



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Anforderungen an eine Methode zur Aufnahme AutoID-relevanter Prozess- und Produktmerkmale in der Produktion

Andreas Wank, Christoph Thümmel, Kai Suchanek, Joachim
Metternich



2018

wank@ptw.tu-darmstadt.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
2 Anforderungen an eine AutoID-Analyse.....	4
2.1 Einflussfaktoren für eine AutoID-Analyse.....	4
2.2 Inhaltliche und formale Anforderungen an eine AutoID-Analyse	6
2.3 Ermittlung der Best-Practice-Methode.....	8
3 Zusammenfassung und Ansätze einer AutoID-Analyse	10
4 Literaturverzeichnis	11
5 Anhang	13

1 Einleitung

Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, bei welcher moderne Informations- und Kommunikationstechniken in die industrielle Produktion integriert werden.¹ Bei einer Umfrage zu Industrie 4.0-Technologien bewerteten 96 % der befragten Unternehmen die zukünftige Bedeutung der automatischen Identifikation (AutoID) mit hoch bzw. sehr hoch für zukünftiges Wachstum und Effizienzsteigerung.² Trotz der hohen Potentiale, die mit einer automatischen Identifikation einhergehen, hinkt die Integration in Unternehmen hinterher. Die Implementierung eines AutoID-Systems (bzw. Traceability-Systems) stellt Unternehmen aufgrund der Vielfalt an möglichen Technologien zur Markierung von Komponenten vor eine Herausforderung. Um Unternehmen bei der Integration zu unterstützen, benötigen diese einen Handlungsleitfaden.³

Den ersten Schritt eines solchen Leitfadens stellt die Analyse der aktuellen Situation des Unternehmens dar. Das Ziel dieser Veröffentlichung ist das Aufzeigen von Anforderungen an eine Methode zur Aufnahme aller relevanten Produkt- und Prozessinformationen für die Auslegung eines AutoID-Systems. Diese Anforderungen werden bestehenden Methoden aus der Literatur gegenübergestellt. Letztlich werden Ansätze für die Lösungsentwicklung vorgestellt.

¹ Vgl. Plattform Industrie 4.0 2015.

² Vgl. Horváth & Partners 2016.

³ Vgl. Wank et al. 2017.

2 Anforderungen an eine AutoID-Analyse

In der Situationsanalyse sind alle Merkmale des Produkts bzw. des Wertstroms zu erfassen, die Einfluss auf die Auswahl eines Autoidentifikationssystems haben. Im Folgenden werden zunächst relevante Merkmale, die in der Literatur zu finden sind, aufgelistet. Anschließend werden daraus Anforderungen an eine AutoID-Analyse abgeleitet.

2.1 Einflussfaktoren für eine AutoID-Analyse

In der Literatur sind bereits zahlreiche Einflussfaktoren mit Einfluss auf die Integration von AutoID-Systemen zu finden. Mit Hilfe einer Literaturrecherche wurden diese zusammengetragen und klassifiziert.^{4 5 6 7 8 9}

Umgebungseinflüsse

Die Umgebungseinflüsse beeinflussen den Datenträger und/oder die Datenübertragung. Hierbei sind folgende Belastungen unterscheidbar:

- **Thermische Belastungen:** z. B. Betriebs- sowie Lagertemperaturen
- **Chemische Belastungen:** z. B. Öle, Reinigungsmittel und Laugen
- **Mechanischen Belastungen:** z. B. Stöße, Schwingungen, Druck und Reibung
- **Rotationsbelastungen:** z. B. bei Fräswerkzeugen
- **Witterungsbedingungen:** z. B. Feuchtigkeit, Frost, Sonneneinstrahlung
- **Verschmutzungen:** z. B. Rost, Dreck
- **Strahlung:** z. B. elektromagnetische Felder wie WLAN oder Bluetooth
- **Andere Störquellen:** z. B. bauliche Gegebenheiten, Materialien in der Umgebung, Variabilität der Umgebung

⁴ Vgl. Schneider 2017.

⁵ Vgl. Dünnebacke und Kropp 2010.

⁶ Vgl. Donath 2011.

⁷ Vgl. Günthner und Schneider 2011.

⁸ Vgl. Rhensius 2010.

⁹ Vgl. Faltin 2012.

Systemeigenschaften

Die Systemeigenschaften beschreiben die Art des Wertschöpfungssystems bezogen auf das zu kennzeichnende Objekt. Daraus ergeben sich Anforderungen an wesentliche Eigenschaften von Kennzeichnungstechnologien, z. B. auf die Notwendigkeit der Wiederbeschreibbarkeit des Transponders oder der Verwendung standardisierter Codierungen. Die Systemeigenschaften werden nachfolgend erläutert:

- **Open Loop** bedeutet, dass das markierte Objekt einen Kreislauf durchläuft, bei welchem der Betrachtungsgegenstand immer wieder zum Ursprung zurückkehrt. Dies kann zum Beispiel ein Ladungsträger oder ein Werkzeug sein. **Closed Loop** bedeutet, dass das markierte Objekt das Unternehmen verlässt, ohne in den Kreislauf zurückzukommen.
- Die **Integrationsreichweite** des markierten Objekts beschreibt die Reichweite der Rückverfolgung entlang der Wertschöpfungskette. Dabei kann zwischen innerbetrieblicher Nutzung der Markierung und kollaborativer zwischenbetrieblicher Nutzung unterschieden werden. Letztere reicht über die Unternehmensgrenzen hinaus. Die Integrationsreichweite des betrachteten Objekts hat z. B. eine Auswirkung auf die Verwendung von Standards.

Vorhandene Infrastruktur

Die bestehende Infrastruktur eines Unternehmens bestimmt maßgeblich den Aufwand der Integration eines Traceability-Systems. Zu der Infrastruktur in diesem Kontext zählen:

- Bestehende Schnittstellen zu IT-Systemen
- Verwendete Speichermedien (In- und Output von Informationen an den einzelnen Prozessschritten)
- Vorhandene Markierungsstrategie des Unternehmens, d.h. bereits vorhandene Markierungen (Kennzeichnungsart (Barcode-Etikett, RFID etc.), Detaillierungsgrad (individuell, Charge, Herkunftsnachweis), Ebene (Produkt, Verpackung, Transporteinheit, wiederverwendbare Transporteinheit), Aufbringungsort)
- Vorhandene Markier- und Lesegeräte mit den einhergehenden Schreib- und Lesepunkten

Eigenschaften des Markierungsobjekts

Die spezifischen Eigenschaften des zu markierenden Objekts haben einen wesentlichen Einfluss auf die Wahl der Kennzeichnungstechnologie und die Aufbringungsart. Zu den Eigenschaften zählen:

-
- Abmessung
 - Geometrie
 - Material
 - Formstabilität
 - Oberflächenbeschaffenheit
 - Funktionsfläche (z. B. Dichtfläche)
 - Baugruppenstruktur und damit einhergehende verbaute Flächen

Prozesscharakteristik

Die Prozesscharakteristik beschreibt die Prozesseigenschaften und damit das Handling des Objekts während des Herstellungsprozesses. Zu den Prozesscharakteristiken zählen:

- der Automatisierungsgrad mit Einfluss auf die gewählte Leseinfrastruktur
- die Ausrichtung des Objekts
- die Sortierung des Objekts (z. B. gesammelt in Kleinladungsträgern)
- die Relativgeschwindigkeit des markierten Objekts zu einer Leseinheit
- der Abstand zwischen Lesegerät und Objekt
- der Sichtkontakt zum betrachteten Objekt
- Verwendung von Hilfsmitteln z. B. einem Kran

Potentiale

Verbesserungspotentiale, die bereits in der Situationsanalyse ersichtlich sind, werden als Potentiale geführt und sind ebenso aufzunehmen. Dies können z. B. Verschwendungen aus dem Bereich des Lean Managements sein, z. B. eine hohe Fehlerrate, hohe Durchlaufzeiten oder auch informationslogistische Verschwendungsarten.

2.2 Inhaltliche und formale Anforderungen an eine AutoID-Analyse

Aus den zuvor identifizierten Einflussfaktoren können inhaltliche Anforderungen an eine AutoID-Analyse abgeleitet werden. Die Erfüllung der Anforderungen ist die Voraussetzung, um die Einflussfaktoren für eine nutzenorientierte Technologieauswahl weiterverarbeiten zu können.

- **Aufnahme AutoID-relevanter Produkt- und Prozessmerkmale:** Aufnahme aller AutoID-relevanten Produkt- und Prozessmerkmale, die Einfluss auf die Wahl der Kennzeichnungstechnologie haben. Dies sind die Umgebungseinflüsse und die Eigenschaften des Markierungsobjekts.

-
- **Detaillierte Abbildung des Materialflusses:** Zur Visualisierung und Zuordnung der Umgebungsbedingungen, Prozesscharakteristiken und der Systemeigenschaften zu den Stationen muss der Materialfluss aus der Analyse ersichtlich werden.
 - **Detaillierte Abbildung des Informationsflusses:** Die Visualisierung des Informationsflusses gibt Aufschluss über die Schreib- und Lesepunkte sowie die vorhandenen Speichermedien, IT-Schnittstellen sowie Potentiale. Daraus kann ein Zielprozess, bezogen auf den Informationsfluss, abgeleitet werden.
 - **Erfassung des Objektzustands im Zeitverlauf:** Zur Auswahl einer passenden Kennzeichnungsfläche ist das Wissen über die Änderungen der Eigenschaften des Kennzeichnungsobjekts entlang des Wertschöpfungsprozesses notwendig.
 - **Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur:** Die vorhandene AutoID-Infrastruktur stellt die Ausgangsbasis für die Integration eines Traceability-Systems dar und muss aus der Analyse erkennbar sein.

Zusätzlich zu den inhaltlichen werden auch formale Anforderungen an eine AutoID-Analyse formuliert. Diese sind die Forderungen nach Praktikabilität, Utilität und Validität.

Die **Praktikabilität** fordert eine praxisnahe Vorgehensweise mit einer einfachen Anwendbarkeit. Dazu zählt eine hohe Allgemeingültigkeit und damit eine Übertragbarkeit durch individuelle Anpassungsmöglichkeiten, z. B. einen anpassbaren Detaillierungsgrad.¹⁰

Die **Utilität** umfasst die Forderung nach Nützlichkeit und Nachvollziehbarkeit.¹¹ Dazu gehören auch die Wirtschaftlichkeit, eine angemessene Granularität bzw. ein angemessener Umfang und die Übersichtlichkeit.¹²

Die **Validität** der Prozessaufnahmemethode überprüft die Gültigkeit der Methode sowie die Aussagefähigkeit ihrer Ergebnisse. Mit der Validität ist die Forderung nach Richtigkeit, Klarheit und Vergleichbarkeit verbunden. Die AutoID-Analyse sollte möglichst objektiv und reproduzierbar sein.¹³

¹⁰ Vgl. Faltin 2012.

¹¹ Vgl. Rhensius 2010.

¹² Vgl. Donath 2011.

¹³ Vgl. Rhensius 2010.

2.3 Ermittlung der Best-Practice-Methode

Zur Ermittlung einer Best-Practice-Methode werden bestehende Ansätze aus der Literatur mit Hilfe einer Nutzwertanalyse verglichen und den oben erarbeiteten Anforderungen gegenübergestellt. Dabei wurden die folgenden Ansätze in der Literatur identifiziert:

- RFID-Systemeinführung¹⁴
- Methode zur Einführung der RFID-Technologie in KMU¹⁵
- Identifikation und Bewertung des RFID-Einsatzpotentials¹⁶
- Stufenmodell zur RFID-Implementierung¹⁷
- Wertstromanalyse 4.0¹⁸
- ID-Analyse¹⁹
- Prozessaufnahmемethode zur Unterstützung des RFID-Einsatzes²⁰

Der Gesamtnutzen jeder Methode (N_i) berechnet sich aus der Summe der Gewichtungsfaktoren g_j der einzelnen Anforderungen j multipliziert mit dem Teilnutzenwert n_{ij} der Methode i bzgl. der Anforderung j .

$$N_i = \sum_{j=1}^n g_j * n_{ij} \quad (i = 1, \dots, m) \quad ^{21}$$

Die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Anforderungen wurden in Zusammenarbeit mit Experten durch einen Paarvergleich ermittelt. Dieser kann dem Anhang entnommen werden, siehe Tabelle 2.

Die Teilnutzenwerte können nicht zwingend quantitativ beschrieben werden. Um dennoch eine quantitative Bewertung vorzunehmen, wurde eine Transformationstabelle zur Hilfe genommen. Die Tabelle kann dem Anhang entnommen werden, siehe Tabelle 3.

¹⁴ Vgl. Gross und Thiesse 2005.

¹⁵ Vgl. Donath 2011.

¹⁶ Vgl. Faltin 2012.

¹⁷ Vgl. Hustadt 2007.

¹⁸ Vgl. Meudt et al. 2017.

¹⁹ Vgl. Bahrenberg 2016.

²⁰ Vgl. Schneider 2017.

²¹ Vgl. Busse von Colbe et al. 2015.

Mit den Gewichtungsfaktoren und den Teilnutzwerten kann der Gesamtnutzen der jeweiligen Methode ausgerechnet werden, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Teilnutzwerte für die Ansätze aus der Literatur

		Ansätze aus der Literatur							
		Gewichtung g_j	RFID-Systemeinführung (Gross und Thiesse)	Methode zur Einführung der RFID- Technologie in KMU (Donath)	Identifikation und Bewertung des RFID- Einsatzpotentials (Faltin)	Stufenmodell zur RFID-Implementie- rung (Hustadt)	Wertstromanalyse 4.0 (Meudt et al.)	ID-Analyse (Bahrenberg)	Prozessaufnahmemethode zur Unter- stützung des RFID-Einsatzes (Schneider)
Anforderungen	Praktikabilität	0,056	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67	0,33
	Utilität	0,028	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Validität	0,083	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67
	Aufnahme AutoID- relevanter Pro- dukt- und Prozess- merkmale	0,222	0,67	0,67	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67
	Detaillierte Abbil- dung des Material- flusses	0,194	0,33	0,67	0,67	0,33	1	1	0,67
	Detaillierte Abbil- dung des Informa- tionsflusses	0,111	0	0,67	0,33	0,33	1	0,33	0,67
	Erfassung des Ob- jektzustands im Zeitverlauf	0,167	0,33	0,33	0,33	0,33	0	0,33	0,33
	Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur	0,139	0	0	0	0	0,33	1	1
Gesamtnutzen Methode N_i			0,32	0,46	0,43	0,36	0,5	0,68	0,63

3 Zusammenfassung und Ansätze einer AutoID-Analyse

Die Analyse der bestehenden Literatur hat Potentiale sowie Ansätze für die Entwicklung einer ganzheitlichen AutoID-Analyse aufgezeigt. Insbesondere bei der Erfassung des Objektzustands im Zeitverlauf und der Utilität sind weiterhin großes Forschungspotential vorhanden. Abbildung 1 zeigt für jede Anforderung den Wert der jeweils besten Methode aus der Literaturrecherche.

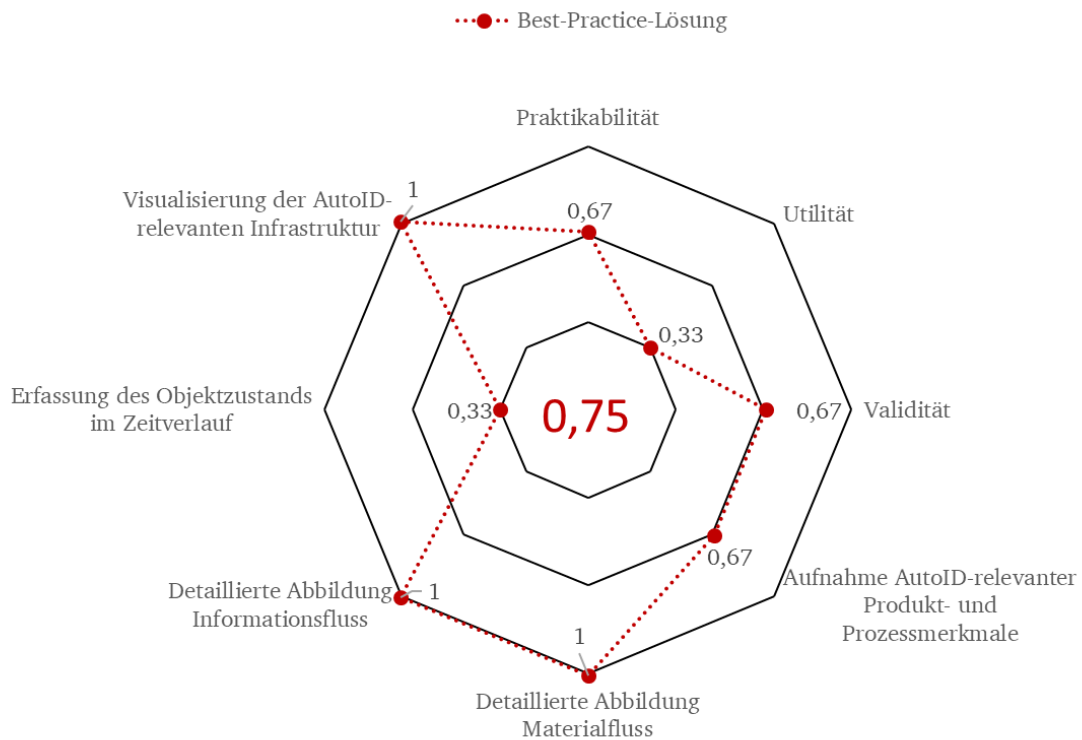


Abbildung 1: Best-Practice-Lösung (Quelle: Eigene Darstellung)

Aus der Literaturanalyse kann zudem eine erste Struktur für eine AutoID-Analyse abgeleitet werden. Demnach hat sich die Unterteilung in eine Vorbereitungs-, Datenaufnahme- und Aufbereitungsphase in den bestehenden Methoden bewährt. In der Vorbereitungsphase ist zunächst eine Produktbetrachtung erforderlich, bei welcher detaillierte Informationen im Zusammenhang mit dem zu markierenden Objekt gesammelt werden. Es folgt die grobe Prozessbetrachtung, bei der ein erster Überblick über den Prozess und die Ist-Situation gewonnen wird. Die Vorbereitung des Vor-Ort-Termins bildet den Abschluss der Vorbereitungsphase. Nachdem die Datenaufnahme abgeschlossen ist, erfolgt die Aufbereitung der gesammelten Informationen und damit die Visualisierung des Markierungsflusses.

Der erarbeitete Ansatz dient als Struktur für eine detaillierte Ausarbeitung einer ganzheitlichen AutoID-Analyse.

4 Literaturverzeichnis

Bahrenberg, Mirko (2016): Entwicklung eines Analysetools für die technische Umsetzung von Industrie 4.0-Kompetenzen in Fertigungsumgebungen. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/319042160_Entwicklung_eines_Analysetools_fur_die_technische_Umsetzung_von_Industrie_40-Kompetenzen_in_Fertigungsumgebungen, zuletzt geprüft am 14.11.2018.

Busse von Colbe, Walther; Laßmann, Gert; Witte, Frank (2015): Nutzwertanalyse als Bewertungsinstrument für nicht monetäre Aspekte von Investitionen. In: Walther Busse von Colbe, Gert Laßmann und Frank Witte (Hg.): Investitionstheorie und Investitionsrechnung. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 307–331.

Donath, Steffi (2011): Methode zur Einführung der RFID-Technologie in KMU Steffi Donath. Dissertation. Berlin: Logos-Verl. (Leipziger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, Bd. 8).

Dünnebacke, Daniel; Kropp, Sebastian (2010): ID-SELECT - Abschlussbericht zum Forschungsprojekt 15993 N. Technologiekalender zur Entscheidungsunterstützung des Einsatzes von Identifikationstechnologien bei mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht. RWTH Aachen. Aachen.

Faltin, Markus (2012): RFID-Einsatz in fertigungstechnischen Prozessketten. Identifikation und Beurteilung von Einsatzpotentialen. Dissertation. Kaiserslautern: Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (Produktionstechnische Berichte aus dem FBK, 2012,1).

Gross, Sandra; Thiesse, Frédéric (2005): RFID-Systemeinführung — Ein Leitfaden für Projektleiter. In: Elgar Fleisch (Hg.): Internet der Dinge. Ubiquitous computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Berlin: Springer, S. 303–313.

Günthner, Willibald; Schneider, Oliver (2011): Methode zur einfachen Aufnahme und intuitiven Visualisierung innerbetrieblicher logistischer Prozesse. Forschungsbericht zum IGF-Vorhaben 16187 N der AiF-Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. Hg. v. TU München. München.

Horváth & Partners (2016): „Industrie 4.0“ - Bedeutung für Effizienzsteigerung und Wachstum. Welche Industrie 4.0-Technologien sind heute bzw. werden zukünftig in Unternehmen von Bedeutung sein? Hg. v. Horváth & Partners. Online verfügbar unter

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/606952/umfrage/bedeutung-von-technologien-der-industrie-40-heute-und-zukuenftig-in-der-dach-region/>, zuletzt geprüft am 10.10.2018.

Hustadt, Jan (2007): Voraussetzungen zur Implementierung einer RFID-Infrastruktur. In: Frank Gillert und Wolf-Rüdiger Hansen (Hg.): RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen. Prozess-Strukturen, IT-Architekturen, RFID-Infrastruktur. München: Hanser, S. 160–171. Online verfügbar unter <https://www.hanser-elibrary.com/doi/pdf/10.3139/9783446408593.fm>.

Meudt, Tobias; Metternich, Joachim; Abele, Eberhard (2017): Value stream mapping 4.0. Holistic examination of value stream and information logistics in production. In: *CIRP Annals* 66 (1), S. 413–416. DOI: 10.1016/j.cirp.2017.04.005.

Plattform Industrie 4.0 (Hg.) (2015): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.

Rhensius, Tobias (2010): Typisierung von RFID-Anwendungen. Dissertation. 1. Aufl. Aachen: Apprimus-Verl. (Schriftenreihe Rationalisierung, 102).

Schneider, Oliver Christian (2017): Prozessaufnahmemethode zur Unterstützung des RFID-Einsatzes in der Intralogistik. Dissertation. Technische Universität München.

Thümmel, Christoph (2018): Entwicklung einer Methode zur Aufnahme Auto-ID relevanter Prozess- und Produktmerkmale in der Produktion. Studienarbeit. Technische Universität Darmstadt. PTW.

Wank, A.; Paul, P.; Metternich, J. (2017): Decision model for technical value-stream integration of active component traceability. In: *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research (icpr)*, S. 645–651. Online verfügbar unter <http://dpi-proceedings.com/index.php/dtetr/article/view/17685/17191>, zuletzt geprüft am 26.01.2018.

5 Anhang

Tabelle 2: Paarvergleich der Anforderungen

inhaltliche Anforderungen		formale Anforderungen		Paarvergleich der Anforderungen an eine AutoID-Analyse																					
				formale Anforderungen					inhaltliche Anforderungen					Summe	Korrektur	Korrigierte Summe	Gewichtungsfaktor								
Praktikabilität	Praktikabilität	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Utilität	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Validität	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Aufnahme AutoID-relevanter Produkt- und Prozessmerkmale	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Detaillierte Abbildung des Materialflusses	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Detaillierte Abbildung des Informationsflusses	Detaillierte Abbildung des Informationsflusses	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Erfassung der Objekteigenschaften im Zeitverlauf	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Summe	4	5	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Korrektur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur	Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Summe	4	5	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Korrektur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Korrigierte Summe	5	6	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Gewichtungsfaktor	0,139	0,167	0,111	0,194	0,222	0,083	0,056	0,028	0,083	0,056	0,028	0,083	0,056	0,028	0,083	0,056	0,028	0,083	0,056	0,028	0,083	0,056	0,028	0,083
		$\Sigma =$		28	8	36	1,00																		

Tabelle 3: Transformationstabelle zur quantitativen Beurteilung der Methoden

Anforderungen	Teilnutzen			
	0%	33,30%	66,60%	100%
Praktikabilität Utilität Validität Aufnahme AutoID-relevanter Produkt- und Prozessmerkmale Detaillierte Abbildung Materialfluss Detaillierte Abbildung Informationsfluss Erfassung des Objektzustands im Zeitverlauf Visualisierung der AutoID-relevanten Infrastruktur	Methode in der Praxis nicht einsetzbar	Methode ist in der Praxis schwierig einsetzbar	Methode ist in der Praxis einsetzbar	Einfache und intuitive Methode für die Praxis
	Verhältnis Aufwand zu Nutzen ist deutlich zu hoch	Verhältnis Aufwand zu Nutzen ist hoch	Verhältnis Aufwand zu Nutzen ist angemessen	Verhältnis Aufwand zu Nutzen ist gering
	Schlechte Ergebnisgüte	Geringe Ergebnisgüte	Mittlere Ergebnisgüte	Hohe Ergebnisgüte
	AutoID-spezifische Informationen werden nicht berücksichtigt	AutoID-spezifische Information werden unbewusst erfasst	AutoID-spezifische Informationen werden bewusst erfasst	AutoID-spezifische Informationen werden bewusst und umfangreich erfasst
	Materialflüsse werden nicht berücksichtigt	Materialflüsse werden schriftlich erfasst	Materialflüsse werden grafisch erfasst	Übersichtliche Grafik der Materialflüsse
	Informationsflüsse werden nicht berücksichtigt	Informationsflüsse werden schriftlich erfasst	Informationsflüsse werden grafisch erfasst	Übersichtliche Grafik der Informationsflüsse
	Objektzustand wird nicht betrachtet	Objektzustand wird einmalig betrachtet	Objektzustand wird betrachtet	Objektzustand wird im Zeitverlauf detailliert betrachtet
	Vorhandene Markierungen und deren Infrastruktur werden nicht betrachtet	AutoID-Infrastruktur wird oberflächlich erfasst	AutoID-Infrastruktur wird detailliert erfasst	AutoID-Infrastruktur wird detailliert anhand des Wertschöpfungsprozesses betrachtet