Urlaubsbedingt standen jedoch lediglich 25 Stunden zur Verfügung.

Die Statistiken für die Kommissionierung und den Wareneingang sind in Abbildung 57 und Abbildung 58 entsprechend dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass in den Bereichen jeweils ca. zehn Stunden mehr zu Verfügung standen als voraussichtlich für diese Arbeitsbereiche benötigt wurden. Da der 5. Mai ein Feiertag war, wurden für diesen Tag keine Planzeiten angeboten.

Es ist klar ersichtlich, dass nur mit einer zusätzlichen Arbeitskraft der zu erwartende Arbeitsaufwand in dieser Woche realisiert werden konnte.



**Abbildung 57: Auslastungskapazität Kommissionierung**



**Abbildung 58: Auslastungskapazität Wareneingang**

Somit sind die Logistikmitarbeiter in der Lage den bestehenden Arbeitsaufwand einzuschätzen und können sich selbst organisiert aufteilen. Bei zusätzlichem Bedarf steht ein Mitarbeiter zur Verfügung, der aufgrund seiner früheren Lagertätigkeit in allen Bereichen einsetzbar ist.

#### 5.4. Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – elektronischer Datenaustausch (ZUGFeRD als Schnittstelle) – Syslog, intrObest

In diesem Kapitel wird die Entwicklung und Implementierung des elektronischen Datenaustauschs (bzgl. Bestellungen, Rechnungen, usw.) entlang der Wertschöpfungskette vorgestellt. Dieser ist für die angestrebte Flexibilisierung der Produktionsprozesse und Erhöhung der Transparenz in KMU von enormer Bedeutung.

Hierzu wurde bei Syslog im Jahre 2015 eine Neuentwicklung durchgeführt, um den elektronischen Rechnungs- und Datenaustausch entlang der Wertschöpfungskette zu ermöglichen (siehe Abbildung 59). Als Basis diente das bestehende Format ZUGFeRD (*weitere Informationen finden Sie unter: [www.ferd-net.de](http://www.ferd-net.de)*).



**FeRD** Forum elektronische Rechnung Deutschland

Home | Kontakt | Impressum |

Aktuelles | Elektronische Rechnung | **ZUGFeRD** | Europa | InfoThek | FeRD Organisation

## ZUGFeRD

**ZUGFeRD**

- » Datenmodell
- » FAQ
- » Governance
- » Unterstützterliste
- » Anbieter

**Veranstaltungen**

29.04.2016 136. COLLEGA-TAG (mehr)

03.05.2016 Round-Table-Diskussion "E-Rechnungsstellung – Umsatzsteuer – Onlineportale: Erleichterungen bei digitalen Geschäftsprozessen" (mehr)

27.04.2016 Landesarbeitstagung des Fachverbandes der Kommunalkassenverwalter e.V., Landesverband Hessen (mehr)

18.05.2016 E-Rechnung in der Verwaltung

### ZUGFeRD - einheitliches Format für elektronische Rechnungen

Das Forum elektronische Rechnung Deutschland (FeRD) hat ein gemeinsames übergreifendes Format für elektronische Rechnungen erarbeitet, das für den Rechnungsaustausch zwischen Unternehmen, Behörden und Verbrauchern genutzt werden kann und den Austausch strukturierter Daten zwischen Rechnungssteller und Rechnungsempfänger ermöglicht („ZUGFeRD“ Format).

Das ZUGFeRD-Rechnungsformat erlaubt es, Rechnungsdaten in strukturierter Weise in einer PDF Datei zu übermitteln und diese ohne weitere Schritte auszulesen und zu verarbeiten.

Das FeRD-Rechnungsformat wurde von Unternehmen aus der Automobilindustrie, dem Einzelhandel, dem Bankensektor, der Software-Industrie, aber auch vom öffentlichen Sektor erarbeitet.

Es entspricht den Anforderungen der internationalen Standardisierung und kann auch im grenzüberschreitenden europäischen und internationalen Rechnungverkehr aufgenommen und angewendet werden.

Die finale Version 1.0 des Datenmodells wurde am 25.6.2014 veröffentlicht. Die vollständigen [Infopakete zur Version 1.0 bzw. zu den Vorgängerversionen des Datenmodells](#) finden Sie [hier](#).

**SUCHE**

Suchen >

**Anbieter**

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**AWV**  
Arbeitsgemeinschaft für wirtschaftliche Verwaltung e. V.  
Düsseldorfer Str. 40  
65760 Eschborn

Tel.: 0 61 96/77726-0  
Fax: 0 61 96/77726-51  
Mail: [info@awv-net.de](mailto:info@awv-net.de)

Abbildung 59: ZUGFeRD

Derzeit wird von der ZUGFeRD-Gemeinschaft ein neues Kommunikationsformat für Bestellungen (Orders) definiert, das nach deren Freigabe in die Projektentwicklung übernommen wird. Dieses Format rundet die elektronische Kommunikation zwischen KMU optimal ab, da dadurch der komplette Prozess „Bestellung, Lieferung, Abrechnung“ auf rein digitalen Buchungsfunktionalitäten abgewickelt werden kann. Die Einführung ist bei allen Projektpartnern geplant.

#### 5.4.1. Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – intrObest

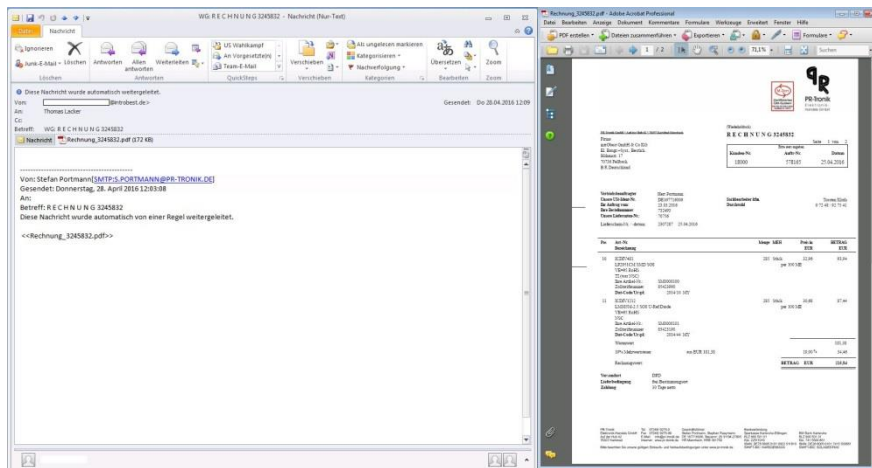
In diesem Kapitel werden die Arbeiten und Ergebnisse für die erfolgte Einführung des elektronischen Rechnungs- und Datenaustauschs bei intrObest im Rahmen des MiMiK 4.0-Projektes dargelegt.



Die Eingangsrechnungsprüfung im ERP-System ist nicht nur für die Buchhaltung erforderlich, sondern insbesondere zum Abschluss eines Einkaufsvorgangs. Jeder Rechnungsposten muss mit der zugehörigen Position der Einkaufsbestellung verglichen und freigegeben werden. Dies kann bei vielen Positionen ein sehr langer und mühsamer Prozess sein.

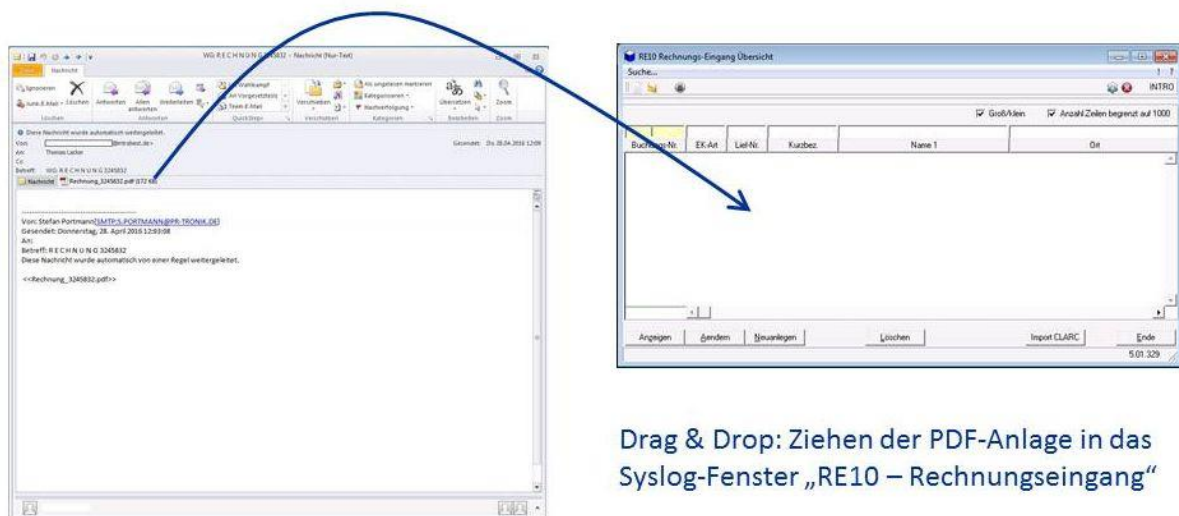
Durch die Implementierung der ZUGFeRD-Schnittstelle konnte dieser Prozess erheblich vereinfacht werden. Im Rechnungsaustausch zwischen PR-Tronik und intrObest wurde dies über die Syslog-Software realisiert.

Äußerlich unterscheidet sich eine ZUGFeRD-Rechnung nicht von einem konventionellen PDF-Dokument (siehe Abbildung 60).



**Abbildung 60: PDF-Rechnung im ZUGFeRD-Format**

Eine ZUGFeRD-Rechnung enthält jedoch verborgene Felder, die von einem entsprechenden Programm ausgewertet werden können. Beim Eingang einer entsprechenden Rechnung kann diese PDF-Datei einfach in das entsprechende Eingangsfenster der Syslog-Anwendung implementiert werden (siehe Abbildung 61).



**Abbildung 61: Import einer ZUGFeRD Eingangsrechnung in Syslog**

Bei diesem Import wird erkannt, von welchem Lieferanten die Rechnung stammt, welche Positionen mit welchem Preis und welche Artikel berechnet wurden. Voraussetzung hierfür ist, dass die Artikelnummern des Lieferanten bei den eigenen Artikeln in der Datenbank hinterlegt sind. Ist dies der Fall, werden die importierten Artikel mit den zugehörigen Bestellungen zusammengeführt und das Ergebnis angezeigt (siehe Abbildung 62).

RE11 Rechnungs-Eingang Ändern

Bearbeiten

Buchungs-Nr. 634946 Belegart BE Einkaufsauftrag 8Tn 8 Tage netto

Lieferant 70756 PR-Tronk GmbH Auf der Hub 42 DE-76307 Karlsbad Währung 2 EUR Rechnungs-Datum 05.04.2016 4 frei Haus Rechnungs-Nr. 3245832 Int. Beleg-Nr.

Brutto-Warenwert/Pos-Sum/Diff 215,84 217,06 1,22-  
 Nettowarenwert/Pos-Sum/Diff 181,38 182,40 1,02-  
 Sachb.-Einkauf TL Zahlungs-Kz. 0 Mehrwertsteuer/Pos-Sum/Diff 34,46 34,66 0,20- OP-Text

EK-Nr.	AG	Pos	Upos	Artikel-Nr.	Warenkonto	Kst.	Ber. Menge	Preis berechnet	MF	B	Wert	Bezeichnung 1
0	0	0	0	SM0000100	3400		285,000	0,33	0	0	94,09	SMD-IC
0	0	0	0	SM0000101	3400		285,000	0,31	0	0	88,35	SMD-IC
999999	0	1901	0	voll inl	1880		1,000	19,00	0	0	34,66	Voller Steuersatz Inland

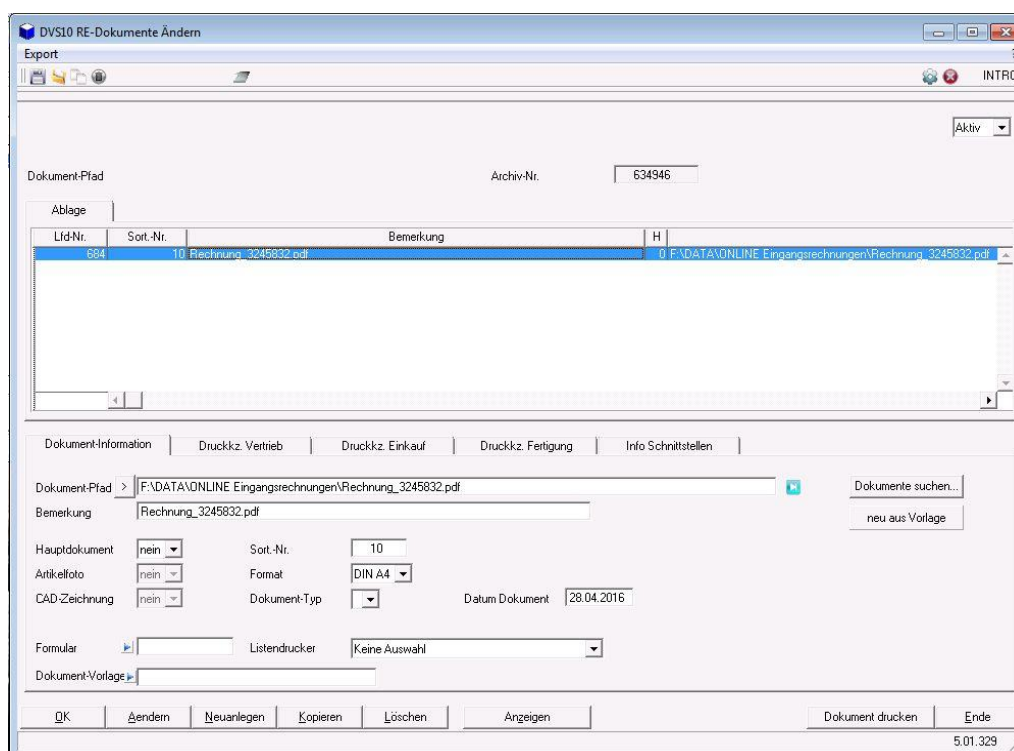
Buchen Korrektur Neuanlegen Löschen Zu-/Abschläge \\wz8-srv01\cdc1730\_doc2730.kx  
 mit Beleg  mit MDVS-Etikett

**Abbildung 62: Rechnungs-Eingangspositionen anzeigen und vergleichen**

Wenn der Bestellwert mit dem berechneten Wert übereinstimmt (helle und graue Felder des Brutto-Warenwertes), ist die dritte Spaltensumme Null. Im Beispiel gibt es eine Abweichung von 1,22 Euro.

Der Preisunterschied kann akzeptiert oder zurückgewiesen werden. Im ersten Fall wird dieser Preis, wenn gewünscht, als neuer Einkaufspreis ins System übernommen.

Das per Drag&Drop importierte PDF-Dokument wird nun automatisch in einen definierten Zielordner abgelegt und elektronisch diesem Einkaufsvorgang zugeordnet (siehe Abbildung 63). Dies kann auch in Kombination mit einem anderweitigen Dokumenten-Management-System geschehen.



**Abbildung 63: Zuordnung der ZUGFeRD-PDF Rechnung zum Einkaufsvorgang**

Mit dieser Import-Möglichkeit von Rechnungen im ZUGFeRD-Format können Eingangsrechnungen sehr einfach und effizient importiert und abgeglichen werden. Die Zeitersparnis ist enorm, wobei gleichzeitig die Fehlerquote stark reduziert wird.

## 5.5. Praxisbeispiel horizontale Vernetzung – Webshop – PR-Tronik, Syslog

In diesem Kapitel wird die Entwicklung und Implementierung eines Webshops vorgestellt, der insbesondere auf die Anforderungen von KMU ausgelegt ist. Hierbei wurden Lösungen erarbeitet, die einen schnellen Datenaustausch von Lieferanten und Kunden ermöglichen.

Hierdurch sollen zukünftig Planänderungen (z. B. durch eine Verschiebung von Produktionsterminen, Probleme bei der Verfügbarkeit elektronischer Bauelemente oder aufgetretene Fehler in Produkten) entlang der Wertschöpfungskette optimal umgesetzt werden. Im Zuge dessen wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Syslog ein Webshop aufgebaut und bei PR-Tronik implementiert und getestet.

Durch den neuen Webshop haben die Projektpartner die Möglichkeit relevante Informationen wie Lagerbestände, aktuelle Preise, den Auftragsbestand und deren Status (offen oder bereits geliefert) sowie das Auftragsarchiv einzusehen (siehe Abbildung 64).



Abbildung 64: Darstellung des neuen Webshops

Mögliche Suchkriterien für den Anwender bei der Lagerbestandsabfrage sind die Kundenartikelnummer, ein Suchfeld, genannt Matchcode, und die Herstellerbezeichnung (siehe Abbildung 65).



Abbildung 65: Darstellung der Suchkriterien im Webshop

Die Eingabe der Kundenartikelnummer zeigt alle hiermit verknüpften Bauteile an, die der Kunde bezogen hat. In diesem Fall die Kundenartikelnummer der Firma intrObest IB14-0007, die in drei Varianten geliefert wurde (unterschiedliche Hersteller bzw. unterschiedliche Spannungen).

In Abbildung 66 ist die Möglichkeit der Suche nach der Herstelleroriginalbezeichnung dargestellt. Es kann entweder der Hersteller zuerst und anschließend die Bezeichnung, z. B. GRM31MR71H, eingegeben werden. In vorliegendem Fall werden zwei Artikel dieser Serie mit unterschiedlichen Kapazitäten angezeigt.



PR-Tronik Elektronik Vertriebs GmbH Ihr Lieferant für elektronische Bauteile												
Navigation												
Kundenadressen												
Preislisten												
Lagerbestand												
2 Datensätze gefunden												
Artikel-Nr.	Lager-Nr.	Matchcode	Kd-Artikel-Nr.	Ist-Bestand	Res.-Bestand	Dis.-Bestand	verf. Bestand	Preis	Art-Bez2	Hersteller / Bezeichnung	Art-Bez4	
KC1051	0	KC1206 1,0U X7R 10% 50V		18.000,000	21.000,000	18.000,000	15.000,000	0,00	VE=3000 RoHS	Murata GRM31MR71H		
KC4254	0	KC1206 470N X7R 10% 50V		0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	VE=3000 RoHS	Murata GRM31MR71H474KA01L		

**Abbildung 66: Darstellung der Suche nach der Herstelleroriginalbezeichnung**

Schwieriger gestaltet sich die Suche nach dem Matchcode. Da jeder Kunde für seine Bauteile eine eigene Bauteilebeschreibung in seinem ERP-System pflegt, ist die Suche nach diesem Kriterium nur möglich, wenn Vorkenntnisse vorhanden sind. Da eine Produktfindung nach Bauteilekriterien, z. B. Widerstand / SMD / Bauform 0603 / Ohmwert / Toleranz/ Verpackungseinheit, nicht möglich ist, müssen die Anwender wissen, wie der PR-Tronik-interne Matchcode gegliedert ist.

Hierzu wurde ein neues Produkt- und Herstellerverzeichnis erstellt, das nach Produktgruppen gegliedert ist. Es unterteilt sich in die unterschiedlichen Produktgruppen wie Widerstände / Kondensatoren / Sicherungen / Dioden etc. Diese werden wiederum in Untergruppen aufgeteilt, z. B. bei der Gruppe Kondensatoren: Keramik-, Keramik-Vielschicht-, Keramik-Vielschicht-Chip- und Tantalkondensatoren (siehe Abbildung 67 rechts).



### Widerstände

#### Varistoren

Typ	Abmessung D x H mm	Betriebsspannung	Dauerbelastbarkeit	RM
S05 / VE07 / VZ05	7,0 x 10mm	18 - 470V	0,01 - 0,15W	5,0
S07 / VE09 / VZ07	9,0 x 12mm	18 - 470V	0,02 - 0,25W	5,0
S10 / VE13 / VZ10	14,0 x 17mm	18 - 1120V	0,05 - 0,4W	7,5
S14 / VE17 / VZ14	17,5 x 20,5mm	18 - 1820V	0,1 - 0,8W	7,5
S20 / VE24 / VZ20	24,0 x 28,0mm	75 - 1820V	1,0W	7,5 / 10,0

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer VAR Matchcode: VAR10 275V  
PR-Artikel-Nr. Nummer VAR Matchcode: VAR14 300V  
Verpackungseinheit: PK, Spine

#### Varistoren SMD

Typ	Baugröße	Betriebsspannung	Durchbruchspannung	Klemmspannung
CT0603	0603	4 - 14V	5,5 - 18V	8 - 22V
CT0805	0805	4 - 25V	5,5 - 31V	8 - 39V
CT1206	1206	4 - 60V	5,5 - 85V	8 - 100V
CT1210	1210	4 - 60V	5,5 - 85V	8 - 100V
CT1812	1812	4 - 60V	5,5 - 85V	8 - 100V
CT2220	2220	4 - 60V	5,5 - 85V	8 - 100V
VC0603	0603	3,6 - 18V	4 - 28V	10 - 40V
VC0805	0805	3,6 - 18V	4 - 28V	10 - 40V
VC1206	1206	3,6 - 48V	4 - 67V	10 - 100V
VC1210	1210	18 - 60V	21 - 82V	10 - 100V

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer VAR Matchcode: VAR1210 25V  
PR-Artikel-Nr. Nummer VAR Matchcode: VAR1812 45V  
Verpackungseinheit: PK, Waage, Spine

### Kondensatoren

#### Keramik-Kondensatoren

Typ	Abmessung D x H mm	Nennspannung	Keramikart	Kapazitätsbereich	Toleranz %
Einfachschiebe	4 - 15mm	100 V	Typ1, Typ2, Typ3	1,0pF - 47nF	+ 0,25 pF, + 5, + 10, + 20
Hochspannung	5 - 19mm	500 - 3000 V	S10, S30, Z5U	1,0pF - 47nF	+ 0,25 pF, + 5, + 10, + 20

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer KE Matchcode: KE 27P 2,5  
Verpackungseinheit: Schmelz

#### Keramik-Vielschicht-Kondensatoren

Typ	Abmessung D x H mm	Nennspannung	Keramikart	Kapazitätsbereich	Toleranz %
Standard	3,8 x 5,3 x 2,5	50/63/200V	Typ1 (NPO)	4,7pF - 4,7µF	+ 0,25 pF
Hochspannung	10,1 x 12,1 x 3,8		Typ2 (X7R, Z5U)		+ 5, + 10, + 20

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer KV Matchcode: KV 100N 5,0  
Verpackungseinheit: Keram, Schmelz

#### Keramik-Vielschicht-Chip-Kondensatoren

Bauform	Abmessung D x H mm	Nennspannung	Keramikart	Kapazitätsbereich
0201	0,6 x 0,3 x 0,3	6,3/25	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	0,5 pF - 100 nF
0402	1,0 x 0,5 x 0,5	6,3/100	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	0,5 pF - 4,7 µF
0803	1,60 x 0,80 x 0,80	6,3/100	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	0,5 pF - 10 µF
0805	2,0 x 1,25 x 1,25	6,3/500	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	0,5 pF - 22 µF
1206	3,2 x 1,6 x 1,6	6,3/1000	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	1,0 pF - 47 µF
1210	3,2 x 2,5 x 2,5	6,3/1000	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	500 pF - 47 µF
1812	4,5 x 3,2 x 3,2	6,3/3000	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	1,0 nF - 47 µF
2220	5,7 x 5,0 x 3,2	6,3/2000	NPO, X7R, X5R, Z5U, Y5V	43 nF - 100 µF

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer KC Matchcode: KC0602 470P NPO  
PR-Artikel-Nr. Nummer KC Matchcode: KC 1206 100N X7R  
Verpackungseinheit: Spannung

#### Tantal-Kondensatoren

Typ	Abmessung D x H mm	Nennspannung	Keramikart	Kapazitätsbereich	Toleranz %	Temp-Bereich
Tropfen	4,5x7,5 - 9,5x16,5	3 - 50 V	Typ1 (NPO)	0,047 µF - 680 µF	20 %	- 55... + 125°C
Tropfen TKT	4,5x7,0 - 9,5x16,5	3 - 50 V	Typ2 (X7R,Z5U)	0,047 µF - 680 µF	20 %	- 55... + 125°C

Web Shop Suche unter: PR-Artikel-Nr. Nummer KTA Matchcode: TT 10U 35V  
Verpackungseinheit: Angewandt



Abbildung 67: Produkt- und Herstellerverzeichnis

Unter jeder dieser unterschiedlichen Kondensatortypengruppen wird der Matchcode beschrieben, wie dieser Artikel im Webshop zu finden ist. In diesem Fall KC (Kondensator-Chip), 1206 (Bauform), die Kapazität (100nF) und das Dielektrikum (X7R) (siehe Abbildung 68).

**PR-Tronik Elektronik Vertriebs GmbH**  
Ihr Lieferant für elektronische Bauteile

---

Navigation

- Kundenadressen
- Preislisten
- Lagerbestand
- Auftragsanfrage
- Aktive Aufträge
- Auftragsarchiv
- Alias-Login
- Hilfe
- Logout

37 Datensätze gefunden

Artikel-Nr.	Lager-Nr.	Matchcode	Kd-Artikel-Nr.	Ist-Bestand	Res.-Bestand	Dis.-Bestand	verf. Bestand	Preis	Art-Bez2	Hersteller / Bezeichnung
KC993	0	KC1206 100N X7R								
KC1206	0	KC1206 100N X7R 10% 50V	SM51-0722-R	895.900,000	137.000,000	720.000,000	1.478.900,000	0,00	VE=4000 RoHS	Samsung CL31B104I
KC185	0	KC1206 100N X7R 10% 50V		330.000,000	60.000,000	200.000,000	470.000,000	0,00	VE=10000 RoHS	Samsung CL31B104I
KC111	0	KC1206 100N X7R 10% 50V		148.000,000	0,000	0,000	148.000,000	0,00	VE=1000 RoHS	AVX 1206S104KAT
KC388	0	KC1206 100N X7R 10% 50V	SM0002127	35.000,000	72.000,000	36.000,000	0,000	1,98	VE=4000 RoHS	Kemet C1206X104K1
KC671	0	KC1206 100N X7R 10% 100V	SM51-0309-R	22.500,000	50.000,000	50.000,000	22.500,000	0,00	VE=2000 RoHS	Samsung CL31B104I
KC403	0	KC1206 100N X7R 10% 63V		20.000,000	0,000	0,000	20.000,000	0,00	VE=4000 RoHS	Yageo 2238 581 156
KC993	18000	KC1206 100N X7R 10% 50V	SM51-0722-R	12.000,000	0,000	0,000	12.000,000	0,00	VE=4000 RoHS	Samsung CL31B104I
KC1283	0	KC1206 100N X7R 10% 100V		9.000,000	24.000,000	24.000,000	9.000,000	0,00	VE=3000 RoHS	AVX 12061C104KAT
KC942	0	KC1206 100N X7R 10% 63V		0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	VE=100 RoHS	Yageo
KC727	0	KC1206 100N X7R 10% 50V		0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	VE=4000	Johanson 500R18W1
KC647	0	KC1206 100N X7R 10% 50/63V		0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	VE=4000 RoHS	Kemet C1206C104K1
KC4226	0	KC1206 100N X7R 10% 250V		0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	VE=2000 RoHS	Samsung CL31B104I

Abbildung 68: Darstellung Matchcodesuche

Es wird eine Vielzahl von Artikeln angezeigt, die sich hinsichtlich weiterer Kriterien unterscheiden. Dies sind z. B. unterschiedliche Hersteller, Toleranzen und Verpackungseinheiten. Als Informationen werden der Ist-Bestand, der reservierte, der disponierte sowie der verfügbare Lagerbestand angezeigt.

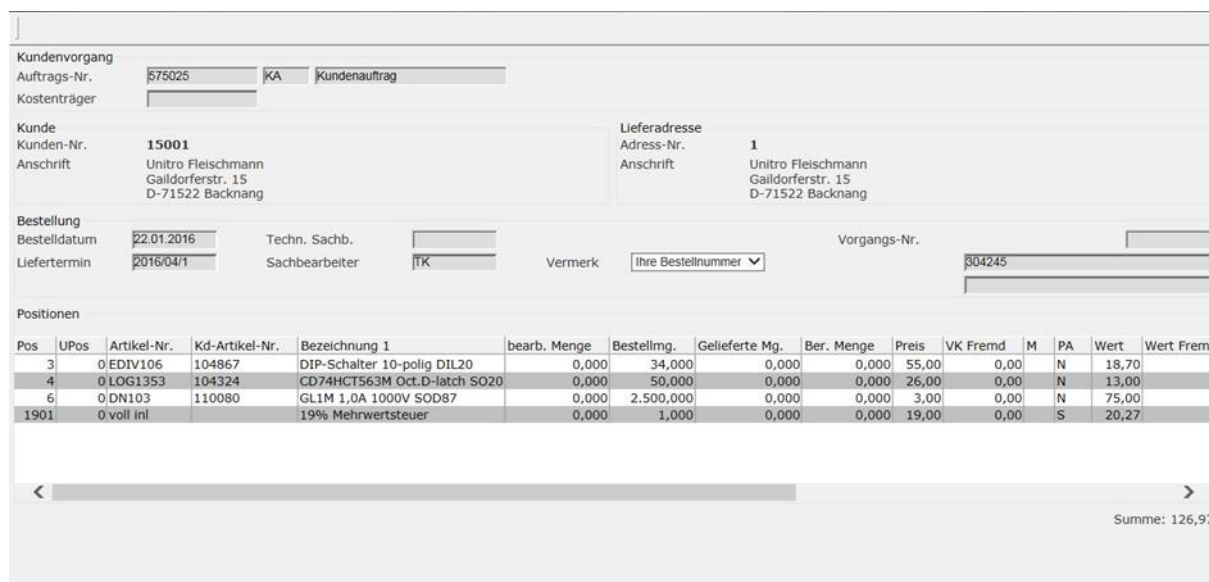
Im Bereich aktive Aufträge werden alle Aufträge angezeigt, die noch offene Positionen beinhalten. Es wird unterschieden zwischen Kundenaufträgen (KA) und Rahmenaufträge (RA) (siehe Abbildung 69).



K-Auft	VK-Art	Kunden-Nr.	Kurzbez.	Name 1	Ort	Vorg-Nr.	Bestelldatum	Bestell-Text	ST	Ktr.	AB-Nr.	Datum AB	Lief-Nr.	Lief-Dat.	Rech-Nr.	Rech-Dat.
102397	AN	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			25.11.2014	von Gestern			0		0			
562176	KA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			02.04.2015	303524			215997	02.04.2015	2282426	22.06.2015	3226270	22.06.2015
575025	KA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			22.01.2016	304245			233091	25.01.2016	2299102	26.01.2016	3239400	26.01.2016
575280	KA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			28.01.2016	304255			0		0			
303404	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			29.07.2011	200042			147083	29.07.2011	0		0	
304114	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			30.01.2013	200108			173298	30.01.2013	0		0	
304705	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			23.12.2013	200149			191100	02.01.2014	0		0	
304768	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			03.02.2014	200155			193197	06.02.2014	0		0	
304810	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			19.02.2014	200163			193992	19.02.2014	0		0	
304829	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			28.02.2014	200169			194618	28.02.2014	0		0	
304831	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			28.02.2014	200170			194644	28.02.2014	0		0	
304976	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			23.04.2014	200177			197788	23.04.2014	0		0	
305014	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			15.05.2014	200184			198984	15.05.2014	0		0	
305980	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			18.06.2014	200190			200691	18.06.2014	0		0	
305152	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			31.07.2014	200192			203036	31.07.2014	0		0	
305170	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			08.08.2014	200199			203470	08.08.2014	0		0	
305273	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			23.10.2014	200204			207182	23.10.2014	0		0	
305317	RA	15001	FLEISCHMAN	Unitro Fleischmann Backnang			19.11.2014	200208			208659	19.11.2014	0		0	

Abbildung 69: Darstellung Bereich aktive Aufträge

Angegeben wird die PR-Tronik-Auftragsbestätigungsnummer (K-Auft), die Kundenbestellnummer (Bestelltext) sowie Hinweise auf Lieferschein- und Rechnungsnummer, falls bereits Positionen ausgeliefert wurden. Durch Anklicken der jeweiligen Spalte werden der Auftrag geöffnet und die offenen Artikel mit dem bestätigten Liefertermin angezeigt.



Pos	UPos	Artikel-Nr.	Kd-Artikel-Nr.	Bezeichnung 1	bearb. Menge	Bestellmg.	Gelieferte Mg.	Ber. Menge	Preis	VK Fremd	M	PA	Wert	Wert Fremd
3	0	EDIV106	104867	DIP-Schalter 10-polig DIL20	0,000	34,000	0,000	0,000	55,00	0,00	N		18,70	
4	0	LOG1353	104324	CD74HCT563M Oct.D-latch SO20	0,000	50,000	0,000	0,000	26,00	0,00	N		13,00	
6	0	DN103	110080	GL1M 1,0A 1000V SOD87	0,000	2.500,000	0,000	0,000	3,00	0,00	N		75,00	
1901	0	voll inl		19% Mehrwertsteuer	0,000	1,000	0,000	0,000	19,00	0,00	S		20,27	

Summe: 126,97

Abbildung 70: Auftragsarchiv

Im Bereich Auftragsarchiv wird die Historie erledigter Aufträge angezeigt. Das können Auftragsbestätigungen, Lieferscheine, Rechnungen sowie Gutschriften sein (siehe Abbildung 70).

Über die Möglichkeit der Eingabe des Belegdatums oder der Einkaufsnummer kann die große Anzahl von Dokumenten eingegrenzt werden. Alle Dokumente können geöffnet und eingesehen werden (siehe Abbildung 71).



Navigation	Von Belegdatum	Bis Belegdatum	169 Datensätze gefunden (100) werden angezeigt															
Kundenadressen	Kundenvorgänge Archiv																	
Preislisten	Archiv-Nr.	K-Auft	Formular	Datum	ST	VA	BA	VK-Art	Kunden-Nr.	Name 1	Ort	Vorg-Nr.	AB-Nr.	Kurzbez.	Bestelldatum	Bestell-Text	Da	
Lagerbestand	210472	557634	AB	05.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210472	INTROBEST 15.12.2014	730319	05.	
Auftragsanlage	210535	558010	AB	07.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210535	INTROBEST 02.01.2015	729388	07.	
Aktive Aufträge	210692	558128	AB	09.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210692	INTROBEST 09.01.2015	729603	09.	
Auftragsarchiv	210695	552278	AB	09.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210695	INTROBEST 09.01.2015	729654 vom 05.08.2014	09.	
Alias-Login	210738	558164	AB	12.01.2015	A	G		AK	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210738	INTROBEST 15.12.2014	730328	12.	
Hilfe	210739	1000816	AB	12.01.2015	A	G		KN	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210739	INTROBEST 12.01.2015	730328	12.	
Logout	210762	552690	AB	12.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210762	INTROBEST 18.08.2014	729760	12.	
	210801	505396	AB	12.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210801	INTROBEST 19.12.2014	730363	12.	
	210802	558214	AB	12.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210802	INTROBEST 19.12.2014	730363	12.	
	210839	557634	AB	13.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				210839	INTROBEST 15.12.2014	730319	13.	
	211024	551050	AB	15.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211024	INTROBEST 08.07.2014	729503	15.	
	211038	551461	AB	15.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211038	INTROBEST 16.07.2014	729557	15.	
	211044	550048	AB	15.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211044	INTROBEST 07.11.2014	729480	15.	
	211071	558184	AB	15.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211071	INTROBEST 08.12.2015	730269	15.	
	211215	558524	AB	19.01.2015	A	G		AK	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211215	INTROBEST 19.01.2015	730408	19.	
	211220	1000819	AB	19.01.2015	A	G		KN	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211220	INTROBEST 19.01.2015	730408	19.	
	211260	558509	AB	19.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211260	INTROBEST 16.01.2015	730407	19.	
	211366	558635	AB	20.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211366	INTROBEST 20.01.2015	730363	20.	
	211492	558731	AB	21.01.2015	A	G		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				211492	INTROBEST 20.01.2015	730419	21.	
	2267503	554578	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 29.09.2014	729929		
	2267506	558446	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 18.11.2014	728921		
	2267514	558406	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 26.08.2014	729828		
	2267515	556332	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 09.12.2014	729481		
	2267518	556927	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 27.11.2014	728914		
	2267522	556442	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 18.11.2014	729393		
	2267529	556930	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 27.11.2014	728911		
	2267530	550863	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 01.07.2014	729488		
	2267531	547334	LI	05.01.2015	A	T		KA	18000	intrObest GmbH & Co KG Fellbach				0	INTROBEST 06.12.2014	728366		

**Abbildung 71: Darstellung des Auftragsarchivs mit Einschränkung des Belegdatums**

Des Weiteren besteht die Möglichkeit im Webshop Aufträge anzulegen. Obwohl unsere Projektpartner alle über das gleiche ERP-Programm verfügen, hat sich diese Option bisher nicht bewährt. Die Auftragsanlage müsste von den Kunden zweimal erfolgen, im Shop und in ihrem ERP-System. Dieser zusätzliche Aufwand erbringt keinen Nutzen für den Kunden/Anwender.

## 5.6. Praxisbeispiel Softwarekonzeption für MiMiK 4.0 – Syslog

Syslog hat sein ERP-System aus dem Kernel heraus konsequent zu einem Demonstrator für eine papierlose Fertigungssteuerung weiterentwickelt. Dabei wurde in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern (Anwendern) eine Vorgehensweise definiert, die bereits vor der Auftragsfreigabe auf eine Optimierung der Fertigungsreihenfolge zielt. Zentraler Punkt war hierbei die Transparenz der Materialverfügbarkeit.



Bei der Bearbeitung der Fertigungsreihenfolge kann auf einfache Weise via Drag&Drop eine Umplanung auf alternative Arbeitsplätze oder Maschinen vorgenommen werden. Innerhalb der Planungseinheiten (Arbeitsplätze, Maschinen, Maschinengruppen) wird auf Basis von transparenten Rüstkriterien eine optimale Reihenfolgeplanung möglich, die durch einfaches Verschieben der Arbeitsgänge nach vorne bzw. nach hinten via Funktionstasten durchgeführt wird.

Diese Arbeitsvorratsbildung ist der zentrale Organisationsschritt zur digitalisierten Fertigungssteuerung. Ab diesem Zeitpunkt wird die priorisierte Reihenfolgeplanung automatisch an die mobilen Endgeräte in der Fertigung verteilt. Eine Änderung der Prioritäten ist auf diesem Wege jederzeit auf einfachste Weise möglich und informiert sofort die betroffenen Fertigungsstellen.

Die Anbindung der mobilen Endgeräte wurde auf Basis von WEB-Services realisiert. Die Endgeräte selbst sind auf Touchbedienung optimiert und die Software in PHP browserbasierend entwickelt. Somit können beliebige Hardware- und Betriebssysteme eingesetzt werden. Diese strategische Grundsatzentscheidung bietet damit insbesondere KMU die Möglichkeit mit geringen Investitionskosten in die Digitalisierung der Fertigungssteuerung einzusteigen.

Neben der Echtzeitsteuerung kann am mobilen Endgerät online auf alle verknüpften Fertigungsdokumente (2D-Zeichnungen, 3D-Modelle, Videoaufzeichnungen, etc.) zugegriffen werden. Auch die aus früheren Zeiten bekannte Laufkarte kann per Tastendruck als PDF-File aufgerufen werden. Selbstverständlich werden alle anderen Informationen, die die Werker/innen, bzw. die Teamleiter/innen benötigen, in Echtzeit zur Verfügung gestellt. Dazu zählen beispielsweise der Komponentenbestand, die terminliche Materialverfügbarkeit, die Lagerbewegungen zu den betroffenen Fertigungsvorgängen und Materialien und vieles mehr.

BDE-Buchungen (z. B. Anmelden, Unterbrechen, Abmelden von Arbeitsgängen), wie auch Anwesenheitsbuchungen sind in der mobilen Lösung integriert.

Parallel zu dieser mobilen Fertigungsteuerung mit dem Modulnamen „MOBILEFACT“ wurde eine mobile Logistiklösung „MOBILELOG“ entwickelt, die auf der gleichen Softwarearchitektur, jedoch für mit Laserscanner ausgestattete Handhelds zugeschnitten ist. Diese Lösung ist zwischenzeitlich beim Verbundpartner PR-Tronik im Einsatz und bietet die Möglichkeit, alle Logistikkbewegungen online direkt mit der Materialbewegung zu buchen.

Im Bereich der firmenübergreifenden Digitalisierung wurde von Syslog neben den schon lange, auch als RZ-Dienstleistung für KMU angebotenen EDI-basierenden Kommunikation, die ZUGFeRD-Kommunikationsschnittstelle realisiert. Dabei werden im aktuellen Protokoll Rechnungsdaten auf Basis von PDF-Files mit angehängter XML-Datenstruktur ausgetauscht. Dieses Protokoll ist für KMU deutlich einfacher zu handhaben und mit erheblich geringeren Kosten als EDI verbunden.

Ein Sysloganwender kann ein solches PDF-Formular direkt aus dem E-Mail-Anhang mit der Maus auf die Buchungsmaske für den Rechnungseingang ziehen und die Buchung wird daraufhin vollautomatisch ins ERP-System und dahinter in die Finanzbuchhaltung übernommen. Die komplexen Nebenbuchungen auf die Bestellpositionen sowie die Prüfung der Preise und Wareneingänge sind selbstverständlich integriert. Selbstverständlich generiert Syslog-ERP ZUGFeRD-gerechte Debitorenrechnungen, die der Empfänger mit ZUGFeRD-genormter Software online verarbeiten kann.

Um die Anforderungen einer flexiblen Sicht auf die Logistik-Kapazitäten des Projektpartners PR-Tronik gerecht zu werden, wurde zudem ein WEB-Servicebasierendes Basistool entwickelt, das in Echtzeit auf die geplanten Logistikkbewegungen zielt und diese graphisch an einem beliebigen browserorientierten Endgerät visualisiert.

## **6. MiMiK 4.0 – „Der Mensch im Mittelpunkt“**

Der Mensch ist – trotz oder gerade aufgrund des digitalen Wandels – weiterhin der zentrale Wertschöpfungsfaktor von KMU. Deshalb ging es bei der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung darum, die Mitarbeiter mit ihren Interessen und ihren Kompetenzen von Beginn an in den Gestaltungsprozess einzubinden; über Interviews und Workshops. Eine Besonderheit von MiMiK 4.0 ist, dass die technischen Systeme (von den digitalisierten Arbeitsplätzen bis zur Prozesssteuerung) in Abstimmung mit den Mitarbeitern gestaltet wurden. So konnte deren Erfahrungswissen aufgegriffen und eingebunden werden. Dies setzt voraus, die Chancen und Grenzen der Digitalisierung erkennen und abwägen zu können. Auf diese Weise spielten technische Optimierung, Nützlichkeit vor Ort und Akzeptanz systematisch zusammen.

### **6.1. Einleitung**

#### **6.1.1. Die Mitarbeiter im Mittelpunkt von MiMiK 4.0**

Aufgabe der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung durch das Institut für sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF München) war es, den Menschen bzw. die Mitarbeiter möglichst in den Mittelpunkt des beschriebenen Gestaltungsprozesses von MiMiK 4.0 zu stellen. Dies geschah auf drei Ebenen:

- Zum einen wurde der Entwicklungsprozess der in MiMiK 4.0 umgesetzten Maßnahmen partizipativ gestaltet; mittels qualitativer Interviews mit betroffenen Beschäftigtengruppen, deren Auswertung und gemeinsame Diskussion mit Mitarbeitern und Geschäftsführung in Workshops vor und nach der Einführung.
- Zweitens hat das ISF München eigene Erkenntnisse zur nachhaltigen Gestaltung von Innovations- bzw. Reorganisationsprozessen – insbesondere mit Blick auf die Digitalisierung von Arbeit und Technik – eingebracht.
- Und drittens wurden einzelne Erkenntnisse direkt bei der weiteren Gestaltung berücksichtigt – insbesondere bei der Gestaltung der IT-Systeme.

Unterstützend wirkte dabei das klare Bekenntnis aller an MiMiK4.0 beteiligten Unternehmen, dass gerade für KMU die Mitarbeiter die entscheidende Ressource darstellen.

### **6.1.2. Die Suche nach Win-Win in der Digitalisierung: Nicht Arbeitszeitflexibilität, sondern Arbeitsgestaltung**

Ausgangspunkt für dieses Vorhaben war zunächst die Suche nach möglichen Win-Win-Situationen zwischen den durch Digitalisierungsprozesse angestrebten Effizienzgewinnen der Unternehmen im KMU-Netzwerk und den Bedarfen und Bedürfnissen der Beschäftigten. Zu Beginn des Vorhabens wurden diese vor allem in Flexibilitätsaspekten – insbesondere in der Arbeitszeitplanung gesucht. So sollte z. B. mittels digitalisierter und damit schneller, einfacherer und transparenter planbaren Prozesse eine kapazitätsorientierte Personaleinsatzplanung ermöglicht werden. Zugleich sollten auf Seiten der Mitarbeiter neue Gestaltungsmöglichkeiten der individuellen Arbeitszeitplanung entstehen. In den Interviews hat sich jedoch gezeigt, dass hier wenig Spielraum besteht:

- Es fehlen die betrieblichen Anreize für eine systematisch planbare Arbeit zu ungeplanten Zeiten; wie am Wochenende.
- Für eine notwendige Menge an heterogenen Interessen ist die Anzahl der Mitarbeiter in den Betrieben zu gering.
- Falls betrieblicher Flexibilitätsbedarf besteht, wie z. B. Arbeit am Samstag, wollen die Mitarbeiter lieber in üblicher Konstellation gemeinsam und dafür kürzer arbeiten; wofür sie bei nachvollziehbaren Gründen auch große Bereitschaft zeigen. Teilweise würde ein punktueller Personaleinsatz mit den optimierten Arbeitsprozessen in Konflikt geraten.
- Vordringlich ist aber, dass die Mitarbeiter keinen zusätzlichen Flexibilitätsbedarf ihrerseits sehen. Ihre Arbeitsanfangs- und -endzeiten sind bereits individuell gewählt. Sie sind im Betrieb mit ihren Kollegen, mit ihrer Arbeit (z. B. „ruhige Zeiten“ zur Vor-/Nachbereitung) und vor allem mit ihrem Privatleben zu möglichst stabilen Arrangements abgestimmt. Auch für zusätzliche Überstunden wird kein Bedarf gesehen, da diese mit hohen Abstimmungskosten in der Arbeit und im Privatleben einhergehen.

Daher richtete sich der Fokus nach und nach vordringlich auf die Chancen der Digitalisierung für die Mitarbeiter, die sich direkt aus dem *Arbeitsprozess* heraus ergeben. Diese umfassten insbesondere folgende Aspekte:

- Arbeitserleichterung bei stark repetitiver und anstrengender Arbeit, wie z. B. das aufwendige Vergleichen von langen Zahlenfolgen (ersetzt durch Scanner) oder Dokumentationsarbeiten (Erstellung von Tabellen und Listen).
- Schnellerer und leichter Zugriff auf relevante Informationen; z. B., dass digitale Fertigungsunterlagen an verschiedenen Orten zugleich eingesehen werden können und nicht gesucht werden müssen.
- Vermeidung von Fehlern; z. B. beim Auswählen von Unterlagen, Bauteilen, etc.
- In Teilen vereinfachte und beschleunigte Arbeitsprozesse und zum Teil mehr Zeit für neuralgische, die Qualität beeinflussende Arbeitsanteile.
- Bessere Übersicht über den gesamten Arbeitsprozess und leichtere vorausschauende Planung der eigenen Arbeit, um plötzlich verstärkter Arbeitslast und Zeitdruck pro-aktiv begegnen zu können.
- Aufwertungserfahrung der eigenen Arbeit durch Einsatz moderner Technologie. (Die Technikakzeptanz war auch bei angelernten und älteren Beschäftigten sehr hoch. Die Einlernprozesse funktionierten gut.)
- Qualifikation bzw. Lernen im Prozess der Arbeit und Aneignung von Technikkompetenzen.
- Effizienzerfahrung und das Gefühl, einen vergrößerten Wertbeitrag für das Unternehmen und dessen Zukunftsfähigkeit einzubringen; nicht zuletzt zur Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes.

### **6.1.3. Negative Erwartungen sind wichtige Informationen**

Die Realisierung dieser möglichen positiven Effekte für Mitarbeiter und Unternehmen ist jedoch höchst voraussetzungsreich. In der Regel scheitern betriebliche Reorganisationsprozesse daran. Die Ursachen hierfür liegen oftmals in der Praxisferne bei der Planung und der mangelnden Einbindung der Mitarbeiter vor Ort.

Dass Mitarbeiter betrieblichen Reorganisationsprozessen in der Regel kritisch gegenüberstehen, sollte nicht mit einer pauschalen Zuschreibung von Veränderungsresistenz, Angst, Unbeweglichkeit etc. in den Bereich der vermeintlich „irrationalen“ Emotionen vorschnell zur Seite geschoben werden. Vielmehr begründen sich skeptische Haltungen durch konkrete Erfahrungen, die über die Jahre hinweg gesammelt wurden. Oftmals haben sich als chancenreich dargestellte Reorganisationsmaßnahmen letztendlich für die Belegschaft nicht spürbar positiv ausgewirkt. Beispielsweise führten sie zu:

- Leistungsverdichtung
- Erhöhtem Dokumentationsaufwand (insbesondere bei IT)
- Neuen Fehlerquellen und Zusatz- bzw. Kompensationsarbeit
- Arbeitsplatzabbau
- Erhöhter Kontrolle und De-Qualifizierung

Deshalb war es ein Ziel des MiMiK 4.0-Projektes, die Digitalisierungsprozesse so zu gestalten, dass die Erfahrungen der Mitarbeiter aufgegriffen werden. Erweisen sich die Gestaltungsmaßnahmen vor dem Erfahrungswissen der Mitarbeiter als *nützlich*, ist eine wichtige Voraussetzung für deren nachhaltige und effiziente Wirksamkeit gegeben.

#### **6.1.4. Gestaltung vor allem an den Grenzen der Digitalisierung**

Bei der Digitalisierung betrieblicher Prozesse – wie hier im Fall der papierlosen Fertigung sowie der webshopbasierten Organisation unternehmensübergreifender Prozesse – gilt es, fallspezifisch die Chancen und Risiken zu reflektieren. Dies erfordert es, die Grenzen der Digitalisierung in den Blick zu nehmen. Diese liegen oftmals in einer zu starken Abstraktion der Planung, die der personellen und wirtschaftlichen Realität von KMU nicht gerecht wird und in der Folge die konkrete Arbeitssituation der Mitarbeiter eher verschlechtert.

In den qualitativen Interviews mit den Beschäftigten und bei den Arbeitsplatzbeobachtungen im Rahmen von MiMiK 4.0 wurden in Zusammenhang mit den Digitalisierungsprozessen folgende vier zentralen – miteinander verschränkten – Ebenen identifiziert, auf denen sich die Grenzen der Digitalisierung aufzeigen:

- Information und Vertrauen: Grenzen des Vertrauens in Information
- Information und Komplexität: Grenzen der formalen Abbildung der komplexen Praxis
- Information und soziale Beziehungen: Grenzen IT-vermittelter Kommunikation
- Erfahrung und Erfahrungswissen: Grenzen digitalisierbaren Wissens

Genau an jenen Grenzen besteht nun die Herausforderung, die Schnittstelle zwischen Mensch und (digitaler) Technik (insbesondere mit Blick auf die Arbeitsorganisation) genau zu bestimmen. Hier zeigen sich die neuralgischen Punkte, an denen Technik- und Arbeitsorganisation so gestaltet werden können, dass sie die oben aufgelisteten positiven Win-Win-Effekte erzeugen.

In Anbetracht der vier benannten Grenzlinien einer reinen Informatisierung bzw. Digitalisierung soll nun empirisch aufgezeigt werden, wo und wie diese ihre Relevanz im KMU-Kontext entfalten. Dies soll für alle vier Schnittstellen zwischen Mensch und digitalen System jeweils sowohl am Beispiel der papierlosen Fertigung wie auch der webshopbasierten Maßnahmen geschehen.

Dabei darf nicht übersehen werden, dass alle vier Grenzlinien, also Vertrauen, das Erfassen von Komplexität, soziale Beziehungen und das Erfahrungswissen der Mitarbeiter prinzipiell miteinander verschränkt sind und hier nur analytisch getrennt dargestellt werden. Dies zeigt sich vor allem in den ausgewählten Interviewbeispielen, die oftmals auch mehrere Aspekte berühren. So beeinflussen selbstverständlich soziale Beziehungen stets auch Vertrauensverhältnisse oder das Erfahrungswissen der Mitarbeiter hat Auswirkungen auf das Erfassen von Komplexität. Im Folgenden soll lediglich an den entscheidenden Stellen gezeigt werden, wo eine dieser Kommunikationskomponenten betont wird oder von vordergründiger Relevanz ist.

Dabei wird sich zeigen, dass der Mensch dort im Mittelpunkt steht, wo seine kommunikativen und kognitiven Fähigkeiten (und die damit einhergehenden Potenziale zur Generierung von Vertrauen in Informationen, der Erfassung von Komplexität, der Gestaltung von sozialen Beziehungen, der Einbringung und Entfaltung von Erfahrungswissen) digitalisierte Informationsübermittlungen übersteigen.

## **6.2. Information und Vertrauen: Grenzen des Vertrauens in Information**

Informationsweitergaben, wie sie im vorliegenden Fall technisch durch papierlose Fertigungsmaßnahmen und Webshops realisiert wurden, stoßen dort an eine Grenze, wo das Vertrauen in die bereitgestellten Informationen von den beteiligten Akteuren nicht miterzeugt werden kann. Im Folgenden zeigt sich jedoch, dass dieses Vertrauen insbesondere für KMU von besonderer Bedeutung ist.

Da sich Vertrauen in Informationen sowohl aus dem Glauben an ihre Richtigkeit, Aktualität und Reichweite (möglichst umfassende Erfassung der komplexen Realität) sowie aus der dahinter vermuteten Intention, sozialen Zusammenhänge und Kausalitäten speist, ist der Aspekt des Vertrauens in (digitalisierte) Informationen ein übergeordneter Punkt, der durch die nachfolgenden Teilaspekte der Erfassung von Komplexität und den sozialen Beziehungen noch weiter ausdifferenziert wird.

### **6.2.1. Vertrauen auf der Ebene papierloser Fertigung**

Ein Vorteil der papierlosen Fertigung wird in der Möglichkeit der Kommunikation relevanter Veränderungen „in Echtzeit“ gesehen, was eine flexiblere Reaktion auf Kundenwünsche gestatten soll. Ein Mitarbeiter auf der Leitungsebene formuliert dies so:

*„Und wenn ich aber auf einer Station auf alle Dokumente zugreifen kann, dann kann ich das in Echtzeit abändern und jeder sieht sofort die Änderungen. Darin seh ich auch einen riesengroßen Vorteil.“ (M5).*



Ein solches Versprechen knüpft auch an das Bedürfnis der Mitarbeiter an, über Änderungen in den Aufträgen rechtzeitig informiert zu werden. Ein Fertigungsmitarbeiter etwa äußert den Wunsch:

*„[...] vielleicht noch rechtzeitig mitteilen, wenn was bei den Plänen geändert wurde und nicht vergessen uns das mitzuteilen. Änderungen meine ich.“ (M2).*

Ein Informationsrückstand geht mit einem als unangenehm empfundenen Zeitverlust in der Arbeit einher:

*„Manchmal gibt es einen Auftrag und das Material ist nicht vollständig in der Kiste. Und da hätte ich gerne schon die Information gehabt, weil ich habe auch Zeit verloren.“ (M2).*

Zudem geht es darum, mögliche Fehler rechtzeitig zu vermeiden und damit unnötige Belastung zu reduzieren. Dass dies allerdings nicht immer unproblematisch vonstattengeht, zeigt sich darin, dass mit einer papierlosen Fertigung, die Änderungen in Echtzeit abbildet, neue Unsicherheiten im Hinblick auf die Validität der bereitgestellten Information einhergehen. Oder anders formuliert: es bedarf grundsätzlich des Vertrauens in die digital bereitgestellte Information, denn zunächst transportiert eine solche Information nicht unerhebliche Unsicherheiten mit. Zum Beispiel spezifiziert ein Mitarbeiter hinsichtlich Änderungen in den Auftragspapieren, auf die er aufmerksam wird:

*„Wenn es Änderungen gibt, z. B. es ändert sich eine XX-Nummer, die vorher anders geheißen hat, müssen wir erst einmal fragen, was ist jetzt da, ist das noch das gleiche Bauteil? Und solche Dinge halt.“ (M6)*

Alleine das Registrieren von Differenzen in den Auftragsdetails generiert trotz scheinbar festgelegter Informationsprioritäten das Bedürfnis diese Differenz zu validieren:

*„Auf der Pickliste, da stehen die ganzen Bauteile drauf, die wir bestücken sollen. Und die darf halt nicht abweichen, von denen, die im kolorierten Plan drin sind. Wenn da eine Differenz ist, dann müssen wir halt trotzdem nachfragen. Normalerweise ist das ausschlaggebend, was auf der Pickliste drauf ist. Wir sollen trotzdem nochmal fragen, wenn es da Differenzen gibt. Das ist halt eine Sicherheitsmaßnahme.“ (M6)*

Trotz der Festlegung, dass die Pickliste die letztgültig relevante Information enthält, bevorzugen es die Mitarbeiter, durch Nachfragen die wahrgenommene Differenz als neue Information zu verarbeiten. Auch in anderen Fällen, in den die Mitarbeiter bereits partielle Einsichten in das elektronische Auftragssystem des Betriebs nehmen, wird trotz dieses Zugangs zu den vorgeblich relevanten Informationen Rücksprache mit dem/der entsprechenden Vorgesetzten gehalten:

*[...]was steht die Woche an? Was müssen wir alles liefern? Und dann morgens früh komme ich z. B. und dann sehe ich: Aha, heute müssen die, die, die Aufträge kommen. Und dann kommt [Name des Vorgesetzten] und ich sag, ich weiß das schon, bloß vielleicht nicht alles - weil [er] hat vielleicht gestern noch mit dem Kunden gesprochen, dass was vorgezogen werden muss oder nach hinten - und [er] kommt und wir besprechen das schon.“ (M4)*

Damit wird deutlich, dass die Informationseingaben in den elektronischen Systemen, die nun über papierlose Fertigungsmaßnahmen jedem Mitarbeiter zugänglich und verfügbar gemacht werden, Unsicherheiten transportieren und für die Mitarbeiter nicht immer als valide gelten. Das nötige Vertrauen in diese Informationen wird erst über ergänzende Kommunikationen mit den Vorgesetzten generiert.

Oben wurde nur ein Beispielfeld für die systematische Unvollständigkeit formaler Dokumentation herausgegriffen und dargestellt. In der Praxis bleibt oft an vielen Stellen unklar, ob Informationen richtig, aktuell und vor allem hinreichend komplett sind.

Die direkte Kommunikation mit Kollegen, Vorgesetzten, Kunden, etc. ermöglicht ein Vertrauen in Informationen jenseits dessen, was formal dokumentiert ist. Dass und warum ein solches Vertrauen notwendig für die Produktions- und Distributionsleistungen von KMU ist, wird sich noch deutlicher zeigen.

### 6.2.2. Vertrauen auf der Vertriebssebene

Auch auf der Vertriebssebene zeigt sich, dass kommunikativ hergestelltes Vertrauen eine zentrale Bedeutung einnimmt. An dieser Stelle kommt der genuin menschlichen Fähigkeit, soziale Beziehungen zu gestalten, eine zentrale Bedeutung zu.

Vertrauen ist letztlich von sozialen Beziehungen nicht zu trennen. Der Mensch steht dort folglich im Mittelpunkt, wo er in der Lage ist, für die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens relevantes Vertrauen aufzubauen. Diese spezifisch menschliche Fähigkeit vermittelt sich am einfachsten und effektivsten über direkte Kommunikation („*Smalltalk*“ [M1]). Dadurch „*merkt man einfach im Laufe des Gesprächs, ob Sympathie da ist*“ (M1), um die geschäftliche Beziehung zu festigen:

*„Man fängt an auch an, so ein bisschen nebenbei zu reden, was man da besprochen hat. Man merkt halt, ob der Kunde Interesse zeigt und nachfragt oder auch sich über Persönliches äußert. Ich kenne den jetzt zum Beispiel noch gar nicht persönlich. Und dann hat er erzählt und Witze gemacht [...] Manchmal ist es wirklich nur das Wetter. Aber man erzählt dann nebenbei von der Firma noch oder [...] Mit einem Kunden habe ich mich mal unterhalten, der hat Modellbau gemacht. Dann kommt man über diese Wege rein und ist gar nicht mehr bei der eigentlichen Sache. Und natürlich vor Ort, dass man Jemanden auch mal gesehen hat [...]“ (M1)*

In dieser und ähnlichen Schilderungen wird deutlich, dass eine funktionierende geschäftliche Vertrauensbeziehung systematisch jenseits des Arbeitsinhalts aufgebaut werden muss. Dies ist im direkten Gespräch möglich und erfordert mitunter sogar, telefonische Interaktionen durch face-to-face Interaktion zu ergänzen. Ohne diese Art persönlicher Beziehung:

*„geht es nicht. Also wenn ich jetzt wirklich nur eine Person am Telefon wäre... Das ist halt, denk ich mal, unser Vorteil, weil alle unsere Kunden, denk ich, kennen uns persönlich [...] Uns können sie vertrauen, da wissen sie, da kriegen sie immer die besten Preise und es klappt auch immer.“ (M10)*

Es ist also erforderlich, mehr zu sein als eine beliebige anonyme Person am Telefon oder gar nur eine digital vermittelte Statusmeldung. So kann Vertrauen in den geschäftlichen Beziehungen letztlich implementiert werden, die sich allein durch webshopbasierte Lösungen nicht herstellen lassen:

*„Also wenn das jetzt wirklich von irgendetwas online gesteuert wird, dann kann man das schwierig beeinflussen, finde ich. Wenn jetzt ein Kunde bei uns anruft und sagt, geht das heut noch raus, dann kann ich ihm auch versichern, dass er es morgen dann im Haus hat. Und bei so online Sachen, denk ich mal, ist die Verunsicherung zu groß, weil wenn das Teil jetzt wirklich nicht kommt, dann steht halt bei dem Kunden die Produktion am nächsten Morgen.“ (M10)*

Eine solche „Versicherung“ bestimmter Leistungen ist hochgradig voraussetzungsreich und gelingt in der Tat nur, wenn der entsprechende Kunde das nötige Vertrauen in die Geschäftsbeziehung aufbringt. Es ist kaum zu erwarten, dass sich ein solches Vertrauensverhältnis allein über die Übermittlung von Daten ausbildet.

Wollen sich also KMU durch ein flexibles Reagieren auf Kundenwünsche und Auftragsproblematiken im Markt behaupten, so darf insbesondere die Rolle des Menschen bei Digitalisierungsvorhaben nicht unbeachtet bleiben. Eine erste Begründung liegt also im Faktor: Vertrauen in und durch (digitalisierte) Informationen.

### 6.3. Information und Komplexität: Grenzen der formalen Abbildung der komplexen Praxis

Eine weitere Begründung für die zentrale Rolle des Menschen bzw. der Mitarbeiter liegt im Umgang mit der Komplexität der Praxis. Digitalisierte Lösungen, wie die papierlose Fertigung oder digitalisierte Webshop-Angebote, erfassen nie die Komplexität der Arbeitspraxis und bedeuten – je mehr sie eine eins zu eins Abbildung der Arbeitsrealität anstreben – zugleich eine Komplikationssteigerung. Denn in der Praxis sind die relevanten Informationen zu komplex, um sie signalbasiert in einem digitalisierten Informationssystem darzustellen. Die menschlich-kommunikative Fähigkeit Komplexität wahrzunehmen, situativ abzustimmen bei unvollständigen oder gar widersprüchlichen Informationen zu handeln weist bedeutende Vorteile aus.

#### 6.3.1. Komplexitätssteigerung im Bereich der papierlose Fertigung

Ein Mitarbeiter macht dies am Beispiel des persönlichen Austausches am Arbeitsplatz deutlich – insbesondere hinsichtlich der Kommunikation mit Vorgesetzten:

*„[...] ich finde, da ist der Austausch auf der gleichen Ebene schon ganz, ganz wichtig, dass der eine weiß, was der andere tut, und sie nicht nur irgendwo ein Häkchen gesehen haben [...] Dann müsste er halt immer am Tablet, oder am Handy oder am PC sitzen, dass er es sieht. Und so, wenn er durch die Fertigung am huschen ist, und vorbeikommt, sag ich, dass ist übrigens schon... Bei einer großen Firma ist das vielleicht schwieriger, aber bei uns, im Kleinen, find ich das noch ganz gut. Oder auch grad mit, wenn es dann um den Warenausgang geht, dass die Kollegen einfach sagen: Du pass mal auf, das hat mir heut nicht gereicht... Dass ich nicht unbedingt nur einfach das Grüne oder Rote oder ‚teilweise‘ oder irgendwas sehe. Sondern manchmal ist auch... Es geht eine Baugruppe kaputt und dann sind es halt nicht die komplette Menge, die bei mir im Rechner steht. Dann sagt er: Ach du, es sind fünf weniger, weil es sind welche kaputtgegangen.“ (M3)*

Es zeigt sich, dass vor allem in KMU die persönliche, interaktive Informationsübermittlung Vorteile dort aufweist. Den Inhaltsreichtum und die Flexibilität direkter Kommunikation eins zu eins digital abzubilden, würde in einer Komplexitätsspirale münden.

Am Beispiel der Etikettierung zu versendender Ware verdeutlicht ein anderer Mitarbeiter, dass es dabei zahlreiche Ausnahmeanforderungen gebe, die nicht praktikabel in ein elektronisches System integriert werden können, sondern auf den praktischen Kenntnissen und Erfahrungen der Mitarbeiter beruhen. Insbesondere in Bezug auf Kundenwünsche spielen diese Kenntnisse und Fähigkeiten eine zentrale Rolle:

*„Die im Lager kleben ja immer ein Etikett auf die Ware, jetzt mal das als Beispiel. Der Kunde will das jetzt aber nicht mehr. Er will nur noch, dass man das Etikett dazulegt, ins Paket zum Beispiel. Dann ruft der Kunde wieder seinen Betreuer an und zum Beispiel der [Name] kommt dann runter ins Lager und sagt, Leute, der Kunde will das nicht mehr haben.“ (M12)*

Über Aushänge an den Arbeitsplätzen im Lager wird versucht, diese Information immer parat zu halten, ohne dass der Prozess verlangsamt wird:

*„Hinten haben sie es halt so an der Wand hängen, man sieht es gleich und man vergisst es nicht [...]. Es sind halt viele Informationen“ (M12)*

Für alle möglichen Sonderwünsche und Abweichungen feste Alternativverfahren zu definieren und formal abzubilden, ist zu aufwendig und würde auch unübersichtlich und kaum handhabbar. Dennoch können solche selbst organisierten Informationsbereitstellungen in die Papier substituierende Fertigungssoftware bzw. von den Mitarbeitern schnell und niedrighschwellig selbst integriert werden. Dies ergibt für die Mitarbeiter natürlich nur dann Sinn, wenn dabei nicht Mehrarbeit und verlangsamte Prozesse entstehen- z. B. durch Einloggen, Informationssuche, etc.

### **6.3.2. Komplexitätssteigerung bei der Einführung von Webshops**

Auch bei digitalen Webshops stellt sich die Frage, wie viel Komplexität des realen Arbeitsalltags erfasst und verarbeitet werden kann, ohne dass das System selbst zu komplex und damit kontraproduktiv wird. Wo sollte also die Schnittstelle zwischen System und Mitarbeiter gezogen werden? Grundsätzlich gilt, dass im vertrieblichen Kontext eine telefonische Kontaktaufnahme mit den jeweiligen Kunden aus mehrerlei Gründen im Vordergrund steht.

Zum einen erweisen sich Telefonate in vielen Fällen als praktikabelste Lösung. Wenn es etwa um eine Anfrage geringer Mengen an Produkten oder Änderungen geht, dann regle man, so ein Vertriebsmitarbeiter, das auch kurz am Telefon, denn das „*gehe schneller*“, da die Lieferanten selbst meist regulär über Telefon zu erreichen seien (M10). Ein anderer Mitarbeiter beschreibt eine solche Situation wie folgt:

*„Im Moment würde ich es vorziehen, wenn ich in so einer Situation bin, schnell den Hörer zu nehmen:[Name des Lieferanten], wie sieht's aus? Habt ihr die Ware gestern verschickt oder ist die heute schon raus - krieg ich die morgen? Und leg dann wieder auf und hab eine Antwort und weiß dann, das passt. Alles andere ist mir schon: Oah, nach welcher Bestellnummer muss ich jetzt gucken? Wo muss ich jetzt hin, was muss ich machen? Der Aufwand ist mir zu groß. Das geht schneller per Telefon.“ (M5)*

Zum anderen ist – wie bereits angedeutet – ein solches Vorgehen dabei immer auch an ein Preisargument gekoppelt. Denn interessanterweise wird durchgängig berichtet, dass Webportale teurere Preise zur Folge haben.

*„[...] ich schau, wo krieg ich es günstig her? Und diese Günstigen haben halt eben diesen Webshop nicht, weil sie darauf angewiesen sind, Telefonakquise [...] Wenn der erst einmal so weit ist, dass er sagt, ich mach einen Webshop, ich biete das alles an. Ich muss Jemanden haben, der die Ware pflegt, der das fotografiert, der das alles einpflegt, dann wird er irgendwann sagen: Ok, jetzt aber nicht mehr zu dem Preis, jetzt muss ich wieder in die Nähe zu dem Preis, wo der Katalog die auch hat. Dann ist der Vorteil wieder weg.“ (M5)*

Digitalisierung und die Idee teilautomatisierter Prozesse setzt auf Standards zur Beherrschung von Komplexität (durch Komplexitätsreduzierung mit in der Folge steigender Gesamtkomplexität). Während menschliches Arbeitshandeln mit Komplexität umgehen kann, ohne sie notwendigerweise zu reduzieren – also z. B. ohne Ausblendung des Kontextes. Das Telefonat ermöglicht beispielsweise Flexibilität in der Preisaushandlung – also Handlungsräume jenseits des Standards. Dabei ist die telefonische Kontaktaufnahme nicht von sozialen Beziehungsgefügen zu trennen. Dies verdeutlicht ein weiterer Fall. Ein anderer Vertriebsmitarbeiter sieht im Falle umfassender Digitalisierung der



Angebote den Vorteil, den der persönlich-telefonische Kontakt zweifelsfrei darstellt, gefährdet:

*„Aber wenn jetzt, sag ich mal, das Meiste über Datenbanken läuft, dass wir zum Beispiel bei unseren Herstellern alles abrufen können, dann würde natürlich der persönliche Kontakt wiederum auf der Strecke bleiben bisschen. Das wär dann ein kleiner Nachteil.“ (M11)*

Es handelt sich dabei um ein reziprokes Verhältnis, denn sowohl der Kunde als auch der Auftragsteller oder Lieferant beziehen praktische Vorteile aus einer persönlichen Kontaktaufnahme via Telefon etwa. So sind beide in der Lage, die komplexen Prozesse von Nachfrage und Angebotserstellung schneller zu bearbeiten.

*„Der Kunde, der da [Webshop] reinschaut, kann sich sicherlich informieren und muss nicht anrufen und fragen. Aber der wird es genauso handhaben wie ich: Ah, bis ich jetzt wieder gucke, welche Baugruppe war das denn? Welche Bestellnummer war das denn? Ich hab so einen guten Draht zum Fertigungsleiter, ich ruf den schnell an und der sagt mir wie es aussieht und es wird schneller gehen. So schätz ich mal die Kundschaft genauso ein. Weil jeder will so unkompliziert wie möglich schnell eine Information haben [...] Aber durch unsere Firmenpolitik oder -philosophie, für den Kunden stetig immer ansprechbar und erreichbar zu sein, wird jeder sagen: Ah, ich ruf den schnell an und der sagt mir was Sache ist.“ (M5)*

Der direkte menschliche Austausch (z. B. per Telefon) gilt also nicht nur als verlässlicher und vertrauensvoller, sondern in manchen Situationen auch als unkomplizierter, flexibler und schneller im Vergleich zur Inanspruchnahme eines Webshops. Die Erfahrung der Mitarbeiter hat gezeigt, dass Digitalisierung Gefahr läuft, den Arbeitsaufwand zu erhöhen, und einzelne Arbeitsschritte auch komplexer gestalten kann.



## 6.4. Information und soziale Beziehungen: Grenzen IT-vermittelter Kommunikation

### 6.4.1. Soziale Beziehung und papierlose Fertigung

Wie schon in den obigen Fällen deutlich wurde, so ist insbesondere auf der Ebene der papierlosen Fertigung das Vertrauen in Information in soziale Beziehungen eingelagert. Die Herausforderung der Bewältigung von Unsicherheit kann zunächst nicht ohne die direkte interaktive Rücksprache ausgeräumt werden. Wie ein Mitarbeiter schildert, sei ein Problem etwa:

*„[...] dass Aufträge verändert werden und wir überhaupt keine Info kriegen. Das ist dann so ein Überraschungseffekt. Da denkt man dann, warum geht das jetzt nicht, was ist passiert, warum ist die Stückzahl anders, auf einmal ein anderer Artikel auf dem Entnahmepapier [...] Wenn man dann besagte Person anruft: Oh ja, das war ich, da habe ich das und das gemacht. Äh...Warum kriegen wir das vorher nicht gesagt?“ (M9)*

Die Eingabe einer Auftragsänderung im betriebsinternen elektronischen System ist folglich nicht mit einer Kommunikation dieser Änderung gleichzusetzen. Ein „Überraschungseffekt“ stellt sich ein, weil die Mitarbeiter unvermittelt auf diese Veränderung stoßen. Bereits die Reduktion auf eine schriftliche betriebsinterne Kommunikation transportiert zu viel Unsicherheiten und Unklarheiten, sodass sie der Gefahr des Scheiterns ausgesetzt sind. In Bezug auf E-Mail Kommunikation spezifiziert ein Mitarbeiter:

*„Vieles klingt wie ein Vorwurf.“ (M9)*

Einzig die Kommunikation via E-Mail ist bereits anfällig für Missverständnisse hinsichtlich der Intentionalität und Benevolenz der Informationsübermittlung.

Dieser Effekt verstärkt sich, je abstrakter die Kommunikation ausgestaltet wird – z. B. über formalisierte Statusmeldungen. Natürlich werden durch digitale Verknüpfung und teilautonome Steuerung bzw. integrierte sowie intelligente Systeme Prozesse beschleunigt. Bei zahlreichen Prozessen treten keine negativen Folgen auf.

Bei manchen Prozessen fällt bei diesem Vorgehen jedoch zu viel unter den Tisch – eben das, was nicht oder nur erkaufte durch eine enorme Steigerung der Eigenkomplexität digitalisiert werden kann.

Die Diskrepanz zwischen reiner Informationsübermittlung und reichhaltiger Kommunikation stellt gewissermaßen einen neuralgischen Punkt in KMU dar, da eine papierlose Fertigung mitunter Auswirkungen auf das Betriebsklima haben kann. Wie sich an Beispielen zeigen lässt, schwingen gerade bei Änderungen, Abweichungen oder spontanen Anweisungen etc. Anerkennungsaspekte, Intentionen und Motive etc. mit, die in der Kommunikation bearbeitet werden müssen. Digitale Lösungen tun sich hier schwer und verschärfen oft das Problem:

*„Das ist traurig, weil man fühlt sich nicht anerkannt und ist auch enttäuscht darüber, weil man im Prinzip machen kann was man will, aber es wird sowieso nicht gesehen. Oder man kriegt dann noch das Messer in den Rücken.“ (M9)*

Der Mangel an sozialer Kommunikation an neuralgischen Punkten kann sich in der Folge auf die Motivation und die Produktivität niederschlagen.

Wenn die soziale Komponente der Kommunikation – und damit die Herstellung von Vertrauen in die betriebsinternen Vorgänge – ausgeblendet wird, wird es zu Irritationen kommen. Beispielsweise werden gehäufte, kurzfristig gemeldete interne Arbeitsanfragen als ein beständiges *„zwischenrein Drängen“ (M9)* wahrgenommen und als unfair gegenüber länger angemeldeter Nachfragen bzw. Aufträge eingestuft. Ohne eine sachliche und/oder persönliche Begründung kommt es so zu Legitimationsproblemen und Unmut.

In diesem Sinne ließen sich noch unzählige weitere Beispiele finden, auf welche Weise digital vermittelte Kommunikation an bestimmten Punkten zu wenig implizite Informationen transportiert und so Konflikte verursachen kann.

### 6.4.2. Soziale Beziehungen in der Vertriebsarbeit

Auf die Bedeutung der sozialen Beziehungen hinsichtlich der Vertriebsarbeit wurde bereits hingewiesen. Zentral ist dabei das persönliche Verhältnis zwischen den Beteiligten selbst – d. h. einen „guten Draht“ zum Kunden oder Auftraggeber haben. Alle im vertrieblichen Bereich tätigen Mitarbeiter betonen diesen Faktor:

*„Das ist schon sehr wichtig, auf jeden Fall. Also wir sind mit fast allen Lieferanten, sag ich mal, per Du. Die besuchen uns regelmäßig. Dann kann man halt auch mal sagen: Hey ich brauch den und den Preis, kannst du nochmal drüber schauen? Die Basis ist schon wichtig, also die Beziehung, auf jeden Fall, zum Lieferanten.“ (M10)*

Dabei wurde ebenfalls deutlich, dass vor allem aufgrund dieser persönlichen Beziehungen Preise und Liefertermine aushandelbar werden und so im Arbeitsalltag Flexibilitätsspielräume erzeugt werden können, was über elektronische Kommunikationsformen wie den Webshops nicht möglich scheint. Am Beispiel eines nicht einzuhaltenden Liefertermins verdeutlicht ein weiterer Vertriebsmitarbeiter:

*„Wenn es halt mal nicht klappt, dann schicken die halt einfach eine Änderungs-AB, und sagen: Ah nee, es kommt doch erst in zwei Wochen. Und dann melde ich mich natürlich und sag: Du, ihr habt das so und so bestätigt, wir brauchen das früher! Da ist jetzt zum Beispiel auch wieder der persönliche Kontakt schon wichtig, find ich, weil ich versuche dann nochmal alle Hebel in Bewegung zu setzen.“ (M11)*

Insbesondere bei der Preisgestaltung ergeben sich wirtschaftliche Vorteilskonstellationen, die einzig auf einer interaktiven Aushandlung beruhen. Derselbe Mitarbeiter beurteilt den persönlichen Kontakt zum Kunden als „sehr wichtig“, da damit erhebliche wirtschaftliche Vorteile einhergehen; denn grundsätzlich gebe es keinen Lieferanten, der sich einer Verhandlung verweigert:

*„Ne, also reden kann man mit allen Lieferanten.“ (M10)*

*„Weil, ich denk mal, wenn man sich einfach ein bisschen kennt, auf geschäftlicher Basis, dann ist es schon ein Vorteil, was die Bemühungen von unseren Lieferanten angehen, ja. Zum Beispiel preislich merkt man das ganz oft. Wenn man jetzt einfach eine Excel-Liste reinschickt mit, ich sag jetzt mal, mit 15 Positionen, dann lassen die es halt oft, oder die Lieferanten, durch ihr System laufen: Ist hinterlegt [Name des Betriebs], die bekommen so und so viel Rabatt, wie auch immer, wird angeboten. Wenn ich jetzt aber anruf und sag: Du, könn ma da mal den Artikel anschauen, is da nicht was machbar? Mein Kunde hat einfach Wahnsinnspreise, da müssen ma n bisschen runter. Es ist oft schon machbar und ich glaub es ist oft schon ein Vorteil so ein Telefonat, bzw. generell wenn man einen guten Kontakt zu den Lieferanten hat.“ (M11)*

Ein solches auf persönlichen Beziehungen beruhendes Verhandlungsvermögen stellt die Kernkompetenz von KMU dar und sichert ihnen einen Marktvorteil gegenüber großer Hersteller oder Distributoren. Für das Beispiel der Elektronikbranche expliziert ein Mitarbeiter:

*„Es gibt so viele Möglichkeiten in der Elektronikbranche, da ist man manchmal echt machtlos. Auf der anderen Seite kann man natürlich auch wieder mit dem persönlichen Kontakt gute Sachen erzielen, gar keine Frage“ (M11).*

Die Lösung lautet somit, die Mitarbeiter mit ihren kommunikativen Kompetenzen, ihrer Erfahrung und ihrem ganzen Arbeitsvermögen umfassend in Entwicklungsprozesse einzubinden, um die Arbeit so zu gestalten, dass sich die positiven Effekte entfalten können. Eine Schlüsselrolle kommt dabei der dem Erfahrungswissen der Mitarbeiter zu.

## 6.5. Erfahrung und Erfahrungswissen: Grenzen digitalisierbaren Wissens

Was die Mitarbeiter als menschliche Arbeitshandelnde angeht, so stellen nicht zuletzt deren erfahrungsbasierte Wissensvorräte die entscheidende Ressource im KMU-Sektor dar. Die Einführung digitalisierter und papierloser Fertigungs- und Distributionsleistungen muss in der Folge diesem Erfahrungswissen Rechnung tragen.

### 6.5.1. Erfahrungswissen im papierlosen Fertigungsbetrieb

Für die Maßnahmen papierloser Fertigung zeigt sich etwa, dass die Mitarbeiter über ein Überblickswissen verfügen, das kaum formulierbar scheint:

*„[...] weil wenn es jetzt eine Teilbereitstellung ist, dann wissen wir, wo da die Ware dasteht oder wenn es jetzt ein kompletter Auftrag ist, dann weiß ich jetzt schon, wenn ich das Datum gesagt bekomme oder die Auftragsnummer, dann weiß ich eigentlich schon wo ich jetzt die Kiste suche.“ (M7)*

Diese gestalterische Autonomie ruht also auf einem Überblickswissen über die aktuelle Auftragsdurchführung und einem Gespür für die Gesamtsituation, was schnelle und flexible Lösungen ermöglicht.

Diese Erfahrungswerte sollten schon deshalb ernst genommen werden, weil sie eine entscheidende Ressource in KMU-Strukturen bereithalten. Die Mitarbeiter entwickeln antizipatorische Fähigkeiten, die sich bei der Arbeitsgestaltung als durchaus hilfreich erweisen:

*„Ich habe halt die Erfahrungswerte [...], dass manche Lieferanten zweimal in der Woche an einem bestimmten Tag liefern, dann weiß ich schon, dann kommt etwas von diesem Lieferant, am nächsten Tag kommt etwas von diesem Lieferanten.“ (M8)*

Diese Erfahrungswerte werden zum Teil bereits von der Leitungsebene zur Kenntnis genommen und als positiv und kaum substituierbar bewertet:

*„Es erfordert keine große Ausbildung, es erfordert Erfahrung. Es ist auch so, die Mitarbeiter, die bei uns arbeiten, die haben so ein gewisses Fingerspitzengefühl und haben auch Fähigkeiten, irgendwas schnell und gut zu machen. Das ist sehr, sehr schwer. Also wenn das jemand vom Talent aus nicht kann [...] Man kann es oder man kann es nicht. Wenn man es nicht kann, wird man es auch nicht lernen. Wenn man es aber kann, dann kann man es flink oder weniger flink machen. Und die Mitarbeiter, die wir haben, die haben genau da ihre Stärken.“ (M5)*

Neben der Fertigungsebene spielen diese praktischen Erfahrungswerte in den Versandtätigkeiten eine entscheidende Rolle:

*„[...] das sind so viele Informationen wo Kunden haben. Also nicht jeder Kunde ist gleich. Ein Kunde will das, ein Kunde will besonderes Etikett, ein Kunde will keinen Gummi um die Rolle, ein Kunde will überhaupt gar kein Etikett auf seiner Ware haben, oder solche Sachen halt. Das müssen die [zuständigen Mitarbeiter] ja alles auswendig wissen.“ (M 12)*

Hinter diesen angesammelten Erfahrungswerten steht ein entwickeltes implizites Gespür („Erfahrungswissen“), das es ermöglicht, veränderte Gesamtsituationen zu erkennen, Lösungswege (auch ohne rationale Kalkulation und damit schnell und bei unvollständiger Information) einzuschlagen und vorausschauend zu agieren. Dieses Erfahrungswissen der Mitarbeiter benötigt Räume jenseits formalisierter Durchsteuerung.

Dies wird beispielsweise am Fall der Einführung einer „chaotischen Lagerhaltung“ deutlich. Durch den Einsatz von Handscannern im Lager wird es möglich, die einzelnen Lagerplätze nicht mehr im Voraus pro Ware vorzugeben, sondern die Wahl den Mitarbeitern zu überlassen. Die Folge ist – neben der anvisierten Platzeinsparung – natürlich kein „Chaos“. Der durch die Digitalisierung des Zuweisungsprozesses neu entstehende Raum wird auf Basis von Erfahrung und Erfahrungswissen nun selbst-organisiert. Implizite Regeln kommen so zur Geltung und müssen neu abgestimmt werden.

Ein Mitarbeiter etwa spricht sich dafür aus, die „chaotische Lagerhaltung“ dazu zu nutzen, Fehlerquoten bei der Produktzusammenstellung zu minimieren:

*„Weil dann ist die Fehlerquote auch wieder erhöht, weil wenn ich nur Widerstände, die ganzen Rollen nebeneinander habe und nichts zwischendrin, was anders aussieht. Ich meine, wir wissen wie die Artikel aussehen. Und wenn ich aber jetzt bei so einer Rolle vielleicht noch ein Päckchen dazwischen habe und ich weiß ja, wie die Ware ungefähr aussieht, dann weiß ich schon, aha, mein supertoller Lagerplatz, wo jetzt 10 Artikel drauf sind und ich aber nicht weiß, wo ist mein Artikel, den ich aber brauch, sehe schon, aha, das Kästchen, das ist meins, das brauch ich, das sehe ich schon von vornherein. Aber dadurch, dass halt die Warengruppen beisammen bleiben sollen, dass das halt eher zu Fehlern führt, wie wenn man es komplett chaotisch machen würde.“ (M 9)*

Daneben werden insbesondere ergonomische Aspekte eingebracht: Es wird in diesem Zusammenhang betont, dass etwa schwere Produkte auf Hüfthöhe einsortiert und leichtere Produkte in den oberen Lagerräumen untergebracht werden können. Die digitale Maßnahme – Handscanner – ermöglichte neue Handlungsräume, die durch menschliches Erfahrungswissen gestaltet wurden. Die Folge waren weitere Innovationen und ein doppelter Effizienzgewinn.

### **6.5.2. Erfahrungswissen in der Vertriebsarbeit**

Insbesondere hinsichtlich der Einführung des Webshops zur schnelleren Verfügbarmachung von Informationen über Lagerbestände, Preise und der Auftragslage für Kunden der Betriebe, verfügen die Mitarbeiter über Kompetenzen und Fähigkeiten, die weiter berücksichtigt werden müssen.

Daneben spielen hier die Erfahrungswerte und das darüber hinausgehende Erfahrungswissen der Mitarbeiter oftmals eine entscheidende Rolle. Bezogen auf den Fall einer Kundenanfrage expliziert ein Vertriebsmitarbeiter beispielsweise:

*„Das weiß [Name des Vorgesetzten]. Ähm, da sagt er immer zu mir: Brauchst nicht anfragen, brauchst nicht anbieten, da liegen wir eh immer drüber, weil es die eh direkt beim Hersteller [bestellen]. Sowas fällt gleich weg, da mache ich gleich xxx rein, dann ist das erledigt.“ (M11)*



So kann hier mittels der akkumulierten Erfahrungswerte schnell antizipiert werden, wo sich eine aufwendige Angebotserstellung lohnt. In dem Gespür, solche Situationen zu erkennen und damit umzugehen, verdeutlicht sich das dahinter liegende Erfahrungswissen. Gerade in sozialen Interaktionen ist ein solches Gespür gefragt (aber auch im Umgang mit mechanischen Objekten und g bei komplexen sozio-technischen Systemen). Ein Mitarbeiter expliziert beispielsweise, dass ein wirtschaftlicher Vorteil über den Faktor des „Wohlfühlens“ aufseiten der Kunden erreicht wird:

*„Aber wenn man einen guten Draht zum Kunden hat, hat man vielleicht ein gewisses Quäntchen, wo er den Auftrag dann doch vergibt. Also wenn man merkt, es funktioniert, der Nasenfaktor, und natürlich dann auch, wenn die ersten Testprojekte zum Beispiel angelaufen ist, gut funktioniert hat, dass wenn es wirklich Probleme gab, dass man die auch sinnvoll gelöst hat und schnell gelöst hat, und das bringt eigentlich immer sehr viel Pluspunkte, wo der Kunde dann ungern wechselt, nur weil der Preis woanders zehn Cent günstiger ist. Also das ist ne, ja, man muss sich gut fühlen einfach.“ (M1)*

Ein solcher „Nasenfaktor“ entsteht also nicht nur durch soziale Beziehungen alleine, sondern muss zunächst erarbeitet werden. Zentral hierfür sind positive Erfahrungen, wie flexible Problemlösungen, Ansprechbarkeit, Kompetenz und hierauf aufbauendes Vertrauen. Dies kann nur über Räume zum Einbringen von Erfahrungswissen gelingen.



Ein solches, genuin menschliches „Nasenfaktor“-Wissen stellt eine zentrale Ressource insbesondere in KMU dar, denn eine rein numerische Preislogik und standardisierte Problembearbeitung geht in bestimmte Situationen (v. a. bei Abweichungen) an den Bedarfs- und Bedürfnislagen der Kunden vorbei und ist nicht in der Lage abzubilden.

*„Die [Kunden] suchen auch jemanden, da wo sie einen Ansprechpartner haben, der sich um ihre Probleme auch kümmert. Bei größeren Unternehmen - es gibt ja auch bedeutend größere Bestücker wie wir - die haben halt ihre Serienaufträge und dann ist er die kleine Nummer, die irgendwann mittenrein geschoben wird. Unsere Aufgabe, und das sucht der Kunde auch, dass er nicht wie ein drittklasse Kunde behandelt wird, sondern dass er merkt, wenn ich etwas habe, dann wird sich auch darum gekümmert [...] So haben wir eigentlich ganz gute Beziehungen aufgebaut, die der Kunde schätzt, auch weil wir nicht anonym sind und der Kunde für uns auch nicht anonym ist.“ (M1)*

*„Die [Kunden] suchen auch jemanden, a, wo sie nen Ansprechpartner haben, der sich um ihre Probleme auch kümmert. Bei größeren Unternehmen - es gibt ja auch bedeutend größere Bestücker wie wir - die haben halt ihre Serienaufträge und dann ist er die kleine Nummer, die irgendwann mittenrein geschoben wird. Unsere Aufgabe, und das sucht der Kunde auch, dass er nicht wie ein drittklasse Kunde behandelt wird, sondern dass er merkt, wenn ich was habe, dann wird sich auch drum gekümmert [...] so haben wir eigentlich ganz gute Beziehungen aufgebaut, die der Kunde schätzt, auch weil wir nicht anonym sind und der Kunde für uns auch nicht anonym ist.“ (M1)*

## 6.6. Folgerungen für die Gestaltung der Digitalisierung

In MiMiK 4.0 wurden die oben aufgezeigten Erkenntnisse für die Gestaltung der konkreten Umsetzungsmaßnahmen genutzt. Der Ansatz bestand darin, im Sinne einer Innovation „von unten“ bzw. vom „Hallenboden“ aus, das Erfahrungswissen der Mitarbeiter möglichst früh in den Entwicklungsprozess einzubinden. Dies gelang über partizipative Methoden der Arbeitsgestaltung. Dahinter stand das Ziel, nicht nur die Akzeptanz zu steigern, sondern die Folgewirkungen der Digitalisierung für die Unternehmen zu verbessern – nicht zuletzt mit dem Blick auf die Effizienz.

Der Weg dorthin, der bei MiMiK 4.0 eingeschlagen wurde, führt über die erkennbare Nützlichkeit der technischen Innovationen für die Mitarbeiter. Unabhängig davon ist es notwendig, schon bei der Entwicklung von Technologien Mensch, Arbeitsorganisation und Technik zusammen bzw. ihr Wechselverhältnis zu betrachten, sofern Technikentwicklungen erfolgreich in die Arbeit integriert werden sollen.

Über die Vorteile der partizipativen Unternehmensinnovation und das frühzeitige Zusammendenken von Mensch, Organisation und Technik hinaus lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen:

Es hilft, Digitalisierung als die Verlagerung von Wissen und Kommunikation auf ein neues Medium zu verstehen. Jedes Kommunikationsmedium hat spezifische Vor- und Nachteile. Digitalisierung ist anderen Formen der Kommunikation nicht ausnahmslos überlegen, sondern hat definierbare Grenzen und damit verbundene Schwächen. Dies sollte bei Digitalisierungsprozessen mit bedacht werden. Im besonderen Maße muss deshalb die Neugestaltung der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik betrachtet werden – entlang der jeweiligen Stärken und Schwächen –, um einen möglichst positiven Ergänzungszusammenhang herzustellen. Eine Digitalisierung um jeden Preis macht wenig Sinn. Wenn alles digitalisiert wird, was digitalisiert werden kann, ohne auf die Nebenfolgen zu achten, werden enorme Verluste generiert und Potenziale bleiben ungenutzt.

Um eine solche differenzierte, auf die Potenziale einer neuen Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik ausgerichtete Betrachtung zu vollziehen, ist ein Bewusstsein für die Grenzen der Digitalisierung notwendig. Hierzu zählt zunächst die Einsicht, dass sich die Komplexität der Realität nicht vollständig durch Zeichen (Zahlen, Buchstaben, Codes) erfassen lässt.

Daneben sollte mit Vorsicht mit den Zielen und Leitbildern von technik-induzierten Reorganisationsprozessen umgegangen werden. Die Erfahrung zeigt, dass Reorganisationsprozesse nie vollständig abgeschlossen sind, Technik selten vollkommen stabil funktioniert und in der Praxis immer neue Anforderungen und Problemfelder entstehen. D. h. in Bezug auf das gesamte Arbeitssystem ist es eine systematische Überforderung, wenn davon ausgegangen wird, dass sich das anvisierte Ziel eins zu eins umsetzen lässt und wie geplant bzw. simuliert dauerhaft funktioniert.

Der optimale Zustand sollte nicht als Normalzustand deklariert werden. Zumindest beim Entwicklungs- und Implementierungsprozess sollten unbekannte Unwägbarkeiten von Anfang an einkalkuliert werden.

An vielen Stellen ist das flexible menschliche Handeln die zentrale Ressource – insbesondere bei KMU. Dieses zu fördern, ist eine zentrale Antwort auf die Herausforderungen vor denen Unternehmen aktuell stehen, wie z. B. die Flexibilitätsanforderungen der Industrie 4.0 (z. B. Losgröße 1). Gerade die Digitalisierung der Arbeit bietet Chancen das Potenzial der Mitarbeiter zur Entfaltung zu bringen und umfassender in der Arbeit einzubinden. Dies funktioniert jenseits der bloßen flexibleren zeitlichen Einplanung der Arbeitskräfte. Vordringlich sollte dies vielmehr durch eine entsprechende Ausgestaltung der Arbeitsorganisation erreicht werden. Hier setzte MiMiK 4.0 an.

## 7. Fazit und Ausblick

### 7.1. Fazit

Mit diesem Buch liegt nun eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Forschungsprojektes MiMiK 4.0 vor. Bei der Bearbeitung des Projektes sowie dem Verfassen dieses Buches wurde eng zusammengearbeitet, um die Kompetenzen der einzelnen Partner zusammenzuführen.

Durch die gemeinsam entlang der Wertschöpfungskette entwickelten Maßnahmen wurden vorhandene Schnittstellen zwischen den Unternehmen erheblich optimiert und bekannte Störeinflüsse reduziert.

Die bereits vorhandene lokale Transparenz der einzelnen Unternehmen im Workflow wurde zu einer globalen, unternehmensübergreifenden Transparenz erweitert. Hieraus resultierte insbesondere eine Reduzierung der internen und externen Informationswege entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Durch direkten und übergreifenden Einfluss in die Systeme konnten mögliche Fehlerquellen reduziert oder ausnahmslos vermieden werden.

Die Integration von ZUGFeRD (im Bereich der Rechnungsprüfung und in Teilen der Materialbeschaffung) schafft den betroffenen Mitarbeitern Ressourcen zur besseren Auftragsbearbeitung (lieferantenseitig). Wichtig ist es hierbei, die gewonnenen Ressourcen nicht zur Kosteneinsparung beim Personal zu nutzen, sondern zur Optimierung der weiteren Tätigkeiten.

Die Implementierung der papierlosen Fertigung unterstützt die Aktionen der betroffenen Mitarbeiter und Prozesse. So sind entsprechende Reaktionszeiten maßgeblich verbessert worden. Mit diesem Tool wird Auftragsplanung und Produktion zeitgleich mit den notwendigen Informationen versorgt. Schnelle Entscheidungen durch kurze Informationswege sind die Folge. Zudem erhält jeder Mitarbeiter damit die Möglichkeit zur unmittelbaren Einflussnahme der Prozesse und hat damit die Möglichkeit eigene Erfahrungen und Verbesserungen direkt einfließen zu lassen. Ein nicht unbedeutender Beitrag zur Mitarbeitermotivation. Des Weiteren sind diese Informationen für alle von diesen Prozessen betroffenen Stellen zeitgleich verfügbar.

Die nachfolgenden Zitate der Projektpartner und einiger Teilnehmer unseres Industriearbeitskreises zeigen den weitreichenden Erfolg sowie das Optimierungspotenzial des Projektes MiMiK 4.0 und der damit verbundenen Einführung der papierlosen Fertigung in produzierenden KMU auf.

*S. Portmann (Geschäftsführer PR-Tronik)*

*„Nachdem wir den WEB-Auftritt nicht nur den Projektpartnern, sondern auch den Kunden vorgestellt haben wurde das Thema Artikelsuche nach dem Matchcode priorisiert. Hierzu musste ein 60 seitiges Produktverzeichnis mit den genauen Matchcodebezeichnungen der einzelnen Produktgruppen erstellt werden, sodass sich die endgültige Einführung des Onlineauftrittes um 8 Monate verzögerte“*

*M. Giessinger (IT-Leiter PR-Tronik)*

*„Nachdem fast 100 Kunden die Zugangsdaten zu unserem WEB-Shop angefordert haben, ist die Zahl der bisherigen Nutzer noch sehr gering und nur einige wenige arbeiten regelmäßig damit.“*

*B. Becker (Logistikleitung PR-Tronik)*

*„Aufgrund der vorgenommenen Maßnahmen, der Umstellung auf chaotische Lagerhaltung und den Einsatz der Scanner, sind wir in den Bereichen Wareneingang und Kommissionierung erheblich effizienter geworden.“*

*S. Portmann (Geschäftsführer PR-Tronik)*

*„Die Vorbereitung für die Umstellung auf die chaotische Lagerhaltung wurde von den Kollegen bestens vorbereitet. Selten habe ich erlebt, dass eine so gravierende Verfahrensänderung von den Kollegen und Kolleginnen so gut und schnell umgesetzt wurde. Ich hoffe sehr, dass durch die jetzt zu Verfügung stehenden Arbeitsaufwandsstatistiken sich die eigenverantwortliche Personalplanung ebenso positiv für uns gestaltet.“*

*S. T. Huber (Produktionsleiter bei DLK Ventilatoren GmbH)*

*„Allein in unserem Haus bedeutete dies die Einsparung von rund 30.000 Blatt Papier pro Monat mit allen Kosten für Bearbeitung, Handling und insbesondere den Zeitaufwand. Die Werker können mit der Anwendung über Tablets live und direkt am Arbeitsplatz alle notwendigen Infos zum Arbeitsauftrag einsehen und haben zusätzlich noch den Vorteil Zeichnungen auf die gewünschte Größe zu zoomen, was einen immensen Vorteil zur Erkennung von Details hat.“*

*P. Aigner (Projektleiter bei der Syslog GmbH)*

*„Anhand dieses Prozesses kann ich jetzt einfach und anschaulich die optimalen Arbeitsschritte zur Planung, Steuerung und Priorisierung des Fertigungsablaufes vermitteln und eine zügige Umsetzung gemeinsam mit den Kundenpartnern durchführen“*

*D. Bloksma (geschäftsführender Gesellschafter der Bloksma Engineering GmbH, Urbach)*

*„Das neue Tool führt zu einer unglaublichen Transparenz in der Montage. Ausgestattet mit den integrierten Buchungsfunktionen BDE und Materialabgang haben wir wieder einen Meilenstein gesetzt. Die Entwicklung muss weitergehen, speziell im gesamten Bereich der innerbetrieblichen Logistik“*

*J. Fleischmann (Geschäftsführer UNITRO Fleischmann Störmeldesysteme)*

- *Materialstatus schnell sichtbar*
- *Prima, vollständige Fertigungsunterlagen an allen Arbeitsplätzen verfügbar*
- *Erreichen und sichern einfach eine höhere Standardisierung*
- *Bluetooth Peripherie (Scanner) ist ungeeignet, da die Anmeldezeit zu hoch ist*
- *Es müssen keine Pläne mehr gesucht werden*
- *10Zoll-Tablet ist für Bestückungspläne ungeeignet. Die erforderliche Größe liegt bei 18 Zoll*

*M. Lacker (Geschäftsführer intrOnic)*

*„Eine Vernetzung im Sinne 4.0 ist gerade für ein so sehr aufwendiges Produkt wie die Leiterplatte die einzig vorstellbare Zukunft im globalisierenden Wettbewerb.*

*Die Einführung der papierlosen Fertigung ist eine notwendige Maßnahme, um die Infrastruktur für die geforderte Produktionsdynamik zu schaffen. Nur so kann man auf die Veränderungen innerhalb der Wertschöpfungskette reagieren.*

*Die Arbeit im Netzwerk des Verbundes verschafft Verständnis und Einblicke in die Prozesse der vorausgegangenen sowie nachfolgenden Unternehmen.*

*Der logistische Aufwand der Koordination aller globaler Beteiligten stellt die EMS Dienstleister vor immense Aufgaben.*

*Vor allem die jüngeren Mitarbeiter waren schnell begeistert von den Möglichkeiten der Rückmeldung der Prozessschritte, Anpassung an Änderungen sowie der Vielfältigkeit der Informationen und deren Präsenz mit den Tablets.“*

*S. Krznaric (Fertigungsleiter intrObest)*

*„Ich kann die anstehenden Projekte an jeder Arbeitsstation nun direkt von meinem Arbeitsplatz aus priorisieren und auch kurzfristige Änderungen umgehend einfließen lassen, egal, ob es nun terminliche oder technische Änderungen sind. Früher musste ich dazu erst in die Produktion und dort die jeweilige Fertigungsmappe und Laufkarte aktualisieren. Jetzt weiß ich, dass alle Mitarbeiter nun mit den aktuellsten Informationen arbeiten und zwar ggf. auch gleichzeitig.“*



*G. Loose (Mitarbeiterin intrObest, Handbestückplatz (THT))*

*„Mit dem Tablet habe ich auf Knopfdruck Zugang zu allen benötigten Informationen für meinen Auftrag, sogar in Form von Videos. Und ich muss nicht mehr nach der Fertigungsmappe suchen, wenn die zwischenzeitlich an anderer Stelle gebraucht wurde“*

*T. Lacker (Geschäftsführer, intrObest)*

*„Durch den Zugriff auf den aktuellen Arbeitsvorrat, den jeweiligen Arbeitsplan und sämtliche Fertigungsunterlagen mobil und an jedem Arbeitsplatz wird die bisherige Produktionssteuerung revolutioniert und nachhaltig digitalisiert. Die Mitarbeiter können selbst auf die Produktionsabläufe Einfluss nehmen und auf aktuellste Änderungen reagieren“*

## **7.2. Ausblick**

Nach wie vor müssen die integrierten Prozesse der gesamten Wertschöpfungskette vom Angebot bis zum After Sales Service weiter gefestigt und im Detail abgestimmt werden.

Der vollständige Ausbau von ZUGFeRD im Bereich der automatischen Abwicklung der gesamten Materialbeschaffung (Bestellung, AB, Fehlteile, Lieferverzug) soll es den betroffenen Mitarbeitern ermöglichen sich gezielt mit „Problemfällen“ auseinanderzusetzen, damit nachfolgende Prozesse bzw. vom Kunden vorgegebene Termine realisiert werden können.

Zur Weiterentwicklung und Anwendung der MiMiK-Methodik sollen in Zukunft Top-Down-Änderungen innerhalb der gesamten Lieferkette ebenso einfach und zeitgleich unternehmensübergreifend ihren Empfänger finden. Hierbei soll eine direkte und unmittelbare Vernetzung vom Entwickler bis zu den Maschineneinstellungen beim produzierenden Hersteller einschließlich der zugehörigen Testparameter stattfinden. Dabei stellt insbesondere der Abgleich systembedingter Schnittstellen bzw. ggf. Normierung den Hauptaspekt dar.

## **8. Erfahrungen und Maßnahmenkatalog von MiMiK 4.0 zur Umsetzung der Ergebnisse in anderen KMU**

In zwei Jahren intensiver Arbeit konnte das MiMiK 4.0-Projektkonsortium wichtige Erkenntnisse gewinnen, um im Kontext der Industrie 4.0-Technologien die Anforderungen an mittelständische Zulieferbetriebe aufzuzeigen und verschiedene praxiserprobte Lösungskonzepte zu erarbeiten. In diesem Kapitel sollen die wichtigsten Erfahrungen, die in der praktischen Umsetzung gewonnen wurden, nochmals aufgegriffen werden. Des Weiteren werden diese Erfahrungen für interessierte Unternehmen als konkrete Umsetzungshilfe komprimiert dargestellt.

Dabei wird der Bogen sowohl von den Anforderungen und Problembereichen hinsichtlich der Technik bis hin zu den Erfahrungen in der Einbindung der Mitarbeiter geschlagen. Nur wenn alle Bereiche „Hand in Hand“ arbeiten, kann die Umsetzung solcher anspruchsvoller Projekte erfolgreich gelingen. Demzufolge wurden vier Hauptpunkte identifiziert, die in der Umsetzung besonders zu berücksichtigen sind.

Einerseits ist dies der Mensch mit der zugrunde liegenden Organisation. Andererseits sind die Infrastruktur-/Hardwarevoraussetzungen in den Unternehmen und schlussendlich softwarespezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Die hier dargestellten Faktoren sollen als Anhaltspunkte dienen und müssen firmenspezifisch weiter untergliedert und angepasst werden.

### **8.1. Der Mensch**

- Grundlegend ist zu Beginn zu klären, welche Informationen von welchen Mitarbeitern benötigt werden. Dazu muss eine genaue Analyse durchgeführt werden, wie die Informationen derzeit bereitgestellt werden und welche Informationen zukünftig elektronisch und somit zeitaktueller sowie inhaltsangereicherter dargestellt werden können. Die betroffenen Mitarbeiter sind hier eng in die Arbeiten mit einzubinden!
- Zu prüfen ist, wo der Mensch bei Problemen in der Produktion sinnvoll eingreifen kann, wenn Produktionszieltermine kurzfristig verändert werden oder Bauteile nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen.

- Entsprechend der Altersstruktur und der technischen Orientierung der Mitarbeiter kann es partiell vorkommen, dass die Einführung von Tablets oder Smartphones nicht von allen Mitarbeitern akzeptiert wird. Hierbei sind die Schulung und Motivation dieser Mitarbeiter sehr wichtig.
- Es ist zu prüfen, ob die Menschen den digital bereitgestellten Informationen vertrauen.

## 8.2. Die Organisation

Die Umgestaltung der Organisation ist der komplexeste Prozess, der auf ein KMU zukommt. Hier stellen sich grundlegende Fragen bezüglich der Arbeitsorganisation. Es ergeben sich jedoch ebenso Chancen die Prozesse zu vereinfachen und zu verschlanken.

- Im Vorfeld ist genau zu klären, was kann und was soll im digitalen (papierlosen) Produktionssystem abgebildet werden. Welche Daten liegen schon digitalisiert vor, welche Daten müssen eingepflegt werden (manuell, gescannt und Zeichenerkennung OCR etc.)?
- Für die Produktionsplanung sind Verantwortlichkeiten zu definieren, wer Termine pflegt und wie diese verwaltet werden.
- Für die Produktionsplanung ist die Warendisposition genau zu betrachten.
- Für die zeitaktuelle Produktionssteuerung ist eine wichtige Frage, wie der Arbeitsvorrat präzise zu erfassen ist und ob rechtzeitig Informationen über Bestandsveränderungen bereitgestellt werden können.
- Die Planung auf Basis einer Arbeitsgangstruktur muss kompatibel zur BDE sein.
- Die Digitalisierung von Dokumenten erfordert die Festlegung einer Ablagestruktur (ggf. vorgegeben und ergänzt durch eine elektronische Archivierung in einem Dokumentenmanagementsystem) und die Festlegung, welche Filetypen (PDF, DOC, DOCX etc.) im System verarbeitet werden sollen. Mögliche Strukturen können firmenspezifisch oder projektspezifisch aufgebaut sein. Wichtig ist es dabei die Rechte (wer darf was lesen, verändern, neu erstellen) genau zu definieren.

- Die Zusammenführung aller relevanten Auftrags- und Prozessdaten an einem virtuellen „Point of Information“ (wie eine elektronische Laufkarte) muss sehr gut abgestimmt werden, um alle Daten zeitgerecht und verantwortungsgerecht den Mitarbeitern zur Verfügung zu stellen.

### **8.3. Die Infrastruktur/Hardware**

- Eine wesentliche Basis der Infrastruktur ist die Datenbereitstellung (im Allgemeinen per WLAN an mobile Geräte und über einen Netzwerkzugang an ein stationäres ortsfestes Gerät). Die Topologie des Netzwerks muss den Anforderungen hinsichtlich Bandbreite, Zugangspunkten etc. entsprechen
- Im Allgemeinen werden verstärkt mobile Geräte eingesetzt, typischerweise in Tablet-Größe, die einen guten Kompromiss aus Handhabbarkeit und Informationsdichte darstellen. Probleme können hier hinsichtlich der mechanischen Stabilität (Gerät fällt runter und ist defekt), dem Preis (hochwertige Geräte mit Schutzummantelung sind entsprechend teuer) und der Bedienbarkeit (Benutzer trägt Handschuhe, hat fettige, ölige Finger etc.) auftreten.
- Die Stabilität des WLANs ist zu prüfen, insbesondere ob die Funkausleuchtung in allen Bereichen der Fertigung eine ausreichende Signalstärke hat. Weiterhin ist zu prüfen, ob durch Störstrahlung Verbindungsabbrüche auftreten oder die Übertragungsraten beeinträchtigt werden.
- Die auf den mobilen Endgeräten installierten Betriebssysteme (typischerweise Android, IOS oder Windows) haben ebenfalls einen Einfluss auf die Bedienbarkeit. Das können sehr „triviale“ Probleme sein, wie z. B. die Darstellung von PDF-Dateien, wenn die Anzeige über einen Web-Browser erfolgt. Hier sind im Projekt viele Detailprobleme bei der Darstellung der unterschiedlichen Dateitypen aufgetreten, was teilweise die Einsetzbarkeit der technischen Lösung eingeschränkt hat oder die Suche von Alternativen erforderte.

#### 8.4. Die Software

- Software bedeutet immer die Sicherstellung der Kompatibilität der derzeit eingesetzten Systeme (ERP, BDE etc.) mit den neuen technischen Lösungen, insbesondere hinsichtlich der Datenkonformität und Übertragbarkeit. Die Schnittstellen der momentan eingesetzten Systeme sind dahin gehend zu prüfen, wie ein Datenaustausch umgesetzt werden kann.
- Die Schnittstellen der gängigen Tablets sind eingeschränkt. Hier steht oft nur ein Port zur Verfügung, sodass entweder eine Tastatur oder ein anderes Eingabegerät (Scanner) angeschlossen werden kann.
- Die Softwareumsetzung muss insbesondere in vernetzten Umgebungen mit mobilen Endgeräten einsetzbar sein und sollte auf entsprechenden Standards, z. B. dot.NET-Technologie, aufbauen.

In der derzeitigen Diskussion zur Industrie 4.0 wird nicht berücksichtigt, wie eine intelligente Einbindung der KMU-Zulieferer in Cyber-Physische-Produktionssysteme zukünftig erfolgen kann, ohne die Vorteile der bisherigen Produktionsstrukturen aufzugeben. Darüber hinaus existieren keine konkreten Entwicklungen, um einfache, KMU-gerechte technische Rahmenbedingungen und Organisationsstrukturen zu schaffen, sodass KMU die hohen Anforderungen der Industrie 4.0 erfüllen. Hier setzte das vorliegende Verbundprojekt MiMiK 4.0 an, in dem modellhaft am Beispiel der Elektronikindustrie aufgezeigt wurde, wie spezielle Anforderungen der Industrie 4.0 erstmals im Rahmen der Wertschöpfungskette in den KMU-Zulieferern abgebildet werden können.

Die Umsetzung von Methoden der Industrie 4.0 in KMU in der Wertschöpfungskette erforderte die Umstellung von geplanten Transaktionen (Prozessen) hin zu einer ereignisgesteuerten unternehmensübergreifenden Kommunikation, um so mit kurzfristigen Störgrößen im Produktionsprozess besser umgehen und geeignet reagieren zu können. In diesen Prozess waren insbesondere die Mitarbeiter einzubinden, da sie den wichtigsten Produktionsfaktor im Mittelstand darstellen.