

Leitfaden zur Anwendung der „MarryIT“ Methodik

FIR an der RWTH Aachen

Inhaltsverzeichnis

1	Leitfaden zur Anwendung der MarryIT-Methode.....	2
2	Die Methodik	2
3	Schritt 1: Nutzenpotenziale auswählen.....	2
4	Schritt 2: Ist-Aufnahme der IT-OT-Landschaft	5
5	Schritt 3: Matching der Nutzenpotenziale mit der Ist-Aufnahme.....	9
6	Schritt 4: Scoring und Handlungsempfehlungen.....	10
7	Weiterführende Informationen zum Projekt.....	13
8	Förderhinweis.....	13
9	Materialien für die Anwendung (Anhang).....	13

Wir bedanken uns bei den Fördergebern des Projekts:

Das IGF-Vorhaben 20768 BG der Forschungsvereinigung FIR e. V. an der RWTH Aachen, Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

1 Leitfaden zur Anwendung der MarryIT-Methode

Vor sich finden Sie den Leitfaden zur Anwendung der „MarryIT“-Methodik zur Vernetzung der Systeme auf ihrem Shopfloor mit den Systemen auf Ihrem Office-Floor. Bei den Shopfloor-Systemen wird oft von OT-Systemen (Operational Technology) und bei den Office-Floor-Systemen von IT-Systemen gesprochen. Das Ziel ist es, die Anwendungsfälle (auch als Nutzenpotenziale bezeichnet) auszuwählen, die sich für eine Vernetzung eignen und mit der bestehenden Systemlandschaft ermöglicht werden können. Darüber hinaus können Sie mit der vorliegenden Methode gezielt entscheiden, wie Sie Ihre Systemlandschaft zur Realisierung der Anwendungsfälle weiterentwickeln können. Die Methode soll Ihnen helfen, diesen Prozess durch den Einsatz eines strukturierten Vorgehens anzugehen und dabei unterstützen, die für Sie besten Entscheidungen zu treffen. Sie können statt der analogen Variante ebenfalls die mobile Webanwendung zur Durchführung der Methode verwenden: marryit-tool.fir.de

2 Die Methodik

Die MarryIT Methodik gliedert sich in die vier Schritte „1. Auswahl der Nutzenpotenziale“, „2. Ist-Aufnahme der IT-OT-Landschaft“, „3. Matching der Nutzenpotenziale mit der Ist-Aufnahme“ und „4. Handlungsempfehlungen“. Die vier Schritte sind in Abbildung 1 zusammengefasst.

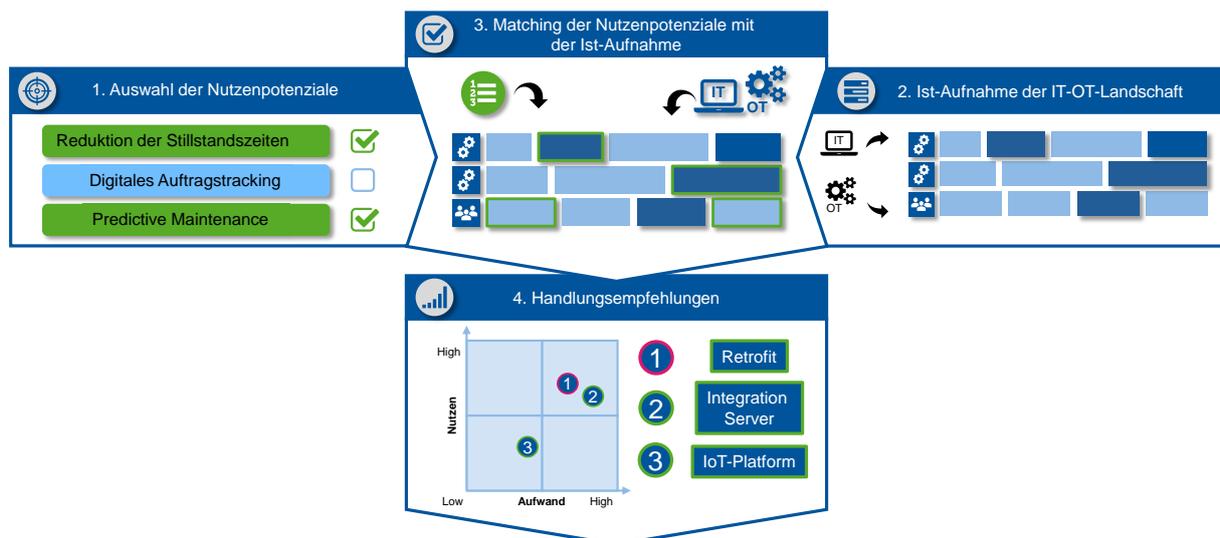


Abbildung 1: Die MarryIT-Methode im Überblick

Jeder Schritt, sowie seine Anwendung und die dazugehörigen Materialien wird detailliert in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3 Schritt 1: Nutzenpotenziale auswählen

Im ersten Schritt wählen Sie die Anwendungsfälle (= Nutzenpotenziale) aus, die Sie im Kontext der IT-OT-Integration umsetzen wollen. Dies sollten Sie gemeinsam mit den entsprechenden Führungskräften aus dem Bereich Produktion und IT oder ggf. der Geschäftsführung tun. Wichtig ist es, sicherzustellen, dass die Nutzenpotenziale, die Sie auswählen, sich mit den Unternehmenszielen decken.

3.1 Notwendige Arbeiten

3.1.1 Auswahl Nutzenpotenziale zu Unternehmensstrategie

Zur Auswahl steht Ihnen eine Liste an Nutzenpotenzialen, die bereits nach ihren Einflüssen auf die Faktoren „Geschwindigkeit“, „Wirtschaftlichkeit“, „Qualität“ und „Variabilität“ sortiert sind. Dies kann helfen, die Nutzenpotenziale mit den Unternehmenszielen abzugleichen. Dies können Sie als Vorbereitung auf einen Abstimmungstermin mit den Entscheidungspersonen im Unternehmen tun.

Wir empfehlen, die Auswahl und Zuordnung der Nutzenpotenziale im Rahmen eines Workshops durchzuführen. In diesem Workshop sollten die aktuelle Strategie und die Kernziele des Unternehmens für die Bereich Produktion und IT vorliegen. Als Teilnehmer dieses Workshops empfehlen wir die Entscheidungspersonen aus dem Bereich Produktion und IT hinzuzuziehen.

Auf Basis der vorliegenden Ziele können Sie die Nutzenpotenziale aus der Liste selektieren, die auf diese Ziele zutreffen. Den Unternehmenszielen können Sie dann die einzelnen Nutzenpotenziale zuordnen. Dies kann durch Kleben von Moderationskarten an einem Whiteboard oder durch gemeinsames Ausfüllen einer Liste erfolgen. Für jedes Nutzenpotenzial finden Sie eine detaillierte Erläuterung in Anhang 9.1.

3.1.2 Priorisierung der Nutzenpotenziale

Nachdem die relevanten Nutzenpotenziale selektiert sind, können Sie diese entsprechend mit den Teilnehmern priorisieren. Dabei sollte jeder Teilnehmer eine bestimmte Anzahl von Punkten vergeben dürfen (bspw. 3) um die Nutzenpotenziale zu priorisieren.

3.1.3 Finale Auswahl dokumentieren

Abschließend stellen Sie eine priorisierte Liste an Nutzenpotenzialen zusammenstellen (Vgl. Anhang 9.1).

Tabelle 1: Übersicht über die abgeleiteten Nutzenpotenziale für die IT-OT-Integration

Nr.	Nutzenpotenziale	Wirtschaftlichkeit	Qualität	Geschwindigkeit	Variabilität
1	Ableitung der realen Prozesskosten basierend auf Daten	X			
2	Adaptive Anpassung der Produktionslinie bei Störungen / Fehlern			X	
3	Automatische Konfiguration (Einstellung) der Produktionsanlage basierend auf den Auftragsdaten		X	X	
4	Automatische Qualitätsauswertung durch Data Analytics / Machine Learning		X	X	
5	Automatische Qualitäts-Dokumentation im Prozess		X		
6	Automatische Sammlung der Produktions-KPIs			X	
7	Digitale Aufnahme der Ist-Zeiten der Auftragsdurchführung	X		X	
8	Digitale Mitarbeiterführung durch den Produktionsprozess		X	X	X
9	Digitales Assettracking	X		X	
10	Digitales Auftragstracking	X	X	X	
11	Digitales Materialtracking	X		X	
12	Dynamische Preisgestaltung der Produktion durch Informationen über Kapazitäten, Nachfrage und Stillstände	X			X
13	Energiemanagement durch den Einsatz von Data Analytics	X			X
14	Erstellung eines zentralen Data-Lakes für alle Datenquellen		X		X
15	Nahtloser Übergang zwischen den Systemen der Entwicklung, Produktion und Vertrieb durch digitale Integration (keine Medienbrüche)		X	X	
16	Optimierung der Durchlaufzeiten	X		X	
17	Optimierung des Fertigungsprozesses durch Data Analytics / Machine Learning		X		
18	Prädiktives Nachfrage- und Supply-Chain Management			X	
19	Predictive Maintenance	X	X		
20	Produktionsprozess-Optimierung (Gesamter Prozess) durch Data Analytics / Machine Learning	X	X	X	
21	Realisierung des Digitalen Schattens der Produktion		X	X	
22	Realisierung eines Digital Twin		X	X	
23	Realisierung von Condition Monitoring	X			
24	Realisierung von Process-Mining	X	X	X	
25	Reduktion der Stillstandszeiten der Maschinen	X			X
26	Transparenz über Aufträge und deren Status in der Produktion		X		

Im Anhang 9.1 finden Sie die Liste der Nutzenpotenziale mit Feldern für deren Auswahl und Priorisierung.

Alternativ können Sie Ihre Auswahl in der mobilen MarryIT-Anwendung festhalten (marryit-tool.fir.de).

3.2 Vorbereitung

- Kenntnis erlangen über die Strategie für Produktion und IT des Unternehmens
- Vorbereitung eines Konferenzraumes oder virtuellen Meetings
- Vorbereitung der Moderationsmaterialien
- Ausdrucken der Liste der Nutzenpotenziale mit Zuordnung zu den Kategorien (Anhang 9.1)
- Ausdrucken der Liste der Nutzenpotenziale für Auswahl und Priorisierung

3.3 Nachbereitung

- Zusammenstellung der Liste der ausgewählten Nutzenpotenziale
- Versand an Teilnehmer:innen des Termins

4 Schritt 2: Ist-Aufnahme der IT-OT-Landschaft

Im Rahmen von Schritt 2 nehmen Sie den Ist-Zustand ihrer Systemlandschaft auf. Dies erfolgt durch das Ausfüllen eines Steckbriefs pro System und deren Sammlung in einer Datenbank (Analog, digital (bspw. MS Excel) oder in MarryIT-App).

4.1 Notwendige Arbeiten

Zur Aufnahme der IT-OT-Systemlandschaft definieren Sie zunächst den Betrachtungsbereich Ihrer Ist-Aufnahme. So kann sich Ihre Aufnahme auf einen bestimmten Bereich des Unternehmens oder einen bestimmten Abschnitt der Produktion beziehen. Dies sollten Sie vor Beginn der Aufnahme definieren.

Im Anschluss an die Entscheidung für den Betrachtungsbereich können Sie mit der Aufnahme beginnen. Dafür sollten Sie als erstes die notwendigen Steckbriefe vorbereiten. Dafür können Sie den Steckbrief aus der Vorlage (Anhang 9.3) ausdrucken, ein Tabellenprogramm übertragen oder einen Account in der MarryIT-App anlegen (marryit-tool.fir.de), wo Sie ebenfalls Steckbriefe für IT-OT-Systeme anlegen können. Ihnen ist es freigestellt, mit welchen Systemen Sie beginnen und in welcher Reihenfolge Sie die Systeme erfassen. Es hat sich bewährt, bei der Aufnahme der Systeme dem Produktionsprozess im Unternehmen zu folgen. So werden die für die Auftragsabwicklung relevanten Systeme erfasst.

Tabelle 2: Muster-Steckbrief

Muster-Steckbrief	
Merkmal	Beschreibung
Merkmalausprägungen	

Tabelle 3: OT-Integrationssteckbrief

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen		Abstrakte Datentypen, die vom System erzeugt und/oder benötigt werden (diskret, Mehrfachwahl)			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
OT-Hardware Schnittstelle		Hardware-Schnittstellen, die das System unterstützt (diskret, Mehrfachwahl)			
Analog / Digital (parallel)			Klemmen (bspw. UART, SPI, CAN, I2C/TWI)		
RS232	USB	RJ45	Profibus	<i>Freitext</i>	Keine
OT-Software Schnittstelle		Protokolle, die vom System unterstützt werden (diskret, Mehrfachwahl)			
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	<i>Freitext</i>	Keine
Zugriff		Möglichkeit, Funktionen und Konfigurationen des Systems anzupassen (diskret, Einfachwahl)			
Proprietär		Proprietär, aber freischaltbar		Nicht proprietär	
Push-Capabilities (Data-Out)		Frequenz, in welcher das System aktiv Daten absenden kann (kontinuierlich, Einfachwahl)			
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)		Aktualität der Daten, die von dem System angefordert werden (kontinuierlich, Einfachwahl)			
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit		Berechtigungen, die das System hinsichtlich Daten und Funktionen bereitstellt (diskret, Mehrfachwahl)			
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Tabelle 4: Schnittstellen-Integrationssteckbrief

Schnittstellen-Steckbrief					
Verbundene OT-Systeme		OT-Systeme, die über diese Schnittstelle vernetzt sind (Referenzen zu mehrfachen OT-Steckbriefen)			
<i>Liste von OT-Steckbrief Referenzen</i>					
Protokoll OSI 5-7 (Anwendungsebene)		Protokoll(e), das durch die Schnittstelle implementiert wird (diskret, Mehrfachwahl)			
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	<i>Freitext</i>	Keine
Konfiguration der Schnittstelle		Format, in welchem die Schnittstelle konfiguriert ist und umkonfiguriert werden kann (diskret, Mehrfachwahl)			
Proprietär / Hardcoded			Programmierbar		
Konfigurationsdateien			Low-Code / No-Code		
Rolle(n) des IT-Systems		Rolle, die verbundene IT-System in dieser Schnittstelle vertreten (diskret, Mehrfachwahl)			
Server			Client		
Datenübertragung		Art bzw. Format der Datenübertragung, die/das durch die Schnittstelle implementiert ist (diskret, Mehrfachwahl)			
Stream		Simple Request		Datenbank	
Dateibasiert		Manuelle Eingabe		<i>Freitext</i>	
Datenübertragungsmenge		Menge der über die Schnittstelle übertragenen Daten, hinsichtlich der Schnittstellen-Auslastung (kontinuierlich, Einfachwahl)			
Gering		Mittel		Hoch	
Verbundene IT-Systeme		IT-Systeme, die über diese Schnittstelle vernetzt sind (Referenzen zu mehrfachen IT-Steckbriefen)			
<i>Liste von IT-Steckbrief Referenzen</i>					

Tabelle 5: IT-Integrationssteckbrief

IT-Steckbrief						
IT-Software Schnittstelle		Protokolle, die vom System unterstützt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	Freitext	Keine	
IT-System Typ		Typ, in den sich das IT-System klassifizieren lässt (diskret, Einfachwahl)				
ERP	PLM	MES	IoT-Plattform	Datenbank	Dashboard	Andere
Systemfunktion(en)		Funktionen, die durch das IT-System bereitgestellt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Datenerfassung (aus OT)		Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung		
Datenveredelung (Anreicherung)		Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)		
Datenspeicherung		Datenanalyse		Datenbereitstellung		Datenvisualisierung
Data Analytics		Funktionen, die durch eine eventuelle Datenanalyse eines IT-Systems bereitgestellt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
IST-SOLL Abgleich		Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)		
Prognose		Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine		
Daten-/ Informationsbedarf		Abstrakte Datentypen, die vom System benötigt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Prozessdaten		Auftragsdaten		Umgebungsdaten		keine
Daten-/ Informationsangebot		Abstrakte Datentypen, die vom System erzeugt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Prozessdaten		Auftragsdaten		Umgebungsdaten		keine

Nun erfassen Sie jedes System (IT, OT oder Schnittstelle) mit einem entsprechenden Steckbrief. Dabei ist es wichtig am Ende der Aufnahme alle Elemente auszufüllen. Sie werden voraussichtlich nicht alle Merkmale direkt befüllen können. Vielmehr müssen die notwendigen Informationen den Handbüchern der Systeme oder im direkten Austausch mit den zuständigen Personen im Unternehmen oder bei den Herstellern der Systeme eingeholt werden. Scheuen Sie sich nicht davor, den Hersteller bei offenen Fragen zu Schnittstellen oder Protokollen zu kontaktieren oder online danach zu recherchieren. Daher empfiehlt es sich, bei jeder Maschine (OT-System) ein Foto des Typenschilds zu machen. So können Sie die Maschine im Anschluss zuordnen und mit den konkreten Fragestellungen an die internen Ansprechpartner wie bspw. Instandhaltung oder dem Hersteller der Maschine wenden. Gleiches gilt für IT- und Schnittstellensysteme. Wo es keine Typenschilder gibt, können bei Softwaresystemen Versionsnummer und genaue Bezeichnung der Anwendung dokumentiert werden. Dies ist im Austausch mit der eignen IT oder dem Support des Herstellers sehr hilfreich.

Abschließend legen Sie die Sammlung der Steckbriefe zentral ab, so dass Sie diese im nächsten Schritt wiederverwenden können (Dieser Schritt entfällt bei Anwendung der MarryIT-App)

4.2 Vorbereitung

- Festlegen des Betrachtungsbereichs der Ist-Aufnahme
- Informieren der zuständigen Personen
- Ausdrucken der Steckbriefe bzw. Vorbereitung des Systems zur digitalen Aufnahme
- Auswahl der Route zur „Begehung“ bei der Systemaufnahme, insb. auf dem Shopfloor

4.3 Nachbereitung

- Konsolidierung der Steckbriefe
- Kontaktieren von Hersteller oder internen Ansprechpartner:innen zu offenen Punkten
- Internetrecherche zu offenen Punkten
- Speicherung der Ergebnisse für Weiterverwendung im nächsten Arbeitsschritt

5 Schritt 3: Matching der Nutzenpotenziale mit der Ist-Aufnahme

Im dritten Schritt werden Ergebnisse der Ist-Aufnahme mit den ausgewählten Nutzenpotenzialen gegenübergestellt. So wird sichtbar, welche Nutzenpotenziale, welchen Vernetzungsaufwand erfordern und welche ggf. schon mit der bestehenden Systemlandschaft umgesetzt werden können.

5.1 Notwendige Arbeiten

5.1.1 Abgleich der Steckbriefe mit den Nutzenpotenzialen und Sortierung nach Übereinstimmung

Zunächst werden nun die Steckbriefe mit den vorausgefüllten Steckbriefen der Nutzenpotenziale abgeglichen (Vgl. Anhang 9.4). Hierfür gehen Sie nun für jedes Nutzenpotenzial die aufgenommenen Steckbriefe durch. Es bietet sich an, immer Steckbriefe einer Sorte, zum Beispiel OT-Steckbriefe, mit den „Soll-Steckbriefen“ der Nutzenpotenziale abzugleichen. Dies wiederholen Sie dann für die weiteren Kategorien und Nutzenpotenziale. Bei jedem Vergleich markieren Sie im aufgenommenen Steckbrief die Soll-Einordnung mit einer anderen Farbe. Diese Schritte können durch den Einsatz der mobilen Anwendung zu MarryIT ersetzt werden. Hier findet das Matching automatisch statt.

Im nächsten Schritt gleichen Sie die Steckbriefe der OT-Systeme und dann der IT-Systeme mit den Schnittstellen ab. Dort markieren Sie in den Schnittstellen-Steckbriefen, jeweils die OT-Schnittstellen und IT-Schnittstellen, sowie die verbundenen Systeme, falls noch nicht geschehen.

Hierbei ist nun logisches Überlegen gefragt. Nicht jede Maschine muss ggf. mit jeder Schnittstelle vernetzt werden. Hier können Sie nun entscheiden, welche Informationen zwischen welchen Systemen ausgetauscht werden müssen. Es lohnt sich diese Vernetzung für jedes Nutzenpotenzial aufzuzeichnen. Durch diesen Schritt erhalten Sie eine Übersicht, welche Systeme miteinander vernetzt werden müssen, um welches Nutzenpotenzial zu

realisieren. Darüber hinaus erhalten Sie die Information, inwieweit es schon Übereinstimmungen gibt.

5.2 Vorbereitung

- Verwendung der bisherigen Steckbriefe
- Steckbriefe der Nutzenpotenziale zur Hand haben (Anhang 9.4)
- Ggf. Eintragung der Steckbriefe in Webanwendung zur Auswertung

5.3 Nachbereitung

- Speicherung/ Dokumentation der Priorisierung der Steckbriefe

6 Schritt 4: Scoring und Handlungsempfehlungen

Der vierte Schritt dient der systematischen Ableitung von Handlungsmaßnahmen und zu erwartende Aufwände. Damit werden insbesondere Handlungsfelder deutlich, die es im Rahmen einer weiteren individuellen Evaluation zu beleuchten gilt. Auf Basis des Scorings können schnell Priorisierungen und mögliche „Problemstellen“ identifiziert werden, deren Lösung weitere Betrachtung oder etwa einen anderen Ansatz bedarf.

Die hier beschriebenen Schritte können automatisch durch den Einsatz der Anwendung zu MarryIT durchgeführt werden. Dazu müssen vorhergehende Schritte ebenfalls in der Anwendung durchgeführt worden sein.

6.1 Notwendige Arbeiten

6.1.1 Abgleich der Matching-Ergebnisse mit den Handlungsempfehlungen- und Scoring Tabellen

Zu Anfang können die vordefinierten Scoring-Werte der bereitgelegten Handlungsempfehlungen-Tabellen bei Bedarf individualisiert werden. Das Vorgehen ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst. Das Vorgehen ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst.

Die Werte repräsentieren die empfundene Schwierigkeit von 0 (leicht) bis 1 (sehr aufwendig) für eine betrachtete Handlungsempfehlung bzw. für einen Transformationsschritt. Bei Bedarf, schätzen Sie entsprechend der Ihnen zur Verfügung stehenden Qualifikationen die Schwierigkeiten neu ein und definieren Sie die Werte in den Tabellen. Auch bisher ausgegraute Stellen können hierbei definiert werden.



Dokument: Handlungsempfehlungen (inklusive intrinsischer Schwierigkeiten)



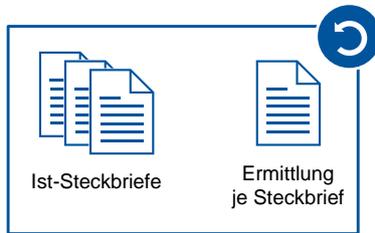
Dokument: extrinsische Schwierigkeiten

Schwierigkeiten basieren auf Erfahrungswerten und sind individuell anpassbar (Schlüssel der „extrinsischen“ Schwierigkeit: Schnittstelle, Konfiguration, Retrofit)

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung, die nachträglich zu erfüllen ist	Handlungsempfehlung	Schwierigkeit	
				intrinsische Schwierigkeit	extrinsische Schwierigkeit
OT	Ausgesuchte Datentypen	Prozessdaten	Zur Aufnahme von fehlenden Prozessdaten, können vereinzelt Sensoren nachgerüstet werden. Wenn mehrere Prozessdaten benötigt werden, sollte ein Retrofit geprüft werden.	K	R
		Auftragsdaten	Die nachträgliche Erfassung von Auftragsdaten ist möglicherweise über einen Abgleich von Programm- und Sensordaten umsetzbar.		K
		Umgebungsdaten	Mit der Platzierung entsprechender Sensorlösungen können fehlende Umgebungsdaten erfasst werden.		R
			Es muss evaluiert werden, ob ein Lesen von Daten und Informationen mit einem Retrofit		

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung	Schwierigkeit			
			Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit	
OT	OT-Hardware Schnittstelle	Analog / Digital (parallel)			0.5	
		Klemmen (bspw. UART, SPI, CAN, I2C/TWI)			0.2	
		RS232			0.2	
		USB			0.3	
		RJ45			0.1	
		Profibus			0.2	
	OT-Software Schnittstelle	Keine		1		1
		HTTP/S		0.1		
		OPC-UA		0.3		
		Profibus		0.3		
Zugriff	Keine		1			
	Proprietär		0.8	1	0.5	
		Proprietär, aber freischaltbar	0.4	0.5	0.2	
		Nicht spezifiziert	0.2	0.2	0.4	

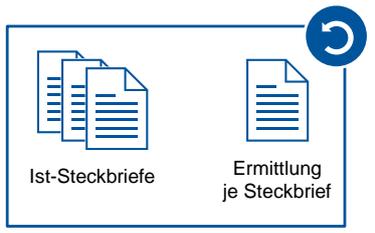
1. Ermittlung extrinsischer Schwierigkeiten



- Übertrag auf extrinsische Schwierigkeiten → Dokument
- Ermittlung der **minimalen** extrinsischen Schwierigkeit für jedes Merkmal
- Festlegung der extrinsischen Schwierigkeiten für den betrachteten Steckbrief

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung	Schwierigkeit			Auswertung		
			Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit	Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit
OT	Merkmal 1	Ausprägung A	0.5	0.3	-	0.5	0.3	-
		Ausprägung B	-	0.6	-			
		Ausprägung C	0.8	0.5	1			
	Merkmal 2	Ausprägung X	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
		Ausprägung Y	0.3	1				
Gesamt						0.4	0.2	0.1

2. Ableitung der Handlungsempfehlungen



- Übertrag auf intrinsische Schwierigkeiten → Dokument
- Übertrag der für Ausprägung relevanten, ermittelten extrinsischen Schwierigkeiten
- Ableitung der Handlungsempfehlung für Abweichung gemäß min. Schwierigkeit

Merkmal	Merkmalsausprägung, die nachträglich zu erfüllen ist	Handlungsempfehlung	Schwierigkeit				
			intrinsisch	extrinsisch	Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit
M 1	Ausprägung 1 (gefordert, nicht erfüllt)	Handlungsempfehlung 1	0.1	S,K	0.4	0.2	0.1
	Ausprägung 2 (gefordert und erfüllt)	Handlungsempfehlung 2					
	Ausprägung 3 (erfüllt, nicht gefordert)	Handlungsempfehlung 3					
M 2	Ausprägung 4 (gefordert, nicht erfüllt)	Handlungsempfehlung 4	0.5	K,R		0.2	0.1

Abbildung 2: Vorgehen zur Ableitung von Handlungsempfehlungen

Beginnen Sie die Auswertung dann durch Berechnung der sogenannten „extrinsischen“ Schwierigkeiten für jeden Steckbrief. Die extrinsischen Schwierigkeiten teilen sich in drei Kategorien und beschreiben den Aufwand für den betrachteten Steckbrief für die Fälle: Anpassung einer verbundnen Schnittstelle (S), Nachrüstung mittels eines Retrofits (R) und

Konfiguration zu Erzielung gewünschter Funktionalitäten (K). Zur Berechnung dieser Werte nehmen Sie sich einen Steckbrief zur Hand und bestimmen für jedes Merkmal entsprechend den ausgewählten Merkmalsausprägungen den geringsten durch die Tabelle aufgeschlüsselten Score der Werte für Schnittstelle (S), Retrofit (R) und Konfiguration (K). Haben Sie Werte für jedes Merkmal bestimmt, ergeben sich die extrinsischen Schwierigkeiten S, R und K für den betrachteten Steckbrief aus dem Mittelwert der Merkmale.

Beispiel: Das Merkmal A besitzt Ausprägungen x und y und das Merkmal B Ausprägung z. Die Tabelle bewertet x mit (**S: 0.5; R: 0.3; K: -**), y mit (**S: -; R: 0.6; K: -**) und z mit (**S: 0.3; R: 0.1; K: 1**). Daraus ergibt sich für A die Bewertung (**S: 0.5**, da y dies nicht definiert; **R: 0.3**, da 0.3 aus x geringer als 0.5 aus y ist; **K: -**, da es weder durch x und y definiert wird). B bewertet sich identisch zu z, da keine anderen Ausprägungen gewählt wurden. Die letztliche extrinsische Bewertung des Steckbriefs ergibt sich aus dem Durchschnitt von A und B nun zu (**S: 0.4, R: 0.2, K: 1**). Daraus ist zu deuten, dass bei einer Anpassung der mit diesem Steckbrief verbundenen Schnittstelle ein moderater Aufwand zu erwarten ist. Soll das betrachtete System mit einem Retrofit ausgestattet werden, ist dies vergleichsweise einfach zu bewerkstelligen. Ist hingegen eine Konfiguration des betrachteten Systems notwendig, wird ein sehr hoher Aufwand erwartet.

Sind für jeden Steckbrief seine extrinsischen Schwierigkeiten berechnet, können die Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Dazu betrachten Sie die im Matching definierten Abweichungen und ordnen gemäß der Handlungsempfehlungen-Tabellen die entsprechende Handlungsempfehlung zu. Über die sogenannte „intrinsische“ Schwierigkeit der jeweiligen Handlungsempfehlung, leiten Sie den zu erwartenden Aufwand ab. Sind für eine Handlungsempfehlung ebenfalls extrinsische Schwierigkeiten definiert, vergleichen Sie diese untereinander, um eine potenziell einfachere Lösung abzuleiten.

Beispiel: Merkmal A besitzt Abweichung x. Abweichung x schlüsselt sich laut Tabelle zu einer Handlungsempfehlung mit intrinsischer Schwierigkeit (**I: 0.5**) auf. Für die Handlungsempfehlung sind die extrinsischen Schwierigkeiten R und K angegeben, die zur Bewertung hinzugezogen werden. Analog zum vorherigen Beispiel nehmen wir für den Betrachteten Steckbrief eine extrinsische Schwierigkeit von (**S: 0.4, R: 0.2, K: 1**) an. Die originale Handlungsempfehlung wird nun verworfen zu Gunsten der einfacheren Option, das System mit einem Retrofit auszustatten, da der Wert für R geringer als I ist. Eine Neu-Konfiguration des betrachteten Systems stellt hierbei keine sinnvolle Alternative dar, da die Schwierigkeit K sehr hoch bewertet ist.

Wenden Sie diese Vorgehensweise für sämtliche Steckbriefe an, die im Rahmen eines Nutzenpotenzials betrachtet werden sollen. Ein Sonderfall ergibt sich für Steckbriefe des Typs Schnittstelle. Ist für eine Schnittstelle eine Anpassung notwendig, müssen die extrinsischen Schwierigkeiten S (Schnittstelle) aller damit verbundenen IT- und OT-Steckbriefe hinzugezogen werden, um eine Bewertung des zu erwartenden Aufwands vorzunehmen.

Nutzen Sie die erhaltenen Ergebnisse, um sich zur Ableitung konkreter individueller Maßnahmen zu orientieren und erste Aufwände abzuschätzen. Eine Plausibilisierung der abgeleiteten Handlungsmaßnahmen ist dabei explizit empfohlen. Die generisch definierten Handlungsempfehlungen lassen sich erwartungsgemäß nicht ohne Anpassungen auf spezifische extensive Ausgangssituationen mit realen Problemstellungen anwenden, sollten aber Handlungsfelder für weitere individuelle Maßnahmen aufzeigen.

6.2 Vorbereitung

- Verwendung der bisher ausgewerteten Steckbriefe
- Handlungsempfehlungen-Tabellen (inkl. Scoring) zur Hand haben
- Ggf. Scoring-Werte zur Individualisierung nach eigenem Ermessen anpassen
- *Bei Verwendung der Anwendung werden diese Schritte automatisch durchgeführt*

6.3 Nachbereitung

- Plausibilisierung der Handlungsempfehlungen und Schwierigkeits-Bewertungen
- Kritische Evaluation zur Ableitung konkreter individueller Handlungsmaßnahmen

7 Weiterführende Informationen zum Projekt

Sie benötigen Unterstützung oder sind interessiert an weiterführenden Informationen zum Projekt? Alle Informationen sowie Ansprechpartner:in finden Sie auf der Website des Projekts: marryit.fir.de

8 Förderhinweis

Wir bedanken uns bei den Fördergebern des Projekts:

Das IGF-Vorhaben 20768 BG der Forschungsvereinigung FIR e. V. an der RWTH Aachen, Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

9 Materialien für die Anwendung (Anhang)

9.1 Liste zur Auswahl der Nutzenpotenziale

Tabelle 6: Übersicht über die abgeleiteten Nutzenpotenziale für die IT-OT-Integration

Nr.	Nutzenpotenziale	Wirtschaftlichkeit	Qualität	Geschwindigkeit	Variabilität	Auswahl	Priorität
1	Ableitung der realen Prozesskosten basierend auf Daten	X					
2	Adaptive Anpassung der Produktionslinie bei Störungen / Fehlern			X			
3	Automatische Konfiguration (Einstellung) der Produktionsanlage basierend auf den Auftragsdaten		X	X			
4	Automatische Qualitätsauswertung durch Data Analytics / Machine Learning		X	X			
5	Automatische Qualitäts-Dokumentation im Prozess		X				
6	Automatische Sammlung der Produktions-KPIs			X			
7	Digitale Aufnahme der Ist-Zeiten der Auftragsdurchführung	X		X			
8	Digitale Mitarbeiterführung durch den Produktionsprozess		X	X	X		
9	Digitales Assettracking	X		X			

10	Digitales Auftragstracking	X	X	X			
11	Digitales Materialtracking	X		X			
12	Dynamische Preisgestaltung der Produktion durch Informationen über Kapazitäten, Nachfrage und Stillstände	X			X		
13	Energiemanagement durch den Einsatz von Data Analytics	X			X		
14	Erstellung eines zentralen Data-Lakes für alle Datenquellen		X		X		
15	Nahtloser Übergang zwischen den Systemen der Entwicklung, Produktion und Vertrieb durch digitale Integration (keine Medienbrüche)		X	X			
16	Optimierung der Durchlaufzeiten	X		X			
17	Optimierung des Fertigungsprozesses durch Data Analytics / Machine Learning		X				
18	Prädiktives Nachfrage- und Supply-Chain Management			X			
19	Predictive Maintenance	X	X				
20	Produktionsprozess-Optimierung (Gesamter Prozess) durch Data Analytics / Machine Learning	X	X	X			
21	Realisierung des Digitalen Schattens der Produktion		X	X			
22	Realisierung eines Digital Twin		X	X			
23	Realisierung von Condition Monitoring	X					
24	Realisierung von Process-Mining	X	X	X			
25	Reduktion der Stillstandszeiten der Maschinen	X			X		
26	Transparenz über Aufträge und deren Status in der Produktion		X				

9.2 Liste der Nutzenpotenziale und Definitionen

Nr.	Nutzenpotenziale	Beschreibung
1	Ableitung der realen Prozesskosten basierend auf Daten	Erfassung der Maschinenzeiten (Bearbeitungs-, Wartungs-, Wartezeit etc.) durch OT-System, Übermittlung an IT-System, Berechnung der aktuellen Kosten und Speichern der Daten im IT-System
2	Adaptive Anpassung der Produktionslinie bei Störungen / Fehlern	Erfassung von Störungen durch OT-System, Übermittlung der Störung an IT-System und Ermitteln der optimalen Antwort auf diesen Störfall
3	Automatische Konfiguration (Einstellung) der Produktionsanlage basierend auf den Auftragsdaten	Diese Maßnahme dient der automatischen Einstellung der Maschine auf den Auftrag. Abruf der Auftragsdaten aus dem IT-System durch das OT-System, anhand der Auftragsdaten erfolgt eine Optimierung der Maschineneinstellung und dadurch eine automatische Konfiguration der Produktionsanlagen.

4	Automatische Qualitätsauswertung durch Data Analytics / Machine Learning	Aufnahme von Produktdaten durch OT-System (z.B. Fotos), Übermittlung an IT-System, Auswertung der Daten mittels Data Analytics, Ermittlung des Produktzustands (i.O. vs. n.i.O.) und Darstellung des Zustands sowie möglicher Fehler / Abweichungen
5	Automatische Qualitäts-Dokumentation im Prozess	Automatische Erfassung der Produkt- und Produktionsdaten durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System und Speichern der Daten im ERP
6	Automatische Sammlung der Produktions-KPIs	Umfassende Datenaufnahme an der Maschine und Erfassung durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System, Berechnung der relevanten Kennzahlen durch das IT-System
7	Digitale Aufnahme der Ist-Zeiten der Auftragsdurchführung	Aufnahme der IST-Bearbeitungszeiten an der Maschine, Übermittlung an IT-System und Speichern der Daten in ERP
8	Digitale Mitarbeiterführung durch den Produktionsprozess	Hinterlegen der notwendigen Arbeitsschritte im IT-System und Darstellung beim Mitarbeiter (z.B. mittels AR-Brille). Aufnahme der Prozessdaten des Mitarbeiters durch OT-System, Vergleich mit notwendigen Arbeitsschritten und Führung durch den Prozess durch IT-System
9	Digitales Assettracking	Verfolgung eines Assets innerhalb der Produktion. Erfassung der Daten durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System und Abgleich mit den Soll-Daten
10	Digitales Auftragstracking	Verfolgung eines Auftrags entlang der Produktionslinie. Erfassung der Daten durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System und Abgleich mit den Soll-Daten
11	Digitales Materialtracking	Verfolgung der Materialherkunft / des Zulieferers und der entsprechenden Charge sowie Tracking der Standortdaten des Materials entlang der Produktionslinie. Erfassung der Daten durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System und Abgleich mit den Soll-Daten
12	Dynamische Preisgestaltung der Produktion durch Informationen über Kapazitäten, Nachfrage und Stillstände	Erfassung der Kapazitäten und Stillstände durch OT-System, Übermittlung an IT-System, Abgleich mit Maschinennachfrage bzw. Produktionsplanung, Berechnung der zukünftigen Auslastung, Berechnung des Preises anhand der Auslastung und Übermittlung an Vertrieb
13	Energiemanagement durch den Einsatz von Data Analytics	Aufnahme des Energieverbrauchs und der Prozessdaten der Maschine durch OT-System, Übermittlung an IT-System, Abgleich mit historischen Daten, Ermittlung möglicher Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs und Übermittlung der Maßnahmen an OT-System
14	Erstellung eines zentralen Data-Lakes für alle Datenquellen	IT-System sammelt alle vom OT-System erfassten Daten sowie die Analyseergebnisse des IT-Systems (z.B. digitaler Schatten, Predictive Maintenance). Mittels Preprocessing

		werden die Daten zugeordnet und bereinigt. Anschließend erfolgt die Speicherung in einem zentralen Data Lake.
15	Nahtloser Übergang zwischen den Systemen der Entwicklung, Produktion und Vertrieb durch digitale Integration (keine Medienbrüche)	Digitale Integration der verschiedenen Datenquellen mittels Middleware, sodass Daten unternehmensübergreifend genutzt werden können. Datenaufnahme der Produktion erfolgt in OT-Systemen und Datenaufnahme der Entwicklung und des Vertriebs in IT-Systemen. Die aufgenommenen Daten werden über Schnittstellen an das jeweils andere System übertragen.
16	Optimierung der Durchlaufzeiten	Optimierung der Durchlaufzeiten durch eine Optimierung der Auslastung. Berechnung der optimalen Auslastung durch IT-System, Speicherung der Ergebnisse in den Betriebsdaten und Übermittlung an das OT-System/Planungssystem. Anpassung der Produktionsplanung entsprechend der optimalen Auslastung durch OT-System
17	Optimierung des Fertigungsprozesses durch Data Analytics / Machine Learning	Dem IT-System wird ein digitaler Schatten einer Maschine bereitgestellt. Das System analysiert diesen und leitet konkrete Maßnahmen ab. Die Maßnahmen werden dem OT-System übermittelt und von diesem umgesetzt.
18	Prädiktives Nachfrage- und Supply-Chain Management	Erfassung des Materialverbrauchs und der Materialvorräte durch OT-System, Übermittlung an IT-System, Abgleich mit Produktionsplanung, Berechnung des zukünftigen Verbrauchs, Ableitung des Materialbedarfs und Ermittlung der benötigten Lieferzeiten sowie Bestellzeitpunkte
19	Predictive Maintenance	Aus Abgleich von Sensordaten an der Maschine und historischen Daten sowie Herstellerangaben abgeleiteter Wartungszustand und Wartungsmaßnahmen. Predictive Maintenance baut auf Condition Monitoring auf. Dabei nimmt das OT-System an der Maschine Sensordaten auf und stellt sie an das IT-System bereit. Das IT-System leitet den derzeitigen Maschinenzustand ab, sagt mögliche Wartungsfälle vorher und legt entsprechende Wartungsmaßnahmen fest.
20	Produktionsprozess-Optimierung (Gesamter Prozess) durch Data Analytics / Machine Learning	Dem IT-System wird basierend auf dem digitalen Schatten ein digitaler Zwilling der Produktion bereitgestellt. Das System analysiert diesen hinsichtlich potenzieller Fehler und leitet dadurch konkrete Optimierungsmaßnahmen ab. Die Maßnahmen werden dem OT-System übermittelt und von diesem umgesetzt.
21	Realisierung des Digitalen Schattens der Produktion	Umfassende Datenaufnahme aller OT-Systeme, Bereitstellung der Daten an ein IT-System, um ein Abbild der realen Produktion erstellen zu können.

22	Realisierung eines Digital Twin	Der digitale Zwilling ist die umfassende Anwendung der aufgenommenen Daten aus der Produktion oder einer Maschine zur Simulation und Weiterentwicklung der Produktion. Dabei erfolgt eine umfassende Datenaufnahme an der Maschine und Erfassung durch das OT-System, die Daten werden an ein IT-System bereitgestellt, wo diese zur Simulation und Weiterentwicklung der Produktion genutzt werden.
23	Realisierung von Condition Monitoring	Umfassende Datenaufnahme an der Maschine und Erfassung durch OT-System, Bereitstellung der Daten an IT-System und Echtzeit-Überwachung der Maschine durch das IT-System
24	Realisierung von Process-Mining	Aufnahme der Prozesse durch OT-System, Übertragung an IT-System, detailgetreue Abbildung und Anreicherung der aufgenommenen Prozesse durch IT-System, Analyse der Prozesse durch Identifizieren von Abweichungen zu Soll-Prozessen, aufzeigen von Handlungsempfehlungen
25	Reduktion der Stillstandszeiten der Maschinen	IT-System legt anhand der Ergebnisse des Predictive Maintenance den Wartungstermin fest. OT-System plant den Wartungstermin in die Produktionsplanung mit ein.
26	Transparenz über Aufträge und deren Status in der Produktion	Verfolgung des Bearbeitungsstatus eines Auftrages sowie Status des Auftrags im Produktionsprozess. Erfassung der Daten in der Produktion durch OT-System, Bereitstellung an IT-System und Abgleich mit den Soll-Daten

9.3 Blanko Steckbriefe zur Einordnung

Tabelle 7: Muster-Steckbrief

Muster-Steckbrief	
Merkmal	Beschreibung
<i>Merkmalausprägungen</i>	

Tabelle 8: OT-Integrationssteckbrief

OT-Steckbrief			
Ausgetauschte Datentypen	Abstrakte Datentypen, die vom System erzeugt und/oder benötigt werden (diskret, Mehrfachwahl)		
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine
OT-Hardware Schnittstelle	Hardware-Schnittstellen, die das System unterstützt (diskret, Mehrfachwahl)		
Analog / Digital (parallel)		Klemmen (bspw. UART, SPI, CAN, I2C/TWI)	

RS232	USB	RJ45	Profibus	Freitext	Keine
OT-Software Schnittstelle		Protokolle, die vom System unterstützt werden (diskret, Mehrfachwahl)			
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	Freitext	Keine
Zugriff		Möglichkeit, Funktionen und Konfigurationen des Systems anzupassen (diskret, Einfachwahl)			
Proprietär		Proprietär, aber freischaubar		Nicht proprietär	
Push-Capabilities (Data-Out)		Frequenz, in welcher das System aktiv Daten absenden kann (kontinuierlich, Einfachwahl)			
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)		Aktualität der Daten, die von dem System angefordert werden (kontinuierlich, Einfachwahl)			
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit		Berechtigungen, die das System hinsichtlich Daten und Funktionen bereitstellt (diskret, Mehrfachwahl)			
Lesen		Schreiben		Ausführen	
				Keine	

Tabelle 9: Schnittstellen-Integrationssteckbrief

Schnittstellen-Steckbrief					
Verbundene OT-Systeme		OT-Systeme, die über diese Schnittstelle vernetzt sind (Referenzen zu mehreren OT-Steckbriefen)			
<i>Liste von OT-Steckbrief Referenzen</i>					
Protokoll OSI 5-7 (Anwendungsebene)		Protokoll(e), das durch die Schnittstelle implementiert wird (diskret, Mehrfachwahl)			
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	Freitext	Keine
Konfiguration der Schnittstelle		Format, in welchem die Schnittstelle konfiguriert ist und umkonfiguriert werden kann (diskret, Mehrfachwahl)			
Proprietär / Hardcoded			Programmierbar		
Konfigurationsdateien			Low-Code / No-Code		
Rolle(n) des IT-Systems		Rolle, die verbundene IT-System in dieser Schnittstelle vertreten (diskret, Mehrfachwahl)			
Server			Client		
Datenübertragung		Art bzw. Format der Datenübertragung, die/das durch die Schnittstelle implementiert ist (diskret, Mehrfachwahl)			
Stream		Simple Request		Datenbank	
Dateibasiert		Manuelle Eingabe		Freitext	
Datenübertragungsmenge		Menge der über die Schnittstelle übertragenen Daten, hinsichtlich der Schnittstellen-Auslastung (kontinuierlich, Einfachwahl)			

Gering	Mittel	Hoch
Verbundene IT-Systeme	IT-Systeme, die über diese Schnittstelle vernetzt sind (Referenzen zu mehrfachen IT-Steckbriefen)	
<i>Liste von IT-Steckbrief Referenzen</i>		

Tabelle 10: IT-Integrationssteckbrief

IT-Steckbrief						
IT-Software Schnittstelle		Protokolle, die vom System unterstützt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
HTTP/S	OPC-UA	Profibus	MQTT (o.ä.)	Freitext	Keine	
IT-System Typ		Typ, in den sich das IT-System klassifizieren lässt (diskret, Einfachwahl)				
ERP	PLM	MES	IoT-Plattform	Datenbank	Dashboard	Andere
Systemfunktion(en)		Funktionen, die durch das IT-System bereitgestellt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Datenerfassung (aus OT)		Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung		
Datenveredelung (Anreicherung)		Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)		
Datenspeicherung		Datenanalyse		Datenbereitstellung		Datenvisualisierung
Data Analytics		Funktionen, die durch eine eventuelle Datenanalyse eines IT-Systems bereitgestellt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
IST-SOLL Abgleich		Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)		
Prognose		Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine		
Daten-/ Informationsbedarf		Abstrakte Datentypen, die vom System benötigt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Prozessdaten		Auftragsdaten		Umgebungsdaten		keine
Daten-/ Informationsangebot		Abstrakte Datentypen, die vom System erzeugt werden (diskret, Mehrfachwahl)				
Prozessdaten		Auftragsdaten		Umgebungsdaten		keine

9.4 Ausgefüllte Steckbriefe für die Nutzenpotenziale

Tabelle 11: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Digitales Auftragstracking“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit					

Lesen	Schreiben	Ausführen	Keine
-------	-----------	-----------	-------

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)	Datenaufbereitung	
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)	Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)	
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)	Transparenz & Diagnose (ergründen)	
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung	keine	
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 12: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Predictive Maintenance“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					

Lesen	Schreiben	Ausführen	Keine
-------	-----------	-----------	-------

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)	Datenaufbereitung	
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)	Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)	
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)	Transparenz & Diagnose (ergründen)	
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung	keine	
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 13: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Digitale Mitarbeiterführung“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten		Buffer-Echtzeit-Maschinendaten			
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 14: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Reduktion der Stillstandzeiten“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 15: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Realisierung eines Digital Twin“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 16: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Realisierung des Digital Shadow“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 17: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Automatische Qualitätsdokumentation im Prozess“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben		Ausführen		Keine

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 18: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Automatische Qualitätsauswertung im Prozess“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben		Ausführen		Keine

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

“Tabelle 19: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Kausalitäten im Fertigungsprozess durch Data Analytics“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben		Ausführen		Keine

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)	Datenaufbereitung	
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)	Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)	
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)	Transparenz & Diagnose (ergründen)	
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung	keine	
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 20: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Regeln des Fertigungsprozesses durch Data Analytics“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 21: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Dynamische Preisgestaltung“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten		Buffer-Echtzeit-Maschinendaten			
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 22: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Energiemanagement“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 23: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Automatische Konfiguration der Produktionsanlage basierend auf Auftragsdaten“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server	Client	
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)	Datenaufbereitung	
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)	Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)	
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)	Transparenz & Diagnose (ergründen)	
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung	keine	
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 24: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Automatische Sammlung der Produktions-KPIs“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten		Buffer-Echtzeit-Maschinendaten			
Historische Maschinendaten	Datenerhebung auf Request		Keine		
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben		Ausführen		Keine

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

Tabelle 25: Soll-Steckbrief des Nutzenpotenzials „Adaptive Anpassung (Störungen)“

OT-Steckbrief					
Ausgetauschte Datentypen					
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	Keine		
Push-Capabilities (Data-Out)					
Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich	Nur Events	Keine
Pull-Capabilities (Data-Out)					
True-Echtzeit-Maschinendaten			Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		
Historische Maschinendaten		Datenerhebung auf Request		Keine	
Interaktionsmöglichkeit					
Lesen	Schreiben	Ausführen		Keine	

Schnittstellen-Steckbrief		
Rolle(n) des IT-Systems		
Server		Client
Datenübertragung		
Stream	Simple Request	Datenbank
Dateibasiert	Manuelle Eingabe	keine
Datenübertragungsmenge		
Gering	Mittel	Hoch

IT-Steckbrief			
Systemfunktion(en)			
Datenerfassung (aus OT)	Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)		Datenaufbereitung
Datenveredelung (Anreicherung)	Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)
Datenspeicherung	Datenanalyse	Datenbereitstellung	Datenvisualisierung
Data Analytics			
IST-SOLL Abgleich	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)		Transparenz & Diagnose (ergründen)
Prognose	Adaption & Entscheidungs-automatisierung		keine
Daten-/ Informationsbedarf			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine
Daten-/ Informationsangebot			
Prozessdaten	Auftragsdaten	Umgebungsdaten	keine

9.5 Vorgehen und Sammlung der Handlungsempfehlungen



Dokument: Handlungsempfehlungen
(inklusive intrinsischer Schwierigkeiten)



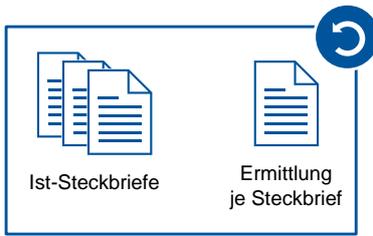
Dokument: extrinsische Schwierigkeiten

Schwierigkeiten basieren auf Erfahrungswerten und sind individuell anpassbar (Schlüssel der „extrinsischen“ Schwierigkeit: Schnittstelle, Konfiguration, Retrofit)

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung, die nachträglich zu erfüllen ist	Handlungsempfehlung	Schwierigkeit	
				intrinsische Schwierigkeit	extrinsische Schwierigkeit
OT	Ausgetauschte Bauelementen	Prozessdaten	Zur Aufnahme von fehlenden Prozessdaten, können vereinzelt Sensoren nachgerüstet werden. Wenn mehrere Prozessdaten benötigt werden, sollte ein Retrofit geprüft werden.	K	R
		Auftragsdaten	Die nachträgliche Erfassung von Auftragsdaten ist möglicherweise über einen Abgleich von Programm- und Sensordaten umsetzbar.	K	
		Umgebungsdaten	Mit der Platzierung entsprechender Sensorlösungen können fehlende Umgebungsdaten erfasst werden.	R	
			Es muss evaluiert werden, ob ein Lesen von Daten und Informationen mit einem Retrofit		

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung	Schwierigkeit		
			Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit
OT	OT-Hardware Schnittstelle	Analog / Digital (parallel)			0.5
		Klemmen (bspw. UART, SPI, CAN, I2C/TWI)			0.2
		RS232			0.2
		USB			0.3
		RJ45			0.1
	OT-Software Schnittstelle	Profibus			0.2
		Keine		1	1
		HTTP/S		0.1	
		OPC-UA		0.3	
		Profibus		0.3	
Zugriff	Keine	Proprietär	0.8	1	0.5
		Proprietär, aber freischaltbar	0.4	0.5	0.2

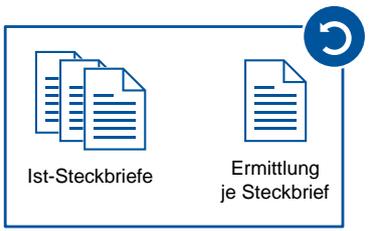
1. Ermittlung extrinsischer Schwierigkeiten



- Übertrag auf extrinsische Schwierigkeiten → Dokument
- Ermittlung der **minimalen** extrinsischen Schwierigkeit für jedes Merkmal
- Festlegung der extrinsischen Schwierigkeiten für den betrachteten Steckbrief

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung	Schwierigkeit			Auswertung		
			Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit	Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit
OT	Merkmal 1	Ausprägung A	0.5	0.3	-	0.5	0.3	-
		Ausprägung B	-	0.6	-			
		Ausprägung C	0.8	0.5	1			
	Merkmal 2	Ausprägung X	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
		Ausprägung Y	0.3	1				
Gesamt			min			0.4	0.2	0.1

2. Ableitung der Handlungsempfehlungen



- Übertrag auf intrinsische Schwierigkeiten → Dokument
- Übertrag der für Ausprägung relevanten, ermittelten extrinsischen Schwierigkeiten
- Ableitung der Handlungsempfehlung für Abweichung gemäß min. Schwierigkeit

Merkmal	Merkmalsausprägung, die nachträglich zu erfüllen ist	Handlungsempfehlung	Schwierigkeit				
			intrinsisch	extrinsisch	Schnittstelle	Konfiguration	Retrofit
M1	Ausprägung 1 (gefordert, nicht erfüllt)	Handlungsempfehlung 1	0.1	S.K	0.4	0.2	
	Ausprägung 2 (gefordert und erfüllt)	Handlungsempfehlung 2					
	Ausprägung 3 (erfüllt, nicht gefordert)	Handlungsempfehlung 3					
M2	Ausprägung 4 (gefordert, nicht erfüllt)	Handlungsempfehlung 4	0.5	K.R		0.2	0.1

Abbildung 3: Vorgehen zur Ableitung von Handlungsempfehlungen

Tabelle 26: Sammlung der systematisch ermittelten Handlungsempfehlungen, Teil 1

Schwierigkeiten basieren auf Erfahrungswerten und sind individuell anpassbar (Schlüssel der „extrinsischen“ Schwierigkeit: **Schnittstelle, Konfiguration, Retrofit**)

Steckbrief	Merkmal	Merkmalsausprägung, die nachträglich zu erfüllen ist	Handlungsempfehlung	intrinsische Schwierigkeit	extrinsischen Schwierigkeit
OT	Ausgetauschte Datentypen	Prozessdaten	Zur Aufnahme von fehlenden Prozessdaten, können vereinzelt Sensoren nachgerüstet werden. Wenn mehrere Prozessdaten benötigt werden, sollte ein Retrofit geprüft werden.		K R
		Auftragsdaten	Die nachträgliche Erfassung von Auftragsdaten ist möglicherweise über einen Abgleich von Programm- und Sensordaten umsetzbar.		K
		Umgebungsdaten	Mit der Platzierung entsprechender Sensorlösungen können fehlende Umgebungsdaten erfasst werden.		R
	Interaktionsmöglichkeit	Lesen	Es muss evaluiert werden, ob ein Lesen von Daten und Informationen mit einem Retrofit hergestellt werden kann.	0.5	R
		Schreiben	Es muss ein Interface zur Übersetzung von digital zu analog Bedienung entwickelt werden.	0.9	
		Ausführen	Es muss ein Interface zur Übersetzung von digital zu analog Bedienung entwickelt werden.	0.9	
Schnittstelle	Rolle des IT-Systems	Server		0.5	S
		Client		0.9	

	Dat.übertr.menge	Aufrüstung auf höheren Wert	Die Bandbreite der Schnittstelle muss erhöht werden		S
IT	Systemfunktion(en)	Datenerfassung (aus OT)	Zur Erfassung von Daten aus der OT sollte eine IoT-Plattform implementiert werden.		
		Datenerfassung (aus IT / von Endnutzer)	Die Vernetzung der IT-System sollte durch eine IoT-Plattform als zentrale Datendrehscheibe umgesetzt werden.		
		Datenaufbereitung	Die Aufbereitung von Daten ist dort notwendig		
		Datenveredelung (Anreicherung)	Zur Anreicherung von Daten empfiehlt sich die Implementierung einer breiten Interkonnektivität der IT-Systeme.		
		Datenvirtualisierung (bspw. IoT-Plattform)	Ein Datenabstrahierung bei den IT-Systemen wird durch eine IoT-Plattform ermöglicht		
		Datenverteilung (bspw. IoT-Plattform)	Extensive Datenverteilungen zwischen den IT-Systemen können durch eine zentralisierte Datenbank oder einer IoT-Plattform ermöglicht werden; für weniger komplexe Systeme reichen direkte Anbindungen aus.		
		Datenspeicherung	Zur Datenspeicherung müssen entweder die entsprechenden Systeme mit einer individuellen Datenbank ausgestattet werden oder ein zentraler Data Lake implementiert werden.		
		Datenanalyse			
		Datenbereitstellung			
		Datenvisualisierung			

Data Analytics	IST-SOLL Abgleich	Ein einfacher Ist-Soll Abgleich sollte durch manuelles Scripting oder individueller Konfigurationen in den entsprechenden Systemen erfolgen.		
	Erzeugen von Sichtbarkeit (darstellen)	Zur Erzeugung von Sichtbarkeit sollte je nach Komplexitätsgrad Excel-Auswertungen bis hin zu dedizierten Dashboards auf Basis der erzeugten Daten werden.		
	Transparenz & Diagnose (ergründen)	Zum Erlangen von Transparenz und Diagnosefähigkeit müssen komplexere Auswertungswerkzeuge bis hin zu KI-unterstützten Data Analytics Tools beschafft werden.		
	Prognose	Die Prognosefähigkeit muss über spezielle Auswertungssysteme oder KI-unterstützte Data Analytics Tools nachgerüstet werden.		
	Adaption & Entscheidungs-automatisierung	Die automatisierte Adaption- und Entscheidungsfähigkeit muss über spezielle Auswertungssysteme oder KI-unterstützte Data Analytics Tools nachgerüstet werden.		
Daten-/Informationsbedarf	Prozessdaten	Die in der OT noch fehlenden Umgebungsdaten müssen durch Einsatz spezifischer Sensoren erfasst werden.		
	Auftragsdaten	Die Auftragsdaten aus der OT fehlen		
	Umgebungsdaten	Die in der OT noch fehlenden Umgebungsdaten müssen durch Einsatz spezifischer Sensoren erfasst werden.		
Daten-/Informationsangebot	Prozessdaten			
	Auftragsdaten	Zur Bereitstellung und Verwaltung von Auftragsdaten sollte ein ERP oder MES eingebunden werden		
	Umgebungsdaten			

Tabelle 27: Sammlung der systematisch ermittelten Handlungsempfehlungen, Teil 2 – Handlungsempfehlungs-Matrizen (Indices-Schlüssel unten angefügt)

Steckbrief	Merkmal	Matrizen						
		OT	Push-Capabilities (Data out)	Upgrade von Ist (unten) auf Soll (rechts)	Echtzeit	> Stündlich	Stündlich	Täglich
Echtzeit								
Nur Events	1							
> Stündlich	1			2				
Stündlich	1			2	2			
Täglich	1			2	2	2		
Keine	3			3	3	3	3	
Pull-Capabilities (Data out)	Upgrade von Ist (unten) auf Soll (rechts)		True-Echtzeit-Maschinendaten	Datenerhebung auf Request	Buffer-Echtzeit-Maschinendaten	Historische Maschinendaten	Keine	
	True-Echtzeit-Maschinendaten							
	Datenerhebung auf Request		4					
	Buffer-Echtzeit-Maschinendaten		4	5				
	Historische Maschinendaten		6	6	6			
	Keine		7	7	7	7		

Schwierigkeiten basieren auf Erfahrungswerten und sind individuell anpassbar (Schlüssel der „extrinsischen“ Schwierigkeit: **Schnittstelle, Konfiguration, Retrofit**)

Index	Handlungsempfehlung	Schwierigkeit	
		intrinsisch	extrinsisch
1	Aufrüstung der Push-Übertragungsraten auf Echtzeit muss mittels eines Retrofits umgesetzt werden.	0.8	R
2	Erhöhung von Push-Übertragungsraten muss individuell überprüft werden.	0	K, R
3	Push-Capabilities müssen mit einem Retrofit nachgerüstet werden.	0.7	R
4	Die Maschine muss zum Erlangen von Echtzeit-Pull-Capabilities stream fähig sein, andernfalls ist ein Retrofit notwendig.	0.5	R

5	Zur Anpassung der Pull-Capabilities muss die Konfigurierbarkeit des entsprechenden Sensors überprüft werden.	0	K
6	Pull-Capabilities müssen auf erhöhte Datenabfrageraten überprüft werden.	0	K, R
7	Pull-Capabilities müssen mit einem Retrofit nachgerüstet werden.	0.5	R