

DISSERTATION

an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur Erlangung der Würde eines

Doktors der Wirtschaftswissenschaften



VERBESSERUNG UND ÜBERWACHUNG VON
RFID-INFRASTRUKTUREN IM EINZELHANDEL

EIN AKTIONSFORSCHUNGSBASIERTER ANSATZ

vorgelegt von

Thomas Buckel

aus

Rothenburg o. d. T.

Deutschland

eingereicht bei

Prof. Dr. Frédéric Thiesse

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis.....	XIII
1 Einführung.....	1
1.1 Der Einzelhandel im Wandel.....	1
1.2 Die RFID-Technologie.....	5
1.2.1 Komponenten.....	5
1.2.2 Frequenzbereiche.....	6
1.2.3 Vorteile und Nachteile.....	7
1.2.4 Wertschöpfungskette.....	8
1.3 RFID-Projekte im Einzelhandel.....	10
1.4 Bedeutung der Dissertation.....	13
1.4.1 Forschungsfragen.....	13
1.4.2 Relevanz.....	16
1.4.3 Zielgruppe.....	17
1.5 Struktur.....	18
2 Forschungsmethodik.....	21
2.1 Übersicht.....	21
2.2 Merkmale und Definition.....	21
2.3 Vorgehensmodell für die Anwendung.....	24
2.4 Kriterien für die Verwendung.....	24
2.5 Profil der Aktionsforschung.....	26
2.5.1 Stärken.....	26
2.5.2 Schwächen.....	26
2.5.3 Verbreitung.....	27
2.6 Epistemologische Einordnung.....	28
2.7 Aktionsforschungstypen und Abgrenzung.....	32
2.7.1 Übersicht der Ausprägungen.....	32
2.7.2 Interpretative Aktionsforschung.....	34

2.7.3	Positivistische Aktionsforschung.....	35
2.7.4	Kritische Aktionsforschung	36
2.7.5	Weitere Ausprägungen	37
2.7.6	Abgrenzung zu verwandten Methoden und Ansätzen	38
2.8	Identifikation des verwendeten Typs	39
2.9	Struktur der Dissertation	40
2.9.1	Konzeption und Aufbau eines Artikels.....	40
2.9.2	Struktur und Aktionsforschungsphasen.....	41
2.10	Validierung der Forschungsmethode	43
3	Literaturanalyse.....	45
3.1	Übersicht	45
3.2	Studien über den RFID-Einsatz im Bereich Retail	45
3.3	Bestandsungenauigkeiten.....	49
3.3.1	Zusammenhänge	49
3.3.2	Bisherige Ansätze	51
3.3.3	Datenqualität.....	52
3.3.4	Kennzahlen	54
3.4	Forschungsmethoden	57
3.4.1	Verwendete Forschungsmethoden der RFID-Literatur	57
3.4.2	Aktionsforschung in der RFID-Literatur	58
3.5	Forschungslücken.....	58
3.6	Schwerpunkt der Dissertation	60
4	Praktischer Hintergrund.....	63
4.1	Übersicht	63
4.2	Geltungsbereich	64
4.2.1	Der Retailer.....	64
4.2.2	Sparte des RFID-Pilotprojekts.....	64
4.3	Projektbeschreibung.....	65
4.3.1	Projektziele und Problembeschreibung	65
4.3.2	Projektteam.....	66
4.3.3	Kooperationsziele	67
4.3.4	Projektplan.....	68
4.4	Technische Komponenten.....	70
4.4.1	RFID-Tag.....	70
4.4.2	Technologische Infrastruktur und Store Layout	71
4.4.3	Vergleich mit dem Kaufhof Trial des Jahres 2007/2008.....	72
4.5	Prozesslandkarte.....	75
4.5.1	RFID-relevante Prozesse im Lebenszyklus eines RFID-Artikels.....	75
4.5.2	Unerwartete Prozesse.....	78

4.5.3	Projektfokus	78
4.6	Bestandssysteme	79
4.7	Systemdaten	81
4.7.1	Datensammlung und Backend	81
4.7.2	Standorte	83
4.7.3	Systemlogik	84
5	Fehlerbehandlung und Verbesserung	87
5.1	Übersicht	87
5.2	Spezifikation der vorgenommenen Fehlerbehandlung	88
5.2.1	Exception Reports und Differenztypen	88
5.2.2	Entwicklung der Differenzen	89
5.2.3	Ansatzpunkte zur Datenqualitätsverbesserung	90
5.3	Fehlerbehandlungsdiagramme	92
5.3.1	Entwicklung der Fehlerbehandlungsdiagramme	92
5.3.2	Prozessübersicht und Logik der Fehlerbehandlungsdiagramme	93
5.4	Interne RFID-Prozesse	95
5.4.1	Goods Receiving	95
5.4.1.1	Prozessbeschreibung	95
5.4.1.2	Fehlerbehandlung	96
5.4.2	In-Store Replenishment	98
5.4.2.1	Prozessbeschreibung	98
5.4.2.2	Fehlerbehandlung	100
5.4.3	Checkout	103
5.4.3.1	Prozessbeschreibung	103
5.4.3.2	Fehlerbehandlung	104
5.4.4	Cycle-Count	106
5.4.4.1	Prozessbeschreibung	106
5.4.4.2	Fehlerbehandlung	107
5.4.5	Electronic Article Surveillance	112
5.4.5.1	Prozessbeschreibung	112
5.4.5.2	Fehlerbehandlung	113
5.5	Zusammenfassung der RFID-In-Store-Prozesspotentiale	118
6	Überprüfung der Maßnahmen und Überwachung	121
6.1	Übersicht	121
6.2	Spezifikation zur Evaluierung und Überwachung	122
6.2.1	Datentypen der RFID-Infrastruktur	122
6.2.2	Indikatoren für Datenqualitätsverbesserungen	123
6.2.3	Ansatzpunkte zur Überwachung der RFID-Prozesse	125
6.3	Überprüfung der Fehlerbehandlungsdiagramme	125

6.4	Interne RFID-Prozesse	127
6.4.1	Goods Receiving.....	127
6.4.1.1	Evaluierung	127
6.4.1.2	Überwachung	131
6.4.2	In-Store Replenishment	134
6.4.2.1	Evaluierung	134
6.4.2.2	Überwachung	141
6.4.3	Checkout.....	144
6.4.3.1	Evaluierung	144
6.4.3.2	Überwachung	144
6.4.4	Cycle-Count.....	145
6.4.4.1	Evaluierung	145
6.4.4.2	Überwachung	150
6.4.5	Electronic Article Surveillance.....	154
6.4.5.1	Evaluierung	154
6.4.5.2	Überwachung	156
6.5	Entwicklung der Differenzen auf dem Makro-Level	158
7	Spezifisches Lernen	161
7.1	Übersicht	161
7.2	Ergebnisse	162
7.2.1	Transformation der Projektziele	162
7.2.2	Detaillierte Darstellung der Aktionsforschungszyklen.....	163
7.2.3	Erzielte Verbesserung der Datenqualität	165
7.2.4	Zukünftige Entwicklung von Differenzen	166
7.3	Vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements	167
7.3.1	Zusammenspiel der Regeln.....	167
7.3.2	Regel 1 – Resource Management	168
7.3.2.1	Langfristige Personalplanung	168
7.3.2.2	Realistischer Return on Investment	168
7.3.2.3	Management-Support.....	169
7.3.3	Regel 2 – Change Management	171
7.3.3.1	Kontinuierliches Training	171
7.3.3.2	Fallbasierte Dokumentation und Kommunikation der RFID-Prozesse.....	172
7.3.3.3	Compliance	174
7.3.4	Regel 3 – Data Management.....	175
7.3.4.1	Strukturierte Fehlerbehandlung.....	175
7.3.4.2	Aufbereitung der Daten.....	176
7.3.5	Regel 4 – Data Visibility	179
7.3.5.1	RFID-Dashboard.....	179
7.3.5.2	Gestaltung des Backend und Visualisierung der Kennzahlen.....	181

7.4	Validierung der Forschungsmethode	184
7.4.1	Grundlagen der Validierung	184
7.4.2	Validierungsansätze.....	184
7.4.3	Durchführung der Validierung	186
7.4.3.1	Validierung der positivistischen Aktionsforschung.....	186
7.4.3.2	Validierung der kanonischen Aktionsforschung.....	189
7.4.3.3	Alternative Validierungsansätze	192
8	Zusammenfassung und Ausblick	197
8.1	Übersicht.....	197
8.2	Zusammenfassung der Resultate	197
8.3	Zielerreichung.....	202
8.3.1	Zielübersicht.....	202
8.3.2	Ziele der Forschung.....	203
8.3.2.1	Forschungsfragen.....	203
8.3.2.2	Forschungslücken	206
8.3.3	Ziele der Praxis.....	207
8.4	Limitationen.....	209
8.5	Ausblick.....	210
8.5.1	Implikationen für die Theorie.....	210
8.5.2	Implikationen für die Praxis	211
8.5.3	Weiterer Forschungsbedarf	212
	Glossar.....	215
	Quellenverzeichnis	219
	Erklärung.....	241

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Direkte und indirekte Effekte der RFID-Technologie	3
Abbildung 2: Fokus der Dissertation	4
Abbildung 3: Grundbestandteile eines RFID-Systems	5
Abbildung 4: RFID-Wertschöpfungskette	9
Abbildung 5: Aspekte eines erfolgreichen RFID-Projektabschlusses.....	11
Abbildung 6: Typischer Verlauf eines RFID-Einführungsprojekts	12
Abbildung 7: Strukturierter Einführungsprozess eines RFID-Systems.....	14
Abbildung 8: Relevanz von RFID und der Dissertation	16
Abbildung 9: Struktur der Dissertation	18
Abbildung 10: Die fünf Phasen der „klassischen“ Aktionsforschung.....	23
Abbildung 11: Verwendung der Aktionsforschung als Forschungsmethode	24
Abbildung 12: Stärken, Schwächen und Verbreitung der Aktionsforschung.....	28
Abbildung 13: Typologische Einordnung der Aktionsforschung.....	29
Abbildung 14: Übersicht über Ausprägungen der Aktionsforschung und abzugrenzende Ansätze	38
Abbildung 15: Positivistische Aktionsforschung	40
Abbildung 16: Struktur der Themenabarbeitung in Bezug auf die Aktionsforschung	41
Abbildung 17: Beispielhafte Kategorien der RFID-in-Retail-Literatur	47
Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Bestandsverlusten, Out-of-Stock und Umsatz	50
Abbildung 19: Zusammenhang zwischen RFID und Bestandsungenauigkeiten.....	52
Abbildung 20: Störung der Leseergebnisse	54
Abbildung 21: Schwerpunkt der Dissertation	60
Abbildung 22: Ziele des RFID-Pilotprojekts	65
Abbildung 23: Projektteam	66
Abbildung 24: Projektplan	69
Abbildung 25: Struktur und Zusammensetzung des Hangtag	70
Abbildung 26: Technologische Komponenten.....	71
Abbildung 27: Layout eines RFID-Pilot-Stores	72
Abbildung 28: RFID-relevante Prozesse im Lebenszyklus eines RFID-Artikels	76
Abbildung 29: Projektfokus	78
Abbildung 30: Möglichkeiten der RFID-Systemintegration	80
Abbildung 31: Exemplarische Darstellung des RFID-Backend.....	81

Abbildung 32: Zuordnung der Store-Flächen zu RFID-Bereichen.....	83
Abbildung 33: Systemlogik der In-Store-Prozesse.....	85
Abbildung 34: Systemlogik der Movements	86
Abbildung 35: Beispielhafter Exception Report	88
Abbildung 36: Beispielhafte Entwicklung des Exception Reports.....	90
Abbildung 37: Human Issues und Technical Issues	91
Abbildung 38: Verwendung der kanonischen Aktionsforschung zur Fehlerbehandlung	92
Abbildung 39: Prozesse der Store-Layout-Ansicht	94
Abbildung 40: Prozess RFID-Goods-Receiving	95
Abbildung 41: Fehlerbehandlungsdiagramm Goods Receiving	96
Abbildung 42: Prozess RFID-In-Store-Replenishment	99
Abbildung 43: Fehlerbehandlungsdiagramm In-Store Replenishment.....	100
Abbildung 44: In-Store-Replenishment-Test	101
Abbildung 45: Prozess RFID-Checkout	103
Abbildung 46: Fehlerbehandlungsdiagramm Checkout	104
Abbildung 47: Checkout-Test	105
Abbildung 48: Prozess RFID-Cycle-Count.....	106
Abbildung 49: Cycle-Count-Instruktionen für hängende Waren.....	108
Abbildung 50: Cycle-Count-Instruktionen für liegende Waren	109
Abbildung 51: Cycle-Count-Instruktionen für Schuhkartons.....	110
Abbildung 52: Vorgeschlagene Scansystematik im Stock Room oder Sales Floor	111
Abbildung 53: Prozess RFID-Electronic-Article-Surveillance	112
Abbildung 54: Fehlerbehandlungsdiagramm EAS (simulierter Diebstahl).....	114
Abbildung 55: EAS-Test.....	115
Abbildung 56: Zusammenhang zwischen Genauigkeit und falschen Alarmen	117
Abbildung 57: Beispielhafter Bestandsverlauf.....	122
Abbildung 58: Indikatoren für Datenqualitätsverbesserungen	124
Abbildung 59: Verwendung der kanonischen Aktionsforschung für die Datenqualitätsverbesserung	126
Abbildung 60: Entwicklung des KPI für Goods Receiving.....	130
Abbildung 61: Auswertung alternativer KPI für Goods Receiving.....	132
Abbildung 62: Fallbasierte Logik der einzelnen In-Store-Replenishment-KPI.....	135
Abbildung 63: Weitere beispielhafte Verwendung der kanonischen Aktionsforschung	137
Abbildung 64: Zuwachs der transferierten und erfassten Items (ISR^{CCA}) im Zeitverlauf	139
Abbildung 65: Zuwachs der transferierten und erfassten Items (ISR^{MBS}) im Zeitverlauf	140
Abbildung 66: Auswertung alternativer KPI für das In-Store Replenishment	141
Abbildung 67: Übersicht der Durchführung der Cycle-Count-Evaluation.....	145
Abbildung 68: Gesamtfehlerverteilung für den RFID-Cycle-Count	148
Abbildung 69: Gesamtfehlerverteilung für den Physischen Count	150
Abbildung 70: Funktionsweise der Cycle-Count-KPI.....	151
Abbildung 71: Auswertung alternativer KPI für den Cycle-Count	152

Abbildung 72: Anzahl der Alarme pro Monat für Store 10	155
Abbildung 73: Auswertung des EAS ^{FTA} für das EAS	157
Abbildung 74: Entwicklung der Differenzen auf dem Makro-Level	159
Abbildung 75: Transformation der ursprünglichen Ziele durch kanonische Aktionsforschung	162
Abbildung 76: Vollständige Aktionsforschungszyklen zur Überprüfung des Goods Receiving	164
Abbildung 77: Vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements	167
Abbildung 78: Erhöhung des Umsatzes durch Bestandskorrekturen	171
Abbildung 79: Fallbasierte Trainingsdokumente	173
Abbildung 80: Wirkungszusammenhänge in Bezug auf RFID-Compliance	174
Abbildung 81: Aspekte des Data Management	176
Abbildung 82: Gesamtdifferenzen nach Produktkategorien	177
Abbildung 83: Zusammenhang zwischen Differenzen und Verhaltensänderungen	178
Abbildung 84: Mögliche Ansicht eines RFID-Dashboards	179
Abbildung 85: Mögliche Ansicht des Goods Receiving Monitoring	181
Abbildung 86: Mögliche Ansicht des Cycle-Count Monitoring	182
Abbildung 87: Mögliche Ansicht des EAS-Monitoring	183
Abbildung 88: Zusammenfassung der Vorgehensweise der Dissertation	198
Abbildung 89: Aspekte zur Messung der Datenqualität	200
Abbildung 90: Forschungsziele und praktische Ziele	202
Abbildung 91: Beantwortung Forschungsfrage 1	203
Abbildung 92: Beantwortung Forschungsfrage 2	204
Abbildung 93: Beantwortung Forschungsfrage 3	205
Abbildung 94: Beantwortung Forschungsfrage 4	205
Abbildung 95: Beantwortung Kooperationsziel 1	207
Abbildung 96: Beantwortung Kooperationsziel 2	208
Abbildung 97: Beeinflussung der RFID-Datenqualität	210
Abbildung 98: Vorgehensmodell für Praktiker	211
Abbildung 99: Verbesserung und Streuung der Datenqualität	212

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Frequenzbereiche der RFID-Technik.....	6
Tabelle 2: Vorteile und Nachteile eines RFID-Einsatzes im Einzelhandel.....	7
Tabelle 3: Eignung der Aktionsforschung für eine wissenschaftliche Arbeit.....	25
Tabelle 4: Unterscheidung zwischen quantitativer und qualitativer Methodik.....	31
Tabelle 5: Ausprägungen der Aktionsforschung.....	33
Tabelle 6: Business Value für RFID in Retail am Beispiel mehrerer Publikationen.....	48
Tabelle 7: Klassische KPI eines Retailers.....	55
Tabelle 8: Beispielhafte Kennzahlen unterschiedlicher Publikationen.....	56
Tabelle 9: Klassifikation der RFID-Literatur nach Forschungsmethode.....	57
Tabelle 10: Vergleich dieses Projekts mit dem Kaufhof-Trial der Jahre 2007/2008 (Thiesse et al. 2009)..	74
Tabelle 11: Beispiel zum Verständnis und zur Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme.....	97
Tabelle 12: EAS-Reader-Typen und Eigenschaften.....	116
Tabelle 13: Potentiale der RFID-In-Store-Prozesse.....	118
Tabelle 14: Analyse Goods Receiving für Store 4 im Zeitraum 1 (Mai 2012).....	128
Tabelle 15: Analyse Goods Receiving für Store 4 im Zeitraum 2 (September/Oktober 2012).....	129
Tabelle 16: Zuwachs Genauigkeit beim Goods Receiving.....	131
Tabelle 17: Analyse In-Store Replenishment (ISR ^{CCA}).....	138
Tabelle 18: Analyse In-Store Replenishment (ISR ^{MBS}).....	140
Tabelle 19: Vergleich der Erfassungsraten unterschiedlicher In-Store-Replenishment-KPI (Store 1).....	143
Tabelle 20: Resultate und Fehlercodes beider Count-Typen.....	147
Tabelle 21: Verschiedene beispielhafte Dimensionen zur Berechnung des EAS ^{TTA} (Beispiel Store 10)...	156
Tabelle 22: Verbesserung der Datenqualität sämtlicher RFID-In-Store-Prozesse.....	165
Tabelle 23: Entwicklung des Bestands und der betroffenen Artikel der Exception Reports.....	166
Tabelle 24: Validierungsansätze unterschiedlicher Autoren.....	185
Tabelle 25: Validierung nach Baskerville und Wood-Harper (1996) bzw. Baskerville (1999).....	187
Tabelle 26: Validierung nach Baskerville und Wood-Harper (1998).....	188
Tabelle 27: Validierung nach Davison et al. (2004).....	191
Tabelle 28: Übereinstimmung alternativer Validierungsansätze.....	192
Tabelle 29: Validierung nach Narayanaswamy und Grover (2007).....	195
Tabelle 30: Übersicht der Maßnahmen und Datenqualitätsverbesserung der RFID-In-Store-Prozesse.....	200
Tabelle 31: Auf Kriterien basierende Bewertung der Kennzahlen zur Entscheidungsunterstützung.....	201
Tabelle 32: Schließen der Forschungslücken.....	207

1 Einführung

1.1 Der Einzelhandel im Wandel

„One of the greatest challenges in RFID research is to bridge the gap between practitioners and researchers [...] Moreover, there is a need to provide useful guiding principles for practitioners for the process of RFID system design, development implementation, and evaluation, and we believe that future research effort is needed in this area.“
(Ngai et al. 2008)

Ein erfolgreicher Einzelhandel zeichnet sich vor allem durch eine hohe Produktverfügbarkeit bei gleichzeitig niedrigen Kosten aus (Kotzab und Teller 2005). Allerdings gestaltet es sich zunehmend schwieriger, die vom Kunden gewünschten Produkte vorrätig zu halten, da sich Ansprüche und Trends immer schneller wandeln. Bereits vor 15 Jahren gaben US-Einzelhändler mehr als 30 Mrd. Dollar für IT und spezielle Software aus, um eine hohe sowie den Kundenwünschen entsprechende Produktverfügbarkeit zu ermöglichen (Gagnon und Chu 2005, Samli 2004, Steidtmann 1999). Dieses Ziel kann nur dann erreicht werden, wenn der Bestand des verwendeten Informationssystems möglichst genau mit der Anzahl an tatsächlich vorhandenen Waren übereinstimmt. Existieren hingegen Diskrepanzen zwischen dem systemgestützten und dem tatsächlichen Bestand, führen fehlerhafte oder ausbleibende Nachbestellungen zu eingeschränkten Produktverfügbarkeiten. Solche tatsächlichen Bestandsungenauigkeiten werden bei 25% bis 65% aller vorrätigen Artikel vermutet (DeHoratius und Raman 2008, Khang und Gershwin 2005).

Die Grundlage für eine hohe Bestandsgenauigkeit ist die unternehmensübergreifende Identifikation und Nachverfolgung von Waren, die mit automatisierten Identifizierungstechnologien (*Auto-ID-Technologien*) ermöglicht wird. Die Einführung der Auto-ID-Technologie des Barcodes in Verbindung mit dem Nummernsystem „Electronic Article Number International-Uniform Code Council“ (EAN-UCC) hat die Industrie vor mehr als 30 Jahren fundamental verändert. Daraus entstehende Konzepte wie Quick Response oder Vendor Managed Inventories führten zu völlig neuartigen Formen der inner- und überbetrieblichen Zusammenarbeit (Hardgrave et al. 2013, Wyld 2006, Nelson 2001).

Trotz des Barcode-Einsatzes und Fortschritten bei der überbetrieblichen Zusammenarbeit muss sich der Einzelhandel nach wie vor mit Schwierigkeiten wie der Nichtverfügbarkeit von Waren (*Out-of-Stock-Situationen*), einer intransparenten Diebstahlrate und Warenschwund auseinandersetzen (Ahlert et al. 2009, Hollinger 2007, Lightburn 2003, Berger

2002). Derartige Phänomene beeinflussen die Kundenzufriedenheit und wirken sich entscheidend auf den erzielten Umsatz aus. So werden beispielsweise die Einbußen in der Rohertragsmarge durch Out-of-Stock-Situationen im US-Markt auf zwischen 7 und 12 Milliarden US-Dollar geschätzt oder eine Diebstahlrate von 1,7% des jährlichen Gesamtumsatzes vermutet (Verhoef und Sloot 2010, Srivastava 2004).

Neuere Auto-ID-Technologien wie die Radio Frequency Identification (RFID) versprechen derartige Probleme durch eine bessere Nachverfolgung aller Waren und eine höhere Bestandsgenauigkeit zu lösen. Die Vorteile von RFID gegenüber dem Barcode sind unter anderem die höhere Datendichte, die größere Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen sowie die schnellere und mehrfache Erfassung von Gegenständen (Finkenzeller 2012). Aufgrund dieser Vorteile entsteht eine Vielzahl an möglichen Einsatzbereichen. Aus Sicht des Einzelhandels hat RFID das Potential, die Industrie und Abläufe erneut zu revolutionieren. Langfristig wird der Einfluss und die Auswirkung von RFID sogar bedeutender als vorherige Auto-ID-Technologien gesehen (Kalyanam et al. 2010). Alle aufgeführten Gründe führen dazu, dass die auch als „Next-Generation Bar Code“ (Thiesse et al. 2011) bezeichnete Technologie gegenwärtig sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis mit großem Interesse verfolgt wird.

In der Praxis zeigt sich, dass positive Erfahrungen mit RFID bisher nicht nur von großen Handelsunternehmen wie Metro, Carrefour, Wal-Mart oder Tesco gesammelt wurden (z. B. Thiesse et al. 2009, Carrefour 2007, Loebbecke und Palmer 2006). Auch haben neben Gerry Weber, die bereits langjährig im RFID-Bereich aktiv sind, viele weitere Akteure der Bekleidungsindustrie wie C&A, adidas, Adler oder Seidensticker Pilotprojekte und Testphasen mit dieser Technologie begonnen (z. B. C&A 2012, Handelsblatt 2012, Textilwirtschaft 2012, Tellkamp und Quiede 2005). Die Relevanz des RFID-Markts wird weiterhin durch die Zahlen von Schindler et al. (2012) verdeutlicht. Die Autoren prognostizieren sinkende Anwendungskosten und ein Wachstum des Transpondermarkts von 2,3 Mrd. verkauften Einheiten im Jahr 2010 auf 243 Mrd. im Jahr 2021.

Auf der akademischen Seite wird die Auswirkung des RFID-Einsatzes sowohl analytisch als auch empirisch erforscht. Insgesamt konnten in vielen Studien basierend auf Untersuchungen der gesamten Supply Chain *direkte Effekte* wie (i) die Zeitersparnis im operativen Betrieb, (ii) eine durch mehr Transparenz und Genauigkeit gesteigerte Unternehmensperformance, (iii) eine grundsätzliche Verringerung von Out-of-Stock-Situationen sowie (iv) eine Erhöhung der Kundenzufriedenheit beobachtet werden. Alle diese Verbesserungen führen entsprechend Abbildung 1 letztlich zu *indirekten Effekten*, die sich in einer verbesserten Umsatz- und Kostenstruktur eines Unternehmens widerspiegeln (Zelbst et al. 2011, Sarac et al. 2010, Ngai et al. 2008, Selitto 2007).

Abbildung 1 verdeutlicht, dass den direkten und indirekten Effekten des RFID-Einsatzes mehrere *Barrieren* gegenüberstehen, welche die erfolgreiche Realisierung dieser Effekte

relativieren. So wird sowohl in älteren (z. B. Brown und Bakhru 2007, Lee und Shim 2007, Vijayaraman und Osyk 2006) als auch in jüngeren Studien (z. B. Osyk et al. 2012, Li et al. 2010) eine verhältnismäßig langsame Adoption der RFID-Technologie festgestellt. Zusätzlich ist in einigen Untersuchungen eine abflachende Euphorie und Ernüchterung bezüglich der gesehenen RFID-Potentiale zu beobachten (Lacy 2005). Diese Tatsache führt unter Umständen und in Verbindung mit unzureichendem Technologieverständnis dazu, dass in RFID aufgrund mangelnder Signifikanz kein greifbarer Mehrwert gesehen wird (Li et al. 2010, Sheffi 2004, Woods 2004).

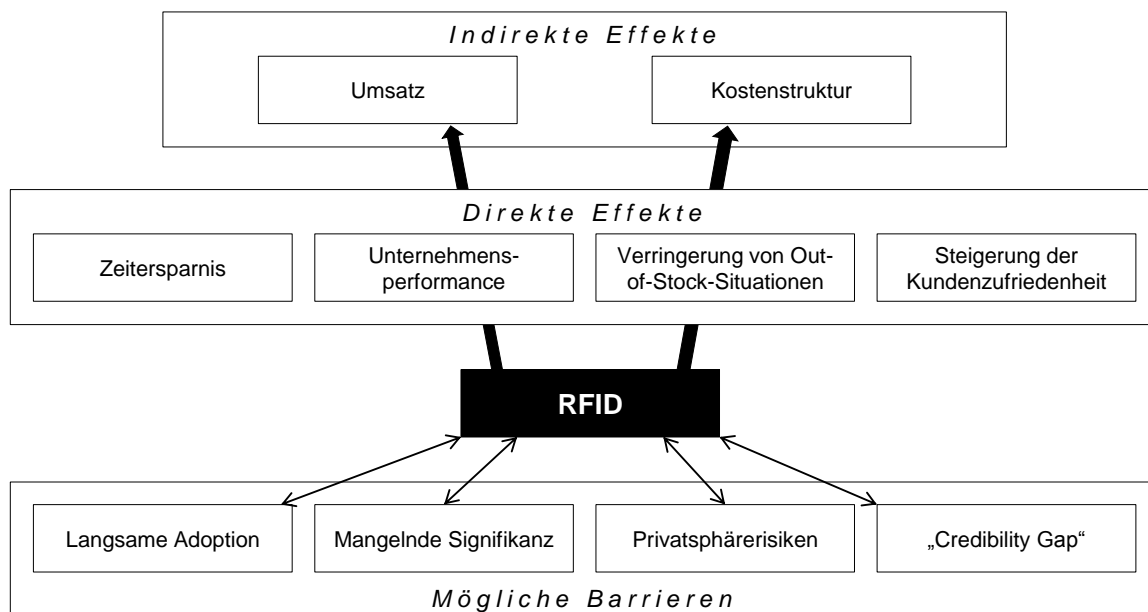


Abbildung 1: Direkte und indirekte Effekte der RFID-Technologie

Weiterhin empfindet ein beobachtbarer Anteil der Bevölkerung durch die Präsenz von RFID grundsätzliche Risiken hinsichtlich der Privatsphäre. Auch wenn diese Ängste zum Teil unbegründet sind und mit gezielten Maßnahmen berücksichtigt werden können, sind logische Erklärungsansätze bei einem derartig sensiblen Thema nicht immer eine wirksame Abhilfe. Sie verstärken sogar unter Umständen die negative Auffassung einer neuen Technologie in der Öffentlichkeit (Angeles 2008, Goel 2007, Razzouk et al. 2007, Thiesse et al. 2007, Günther und Spiekermann 2005).

Viele Unternehmen sehen sich vor allem nach der Implementierung einer RFID-Infrastruktur mit einer Vielzahl von Problemen konfrontiert. Aspekte wie wenig Unterstützung durch das Management, interner Widerstand durch Mitarbeiter, Probleme bei der Integration von Hardware und Software und vor allem eine mangelnde Datenqualität verhindern, dass die prognostizierten positiven Effekte erreicht werden können (Osyk 2012, Sarac et al. 2010, Moon und Ngai 2008). Lee und Ozer (2007) fassen diese Phänomene passend unter dem Begriff „Credibility Gap“ zusammen. Dieser beschreibt die Problematik, dass es insgesamt an Verfahren, Methoden und gezielter Unterstützung mangelt, um die in der Literatur umfangreich versprochenen positiven Effekte tatsächlich

und nachhaltig zu realisieren. Dutta et al. (2007) unterstützen diese These, indem sie die erwarteten Einsparungen und Verbesserungen durch den RFID-Einsatz als „überlegtes Raten“ und sogar als größtenteils rein spekulativ bezeichnen.

Entsprechend Abbildung 2 ist das Ziel dieser Dissertation, Praktikern das Erreichen der positiven RFID-Effekte zu ermöglichen. Hierzu wurden vielfältige Untersuchungen auf Basis einer langfristigen Kooperation mit einem der weltweit größten Bekleidungshändler (*Retailer*) durchgeführt, indem ein RFID-Implementierungsprojekt begleitet und intensiv mitgestaltet wurde. Zunächst wird bestätigt, dass die prognostizierten Vorteile der RFID-Technologie tatsächlich nicht allein durch die Implementierung der benötigten Infrastruktur erreicht werden können. Als Grund werden hohe Bestandsungenauigkeiten der verwendeten Bestandssysteme identifiziert, die sowohl auf technische als auch auf menschlich verursachte Fehler zurückzuführen sind. Als Folge ist die RFID-Datenqualität nicht verlässlich. Die Dissertation setzt an den Problemen des „Credibility Gap“ an und diagnostiziert bei einer bereits implementierten RFID-Infrastruktur zunächst die Fehler und Ursachen der mangelnden Datenqualität. Darauf aufbauend werden Maßnahmen und Handlungsanweisungen vorgestellt, mit deren Hilfe die Fehler behoben und die Infrastruktur schließlich verbessert und überwacht werden kann.

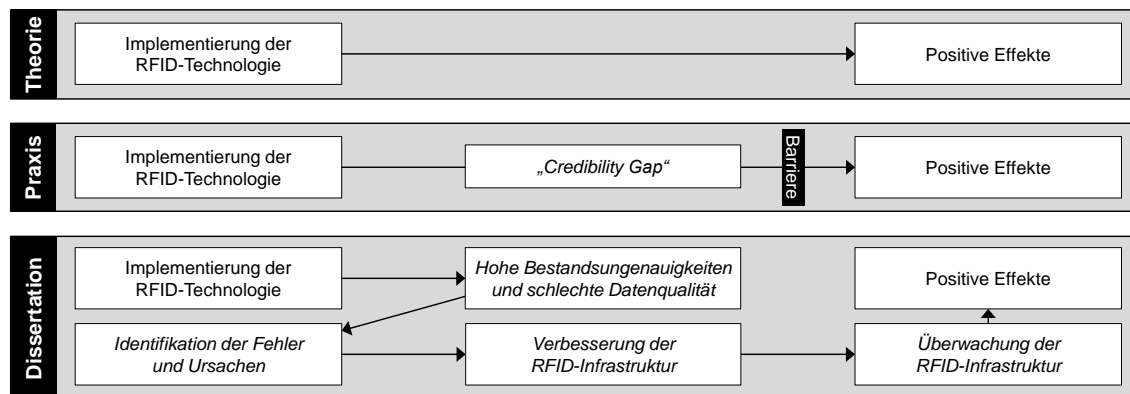


Abbildung 2: Fokus der Dissertation

Um die Anforderungen der Praxis und der Wissenschaft erfolgreich miteinander zu verknüpfen, wird als Forschungsmethode eine neuartige Kombination zweier Ausprägungen der Aktionsforschung verwendet. Als Ergebnis werden einerseits für Praktiker hilfreiche Frameworks und Tests zur Fehlerbehebung, Überwachungskennzahlen sowie Regeln des effektiven RFID-Systemmanagements beschrieben. Andererseits wird ein Modell für die Verwendung der Aktionsforschung vorgeschlagen sowie eine umfangreiche Validierung der Methodik durchgeführt. Auf diese Weise wird die Verbreitung und Akzeptanz dieser Methode in der Wissenschaft erhöht.

Bevor auf zugrundeliegende Forschungsfragen sowie auf die Relevanz und Struktur der Dissertation eingegangen wird, werden zunächst die Grundlagen der RFID-Technologie (Kapitel 1.2) und die vielfältigen Probleme in RFID-Projekten beschrieben (Kapitel 1.3).

1.2 Die RFID-Technologie

1.2.1 Komponenten

RFID ist eine Auto-ID-Technologie, die die kontaktlose Identifikation und Lokalisierung von Personen, Tieren und Gütern ermöglicht (Finkenzeller 2012). RFID-Anwendungen sind bereits in vielen Bereichen des täglichen Lebens etabliert. Exemplarisch sind transponderbasierte Zugangskontrollen, die Tieridentifikation, das Toll-Collect-System oder die Nachverfolgung von Waren in Supply Chains zu nennen. Die Grundbestandteile eines RFID-Systems sind am Beispiel der Bekleidungsindustrie in Abbildung 3 ersichtlich.

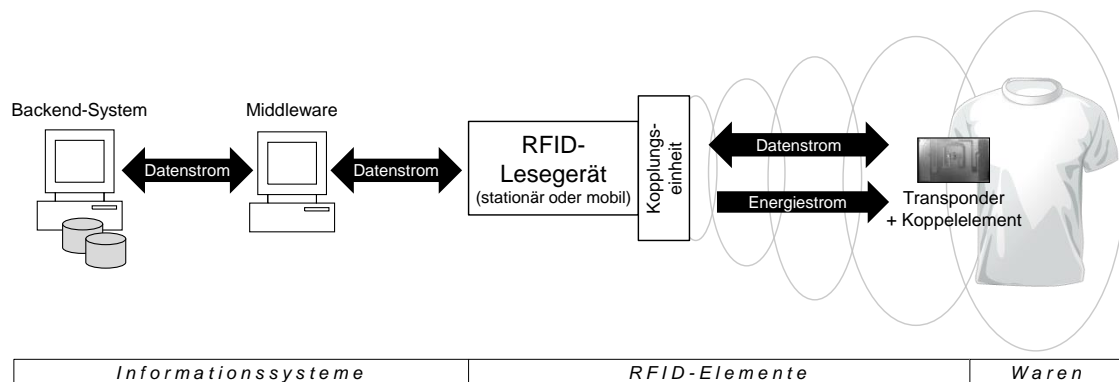


Abbildung 3: Grundbestandteile eines RFID-Systems

Der *Transponder* mit dem zugehörigen *Koppelement* ist am jeweiligen Kleidungsstück angebracht. Auf diesem Transponder ist eine Identifikationsnummer gespeichert, die weltweit einmalig vergeben ist. Diese Nummer wird als Electronic Product Code (EPC) bezeichnet und zentral durch die Standardisierungsgesellschaft GS1 vergeben. Der EPC hat in seiner aktuellen Ausprägung (EPC Generation 2) eine Länge von 96 Bit. Aufgrund der Länge ist jede Seriennummer und damit jedes mit einem Transponder ausgestattete Kleidungsstück einzigartig. In Verbindung mit dem zusätzlich integrierten Speicher können auf einem Transponder deutlich mehr Informationen gespeichert werden als in einem EAN-Code. Es existieren sowohl aktive Transponder, die selbständig ein hochfrequentes Lesesignal aussenden, als auch in der Bekleidungsindustrie übliche passive Transponder, die den Energiestrom des Lesegeräts benötigen, um die gespeicherten Daten weiterzugeben. Semi-aktive Transponder besitzen zusätzlich eine Batterie, die den Mikrochip mit Energie versorgt. Transponder werden meist nur einmal beschrieben, sind in bestimmten Ausprägungen jedoch auch wiederbeschreibbar (Helmus et al. 2009, Tamm und Tribowski 2010).

Das *RFID-Lesegerät* stellt durch das Aussenden elektromagnetischer Wellen den Kontakt zwischen dem Transponder und den beteiligten Informationssystemen her. Es besitzt typischerweise ein Hochfrequenzmodul, das als RFID-Antenne bezeichnet wird. Diese sendet spezifische Kommandos an die RFID-Transponder, die das Auslesen, Manipulie-

ren oder Löschen der gespeicherten Informationen zur Folge haben. Energie und Daten werden zwischen Lesegerät und Transponder durch die jeweiligen *Koppeleinheiten* kontaktlos übertragen. Lesegeräte besitzen je nach Größe und Form der integrierten Antenne eine unterschiedliche Bauform. So wird bei einer Zusammenfassung von Antenne und Leseeinheit in einem kompakten Gehäuse von einem mobilen Lesegerät (mobiles RFID-Handheld) gesprochen. Bei stationären RFID-Lesegeräten sind hingegen Antenne und Leseeinheit bei einer deutlich größeren Objektgröße räumlich voneinander getrennt (Finkenzeller 2012, Kern 2011, Helmus et al. 2009, Lampe et al. 2005).

Viele Lesegeräte sind bereits mit Schnittstellen ausgestattet, um die vom Transponder empfangenen Daten an die verbundenen Informationssysteme weiterzugeben. Die verwendeten Informationen werden in der Regel zunächst durch die entsprechende *Middleware* bereinigt, aggregiert und gegebenenfalls transformiert. Die Middleware nimmt demzufolge eine bedarfsgerechte Aufbereitung der Daten vor, damit diese von den unterschiedlichen *Backend-Systemen* verwendet werden können. Backend-Systeme sind beispielsweise Enterprise-Resource-Planning- und Business-Intelligence-Systeme, Datenbanken oder einfache Weboberflächen. Sie fungieren als Schnittstelle zwischen RFID-Daten und dem Benutzer (Finkenzeller 2012, Sprenger et al. 2006, Thiesse 2005).

1.2.2 Frequenzbereiche

Die typischen Sendefrequenzen, die ein RFID-System bei der Datenübertragung verwendet, sind in Tabelle 1 ersichtlich. Sie unterscheiden sich im nutzbaren *Frequenzbereich* bzw. den *genutzten Frequenzen*, der typischen maximalen *Reichweite* und den damit verbundenen *Anwendungsbeispielen*.

Frequenzbereich	Genutzte Frequenzen	Reichweite	Anwendungsbeispiele
Low Frequency (LF)	Europa: 100-148 kHz USA: 100-148 kHz	Bis 0,02 m	Zutrittskontrollen, z. B. Tür (Sicherheit)
High Frequency (HF)	Europa: 13,53-13,71 MHz USA: 13,53-13,71 MHz	Bis 1 m	Kommissionierung (Lagermanagement)
Ultra High Frequency (UHF) passiv	Europa: 865-868 MHz USA: 902-928 MHz	Bis 10 m	Interaktion (Kundenanwendung) Produktverfolgung (Logistik)
Ultra High Frequency (UHF) aktiv	Europa: 865-868 MHz USA: 902-928 MHz	Bis 100 m	Zufahrtskontrolle, z. B. Schiff (Sicherheit)
Microwave (MW) aktiv	Europa: 2,446-2,454 GHz USA: 2,400-2,438 GHz	Ab 100 m	Großflächige Lokalisierung (Überwachung)

Tabelle 1: Frequenzbereiche der RFID-Technik

Die im Einzelhandel verwendeten Transponder sind passiv und nutzen den UHF-Frequenzbereich. Sie werden für die Identifikation und Verfolgung sämtlicher Produkte sowohl in der Logistik, als auch innerhalb eines einzelnen Verkaufsladens (*Store*) verwendet (Helmus et al. 2009, Darkow und Decker 2006).

Bei den maximalen Reichweiten aus Tabelle 1 ist zu beachten, dass die praktische Reichweite von vielfältigen Aspekten wie der Größe und Qualität der verwendeten Antenne sowie von der Empfindlichkeit und Sendeleistung des Lesegeräts abhängt. Gerade innerhalb einzelner Stores der Bekleidungsindustrie beeinflussen die räumlichen Bedingungen wie Wände, Hindernisse oder sonstige Abschirmungen die maximale Distanz zwischen RFID-Lesegerät und dem jeweiligen Transponder (Lampe et al. 2005).

1.2.3 Vorteile und Nachteile

Die grundsätzlichen Vor- und Nachteile, die bei einem geplanten Einsatz von RFID im Einzelhandel erwägt werden sollten, sind in Tabelle 2 ersichtlich. Die genannten Punkte basieren auf den vielfältig verfügbaren Informationen zur RFID-Technologie und nicht auf tiefgreifenden Analysen oder Erfahrungen bereits eingeführter Systeme.

Vorteile RFID-Einsatz im Einzelhandel	Nachteile RFID-Einsatz im Einzelhandel
Keine Sichtverbindung und Robustheit	Anfälligkeit gegenüber metallischen Oberflächen
Mehrfacherfassung möglich	Hohe Investitionskosten
Produktüberwachung in Echtzeit	Schwer einzuschätzender Schulungsaufwand
Ermöglichung neuartiger Kundenanwendungen	Unklarer Return on Investment
Direkte und indirekte Effekte (vgl. Abbildung 1)	Mögliche Barrieren (vgl. Abbildung 1)

Tabelle 2: Vorteile und Nachteile eines RFID-Einsatzes im Einzelhandel

Der Vorteil bei der RFID-Datenübertragung ist die relative *Robustheit* gegenüber einer Vielzahl an Umwelteinflüssen. Während der Datenübertragung ist außerdem keine *Sichtverbindung* zwischen Antenne und Objekten notwendig. Weiterhin ist eine *Mehrfacherfassung* von mit Transponder ausgestatteten Artikeln zur gleichen Zeit möglich (Finkenzeller 2012). Werden alle Produkte eines Einzelhandels mit Transpondern und die Verkaufsfläche mit mehreren RFID-Lesegeräten ausgestattet, ist prinzipiell eine *Produktüberwachung in Echtzeit* möglich. Auf diese Weise kann sowohl der aktuelle Standort als auch das Bewegungsprofil jedes Artikels durch die Leseorte und Lesezeitpunkte eingesehen werden. Auch können durch zusätzliche Lesegeräte in Regalen oder Umkleidekabinen vor allem im Bereich der Bekleidungsindustrie *neuartige Formen von Kundenanwendungen* ermöglicht werden. Derartige Anwendungen sind Displays in den Regalen, die den Kunden beispielsweise die aktuelle Größenzusammensetzung des Kleidungsstapels in Echtzeit visualisieren. Eine weitere Kundenanwendung ist eine intelligente Um-

kleidekabine. Diese zeigt den Kunden auf interaktiven Monitoren passende Kleidungsstücke zu den Artikeln an, die in die Kabine mitgenommen und durch Lesegeräte erfasst wurden. Beide Anwendungen sind nur durch eine Vielzahl an installierten RFID-Antennen denkbar (Thiesse et al. 2009, Tellkamp und Quiede 2005).

Den Vorteilen durch RFID stehen Nachteile wie die *Anfälligkeit der Technologie gegenüber metallischen Oberflächen* gegenüber (Helmus et al. 2009). Gerade im Lagerbereich des Einzelhandels sind häufig Materialien aus Metall zu finden, die in direktem Kontakt mit den Artikeln stehen. Aufgrund des dadurch gedämpften magnetischen Flusses kann die Lesbarkeit der Transponder und damit die RFID-Bestandsgenauigkeit beeinträchtigt werden (Finkenzeller 2012). Weiterhin entstehen durch die benötigte Hardware an Transpondern und Lesegeräten *hohe Investitionskosten*. Zusätzlich müssen Aufwendungen für *Schulungsaktivitäten* eingeplant werden, deren Umfang jedoch nur schwer einzuschätzen ist (Li et al. 2010, Tamm und Tribowski 2010, Li und Visich 2006). Der gesamte *Return on Investment (ROI)* ist durch diese Aspekte sowie aufgrund vieler weiterer Unklarheiten wie beispielsweise die schwer messbaren Verbesserungen durch RFID nur äußerst *zweifelhaft zu ermitteln* (Hozak und Collier 2008).

1.2.4 Wertschöpfungskette

In Anlehnung an das Modell des Dienstleistungstransformationsprozesses von Porter (Bea und Haas 2005) lässt sich die RFID-Industrie in *primäre* und *sekundäre Aktivitäten* einteilen. Die auf diese Weise resultierende RFID-Wertschöpfungskette ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die erste primäre bzw. Hauptaktivität ist die Herstellung von *Transpondern*. Damit verbunden ist die Herstellung der Wafer und die Weiterverarbeitung zu integrierten Schaltkreisen (z. B. NXP 2013 oder Fujitsu 2013). Dieser Prozess entspricht im Wesentlichen den Prozeduren einer Chipproduktion. Der Produzent von Transpondern fügt schließlich die vorproduzierten Komponenten wie Chip und Antenne zusammen (z. B. Avery Dennison 2013 oder RAKO 2013) und erstellt die sogenannten RFID-Tags. Weiterhin beinhaltet der erste Schritt der RFID-Wertschöpfungskette die Herstellung weiterer *Infrastrukturelemente* wie RFID-Lesegeräte. Die Hardwarekomponenten eines Lesegeräts werden zwar mit ähnlichen Herstellungsprinzipien wie Transponder, jedoch in einer deutlich geringeren Stückzahl produziert (Finkenzeller 2012). Unternehmen wie Texas Instruments (2013) oder NXP (2013) produzieren die speziellen Schaltkreise für Lesegeräte. Fertige stationäre oder mobile Lesegeräte werden unter anderen von Motorola (2013) oder Nordic ID (2013) angeboten. Weitere Infrastrukturelemente sind RFID-Drucker.

Das nächste Element der Wertschöpfungskette sind die Anbieter der *Middleware*, die den Datenaustausch zwischen Transponder und Informationssystemen ermöglichen. Sprenger

et al. (2006) verdeutlichen die Relevanz einer Middleware. So würden in deren beispielhafter Berechnung bei 5.000 Wal-Mart Filialen ohne Aggregations- und Bereinigungsverfahren täglich acht Terabyte an RFID-Daten anfallen. Bekannte Anbieter von Middleware sind Oracle (2013) oder Microsoft (2013).

Die *Systemintegration* nimmt eine Schlüsselrolle bei den primären Aktivitäten der RFID-Wertschöpfungskette ein. Entscheidend hierbei ist die gewinnbringende Nutzung der von RFID erzeugten und aufbereiteten Daten. Die Hauptaufgabe eines Systemintegrators ist demzufolge die Bereitstellung und schnittstellenbasierte Integration von Software, mit der RFID-Informationen in Echtzeit geplant, verwaltet, überwacht und zielführend gesteuert werden können (Helmus et al. 2009, Thiesse 2005). Nur durch eine sinnvolle Systemintegration kann der prinzipiell bereitgestellte Mehrwert durch RFID-Informationen nachhaltig verwendet werden, um die potentiellen Vorteile der Technologie zu nutzen.

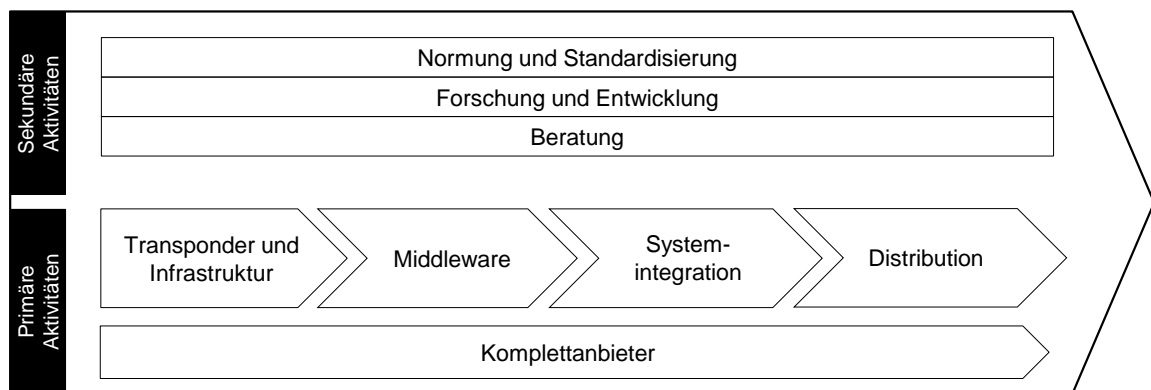


Abbildung 4: RFID-Wertschöpfungskette

Systemintegratoren passen die implementierten Lösungen entsprechend den Prozessen, Gegebenheiten und Wünschen des RFID einsetzenden Unternehmens an und sollten ebenfalls beratend zur Seite stehen. Im Hinblick auf die potentiell große Bandbreite an denkbaren Leistungen variieren die tatsächlich ausgeführten Aufgaben eines Systemintegrators stark (Wasse 2012). Bekannte Systemintegratoren sind mittelständische Unternehmen wie die Schreiner Group (2013) oder NEDAP (2013).

Aufgrund der Vielzahl an Unternehmen, die in die RFID-Wertschöpfungskette integriert sind, ist die Aufgabe der *Distribution* eine Marktsondierung. Die Distributoren können beispielsweise aufgrund ihrer Erfahrungen und Marktkenntnisse durch Nachfragebündelung geringere Preise für das RFID einsetzende Unternehmen erzielen (Pepels 2001). Ein bekannter europäischer Distributor ist die DTE Automation GmbH (2013).

Werden alle primären Aktivitäten zusammenfassend betrachtet, ist ein *Komplettanbieter* denkbar, der sämtliche beschriebene Aufgaben übernimmt. Derzeit existiert allerdings noch kein Unternehmen, das diese vielfältigen und sich im Einzelfall stark unterscheidenden Aufgaben in einem Angebot bündelt und anbietet.

Als nächstes werden die unterstützenden bzw. sekundären Aktivitäten der Wertschöpfungskette betrachtet. Eine dieser Aktivitäten ist die *Normung und Standardisierung*. Treiber für eine Standardisierung und Verbreitung der RFID-Technologie sind einheitliche Protokolle, Frequenzen, Bauweisen oder Übertragungstechniken (Ngai et al. 2008, Bhuptani und Moradpour 2005). Wichtige Organisationen in diesem Anwendungsfeld sind die GS1 oder Conférence Européenne des Postes et Télécommunications (CEPT).

Die Verbreitung von RFID wird weiterhin durch *Forschung und Entwicklung* in unterschiedlichen Fachgebieten begünstigt. So wird beispielsweise ausgehend von betriebswirtschaftlichen Standpunkten der Kosten-Nutzen-Aspekt betrachtet (z. B. Reyes et al. 2012, Véronneau und Roy 2009) sowie Anwendungsszenarien oder Simulationen durchgeführt (z. B. Condea et al. 2012, Thiesse et al. 2009). Die technische Weiterentwicklung wird durch eine Betrachtung aus der Informatik oder Elektrotechnik vorangetrieben (z. B. Philipose et al. 2005, Nikitin et al. 2005). Wichtige Forschungseinrichtungen sind die Auto-ID-Labs (Haffey et al. 2002), ein Zusammenschluss mehrerer akademischer Forschungsinstitutionen.

Die *Beratung* ist die dritte sekundäre Aktivität der RFID-Wertschöpfungskette. Aufgrund der Komplexität einer RFID-Implementierung und der Marktstruktur kann die Beratung vielfältig sein und bezüglich des Umfangs stark variieren. Während viele Beratungsaufgaben direkt von den Systemintegratoren ausgeführt werden, ist das potentielle Spektrum eines Beraters durch die differenzierte Sichtweise und Positionierung jedoch umfangreicher (Wasse 2012). Denkbare Aufgaben eines Beraters sind die Konzeption einer Einführung, Machbarkeitsanalysen und ROI-Berechnungen, die Durchführung von Schulungen, das Training der Anwender oder die allgemeine Identifikation von Verbesserungspotentialen.

1.3 RFID-Projekte im Einzelhandel

In diesem Abschnitt wird der Fokus auf die Durchführung von RFID-Projekten gelegt. Fruth et al. (2011) werteten diesbezüglich insgesamt Angaben von 119 Teilnehmern in deren Studie aus. Bei 80% der Studienteilnehmer wurde RFID im Bereich Logistik implementiert. 50% der Teilnehmer geben darüber hinaus an, RFID speziell für intralogistische Prozesse zu verwenden. Weiterhin passend zum Fokus dieser Dissertation beträgt der Anteil der Studienteilnehmer aus dem Bereich Handel und Textilindustrie über 50%. Das Projektbudget für die RFID-Implementation ist bei einem Großteil der Studienteilnehmer auf 500.000 Euro beschränkt.

Insgesamt wurden von 77% der befragten RFID anwendenden Unternehmen keinerlei praktische Erfahrungen mit dieser Technologie und nur von 26% der Unternehmen zumindest theoretische Kenntnisse angegeben. Ebenfalls war in 77% der Fälle kein Pro-

jektmitarbeiter als Vollzeitkraft integriert. Bei jedem vierten Projekt wurden die mit RFID verbundenen Aufgaben nur nebenbei durchgeführt. Alle diese Gegebenheiten führten neben weiteren Gründen dazu, dass nur rund die Hälfte der RFID-Projekte als erfolgreich abgeschlossen angegeben wurde (Fruth et al. 2011).

Abbildung 5 zeigt basierend auf den Studienergebnissen weitere Aspekte, die neben der beschriebenen *Zusammensetzung des Projektteams* den erfolgreichen Abschluss eines RFID-Projekts beeinflussen. So ist die Beschaffenheit der *Planungsansätze* – inwiefern spezielle RFID-Leitfäden, interne Vorgaben oder Vorschläge beteiligter Partner zum Einsatz kommen – sowie die klare und rechtzeitige Definition des RFID-Einsatzes und des zu erwartenden Nutzens erfolgsentscheidend. Darüber hinaus beeinflussen *technische Aspekte* wie die Komplexität der Systemintegration und eine möglichst frühzeitige Machbarkeitsanalyse den Projekterfolg. Weiterhin spielen *externe Faktoren*, *Einschätzungen* sowie die *Motivation* der Projektmitarbeiter und des Managements eine wichtige Rolle. Die Resultate der Studie bestätigen den beobachteten „Credibility Gap“. Auch hier werden erwartete Erfolge unter anderem aufgrund nicht vorhandener Leitfäden und Planungskompetenzen sowie fehlender RFID-Kenntnisse der Projektmitarbeiter meist nicht erreicht (Fruth et al. 2011, Lee und Ozer 2007).

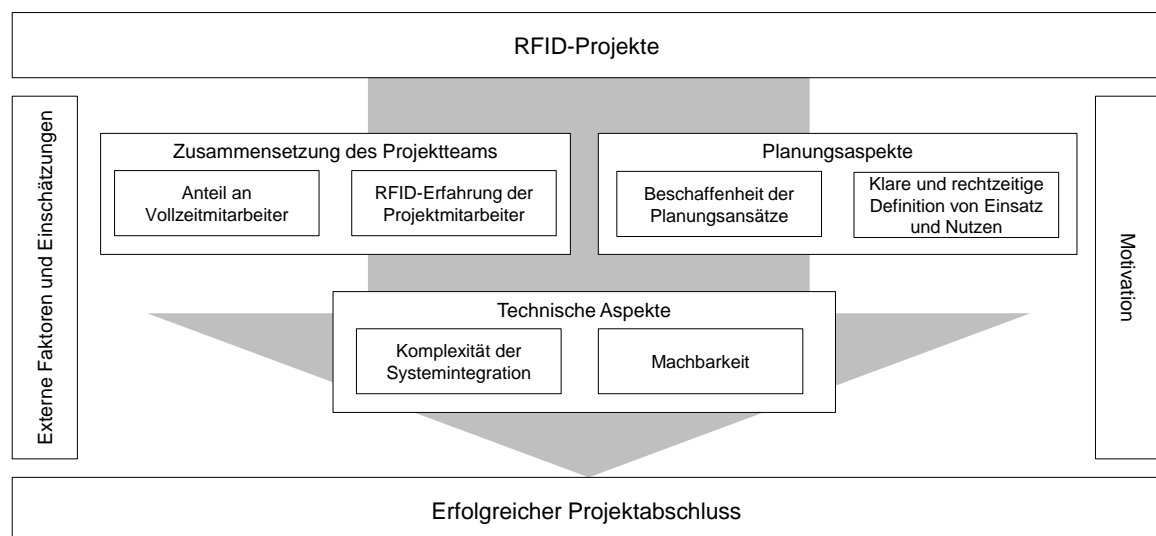


Abbildung 5: Aspekte eines erfolgreichen RFID-Projektabschlusses

Das in dieser Dissertation betrachtete RFID-Projekt (vgl. Kapitel 4.3) stimmt mit vielen Charakteristiken der vorgestellten Studie überein. So wurden schwerpunktmäßig intralogistische Prozesse betrachtet. Das veranschlagte Projektbudget sowie der Umfang und die Abteilung der Mitarbeiter (hauptsächlich Logistik und IT) entsprechen ebenfalls der schwerpunktmäßigen Zusammensetzung der Stichprobe. Auch besaßen die Projektmitarbeiter wie in den meisten beobachteten Fällen der Studie keine Erfahrung mit RFID.

Die in dieser Arbeit betrachtete Projektkooperation zwischen der Wissenschaft und dem RFID anwendenden Unternehmen startete im April 2012. Basierend auf den während der

kontinuierlichen Zusammenarbeit gewonnenen Erfahrungen wird ersichtlich, dass sich der initiale Projektverlauf einer RFID-Einführung grundsätzlich in sechs Phasen gliedern lässt. Abbildung 6 zeigt diese Phasen, indem auf der x-Achse der zeitliche Projektfortschritt sowie auf der y-Achse die Einstellung gegenüber RFID von negativ über neutral bis positiv dargestellt ist. Insgesamt ist zu beobachten, dass sich die Einstellung des anwendenden Unternehmens gegenüber RFID im Projektverlauf je nach Phase als sehr volatil herausstellt.

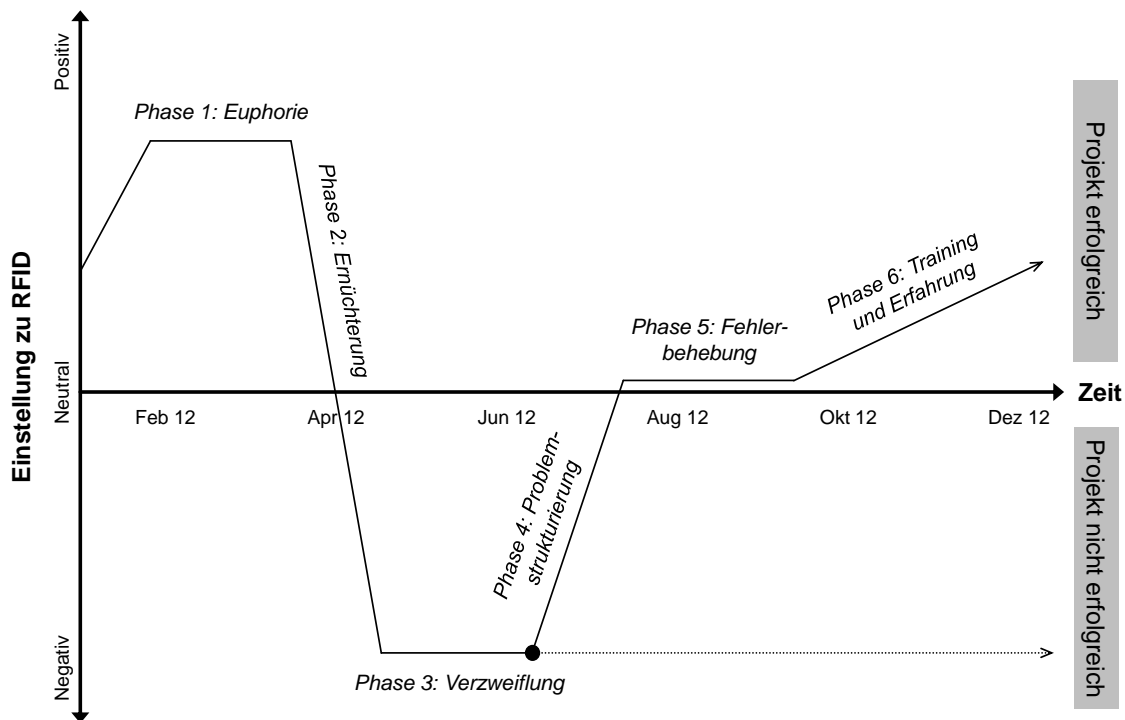


Abbildung 6: Typischer Verlauf eines RFID-Einführungsprojekts

Zum Beginn eines RFID-Projekts ist eine *Euphorie* zu beobachten. Diese entsteht durch die vielversprechenden Vorteile, die der RFID-Technologie zugeschrieben werden. Den Unternehmen wird suggeriert, dass ein Großteil der bestehenden Schwierigkeiten durch die reine Installation von RFID-Hardware gelöst werden kann. Dieser euphorischen Erwartungshaltung folgt unweigerlich eine Phase der *Ernüchterung*. Hier realisieren die Anwender zum einen, dass allein die Einführung der Technik nicht den prognostizierten Nutzen bringt. Zum anderen entstehen durch die RFID-Einführung neue, bis dahin unbekannte Probleme wie beispielsweise hohe Differenzen zu bestehenden Bestandsystemen oder falsch durchgeführte Prozesse, die sich im Zuge der RFID-Installation geändert haben. Diese Ernüchterung wird durch unterschätztes Change Management des meist unerfahrenen Personals verstärkt, das in den mit neuer Technik ausgestatteten Stores durchgeführt werden muss. Die beschriebenen Gegebenheiten führen zur Phase der *Verzweiflung*, in der sich das anwendende Unternehmen mit einer Hilflosigkeit hinsichtlich der neuen Probleme und der nicht erreichten Ziele konfrontiert sieht.

Die nun folgende Zeit des Projekts ist äußerst sensibel. Sie entscheidet darüber, ob das Projekt in einer negativen Einstellung gegenüber RFID als nicht erfolgreich endet oder ob versucht wird, die bestehenden Schwierigkeiten zu beheben. In der vorliegenden Projektkooperation wurde eine systematische *Problemstrukturierung* vorgenommen. Zunächst wurden mögliche Ursachen und Problemquellen identifiziert. In einer darauffolgenden Phase der *Fehlerbehebung* wurden die Probleme durch die Erstellung und Durchführung von Tests und Maßnahmen schrittweise und gezielt behoben. Ein derartig strukturierter Ansatz lässt die vorher negative Einstellung gegenüber RFID wieder in den neutralen, leicht positiven Bereich vordringen.

Erste Erfolgserlebnisse dieses Vorgehens resultieren schließlich in der Phase *Training und Erfahrung*. Hierbei werden erfolgreiche Fehlerbehebungsmaßnahmen dokumentiert und die gewonnenen Erfolge den Mitarbeitern weitergegeben. Darüber hinaus wird das Wissen und die Erfahrung im Umgang mit RFID durch gezielte Schulungsmaßnahmen erweitert. Auf diese Weise entwickelt sich bei weiterer Anstrengung und kontinuierlich beobachtbaren Erfolgen eine zunehmend positive Einstellung gegenüber der Technologie. Im Optimalfall wird während des weiteren Projektverlaufs die Einstellung der ursprünglichen Euphoriephase erreicht.

Insgesamt zeigen der beobachtete Projektverlauf und die beschriebenen Phasen optische Gemeinsamkeiten mit dem RFID-Hype-Cycle von Gartner (Fenn und Raskino 2008).

1.4 Bedeutung der Dissertation

1.4.1 Forschungsfragen

Dieser Abschnitt beschreibt signifikante Lücken der aktuellen Literatur bezüglich der RFID-Anwendung. Daraus resultiert ein eindeutiger Forschungsbedarf, der durch die Formulierung von vier Forschungsfragen ausgedrückt wird. Diese vorgestellten Fragen bilden gleichzeitig die Basis dieser Dissertation und werden im Zuge der Abarbeitung gezielt beantwortet.

Um den Erfolg von Projekten zu erhöhen, wird die Bedeutung des Planungs- und Implementierungsprozesses in der Literatur ausführlich diskutiert. So beschreiben beispielsweise Reyes und Jaska (2007) umfangreiche Überlegungen zur Implementierung einer RFID-Infrastruktur sowie eine Übersicht der durchzuführenden Schritte. Dementsprechend sollten zunächst *Potentiale und Grenzen der RFID-Technologie* erkannt werden. Die Überlegungen von Hardgrave und Miller (2006) greifen hierzu etwa die Mythen um RFID auf und beziehen strukturiert Stellung. Das Ergebnis des ersten Schritts ist demnach die Erkenntnis darüber, was durch den Einsatz von RFID prinzipiell zu erreichen ist und welche Probleme auch damit nicht gelöst werden können. In einem zweiten Schritt

sollte das *bestehende System und die vorhandene Infrastruktur analysiert* und klare Ziele definiert werden (z. B. Gambon 2006). Die anschließende Erstellung eines *Business Case* ermöglicht es, den ROI vor einer Implementierungsentscheidung zu berechnen und damit entsprechende Projekte zu rechtfertigen (z. B. Greengard 2007, Collins 2006).

Im vierten Schritt sollte nach Reyes und Jaska (2007) eine *Anforderungsanalyse* durchgeführt werden. Hier wird beispielsweise festgelegt, inwiefern Prozessänderungen auftreten können oder auf welche Weise und in welchem Umfang das Potential von RFID genutzt werden kann. Vor der Implementierung sollte dem Schlüsselpersonal und vor allem späteren Anwendern die Möglichkeit gegeben werden, die RFID-Infrastruktur anhand von *Prototypen* zu testen. Auf diese Weise können Fehler und unvorhergesehene Schwierigkeiten, zum Beispiel in Verbindung mit der bestehenden räumlichen Struktur, frühzeitig erkannt werden.

Nach der eigentlichen *Implementierung* verweisen Reyes und Jaska (2007) auf die Notwendigkeit, die RFID-Infrastruktur in einem siebten Schritt zu überwachen (*Monitoring*) und gleichzeitig in einem achten Schritt kontinuierlich zu verbessern. Alle beschriebenen Schritte sind in Abbildung 7 visualisiert sowie nach theoretischen und praktischen Tätigkeitsarten eingeordnet.

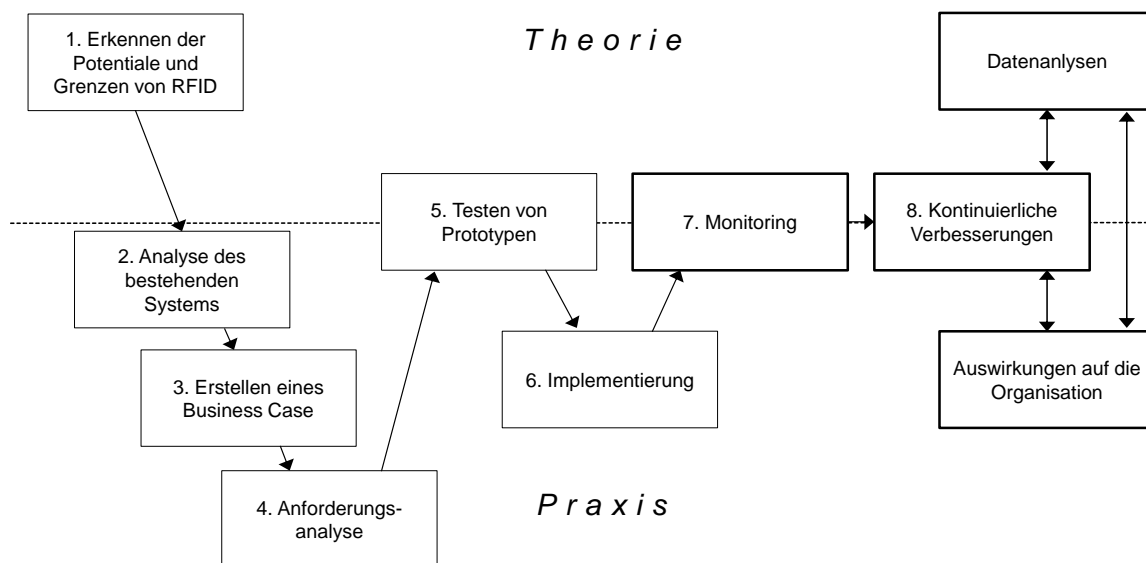


Abbildung 7: Strukturierter Einführungsprozess eines RFID-Systems

Während für die Schritte 1-6 umfassende Literatur vorhanden ist (vgl. Kapitel 1.1 und Kapitel 3), fehlt es gerade bezüglich der entscheidenden Schritte des Monitoring und der *kontinuierlichen Verbesserung* bereits installierter RFID-Infrastrukturen an unterstützender Forschungsarbeit. Die Notwendigkeit wird von Reyes und Jaska (2007) zwar erwähnt, allerdings mangelt es an Methoden, um diese Schritte durchzuführen. In Verbindung mit dem „Credibility Gap“ von Lee und Ozer (2007) wird ersichtlich, dass die umfangreich vorhandenen Ziele zwar beschrieben sind, diese allerdings durch eine reine Implementierung von RFID, beispielsweise aufgrund Qualitätsproblemen oder auftretenden

den Fehlern, nicht gleichzeitig erreicht werden (Hardgrave et al. 2008, Moon und Ngai 2008). Entsprechend dieser Faktoren lautet die erste Forschungsfrage der Dissertation:

Forschungsfrage 1: Wie können auftretende Fehler einer bereits installierten RFID-Infrastruktur gezielt identifiziert und klassifiziert werden, um die Datenqualität zu erhöhen und damit die kontinuierliche Verbesserung der Infrastruktur zu ermöglichen?

Es besteht eine klaffende Lücke zwischen den theoretischen Vorteilen bzw. versprochenen Effekten durch RFID sowie den Maßnahmen, diese tatsächlich zu erreichen. Demnach beschreiben Ngai et al. (2008) in einer umfassenden RFID-Literaturanalyse es als eine der größten Herausforderungen, die bestehende Lücke zwischen der RFID-Forschung und den praktischen Anwendern zu schließen. Keine von den Autoren untersuchte Arbeit beinhaltet nützliche Leitfäden oder Handlungsmaßnahmen für Praktiker, um die RFID-Infrastruktur zu implementieren sowie anschließend zu evaluieren und kontinuierlich verbessern zu können. Darauf aufbauend zeigt Abbildung 7, dass sich die in dieser Dissertation untersuchten Schritte 7 und 8 der RFID-Implementierung genau an der Schnittstelle zwischen Theorie und Praxis bewegen. Die kontinuierlichen Verbesserungen könnten dabei durch eine Wechselwirkung zwischen intensiven Datenanalysen und den beobachteten Auswirkungen der durchgeführten Maßnahmen auf die Organisation erzielt werden. Die zweite Forschungsfrage lautet:

Forschungsfrage 2: Welche konkrete Maßnahmen, Leitfäden oder Frameworks können die Lücke zwischen Theorie und Praxis schließen, um Praktikern eine systematische Fehlerbehebung und dauerhafte Datenqualitätsverbesserung zu gewährleisten?

Indikatoren für die Auswirkung einer RFID-Implementierung auf beispielsweise Supply Chains (z. B. Veeramani et al. 2008, Bendavid et al. 2007) oder Simulationen für die Auswirkung von RFID auf die Lagerbestandsverwaltung (z. B. Condea et al. 2012, Wamba und Bendavid 2008) sind bereits mehrfach untersucht. Detaillierte Vorgehensweisen und Vorschläge, wie ein Monitoring der eingeführten RFID-Prozesse ermöglicht werden könnte, sind jedoch nicht zu finden. Entsprechend Thiesse et al. (2009) mangelt es derzeit an Messmethoden, um die Effektivität ablaufender RFID-Prozesse sichtbar zu machen bzw. transparent zu gestalten. Ist die Datenqualität der vom RFID-System produzierten Daten auf Basis dieser Transparenz schließlich verbessert, so gilt es, jeden ablaufenden RFID-Prozess gezielt zu überwachen. Auf diese Weise kann die Datenqualität aufrechterhalten und auftretenden Fehlern rechtzeitig entgegengewirkt werden. Die dritte Forschungsfrage lautet entsprechend:

Forschungsfrage 3: Auf welche Weise sollten Messgrößen definiert und verwendet werden, um die Effektivität sämtlicher RFID-Prozesse transparent zu gestalten und bei einer gleichzeitig möglichst einfachen Visualisierung langfristig sicherzustellen?

Die ersten drei Forschungsfragen haben primär zum Ziel, Praktiker bei der Anwendung und Pflege eines implementierten RFID-Systems zu unterstützen. Gleichzeitig sollen diese unterstützenden Maßnahmen jedoch wissenschaftlich evaluiert werden und in vergleichbaren Szenarien allgemein anwendbar sein. Es gilt daher, die gewünschte Verbindung von Theorie und Praxis trotz des bekannten Zielkonflikts von präzisen, wissenschaftlichen Erkenntnissen und gleichzeitig nützlichen, praktischen Auswirkungen (Argyris und Schön 1989) zu erreichen. Die gewählte Forschungsmethode hat auf das Erreichen beider Ziele eine entscheidende Auswirkung (DeLuca und Kock 2007). In dieser Dissertation wird daher bei der Wahl und Anwendung der Methodik die vierte Forschungsfrage berücksichtigt:

Forschungsfrage 4: Welche Forschungsmethode ist zu wählen und gegebenenfalls auf welche Weise anzupassen, um einen ausreichenden Grad sowohl an wissenschaftlicher Erkenntnis als auch an praktischer Relevanz zu erzeugen?

1.4.2 Relevanz

Nach den beschriebenen Forschungsfragen wird in diesem Abschnitt sowohl die allgemeine Relevanz der RFID-Thematik als auch die spezielle Relevanz dieser Dissertation aufgezeigt. Abbildung 8 zeigt die Zusammenhänge beider Aspekte. Diese Darstellung vereint und erweitert die beiden in Kapitel 1.1 beschriebene Grafiken.

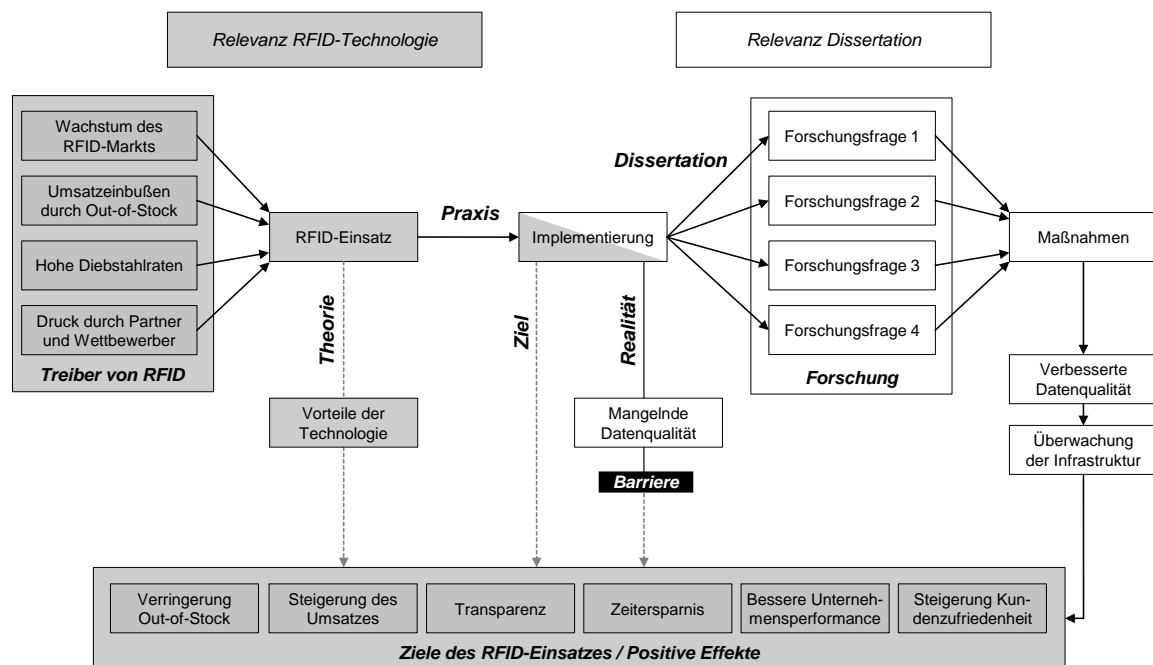


Abbildung 8: Relevanz von RFID und der Dissertation

Die Relevanz der RFID-Technologie an sich wird allein durch die prognostizierten Zahlen für 2017 deutlich. So soll sich der Absatz von Transpondern auf 26 Milliarden Einheiten im Vergleich zu 2010 vervielfachen und das gesamte RFID-Marktvolumen auf 28

Milliarden US-Dollar steigen (Schindler et al. 2012, Das und Harrup 2005). Weiterhin existiert neben den in Kapitel 1.1 erläuterten Diebstahlraten und Umsatzeinbußen (aufgrund durchschnittlich 8% Out-of-Stock-Raten) ein Druck durch die RFID bereits einsetzenden Kunden oder Partner, diese Technologie für langfristige Kooperationen ebenfalls zu verwenden (Ranganathan und Jha 2005, Corsten und Gruen 2003). Ein derartiger Druck kann ebenfalls durch das Wettbewerbsumfeld entstehen (Brown und Russel 2007).

Die Ziele, die sich aus den Vorteilen des RFID-Technologieeinsatzes ergeben, werden beispielsweise mit quantitativen Methoden erfragt (z. B. Osyk et al. 2012) oder in Fallstudien und Erfahrungswerten erfolgreicher Projekte beschrieben (z. B. Tellkamp und Quede 2005). Die Relevanz der RFID-Technologie ergibt sich entsprechend Abbildung 8 einerseits aus den externen Faktoren und Treibern für RFID sowie andererseits aus den Zielen, die durch die Vorteile der Technologie für die Anwender erreicht werden können, um deren Wettbewerbsfähigkeit dauerhaft zu erhöhen.

Langfristig sollen mit einer RFID-Implementierung die in der Theorie beschriebenen Mehrwerte erreicht werden. Entsprechend Abbildung 8 wird jedoch in der Realität die Verlässlichkeit der RFID-Daten durch eine mangelnde Datenqualität eingeschränkt (vgl. Kapitel 5). Als Folge sind die prognostizierten Ziele nicht zu erreichen, da sie auf der Annahme beruhen, dass RFID-Daten korrekter als die Informationen konventioneller Bestandssysteme sind. Die Dissertation beschäftigt sich mit dieser Problematik und beschreibt im Zuge der Beantwortung aller vorgestellten Forschungsfragen Maßnahmen und Methoden, um die Datenqualität eines implementierten RFID-Systems nachweislich zu erhöhen. Auf diese Weise wird die mangelnde Datenqualität als Hindernis zum Erreichen der positiven Effekte auf das Unternehmen beseitigt und die *Relevanz dieser Dissertation* deutlich. Gleichzeitig wird durch die systematischen Ansätze dieser Arbeit versucht, der hohen Rate an gescheiterten RFID-Projekten (vgl. Kapitel 1.3) entgegenzuwirken.

1.4.3 Zielgruppe

Die Arbeit richtet sich entsprechend der beschriebenen Forschungsfragen zum einen an *Wissenschaftler und Forschungseinrichtungen*, die sich allgemein mit der *Aktionsforschung* sowie speziell mit der RFID-Technologie – insbesondere bei einer Anwendung im Bereich *Handel (Retail)* – beschäftigen.

Zum anderen sind alle *praktischen Anwender der RFID-Technologie* die zweite Zielgruppe dieser Dissertation. Das können sowohl *operative Mitarbeiter* eines Stores sein, die unmittelbar von der RFID-Einführung betroffen sind, als auch *Projektmitarbeiter* oder *Projektleiter*, die Bestandteil eines RFID-Implementierungsprojekts sind. Vor allem

die vorgestellten Regeln des RFID-Systemmanagements können Praktiker dabei unterstützen, eine RFID-Infrastruktur zu verbessern und zu überwachen.

1.5 Struktur

Dieser Abschnitt stellt die kapitelbasierte Abarbeitung der Dissertation vor. So wird in *Kapitel 1* zunächst eine Einführung in die wichtigsten Grundlagen der RFID-Technologie gegeben. Weiterhin wird vor allem die Relevanz der Dissertation und des behandelten Gebiets begründet. Gleichzeitig werden mehrere Forschungsfragen formuliert, die als zentraler Ausgangspunkt der Arbeit gelten.

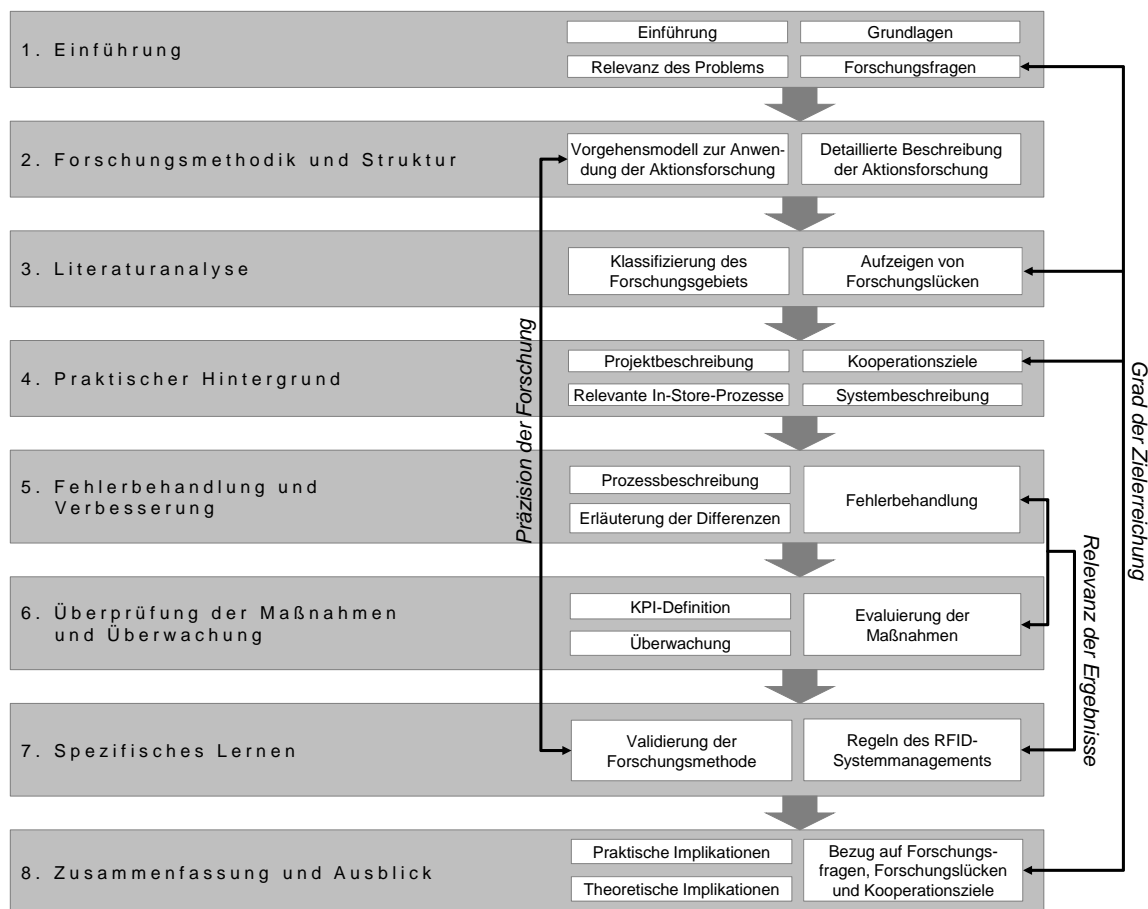


Abbildung 9: Struktur der Dissertation

In *Kapitel 2* wird intensiv begründet, warum die Verwendung der Aktionsforschung für das Erreichen der Ziele der Dissertation geeignet ist. Diese Forschungsmethode wird detailliert vorgestellt und ihre vielfältig möglichen Varianten beschrieben. Darauf aufbauend wird die in dieser Dissertation verwendete Ausprägung begründet. Gleichzeitig wird ein Vorgehensmodell vorgeschlagen, mit dessen Hilfe die gewählte Methode in vergleichbare Forschungsarbeiten eingebunden werden kann.

Kapitel 3 beinhaltet eine strukturierte Literaturanalyse. Hier werden die bestehende Literatur klassifiziert, relevante Bereiche und Zusammenhänge detailliert beschrieben, bestehende Lücken aufgezeigt sowie die eigene Forschungsarbeit eingeordnet und deren Schwerpunkte erläutert.

Kapitel 4 beschreibt den Hintergrund des durchgeführten Projekts bzw. die Kooperation mit dem entsprechenden Retailer. Es werden sowohl Projektziele als auch das Projektteam und der Projektplan dargestellt. Weiterhin wird detailliert auf technische Komponenten und die Systemlogik der implementierten RFID-Infrastruktur eingegangen. Darüber hinaus werden sämtliche durch die Einführung beeinflussten intralogistischen Prozesse eines Stores (*In-Store-Prozesse*) identifiziert und beschrieben. Alle weiteren Kapitel beziehen sich dann auf die dort beschriebene RFID-Infrastruktur.

In *Kapitel 5* werden Differenzen zwischen dem traditionellen Bestandssystem und den RFID-Daten erläutert, die auf eine mangelnde Datenqualität schließen lassen. Weiterhin werden auftretende Fehler jedes in Kapitel 4 identifizierten In-Store-Prozesses klassifiziert sowie Tests und Maßnahmen zur Behebung vorgestellt und durchgeführt. Darauf aufbauend werden in *Kapitel 6* verschiedene Messgrößen definiert und diskutiert, um die Wirksamkeit der durchgeführten Fehlerbehandlung zu evaluieren. Gleichzeitig wird auf entscheidende Aspekte eingegangen, die bei einer Entscheidung für die Verwendung bestimmter Messgrößen berücksichtigt werden sollten. Mit Hilfe der Messgrößen ist es einerseits möglich, die Effektivität der Fehlerbehandlung zu bewerten sowie andererseits, bestehende RFID-Prozesse zu überwachen.

Kapitel 7 beschreibt basierend auf den Erfahrungen und Resultaten der Forschungskoperation vier Regeln, die ein erfolgreiches RFID-Systemmanagement ermöglichen. Werden diese Regeln befolgt, kann die Datenqualität der RFID-Infrastruktur kontinuierlich erhöht und überwacht werden, was wiederum in einer stark vergrößerten Erfolgswahrscheinlichkeit des RFID-Implementierungsprojekts resultiert. Weiterhin wird eine umfassende Evaluierung der verwendeten Forschungsmethode durchgeführt.

Kapitel 8 fasst alle gewonnenen Erkenntnisse zusammen und stellt neben den Limitationen sowohl praktische als auch theoretische Implikationen der Dissertation vor. Gleichzeitig wird der Bezug (i) zu den in Kapitel 1 formulierten Forschungsfragen, (ii) zu den in Kapitel 3 identifizierten Forschungslücken sowie (iii) zu den in Kapitel 4 erstellten Kooperationszielen hergestellt. Auf diese Weise wird die Bedeutung sämtlicher Dissertationsergebnisse herausgestellt.

Alle folgenden Hauptkapitel beginnen jeweils mit dem Abschnitt *Übersicht*. Hier wird dem Leser in wenigen aber stichhaltigen Punkten die grobe Zielsetzung und Vorgehensweise des entsprechenden Kapitels verdeutlicht.

Abbildung 9 zeigt die beschriebenen Inhalte der jeweiligen Kapitel. Weiterhin werden durch wichtige Bezugspunkte dieser Inhalte drei entscheidende Aspekte der Dissertation herausgestellt. Zum einen gewährleistet die Validierung der Forschungsmethode die *Präzision der Forschung*. Zum anderen wird die *Relevanz der Ergebnisse* und der Forschungsarbeit durch die für Praktiker anwendbaren Regeln des RFID-Systemmanagements verdeutlicht. Um darüber hinaus den *Grad der Zielerreichung* transparent zu gestalten, bezieht sich Kapitel 8 wie beschrieben auf alle Forschungsfragen, Forschungslücken und praktischen Projektziele.

Nachdem im nächsten Abschnitt die Zielgruppe der Dissertation beschrieben wird, beschäftigt sich Kapitel 2 mit der verwendeten Forschungsmethode. Am Ende des zweiten Kapitels wird weiterhin erläutert, wie die Struktur der Dissertation auf die Vorgehensweise der gewählten Forschungsmethode zu transferieren ist.

2 Forschungsmethodik

2.1 Übersicht

Die Wahl der passenden und validen Forschungsmethode für die jeweilige Problemsituation und der damit verbundenen Lösungsstrategie ist essentiell für die Qualität einer wissenschaftlichen Arbeit. Mit steigendem Umfang einer Arbeit wird es umso wichtiger, die bereitgestellte Methodik konsequent zu verwenden. Die vorliegende Dissertation verwendet als Forschungsmethode die Aktionsforschung, die trotz ihres Potentials insgesamt nur selten angewandt wird. Um die Verbreitung und das Verständnis für die Aktionsforschung zu fördern, wird sie in Kapitel 2 detailliert behandelt:

- Zunächst werden einschlägige Merkmale der Aktionsforschung beschrieben sowie eine umfassende Definition dieser Methode vorgenommen. In Kapitel 2.3 wird dann ein Vorgehensmodell vorgestellt, das als ein Leitfaden zur Anwendung der Aktionsforschung in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet werden kann.
- Entsprechend des Leitfadens werden in Kapitel 2.4 verschiedene Kriterien aufgestellt, die für die erfolgreiche Verwendung der Aktionsforschung erfüllt sein müssen. Anschließend wird auf grundlegende Eigenschaften wie Stärken, Schwächen und Verbreitung eingegangen (Kapitel 2.5). Darauffolgend werden eine epistemologische Einordnung der Aktionsforschung vorgenommen und wichtige wissenschaftliche Begriffe erklärt (Kapitel 2.6).
- Nachdem in Kapitel 2.7 mögliche Ausprägungen und Typen der Aktionsforschung beschrieben und gegeneinander abgegrenzt werden, wird in Kapitel 2.8 der in dieser Arbeit verwendete Typ identifiziert und begründet.
- In Kapitel 2.9 wird die Konzeption eines Aktionsforschungsartikels erläutert. Daraufhin wird die bereits vorgestellte Struktur der Dissertation (vgl. Kapitel 1.5) mit den verschiedenen Phasen der Forschungsmethode harmonisiert. Kapitel 2.10 geht schließlich auf die Validierung ein.

2.2 Merkmale und Definition

Eine erste Definition der Aktionsforschung wurde von Hult und Lennung (1980) vorgenommen. Hier wird sie vor allem als Hilfsmittel und Instrument hinsichtlich der prakti-

schen Problemlösung bei der gleichzeitigen Generierung von wissenschaftlichen Erkenntnissen gesehen. Durch die Kollaboration von Forschern und Praktikern werden die Kompetenzen beider Parteien erweitert, indem durch einen zyklischen Problemlösungsansatz gewonnene Daten verwendet werden. Basierend auf einem wechselseitig anerkannten Lösungs-Framework und den damit verbundenen Aktionen wird schließlich das untersuchte soziale Gebilde bzw. die Organisation besser verstanden.

Bei anderen Definitionen wird ebenfalls die Verbindung von Theorie im Sinne von *wissenschaftlichen Erkenntnissen* und der Praxis hinsichtlich der *Relevanz und Anwendbarkeit der Lösungen* betont (DeLuca und Kock 2007, Checkland und Poulter 2006, Baskerville 1999). Auf der einen Seite stehen hierbei Probleme bzw. eine spezifische Problemsituation, die durch praktische Umstände in sozialen Organisationen entstehen. Auf der anderen Seite wird die nachhaltige Lösung dieses Problems durch die Zusammenarbeit eines gemischten Konsortiums erreicht, das aus Forschern und Praktikern besteht (Wilde und Hess 2007, Grütter et al. 1998). Diese Zusammenarbeit wird durch die Einbindung des Forschers in die soziale Organisation ermöglicht. Die damit verbundene praktische Problemlösung wird als zentrales Element der Aktionsforschung gesehen (Baskerville 1999). Demnach beschreiben Baskerville und Wood-Harper (1996) diese Methode als eine post-positivistische Forschungsmethode, die sich ideal für die Untersuchung von Technologien in sozialen Organisationen bzw. im menschlichen Kontext eignet.

Ein weiteres, zentrales Merkmal der Aktionsforschung ist die zyklische Ausprägung des Problemlösungsansatzes. Susman und Evered (1978) beschreiben erstmals einen zyklischen Problemlösungsprozess, der insgesamt aus fünf sich wiederholenden Phasen besteht. Die (i) *Diagnosephase* analysiert zunächst grundsätzliche und spezifische Probleme, wobei auf eine Simplifikation der Realität verzichtet wird. Das Ergebnis der Diagnose sind theoretische Annahmen, Frameworks, Forschungsfragen oder Hypothesen. In der (ii) *Planungsphase* definieren Forscher und Praktiker gemeinsam Schritte, um die Probleme der Diagnose gezielt zu beheben bzw. zu verbessern. Die folgende (iii) *Durchführung* beinhaltet die gemeinschaftliche, praktische Umsetzung sämtlicher geplanter Maßnahmen. Während der (iv) *Evaluierungsphase* werden die Ergebnisse der Durchführung bewertet. Als Grundlage hierfür dienen die während der Diagnose erstellten Frameworks, Forschungsfragen oder Hypothesen. Die Bewertung der Effektivität sämtlicher durchgeführter Aktionen führt schließlich fließend in (v) die *spezifische Lernphase*. Hier werden basierend auf den Ergebnissen weitere Schritte eingeleitet sowie durchgeführte Maßnahmen verändert oder erweitert. Das Ziel ist die Lösung aller diagnostizierten Probleme der untersuchten Organisation bzw. Infrastruktur (DeLuca und Kok 2007, Baskerville 1999, Susman und Evered 1978).

Die fünf Phasen des zyklischen Problemlösungsansatzes sind in Abbildung 10 visualisiert. Obwohl auch ein einmaliger Durchlauf aller Phasen denkbar ist (Baskerville und

Wood-Harper 1998), werden die fünf beschriebenen Phasen grundsätzlich mehrere Male durchlaufen, bis schließlich ein gewünschtes oder befriedigendes Ergebnis erreicht ist (McKay und Marshall 2001). Als wichtigste Phase wird dabei die spezifische Lernphase gesehen, da dort das bisherige Vorgehen sowie die gewonnenen Erkenntnisse kritisch reflektiert werden und das daraus resultierende Wissen die Basis für weitere Iterationen ist (DeLuca und Kok 2007, Lau 1997). Folglich zieht sich diese Phase als zentrales Element durch alle weiteren Phasen und Iterationen.

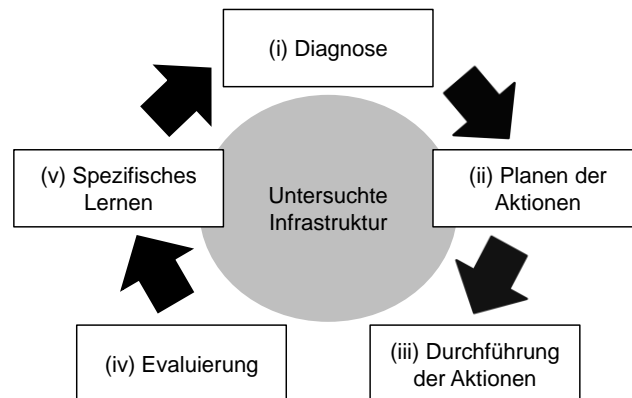


Abbildung 10: Die fünf Phasen der „klassischen“ Aktionsforschung

Hinsichtlich der Bedeutung von Forschungsergebnissen ist für die Aktionsforschung weiterhin prägend, dass die Ergebnisse und Resultate sämtlicher Maßnahmen insgesamt sowohl zu den Anliegen der Praktiker in der jeweiligen Organisation als auch zu den Zielen der Forschung beitragen sollen (Clark 1972, Rapoport 1970). Die Verbindung dieser Aspekte bezeichnen Argyris und Schön (1978) als „double loop learning“. Gemeint ist eine Restrukturierung der untersuchten sozialen Infrastruktur, welche gleichzeitig die Erkenntnisse und Motivation der zugrundeliegenden Forschung berücksichtigt.

Im deutschen Sprachgebrauch existiert derzeit keine umfassende Definition der Aktionsforschung. Alle aus der Literatur vorgestellten Aussagen und zentralen Charakteristiken werden schließlich berücksichtigt, um eine treffende Definition vorzunehmen:

Aktionsforschung ist eine Wissenschaft und Praxis erfolgreich verbindende Forschungsmethode, die in den meisten möglichen Ausprägungen einen interpretativen Charakter besitzt. Im Zentrum steht ein beobachtetes Problem einer sozialen Organisation oder Infrastruktur, welches durch Zusammenarbeit von Praktikern und aktiv in den Problemlösungsprozess eingreifenden Forschern basierend auf formulierten Forschungsfragen, Hypothesen und/oder Frameworks in einem zyklischen Problemlösungsprozess analysiert, strukturiert und schrittweise gelöst wird. Die Lösung des Problems steht dabei in Einklang mit den Zielen des Forschers und der Praktiker, wobei gewonnene Erkenntnisse und gesammeltes Wissen die Kompetenzen beider Parteien signifikant erweitern.

2.3 Vorgehensmodell für die Anwendung

Um die Aktionsforschung als Forschungsmethode erfolgreich anwenden zu können sowie um gleichzeitig den wissenschaftlichen und praktischen Nutzen sämtlicher Ergebnisse sicherzustellen, beschreibt Abbildung 11 alle hierzu für notwendig erachtete Schritte (*Grundlegende Einordnung*). Diese Schritte sollten alle Arbeiten beinhalten, die die Aktionsforschung verwenden.

Als erstes ist zu beurteilen, ob sich die Aktionsforschung für die vorliegende Problemstellung der wissenschaftlichen Arbeit prinzipiell eignet (*1 – Eignung*). Damit verbundene Kriterien werden vor allem in Kapitel 2.4 behandelt. Weiterhin ist aufgrund des uneinheitlich verwendeten Aktionsforschungsvokabulars eine ontologische und epistemologische Einordnung vorzunehmen (*2 – Kategorisierung A*). Ebenso sollte der jeweils verwendete Aktionsforschungstyp identifiziert werden (*3 – Kategorisierung B*). Die Forschungsarbeit ist dann auf Basis der spezifischen Regeln des gewählten Typs abzuhandeln (*4 – Anwendung*) und schließlich hinsichtlich der Relevanz von Methode und Ergebnissen zu validieren (*5 – Validierung*).

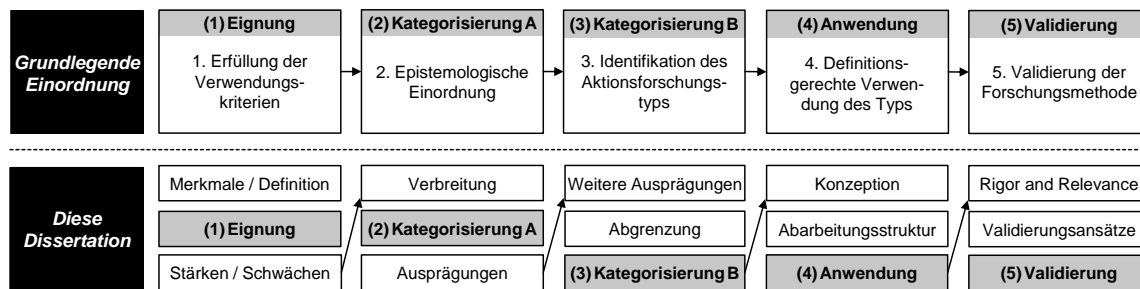


Abbildung 11: Verwendung der Aktionsforschung als Forschungsmethode

Aufgrund der begrenzten Verbreitung und Anwendung der Aktionsforschung zeigt Abbildung 11 in den unteren Hälfte, wie die vorgeschlagenen fünf Schritte um zusätzliche Teilabschnitte erweitert werden (*Diese Dissertation*). So wurde in Kapitel 2.2 beispielsweise eine umfassende Definition der Aktionsforschung vorgenommen. Gleichzeitig werden deren Stärken und Schwächen diskutiert. Neben der epistemologischen Einordnung wird ebenfalls auf die aktuelle Verbreitung eingegangen sowie eine Abgrenzung gegenüber ähnlichen Ansätzen vorgenommen. Abbildung 11 zeigt die weiteren Schritte, die in dieser Dissertation gegenüber einer *grundlegenden Einordnung* zusätzlich durchgeführt und beschrieben werden.

2.4 Kriterien für die Verwendung

Entsprechend Abbildung 11 ist der erste Schritt, die Eignung der Aktionsforschung im vorliegenden Kontext und für die vorliegende Problemstellung festzustellen. Die in Kapitel 1.4.1 beschriebenen Forschungsfragen entstehen direkt aus einer praktischen Situation

und deren Lösung ist von erfolgreicher und zielorientierter Zusammenarbeit des Forschers mit einer Organisation im jeweiligen Problemumfeld abhängig. Dadurch wird die grundlegende Tendenz zur Verwendung der Aktionsforschung bereits bestärkt, die derartig praktische Aspekte berücksichtigt sowie im Einklang mit forschungsrelevanten Aspekten steht. Die Kombination von Denken und Tun bzw. die erfolgreiche Kombination von Forschung und Praxis steht dabei im Vordergrund und wird als Hauptziel dieser Methode genannt (Baskerville und Wood-Harper 1998, Baburoglu und Ravn 1992, Susman 1983).

Kriterien für die Eignung der Aktionsforschung	Ausprägung in dieser Dissertation
Problemauftreten <ul style="list-style-type: none"> • Existenz einer realen Problemsituation (Narayanaswamy und Grover 2007, Hult und Lennung 1980) • Eine Reduktion der komplexen, sozialen Organisation ist nicht oder nur schwer möglich (Baskerville 1999) 	Die Problemsituation existiert durch die nicht reduzierbare Komplexität und mangelnde Datenqualität einer RFID-Implementierung des Retailers.
Problemstrukturierung <ul style="list-style-type: none"> • Aktive Einbindung des Forschers in die Organisation notwendig (Baskerville 1999) • Theoretisches Grundgerüst als Basis für geplante Handlungen (Baskerville und Myers 2004) • Ziele des Forschers und der Organisation dürfen sich nicht gegenseitig ausschließen (Warmington 1980) 	Der Forscher ist als RFID-Experte in das Projektteam des Retailers integriert. Als theoretische Grundlage dienen die identifizierten Lücken der Literatur sowie die formulierten Forschungsfragen, die sich prinzipiell mit den Zielen des Projektteams decken.
Problemlösung <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit zwischen dem Forscher und den Praktikern zur Problemlösung (Narayanaswamy und Grover 2007, Hult und Lennung 1980) • Zyklischer Problemlösungsansatz (Susman und Evered 1983, Hult und Lennung 1980) • Praktische Problemlösung basierend auf Arbeitshypothesen (Baskerville und Myers 2004, Davison et al. 2004) 	Der Forscher arbeitet bezüglich der Problemlösung eng mit dem Projektteam zusammen. Die Fehlerverbesserungen beruhen auf zyklischen Ansätzen. Diese beinhalten unter anderem Diagnosen, vielfältige Aktionen und Evaluierungsmaßnahmen.
Anwendung der Lösung <ul style="list-style-type: none"> • Wissensgenerierung und -anwendung im realen Problemsetting (Lindgren et a. 2004, Mathiassen 2002) • Das gewonnene Wissen kann basierend auf Frameworks unmittelbar angewendet werden (Baskerville 1999) • Praktische Erkenntnisse beziehen sich auf theoretische Überlegungen (Baskerville und Myers 2004) 	Die Erkenntnisse werden direkt im praktischen Umfeld des Retailers gewonnen. Ausgangs- und Bezugspunkt der Überlegungen und Aktionen sind erstellte Forschungsfragen und Fehlerbehandlungsdiagramme.

Tabelle 3: Eignung der Aktionsforschung für eine wissenschaftliche Arbeit

Tabelle 3 dient als Basis für die Beurteilung der Frage, ob sich die Aktionsforschung als zugrundeliegende Methode einer Forschungsarbeit prinzipiell eignet. Dazu werden relevante Aussagen verschiedener Autoren als Kriterien verwendet und in insgesamt vier

Eignungsbereiche (i) *Problemauftreten*, (ii) *Problemstrukturierung*, (iii) *Problemlösung* und (iv) *Anwenden der Lösung* klassifiziert.

Die Klassifikation aus Tabelle 3 wird gleichzeitig verwendet, um die Eignung der Aktionsforschung für die Dissertation zu beurteilen. Anhand einer Analyse der vorliegenden Problemstellung, der Art der Problemlösung und der spezifischen Einbindung des Forschers in das praktische Umfeld des untersuchten Retailers wird ersichtlich, dass sich die Aktionsforschung für den vorliegenden Fall – basierend auf den aufgestellten Kriterien – als Forschungsmethode eignet.

2.5 Profil der Aktionsforschung

2.5.1 Stärken

Eine großer und mehrfach diskutierter Nachteil alternativer Methoden der Information Systems (IS)-Forschung ist die oft mangelnde Relevanz von Forschungsergebnissen für die Praxis (z. B. Davenport und Markus 1999, Benbasat und Zmud 1999). Derartige Beobachtungen resultieren bereits in eingängigen Aufrufen, interdisziplinäre Forschung zu betreiben, welche Theorie und Praxis nachhaltig verbindet (DeLuca und Kok 2007, Tranfield und Starkey 1998).

Die Stärke der Aktionsforschung ist es, vor allem bei dieser Problematik Abhilfe zu schaffen. Die Ergebnisse dieser Forschungsmethode sind – zumindest definitionsgemäß – hochgradig praktisch als auch theoretisch relevant (vgl. Kapitel 2.2). Als zweite große Stärke ist die Aktionsforschung durch die beschriebene Vorgehensweise sehr gut geeignet, hoch komplexe und sich ständig verändernde Strukturen einer sozialen Organisation zu untersuchen. Alternative Forschungsmethoden erreichen vergleichbare Ergebnisse nur mit einer stark vereinfachten und abstrahierten Sicht des untersuchten Gebildes (Checkland und Poulter 2006). Der „*Impact*“ der Aktionsforschung wird nach DeLuca und Kok (2007) sogar mit dem Impact langer etablierter Methoden wie Case Study oder Experimente gleichgesetzt.

2.5.2 Schwächen

Die beschriebene Stärke, die durch intensive Zusammenarbeit und Integration von Forschung und Praxis entsteht, führt unweigerlich zu einer der größten Schwächen der Aktionsforschung. Der prägenden Mitarbeit von Praktikern liegt als Hauptinteresse meist die Lösung des Problems ihrer sozialen Organisation zugrunde. Da der zyklische Problemlösungsprozess darüber hinaus nur durch Mitarbeit der Praktiker durchgeführt werden kann, ist der Wissenschaftler durch die enge Kooperation trotz Freiheiten und Kompe-

tenzen von ihnen abhängig. Diese Abhängigkeit sowie die grundsätzlich mögliche Einflussnahme von Praktikern auf zugrundeliegende Forschungsfragen und theoretische Frameworks können zu opportunistischem Verhalten führen. Auf diese Weise kann die Individualität des Wissenschaftlers gefährdet werden (Baskerville 1999).

Weiterhin kann es in komplexen Infrastrukturen mit Schwierigkeiten verbunden sein, dass die Forschungsziele sowohl den Ansprüchen des Forschers als auch denen der Praktiker entsprechen (Davison und Martinsons 2007).

Während definitionsgemäß zwar Praxis und Wissenschaft verbunden werden, ist der beschriebene Vorteil der Aktionsforschung besonders hinsichtlich der Relevanz sämtlicher Ergebnisse zu beobachten. Vielen existierenden Artikeln wird demzufolge wiederum eine mangelnde theoretische Bedeutung zugeschrieben (Davison et al. 2004, Baskerville und Wood-Harper 1998). Bezüglich der klassischen „*Rigor and Relevance*“-Diskussion (z. B. Lau 1997, Cohen und Manion 1980) kann somit trotzdem ein klassischer und mehrfach beschriebener Zielkonflikt bestehen. Ohne eine ausreichend intensive Validierung der Aktionsforschung kann vor allem die theoretische Bedeutung der jeweiligen Arbeit nicht ausreichend sein.

Eine weitere Schwäche ist der oft große Umfang von Aktionsforschungsarbeiten. Dieser ist zum einen in der notwendigen Beschreibung mehrerer Zyklen sowie zum andern in der Komplexität des Gesamtsystems begründet. Beide Aspekte müssen dem Leser jeweils erläutert werden. Das Format und die Länge eines klassischen Journal-Artikels ist demzufolge nur schwer zu erreichen (Baskerville 1999).

2.5.3 Verbreitung

Die Aktionsforschung ist innerhalb der IS-Literatur zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht stark verbreitet (DeLuca und Kok 2007). So finden sich im Zeitraum 1971 bis 1995 unter vielen Publikationen einschlägiger IS-Journals nur sehr wenige Artikel mit einer qualitativ hochwertig angewandten Aktionsforschung mit Relevanz für Theorie und Praxis (Avison et al. 1999, Lau 1999, Lau 1997, Orlikowski und Baroudi 1990). Die Anzahl an Veröffentlichungen mit dieser Methode hat in den darauffolgenden Jahren insgesamt jedoch zugenommen. Zusätzlich wurde die Aufmerksamkeit der IS-Gemeinschaft für diese Forschungsmethode durch einen Special Issue im Journal *Management Information Systems Quarterly* (MISQ) nachhaltig gefördert. Hierbei wurden sechs Artikel veröffentlicht, welche die Vielfalt der Aktionsforschung strukturiert darstellen und die Methode in ihrer Anwendung beschreiben (Baskerville und Myers 2004). Komplette pessimistische Einschätzungen wie von Wilde und Hess (2007), wonach die Aktionsforschung in der IS-Forschung gänzlich ignoriert wird, können demnach nicht bestätigt werden.

Nach einer Einschätzung von DeLuca und Kok (2007) hängt die mangelnde Verbreitung der Aktionsforschung mit einer inkonsistenten Benutzung von methodisch spezifischem *Vokabular* sowie mit einer uneinheitlichen *Struktur* von Artikeln zusammen. Weiterhin werden die falsche *Kategorisierung* und unzureichende *Abgrenzung* der Aktionsforschung gegenüber ähnlichen Ansätzen wie zum Beispiel dem klassischen Consulting beobachtet (DeLuca und Kok 2007, Baskerville 1999). In dieser Arbeit wird die Akzeptanz für die Aktionsforschung als treibende Kraft für eine nachhaltige Verbreitung gesehen. Die Akzeptanz kann daher als Mediator dienen und durch

- eine korrekte Kategorisierung der Aktionsforschung,
- eine klare Abgrenzung zu ähnlichen und verwandten Ansätzen sowie durch
- eine konsistente Verwendung von Vokabular und Artikelstrukturen

gezielt gefördert werden. Diese Dissertation adressiert demnach alle aufgezeigten Akzeptanzfaktoren, um die Basis für eine Verbreitung dieser Forschungsmethode zu schaffen (vgl. Abbildung 11). Alle gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich *Stärken*, *Schwächen* und *Verbreitung* der Aktionsforschung sind in Abbildung 12 grafisch zusammengefasst.

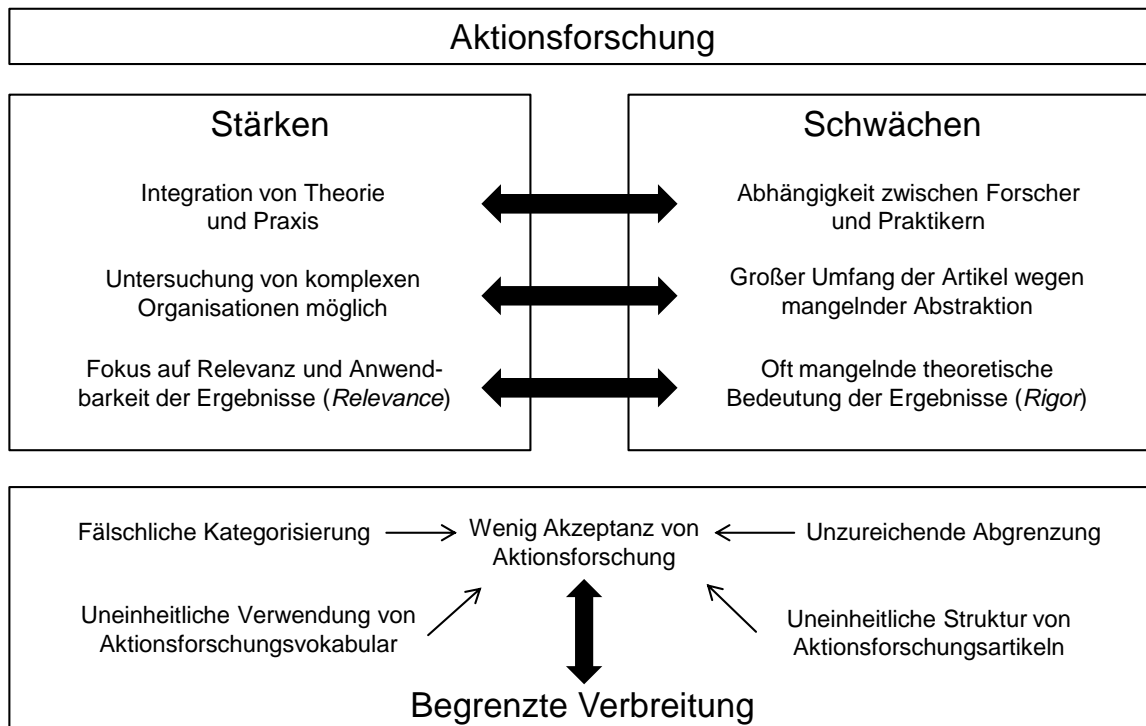


Abbildung 12: Stärken, Schwächen und Verbreitung der Aktionsforschung

2.6 Epistemologische Einordnung

Aufgrund der beschriebenen Akzeptanzfaktoren wird in diesem Abschnitt eine eindeutige Kategorisierung und typologische Einordnung der Aktionsforschung vorgenommen. Die

Aktionsforschung wird in manchen Fällen fälschlicherweise zum Beispiel als Methodologie oder Epistemologie bezeichnet (DeLuca und Kok 2007). Sie ist hingegen vielmehr eine Forschungsmethode, die basierend auf unterschiedlich nutzbarer Methodologie sowie aus verschiedenen epistemologischen Standpunkten aus betrachtet werden kann (Kock und Lau 2001, Klein und Myers 1999).

Bevor auf die unterschiedlichen Ausprägungen der Aktionsforschung eingegangen wird, ist zunächst die gesamte wissenschaftliche Typologie zu strukturieren. Abbildung 13 ordnet die Aktionsforschung und deren Ausprägungen in hierarchischen Begriffsebenen ein, die nachfolgend erläutert werden.

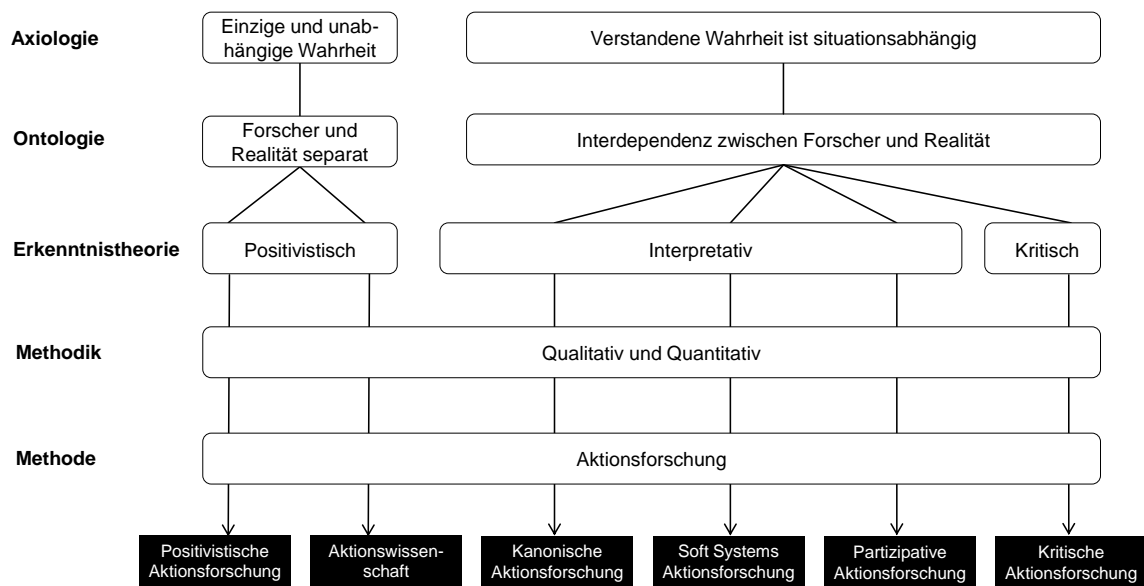


Abbildung 13: Typologische Einordnung der Aktionsforschung

Axiologie beschreibt grundlegende ethische und philosophische Fragestellungen, sowie fundamentale Glaubens- und Wertannahmen. Hier wird prinzipiell unterschieden, ob es eine einzige und unabhängige zu vorhersagende Wahrheit gibt, oder ob die wahrgenommene Realität abhängig von den darin lebenden Individuen ist und situationsbedingt geändert oder individuell wahrgenommen werden kann (DeLuca und Kok 2007, Lincoln und Guba 2000, Lincoln und Guba 1985).

Die nächste logische Hierarchiestufe der wissenschaftlichen Typologie ist die *Ontologie*. Hier werden beispielsweise Fragen wie Beschaffenheit, Zusammensetzung und Ausdrucksform von Theorie diskutiert oder welche Arten von Fragestellungen generell zu beantworten sind (Gregor 2006). Um den Gedanken der natürlichen Umgebung und der sich darin befindenden Objekte fortzuführen, wird im Kontext dieser Arbeit unter *Ontologie* hauptsächlich die Abhängigkeit zwischen Forscher und Realität bzw. sozialem Umfeld gesehen (Weber 2004, Orlikowski und Baroudi 1990). Je nach Ausprägung der Aktionsforschung ist sowohl eine klare Trennung als auch eine Interdependenz zwischen Forscher und Umwelt denkbar.

Epistemologische bzw. *erkenntnistheoretische* Fragestellungen beziehen sich darauf, wie Wissen schließlich generiert wird und auf welche Weise Theorien getestet werden (Gregor 2006). Unterschieden wird hierbei zwischen den oft und intensiv diskutierten Paradigmen des Positivismus und der interpretativen Forschung:

- Die *positivistische Forschung* versucht Ereignisse basierend auf natürlichen Gesetzen möglichst wertfrei und objektiv zu prognostizieren sowie zu steuern. Derartige Ereignisse sind mit Hilfe von Mustern (im Bereich der IS-Forschung beispielsweise durch Messdaten) erfassbar. Auf diese Weise gewonnene Daten sind nach einer erfolgreichen Validierung und einer möglichen Reproduzierbarkeit schließlich als wahr anzuerkennen. Als Folge sind Forscher und Realität als unabhängig voneinander und separat zu betrachten (Weber 2004, Neuman 1997, Neuman 1991, Desphande 1983).
- Das zugrundeliegende Ziel der *interpretativen Forschung* ist das Verständnis von sozialen Erscheinungen. Die soziale Interaktion des Forschers mit seiner Umwelt beeinflusst und definiert hierbei die wahrgenommene Realität. Aufgrund dieser Integration ist der Grad an Objektivität des Positivismus nicht zu erreichen. Gleichzeitig sind Subjektivität und Interpretation wichtige Bestandteile der interpretativen Forschung und spiegeln sich in den jeweils gewonnenen Erkenntnissen wider. Es existiert demzufolge eine klare Interdependenz zwischen dem Forscher und der Realität (Sandberg 2005, Weber 2004, Baskerville 1999, Neuman 1997, Kant 1908).

Die Verbindung beider Paradigmen wird in der Literatur trotz meist einheitlicher Definitionen unterschiedlich beschrieben. Manche Autoren grenzen beide Ansätze klar voneinander ab und beschreiben sie als unvereinbar (z. B. Orlikowski und Baroudi 1990). Andere sehen den größten Unterschied lediglich in der Wahl der jeweiligen Methoden (z. B. Weber 2004). Wieder andere Autoren erkennen sogar vergleichbare und verbindende Logik (z. B. Lee 2005) oder integrieren die Vorteile beider Paradigmen in ihrer Forschung (z. B. Mingers 2001). Nach den meisten Einschätzungen besteht der grundlegende Unterschied zwischen beiden Paradigmen in der Frage, ob eine komplett objektive Realität existiert oder nicht.

Neben positivistischen und interpretativen Ansätzen sind ebenfalls *kritische Studien* zu beobachten, die nach Orlikowski und Baroudi (1990) die aktuelle Situation kritisch beurteilen und soziale Umstände zu verändern versuchen. Eine einheitlich richtige und wahre Realität wie beim Positivismus wird daher strikt abgelehnt (DePoy et al. 1999).

Hinsichtlich der *Methodik* wird zwischen quantitativ und qualitativ unterschieden. Neuman (1991) unterscheidet beide Ansätze anhand von vier Kriterien, die in Tabelle 4 zusammengefasst werden.

Grundsätzlich ist zwischen den Begriffen Methodik, Methodologie und Methode zu unterscheiden. Der Begriff *Methodik* beschreibt die planmäßige Verfahrensweise bzw. die Art des Vorgehens in der jeweiligen wissenschaftlichen Studie. Der Begriff *Methode* oder *Forschungsmethode* wird oft mit den beiden anderen Termini verwechselt oder falsch verwendet. Eine Methode ist ein auf Regeln basierendes, planmäßiges Verfahren, das die Generierung von wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Ziel hat. Die Methode kann sich demnach sowohl qualitativer als auch quantitativer Methodik bedienen. Hinter dem Begriff *Methodologie* verbirgt sich hingegen die Theorie und Lehre der wissenschaftlichen Methoden (Greiffenberg 2003, O.V. 2000).

Kriterium	Quantitativ	Qualitativ
Datenanalysemethoden	Spezialisierte und standardisierte Datenanalysemethoden, die Hypothesen testen und statistisch valide sind	Datenanalysemethoden sind weniger standardisiert und es existiert eine große Vielfalt in den gewählten Ansätzen
Beginn der Auswertung	Beginn der Auswertung erst nach Sammlung aller relevanten Daten	Analysen beginnen bereits zu einem frühen Zeitpunkt des Projekts
Art der Auswertung	Manipulation von empirischen Fakten und repräsentierenden Zahlen, um abstrakte Hypothesen oder Konstrukte zu testen	Erstellung von neuen Konzepten durch Kombination von empirischen Fakten und abstrakten Konzepten
Grad der Abstraktion	Annahme, dass die Realität bzw. das soziale Umfeld mit Zahlen gemessen werden kann	Kein Schwerpunkt auf statistischen Methoden sondern vielmehr auf kontextbasiertem, interpretierbarem Inhalt

Tabelle 4: Unterscheidung zwischen quantitativer und qualitativer Methodik

Die Aktionsforschung ist entsprechend der Definition und begrifflichen Abgrenzung weder eine Methodologie noch eine Methodik, sondern eine Methode. Baskerville und Wood-Harper (1996) bezeichnen die Aktionsforschung als eine stark auf dem interpretativen Paradigma basierende Forschungsmethode. Obwohl auch die vorgenommene Definition diese Sichtweise größtenteils unterstützt, ist je nach Ausprägung der Aktionsforschung ebenfalls eine Vereinbarkeit mit positivistischen Forschungsansätzen denkbar (DeLuca und Kok 2007). Gleichzeitig kann sowohl quantitative als auch qualitative Datenerhebung angewendet werden (DeLuca und Kok 2007, DeLuca und Valacich 2006, DePoy et al. 1999).

Alle beschriebenen Zusammenhänge sind in Abbildung 13 einsehbar. In dieser Übersicht sind gleichzeitig verschiedene Ausprägungen der Aktionsforschung in die vorgestellte Typologie eingeordnet. Sie werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben und gegeneinander abgegrenzt.

2.7 Aktionsforschungstypen und Abgrenzung

2.7.1 Übersicht der Ausprägungen

Nach einer grundsätzlichen Einführung und begrifflichen Einordnung der Aktionsforschung behandeln die folgenden Abschnitte unterschiedliche Ausprägungen dieser Forschungsmethode. Ein hierzu hilfreiches und umfangreiches Schema wurde von Baskerville und Wood-Harper (1998) eingeführt. Die Autoren differenzieren die verschiedenen Formen der Aktionsforschung anhand von vier Kriterien (i) - (iv).

Beim (i) Prozessmodell wird zwischen *iterativ* und *reflektiert* unterschieden. Ein iteratives Vorgehensmodell beinhaltet sich wiederholende Sequenzen zwischen der Problemdiagnosephase und der Durchführung von Aktionen. Ein reflektiertes Vorgehen ist zwar ebenfalls iterativ, legt den Fokus allerdings statt auf die wiederkehrenden Problemdiagnosen mehr auf den Abgleich zwischen der angewandten Theorie (*espoused theory*) und der Theorie, die sich aus den Handlungen (*theory-in-use*) ableitet (Argyris und Schön 1978).

Die (ii) Artikelstruktur kann sich grundsätzlich *streng* an die Vorgaben der Phasen und festgelegte Aktivitäten der Aktionsforschung halten oder die Grenzen dieser Vorgaben mehr *fließend* definieren. Im letzteren Fall sind kurze Ausbrüche oder alternative Vorgehensweisen temporär erlaubt (Baskerville und Wood-Harper 1998).

Das dritte Kriterium zur Kategorisierung von Aktionsforschungstypen ist die (iii) Art der Einbindung des Forschers in das Projekt. Die erste Möglichkeit ist eine gleichgestellte Einbindung des Wissenschaftlers in das Praxisteam (*partnerschaftlich*). Bei der zweiten Möglichkeit gilt der Wissenschaftler als Experte innerhalb des Praxisteams, wobei er den unmittelbar problemlösenden Praktikern beispielsweise durch Expertenwissen oder mit Übersicht und differenzierten Standpunkten unterstützend zur Seite steht (*weisend*). Bei der experimentierenden Einbindung des Forschers ist dieser ähnlich weisend mit dem Praxisteam verbunden. Die unmittelbare Aufgabe der Problemlösung liegt aber zunächst beim Forscher selbst, wobei die Praktiker meist mit rein ausführenden Tätigkeiten beauftragt sind (*experimentierend*). Eine klare Einbindung des Forschers entsprechend den drei Kriterien gestaltet sich innerhalb eines komplexen Aktionsforschungsprojekts meist schwierig (Baskerville und Wood-Harper 1998).

Obwohl die Ziele der Aktionsforschung sowohl der Praxis als auch der Theorie dienen sollen, können Aktionsforschungstypen schließlich hinsichtlich der (iv) primären Ziele des gemeinsamen Projekts unterschieden werden. In der ersten möglichen Form liegt der Fokus auf der organisatorischen Entwicklung der untersuchten sozialen Infrastruktur (*Organisation*). Beispiele für derartige Verbesserungen sind zum Beispiel eine erhöhte Effektivität und Effizienz betrieblicher Abläufe oder verbesserte Informationsflüsse.

Werden hingegen gleichzeitig, zusätzlich oder hauptsächlich computergestützte Informationssysteme kreiert oder verändert, spricht man vom primären Ziel des *Systemdesigns*. Beispiele hierfür können erstellte Programme (z. B. ein Abrechnungssystem oder Bestandssystem) unterschiedlichster Art sein. Liegt der Hauptfokus auf der Generierung von *wissenschaftlichen Erkenntnissen*, ist die Erforschung von generalisierbaren Beispielen zur Erweiterung der Literatur das wesentliche Ziel der durchgeführten Aktionsforschung. Das Ergebnis kann ein zu verallgemeinernder Problemlösungsansatz sein, der in vergleichbaren Szenarien erfolgreich angewandt werden kann und eine Basis für neue Erkenntnisse und Forschungsrichtungen ist (Baskerville und Wood-Harper 1998).

	Typ	Prozessmodell	Struktur	Einbindung	Ziele	Beispiele
Interpretativ	Kanonische					Lindgren et al.
	Aktionsforschung	Iterativ	Streng	Partnerschaftlich	Organisation Wiss. Erkenntnis	(2004), Baskerville (1993)
	Soft Systems Methodology	Iterativ	Fließend	Weisend	Organisation Systemdesign	Checkland und Poulter (2006)
Positivistisch	Partizipative					Street und
	Aktionsforschung	Reflektiert	Fließend	Experimentierend	Wiss. Erkenntnis	Meister (2004), Greenwood et al. (1993)
	Aktionswissenschaft	Reflektiert	Fließend	Weisend	Organisation Wiss. Erkenntnis	Reponen (1992), Argyris et al. (1985)
Kritisch	Positivistische					DeLuca und
	Aktionsforschung	Reflektiert	Streng	Experimentierend	Wiss. Erkenntnis	Valacich (2006)
	Kritische					DePoy et al.
	Aktionsforschung	Reflektiert	Fließend	Partnerschaftlich	Organisation Wiss. Erkenntnis	(1999)

Tabelle 5: Ausprägungen der Aktionsforschung

Tabelle 5 greift die Kategorisierung von Baskerville und Wood-Harper (1998) auf und erweitert diese um positivistische und kritische Ausprägungen der Aktionsforschung. Diejenigen Ausprägungen, die nach Baskerville und Wood-Harper (1998) ein lineares Prozessmodell aufweisen, wurden jedoch nicht in Tabelle 5 aufgenommen. Der Grund hierfür ist, dass der iterative Problemlösungsansatz entsprechend der vorgenommenen Definition als grundlegende Voraussetzung für die Klassifikation einer Arbeit oder eines Artikels als Aktionsforschungsartikel gesehen wird. Alle in Tabelle 5 präsentierten Ausprägungen werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

2.7.2 Interpretative Aktionsforschung

Die klassische und am meisten verbreitete Form der Aktionsforschung ist die *kanonische Aktionsforschung*. Das liegt zum einen daran, dass diese Form sehr früh von Hult und Lennung (1980) bzw. konkret in seinen fünf Phasen von Susman und Evered (1978) beschrieben wurde. Zum anderen werden viele Veröffentlichungen als kanonische Aktionsforschung deklariert, obwohl die angewandte Form eher einer alternativen Ausprägung entspricht (Davison et al. 2004, Baskerville 1999). Die kanonische Aktionsforschung entspricht der Beschreibung aus Kapitel 2.2 und beinhaltet demnach die Phasen Diagnose, Planen der Aktionen, Durchführung der Aktionen, Evaluierung und spezifisches Lernen (vgl. Kapitel 2.2).

Prägend ist weiterhin die Restrukturierung der organisatorischen Abläufe, die basierend auf den Ergebnissen der zyklischen Phasen des Forschungsprozesses erreicht wird. Der Forscher ist partnerschaftlich in die Organisation integriert und fungiert als Mitarbeiter im praktischen Projektteam. Das Ziel ist gleichwohl die effizientere und effektivere Umgestaltung der Organisation selbst sowie die Generierung von reproduzierbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen (Baskerville und Myers 2004). Artikel, die diese Form der Ausprägung verwenden, sind beispielsweise bei Lindgren et al. (2004) oder Baskerville (1993) zu finden. Die Verwendung dieses Aktionsforschungstyps wird meist nicht explizit begründet. Sie stützt sich vielmehr auf die weit verbreitete aber nicht unbedingt korrekte Gleichsetzung von kanonischer Aktionsforschung mit der Forschungsmethode Aktionsforschung (Lindgren et al. 2004).

Checkland (1981) benutzt die Prinzipien der Aktionsforschung im Bereich der Analyse von Informationssystemen. Diese Kombination hat sich unter dem Begriff „*Soft Systems Methodology*“ (SSM) etabliert und gilt als bedeutende Methode in der IS-Forschung. Checkland und Poulter (2006) beschreiben SSM als eine praktisch orientierte Forschungsmethode, bei der die Nutzer eine praktische Problemsituation des täglichen Lebens durch organisierte Lernprozesse und Systemdesign erforschen und darauffolgend strukturiert verbessern.

Die Struktur der SSM wies in seiner ursprünglichen Form sieben iterative Phasen (Checkland 1981) auf, wurde ebenfalls in zwei parallelen, iterativen Strömen dargestellt (Checkland und Scholes 1990) oder in darauf aufbauenden Werken auch nur in vier grob definierten Phasen beschrieben (Checkland und Poulter 2006). Die Struktur ist demzufolge weniger streng als bei der kanonischen Aktionsforschung. Die Einbindung des Forschers ist mehr weisend als partnerschaftlich. Ziele sind neben dem Design von Informationssystemen zur Verbesserung der alltäglichen Situation auch eine Entwicklung der untersuchten Organisation (Baskerville und Wood-Harper 1998). SSM wird weniger in kürzeren akademischen Forschungsartikeln sondern vielmehr in umfangreichen Monografien angewandt (Checkland und Poulter 2006, Checkland und Scholes 1990).

Partizipative Aktionsforschung ist primär durch eine tiefe Integration des Forschers in die untersuchte Organisation geprägt. Ausgehend von der experimentierenden Art der Einbindung ist weiterhin kennzeichnend, dass die praktischen Projektmitarbeiter direkt mit den wissenschaftlichen Fragestellungen konfrontiert werden. Die zu lösende Problemstellung entsteht demzufolge nicht wie bei kanonischer Aktionsforschung oder SSM in der Organisation selbst, sondern primär in der Wissenschaft. Aufgrund dieses fundamentalen Unterschieds ist das Ziel dieses Aktionsforschungstyps die Generierung von wissenschaftlichen Erkenntnissen. Das reflektierte Prozessmodell entsteht durch den Vergleich der unterschiedlichen, metatheoretischen Ebenen zwischen Forscher und praktischen Projektmitarbeitern (Street und Meister 2004, Baskerville und Wood-Harper 1998).

Die insgesamt breite Definition dieser Form der Aktionsforschung sowie die Gleichsetzung mit dem Begriff der „*Participant Observation*“ lässt prinzipiell ein großes Anwendungsspektrum zu, das auch in der wissenschaftlichen Literatur beobachtet werden kann. *Participant Observation* wird demzufolge auch in anderen Forschungsmethoden verwendet. Manche Autoren betrachten sie sogar losgelöst von oder als alternativen Ansatz zur Aktionsforschung (z. B. Kanellis und Papadopoulos 2008) oder setzen sie als Organisationsprinzip zur Datenerhebung und Datensammlung bei der Case Study ein (DePoy et al. 1999, Baskerville und Wood-Harper 1998, Greenwood et al. 1993). Im letzteren Fall sind die untersuchten Objekte jedoch passiv und dienen primär als Datenquelle (Whyte et al. 1999). Als wissenschaftliche Artikel mit dieser Form der Aktionsforschung sind beispielsweise Street und Meister (2004), Greenwood et al. (1993) oder Jespen et al. (1989) zu nennen. Street und Meister (2004) begründen die Wahl dieser speziellen Forschungsmethode mit der tiefen Integration des Forschers in die untersuchte Organisation. Diese Integration ist nach Davison (2001) notwendig, um eine intensive Einsicht in den Änderungsprozess zu gewährleisten, der selbst Gegenstand der Untersuchung ist.

2.7.3 Positivistische Aktionsforschung

Aktionswissenschaft („*Action Science*“) ist entsprechend der Namensgebung eine Wissenschaft der Praxis, die sowohl einen praktischen Lerneffekt als auch generalisierbares Wissen erzeugen will (Argyris et al. 1985). Das Ziel ist es, in spezifischen Problemsituationen und unter bestimmten Bedingungen eine erforschte Strategie anzuwenden, um zu gewünschten Resultaten zu gelangen. Auf der einen Seite werden dabei strenge Strukturen rein positivistischer Erkenntnistheorien abgelehnt und daraus folgende Forschungsergebnisse und Theorien als zu komplex für eine Anwendbarkeit in der Praxis gesehen. Auf der anderen Seite spielt das empirische Testen der praktischen Erkenntnisse, das Testen von Theorien und die Generalisierbarkeit sämtlicher Ergebnisse eine wichtige Rolle (Friedman 2006, Baskerville und Wood-Harper 1998, Argyris et al. 1985). Die

Aktionswissenschaft befindet sich damit klar an der Grenze zwischen positivistischer und interpretativer Forschung. Dementsprechend ist sie in Tabelle 5 an der jeweiligen Schnittstelle eingeordnet.

Die Rolle des Forschers ist als weisend festgelegt. Er steht den Projektmitarbeitern somit unterstützend zur Seite. Auf diese Weise können vorhandene Schwachstellen aufgedeckt werden, wodurch ein Ausbruch aus bestehenden Strukturen ermöglicht wird. Weiterhin wird dokumentiert, ob und auf welche Weise bestimmte Aktionen zu einer Verbesserung einer Problemsituation führen (Friedman 2006, Baskerville und Wood-Harper 1998). Ein Artikel, der diese spezielle Ausprägung der Aktionsforschung verwendet, ist bei Reponen (1992) zu finden. Friedman (2006) sowie Argyris et al. (1985) beschreiben hingegen ausführlich die Methode an sich und ihre Anwendung.

Aufgrund der mangelnden Verbreitung der Aktionsforschung in wissenschaftlich anerkannten Journals beschäftigen sich DeLuca und Kok (2007) mit der *positivistischen Aktionsforschung*. Diese beschreibt eine Transformation der meist als interpretativ bezeichneten Aktionsforschung in den Kontext des Positivismus und der damit verbundenen Ontologie und Methodik.

Positivistische Aktionsforschung wird von interpretativen Ausprägungen hauptsächlich dadurch abgegrenzt, dass in entsprechenden Artikeln eine ausführliche Literaturanalyse sowie eine umfangreiche theoretische Basis mit Hypothesen oder Forschungsfragen enthalten sein sollten. Während der Durchführung von Problemlösungszyklen werden ähnlich wie bei der Aktionswissenschaft sowohl qualitative als auch quantitative Verfahren eingesetzt. Weiterhin wird aufgrund der zugrundeliegenden Ontologie (vgl. Kapitel 2.6) großer Wert auf die Validierung der angewandten Forschungsmethode sowie auf die Generalisierbarkeit sämtlicher wissenschaftlicher Ergebnisse gelegt. Die vorgeschlagene Struktur von positivistischer Aktionsforschung gliedert sich in sechs Phasen (Einführung, Theorie, Methoden, Resultate, Diskussion, Zusammenfassung) und ist damit verhältnismäßig streng vorgegeben (DeLuca und Kok 2007). Aufgrund der Neuartigkeit dieser Ausprägung sind Artikel, die diese Struktur verwenden, nur schwer zu finden. Die positivistische Aktionsforschung gilt vielmehr als Vorgehensweise, den interpretativen Charakter der zugrundeliegenden Forschungsmethode auf ein positivistisches Publikum zu transformieren. Ein Beispiel dafür findet sich bei DeLuca und Valacich (2006).

2.7.4 Kritische Aktionsforschung

Die kritische Aktionsforschung basiert im Vergleich zu den anderen Ausprägungen auf einem anderen erkenntnistheoretischen Ansatz. Gemäß dieser Position existiert beispielsweise keine einheitlich verstandene Wahrheit. Menschliche Akteure versuchen ihre Erfahrungen zu nutzen, um die vorherrschende, meist schlechte soziale Situation zu ver-

ändern. Komplementäre Merkmale zwischen dieser erkenntnistheoretischen Philosophie und der Aktionsforschung sind beispielsweise die Identifikation und Verbesserung von Problemen sozialer Organisationen oder eine gleichgestellte und demokratische Einbindung sämtlicher Projektpartner. Die Synthese beider Ansätze wird schließlich als *kritische Aktionsforschung* bezeichnet (DePoy et al. 1999, Ervin 1996, Kincheloe und McLaren 1994).

Studien, welche die kritische Aktionsforschung als Methode verwenden, sind ähnlich selten wie solche Studien zu finden, die einem positivistischen Ansatz folgen. Selbst auf der kritischen Erkenntnistheorie basierende Arbeiten sind verhältnismäßig wenig verbreitet (Orlikowski und Baroudi 1990). Eine reine Beschreibung dieser Ausprägung der Aktionsforschung ist bei DePoy et al. (1999) zu finden. Die Autoren skizzieren und durchlaufen zehn Phasen beginnend bei der Identifikation des sozialen Missstandes bis hin zu Änderungsstrategien für weitere Vorgehensweisen.

2.7.5 Weitere Ausprägungen

Baskerville und Wood-Harper (1998) nehmen in ihrer Kategorisierung weitere Ausprägungen der Aktionsforschung auf. So wird beispielsweise das klassische *Prototyping* als ein Aktionsforschungstyp gesehen. Tatsächlich gibt es viele Ähnlichkeiten beider Ansätze. Als Gemeinsamkeiten mit der Aktionsforschung sind analog zum Beispielartikel von Kyng (1991) das Ziel des Systemdesigns sowie die prinzipiell iterative Vorgehensweise bei der Entwicklung zu erkennen. Allerdings ist das ausschließliche Ziel des Systemdesigns, die schwer festzustellende Einordnung des Forschers im Projektteam sowie die oft monetär getriebene Motivation des Kollaborationsprojekts als kritisch anzusehen. Trotz weiterer Gemeinsamkeiten, die Baskerville und Wood-Harper (1998) aufführen, wird Prototyping in der hier vorgenommenen Einordnung nicht als klassische Ausprägung der Aktionsforschung gesehen.

Ebenfalls wird *Action Learning* (Pedler 1991, Wood-Harper und Flynn 1983) nicht als Ausprägung der Aktionsforschung eingeordnet. Bei dieser Form ist das primäre und oft ausschließliche Ziel des Trainings von Personal zu einseitig. Action Learning wird daher als nicht vereinbar mit der vorgenommenen Definition von Aktionsforschung angesehen.

Ferner berücksichtigen Baskerville und Wood-Harper (1998) Methoden mit linearen Prozessmodellen wie *ETHICS* (Mumford 1983) oder *Multiview* (Bell und Wood-Harper 2003). Da jedoch die zyklische Problemarbeitungsstruktur in Kapitel 2.2 als ein wesentliches Merkmal der Aktionsforschung definiert wurde, sind beide Ausprägungen nicht in Tabelle 5 aufgenommen und nicht als Aktionsforschungstyp klassifiziert.

Ebenfalls existieren neuartige Ausprägungen der Aktionsforschung, die jedoch nur in einzelnen Artikeln verwendet werden. Eine Einordnung gestaltet sich aufgrund mangel-

der Verbreitung und Validierung noch schwierig. So wurden vor allem im „Special Issue“ für Aktionsforschung des MISQ-Journals im Jahr 2004 weitere Ausprägungen beschrieben. Mårtensson und Lee (2004) verwenden in ihrem Beitrag den Begriff *dialogische Aktionsforschung* und fokussieren dabei einen individuellen Dialog zwischen Forschung und Praxis. Weiterhin beschreiben Iversen et al. (2004) im gleichen Special Issue eine *kollaborative Praxisforschung*. Hierbei werden Prozessverbesserungsinitiativen und damit verbundene Risiken in Softwarefirmen identifiziert und evaluiert. Schließlich verbinden Sein et al. (2011) in einer letzten beschriebenen Ausprägung die Prinzipien des Design Research mit der Aktionsforschung unter dem Begriff *Action Design Research*.

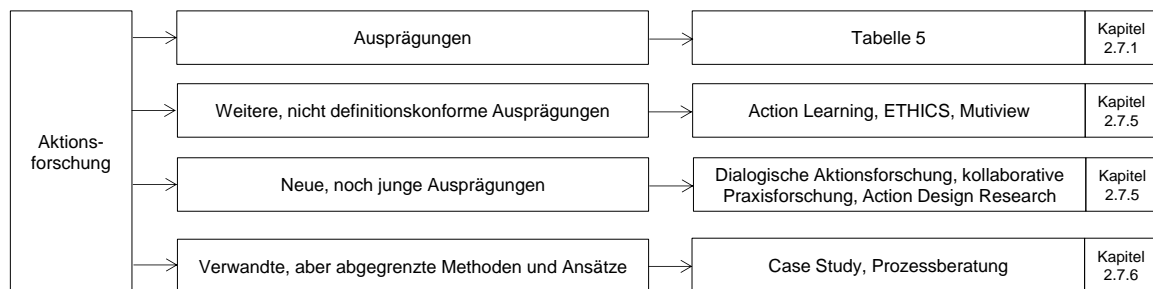


Abbildung 14: Übersicht über Ausprägungen der Aktionsforschung und abzugrenzende Ansätze

Abbildung 14 fasst alle beschriebenen Ausprägungen der Aktionsforschung zusammen, die nicht in Tabelle 5 (Kapitel 2.7.1) aufgenommen sind. Weiterhin sind neue Ausprägungen sowie verwandte, aber abzugrenzende Methoden und Ansätze mit aufgeführt. Letztere werden im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

2.7.6 Abgrenzung zu verwandten Methoden und Ansätzen

Viele Forscher vernachlässigen den Unterschied zwischen der klassischen *Case Study* und der Aktionsforschung bewusst oder unbewusst. So werden manche Studien mit der Case-Study-Methode deklariert, obwohl der jeweilige Forscher im Gegensatz zu den Grundsätzen einer Case Study nicht nur Beobachter, sondern ein aktiv eingreifender Teil des zusammenarbeitenden Teams ist (z. B. Thiesse et al. 2009). Demzufolge fehlt solchen Arbeiten ein wichtiger Aspekt hinsichtlich einer korrekten Validierung der Forschungsmethode (DeLuca und Kok 2007, Baskerville und Wood-Harper 1998). Weiterhin zeigt diese Beobachtung, dass eine konsequent richtige Kategorisierung der IS-Forschungsartikel möglicherweise eine größere Verbreitung der Aktionsforschung zur Folge hätte.

Aktionsforschung und die klassische *Prozessberatung* gleichen sich aufgrund der engen Zusammenarbeit zwischen Klient und Beratungsunternehmen. Das Ziel ist die Verbesserung der spezifischen Problemsituation, die unter anderem mit zyklischen Problemlösungsansätzen erreicht wird. Beide Ansätze unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Motivation zur Problemlösung. Diese entsteht bei der Aktionsforschung durch wissen-

schaftliche Fragestellungen oder Probleme in der Organisation, wohingegen bei der Prozessberatung monetäre und kommerzielle Aspekte im Vordergrund stehen. Aktionsforscher tragen im Gegensatz zu Beratern sowohl zur untersuchten Organisation (Problemlösung) als auch zur wissenschaftlichen Gemeinschaft (Generalisierbarkeit und Frameworks) bei. Weiterhin ist die theoretische Basis und das gewonnene Wissen während der Iterationen ein wichtiger Aspekt der Aktionsforschung. Die Beratung sucht die Lösung für spezifische Fälle meist auf Basis der Erfahrungen bei subjektiv ähnlich eingeschätzten Fällen (Davison und Martinsons 2007, Baskerville 1999). Eine Ausnahme bilden Coad und Yourdon (1991), die eine auf Beratung basierende Arbeit passend mit der Aktionsforschung verbinden.

2.8 Identifikation des verwendeten Typs

In vielen wissenschaftlichen Arbeiten ist die Verwendung der Aktionsforschung nicht explizit genannt oder nur dann aus dem Kontext zu erschließen, wenn mehrere Indizien auf diese Forschungsmethode hinweisen. Nachdem unter anderem die Kriterien für die Anwendung erörtert sowie eine epistemologische Einordnung der Aktionsforschung durchgeführt wurden, sieht das Vorgehensmodell für die Anwendung dieser Methode (vgl. Kapitel 2.3) als nächsten Schritt die Identifikation und explizite Nennung des jeweils verwendeten Aktionsforschungstyps vor. Dementsprechend wird diese Identifikation (bzw. *Kategorisierung B*, vgl. Kapitel 2.3) basierend auf den vorgestellten Ausprägungen sowie der Übersicht aus Tabelle 5 (vgl. Kapitel 2.7.1) vorgenommen.

Das primäre Ziel des Forschers in der vorliegenden Arbeit ist die Generierung von wissenschaftlichen Erkenntnissen, die generalisierbar, nachvollziehbar und in vergleichbaren Problemsituationen anwendbar sind. Weiterhin ist der Forscher als Experte im untersuchten RFID-Umfeld eingebunden und besitzt umfangreiche Kenntnisse bezüglich Technologie, fachspezifischer Literatur und anderer Pilotprojekte. Der Forschungsbedarf entsteht durch identifizierte Lücken in bisherigen Veröffentlichungen und rezensierten Erkenntnissen. Die zu untersuchenden Probleme und vor allem die Aufgabe zur Lösung sind demzufolge im unmittelbaren Verantwortungsbereich des Forschers. Diese Merkmale lassen auf eine experimentierende Einbindung schließen.

Die experimentierende Einbindung des Forschers in Verbindung mit dem primären Ziel der wissenschaftlichen Erkenntnis schließt bereits viele Typen der Aktionsforschung aus. Prinzipiell stimmen daher nur die Kriterien partizipativer und positivistischer Aktionsforschung mit dem vorliegenden Szenario überein. Um den passenden Typ beider Varianten zu identifizieren, sind die weiteren Inhalte der Dissertation mit einzubeziehen. Dies sind zu lösende Forschungsfragen (vgl. Kapitel 1) verbunden mit einer intensiven Untersuchung der RFID-Literatur (vgl. Kapitel 3) sowie mehrere evaluierte Lösungs-Frame-

works für identifizierte Probleme (vgl. Kapitel 5-8). Demensprechend wird die positivistische Aktionsforschung als der am besten zutreffendste Aktionsforschungstyp festgelegt.

Der Begriff positivistische Aktionsforschung darf trotz des Wortlauts nicht missverstanden werden. Die Prinzipien der Aktionsforschung sind wie beschrieben stark interpretativ. Daher verfolgen DeLuca und Kok (2007) in ihrem Beitrag primär das Ziel, durch die Einbindung positivistischer Aspekte wie Hypothesen, Forschungsfragen, Literaturanalysen und Methodvalidierung eine breitere Masse an Forschern zu erreichen sowie die Reichweite und Akzeptanz der Aktionsforschung zu erhöhen (vgl. Kapitel 2.7.3).

Aufgrund des Umfangs der Dissertation und der Komplexität des durchgeführten Projekts ist die strikte Verwendung nur eines Aktionsforschungstyps schwer durchführbar. Gerade während der zyklischen Fehlerbehandlungsprozesse (vgl. Kapitel 5 und 6) war die Einbindung des Forschers partnerschaftlich und die organisatorische Entwicklung des jeweiligen Stores von entscheidender Bedeutung. Diese Merkmale weisen auf eine kanonische Aktionsforschung hin.

Zusammenfassend wird in dieser Dissertation die Kombination von zwei Ausprägungen der Aktionsforschung angewandt. Für das grundsätzliche Vorgehen wird der Rahmen einer positivistischen Aktionsforschung verfolgt. Gleichzeitig wird vor allem im Mittelteil der Arbeit bei der Problemlösung ein zyklischer, kanonischer Aktionsforschungsansatz gewählt (vgl. Abbildung 16).

2.9 Struktur der Dissertation

2.9.1 Konzeption und Aufbau eines Artikels

Nach der Identifikation des Aktionsforschungstyps sieht Kapitel 2.3 vor, dass dieser Typ definitionsgerecht verwendet wird. Dies bedeutet, dass einer vorgegebenen Struktur gefolgt werden muss, die den Typ der Aktionsforschung berücksichtigt und konsequent einhält. Eine derartige Vorgabe für die positivistische Aktionsforschung liefern DeLuca und Kok (2007). Die Autoren schlagen für eine diesen Typ verwendenden Studie insgesamt sechs Bereiche vor.

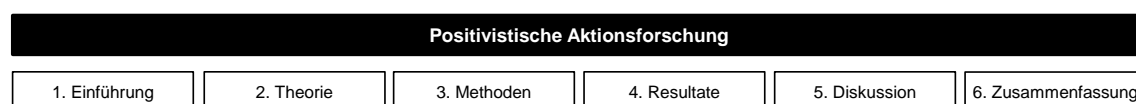


Abbildung 15: Positivistische Aktionsforschung

Die in Abbildung 15 visualisierten Bereiche spiegeln gleichzeitig die vorgegebene Struktur einer wissenschaftlichen Arbeit wider, die den positivistischen Typ der Aktionsforschung verwendet. Sie bilden demnach die Basis für den Aufbau dieser Dissertation. So

wird im nächsten Abschnitt die Struktur der Dissertation auf diese sechs Bereiche transformiert. Die Bereiche bzw. Phasen der kanonischen Aktionsforschung, die vor allem im Mittelteil der Dissertation verwendet werden, sind bereits in Kapitel 2.2 beschrieben.

2.9.2 Struktur und Aktionsforschungsphasen

Die in Kapitel 1.5 beschriebene Struktur und Themenabarbeitung der Dissertation wird nun auf die Phasen der positivistischen bzw. kanonischen Aktionsforschung übertragen. Diese „Verschmelzung“ ist in Abbildung 16 dargestellt. Die Struktur der positivistischen Aktionsforschung von DeLuca und Kok (2007) ist in sechs Abschnitten vorgegeben (vgl. Kapitel 2.9.1) und in *Spalte A* dargestellt. Der einmalige Durchlauf der Phasen einer klassischen Aktionsforschung (vgl. Kapitel 2.2) wird in *Spalte B* auf diese sechs Phasen transformiert. Im Mittelteil der Arbeit werden die Phasen der kanonischen Aktionsforschung entsprechend *Spalte C* zyklisch durchlaufen. *Spalte D* ordnet schließlich die einzelnen Kapitel der Dissertation den vorgegebenen Aktionsforschungsphasen zu.

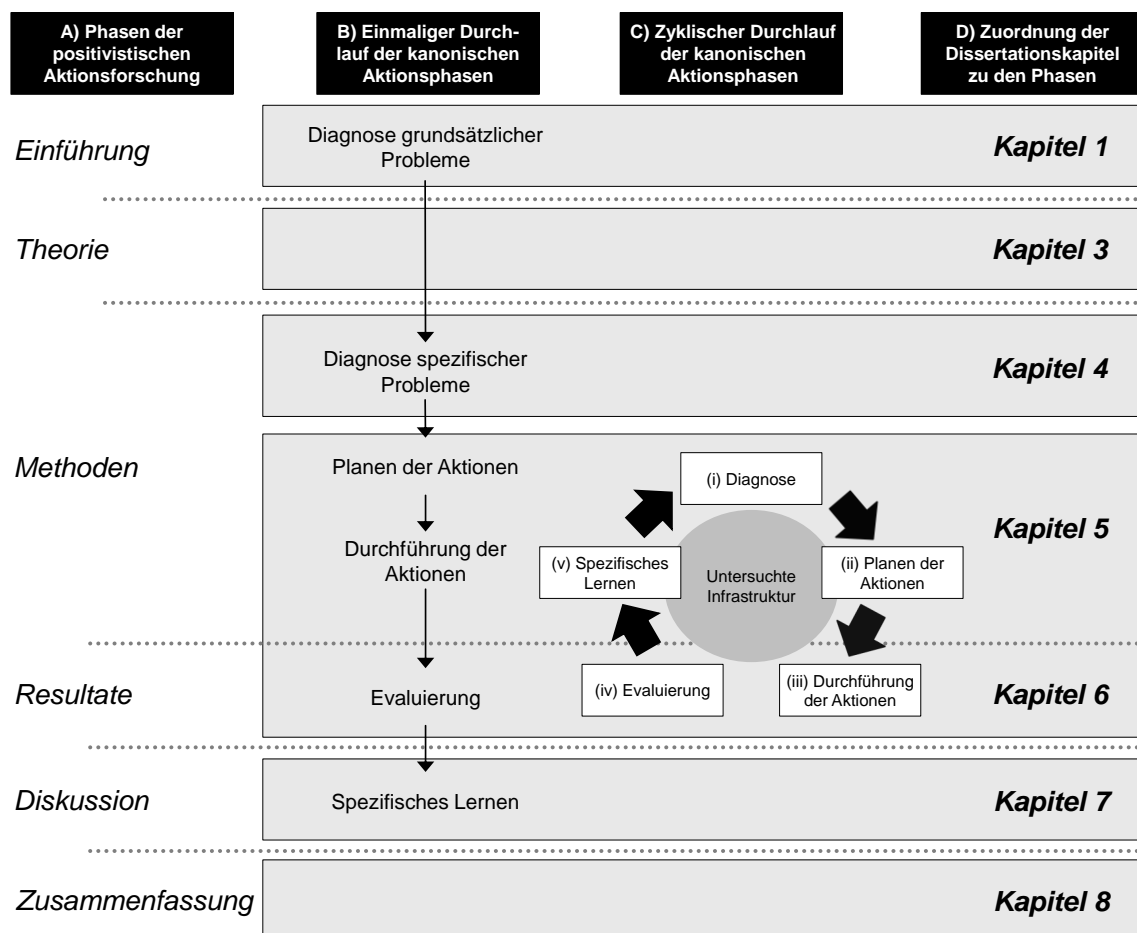


Abbildung 16: Struktur der Themenabarbeitung in Bezug auf die Aktionsforschung

Die Inhalte der Arbeit werden auf die vorgegebenen Phasen der positivistischen Aktionsforschung angepasst. In der ersten Phase *Einführung* schlagen DeLuca und Kok (2007) eine Beschreibung der Motivation, des Zwecks und der Ziele der Arbeit vor. Gleichzeitig

soll das Umfeld der Problemsituation bzw. die Branche der untersuchten Organisation dargestellt werden. Diese Phase entspricht demzufolge der Diagnosephase der klassischen Aktionsforschung. Da in dieser Dissertation eine Einführung in die Thematik gegeben wird sowie Forschungsfragen und Ziele formuliert werden, entspricht Kapitel 1 der Einführungs- bzw. Diagnosephase.

Die Phase der *Theorie* sieht eine umfangreiche Analyse der bestehenden Literatur im untersuchten Forschungsumfeld sowie den Hinweis auf identifizierte Lücken vor. Da diese Untersuchung nur Teil der positivistischen Aktionsforschung und kein Bestandteil der klassischen Aktionsforschung ist, kann keine korrelierende Phase beider Typen gefunden werden. Kapitel 3 der Dissertation untersucht ausführlich die RFID-Literatur und entspricht somit der Theoriephase der positivistischen Aktionsforschung (DeLuca und Kok 2007). Geforderte Hypothesen werden in dieser Dissertation in der Form von Forschungsfragen bereits in Kapitel 1 definiert.

Die dritte Phase der *Methoden* sieht nach einer allgemeinen Beschreibung des Themenfelds die Diagnose spezifischer Probleme der untersuchten Organisation vor. Im Rahmen dieser Phase sollen weiterhin sämtliche die Ausgangssituation verbessernde Aktionen geplant, beschrieben und durchgeführt werden. Der darauffolgende Abschnitt der *Resultate* soll Ergebnisse sowie qualitative und/oder quantitative Verfahren zur forschungsfragenbezogenen Evaluierung der durchgeführten Maßnahmen beinhalten (DeLuca und Kok 2007, Avison et al. 1999). Beide Phasen werden in Kapitel 4-6 dieser Dissertation abgedeckt. Kapitel 4 diagnostiziert die Problemsituation des untersuchten Retailers, indem Ausgangssituation, technische Komponenten, sämtliche relevante Prozesse sowie das implementierte System detailliert beschrieben werden. Weiter werden alle initial geplanten Aktivitäten der Projektkooperation vorgestellt. Kapitel 5 erläutert das strukturierte Vorgehen bei der Problemlösung der betroffenen In-Store-Prozesse des Retailers. Kapitel 6 überprüft die vorgenommenen Maßnahmen auf Wirksamkeit und stellt Kennzahlen zur Überwachung und Fehlerprävention der untersuchten Prozesse dar. Zur Evaluierung der vorgenommenen Problemlösung werden hauptsächlich quantitative Bestandsdaten herangezogen.

In der Phase der *Diskussion*, die der spezifischen Lernphase der klassischen Aktionsforschung entspricht, soll schließlich die praktische und theoretische Bedeutung der Arbeit dargestellt werden. Gleichzeitig gilt es, die gewonnenen Erkenntnisse der zyklischen Problemlösung zu formulieren (DeLuca und Kok 2007). Kapitel 7 der Dissertation diskutiert, inwiefern die beschriebenen Maßnahmen und Lösungsstrategien für einen langfristigen Erfolg in vergleichbaren Szenarien eingesetzt werden können und definiert hierzu vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements. Weiterhin wird die Anwendung der Forschungsmethode hinsichtlich der theoretischen Bedeutung mit unterschiedlichen Ansätzen umfassend validiert.

Die Phase der *Zusammenfassung* ist die letzte Phase der positivistischen, jedoch kein fester Bestandteil der klassischen Aktionsforschung. Kapitel 8 der Dissertation beinhaltet ein abschließendes Resümee sowie eine Zusammenfassung der Forschungsergebnisse. Weiterhin werden gestellte Forschungsfragen beantwortet und praktische Projektziele auf deren Zielerreichung untersucht. Ebenfalls werden Implikationen für Theorie und Praxis vorgestellt sowie ein Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf gegeben.

2.10 Validierung der Forschungsmethode

Entsprechend des vorgeschlagenen Vorgehensmodells zur Verwendung der Aktionsforschung (vgl. Kapitel 2.3) wird in dieser Dissertation besonderer Wert auf die detaillierte Validierung der Forschungsmethode gelegt. Auf diese Weise werden die Generalisierbarkeit der Ergebnisse und die Präzision der Forschung gewährleistet, was neben der praktischen Relevanz von essentieller Bedeutung ist (Baskerville und Wood-Harper 1996, Cohen und Manion 1980).

Die Validierung wird nach der Anwendung der Aktionsforschung und der Beschreibung sämtlicher Ergebnisse schließlich in Kapitel 7.4 durchgeführt. Dabei wird eine Übersicht über verschiedene Validierungs-Frameworks gegeben und auf deren spezifische Merkmale eingegangen.

Auf eine umfassende historische Entstehung der Aktionsforschung wird hingegen verzichtet. Für eine derartige Beschreibung vom Ursprung in der Arbeit von Lewin (1947) über erste Entwicklungen der Aktionsforschung bis hin zu einschlägigen Standardwerken sei auf Baskerville und Wood-Harper (1998) verwiesen.

3 Literaturanalyse

3.1 Übersicht

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die vorhandene und zugängliche Literatur im Bereich RFID-in-Retail. Die Vorgehensweise der Literaturanalyse kann in folgende Schritte zusammengefasst werden:

- Zunächst wird in Kapitel 3.2 ein Überblick über behandelte Themengebiete des untersuchten Bereichs mit einschlägigen Beispielpublikationen gegeben.
- Da in dieser Arbeit die Entwicklung von Differenzen zwischen physischen und systemgestützten Beständen entscheidend ist, wird das Themengebiet der Bestandsungenauigkeiten mit den entsprechenden Publikationen in Kapitel 3.3 besonders intensiv betrachtet.
- Der Bereich der Bestandsungenauigkeiten wird zuerst durch bisherige Ansätze beschrieben. Im Anschluss wird auf die besonders thematisierten Aspekte Datenqualität und Kennzahlen eingegangen und die jeweils vorhandene Literatur vorgestellt.
- In Kapitel 3.4 wird die betrachtete Literatur hinsichtlich der verwendeten Forschungsmethoden klassifiziert. Weiterhin wird auf die Verbreitung der Aktionsforschung im Bereich RFID eingegangen.
- Nach der Präsentation und Ordnung sämtlicher relevanter Werke beschäftigt sich Kapitel 3.5 mit den daraus resultierenden Lücken der Literatur. Darauf aufbauend wird der Schwerpunkt dieser Dissertation in Kapitel 3.6 dargestellt und die vorliegende Arbeit von bisherigen Ansätzen abgegrenzt.

3.2 Studien über den RFID-Einsatz im Bereich Retail

Die ersten hinreichend publizierten RFID-Pilotprojekte wurden zwischen 1999 und 2002 von großen Handelsunternehmen wie Woolworth (UK), Sainsbury, GAP oder CVS durchgeführt. Viele der ersten Publikationen wurden in Form von Projektberichten zum

einen durch das Auto-ID-Center bereitgestellt – einer Organisation, die in Zusammenarbeit des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und vielen Industriepartnern gegründet wurde. Zum andern waren Industrieorganisationen wie die Grocery Manufacturers of America (GMA) maßgeblich an diesen Veröffentlichungen beteiligt. Derartige Berichte (*First Reports*) beschäftigen sich hauptsächlich mit der allgemeinen Motivation für einen Einsatz der RFID-Technologie, die sich aus gesehenen Potentialen und ökonomischen Treibern für die Implementierung zusammensetzt (z. B. Chappell et al. 2002, GMA 2002, Haffey et al. 2002, Keith et al. 2002). Diese Publikationen förderten die anfängliche Verbreitung und das grundlegende Verständnis für die Technologie.

Im Zuge der Entwicklung weltweit gültiger Standards begannen auch die größten Retailer wie Wal-Mart, Metro oder Tesco, die RFID-Technologie einzusetzen. Das erste Ziel bestand zunächst in der Verbesserung der gesamten Supply-Chain-Effektivität. Aufgrund der Größe und Verhandlungsmacht dieser Retailer wurde eine Vielzahl an Lieferanten mit der Verwendung von RFID konfrontiert. Mit der fortlaufenden Verbreitung der RFID-Technologie rückte diese nach einer gewissen Verzögerung schließlich in den Fokus der Wissenschaft (Thiesse et al. 2009).

Die meisten der ersten Publikationen in angesehenen wissenschaftlichen Fachzeitschriften können als allgemeine Übersichtsstudien (*General Review*) bezeichnet werden. So beschreiben Kärkkäinen und Holmström (2002) bereits zu einem frühen Zeitpunkt die vielfältigen Möglichkeiten der drahtlosen Produktidentifikation in Bezug auf neuartige Konzepte im Management von Supply Chains. Das größte Potential wird in der Erfassung jedes einzelnen Artikels während des gesamten Produktlebenszyklus gesehen. Jones et al. (2004) geben eine Übersicht über die Funktionsweise der RFID-Technologie, beschreiben Herausforderungen und Chancen im Bereich Retail und verweisen auf Erfolge bereits implementierter Pilotprojekte. Angeles (2005) behandelt ähnliche Aspekte – geht jedoch neben Standardisierungsbestrebungen und technologischen Aspekten als einer der ersten Autoren zusätzlich auf wichtige Leitlinien bei der RFID-Implementierung ein, die für Manager oder Projektleiter von großer Bedeutung sein können. Derartige Leitlinien sind beispielsweise die frühzeitige Erstellung eines Business Case, die Wahl der richtigen RFID-Hardware und -Software oder die Antizipation von technischen Fehlern und Problemen bei der Einbindung in die vorhandene IT-Infrastruktur. Weitere oft zitierte Publikationen der General-Review-Kategorie sind die Werke von McFarlane und Sheffi (2003), Srivastava (2004) oder Bose und Pal (2005).

Viele Publikationen beschäftigen sich mit der *Adoption* von RFID in mehreren Facetten. So befragen Reyes et al. (2007) 5000 Unternehmen bezüglich des aktuellen und geplanten Einsatzes von RFID im Supply-Chain-Kontext. Die Mehrheit befindet sich in einer eher abwartenden Haltung gegenüber der Verwendung und Einführung von RFID. Zu einem ähnlich skeptischen Ergebnis kommen Li et al. (2010). Neben den zwar gesehenen

Wettbewerbsvorteilen wie eine erhöhte Bestandsgenauigkeit oder Kosteneinsparungen sehen die 49 befragten Experten den Mangel an vorhandenem Verständnis und an verlässlichen Business Cases als entscheidende Hindernisse für den RFID-Einsatz. Geringe Adoptionsraten werden ebenfalls bei Shih et al. (2008), Leihmeister et al. (2007) oder Vijayaraman und Osyk (2006) beobachtet. Thiesse et al. (2011) untersuchen den Adoptionsprozess basierend auf einer Unternehmensbefragung mit 159 gültigen Datensätzen. Als entscheidende Einflussfaktoren auf die Adoptionsentscheidung werden hier die Kosten, die Unterstützung durch das Management, die gesehenen Vorteile sowie der durch Partnerschaften entstehende Zwang gesehen. In der Studie von Osyk et al. (2012) wird jedoch nach wie vor eine skeptische Haltung gegenüber der RFID-Adoption festgestellt. Diese wird wiederum durch den Mangel an Business Cases und verlässlichen ROI-Berechnungen begründet. Weitere Adoptionsstudien sind unter anderem bei Zelbst et al. (2011), Müller-Seitz et al. (2009), Bhattacharya et al. (2008) oder Brown und Russell (2007) zu finden. Zu den Adoptionsstudien werden ebenfalls Themen wie Privatsphäre allgemein (z. B. Saito et al. 2004) oder empfundene Risiken hinsichtlich der Privatsphäre durch RFID (z. B. Günther und Spiekermann 2005) gezählt.

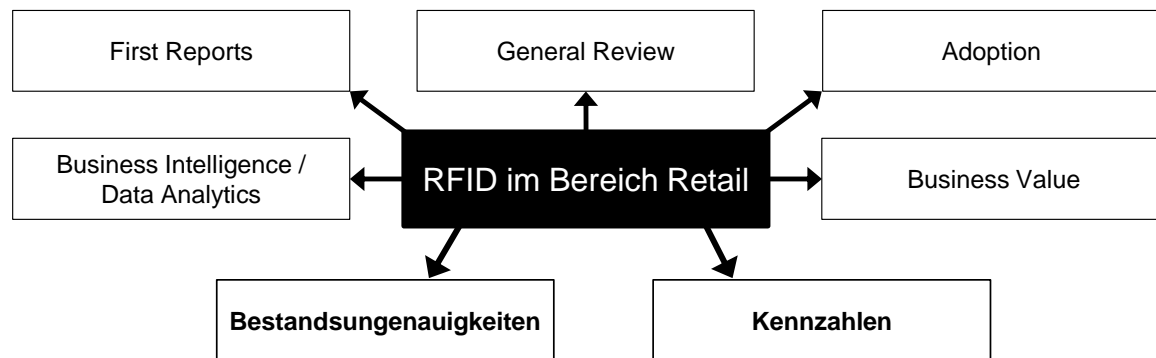


Abbildung 17: Beispielhafte Kategorien der RFID-in-Retail-Literatur

Eine weitere Anzahl jüngerer Publikationen beschäftigt sich mit der intensiven Analyse der durch das RFID-System bereitgestellten Daten (*Business Intelligence/Data Analytics*). Ansätze dieser Kategorie sind bei Gonzalez et al. (2006) oder Delen et al. (2007) zu finden. Erstere diskutieren mehrere Ansätze, um mit dem enormen RFID-Datenvolumen umzugehen. Hierzu wird beispielsweise auf die Konsequenzen unterschiedlicher Informationsgranularität eingegangen. Delen et al. (2007) bereiten hingegen die gesammelten Daten eines großen US-Retailers auf, um die Bewegung von Produkten entlang der Supply Chain und während des gesamten Lebenszyklus sichtbar zu machen. Weitere Studien thematisieren den Mehrwert durch die Aufbereitung der bereitgestellten RFID-Daten hinsichtlich wirksamer Produktverfolgung, Management-Support, Bestellstruktur, Layoutoptimierung oder Zeitmanagement (Baars und Sun 2009, Bottani et al. 2009, Baars et al. 2008, Bottani 2008). Al-Kassab et al. (2013) führen eine umfassende RFID-Datenanalyse innerhalb eines RFID-Pilotprojekts mit einem großen Retailer durch. Die betrachtete Verkaufsfläche ist hier mit 55 Lesegeräten und über 200 Antennen im Vergleich zu vor-

herigen Studien umfassend mit der RFID-Technologie ausgestattet. Die auf diese Weise gewonnenen Daten geben Aufschluss darüber, auf welchem Weg sich Waren innerhalb der Verkaufsfläche bewegen und wie transparent gemachte Nachbefüllungsprozesse (*Replenishment-Prozesse*) die Warenverfügbarkeit beeinflussen. Weiterhin ermöglichen die Analysen unter anderem Einsicht in die Fehlplatzierung von Waren oder in die Anprobefähigkeit verschiedener Warenkategorien. Derartig gesammelte und aufbereitete Informationen können Entscheidungsträger etwa bei der Gestaltung der Verkaufsfläche oder bei der Präsentation und Bereitstellung von Waren unterstützen.

Weitere Arbeiten beschäftigen sich unter der Verwendung unterschiedlicher Forschungsmethoden mit dem greifbaren Wert der RFID-Technologie für ein Unternehmen (*Business Value*). Wenn auch viele der Studien nicht explizit dieses Ziel nennen, so zeigt Tabelle 6 beispielhafte Werke, die unterschiedliche *Business Values* identifizieren (Thiesse et al. 2009).

Publikation	Identifizierter Business Value für RFID-in-Retail
Tellkamp und Quiede (2005)	Automatisierung, verbesserte Datenqualität (vollständige und exaktere Lieferungen), erhöhte Servicequalität, weniger Personalkosten, erhöhter Umsatz
Sellitto et al. (2007)	Verbesserte Datenqualität (schnellere, vollständige und exaktere Lieferungen)
Loebbecke (2007)	Durchlaufzeitverkürzung, weniger Personalkosten, verbesserte Datenqualität
Tzeng et al. (2007)	Verbesserung des operativen Ablaufs, neuartige Anwendungen
Uhrich et al. (2008)	Kosteneinsparungen, erhöhter Umsatz pro Kunde, erhöhte Servicequalität
Thiesse et al. (2009)	Verbesserungen des operativen Ablaufs, verbesserte Datenqualität, weniger Personalkosten, erhöhte Servicequalität, weniger Kapitalbindung
Ngai et al. (2014)	Kosteneinsparungen, Verbesserung des operativen Ablaufs

Tabelle 6: Business Value für RFID in Retail am Beispiel mehrerer Publikationen

Da sich die Ergebnisse nicht immer auf tatsächliche RFID-Installationen stützen, sondern vielmehr basierend auf theoretischen Annahmen erzielt werden, sind manche identifizierte Vorteile zwar plausibel, jedoch mit Vorsicht zu betrachten. Thiesse et al. (2009) präsentieren hingegen ein konzeptionelles Modell, das den Zusammenhang zwischen der Leistung bzw. dem Ergebnis (*Performance*) eines Unternehmens und dem RFID-Investment mit den damit verbundenen Änderungen und Effekten strukturiert darstellt.

Nach der beschriebenen Einführung in grundsätzliche Forschungsgebiete im Bereich RFID-Retail beschreiben die folgenden Abschnitte die für diese Dissertation besonders relevanten Kategorien (*Bestandsungenauigkeiten* und *Kennzahlen*) der Literatur.

3.3 Bestandsungenauigkeiten

3.3.1 Zusammenhänge

Als Bestandsungenauigkeiten werden die absoluten Differenzen zwischen dem tatsächlichen, physischen Bestand eines Retailers und dem Bestand des jeweiligen Informationssystems zu einer beliebigen Zeit verstanden (Fleisch und Tellkamp 2005).

Bestandsungenauigkeiten bzw. Bestandsdifferenzen werden in vielen Publikationen auf unterschiedlichste Weise berechnet oder festgestellt. So gehen beispielsweise Khang und Gershwin (2005) von Bestandsdifferenzen zwischen 25% und 49% aus. DeHoratius und Raman (2008) berichten sogar von 65% dieser Ungenauigkeiten. Als Folgen der Bestandsungenauigkeiten werden häufig Out-of-Stock-Situationen oder Umsatzverluste genannt. Um die Verbindung zwischen diesen Aspekten sowie deren Ursachen und Auswirkungen strukturiert beschreiben zu können, wird die Literatur zuerst hinsichtlich entscheidender kausaler Zusammenhänge untersucht.

Zunächst wird auf die Entstehung von *Bestandsungenauigkeiten* eingegangen. Erste Erklärungsansätze sind bei Khang und Gershwin (2005) zu finden. Immer dann, wenn ein *Bestandsverlust* auftritt und vom System nicht registriert wird, kann es zu Differenzen zwischen dem Systembestand und dem tatsächlichen Bestand kommen. Weniger kritisch sind *bekannte Bestandsverluste* (z. B. Abschreibungen durch erkannte Fehler bei Inventurprozessen oder Rücksendungen), da diese durch das System erfasst sind. Problematisch sind hingegen *unbekannte Bestandsverluste*, die dem systemgestützten Bestand unbekannt sind. Gründe für diese nicht registrierte Kategorie von Verlusten sind

- Diebstähle durch Mitarbeiter oder Kunden (Sarac et al. 2010, Bensoussan et al. 2005, Khang und Gershwin 2005),
- Transaktionsfehler, die beispielsweise bei Prozessen wie Wareneingang, Bestellung oder Inventur auftreten (Rekik 2011) oder durch Fehler beim Verpacken der Ware entstehen (Khang und Gershwin 2005),
- fehlerhafte Warenplatzierung (Rekik 2011, Rekik et al. 2008, Chappell et al. 2003), oder
- fehlerhafte Produktidentifizierung unter anderem durch falsche Anbringung der entsprechenden Labels (Khang und Gershwin 2005, Lee et al. 2005).

Die grundsätzlichen Möglichkeiten für unbekannte Bestandsverluste werden ebenfalls in einer umfassenden Literaturanalyse von Sarac et al. (2010) identifiziert und führen auch dort zu Bestandsungenauigkeiten. Deren Folge sind wiederum *Out-of-Stock*-Situationen,

da Nachbestellungsprozesse auf den in diesem Fall falschen Systembeständen basieren (Hardgrave et al. 2008, Khang und Gershwin 2005).

Der grundsätzliche Zusammenhang zwischen Out-Of-Stock und Umsatzverlust bzw. Kosten für das Unternehmen wird in mehreren Studien betont (z. B. Sahin et al. 2008, Anderson et al. 2006). Deutlicher wird diese Verbindung jedoch, wenn das Kundenverhalten miteinbezogen wird. Kann der Kunde ein gewünschtes Produkt aufgrund einer Out-of-Stock-Situation beim jeweiligen Retailer nicht erwerben, so können grundsätzlich vier Folgen antizipiert werden: (i) Der Kunde entscheidet sich, das Produkt *nicht zu kaufen*, (ii) der Kunde entscheidet sich, das Produkt bei einem konkurrierenden Retailer zu kaufen (*externe Substitution*), (iii) der Kunde entscheidet sich, ein alternatives Produkt des gleichen Retailers zu kaufen (*interne Substitution*) oder (iv) der Kunde entscheidet sich, den Kauf durch eine Nachbestellung beim gleichen Retailer zu *verschieben* (van Woensel 2007, Corsten und Gruen 2003). Während aus den beiden ersten Kundenreaktionen *Unzufriedenheit* und unmittelbare *Umsatzeinbußen* resultieren, hat der Retailer bei den beiden letzten Reaktionen noch die Aussicht auf einen zukünftigen Umsatz.

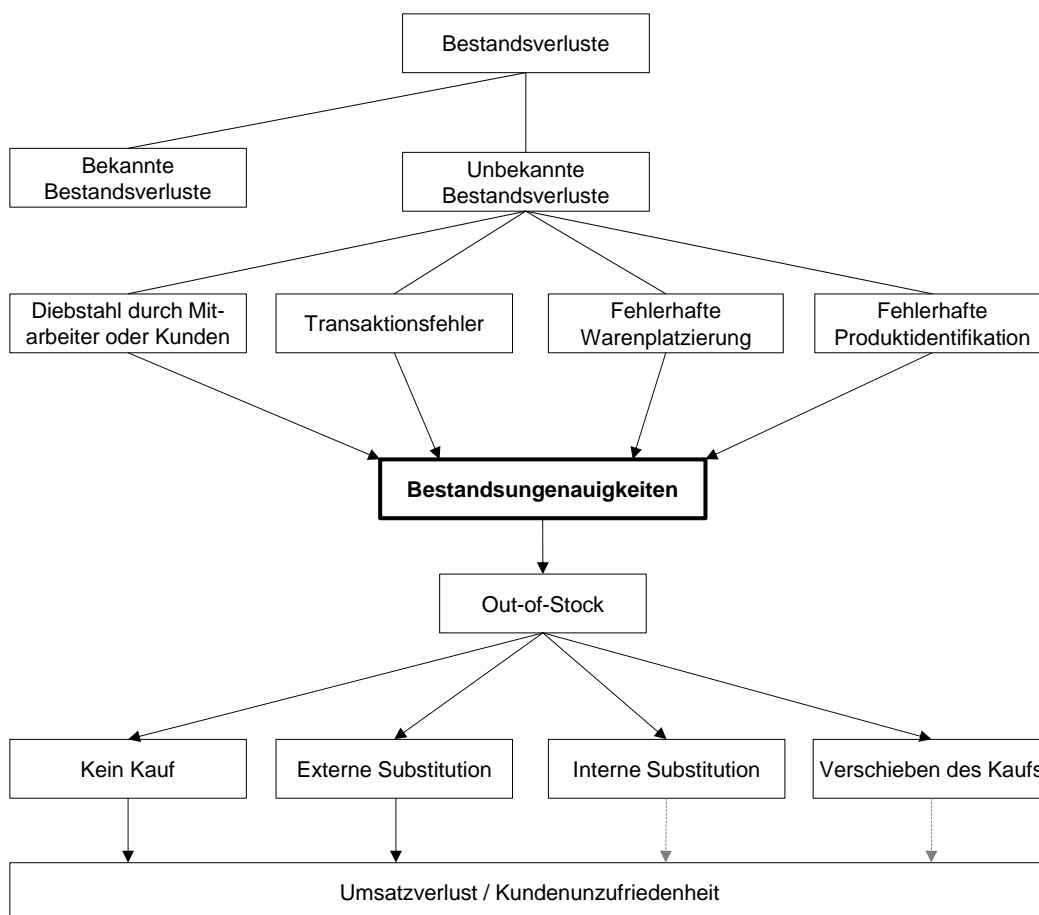


Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Bestandsverlusten, Out-of-Stock und Umsatz

Die beschriebenen Zusammenhänge, wie unbekannte Bestandsverluste durch mehrere Zwischenschritte zu Umsatzverlusten und Kundenunzufriedenheit führen, sind grafisch in Abbildung 18 dargestellt.

3.3.2 Bisherige Ansätze

Nachdem das Zustandekommen von Bestandsungenauigkeiten detailliert untersucht wurde, wird nun deren Entwicklung fokussiert. Viele Arbeiten beschäftigen sich hauptsächlich damit, die Bestandsungenauigkeit aufgrund der negativen Auswirkungen zu reduzieren, indem mathematische Modellierung oder Simulationen verwendet werden.

Gaukler et al. (2007) modellieren Produktbewegungen zwischen einem Retailer und einem Hersteller. Die getroffenen Annahmen beinhalten, dass RFID den Replenishment-Prozess verbessert. Die Verbesserung wird anhand der Produktverfügbarkeit auf der Verkaufsfläche (*Sales Floor*) und im Lager (*Stock Room*) sowie der dadurch angenommenen Kundenzufriedenheit gemessen. Die Autoren analysieren letztlich unter der Berücksichtigung des Kostenaspekts die Vorteile des RFID-Replenishment-Prozesses bei Diebstählen, fehlerhaften Warenplatzierungen oder sonstigen Transaktionsfehlern.

Rekik et al. (2009) behandeln die Entstehung von Bestandsungenauigkeiten mit mathematischer Modellierung. Es werden insgesamt drei Beispiele modelliert, um das Bestandssystem zu führen und damit Ungenauigkeiten zu beheben. Im ersten Beispiel werden auftretende Fehler gänzlich ignoriert. Im zweiten Beispiel wird mehr Transparenz und Kenntnis bezüglich der Fehler angenommen und beispielsweise bei Lagerhaltungsstrategien berücksichtigt. Im dritten Beispiel wird die größte Transparenz durch ein installiertes und fehlerfreies RFID-System modelliert. Die Autoren stellen die Vorteile des dritten Beispiels den antizipierten Kosten einer RFID-Implementierung gegenüber.

Der Replenishment-Prozess wird beispielsweise bei Wong und McFarlane (2007) oder Szmerekovsky und Zhang (2008) granularer dargestellt. In deren Studien werden bestimmte Replenishment-Strategien unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren wie Häufigkeit, Regalgröße oder Zeit im RFID-Umfeld diskutiert. Die Autoren gehen im Zuge der RFID-Implementierung von einer schnelleren Auskunft über Bestände und einer erhöhten Glaubwürdigkeit der bereitgestellten Informationen aus. Çakıcı et al. (2011) schreiben der RFID-Technologie eine höhere Informationstransparenz und eine effektivere Bekämpfung des Diebstahls zu. Darauf aufbauend werden durch die Implementierung Kosteneinsparungen des operativen Betriebs festgestellt.

DeKok et al. (2008) untersuchen in ähnlicher Weise wie Rekik et al. (2009) die Korrelation zwischen Kosten bzw. Verlusten durch Diebstähle in einem traditionellen sowie in einem RFID-Szenario. Die Autoren gehen davon aus, dass durch RFID unter anderem weniger Qualitätskontrollen und Lagerhaltung notwendig sind. Es wird ein Break-Even-Preis errechnet, ab dem sich die Verwendung von RFID lohnt. Dieser Preis wird von den noch vorhandenen Diebstählen und dem Wert der entwendeten Ware beeinflusst. Das Modell von DeKok et al. (2008) berücksichtigt einen Parameter *Alpha*, der eine Menge an Waren determiniert, deren Schwund auch im RFID-Szenario nicht verhindert werden

kann. Diese Tatsache gibt erste Rückschlüsse darauf, dass der Einsatz von RFID-Technologie nicht alle prognostizierten Vorteile vollständig erreicht. Ein Zusammenhang zwischen Alpha und eventuell unvollständigen Leseraten oder Datenqualitätsproblemen wird jedoch nicht erläutert.

Alle vorgestellten Publikationen haben gemeinsam, dass die RFID-Technologie als perfekt angesehen wird und die bereitgestellten Informationen als fehlerfrei betrachtet werden. Diese Problematik der nicht angezweifelte RFID-Informationen wird zum Beispiel von Tu et al. (2009) betont. Weiter prangern Sarac et al. (2010) oder Condea et al. (2012) an, dass viele Studien zu stark vereinfacht vermuten, dass eine RFID-Implementierung Diebstähle, fehlerhafte Warenplatzierungen und Transaktionsfehler vollständig beseitigen kann. Bisher vorgestellte Studien werden in Abbildung 19 der *Kategorie A* zugeordnet. Kennzeichnend hierfür ist eine durch die RFID-Implementierung erreichte Verringerung der Bestandsungenauigkeiten, da die Bestandsinformation des RFID-Systems im Vergleich zu traditionellen Bestandssystemen als besser und fehlerfrei angesehen wird.

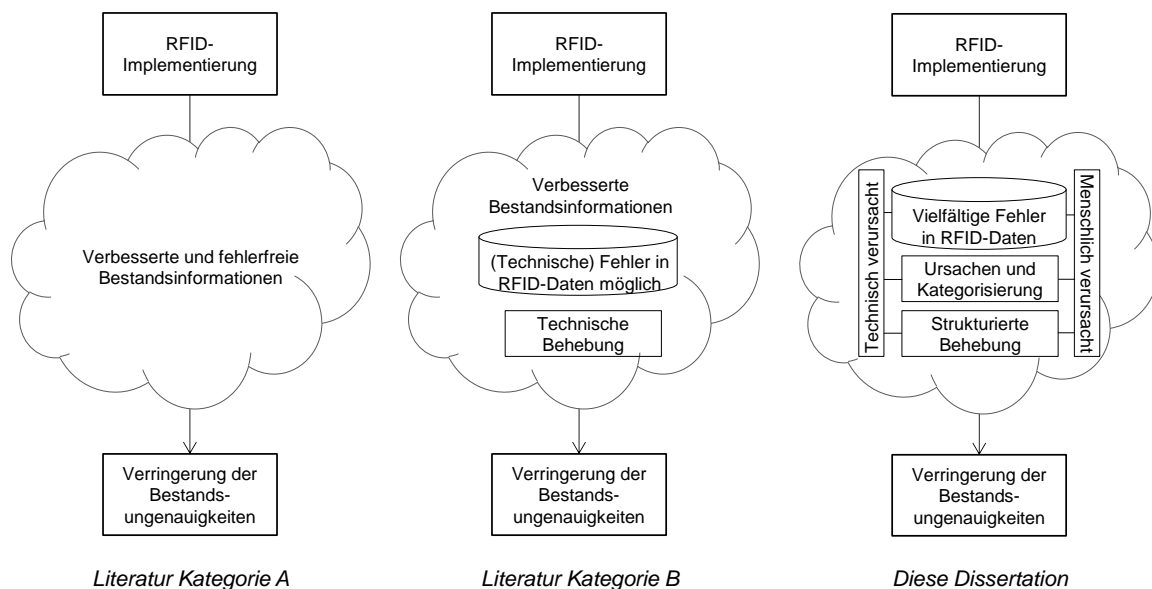


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen RFID und Bestandsungenauigkeiten

3.3.3 Datenqualität

Studien der *Kategorie B* räumen ein, dass die bereitgestellten Informationen der RFID-Infrastruktur zumindest fehlerbehaftet sein können. Damit wird der größte Unterschied zu Studien der *Kategorie A* deutlich. Indem mögliche Fehler oder Unvollständigkeiten in RFID-Informationen miteinbezogen werden, wird die Datenqualität der RFID-Infrastruktur direkt thematisiert oder zumindest indirekt berücksichtigt. So weist die Simulationsstudie von Thiesse et al. (2007) einen Parameter zwischen 0 und 1 auf, der die Leserate der RFID-Technologie widerspiegelt. Die Leserate kann Werte zwischen 0% und 100% annehmen und ist demzufolge nicht fehlerfrei. Eine derartig variable Leserate wird bei

Condea et al. (2012) nicht nur berücksichtigt, sondern ist zentraler Bestandteil der vorgestellten Simulation. Die Autoren betonen und modellieren bewusst die Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen, physischen Bestand und dem RFID-Bestand. Die variable Leserate beeinflusst dann entscheidend die Kosten und die gesamte Strategie des Replenishment-Prozesses. Die RFID-Fehler werden insgesamt als Hindernis für die Verbesserung der Bestandsungenauigkeiten gesehen.

Hardgrave et al. (2013) beurteilen die Datenqualität in der Hinsicht, dass die RFID-Bestandsungenauigkeit durch einen täglichen, manuellen Abgleich mit den physischen Beständen realistisch ermittelt wird. Die Autoren untersuchen in einer ersten Studie 13 Warenhäuser eines Retailers. Acht von diesen sind mit RFID-Technik ausgestattet und fünf dienen als Kontrollwarenhäuser (Studie 2: 62 Warenhäuser, 31 RFID-Warenhäuser und 31 Kontrollwarenhäuser). Insgesamt wird die Auswirkung von RFID auf die ermittelten Bestandsungenauigkeiten unter der Berücksichtigung von Faktoren wie Dichte, Vielfalt, Schnelligkeit, Kosten und Verkaufsvolumen simuliert.

Andere Publikationen der *Kategorie B* thematisieren die mangelnde RFID-Datenqualität, indem mögliche Fehlerursachen unvollständiger Leseraten beschrieben werden. Floerkemeier und Lampe (2004) greifen diesbezüglich ein Experiment von Römer und Domitcheva (2002) auf und beschreiben vier technische Fehlerursachen, die zu unvollständigen Leseraten führen.

Wenn sich mehrere RFID-Tags in der Reichweite eines Lesegeräts befinden, besteht die Gefahr der *Kollision*. In diesem Fall wird die Leserate durch Signalüberlagerung beeinflusst. Weiterhin ist die Verwendung von metallischen Materialien problematisch, da hierdurch der Antennenschwingkreis des Transponders beeinflusst oder das magnetische Feld des Lesegeräts gedämpft werden kann. Wird ein Transponder beispielsweise in eine Metallfolie eingewickelt oder befindet sich in direktem Kontakt mit einer metallischen Oberfläche, ist die Wahrscheinlichkeit einer Erfassung verschwindend gering, weil der Transponder auf diese Weise gegenüber dem Lesegerät *abgeschirmt* wird. Darüber hinaus können sich mehrere Transponder gegenseitig verdecken, indem sie zum Beispiel aufeinanderliegen. Ferner wird durch die räumliche Nähe der Transponder (es entsteht eine gegenseitige Induktion) die maximal mögliche Distanz zum Lesegerät erheblich verringert – die Transponder werden *verstimmt*. Zusätzlich bewirkt eine *ungünstige Ausrichtung* des zu lesenden Transponders vor allem bei schwachen Antennen unvollständige Leseraten (Finkenzeller 2012, Floerkemeier und Lampe 2004, Vogt 2002).

In Anlehnung an Finkenzeller (2012) lassen sich alle diese Fehlerursachen als unbewusste Störungen der RFID-Leseergebnisse bezeichnen. Diese Fehlertypen entstehen meist unbewusst im operativen Betrieb und beeinflussen die RFID-Leserate daher ungewollt. Im Gegensatz hierzu beschreibt Finkenzeller (2012) eine Vielzahl an Möglichkeiten, mit denen Leseergebnisse bewusst gestört werden sollen. Solche Möglichkeiten sind bei-

spielsweise die *Zerstörung* oder *Emulation eines Transponders*, *Angriffe über das RFID-Interface* oder *kryptografische Maßnahmen*. Die Motivation dieser Methoden ist meist der unbefugte Zugang zu den RFID-Daten oder deren mutwillige Störung bzw. Beeinflussung. Alle Störungsformen sind in Abbildung 20 zusammengefasst.

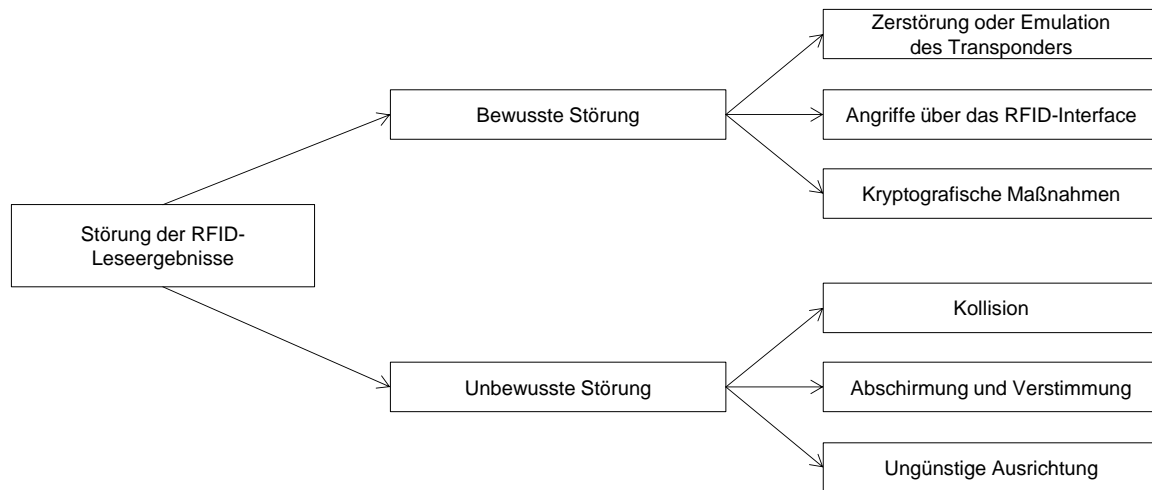


Abbildung 20: Störung der Leseergebnisse

Neben den Arbeiten, die Einschränkungen der RFID-Datenqualität aufgrund physikalisch bedingter Ursachen beschreiben, beschäftigen sich mehrere Publikationen mit der technischen Behebung dieser Fehler. So entwickeln Tu et al. (2009) drei verschiedene Algorithmen zur Behebung einer eingeschränkten Leserate verursacht durch Kollision, Abschirmung oder Verstimmung. Weitere Algorithmen für die Behebung fehlerhafter Lesevorgänge werden beispielsweise bei Bai et al. (2006), Jiang et al. (2006) oder Brusey et al. (2003) beschrieben. Alternativ beschäftigen sich unter Anderen Jeffery et al. (2006) oder Rao et al. (2006) mit unterschiedlichen Datenbereinigungsmethoden.

3.3.4 Kennzahlen

Dieser Abschnitt untersucht Studien, die sich mit Kennzahlen (*Key Performance Indicators, KPI*) im Bereich RFID-Retail beschäftigen. KPI geben als absolute oder relative Größen Aufschluss über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt eines Unternehmens (Preißler 2008). Hierbei ist zwischen qualitativen und quantitativen Kennzahlen zu unterscheiden:

- Qualitative KPI sind meist theoretische Konstrukte, die nur schwer zu definieren oder zu messen sind. Beispiele für qualitative KPI sind die Mitarbeiterkompetenz oder Kundenzufriedenheit.
- Quantitative KPI werden auf Basis messbarer Daten berechnet. Sie erlauben unter gleichen Rahmenbedingungen einen objektiven Vergleich. Beispiele für quantitative KPI sind der Warenbestand oder Umsatz pro Kunde (Rudolph 2009).

Klassische KPI im Bereich Retail sind beispielsweise Leistungskennzahlen, Faktoreinsatzkennzahlen sowie Warengruppen-, Abteilungs- oder Filialziele. Zur Veranschaulichung sind Leistungskennzahlen, die unter anderem *Personalleistung*, *Raumleistung* oder *Warenumschlag* messen, in Tabelle 7 ersichtlich (Stöckl 2000).

Kategorie	Leistungskennzahlen
Personalleistung	Umsatz pro Verkäufer und Beschäftigtem, Deckungsbeitrag pro Verkäufer und Beschäftigtem
Raumleistung	Umsatz pro Verkaufsfläche und Gesamtfläche, Deckungsbeitrag pro Verkaufsfläche oder Gesamtfläche, Umsatz pro Regallängeneinheit
Warenumschlag	Warenumschlag des Gesamtunternehmens, der Filiale, der Abteilung oder einzelner Warengruppen

Tabelle 7: Klassische KPI eines Retailers

Das Ökosystem eines Retailers zeichnet sich durch eine Komplexität an Wechselwirkungen sowie durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren aus. Daher gestaltet es sich schwierig, positive oder negative Entwicklungen derartig globaler KPI ausschließlich auf den Einsatz von RFID-Technologie zurückzuführen. Soll der Erfolg einer RFID-Implementierung dennoch durch Messgrößen veranschaulicht werden, verwenden mehrere Autoren für den speziellen Anwendungsfall jeweils als geeignet erachtete KPI. In vielen bereits vorgestellten Simulationsstudien sind die Größen wie Warenbestand, Kosten für Hardware, Service-Level bzw. Warenverfügbarkeit, Out-of-Stock-Level oder benötigte Lagergröße und Lagerfläche (Bendavid et al. 2009, Holmberg 2000). Tabelle 8 zeigt einschlägige Publikationen, die je nach betrachtetem Bereich beispielhafte Kennzahlen nennen, mit denen der Erfolg des RFID einsetzenden Unternehmens gemessen werden soll.

Die genannten KPI sind jedoch oft nur prinzipiell erwähnt oder in Simulationen untersucht. Die gezielte Beobachtung von Veränderungen der Messgrößen anhand von Daten realer Implementierungsbeispiele ist selten. Als Ausnahme gilt die Studie von Thiesse et al. (2009). Die Autoren verfolgen einen strukturierten Ansatz, der die Auswirkung und Verbesserung der bestehenden Prozesse durch RFID bewertet. Hierzu werden verschiedene Metriken benannt, um die Verbesserung der Prozess-Performance durch die RFID-Implementierung zu veranschaulichen. Die Anwendung oder Überprüfung dieser KPI ist jedoch nicht Bestandteil der Studie.

Als weitere Ausnahme sind Al-Kassab et al. (2013) zu nennen, die ebenfalls Ansätze zur detaillierten Messung von RFID-Prozessen eines Retailers untersuchen. Die umfangreichen Analysen des durch RFID erzeugten Datenbestands (vgl. Kapitel 3.2) werden dazu verwendet, verschiedene denkbare KPI zu erstellen. So wird die Performance des RFID-Kassenprozesses anhand der korrekten Lesevorgänge der zuständigen Antenne gemessen. Weiterhin werden mögliche Berechnungen vorgestellt, die versuchen, den Replenish-

ment-Prozess transparent zu gestalten. Zwei hierzu vorgestellte Größen sind jeweils die Anzahl von *Out-of-Shelf-but-in-Store*- und *Out-of-Stock*-Artikeln. Beispielsweise zeigt der *Out-of-Shelf-but-in-Store*-KPI, ob sich Artikel zwar im Stock Room, jedoch nicht auf dem für den Kunden einsehbaren Sales Floor befinden. Andere vorgestellte KPI können darüber hinaus hilfreich sein, das Layout der Verkaufsfläche zu optimieren. Durch die vielen installierten Antennen wird zum Beispiel die Belegung einzelner Umkleidekabinen auf Basis der dort gelesenen Artikel visualisiert. In einem weiteren KPI wird das Verhältnis von Anproben und anschließenden Käufen gemessen (Al-Kassab et al. 2013). Die Autoren präsentieren viele Ideen für KPI, gehen insgesamt jedoch nur deskriptiv oder anhand von Beispielen einzelner Artikel auf deren Anwendung ein.

Publikation	Bereich	Beispielhafte Kennzahlen
Bendavid et al. (2007)	Supplier-Level	Reichweite, Kapazität, Kapitalbindung (Rohmaterial)
	Distribution-Level	Reichweite, Bestellzyklus, Kapitalbindung (Produkte)
	Store-Level	Reichweite, Kapitalbindung (Produkte), Produktqualität
Veeramani et al. (2008)	Supply Chain	Betriebskosten (Prozesskosten)
		Umsatz (weniger Out-of-Stock, weniger Rücksendungen)
		Kapitalbindung (Level an Überschuss)
Bottani (2008)	Produktion	Durchlaufzeit (Bullwhip-Effekt, Gesamtlieferzeit)
		Anzahl an produzierten Artikeln pro Zeiteinheit
		Anzahl an Prozessfehlern und Zeitverlust durch Behebung
Thiesse et al. (2009)	Retailer	Grad an Auslastung
		Operativ (Zeit, Personalkosten, Erfassungsrate, Umsatz, ...)
Condea et al. (2012)	Retailer	Management (Umsatz, Profitabilität, Kundenzufriedenheit)
		Erfassungsrate
		Kosten (Inspektion, Replenishment, Diebstahl, Personal)
Al-Kassab et al. (2013)	Retailer	Warenbestand (physisch und systembasiert)
		Infrastruktur-Performance (Fehlerrate an der Kasse)
		Bestandsmanagement (Out-of-Shelf-but-in-Store, Out-of-Stock)
		Store-Logistik (Warenaufenthalt, Fehlplatzierungen)
		Layout-Management (Auslastung der Umkleidekabinen)
		Produktmanagement (Anprobe und Verkauf)

Tabelle 8: Beispielhafte Kennzahlen unterschiedlicher Publikationen

Grundsätzlich wird die KPI-basierte Messung der Performance einer Unternehmensleistung nach wie vor als große Herausforderung für die Praxis und Wissenschaft gesehen (Melnyk et al. 2004).

3.4 Forschungsmethoden

3.4.1 Verwendete Forschungsmethoden der RFID-Literatur

In Kapitel 3.2 und 3.3 wurde die RFID-Literatur im Bereich Retail nach Anwendungsbe-
reich bzw. behandelter Thematik kategorisiert. Alternativ sind weitere Klassifikations-
möglichkeiten wie beispielsweise nach Zitationshäufigkeit, Autoren, Institutionen oder
Journals denkbar (z. B. Liao et al. 2011).

Aufgrund der großen Bandbreite an vorhandener wissenschaftlicher Methodik (Wilde
und Hess 2007) ist ebenfalls eine Klassifizierung entsprechend der jeweils verwendeten
Forschungsmethode sinnvoll. Insgesamt wurden im betrachteten Bereich sechs For-
schungsmethoden identifiziert, auf die in mehreren Publikationen zurückgegriffen wird.
Diese Methoden sind (i) General Review bzw. Argumentativ deduktiv, (ii) Fallstudie
bzw. Qualitativ empirisch, (iii) Quantitativ empirisch, (iv) Simulation bzw. Mathemati-
sche Modellierung, (v) Konzeptionelle Modellierung sowie (vi) Literaturanalyse.

Forschungsmethode	Beispielhafte Publikationen
General Review / Argumentativ deduktiv	Uhrich et al. (2008), Curtin et al. (2007), Gessner et al. (2007), Niederman et al. (2007), Angeles (2005), Bose und Pal (2005), Srivastava (2004)
Fallstudie / Qualitativ empirisch	Ngai et al. (2012), Thiesse et al. (2009), Tzeng et al. (2008), Wamba et al. (2008), García et al. (2007), Loebbecke (2007), Loebbecke und Palmer (2006)
Quantitativ empirisch	Osyk et al. (2012), Zelbst et al. (2011), Li et al. (2010), Müller-Seitz et al. (2009), Brown und Russell (2007), Vijayaraman und Osyk (2006), Koh et al. (2006)
Simulation / Mathematische Modellierung	Hardgrave et al. (2013), Condea et al. (2012), Nativi und Lee (2012), Rekik (2011), Sari (2010), Rekik et al. (2009), Lee und Özer (2007), Kök und Shang (2007), Heese (2007)
Konzeptionelle Modellierung	Broekmeulen und van Donselaar (2009), Dong et al. (2009), Moon und Ngai (2008), Kelepouris et al. (2007)
Literaturanalyse	Liao et al. (2011), Sarac et al. (2010), Ngai et al (2008), Chao et al. (2007), Tajima (2007)

Tabelle 9: Klassifikation der RFID-Literatur nach Forschungsmethode

Tabelle 9 zeigt die sechs genannten Forschungsmethoden (i) - (vi) sowie beispielhafte
Publikationen des in der Literaturanalyse thematisierten RFID-Bereichs, die die entspre-
chenden Methoden implizit oder explizit verwenden.

3.4.2 Aktionsforschung in der RFID-Literatur

Werden die angewandten Forschungsmethoden aus Kapitel 3.4.1 betrachtet, so fällt auf, dass die Aktionsforschung kein Bestandteil dieser Übersicht ist. Entsprechend der identifizierten Merkmale dieser Forschungsmethode (vgl. Kapitel 2) ist momentan keine Publikation bekannt, welche die Aktionsforschung im RFID-Umfeld explizit verwendet. Auch weisen in den untersuchten Arbeiten keine einschlägigen Merkmale implizit darauf hin, dass eine auf der Aktionsforschung basierende Vorgehensweise oder Projektkooperation stattgefunden hat.

3.5 Forschungslücken

In Kapitel 1.4.1 wurden bereits signifikante Lücken der aktuellen Literatur beschrieben. Durch die intensive Untersuchung des relevanten Forschungsbereichs in dieser Literaturanalyse werden weitere nicht oder unzureichend behandelte Aspekte sichtbar. Zu den entscheidenden identifizierten Lücken zählen folgende Punkte:

- Definitionsgemäß repräsentieren Bestandsungenauigkeiten die Differenz zwischen dem Systembestand und dem tatsächlichen Bestand (vgl. Kapitel 3.3.1). Folglich sind die Ungenauigkeiten, die zentraler Untersuchungsgegenstand vieler Studien sind, laut Definition auch nur durch einen Abgleich mit dem tatsächlichen, physischen Bestand zu ermitteln. Soll eine realistische und belastbare Aussage über Bestandsungenauigkeiten durch den Einsatz von RFID getroffen werden, müsste demnach eine manuelle Überprüfung der untersuchten Bestände vorgenommen werden. Ein derartiger Arbeitsschritt ist äußerst selten und in der untersuchten Literatur beispielsweise nur bei Hardgrave et al. (2013) durchgeführt worden.
- Viele Studien argumentieren, dass die Datenqualität und Bestandsgenauigkeit konventioneller Bestandssysteme unzureichend sind. Oft wird dann zu vereinfacht angenommen, dass derartige Probleme durch die Installation einer RFID-Infrastruktur automatisch behoben werden (vgl. Kapitel 3.3.2). Die Datenqualität der von dieser Infrastruktur gelieferten Informationen wird in den meisten Studien als fehlerfrei erachtet. Nur wenige Ausnahmen berücksichtigen zumindest einen prozentualen Fehler der RFID-Leserate (vgl. Kapitel 3.3.3). Insgesamt mangelt es an einer detaillierten Untersuchung in Form von Maßnahmen und Tests, welche die Datenqualität der gelieferten RFID-Informationen erfassen und gegebenenfalls zu verbessern versuchen.
- Wird die Datenqualität von RFID-Infrastrukturen berücksichtigt oder thematisiert, so reduziert sich die Untersuchung auf Fehler technischer oder physikalischer Ur-

sachen. Ist auch die Behebung derartiger Fehler Gegenstand der Untersuchung, so sind die Behebungsmechanismen auf Algorithmen oder Datenbereinigungsmethoden beschränkt (vgl. Kapitel 3.3.3). Es fällt auf, dass Fehler der RFID-Infrastruktur bzw. mangelnde Datenqualität nur von der technischen Seite betrachtet werden. Es mangelt an der Berücksichtigung der Tatsache, dass Fehler gleichermaßen durch die RFID-Anwendung innerhalb der Prozesse entstehen können. Weiterhin wird nicht untersucht, inwiefern durch spezifisches Verhalten die beschriebenen technischen Fehler bewirkt oder vermieden werden können.

- Die Auflistung an die RFID-Datenqualität beeinflussenden Fehlern (vgl. Kapitel 3.3.3) ist unvollständig, da die prozesseitig verursachten Fehler nicht betrachtet werden. Darüber hinaus mangelt es an einer gezielten Fehlerkategorisierung sowie ursachenorientierten Untersuchung sämtlicher Fehler, welche die Datenqualität und damit Verlässlichkeit der Informationen beeinflussen.
- Viele Studien definieren und berücksichtigen Kennzahlen, deren Veränderung im Zuge der RFID-Implementierung beobachtet wird. Auf diese Weise wird der Vorteil einer RFID-Installation meist durch Simulationen oder fallbasierte Studien prinzipiell gerechtfertigt. Derartige KPI sind entweder meist globale Werte, die vielen Einflussfaktoren ausgesetzt sind oder theoretische Werte, die auf vielfältigen Annahmen basieren (vgl. Kapitel 3.3.4). Das Resultat ist, dass die meist positive Veränderung der Kennzahlen nicht allein auf eine RFID-Implementierung zurückzuführen ist. Es mangelt weiterhin an der Untersuchung oder Definition von Kennzahlen, welche die Effektivität der RFID-Prozesse anhand von realen Daten messen und visualisieren. Solche Werte würden die Datenqualität und Verlässlichkeit der RFID-Informationen transparenter gestalten.
- Trotz vieler praktischer Probleme, mit denen sich Anwender der RFID-Technologie im Bereich Retail konfrontiert sehen, existieren derzeit keine Leitfäden zur Problembehebung. Eine Forschungsmethode, die hierzu Wissenschaft und Praxis wirksam vereinen könnte, ist die Aktionsforschung (vgl. Kapitel 2). Derzeit ist keine Publikation bekannt, welche diese Methode im relevanten Bereich anwendet (vgl. Kapitel 3.4.2). Die Potentiale der Aktionsforschung sind daher im Bereich RFID bisher ungenutzt.
- Weiterhin basieren viele Untersuchungen auf theoretischen Zusammenhängen, Modellen oder Simulationen. Praktische Beispiele anhand von tatsächlich realisierten Implementierungen, die damit verbundene Probleme und Herausforderungen thematisieren, sind insgesamt nur mangelhaft vertreten. Ausnahmen sind beispielsweise bei Hardgrave et al. (2013), Thiesse et al. (2009) oder Loebbecke (2007) zu finden.

Das Ziel dieser Dissertation ist es, alle identifizierten Forschungslücken der verfügbaren und untersuchten Literatur zu füllen. Dies soll vor allem in Verbindung mit der Beantwortung aller formulierten Forschungsfragen erreicht werden.

3.6 Schwerpunkt der Dissertation

Entsprechend der beschriebenen Forschungslücken und der formulierten Forschungsfragen ist der Ausgangspunkt der Dissertation eine mangelhafte Datenqualität nach der Einführung einer RFID-Infrastruktur. Der Schwerpunkt der Arbeit ist demzufolge, die Ursachen und Fehler zu identifizieren, zu kategorisieren und strukturiert zu beheben.

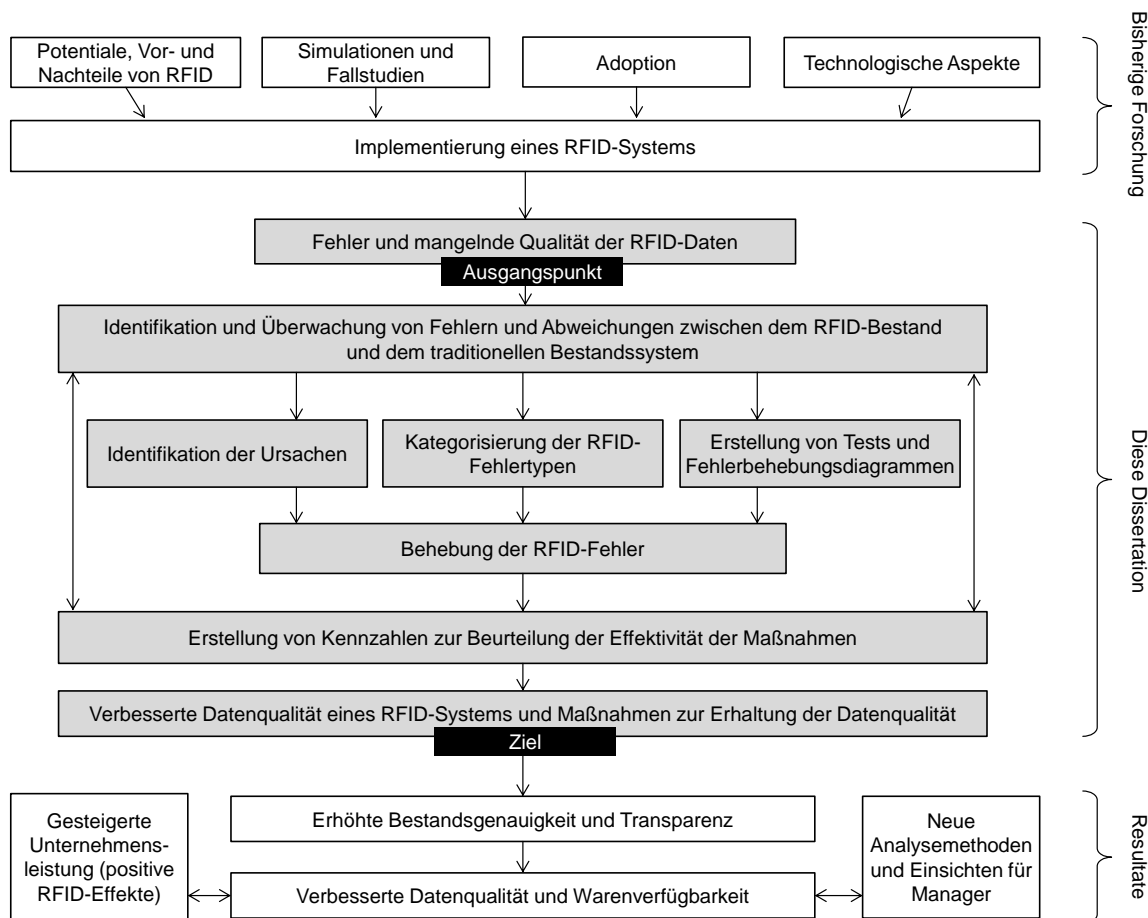


Abbildung 21: Schwerpunkt der Dissertation

Zu den bisherigen Forschungsarbeiten im RFID-Bereich grenzt sich diese Dissertation vor allem dadurch ab, dass aufgrund einer Implementierung der RFID-Infrastruktur bei einem Retailer nicht gleichzeitig eine erhöhte Bestandsgenauigkeit und Transparenz gefolgert wird. Die durch RFID bereitgestellten Informationen können hinsichtlich der Qualität mangelhaft sein, da Fehler technischen Ursprungs sowie Fehler bei der Anwendung der Technologie in den Prozessen angenommen werden. Daraufhin werden denkbare Fehler identifiziert, kategorisiert und mit Maßnahmen und Tests gezielt behoben. Anschließend erstellte Kennzahlen messen daraufhin den Erfolg der Fehlerbehandlung und

ermöglichen gleichzeitig eine Überwachung der Datenqualität und Effektivität der RFID-Prozesse. Die Inhalte der Dissertation entsprechend damit der *Kategorie C* aus Abbildung 19 (vgl. Kapitel 3.3.2) und behandeln die Aspekte der Datenqualität sowie deren Verbesserung und Evaluierung intensiver als bisherige Arbeiten der Kategorie A oder B.

Abbildung 21 visualisiert die Schwerpunkte der Abarbeitung. Gleichzeitig werden Vorteile der erhöhten Datenqualität veranschaulicht, die neue Analysemethoden und Einsichten für Manager sowie eine gesteigerte Unternehmensleistung ermöglichen. Durch die Sicherstellung der Datenqualität sind die prognostizierten positiven Effekte der RFID-Technologie schließlich erreichbar.

Alle Maßnahmen und Ergebnisse wurden im Zuge einer Forschungskooperation mit einem Retailer der Bekleidungsindustrie erarbeitet. Sämtliche Rahmenbedingungen und Ziele sowie Details der technischen Infrastruktur und der Systemlogik werden in Kapitel 4 beschrieben.

4 Praktischer Hintergrund

4.1 Übersicht

Um Verständnis für die in dieser Dissertation vorgenommenen Maßnahmen zu schaffen, wird in Kapitel 4 die Kooperation mit der praktischen Organisation beschrieben. Insgesamt wird in diesem Kapitel auf folgende Aspekte eingegangen:

- Zunächst wird der Geltungsbereich des Projekts in Kapitel 4.2 skizziert. Hierzu werden neben dem Retailer die allgemeinen Merkmale der Bekleidungsindustrie sowie die spezifischen Charakteristiken der betrachteten Sparte beschrieben.
- Als nächsten Schritt beinhaltet Kapitel 4.3 alle relevanten Informationen zum Kooperationsprojekt. Zu diesen Informationen zählen die Projektziele, die Problembeschreibung, die Zusammensetzung des Projektteams sowie die Vorstellung des initialen Projektplans.
- Kapitel 4.4 behandelt die technische RFID-Infrastruktur des betrachteten Geltungsbereichs. Dabei wird vor allem auf das Store-Layout und die verwendete Hardware eingegangen. Gleichzeitig werden beide Aspekte mit einem technisch vergleichbaren Feldexperiment (*Trial*) aus dem Jahr 2007 verglichen.
- Nach der technischen Betrachtungsweise wird der Fokus in Kapitel 4.5 auf die Prozesse gelegt. Hierzu werden alle erwarteten und unerwarteten In-Store-Prozesse identifiziert, beschrieben sowie in einen überbetrieblichen Kontext eingeordnet.
- Kapitel 4.6 beschreibt drei grundsätzliche Möglichkeiten, um ein RFID-Bestandsystem in eine bestehende Systemlandschaft zu integrieren. Gleichzeitig wird auf die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Ansätze eingegangen und die gewählte Option des Retailers begründet.
- Um die vorgenommene Fehlerbehandlung und kennzahlenbasierte Evaluierung nachvollziehen zu können, beschreibt Kapitel 4.7 schließlich die eingesetzte Softwarelösung und vor allem deren prozessbasierte Logik der Informationsverarbeitung.

4.2 Geltungsbereich

4.2.1 Der Retailer

Die Forschungskoooperation wurde innerhalb eines RFID-Pilotprojekts mit einem der weltweit größten und global agierenden Retailer der Bekleidungsindustrie durchgeführt. Der Retailer ist durch ein breites und vielfältiges Angebot, ein positives Markenimage sowie eine starke Präsenz in den Medien gekennzeichnet.

Die Bekleidungsindustrie zeichnet sich vor allem durch eine hohe Variantenvielfalt, schnell wechselnde Kollektionen und saisonale Produkte, hohe Lagerhaltungskosten und Bestandsungenauigkeiten sowie eine erhöhte Diebstahlrate aus. Durch diese Merkmale gewinnt die RFID-Technik zunehmend an Relevanz, da sie derartige Aspekte zu beheben verspricht. Die Akzeptanz und Verbreitung von RFID wird dabei durch bereits erfolgreich abgeschlossene Pilotprojekte sowie einer fortschreitenden Verbesserung der Technologie begünstigt (Ahlert et al. 2009, Thiesse et al. 2009, Tellkamp und Quiede 2005).

4.2.2 Sparte des RFID-Pilotprojekts

Das RFID-Pilotprojekt wurde in einer neuen, von den Hauptaktivitäten losgelösten Sparte des Retailers gestartet. Diese neue Sparte verfolgt den Trend der „*Fast Fashion*“, was im deutschen Sprachgebrauch mit hochmodischer Bekleidungsware gleichzusetzen ist. Kennzeichnend für diese Art von Kleidung ist nach Ahlert et al. (2009) die Orientierung an kurzfristig bestehenden Modetrends sowie an einem grundsätzlich sehr kurzen Produktlebenszyklus. Damit ist die rechtzeitige Produkteinführung ein entscheidender Faktor und gleichzeitig mit einem hohen Moderrisiko verknüpft.

Der Retailer charakterisiert die Fast-Fashion-Branche mit einer Ausrichtung auf die Hauptzielgruppe preis- und modebewusster Jugendlicher zwischen 14 und 21 Jahren. Diese Zielgruppe wird zum einen durch niedrigere Preise als in den Hauptsparten des Retailers erreicht und zum anderen durch eine erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit auf Trends, aktuelle Verkaufsdaten und Kundenwünsche. Weiterhin weisen die Stores dieser Sparte eine einheitliche optische Gestaltung auf und bieten ein komplettes Bekleidungsangebot „von Kopf bis Fuß“ an. Eine schnellere Reaktionsgeschwindigkeit auf aktuelle Trends soll insgesamt durch eine zurückhaltende Sample-Politik, durch mehr disziplinierte Ende-zu-Ende-Prozesse, durch eine konsequent zentrale Einkaufspolitik und vor allem durch den Einsatz von RFID ermöglicht werden.

Zunächst wurde für das Jahr 2012 die Öffnung von 10 Fast Fashion Stores vorgesehen, die sich für den Retailer als idealer Ausgangspunkt für die Implementierung einer RFID-Infrastruktur eigneten. Die Gründe hierfür sind die bereits erwähnte Entkopplung dieser

Sparte vom Hauptgeschäft des Retailers, die Durchführbarkeit von Source-Tagging sowie die mögliche Abdeckung eines kompletten Produktsortiments aller Stores in einem bestimmten Geltungsbereich. Der Einfluss auf das Hauptgeschäft wurde demnach als äußerst gering eingeschätzt. Diese 10 mit einer RFID-Infrastruktur ausgestatteten Stores (*RFID-Pilot-Stores*) sind Gegenstand sämtlicher Untersuchungen dieser Dissertation.

4.3 Projektbeschreibung

4.3.1 Projektziele und Problembeschreibung

Der Retailer sieht sich gegenwärtig und unter der Verwendung einer traditionellen Infrastruktur mit mehreren Problemen konfrontiert. So wird die tatsächliche Bestandsun- genauigkeit basierend auf jährlichen Inventuren als relativ hoch eingeschätzt. Unmittelbare Folgen werden in kritischen Out-of-Stock-Situationen gesehen, die vor allem bei häufig nachgefragten aber nicht verfügbaren Artikeln zu großen Umsatzeinbußen führen. Des Weiteren führen ungenaue Bestandsinformationen zu Überbeständen und damit verbundenen Lagerhaltungskosten. Weiterhin wird auch in Verbindung mit einer mangelnden Transparenz hinsichtlich des Warenbestands, der Warenstandorte und der Lieferin- formationen eine hohe Diebstahlrate vermutet.

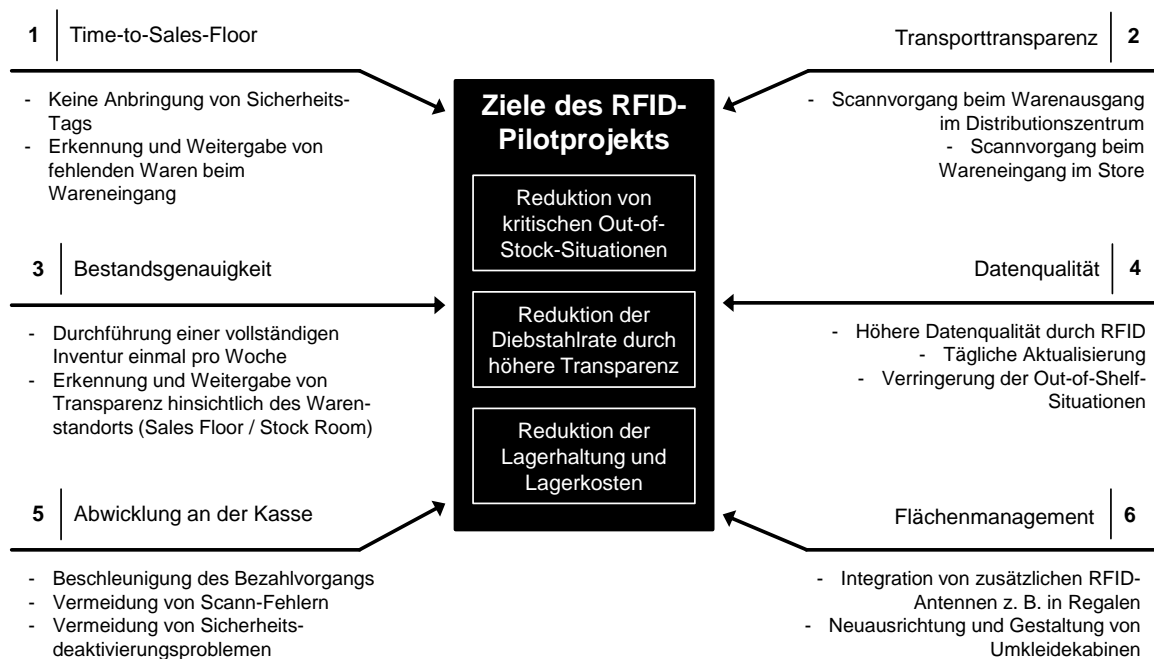


Abbildung 22: Ziele des RFID-Pilotprojekts

Die beschriebenen Probleme führen zu drei grundsätzlichen Zielen, die mit einem RFID-Pilotprojekt erreicht werden sollen. Diese Ziele sowie die Maßnahmen und Effekte, mit denen die Zielerreichung ermöglicht werden soll, sind in Abbildung 22 dargestellt. Insgesamt sollen die drei primären Ziele mit einer (i) schnelleren Verfügbarkeit der Ware

auf der Verkaufsfläche (*Time-to-Sales-Floor*), einer (ii) erhöhten *Transporttransparenz*, (iii) *Bestandsgenauigkeit* und (iv) *Datenqualität* sowie einer (v) beschleunigten *Abwicklung an der Kasse* und einem (vi) verbessertem *Flächenmanagement* erreicht werden.

Die Ziele des Retailers stützen sich größtenteils auf eine durch RFID erhoffte Zeitersparnis, Transparenz und verlässlichere Datenqualität. Werden alle erwarteten Effekte mit den in der Literatur beschriebenen Vorteilen verglichen (vgl. Kapitel 1 und Kapitel 3), so ist eine große Schnittmenge festzustellen. Die vom Retailer erwünschte Auswirkung der RFID-Technologie ist demnach nicht utopisch, sondern deckt sich vielmehr mit einer auch in der Literatur beobachtbaren Erwartungshaltung.

4.3.2 Projektteam

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie sich das Projektteam auf Basis der untersuchten RFID-Wertschöpfungskette zusammensetzt (vgl. Kapitel 1.2.4). Abbildung 23 zeigt sämtliche Partner, die mit dem RFID-Projekt des Retailers verbunden sind.

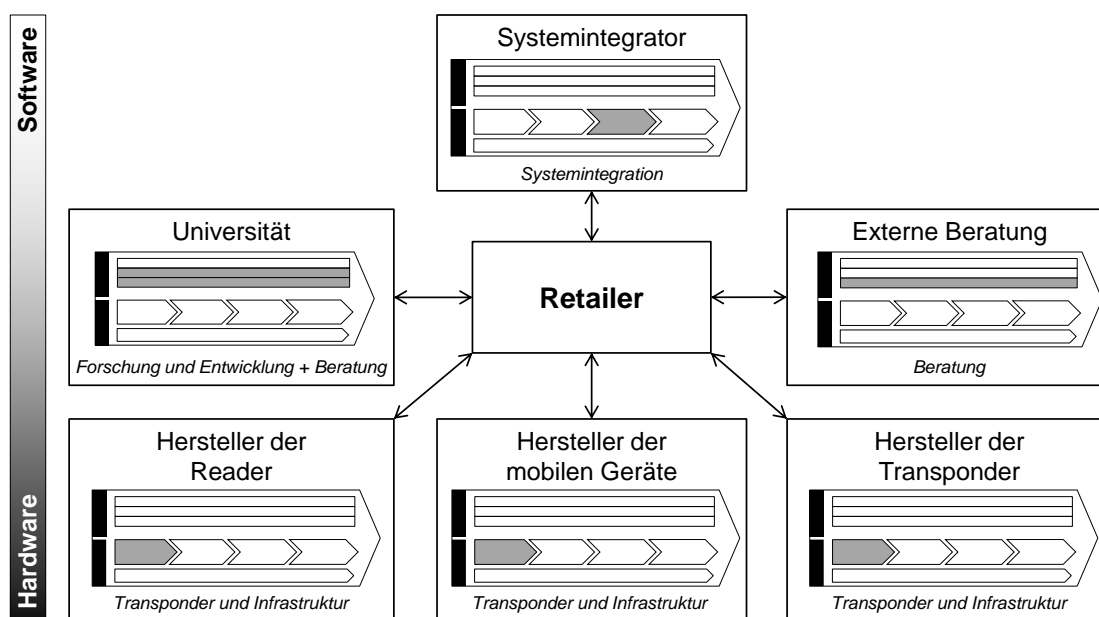


Abbildung 23: Projektteam

Bestandteil des primären Bereichs (Transponder und Infrastruktur) sind diejenigen Projektpartner, welche die benötigte Hardware für die RFID-Implementierung bereitstellen. Im vorliegenden Projekt sind drei Hersteller beteiligt, von denen einer stationäre Reader, ein weiterer mobile Reader und ein dritter Transponder produziert und bereitstellt.

Der Systemintegrator des Projekts ist für die Software verantwortlich, mit der RFID-Daten gespeichert, verwaltet und abgerufen werden. Die Software kann dabei prinzipiell den Wünschen des Retailers angepasst werden. Weiterhin werden beispielsweise eine für die Bereinigung, Aggregation und Aufbereitung benötigte Middleware zur Verfügung gestellt und Distributionstätigkeiten ausgeführt.

Hinsichtlich der sekundären Aktivitäten wurde vom Retailer ein großes Defizit in der Beratung gesehen. Dementsprechend wurde in der ersten Phase des Projekts ein externer Berater mit Erfahrung in der Implementierung von RFID-Projekten herangezogen.

Um die erhaltene Beratungsleistung zu erweitern sowie den Forschungsaspekt zu berücksichtigen, wurde ebenfalls eine Forschungsk Kooperation mit einer Universität vereinbart. Die Beratungs- und Forschungsaktivitäten befinden sich entsprechend Abbildung 23 am Schnittpunkt zwischen den eindeutig zuzuordnenden Hardware- und Software-Leistungen anderer Partner der RFID-Wertschöpfungskette.

4.3.3 Kooperationsziele

Die Kooperation des Forschers mit dem Retailer fand zwischen April 2012 und September 2013 statt. Zum Startzeitpunkt der Kooperation hatte die Implementierung der RFID-Infrastruktur bereits stattgefunden. Die RFID-Prozesse waren demzufolge schon im operativen Betrieb integriert.

Entgegen den Erwartungen des Retailers zeigten erste Analysen zum Start der Kooperation enorme Bestandsdifferenzen zwischen dem RFID-Bestand und dem parallel verwendeten konventionellen Bestandssystem von mehr als 1000 Positionen pro Store. Aufgrund dieser Tatsache wurde vor allem dem eingesetzten RFID-System keine Verlässlichkeit zugeschrieben. Folglich waren die beschriebenen Projektziele aus Kapitel 4.3.1 durch die vermutlich mangelnde Datenqualität zunächst nicht erreichbar. Der Fokus der Projektkooperation zwischen Wissenschaft und Praxis verlagerte sich dementsprechend zunächst primär auf die Fehlerbehebung und Verbesserung der Datenqualität.

Aufgrund der hohen Bestandsdifferenzen wurde eine signifikant fehlerbehaftete RFID-Datenqualität vermutet, die sowohl aufgrund von Fehlern in der Technik als auch aufgrund von Fehlern in der operativen Anwendung der Technologie entstehen kann.

***Ziel 1 Kooperation:** Das Hauptziel der auf Aktionsforschung basierenden Projektkooperation war somit die Fehlerbehebung, Verbesserung und transparente Visualisierung der Datenqualität.*

Das erste Ziel entspricht hauptsächlich dem *Ziel 4* des betrachteten RFID-Pilotprojekts (vgl. Kapitel 4.3.1). Weiterhin spielen die Ziele der Bestandsgenauigkeit (*Ziel 3*) und der Transparenz (*Ziel 2*) eine wichtige Rolle bei dem ersten Kooperationsziel.

Darüber hinaus gab es zu Beginn des Projekts keine Möglichkeit für den Store-Manager oder die operativen Mitarbeiter eines Stores, die Korrektheit der durchgeführten Prozesse zu überprüfen. Daher konnte die Effektivität von durchgeführten RFID-Prozessschritten nicht nachvollzogen werden. Auch konnten auftretende Fehler ohne Überwachungsmethoden nicht bemerkt und demzufolge weder vermieden oder behoben werden.

Die zum Zeitpunkt des Projektstarts bestehenden RFID-Prozesse sind offensichtlich problematisch, fehlerbehaftet und nicht überwachbar.

Ziel 2 Kooperation: *Der durch Fehlerbehebung verbesserte operative Ablauf soll den Mitarbeitern in Form von Trainings und Schulungen nachhaltig vermittelt werden.*

Den Mitarbeitern soll weiterhin die Möglichkeit gegeben werden, die Performance der RFID-Prozesse nachzuvollziehen und überwachen zu können.

Entsprechend der Definition der Aktionsforschung (vgl. Kapitel 2.2) müssen bei der Verwendung dieser Methode die Ziele des Wissenschaftlers und der untersuchten Organisation zu einem signifikanten Anteil miteinander vereinbar sein. Der verwendete Aktionsforschungstyp sieht weiterhin vor, dass der Forscher als Experte eingebunden ist und seine Ziele unter anderem aus bestehenden Lücken in der Literatur ableitet (vgl. Kapitel 2.8).

Der Forscher wurde als Experte in das RFID-Projektteam und gleichzeitig als Experte in das operative Team der einzelnen Stores eingebunden. Weiterhin lag die Aufgabe der Lösung von Forschungsfragen und die gleichzeitige Erfüllung der Kooperationsziele im Verantwortungsbereich des Forschers. Die Bedingung der Zielvereinbarkeit von praktischen und wissenschaftlichen Zielen gilt ebenfalls als erfüllt, da als Schnittmenge die Verbesserung und Visualisierung der Datenqualität zu erkennen ist. Die wissenschaftlichen Ziele ergeben sich wie beschrieben aus Lücken der aktuellen Literatur, während sich die praktischen Ziele aus Problemen im operativen Ablauf und im Zuge der Implementierung einer RFID-Infrastruktur ergeben. Weitere Bedingungen der Forschungsmethode werden in Kapitel 7.4 evaluiert. Der Grad der Zielerreichung wird nach der Darstellung aller Maßnahmen und Ergebnisse schließlich in Kapitel 8 ausführlich diskutiert.

4.3.4 Projektplan

Neben den beschriebenen Zielen ist in Abbildung 24 vor allem der initial definierte Projektplan der Forschungsk Kooperation ersichtlich. Der Plan entspricht den ursprünglich erstellten Arbeitsschritten, nachdem die Konfrontation mit hohen Bestandsdifferenzen zwischen dem RFID-System und dem konventionellen Bestandssystem zu Beginn des Projekts stattgefunden hatte. Aufgrund der vermuteten Fehler in den RFID-Daten sah die erste Phase des Projekts eine *Fehlerursachenforschung* vor. Hierbei galt es, mögliche Ursachen nicht nur in technisch bedingten Problemen zu suchen. Vielmehr sollte auch menschliches Fehlverhalten bei der Anwendung der Technologie (bzw. in den Prozessen) miteinbezogen und untersucht werden. Nach der Identifikation von möglichen Ursachen war eine strukturierte *Klassifikation* aller gefundenen Fehler geplant. Der nächste logische Schritt bestand in der Durchführung von *Maßnahmen und Tests*, um sämtliche Fehler gezielt zu beheben.

Um die Wirksamkeit aller durchgeführten Maßnahmen zu testen, sollten im darauffolgenden Schritt Möglichkeiten zur *Überprüfung* erstellt und diskutiert werden. Eine anschließende *Schulungs- und Trainingsphase* sollte einerseits das Verständnis der praktischen Projektmitarbeiter und des ausführenden Personals für RFID und dessen Anwendung schärfen. Andererseits sollten gegebenenfalls identifizierte, notwendige Verhaltensänderungen zur Fehlerprävention in den Prozessen kommuniziert und trainiert werden.

Der letzte und zeitlich intensivste Arbeitsschritt wurde als *Dokumentation, Überwachung und spezifisches Lernen* geplant. Das Ziel dieser Projektphase war die Visualisierung der RFID-Datenqualität. Hierbei sollte sichergestellt werden, dass die behobenen Fehler dauerhaft beseitigt sind. Gleichzeitig galt es eine Möglichkeit zu schaffen, neue Fehler zeitnah zu erkennen und gezielt einer spezifischen Prozesssituation zuordnen zu können.

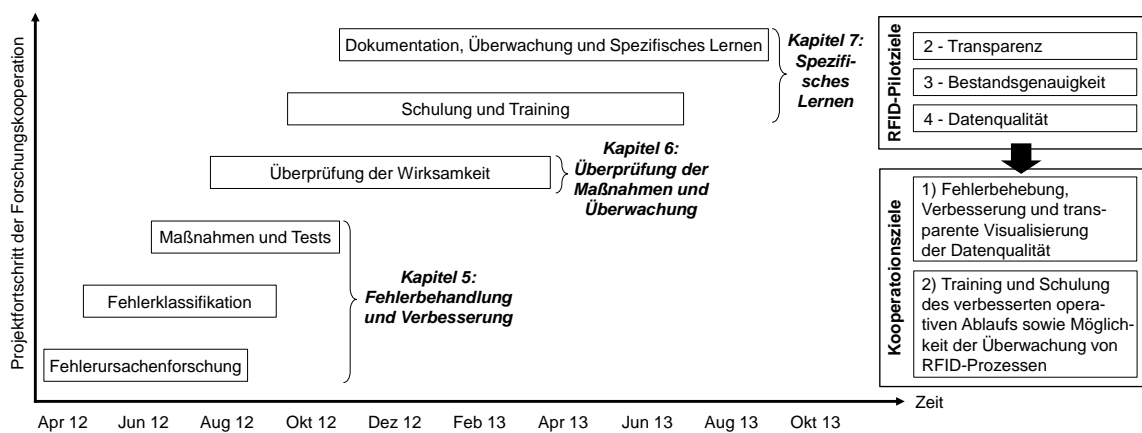


Abbildung 24: Projektplan

Abbildung 24 zeigt die beschriebenen Phasen des ursprünglich erstellten Projektplans. Bedingt durch zunächst massive und ungeklärte Differenzen zwischen den beiden bestehenden Bestandssystemen war die Situation zu Beginn der Projektkooperation allerdings sehr unübersichtlich. Zu dieser Zeit war eine klare und zweifelsfreie Zuordnung der Probleme nicht möglich. Der Projektplan basierte demnach auf ersten Annahmen und beinhaltete keine konkrete Ausgestaltung der jeweiligen Arbeitsschritte. So waren zwar zum Beispiel eine Klassifikation der Fehler sowie Maßnahmen und Tests vorgesehen, die konkrete Ausgestaltung beider Aspekte jedoch noch nicht festgelegt. Ebenfalls war zu Projektbeginn noch nicht absehbar, wie genau die Transparenz bezüglich einer Überwachung der RFID-Prozesse ermöglicht werden sollte.

Die konkreten Ziele und Arbeitsschritte sämtlicher Phasen waren flexibel und wurden entsprechend der Logik der zyklischen Aktionsforschung kontinuierlich an Erfahrungen und Ergebnisse der vorherigen Phasen angepasst. Die konkrete Ausgestaltung der Arbeitsschritte stellte sich dementsprechend erst während den einzelnen Arbeitszyklen heraus (vgl. z. B. Kapitel 7.2.1) und ist in den entsprechenden Abschnitten der Dissertation ersichtlich. Bevor jedoch in Kapitel 5 die ersten Phasen der *Fehlerursachenforschung*

und -klassifikation sowie Maßnahmen und Tests behandelt werden, gilt es in den folgenden Abschnitten, technische Komponenten und Prozesse des Retailers zu beleuchten.

4.4 Technische Komponenten

4.4.1 RFID-Tag

Alle für den Verkauf relevanten Informationen zu einem bestimmten Artikel sind auf dem jeweiligen *Hangtag*, einem erweiterten Preisetikett, vermerkt. Das Hangtag mit einer Gesamtgröße von 128 mm in der Höhe und 41,3 mm in der Breite ist in Abbildung 25 veranschaulicht. Das Trägermaterial besteht aus robuster Pappe und kann mit speziellem Werkzeug am entsprechenden Artikel befestigt werden. Auf dem Trägermaterial ist ein Klebeticket angebracht, das neben Artikelnummer, Artikelbezeichnung, Farbe, Produkttyp, Größen- und Preisinformation den EAN-Code enthält. Beim Tagging der Waren wird der sich auf dem RFID-Label befindliche Transponder zwischen Trägermaterial und Klebeticket befestigt (*Regulär*) und ist damit für den Kunden unsichtbar.

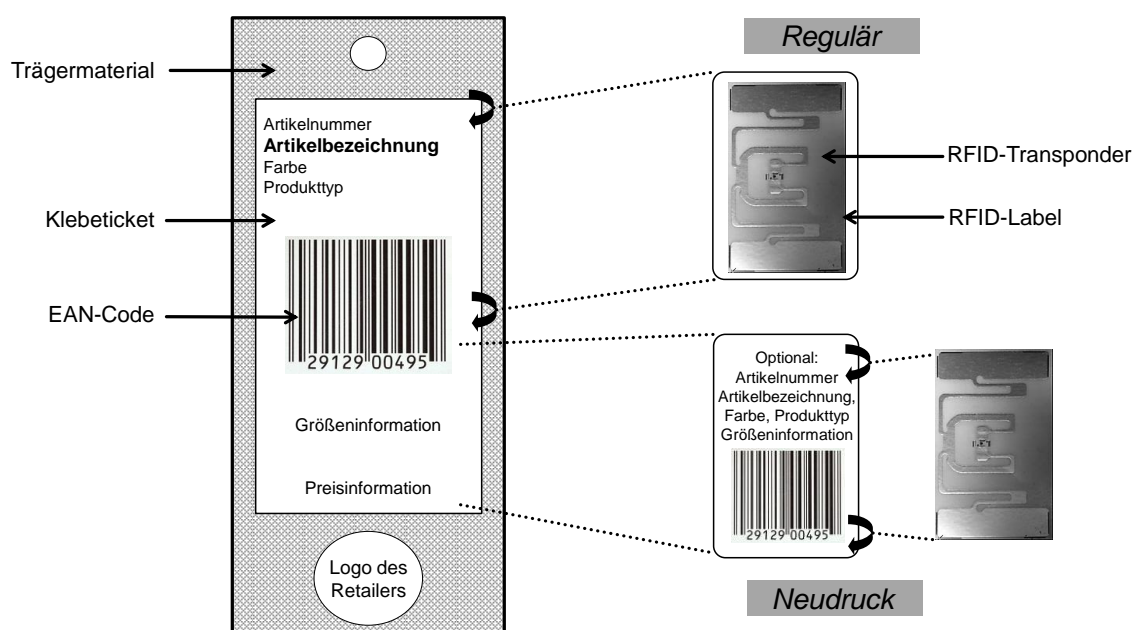


Abbildung 25: Struktur und Zusammensetzung des Hangtag

Ist das RFID-Label defekt oder wurde es versehentlich nicht am Hangtag angebracht, kann mit Hilfe des Druckers ein neues RFID-Label erstellt werden. Hierzu wird der EAN-Code gescannt und basierend auf dieser Information ein neuer EPC-Code mit den zugehörigen Artikelinformationen auf dem neuen RFID-Label generiert (*Neudruck*). Dieses gedruckte Label, auf dessen Rückseite sich der RFID-Transponder befindet, kann schließlich über das vorhandene Ticket geklebt werden, da es dieselben Artikelinformationen enthält. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Trägermaterial mit dem zugehörigen RFID-Label vereinfacht als (*RFID-*) Tag bezeichnet.

4.4.2 Technologische Infrastruktur und Store Layout

Die Komponenten der RFID-Infrastruktur sind in Abbildung 26 ersichtlich. Stationäre Bestandteile wie *Antennen*, *Kassenelemente* oder sonstige Peripherie sind kabelgebunden über einen leistungsstarken *Access Point* innerhalb eines Stores vernetzt. Wie in Kapitel 4.4.1 beschrieben, wird ein *Barcode-Leser* unter anderem dazu verwendet, neue Labels mit dem *RFID-Drucker* zu erstellen. Der *RFID-Server* speichert und aggregiert Informationen. Er stellt letztlich alle Daten bereit, die von sämtlichen *RFID-Antennen* oder alternativen Lesegeräten erzeugt werden. Diese Rohdaten werden schließlich benutzerfreundlich aufbereitet und in Backend-Systemen visualisiert.

Drahtlose Komponenten der RFID-Infrastruktur sind das mobile *RFID-Handheld* sowie ein *Tablet-PC*. Beide Geräte, sowie alle zuvor beschriebenen Komponenten werden für die Unterstützung sämtlicher Prozesse innerhalb eines Stores verwendet und in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

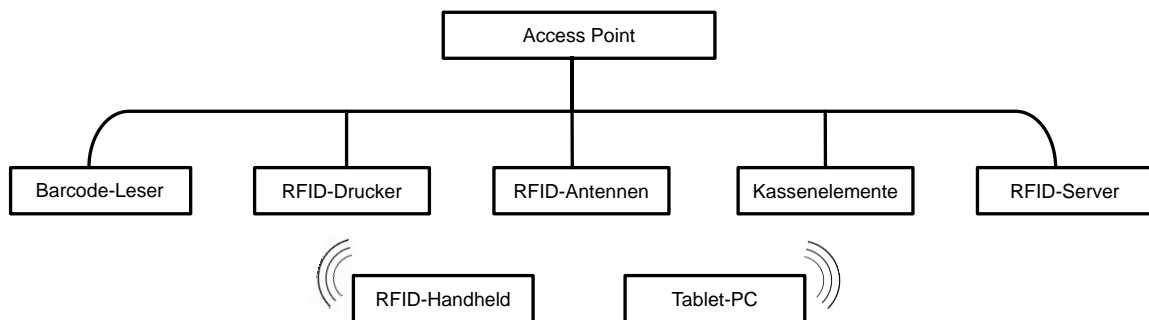


Abbildung 26: Technologische Komponenten

Die vorgenommene Raumanordnung und Produktpräsentation eines RFID-Pilot-Stores folgt grundsätzlich einem *Individualablauf*, der im Gegensatz zu aus Supermärkten bekannten *Zwangsabläufen* steht. Die hierfür typische Form für Warenhäuser, Bekleidungs- oder Sportartikelhersteller ist das sogenannte „*Free-Flow Layout*“, das dem Kunden frei wählbare und alternative Wege durch den gesamten Store ermöglicht (Zentes et al. 2012). Dieses *Free-Flow Layout* wird auch bei den RFID-Pilot-Stores des Retailers angewendet.

Das Layout eines RFID-Pilot-Stores ist in Abbildung 27 skizziert. Ein Store ist prinzipiell in drei Bereiche aufgeteilt. Den größten Anteil hinsichtlich der Gesamtfläche nimmt der *Sales Floor* ein. Alle Artikel, die sich nicht auf dieser für den Kunden unmittelbar zugänglichen Fläche befinden, werden im *Stock Room* vorrätig gehalten. Dieser kann sich je nach Raumsituation sowohl auf dem gleichen Stock als auch auf höher- oder tiefergelegenen Ebenen befinden. Beide Raumteile sind durch einen Durchgang miteinander verbunden (*Transition*). Diese *Transitions* unterscheiden sich stark hinsichtlich Größe und Ausprägung. So weisen beispielsweise Pilot-Stores mit *Stock Room* und *Sales Floor* in unterschiedlichen Stockwerken eine geräumige und abgeschirmte *Transition* in Trep-

penform auf. Pilot-Stores mit Stock Room und Sales Floor auf gleicher Ebene besitzen hingegen eine Transition in Form eines Durchgangs, dessen Größe je nach Raumkapazität stark eingeschränkt sein kann.

Die Stores sind insgesamt mit drei stationären RFID-Antennen (*RFID-Reader*) sowie einem mobilen Reader, dem RFID-Handheld, ausgestattet. Ein erster stationärer Reader befindet sich in der Transition zwischen Stock Room und Sales Floor und registriert alle zwischen diesen beiden Bereichen transferierten Waren. Ein zweiter Reader befindet sich unterhalb der Auflagefläche am Kassensystem des Stores und scannt bei jedem Verkaufsprozess die entsprechende Ware. Diese wird dadurch als verkauft gekennzeichnet und aus dem RFID-Bestand gebucht. Ein dritter Reader wird für die Diebstahlsicherung (*Electronic Article Surveillance, EAS*) verwendet. Er befindet sich unmittelbar am Kundeneingang bzw. -ausgang. Gelangt ein nicht als verkauft markierter Artikel in die Reichweite des EAS-Readers, wird ein präventives Alarmsignal ausgelöst.

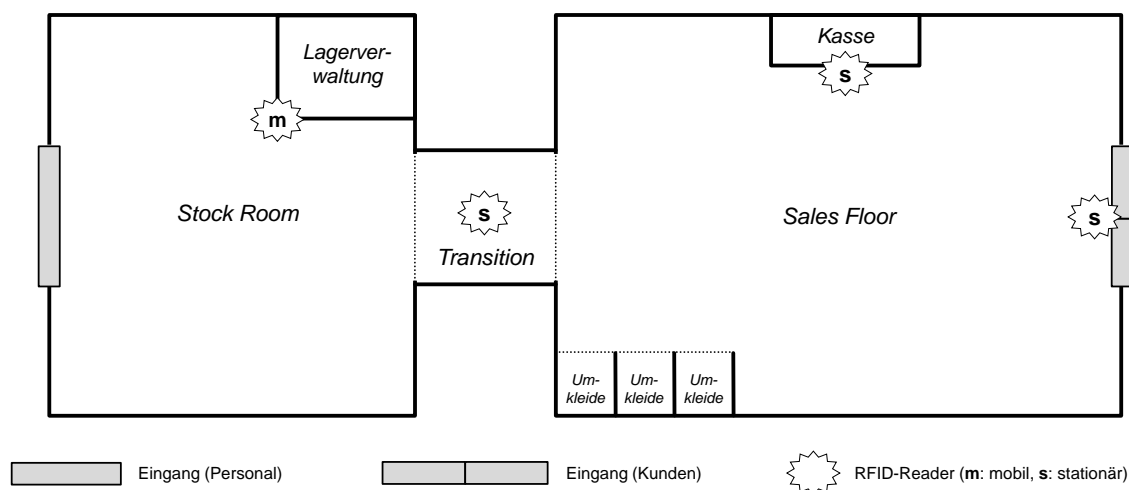


Abbildung 27: Layout eines RFID-Pilot-Stores

Die Reader in der Transition sowie am Ausgang sind jeweils in der Form von Deckenantennen (*Overhead Reader*) installiert. Die Vor- und Nachteile gegenüber am Boden montierten Leseeinheiten werden in Kapitel 5.4.5.2 diskutiert. Das RFID-Handheld als mobiler Reader wird beispielsweise dazu verwendet, um angelieferte Waren zu erfassen oder um Waren einem spezifischen Bereich zuzuordnen. Auch wird mit dem RFID-Handheld die Suche nach Artikeln vereinfacht.

4.4.3 Vergleich mit dem Kaufhof Trial des Jahres 2007/2008

Bei einer Untersuchung der existierenden Literatur hinsichtlich umfangreicher RFID-Projekte fällt vor allem die Fallstudie eines *Galeria-Kaufhof-Trials* auf, die bei Thiesse et al. (2009) und Al-Kassab et al. (2013) beschrieben wird. Gerade die intensive Betrachtung sämtlicher In-Store-Prozesse entspricht der Sichtweise des begleiteten Projekts die-

ser Arbeit. Weiterhin stimmen die eingesetzten RFID-Standards sowie die jeweils betrachtete Projektdauer überein. Aufgrund der Ähnlichkeit beider Trials werden in diesem Abschnitt Gemeinsamkeiten aufgezeigt sowie Unterschiede verdeutlicht.

Ein erster Unterschied beider Trials zeigt sich bei einem Vergleich der eingesetzten RFID-Komponenten. Entsprechend Kapitel 4.4.2 sind die hier behandelten RFID-Pilot-Stores hinsichtlich des Umfangs der RFID-Infrastruktur minimal gehalten. Im Gegensatz zum Kaufhof-Trial werden zum Beispiel deutlich weniger stationäre und mobile Reader verwendet. Der Grund für den unterschiedlichen Umfang der eingesetzten Technik wird bei einem Vergleich der Rahmendaten und Ziele beider Projekte ersichtlich. Während das Kaufhofprojekt eine einmalige Demonstration des RFID-Potentials bei einer umfangreich eingesetzten Technik demonstrieren sollte, ist der hier betrachtete Fall eine produktive Testphase, auf Basis derer bei Projekterfolg eine weitere Expansion erfolgen soll. Die nicht nur dadurch entstehenden Unterschiede beider Trials können in den folgenden Punkten zusammengefasst werden:

- Beim Store des Kaufhof-Trials handelt es sich um ein *Shop-in-Shop-Konzept*. Hierbei werden mehrere Fachgeschäfte zwar räumlich und akquisitorisch voneinander getrennt, jedoch auf einer gemeinsam genutzten Verkaufsfläche realisiert (Hudetz und Kaapke 2009). Um diese enorme Verkaufsfläche und alle Shops abzudecken, wird grundsätzlich eine deutlich höhere Anzahl an Readern benötigt, wie bei einem einzelnen Store des hier behandelten RFID-Pilotprojekts.
- Der Kaufhof-Trial war stark vom Marketing getrieben und von dieser Abteilung mit finanziellen Mitteln ausgestattet. Demzufolge lag der Fokus der erwünschten RFID-Anwendungen hauptsächlich auf interaktiven Kundenapplikationen. Um solche Services zu ermöglichen, ist eine große Anzahl stationärer und mobiler Reader notwendig. Während sich beim Kaufhof-Trial daher insgesamt 64 Reader und 208 Antennen unter anderem in Regalen, Aufzügen oder Umkleiden befanden, wurde die Ausstattung mit Reader im hier behandelten Projekt auf ein Minimum reduziert. Anwendungen des Kaufhof-Trials wie Displays in Regalen (*Shelf Displays*) oder interaktive Spiegel (*Magic Mirrors*) sind infolgedessen bei den RFID-Pilot-Stores des Retailers nicht unmittelbar umzusetzen.
- Durch das Shop-in-Shop Konzept des Kaufhof-Trials und der sehr großen Verkaufsfläche wurde eine höhere Anzahl an Waren als in einzelnen Stores des hier beschriebenen Projekts beobachtet. Ganzheitlich betrachtet wird die Gesamtwarenanzahl des Kaufhof-Trials aufgrund der Ausweitung auf insgesamt 10 Pilot-Stores jedoch übertroffen.
- Da das RFID-System bei dem hier behandelten Projekt während der Pilotphase lediglich als Kontrollmechanismus für das bestehende System dient (vgl. Kapitel

4.6), werden beispielsweise sämtliche Nachlieferungsprozesse nach wie vor von Daten des bestehenden Systems initiiert. Infolgedessen sind Bestandsberichtigungen durch RFID zunächst stets manuell durchzuführen. Beim Kaufhof-Trial erfolgte hingegen eine automatische Überschreibung der Bestände durch RFID.

Eine detaillierte Abgrenzung beider Trials ist in Tabelle 10 dargestellt. Gezeigt werden weitere Unterschiede und Gemeinsamkeiten, die jeweils nach Funktionsbereichen und mehreren Kriterien gegliedert sind. Für weitere Details zum Kaufhof-Trial sei auf Thiesse et al. (2009) und Al-Kassab et al. (2013) verwiesen.

Bereich	Kriterium	Kaufhof-Trial 2007/2008	Projekt 2012/2013
Technologie und Standards	Frequenzband	Near-Field-UHF	Near-Field-UHF
	Interface	EPC-Generation 2	EPC-Generation 2
	Nummernschema	EPC	EPC
Hardware- und Softwarekomponenten	Anzahl stationäre Reader	64 (inkl. 208 Antennen)	3
	Anzahl mobile Reader	10	1
	Anzahl Transponder	~ 150.000	~ 650.000
	RFID-Datenhaltung	Ja, zentral	Ja, zentral
	SAP-Integration	Ja (Automatisch)	Ja (Manuell)
Standorte und Anzahl der stationären Reader im Store/Shop	Goods Receiving	Ja, 2	Nein
	Stock Room	Ja, 1	Nein
	Transition	Ja, 1	Ja, 1
	Sales Floor	Ja (Umkleidekabinen, Regale, Spiegel, Kasse, Ausgang)	Ja (Kasse, Ausgang)
	Weitere Standorte	Ja (z. B. Aufzug)	Nein
Applikationen	Kundenapplikationen	Shelf Display, Magic Mirror, Displays in den Umkleidekabinen, Mobile Sales Advisory	Nein
	Support-Applikationen	Nein	Ja (z. B. In-Store Replenishment)
Allgemeine Angaben	Shop-in-Shop-Konzept	Ja	Nein
	Anzahl Pilot-Stores	1	10
	Fläche pro Store	~ 6.700 m ²	~ 500 m ² pro Store
	Anzahl Teile pro Store	~ 30.000	~ 7.000
	Konzeption für Roll-out	Nein	Ja
	Budget	~ 120.000 €	mehr als 200.000 €

Tabelle 10: Vergleich dieses Projekts mit dem Kaufhof-Trial der Jahre 2007/2008 (Thiesse et al. 2009)

4.5 Prozesslandkarte

4.5.1 RFID-relevante Prozesse im Lebenszyklus eines RFID-Artikels

Die Installation und Implementierung eines RFID-Systems ändert zahlreiche, meist über viele Jahre hinweg etablierte Prozesse. Wie beschrieben untersuchen viele akademische Journal Artikel mit unterschiedlichsten Forschungsmethoden die durch RFID bedingten Verbesserungen bei Supply-Chain-Prozessen in der Produktion und Nachverfolgung von Produkten (z. B. Nativi und Lee 2012, Becker et al. 2010, Angeles 2005, Kärkkäinen und Holmström 2002). Auch viele Veröffentlichungen des Auto-ID-Centers beziehen sich auf den Supply-Chain-Kontext wie Distribution und Transport (Chappell et al. 2002) oder zum Beispiel speziell auf Frachtbeförderung (Haffey et al. 2002).

Der Fokus dieser Dissertation liegt jedoch hauptsächlich auf der Analyse, Verbesserung und Überwachung von In-Store-Prozessen, die von der RFID-Technologie direkt oder indirekt beeinflusst werden. In-Store-Prozessbeschreibungen auf Basis umfassender und durchgängiger Beispiele sind in der vorhandenen Literatur nur spärlich zu finden. Janz und Swobada (2007) beschreiben beispielsweise sehr allgemein Prozesse und Konzepte des Retail-Managements in der Form eines vertikalen Loops, der die Punkte In-Season-Management, Flächenplanung, Sortiments- und Kollektionsstrukturplanung, Sortimentierung und Kapazitätsplanung, Beschaffung und Produktion, Distribution und Logistik sowie Verkauf beinhaltet. Allerdings bleiben die meisten derartigen Bereiche (ausgenommen der Distribution und Logistik, der Beschaffung und dem In-Season-Management) vor allem in einem frühen Stadium der RFID-Einführung größtenteils unberührt.

Insgesamt mangelt es an einer umfassenden Übersicht über sämtliche RFID-relevante Prozesse innerhalb eines RFID-Stores. Wenige Ausnahmen sind hingegen zum Beispiel bei Keith et al. (2002) zu finden. Die Autoren analysieren erstmals präzise durch RFID ausgelöste Prozessänderungen innerhalb eines Stores. Hierbei werden exemplarisch einige In-Store-Prozesse beschrieben, die sowohl Änderungen gegenüber traditionellen Prozessen erfahren als auch Vorteile wie eine erhöhte Genauigkeit oder einen geringeren manuellen Aufwand zur Folge haben (z. B. Wareneingang oder Inventur).

Ein zweiter und mehr durchgängiger In-Store-Ansatz ist bei Thiesse et al. (2009) zu finden. Hier stehen viele Prozesse wie Wareneingang, Lagerung und Replenishment, Inventur, Verkaufsgestaltung sowie Warenverkauf und Warenrückgabe im Mittelpunkt.

Zusammenfassend ist jedoch festzustellen, dass die Literatur insgesamt viele Teilprozessschritte meist isoliert betrachtet sowie diese oft nur nebensächlich und wenig detailliert erwähnt. Als Abhilfe dient Abbildung 28. Die dort gezeigte Prozessübersicht ist gleichzeitig die Basis für die weitere Prozessanalyse dieser Dissertation. Alle durch

RFID beeinflussten In-Store-Prozesse lassen sich insgesamt in fünf erwartete Hauptprozessschritte zusammenfassen:

- (i) Wareneingang, **Goods Receiving** (genannt z. B. bei Zentes et al. 2012, Thiesse et al. 2009, Bottani und Rizzi 2008, Tellkamp et al. 2004, Chappell et al. 2002),
- (ii) Nachbefüllung des Sales Floor, **In-Store Replenishment** (unter diesem Oberbegriff werden je nach Anwendungsfall Aspekte wie *Bestandsmanagement* bzw. *Real-Time-Verkaufsprozesse* (genannt z. B. bei Loebbecke 2007, Chappell et al. 2003, Chappell et al. 2002), *intelligente Regale* (genannt z. B. bei Zentes 2012), *Shop-Floor-Management* (genannt z. B. bei Moon und Ngai 2008) oder (*Shelf-Replenishment* bzw. *Restocking* (genannt z. B. bei Thiesse et al. 2009, Uhrich et al. 2008, Delen et al. 2007, Wong und McFarlane 2007) zusammengefasst),
- (iii) Warenverkauf, **Checkout** (genannt z. B. bei Zentes et al. 2012, Thiesse et al. 2009, Moon und Ngai 2008, Loebbecke 2007, Füßler 2004, Chappell et al. 2003),
- (iv) regelmäßige Bestandsaufnahme, **Cycle-Count** (genannt z. B. bei Bottani und Rizzi 2008 als *Inventory Count*, bei Füßler 2004 als *Inventurprozesse* oder bei Keith et al. 2002 als *Cycle Counting*) sowie
- (v) Diebstahlsicherung, **Electronic Article Surveillance** (genannt z. B. bei Füßler 2004, Srivastava 2004, Chappell et al. 2003).

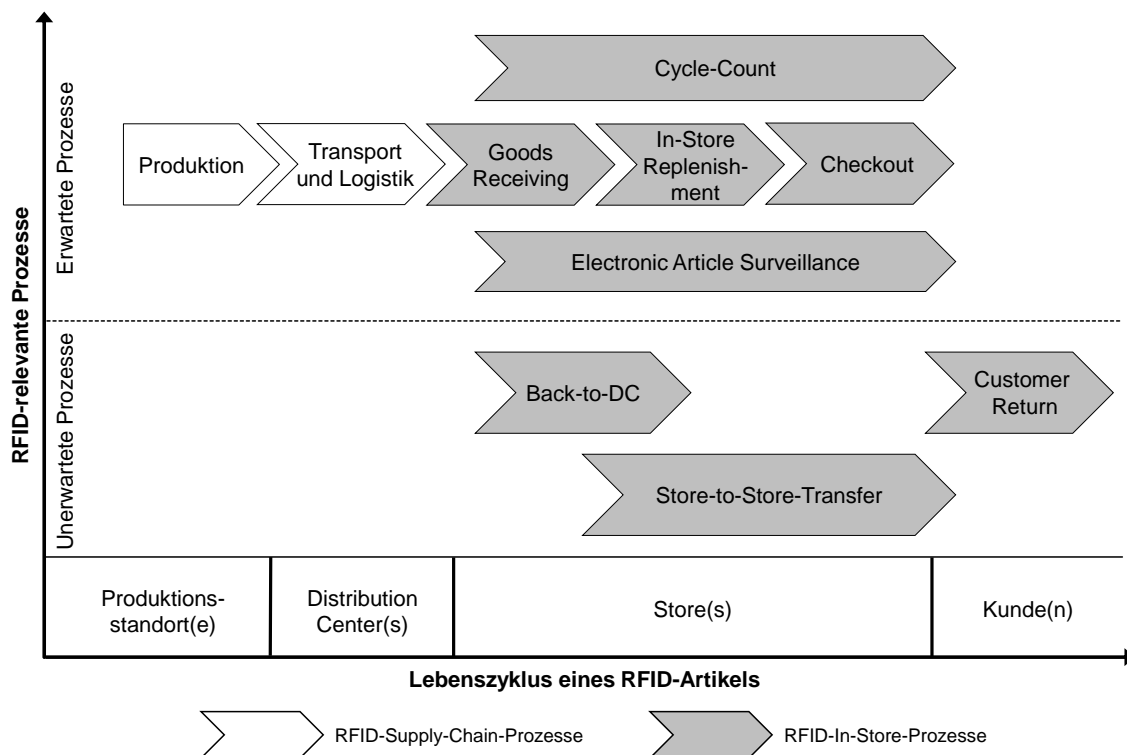


Abbildung 28: RFID-relevante Prozesse im Lebenszyklus eines RFID-Artikels

Die identifizierten *RFID-In-Store-Prozesse* werden entsprechend Abbildung 28 um zwei vorgelagerte *RFID-Supply-Chain-Prozessschritte* und um eine Kategorie von *unerwarteten In-Store-Prozessen* erweitert. Der Lebenszyklus eines RFID-Artikels startet demzufolge bereits bei der *Produktion* an den verschiedenen Produktionsstandorten. Der nächste Schritt ist der Transport der Waren zu einzelnen oder mehreren Distributionszentren (*Distribution Centers, DC*). Dieser umfangreiche, als *Transport und Logistik* bezeichnete Prozessschritt ist in der Übersicht einfach gehalten, da er nicht Betrachtungsgegenstand der Dissertation ist.

Der Ort, an dem das Tagging durchgeführt wird, kann je nach Anwendungsfall oder Vereinbarung zwischen den zuständigen Supply-Chain-Partnern variieren. Das Tagging kann sowohl am Produktionsstandort während oder nach der Produktion als auch direkt im jeweiligen DC geschehen, bevor die Artikel an den vorgesehenen Store geliefert werden (Angeles 2005). Im vorliegenden Fall werden die RFID-Tags bereits während der Produktion an den Waren angebracht. Daher sind gelieferte Waren in nahezu allen Fällen bereits mit RFID-Tags ausgestattet. Dennoch besteht die Möglichkeit, bestimmte Warengruppen im DC oder in Einzelfällen direkt im jeweiligen Store mit Tags zu versehen.

Der In-Store-Lebenszyklus beginnt bei der Anlieferung der Ware im jeweiligen Store. Während des *Goods Receiving* werden gelieferte Artikel mobil oder mit stationären RFID-Readern erfasst, um schließlich entweder im Stock Room gelagert oder direkt auf den Sales Floor transportiert zu werden. Die möglichst zeitnahe, kundenorientierte und genaue Nachfüllung der Ware auf dem Sales Floor ist das Hauptziel des *In-Store Replenishment*. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, welche die RFID-Technologie grundsätzlich zur Verbesserung und Erweiterung dieses Prozesses bereitstellt, ist das In-Store Replenishment als der komplexeste und umfangreichste Vorgang zu betrachten.

Weiterhin wird in einem mit RFID-Technik ausgestatteten Store in regelmäßigen Zeitabständen ein *Cycle-Count* durchgeführt. Dieser Prozess entspricht der klassischen Inventur, kann jedoch durch die Eigenschaften von RFID mit geringerem Personalaufwand, in einer kürzeren Zeitspanne und damit entsprechend häufiger durchgeführt werden. Im vorliegenden Fall wird ein vollständiger Cycle-Count einmal pro Woche durchgeführt.

Alle mit RFID-Tags versehenen Waren eines Stores sind durch *EAS* gegen Diebstahl gesichert, indem der RFID-Reader am Eingang des Stores sämtliche Warenbewegungen innerhalb seiner Lesereichweite überwacht. Der erwartete Lebenszyklus eines RFID-Artikels endet schließlich beim *Checkout*, wo der Kunde durch Bezahlen die Ware erwirbt.

Alle erwartete In-Store-Prozesse werden in Kapitel 5 in ihrer traditionellen Ausprägung sowie hinsichtlich der Änderungen und Potentiale durch den Einsatz von RFID detailliert beschrieben. Sie bilden gleichzeitig die Ausgangsbasis für sämtliche darauffolgende Fehlerbehandlungen.

4.5.2 Unerwartete Prozesse

Entsprechend Abbildung 28 sind RFID-In-Store-Prozesse horizontal in *erwartete* und *unerwartete* Prozessschritte gegliedert. Während der erwartete Lebenszyklus zentraler Betrachtungsgegenstand ist und im vorherigen Kapitel beschrieben wurde, greift Kapitel 4.5.2 kurz unerwartete, aber dennoch antizipierte Prozessschritte auf.

Sind im Store angelieferte Waren unvollständig, mit Mängeln behaftet oder falsch geliefert worden, sind diese in der Regel separat zu erfassen und zum jeweiligen DC zurück zu schicken (*Back-to-DC*). Ein weiterer, nach der gleichen Logik ablaufender Prozessschritt ist der *Store-to-Store-Transfer*. Liegt beispielsweise bezüglich einer spezifischen Ware ein Unterbestand in einem Store sowie gleichzeitig ein Überbestand in einem anderen Store vor, können die betroffenen Waren untereinander ausgetauscht werden. Auch hier müssen die entsprechenden Artikel erfasst und für den Transport verpackt werden. Der letzte RFID-relevante Prozessschritt im Lebenszyklus eines RFID-Artikels kann erst erfolgen, nachdem er an den Kunden übergeben wurde. Beim *Customer Return* wird bereits erworbene Ware im Rahmen von Garantie- bzw. Gewährleistungsansprüchen vom Kunden zurückgegeben. In diesem Fall muss diese Ware wieder im System aufgenommen und gegebenenfalls mit neuen RFID-Tags versehen werden.

4.5.3 Projektfokus

Innerhalb des untersuchten Projekts werden sämtliche Tags am Produktionsstandort coordiert und an den jeweiligen Waren angebracht, die zum Verkauf in den 10 Pilot-Stores vorgesehen sind. Nach dem Transport zum zuständigen DC werden dort alle mit Tags ausgestatteten Waren angenommen. Vor dem Transport zum jeweiligen Pilot-Store werden die Waren wiederum verpackt und beim Warenausgang gescannt. Demnach befinden sich die ersten RFID-Reader der gesamten Prozesskette am Warenausgang des DC.

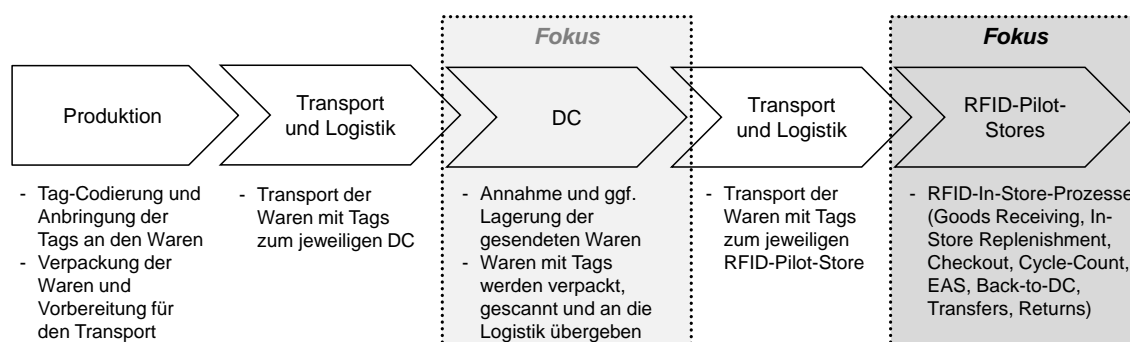


Abbildung 29: Projektfokus

Nach einem weiteren Transport durch den zuständigen Logistikdienstleister gelangen die Waren schließlich in den Store und durchlaufen ab diesem Punkt den in Kapitel 4.5.1 und 4.5.2 beschriebenen In-Store-Lebenszyklus.

Der Fokus des RFID-Pilotprojekts liegt entsprechend Abbildung 29 auf dem Scann des Warenausgangs im DC sowie auf den In-Store-Prozessen des jeweiligen Pilot-Stores. Die Unterstützung durch RFID für alle weiteren Prozessschritte ist erst in weiteren Ausbaustufen des RFID-Pilots vorgesehen und damit kein relevanter Betrachtungsgegenstand.

Aufgrund niedriger Leseraten und mehrerer technischer Probleme im DC konnte allerdings die Information über den dortigen Warenausgang nicht verlässlich verwendet werden. Der Hauptfokus des RFID-Projekts (und damit dieser Dissertation) verlagerte sich demnach auf sämtliche In-Store-Prozesse (vgl. Abbildung 29).

4.6 Bestandssysteme

Prinzipiell existieren drei verschiedene Lösungen, ein RFID-Bestandssystem in die vorhandene IT-Landschaft zu integrieren. Ein bereits bestehendes Bestandssystem, das auf grundlegender SAP-Standardsoftware basiert, wird im folgenden Verlauf der Dissertation vereinfacht als **SAP-System** bezeichnet.

Die erste Möglichkeit ist ein (i) *vollständig isoliertes* RFID-System, das keine Schnittstelle zum bestehenden SAP-System aufweist. Derartige Lösungen können beispielsweise eingesetzt werden, um ein zeitlich begrenztes RFID-Projekt zu beurteilen, ohne Einfluss auf die bestehenden Systeme und den produktiven Store-Betrieb auszuüben. In diesem Szenario können Bestände zwischen dem RFID-System und dem SAP-System nach einem festgelegten Zeitraum verglichen und analysiert werden. Das Potential einer RFID-Installation wird bei einem derartigen Fall nur sehr wenig ausgenutzt.

Die zweite Möglichkeit ist ein (ii) *teilweise integriertes* RFID-Bestandssystem. Hierbei bestehen Schnittstellen zum führenden SAP-System. Weiterhin werden bestimmte In-Store-Prozesse wie Goods Receiving oder Checkout von beiden Systemen unterstützt. Dementsprechend werden durch die Ausführung der Prozesse sowohl das SAP- als auch das RFID-Bestandssystem verändert. Dies kann sowohl durch parallele Prozesse (z. B. wenn zwei separate Goods-Receiving-Prozesse durchgeführt werden) als auch durch einen Prozess (z. B. wenn gescannte Waren beim Verkauf aus beiden Bestandssystemen ausgebucht werden) geschehen. Um eine solche parallele Bestandsführung zu ermöglichen, werden EPC-Codes aus dem RFID-System in EAN-Codes des SAP-Systems transformiert.

RFID kann bei einem derartig teilweise integrierten Modell als Korrektursystem verwendet werden. Als Beispiel können Bestände in SAP durch abgeschlossene Untersuchungen der physischen Warenbestände berichtigt werden. Diese *Teilintegration* repräsentiert meist keine dauerhafte Lösung. Sie ist allerdings eine geeignete Variante, um eine RFID-Infrastruktur schrittweise einzuführen. Da jedoch das RFID-Bestandssystem in diesem

Szenario in der Regel keine automatisierten Effekte auf das bestehende Bestandssystem ausübt und Bestände nur manuell überschreibt, wird das Potential von RFID nur teilweise ausgenutzt. Gleichzeitig entstehen durch die Pflege zweier paralleler Bestandssysteme unweigerlich Differenzen. Deren kontinuierlich notwendige Überwachung und Überprüfung ist verglichen mit den beiden anderen Varianten mit hohem Aufwand verbunden.

Als dritte Möglichkeit wird RFID (iii) *vollintegriert* und gleichzeitig als führendes Bestandssystem eingesetzt. Als logische Konsequenz werden in diesem Fall sämtliche Replenishment-Prozesse basierend auf den RFID-Beständen angestoßen. Daher kann zum Beispiel Unachtsamkeit beim Cycle-Count sowie fehlende oder doppelte Tags schnell zu fälschlicherweise erhöhten oder zu geringen Beständen führen. Da jedoch die durch RFID ermittelten Bestände führend sind und als Ausgangspunkt aller weiteren Aktivitäten gelten, wird prinzipiell das volle RFID-Potential ausgenutzt.

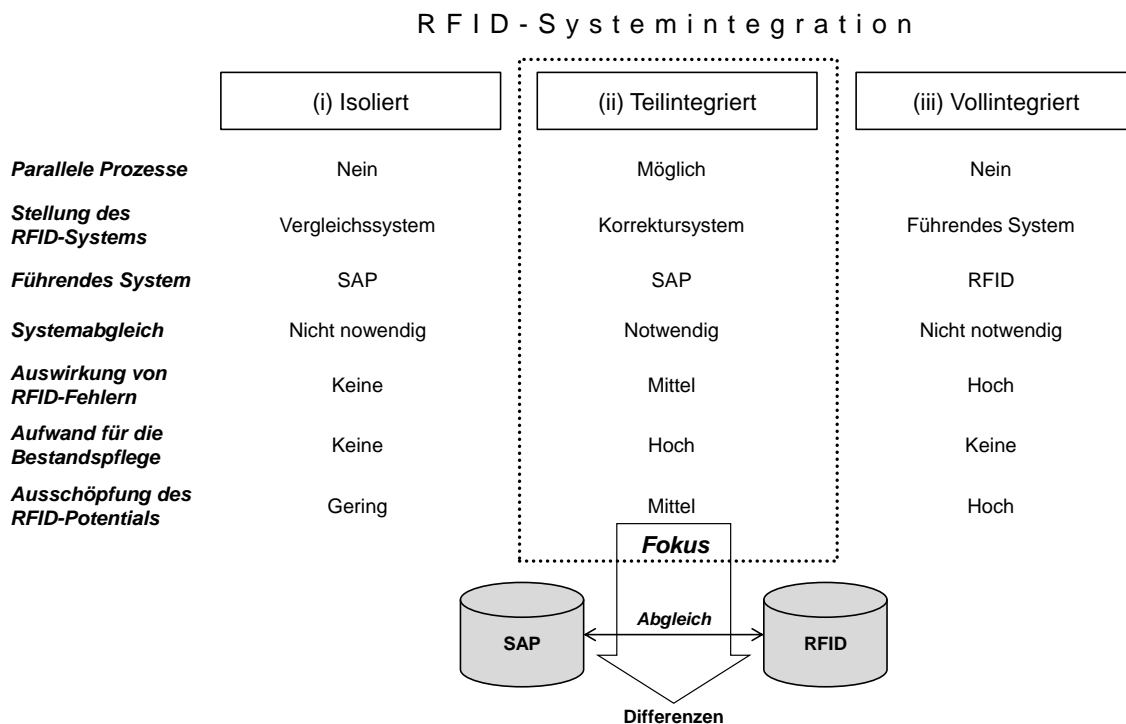


Abbildung 30: Möglichkeiten der RFID-Systemintegration

Bei einer *Vollintegration* ist eine vorherige Evaluation der korrekten RFID-Funktionsweise aufgrund der kritischen Auswirkungen von durchgeführten RFID-Prozessen erfolgsnotwendig. Da sich im Zuge der RFID-Einführung wie beschrieben viele In-Store-Prozesse ändern, sollte diese Art der Systemintegration bereits zu Beginn eines Trials nur dann gewählt werden, wenn intensiv geschultes Personal mit Erfahrung in der RFID-Anwendung verfügbar ist.

Im begleiteten Projekt wird ein teilweise integriertes RFID-System als Parallel- und Kontrollsystem zu SAP eingesetzt. Sämtliche Replenishment-Prozesse werden demnach durch das SAP-System eingeleitet. Das parallel gepflegte RFID-System kann jedoch bei-

spielsweise in Verbindung mit physischen Untersuchungen dazu verwendet werden, entsprechende SAP-Bestände zu verändern bzw. zu berichtigen. Derartige Untersuchungen können basierend auf den Differenzen beider Systeme angestoßen werden. Die Bestandsdifferenzen entstehen dabei durch einen kontinuierlichen Datenabgleich beider Systeme und können zur Beurteilung der Genauigkeit des tatsächlichen Warenbestands eingesetzt werden. Wenige Abweichungen deuten tendenziell auf eine relative Nähe zum tatsächlichen Bestand hin und implizieren gleichzeitig eine hohe Datenqualität der RFID-Prozesse. Im Gegensatz dazu weisen viele Differenzen zunächst auf Fehler technischer oder menschlicher Ursachen hin. Abbildung 30 fasst die Inhalte dieses Abschnitts grafisch zusammen und vergleicht die beschriebenen drei Integrationsansätze anhand einschlägiger Kriterien.

4.7 Systemdaten

4.7.1 Datensammlung und Backend

Sämtliche RFID-Daten wie Bestände oder Lesevorgänge aller durch Reader unterstützter Bereiche des Stores werden zentral auf dem RFID-Server gespeichert. Eine Einsicht in diese Daten wird den Store-Mitarbeitern über das sogenannte *RFID-Backend* ermöglicht. Das Backend ist im vorliegenden Fall eine vom Systemintegrator programmierte Benutzeroberfläche, die bequem über den installierten Browser des Computers in der Lagerverwaltung (*Backoffice*) erreichbar ist. Es repräsentiert eine Schnittstelle zwischen den generierten RFID-Daten und dem Anwender, die von SAP-Bestandsdaten unabhängig ist.

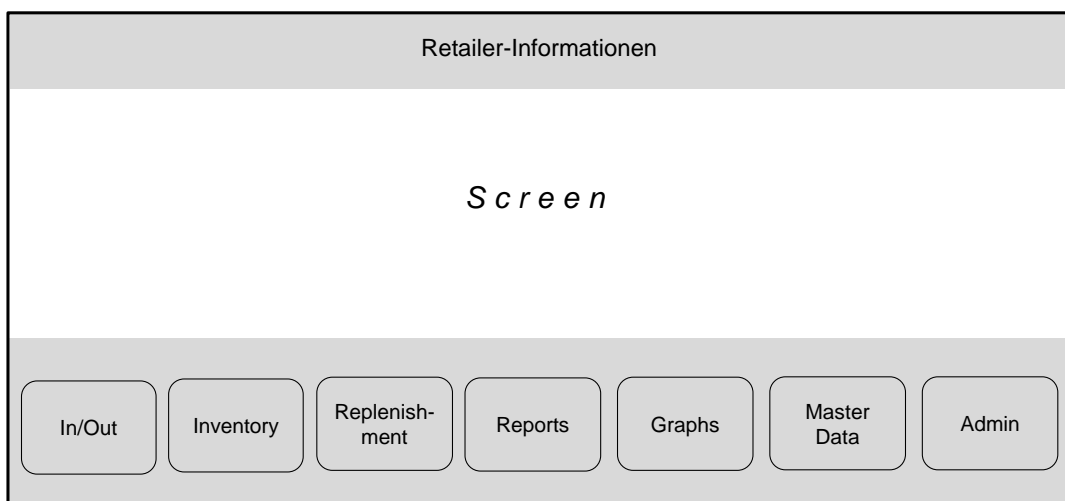


Abbildung 31: Exemplarische Darstellung des RFID-Backend

Das Backend dient hauptsächlich der Kontrolle von durchgeführten RFID-Prozessen sowie zur Informationsbeschaffung über den aktuellen Warenbestand. Ebenfalls werden

Verfügbarkeiten auf dem Sales Floor und im Stock Room angezeigt. Das stark vereinfachte Erscheinungsbild des RFID-Backend ist exemplarisch in Abbildung 31 dargestellt.

Das in diesem Projekt verfügbare Backend bietet insgesamt sieben logisch gegliederte Bereiche, die jeweils mehrere Funktionen für den Mitarbeiter bzw. den Store-Manager bereitstellen:

- Im Bereich *In/Out* werden durchgeführte Receivings, Store-to-Store-Transfers und sonstige RFID-Bestandsänderungen angezeigt. Um systemwirksam zu werden, müssen diese jeweils bestätigt werden.
- Cycle-Counts müssen im Bereich *Inventory* bestätigt oder bei Fehlern gelöscht und neu durchgeführt werden. Eine Plausibilitätsprüfung des Ergebnisses erleichtert die Entscheidung für die Bestätigung oder Ablehnung eines durchgeführten Cycle-Count.
- Im Bereich *Replenishment* kann eine von Artikelbildern unterstützte Liste von Waren erstellt werden, die auf dem Sales Floor nachzufüllen sind. Die Zielbestände des Sales Floor können sowohl basierend auf dem Ergebnis des letzten Cycle-Count als auch durch Vorgaben des Warenpräsentationsteams (*Visual Merchandising*, Hudetz und Kaapke 2009) erstellt werden.
- Weiterhin wird eine Vielzahl von Berichten (*Reports*) generiert. So können beispielsweise Listen mit aktuellen RFID-Beständen, mit aktuellen Bestsellern oder mit einer Chronologie der Read-Events sämtlicher installierter RFID-Reader angezeigt werden. Die Liste der Read-Events ermöglicht es zum Beispiel, Warenbewegungen in Echtzeit nachzuvollziehen.
- Die vorgestellten Report-Funktionen werden im Bereich *Graphs* auf die für den Anwendungsfall entscheidenden Informationen reduziert und im Gegensatz zu einer listenbasierten Darstellung in Form von anschaulichen Grafiken visualisiert.
- Im Bereich *Master Data* können detaillierte Informationen zu allen verfügbaren Waren abgerufen oder Druckaufträge von Tags in einem großen Umfang angestoßen werden.
- Für den Administrator ist der Bereich *Admin* vorgesehen, in welchem Nutzer oder Seiten angelegt sowie spezifische Rollen und Berechtigungen vergeben werden können.

Grundsätzlich ist in allen Bereichen eine Export- und Archivfunktion für bereits akzeptierte oder gelöschte Vorgänge verfügbar. Weiterhin kann besonders für spezielle Reports der gewünschte Zeitraum für die entsprechende Auswertung frei festgelegt werden.

4.7.2 Standorte

Jeder Store ist insgesamt in drei Bereiche aufgeteilt, denen ein Artikel als momentaner Standort zugewiesen werden kann. Die Zuordnung der Store-Flächen zu den drei Bereichen ist in Abbildung 32 ersichtlich. Hierbei wird das Store-Layout aus Abbildung 27 aufgegriffen. Gleichzeitig sind die drei Bereiche mit unterschiedlichen Strukturen gekennzeichnet. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Bereiche *Stock Room*, *Sales Floor* und *Window Mannequin* als unterschiedliche *Locations* bezeichnet.

Alle beim Goods Receiving erfassten Artikel werden dem *Stock Room* zugeordnet und sind demzufolge Bestandteil der gelagerten Ware. Wird Ware vom *Stock Room* auf den *Sales Floor* transferiert, werden diese Artikel durch den Reader der Transition erfasst und dem *Sales Floor* zugeordnet. Dieser Reader ändert bei jeder Artikelerfassung dessen Location auf den jeweils komplementären Wert. Dies geschieht ungeachtet der tatsächlichen Richtung, in welcher der Mitarbeiter den Reader der Transition passiert (vgl. Kapitel 4.7.3). Beim Cycle-Count des *Sales Floor* und des *Stock Room* werden die Locations aller Artikel basierend auf dem erzielten Ergebnis aktualisiert. Damit werden gleichzeitig mögliche Fehler behoben, die aufgrund der fehlenden Richtungslogik des Transition Readers oder durch nicht erfasste Transfers entstehen.

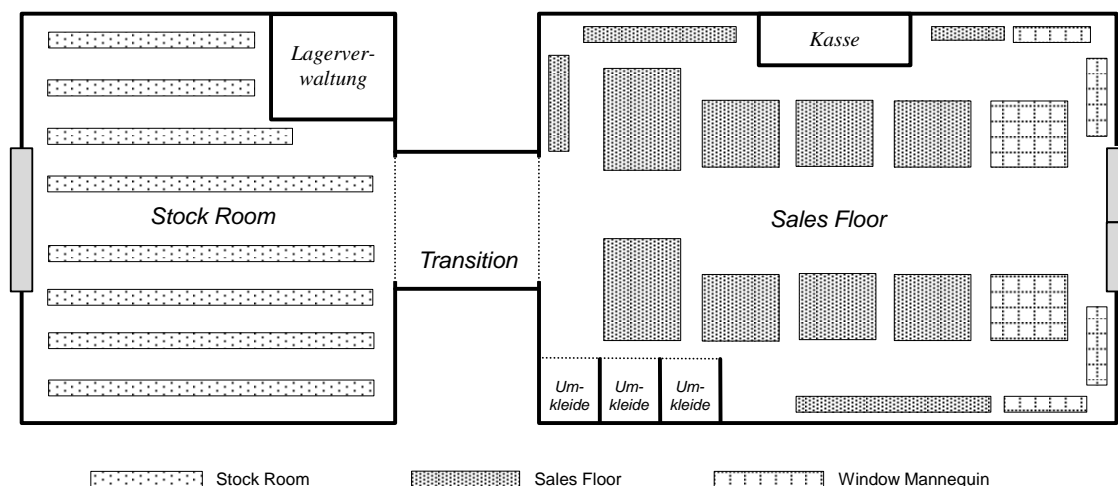


Abbildung 32: Zuordnung der Store-Flächen zu RFID-Bereichen

Die dritte Location (*Window Mannequin*) repräsentiert den Bereich in unmittelbarer Nähe des Kundeneingangs. Sie dient dazu, dass Waren in Reichweite des EAS-Readers am Eingang nicht fälschlicherweise einen Alarm auslösen. Dieser Reader erfasst sämtliche Warenbewegungen in seinem Lesebereich. Er nimmt dann eine Intention zum Diebstahl an, wenn sich Ware im Lesefeld des EAS-Readers und damit am Ausgang bewegt, obwohl diese nicht durch einen Verkauf aus dem RFID-Bestand ausgebucht wurde. Entsprechend dieser Logik würden alle bewegten Waren im Lesebereich des EAS-Readers – beispielsweise auch bei einer ordnungsgemäßen Bewegung durch das Personal oder den Kunden – jeweils einen Alarm auslösen. Um dieser Problematik entgegen zu wirken,

werden vom Reader am Kundeneingang alle Bewegungen der Artikel ignoriert, die der Window Mannequin Location zugeordnet sind.

Da für Warenbewegungen zur Location Window Mannequin im Gegensatz zu Transfers zwischen Sales Floor und Stock Room kein stationärer Reader installiert ist, muss die Zuordnung zu dieser Location manuell erfolgen. Dies kann mit der Hilfe des mobilen Handhelds durchgeführt werden. Der Umfang der entsprechenden Location kann demnach frei festgelegt und kontinuierlich verändert werden. Er sollte jedoch mindestens die Reichweite des RFID-Readers am Eingang abdecken, um fälschlicherweise ausgelöste Alarmer zu vermeiden.

4.7.3 Systemlogik

Für ein besseres Verständnis der Funktionsweise der eingesetzten RFID-Software wird in diesem Abschnitt die Systemlogik für alle erwarteten In-Store-Prozesse dargestellt. Abbildung 33 visualisiert diese Logik für einen beispielhaften Artikel während dessen Store-Lebenszyklus, der beim Goods Receiving beginnt und beim Checkout bzw. darauffolgendem EAS endet. Artikel werden im weiteren Verlauf der Arbeit gleichbedeutend als *Items* bezeichnet. Grundsätzlich ist zwischen dem Systemstandort und dem physischen Standort zu unterscheiden:

- Der *Systemstandort* eines Items ist die Location (Stock Room, Sales Floor oder gegebenenfalls Window Mannequin), die das RFID-System mit dem jeweiligen Item assoziiert und als dessen Parameter vermerkt hat. Er kann durch sämtliche In-Store-Prozesse verändert bzw. aktualisiert werden.
- Der *physische Standort* ist die Location, in der sich das Item tatsächlich befindet.
- In einem fehlerfreien Szenario entspricht bei jedem sich in einem Store befindlichen Item der *physische Standort* dem *Systemstandort*.
- In der Realität sowie im vorliegenden Fall ist jedoch zu beobachten, dass der *physische Standort* nicht bei allen Items dem *Systemstandort* entspricht. Gründe hierfür können beispielsweise Prozessfehler oder nicht erfolgte Lesevorgänge sein.

Während des Scannvorgangs beim Goods Receiving wird geprüft, ob sämtliche Artikel in der Lesereichweite des Handhelds bereits Teil des aktuellen Bestands sind. Trifft dies zu, werden die entsprechenden Waren ignoriert. Dem System unbekannte Items werden hingegen als neu gelieferte Ware vermutet und direkt in den Lagerbestand (*Location: Stock Room*) aufgenommen.

Wird ein Item an dem stationären Reader in der Transition zwischen Stock Room und Sales Floor vorbeigetragen und gelesen, prüft das System den letzten bekannten System-

standort dieses Artikels. Ist dieser zuletzt dem Stock Room zugeordnet gewesen, wird er durch den Lesevorgang dem Sales Floor zugeordnet. Die gleiche Logik gilt in der umgekehrten Reihenfolge. Der Reader in der Transition besitzt demzufolge wie beschrieben keine Richtungslogik, welche die tatsächliche Laufroute des Mitarbeiters identifizieren und berücksichtigen kann. Als Konsequenz bleibt der Systemstandort eines Artikels weiterhin falsch zugeordnet, wenn er vor dem entsprechenden Lesevorgang bereits nicht dem tatsächlichen, physischen Standort des Artikels entsprochen hat.

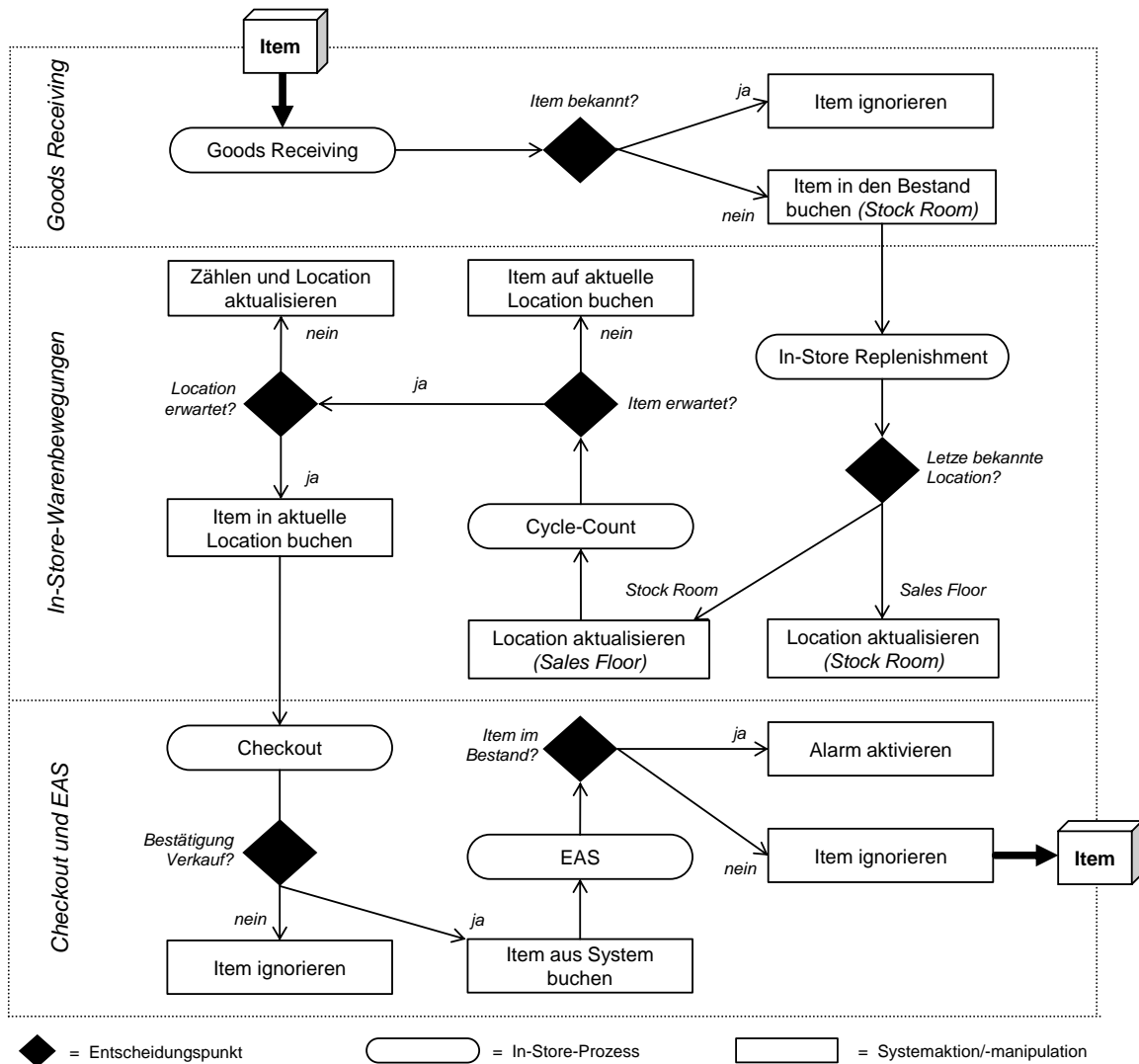


Abbildung 33: Systemlogik der In-Store-Prozesse

Während des wöchentlich durchgeführten Cycle-Count wird durch Einsatz des mobilen Handhelds eine komplette Bestandsaufnahme des Stock Room und des Sales Floor in zwei getrennten Prozessen durchgeführt. Wird hierbei ein Item gescannt, das dem System unbekannt ist (beispielsweise ein Artikel, der beim Goods Receiving versehentlich nicht erfasst wurde), wird dieses Item der Location des Erfassungszeitpunkts zugeordnet. Wird hingegen ein Artikel gescannt, der dem System zwar bekannt aber in einer anderen Location erwartet wird, wird dessen Systemstandort entsprechend der aktuellen Location aktualisiert. Items, die beim Cycle-Count als Bestand zwar erwartet aber nicht erfasst

wurden, werden aus dem aktuellen RFID-Bestand entfernt. Das System geht hierbei von Diebstahl oder Prozessfehlern beim Ausbuchen der Ware (z. B. Back-to-DC, Checkout) aus.

Beim Checkout kann der Mitarbeiter überprüfen, ob vom Reader einerseits auch tatsächlich alle Artikel des aktuellen Verkaufsvorgangs komplett erfasst oder ob andererseits zu viele Artikel (z. B. Waren in der Nähe der Verkaufsfläche) erfasst wurden. Tritt an dieser Stelle des Checkout-Prozesses kein Fehler auf, werden der Verkaufsvorgang bestätigt und die entsprechenden Waren schließlich aus dem System gebucht. Wird der Checkout jedoch aufgrund von Fehlern abgebrochen, werden die gescannten Artikel ignoriert und bleiben im Bestand des RFID-Systems.

Der EAS-Reader am Kundeneingang prüft, ob die bewegte Ware im Lesebereich Bestandteil einer Location ist. Trifft dies zu und ist das Item nicht der Window Mannequinn Location zugeordnet, so wird ein Alarm ausgelöst. Ist dem Reader das Item hingegen unbekannt, weil es beispielsweise durch einen Verkauf ausgebucht wurde, so wird es ignoriert und kann ohne einen Alarm auszulösen aus dem Store entfernt werden.

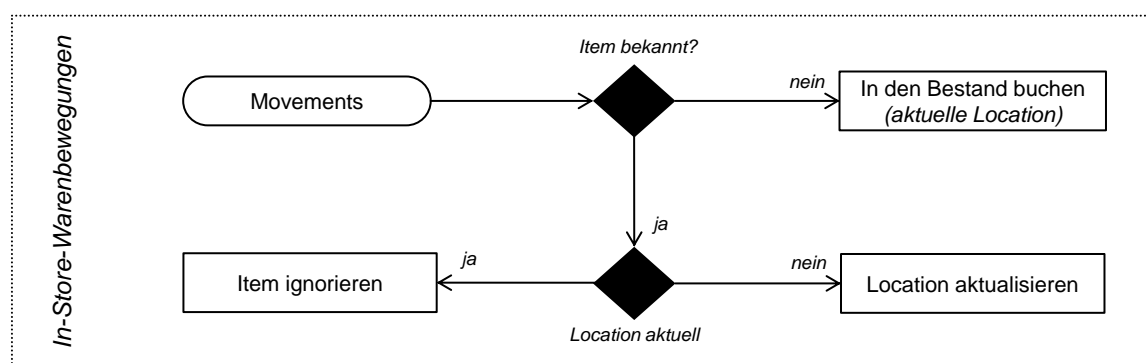


Abbildung 34: Systemlogik der Movements

Eine weitere Funktion der Software ist die mit dem mobilen Handheld verwendete „Movements-Funktion“, die in Abbildung 34 veranschaulicht ist. Wird dieser Vorgang initiiert, werden alle sich in Lesereichweite befindlichen Artikel einer gewünschten, vorher ausgewählten Location zugeordnet. Dementsprechend kann dieser Vorgang mit einer Ortsaktualisierung gleichgesetzt werden. Die Movements-Funktion ist prinzipiell jederzeit durchführbar, um beispielsweise zwischen den Locations transferierte – aber von dem zuständigen Reader der Transition nicht gescannte – Artikel wieder ihrem tatsächlichen physischen Standort zuzuordnen.

Entsprechend der Systemlogik der Movements werden auch gescannte, aber dem System nicht bekannte Artikel der aktuellen Location zugewiesen. Die Movements-Funktion hat zusammengefasst eine systemreinigende und -aktualisierende Aufgabe und kann mit einem Cycle-Count gleichgesetzt werden, der jedoch zu jedem Zeitpunkt und in einem beliebigen Umfang durchgeführt werden kann.

5 Fehlerbehandlung und Verbesserung

5.1 Übersicht

Nachdem in Kapitel 4 die technische Infrastruktur, die RFID-relevanten Prozesse sowie sämtliche Rahmendaten des begleiteten RFID-Projekts vorgestellt wurden, beschäftigen sich Kapitel 5 und Kapitel 6 mit der gezielten Fehlersuche, Fehlerbehebung und zukünftigen Fehlervermeidung. Kapitel 5 zeigt insbesondere, wie Fehler technischer und menschlicher Ursachen strukturiert gefunden und behoben werden können. Dies ist die Basis für die Verbesserung der Datenqualität der eingesetzten RFID-Infrastruktur. Um dieses Ziel zu erreichen, geht Kapitel 5 in folgenden Schritten vor:

- Zunächst werden in Kapitel 5.2 Reports erläutert, die Differenzen und Differenztypen zwischen den Bestandssystemen SAP und RFID auf täglicher Basis aggregieren. Um eine höhere Datenqualität zu erreichen, gilt es, diese Differenzen zu beheben.
- Um diejenigen Differenzen zu vermindern, die durch den Einsatz von RFID-Technologie verursacht werden, wird zwischen zwei Fehlerkategorien unterschieden. Diese bilden die Basis für die erstellten Fehlerbehandlungsdiagramme.
- Kapitel 5.3 zeigt, wie zur Erstellung der Fehlerbehandlungsdiagramme für jeden einzelnen In-Store-Prozess die Methode der Aktionsforschung angewendet wird.
- In Kapitel 5.4 werden neben einer detaillierten Beschreibung des jeweiligen RFID- und traditionellen In-Store-Prozesses die zugehörigen Fehlerbehandlungsdiagramme und vorgeschlagenen Maßnahmen erläutert. Im Zuge dessen ist es möglich, auftretende Abweichungen zwischen beiden Bestandssystemen einer bestimmten Fehlerkategorie und -ursache zuzuordnen und diese gezielt zu beheben.
- Kapitel 5.5 fasst schließlich die Potentiale sämtlicher In-Store-Prozesse auf Basis des Frameworks von Thiesse et al. (2009) tabellarisch zusammen.

Der Erfolg einer Anwendung der vorgestellten Diagramme und die damit verbundene Effektivität der Fehlerbehebung werden dann sowohl für jeden einzelnen In-Store-Prozess als auch hinsichtlich des Gesamtsystems in Kapitel 6 kennzahlenbasiert überprüft.

5.2 Spezifikation der vorgenommenen Fehlerbehandlung

5.2.1 Exception Reports und Differenztypen

Um die vorgenommene Fehlerkorrektur zu verstehen, ist zunächst ein Verständnis dafür zu schaffen, wie Differenzen zwischen den beiden parallel geführten Bestandssystemen SAP und RFID entstehen und zu interpretieren sind. Dieser Abschnitt zeigt, (i) welche Typen von Differenzen existieren, (ii) welche beispielhaften Situationen welche Differenztypen verursachen sowie (iii) wie sich diese Differenzen im Zeitverlauf entwickeln und anhäufen können.




	Store-ID	Artikelnr.	Artikelbez.	Produktbild	Größe	EAN-Code	Bestand RFID			Bestand SAP	Differenz
							Stock Room	Sales Floor	Gesamt		
#1	Store 5	Z89432	Boys Shirt		48	49...	4	2	6	4	2
#2	Store 8	Z25032	Boys Shoe		8	49...	2	0	2	3	-1
#3	Store 3	Z89532	Girls Dress		36	49...	0	0	0	1	-1

Abbildung 35: Beispielhafter Exception Report

Differenzen aller Pilot-Stores werden über Nacht systemseitig aggregiert und am nächsten Morgen im sogenannten *Exception Report* angezeigt. Dieser Report entsteht folglich durch den täglichen Abgleich beider Bestandssysteme, die durch meist parallel durchgeführte Prozesse innerhalb der Stores jeweils getrennt voneinander verändert werden. Zur Veranschaulichung wird in Abbildung 35 ein vereinfachter Exception Report mit drei beispielhaften Einträgen gezeigt. Der Bericht beinhaltet für jede Differenzposition (#1, #2 und #3) neben der *Store-ID* grundsätzliche Artikelinformationen wie *Nummer*, *Bezeichnung*, *Bild*, *Größe* und *EAN-Code*. Weiterhin sind die divergierenden Bestände des RFID- und SAP-Systems aufgezeigt. Beim RFID-Bestand wird zwischen dem *Stock-Room*- und dem *Sales-Floor*-Bestand unterschieden. Die letzte Spalte *Differenz* beinhaltet die absolute Abweichung beider Bestandssysteme (*Bestand RFID* minus *Bestand SAP*) für jede Differenzposition. Insgesamt werden in Abbildung 35 drei mögliche Differenztypen veranschaulicht:

- #1 (*Differenz 2*): Eine *positive Differenz* bedeutet, dass der gesamte RFID-Bestand für eine bestimmte Ware größer ist als der entsprechende SAP-Bestand.
- #2 (*Differenz -1*): Eine *negative Differenz* bedeutet, dass der gesamte RFID-Bestand für eine bestimmte Ware kleiner ist als der entsprechende SAP-Bestand.
- #3 (*Differenz -1*): Eine *negative Differenz*, bei der der gesamte RFID-Bestand für eine bestimmte Ware Null ist und der SAP-Bestand gleichzeitig einen Wert größer als Null aufweist, wird als *Critical-Zero-Bestand* bezeichnet.

Critical-Zero-Bestände (vgl. *Differenzposition #3*) sind entsprechend der gewählten Bezeichnung besonders alarmierend. Zur Veranschaulichung der Brisanz dieser Critical-Zero-Bestände wird der Ausschnitt eines beispielhaften Artikellebenszyklus und die Auswirkung auf den zuständigen Store-Manager und dessen Umsätze beschrieben:

- Nachdem ein bestimmter Artikel im Store nicht mehr verfügbar ist, wird die Nachbestellung von vier Artikeln angestoßen.
- Am nächsten Tag erreichen zwei Kartons (insgesamt 60 Artikel) den Store, welche gemäß des Lieferscheins vier der entsprechenden Artikel beinhalten sollen.
- Tatsächlich wurden diese Waren jedoch durch einen Verpackungsfehler nicht versendet. Da sie physisch kein Bestandteil der Lieferung sind und deren Tags demnach nicht gescannt werden können, fügt der RFID-Goods-Receiving-Prozess diese vier Artikel nicht dem RFID-Bestand hinzu.
- Der Lieferschein des SAP-Systems beinhaltet diese vier Artikel trotz des Verpackungsfehlers und erhöht den Bestand beim traditionellen, SAP-basierten Scannen des Karton-Labels schließlich von 0 auf 4. Der RFID-Bestand bleibt hingegen weiterhin bei 0.
- Die hier beschriebene *Critical-Zero-Differenz* ist eine klassische Out-of-Stock-Situation (Ahlert et al. 2009). Das SAP-System weist einen Bestand von 4 auf, wobei physisch kein Artikel vorhanden ist, der verkauft werden könnte. Dadurch kann der fälschlicherweise zu hohe SAP-Bestand auch nicht verringert werden, was die bereits kritische Situation zusätzlich verschärft. Der Bestandswert von 4 bleibt gegebenenfalls über einen langen Zeitraum erhalten. Wenn jedoch der Schwellenwert für eine Nachbestellung dieses Artikels bei 2 liegt, so kann dieser weder verkauft noch nachbestellt werden. Dieses beispielhafte Szenario führt zu kontinuierlichen Umsatzeinbußen. Der RFID-Bestand entspricht in diesem Fall dem physischen Bestand und identifiziert die Critical-Zero-Differenz.

5.2.2 Entwicklung der Differenzen

Nachdem die möglichen Arten von positiven, negativen und kritischen Differenztypen erläutert wurden, stellt Abbildung 36 dar, wie sich diese Differenzen innerhalb eines Stores im beispielhaften Zeitverlauf von einer Woche anhäufen können. Die Grafik veranschaulicht den jeweiligen *Tag* mit beispielhaften *Prozessen*, bei denen *Probleme* sowohl auf Basis der RFID-Infrastruktur als auch auf Basis des SAP-Bestandsmanagements auftreten. In der rechten Spalte wird der zugehörige und am jeweils *darauffolgenden Tag generierte Exception Report* gezeigt. Mit jedem spezifischen Prozessproblem wird diesem Report eine Zeile bzw. Differenzposition hinzugefügt.

Tag	Prozess	Probleme	Exception Report am darauffolgenden Tag			
Mittwoch	Goods Receiving	#1 • Vier Artikel kommen mit doppelten Tags im Store an (Differenzursache: RFID)	#	RFID	SAP	Diff.
			1	8	4	4
Freitag	Checkout	#2 • Ein Artikel wird beim Verkauf versehentlich nicht vom RFID-Reader erfasst (Differenzursache: RFID)	#	RFID	SAP	Diff.
			1	8	4	4
			2	4	3	1
Samstag	Goods Receiving	#3 • 5 Artikel der SAP-Liste sind trotz korrektem RFID-Scann nicht in der Lieferung vorhanden (Differenzursache: SAP)	#	RFID	SAP	Diff.
	Store-to-Store-Transfer	#4 • Ein Store-to-Store-Transfer von 4 Artikeln wird nicht korrekt im SAP-Bestandssystem ausgeführt (Differenzursache: SAP)	1	8	4	4
			2	4	3	1
			3	0	5	-5
			4	4	8	-4
Montag	Checkout	#5 • Ein Kunde wünscht, dass bei seinen 3 gekauften Artikeln die Hangtags sofort entfernt werden sollen. Der Verkäufer trennt die Tags ab und wirft sie in den Mülleimer neben der Kasse (Differenzursache: RFID)	#	RFID	SAP	Diff.
			1	8	4	4
			2	4	3	1
			3	0	5	-5
			4	4	8	-4
			5	3	0	3
Dienstag	Goods Receiving	#6 • Die Tags zweier Artikel sind defekt und können nicht erfasst werden (Differenzursache: RFID)	#	RFID	SAP	Diff.
	Cycle-Count	#7 • Die Tags zweier Artikel verdecken sich und werden durch ungenaues Scannen nicht erfasst (Differenzursache: RFID)	1	8	4	4
		#8 • 5 lose Tags wurden nach dem letzten Cycle-Count nicht aus dem Store entfernt (Differenzursache: RFID)	2	4	3	1
			3	0	5	-5
			4	4	8	-4
			5	3	0	3
			6	3	5	-2
			7	0	2	-2
			8	10	5	5

Abbildung 36: Beispielhafte Entwicklung des Exception Reports

Der Cycle-Count ist in diesem Beispiel auf den Dienstag festgelegt. Am darauffolgenden Mittwoch verursacht der Prozess *Goods Receiving* eine Differenzposition. Vier Artikel der an diesem Tag anfallenden Lieferung besitzen doppelte RFID-Tags. Der RFID-Bestand dieses Artikels beträgt deshalb 8 und weicht vom – in diesem Fall richtigen – SAP-Bestand von 4 um die gleiche Anzahl ab. Folglich verursacht dieser Fehler eine erste positive Differenzposition mit einer totalen Abweichung von 4 Artikeln. Der weitere Wochenverlauf mit beispielhaften Problemen ist in Abbildung 36 ersichtlich.

5.2.3 Ansatzpunkte zur Datenqualitätsverbesserung

Bereits das vereinfachte Beispiel aus Abbildung 36 zeigt, wie innerhalb einer kurzen Zeitspanne des betrachteten Stores die totalen Differenzen zwischen dem RFID- und SAP-Bestandssystem stark ansteigen können.

Das Ziel besteht darin, die Qualität und Verlässlichkeit der vom RFID-System erzeugten Daten zu verbessern. Um beide Aspekte zu erreichen, ist der Ansatzpunkt dieser Dissertation, die durch den Einsatz von RFID entstehenden Differenzen zwischen beiden Bestandssystemen näher zu untersuchen, zu kategorisieren und schließlich zu beheben.

Um jedoch untersuchen zu können, auf Basis welcher Ursachen bestimmte Arten von Differenzen entstehen, wird entsprechend Abbildung 37 zunächst zwischen zwei Arten von Fehlerkategorien unterschieden:

- Human Issues (HI)** sind Fehler, die durch Menschen verursacht werden. Dazu zählen Aspekte wie Prozessfehler (beispielsweise versehentlich falsch verpackte Waren), unsauber durchgeführte Scannvorgänge, doppelt oder nicht angebrachte RFID-Tags oder falsches Verhalten im Umgang mit Antennen (beispielsweise zu schnelles Passieren eines RFID-Readers). HI sind erfahrungsgemäß Fehler, die aufgrund mangelnder Konzentration oder Sorgfältigkeit bei der Ausführung von durch RFID veränderten Prozessen oder einzelnen Prozessschritten entstehen. HI lassen sich erfahrungsgemäß durch Prozesstraining reduzieren. Ebenfalls hilft es, wenn Bewusstsein und Verständnis für die eingesetzte RFID-Technologie geschaffen wird.
- Technical Issues (TI)** sind Fehler, die durch die installierte Hardware und RFID-Infrastruktur verursacht werden. Dazu zählen beispielsweise Aspekte wie defekte Tags, nicht ordnungsgemäß funktionierende Reader oder falsch justierte Antennenstärken. Die Folge von TI ist meist eine Nicht-Lesbarkeit von Artikeln bzw. Tags, die auf einen oder mehrere Fehler in den hierfür verwendeten Geräten zurückzuführen ist. TI sind erfahrungsgemäß wie bei vergleichbaren Technologien durch einen Austausch von defekten Teilen oder durch eine Anpassung, Erneuerung oder ursachen- und zielgerichtete Veränderung der Software zu lösen.

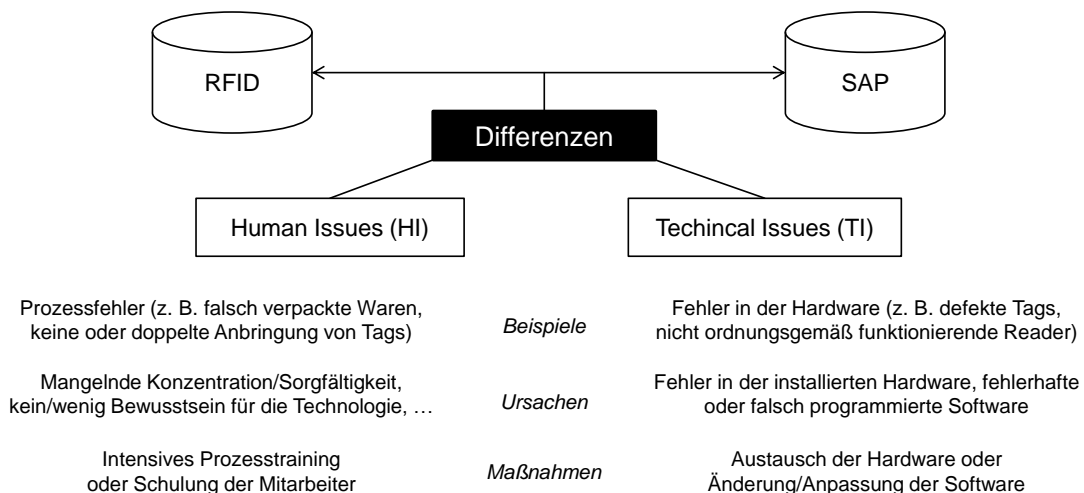


Abbildung 37: Human Issues und Technical Issues

In den folgenden Kapiteln gilt es, die Fehlerursachen für jeden in Kapitel 4.5.1 beschriebenen In-Store-Prozess zu identifizieren sowie diesen Vorgang durch erstellte Frameworks für ähnliche Szenarien transparent und anwendbar zu gestalten. Hierzu beschreibt Kapitel 5.3 zunächst, wie mit Hilfe der Aktionsforschung sämtliche Fehlerbehandlungsdiagramme erstellt wurden.

Zu Beginn des ersten Zyklus steht die initiale Idee der Diagnosephase (Z1), welche sich aus den Forschungsfragen und der ersten geplanten Phase des Projektplans (vgl. Kapitel 4.3.4) ableitet. Das Ziel dieser Projektphase ist die Erstellung eines Leitfadens, der die Datenqualität einer installierten RFID-Infrastruktur verbessert und gleichzeitig in ähnlichen Situationen und Szenarien eingesetzt werden kann. Um die initiale Idee umsetzen zu können, wird in der darauffolgenden Planungsphase (Z1) zunächst ein Aktionsplan erstellt, der mit jedem Zyklus auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse zielorientiert und flexibel angepasst wird. Der ursprüngliche Plan sah dabei die Identifikation von möglichen Fehlerursachen und die Behebung der Fehler und eine Prüfung der Maßnahmen in einem zweiten Schritt vor. In der Durchführungsphase (Z1) wurde Schritt 1 ausgeführt, indem durch tägliche Beobachtungen im Store mögliche Fehlerquellen untersucht und gesammelt wurden. Die Evaluierungsphase (Z1) beinhaltet die Erkenntnis dieses ersten Schritts, dass Fehler zunächst in zwei Kategorien (HI und TI) eingeteilt werden können.

Die spezifische Lernphase (Z1), die sich entsprechend McNiff (2002) und Elliot (1991) bereits mit der Diagnosephase (Z2) des darauffolgenden Zyklus überschneidet, arbeitet die Erkenntnisse des vorherigen Zyklus ein. Dabei werden die initiale Idee sowie die weiteren Schritte des erstellten Aktionsplans als Ausgangspunkt des nächsten Zyklus überarbeitet. Im vorliegenden Fall wurde die Idee der Datenqualitätsverbesserung durch Fehlerursachenforschung in Form von strukturierten Fehlerbehandlungsdiagrammen konkretisiert. Der daraufhin geänderte Aktionsplan in der Planungsphase (Z2) sah eine Kategorisierung der identifizierten Fehler und Ursachen sowie eine darauffolgende Erstellung des Frameworks vor. Die sich anschließende Evaluierungsphase (Z2) führte basierend auf dem ersten Entwurf des Fehlerbehandlungsdiagramms zur Erkenntnis, dass ein Test der Maßnahmen des Frameworks unumgänglich ist, um dem Verfahren einen ausreichenden Grad an Validität und Effektivität zu bescheinigen.

Die spezifische Lernphase (Z2) des zweiten Zyklus erweiterte die initiale Idee dahingehend, dass die Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme im vorliegenden Fall hinsichtlich der Effektivität der vorgeschlagenen Maßnahmen getestet werden muss (vgl. *Überprüfung der Maßnahmen und Überwachung* in Kapitel 6). Diese Anpassung und Erweiterung beeinflusst wiederum die Diagnose- und Planungsphase (Z3) des darauffolgenden Zyklus. Das Ergebnis dieser Systematik mit weiteren, sich daran anschließenden Zyklen waren schließlich Fehlerbehandlungsdiagramme für sämtliche In-Store-Prozesse, die zur Verbesserung der Datenqualität eines RFID-Bestandssystems verwendet werden können. Diese Diagramme werden in Kapitel 5.4 vorgestellt.

5.3.2 Prozessübersicht und Logik der Fehlerbehandlungsdiagramme

Abbildung 39 greift das bereits vorgestellte Store-Layout aus Kapitel 4 auf. In dieser Darstellung wird zusätzlich schematisch gezeigt, an welchen Standorten des Stores die

im Projekt betrachteten In-Store-Prozesse jeweils durchgeführt werden. Die Prozesse sind hierbei schwarz markiert.

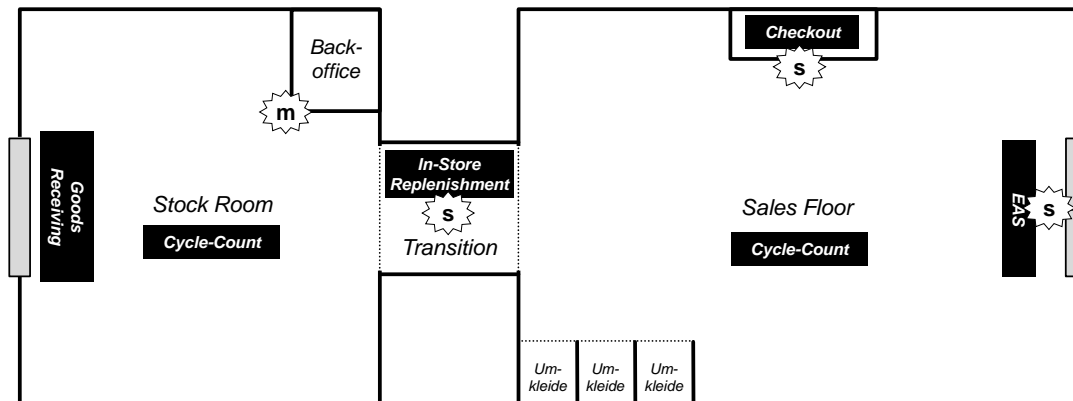


Abbildung 39: Prozesse der Store-Layout-Ansicht

Für eine Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme für die fünf In-Store-Prozesse Goods Receiving, In-Store Replenishment, Checkout, Cycle-Count und Electronic Article Surveillance sind insgesamt folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- *Gelesene Items* repräsentieren die Anzahl an von der RFID-Infrastruktur (Handheld oder stationäre Reader) im jeweiligen Prozessschritt gelesenen Artikeln.
- *Tatsächliche Items* entsprechen der physischen Anzahl an tatsächlich im jeweiligen Prozessschritt vorhandenen Artikeln.
- Für die Anwendung der Diagramme muss es im jeweiligen Prozessschritt möglich sein, dass sowohl die *tatsächliche Anzahl* der entsprechenden Artikel (üblicherweise ermittelbar durch physisches Nachzählen) als auch die durch RFID gescannte Artikelanzahl (*gelesene Items*, üblicherweise in der Software des mobilen Handheld oder im RFID-Backend einsehbar) zu ermitteln sind.
- In allen Diagrammen ist bei jedem einzelnen Fehler bzw. bei jeder einzelnen Maßnahme dargestellt, ob es sich um einen TI oder HI handelt oder ob beide Fehlertypen denkbar sind.

Die nachfolgenden Kapitel sind in die Abschnitte Prozessbeschreibung und Fehlerbehandlung aufgeteilt. Die Abschnitte der *Prozessbeschreibung* beinhalten jeweils vier Komponenten. Neben einer Beschreibung der (i) allgemeinen Ziele des behandelten Prozesses wird zusätzlich eine Beschreibung der (ii) traditionellen Abwicklung sowie der (iii) RFID-Abwicklung und der (iv) Potentiale des RFID-Prozesses im begleiteten RFID-Projekt des Retailers vorgenommen. Die Abschnitte der *Fehlerbehandlung* beschreiben schließlich die Anwendung der erstellten Diagramme unter der Berücksichtigung der beschriebenen Voraussetzungen.

5.4 Interne RFID-Prozesse

5.4.1 Goods Receiving

5.4.1.1 Prozessbeschreibung

Der Goods-Receiving-Prozess beinhaltet Elemente wie die Erfassung sämtlicher Wareneingangsdaten, das Abgleichen von Lieferinformationen sowie eine Zustandsprüfung der zugeschickten Waren (Ahlert et al. 2009). Beim **traditionellen Goods Receiving** des begleiteten Projekts müssen die Labels aller angelieferten Kartons mit einem Barcode-Leser gescannt oder die Nummern manuell im System aufgenommen werden. Diese Daten werden schließlich mit den übermittelten Lieferdetails verglichen und bestätigt.

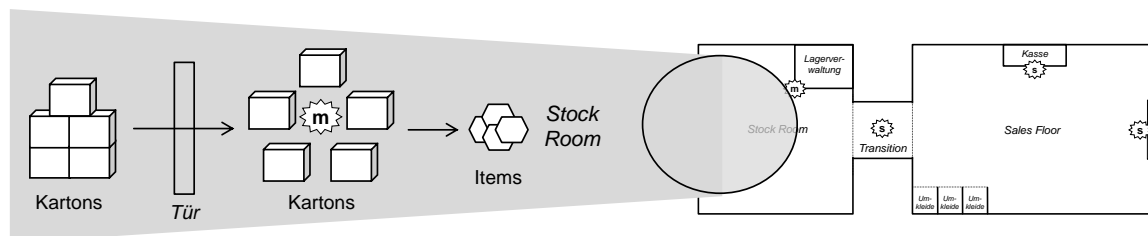


Abbildung 40: Prozess RFID-Goods-Receiving

Beim **RFID-Goods-Receiving** (vgl. Abbildung 40) wird im vorliegenden Fall das mobile Handheld als RFID-Reader verwendet, um die angelieferte Ware in den Bestand aufzunehmen. Nach Initiierung des Goods-Receiving-Vorgangs im Handheld zeigt die Software die Menge an erwarteten Artikeln und Kartons an. Diese Menge basiert auf den erfassten Artikeln der entsprechenden Lieferung im DC. Der Scannvorgang ist je nach Menge der gelieferten Artikel in wenigen Sekunden abgeschlossen. Schließlich werden (i) erwartete und gefundene, (ii) nicht erwartete aber gefundene sowie (iii) erwartete aber nicht gefundene Artikel angezeigt. Der Mitarbeiter kann dann – beispielsweise bei einer hohen Zahl des Falls (iii) – den Scannprozess fortführen. Um das Ergebnis zu speichern, muss der jeweilige erfasste Bestand schließlich bestätigt werden.

Die **Potentiale des RFID-Goods-Receiving** liegen vor allem darin, dass die Warenannahme im Vergleich zum traditionellen Receiving auf Item-Ebene statt auf Paketebene erfolgt. Die Kontrolle, ob alle Waren des Lieferscheins auch tatsächlich angenommen wurden, müsste demzufolge beim traditionellen Prozess durch ein äußerst zeitaufwändiges Nachzählen der Waren erfolgen. Beim RFID-Goods-Receiving ist hingegen unmittelbar nach dem Scannvorgang zu erkennen, welche Waren sich tatsächlich in den Kartons befinden. Auf diese Weise können bereits vor der Bestätigung der Warenannahme mögliche Falsch- oder Fehllieferungen identifiziert werden. Diese frühe Fehlervermeidung ist besonders wichtig, da der Goods-Receiving-Prozess am Anfang der In-Store-Prozesse steht und damit alle weiteren Aktivitäten eines Stores beeinflusst.

5.4.1.2 Fehlerbehandlung

Abbildung 41 zeigt das Fehlerbehandlungsdiagramm für den Goods-Receiving-Prozess. Die erste Maßnahme, wenn durch RFID *gelesene Items* nicht den *tatsächlichen Items* entsprechen, ist die Beobachtung und Untersuchung des durch die Mitarbeiter im jeweiligen Store durchgeführten Receiving. Gerade bei großen Lieferungen oder dicht mit Waren gepackten Kartons kann es vorkommen, dass RFID-Tags sich gegenseitig verdecken oder durch eine ungünstige Lage versehentlich nicht gelesen werden (vgl. Kapitel 3.3.3). Es empfiehlt sich daher, die Ware während des Scannvorgangs zu bewegen, indem der Karton beispielsweise geschüttelt wird oder dem Lesegerät durch Drehen des Kartons mehrere Seiten zugewendet werden. Möglicherweise können derartige Anweisungen an das Personal auftretende Differenzen bereits ohne weitere, tieferegreifende Analysen beheben (*Mitarbeiter-Receiving prüfen*).

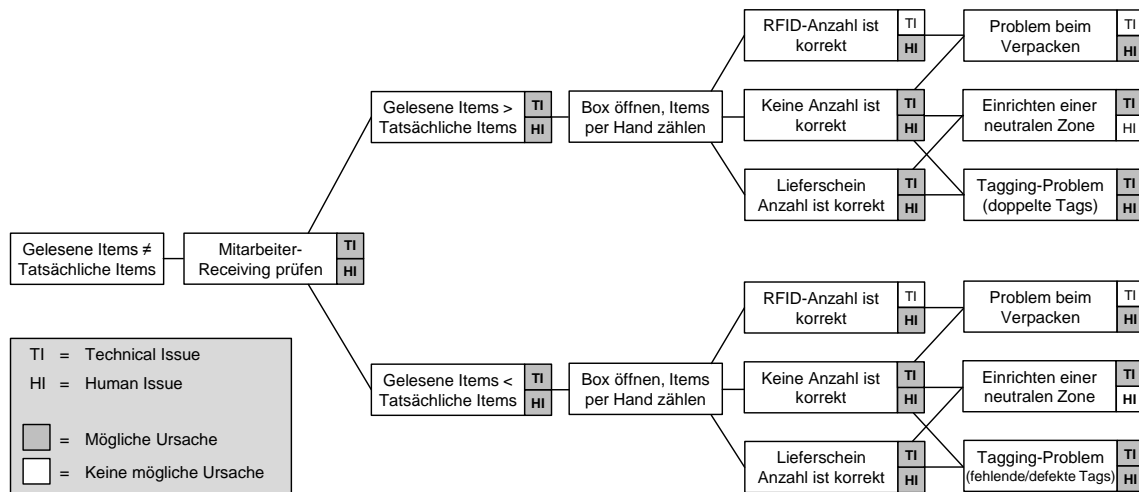


Abbildung 41: Fehlerbehandlungsdiagramm Goods Receiving

Führt diese erste Maßnahme zu keiner Übereinstimmung zwischen den Lieferangaben und den gelesenen Artikeln (*gelesene Items*), müssen zur weiteren Fehlerbehebung die Boxen des jeweiligen Receiving geöffnet werden und die angelieferten Artikel zunächst manuell nachgezählt werden (*tatsächliche Items*). Tabelle 11 zeigt anhand eines Beispiels mit 100 aus dem DC erwarteten Items, wie das Fehlerbehandlungsdiagramm in verschiedenen Szenarien zu lesen und anzuwenden ist.

Ist beispielsweise die gelesene Anzahl höher als die erwartete Anzahl und entspricht die manuell ermittelte Anzahl jedoch dem durch die RFID-Technik ermittelten Leseergebnis (*Fall A*), liegt ein menschlich verursachtes Problem beim Verpacken der Ware vor. In diesem Fall ist möglicherweise direkt bei der Produktion oder in einem DC zu viel Ware in den jeweiligen Karton verpackt worden. Dieser Fall würde zu positiven Differenzen führen (vgl. Kapitel 5.2.1) und kann durch ein RFID-basiertes Receiving auf Item-Level identifiziert werden. Entspricht hingegen im gleichen Fall die tatsächliche Menge an Items den erwarteten Items und wurden demzufolge mit RFID zu viele Artikel gescannt

(*Fall C*), so sind mehrere Ursachen denkbar. Ein möglicher Grund für zu viele gelesene Items sind doppelte Tags. Diese Ursache kann sowohl auf menschliche Fehler (HI) als auch auf technische Fehler (TI) zurückgeführt werden. Im Fall von HI wurden beispielsweise Mitarbeiter im DC aufgrund einer fehlerhaften Informationspolitik angewiesen, eine bestimmte Warengruppe mit Tags zu versehen, obwohl dies bereits bei der Produktion geschehen ist. Auf diese Weise wurden bei *Fall C* mehr Items gescannt als physisch vorhanden sind. Auch sind doppelt codierte Tags als TI denkbar, die ebenfalls einen fälschlicherweise zu hohen RFID-Bestand bewirken.

Fall	Erwartete Items	Gelesene Items (mit RFID)	Tatsächliche Items	Mögliche Ursachen bzw. Maßnahmen
A	100	110	110	Problem beim Verpacken (HI)
B	100	110	105	Problem beim Verpacken (HI) Einrichten einer neutralen Zone (TI) Tagging-Problem – doppelte Tags (TI / HI)
C	100	110	100	Einrichten einer neutralen Zone (TI) Tagging-Problem – doppelte Tags (TI / HI)
D	100	90	90	Problem beim Verpacken (HI)
E	100	90	95	Problem beim Verpacken (HI) Einrichten einer neutralen Zone (TI) Tagging-Problem – z. B. fehlende Tags (HI)
F	100	90	100	Einrichten einer neutralen Zone (TI) Tagging-Problem – z. B. defekte Tags (TI)

Tabelle 11: Beispiel zum Verständnis und zur Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme

Als Maßnahme für *Fall C* ist die Einrichtung einer neutralen Zone sinnvoll. Entsprechend der beschriebenen Systemlogik (vgl. Kapitel 4.7.3) werden beim Goods Receiving alle Items innerhalb der Lesereichweite des Handhelds als eingegangene Ware verbucht, die dem RFID-System nicht bekannt sind. Wurden nun beispielsweise beim vorherigen Cycle-Count Waren übersehen bzw. versehentlich nicht gescannt, sind diese nicht mehr Teil des aktuellen RFID-Bestands. Befinden sich diese Waren beim Goods Receiving in der Nähe der gescannten Kartons, ist es wahrscheinlich, dass sie fälschlicherweise als eingegangene Waren verbucht werden. Eine neutrale Zone einzurichten bedeutet, dass der Bereich des Wareneingangs unmittelbar vor der Lieferung sämtlicher Kartons gescannt und „bereinigt“ wird. Hierzu kann die beschriebene Movements-Funktion angewendet werden (vgl. Kapitel 4.7.3). Auf diese Weise werden alle dem System unbekannt Items, die fälschlicherweise als Receiving verbucht werden könnten, bereits vor dem

Goods-Receiving-Prozess dem aktuellen Stock-Room-Bestand hinzugefügt. Diese Bereinigung und hier als Einrichtung einer neutralen Zone bezeichnete Vorgang kann grundsätzlich vor jedem Receiving durchgeführt werden, wenn die RFID-Anzahl nicht der physisch vorhandenen Anzahl an angelieferten Waren entspricht. Trotz vielfältiger Ursachen bewirkt auch *Fall C* analog zu *Fall A* positive Differenzen.

Tritt der Fall ein, dass bei der Analyse des Goods Receiving weder die tatsächliche noch die gescannte Anzahl der erwarteten Menge an Items entspricht (*Fall B*), so sind prinzipiell alle bisher vorgestellten Maßnahmen erforderlich oder zumindest denkbar.

Liegt entgegen zu den bisherigen Fällen die Tatsache vor, dass die mit RFID gescannte Anzahl geringer als die erwartete Anzahl des Lieferscheins ist, so muss der untere Zweig des Fehlerbehandlungsdiagramms betrachtet werden (*Fall D* - *Fall F*). In *Fall D* liegt ein Verpackungsproblem (HI) vor, bei welchem zu wenig Items verpackt wurden. Eine mögliche Fehlerursache für *Fall E* sind analog zu *Fall B* oder *Fall C* Probleme beim Tagging der Ware. Allerdings handelt es sich hierbei um fehlende Tags (HI), die wiederum zum Beispiel auf eine menschlich verursachte, fehlerhafte Kommunikation zwischen Produktion und DC zurückgeführt werden können. Als Folge wurde für die entsprechenden Items jeweils kein Tag angebracht. Eine mögliche Ursache für *Fall F* sind zwar angebrachte, aber fehlerhafte und demnach nicht lesbare Tags (TI). Die Einrichtung einer neutralen Zone ist auch in diesen Situationen sinnvoll, da trotz weniger RFID-gescannter Artikel das Lesen von Items möglich ist, die nicht Bestandteil der aktuellen Lieferung sind und die Diskrepanz zwischen RFID und dem Lieferschein dadurch gegebenenfalls noch vergrößert wird. *Fall D* und *Fall F* führen zu negativen Differenzen, da die Anzahl an gelesenen Artikeln kleiner als die erwartete und in SAP verbuchte Menge ist.

5.4.2 In-Store Replenishment

5.4.2.1 Prozessbeschreibung

Ansätze wie Continuous Replenishment oder Quick Response fokussieren primär die schnelle Wiederbeschaffung von Waren entsprechend der aktuellen Kundennachfrage. Das In-Store Replenishment bezeichnet hingegen den letzten Schritt der Nachbeschaffung – eine möglichst gute Verfügbarkeitsgestaltung der Ware auf dem Sales Floor des Stores. In-Store Replenishment wird in der Literatur häufig weitreichender verwendet, indem dieser Prozess auch Aspekte wie intelligente Regale oder eine (automatisierte) Verkaufsberatung, beispielsweise in mit Readern ausgestatteten Umkleidekabinen, beinhalten kann (Ahlert et al. 2009, Hudetz und Kaapke 2009, Thiesse et al. 2009). In dieser Dissertation wird unter In-Store Replenishment entsprechend Abbildung 42 ausschließlich die Nachbefüllung des Sales Floor mit Artikeln aus dem Stock Room verstanden.

Beim **traditionellen In-Store Replenishment** bekommen die Mitarbeiter des Stores jeden Morgen eine Liste zur Verfügung gestellt, die basierend auf den Verkäufen des Vortags sämtliche Artikel enthält, die vor Öffnung des Stores nachzufüllen sind. Diese Liste beinhaltet Artikelnummern, Artikelnamen und die entsprechenden Größen.

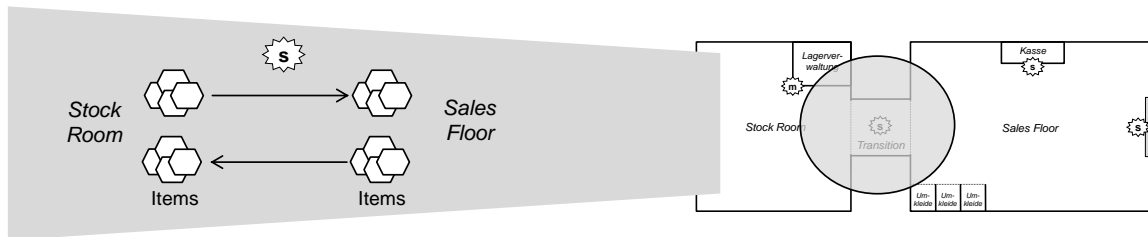


Abbildung 42: Prozess RFID-In-Store-Replenishment

Beim **RFID-In-Store-Replenishment** (vgl. Abbildung 42) wird jeder Artikel, der zwischen Stock Room und Sales Floor transferiert wird, von dem stationären Reader zwischen beiden Locations erfasst. Der Reader besitzt im vorliegenden Fall keine Richtungslogik, sodass der Standort eines gelesenen Items bei der Erfassung lediglich auf den komplementären Bereich gebucht wird (vgl. Kapitel 4.7.3). Die Mitarbeiter des Stores können jeden Morgen einen mobilen Tablet-PC benutzen, um sich die Liste der auf dem Sales Floor nachzufüllenden Artikel in der RFID-Software anzeigen zu lassen. Diese interaktive und nach verschiedenen Kriterien sortierbare Liste enthält neben den traditionellen Artikelinformationen ebenfalls Produktbilder.

Die **Potentiale des RFID-In-Store-Replenishment** liegen unter anderem in der Möglichkeit, den aktuellen Standort sämtlicher Waren in Echtzeit einzusehen. Sollen beispielsweise Artikel auf dem Sales Floor nachgefüllt werden, die zwar laut Bestand verfügbar, aber durch ein traditionelles Durchsuchen des Stock Room nicht auffindbar sind, kann der Location-Split der RFID-Infrastruktur offenbaren, dass sich die gesuchten Artikel möglicherweise durch eine Fehlplatzierung oder Unachtsamkeit fälschlicherweise auf dem Sales Floor befinden. Weiterhin besteht mit Hilfe des mobilen Handhelds die Möglichkeit, nach Eingabe des Barcodes gezielt nach einem gewünschten Produkt zu suchen. Hierbei bedeutet ein zunehmend akustisches Signal die Annäherung an die gesuchte Ware. Gerade bei häufigen Sortimentswechseln des Fast-Fashion-Bereichs ist es für die Mitarbeiter unmöglich, den meist kurz gehaltenen Artikelbezeichnungen oder -nummern entsprechende Waren zuzuordnen. Aus diesem Grund gestaltet sich das traditionelle und listenbasierte In-Store Replenishment schwierig und erfolgt in der Praxis vor allem unter Zeitdruck weniger gezielt, sondern meist nur rudimentär und erfahrungsbasiert. Die Suchfunktion des mobilen Handhelds sowie die Produktbild unterstützte Sortierbarkeit kann diesen Prozess erleichtern und verbessern. Durch alle diese mit RFID ermöglichten Mechanismen wird das In-Store Replenishment im Vergleich zum traditionellen Prozess automatisiert, informativer gestaltet und schließlich durch beschriebene Zusatzfunktionen transformiert (Thiesse et al. 2009).

5.4.2.2 Fehlerbehandlung

Abbildung 43 zeigt das Fehlerbehandlungsdiagramm für den In-Store-Replenishment-Prozess. Die erste Maßnahme, wenn gelesene Items nicht den tatsächlichen Items entsprechen, ist die Durchführung eines Replenishment-Tests. Dieser Test gibt Aufschluss über die Erfassungsquote der zwischen Stock Room und Sales Floor transferierten Items und bildet die Basis für alle weiteren Maßnahmen.

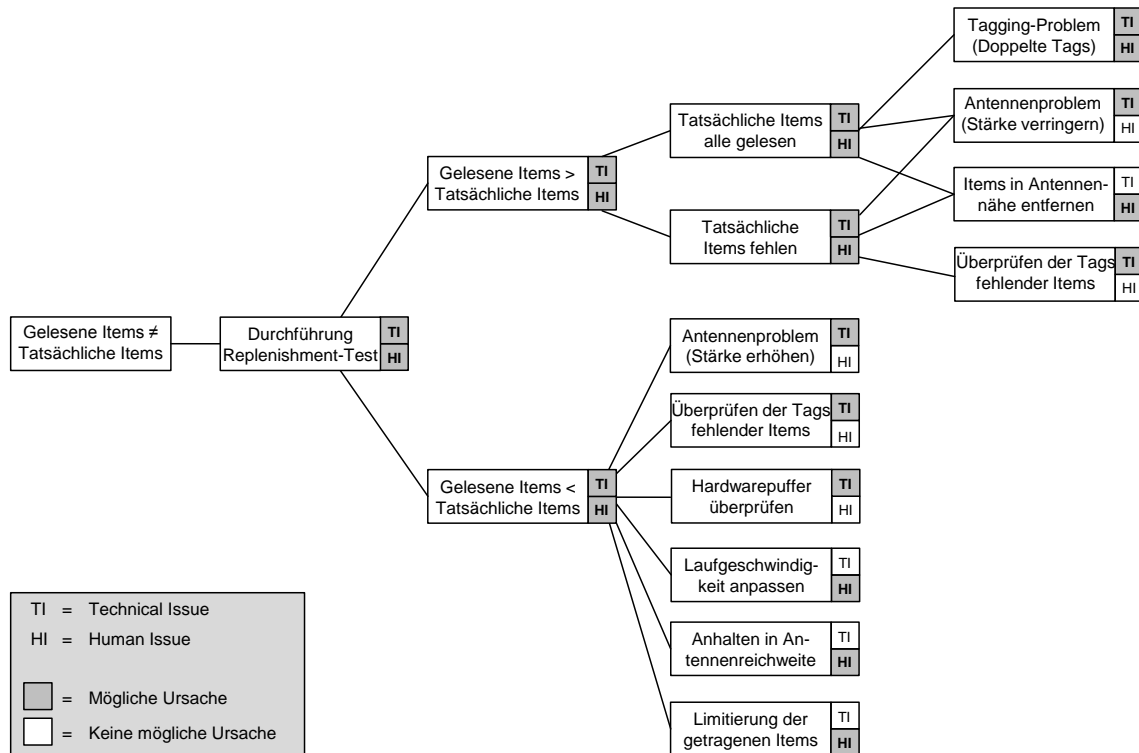


Abbildung 43: Fehlerbehandlungsdiagramm In-Store Replenishment

Um den Replenishment-Test durchzuführen und ein verlässliches Ergebnis zu erzielen, sollten mindestens drei verschiedene Warentypen (*Item Types, ITY*) ausgewählt werden. Mögliche ITY sind beispielsweise hängende Waren wie T-Shirts, liegende Waren wie Hosen, verpackte Waren wie Hemden oder Waren in Boxen wie Schuhe. Ein ITY sollte mindestens 10 Items des gleichen Typs enthalten. Die für den Test vorgesehenen ITY werden vor dem Beginn abwechselnd im Sales Floor und im Stock Room außerhalb der Reichweite des Readers platziert. Als Startaktivität wird ITY 1 vom Stock Room auf den Sales Floor getragen. Dort wird ITY 1 abgelegt sowie ITY 2 aufgenommen und in den Stock Room transferiert. Als nächstes wird ITY 3 von dort auf den Sales Floor gebracht. Diese drei Transfers bilden den ersten Durchlauf des Tests. Wird nun nach dem beschriebenen Prinzip weiterverfahren, befinden sich nach Ende des zweiten Durchlaufs alle ITY wieder auf ihren jeweiligen Ausgangspositionen. Dieser doppelte Durchlauf wird als *Zyklus* bezeichnet. Ein Mitarbeiter des Tests muss stets einen *Zeitstempel* notieren, wenn ein spezieller ITY den Reader passiert. Zeitstempel bestehen aus drei Merkmalen (*Zyklus Nr. - Durchlauf Nr. - ITY Nr.*). Sie dienen am Ende des Tests dazu, den im

Backend gespeicherten Leseergebnissen des Readers die jeweilige Situation mit den entsprechenden Merkmalen zuzuordnen. Indem die zu jedem Zeitpunkt gelesene Anzahl mit der physisch transferierten Anzahl des jeweiligen ITY verglichen wird, kann die Leserate für den In-Store Replenishment Reader ermittelt werden. Für ein verlässliches Ergebnis sollten mindestens drei Zyklen durchgeführt und ein Mittelwert über die einzelnen Leseraten gebildet werden. Abbildung 44 veranschaulicht die Systematik des beschriebenen Replenishment-Tests anhand eines beispielhaften Zyklus.

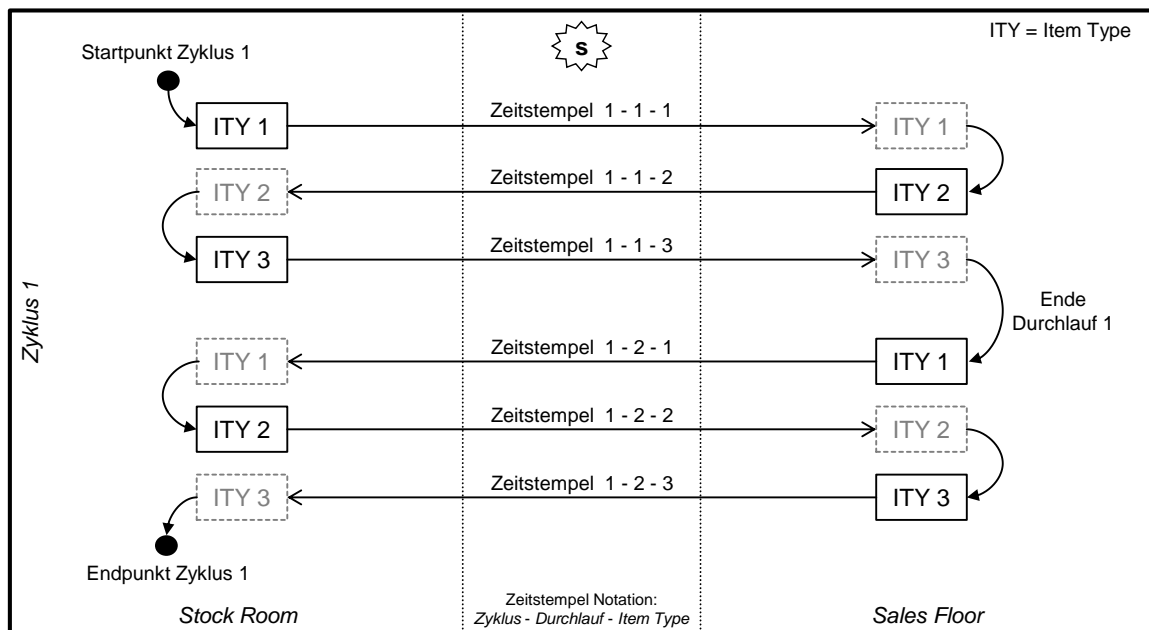


Abbildung 44: In-Store-Replenishment-Test

Nach der Durchführung des Tests ist die Anzahl gelesener und tatsächlicher Items für jeden Durchlauf einsehbar. Weiterhin ist auf die beschriebene Weise genau zu erkennen, welche Items zu welchem Zeitpunkt gelesen und welche jeweils übersehen worden sind. Wurden insgesamt mehr Items gescannt als tatsächlich transferiert und alle tatsächlich transferierten Items auch vollständig gelesen (*Tatsächliche Items alle gelesen*), so existieren entsprechend des Fehlerbehandlungsdiagramms aus Abbildung 43 drei Fehlerquellen für dieses Szenario. Zum einen können doppelte Tags der im Test verwendeten Waren ein HI sein. Weiterhin ist es möglich, dass die Lesestärke des Readers zu hoch eingestellt ist und demnach bei jedem Lesevorgang auch Items in der Nähe des Readers gelesen werden. Dies ist beispielsweise dann denkbar, wenn ein verhältnismäßig kleiner Stock Room vorliegt und demzufolge Ware teilweise in der Transition gelagert werden muss. Für den beschriebenen Fall kann Abhilfe geschaffen werden, indem entweder in der Nähe der Transition befindliche Ware dauerhaft entfernt (HI) oder die Reichweite bzw. Lesestärke des Readers verringert wird (TI). Wurden bei der gleichen Ausgangssituation nicht alle transferierten Items gelesen (*Tatsächliche Items fehlen*), ist die Überprüfung der Tags von nicht erfassten Waren (TI) in die Fehlerbehandlungsmaßnahmen miteinzuschließen.

Im wahrscheinlicheren Fall, wenn weniger Items gelesen als tatsächlich transferiert wurden, stehen entsprechend Abbildung 43 mehrere mögliche Fehlerursachen und Maßnahmen zur Auswahl. Entgegengesetzt zur vorher beschriebenen Ausgangssituation kann die Antennenstärke in diesem Szenario zu gering gewählt sein (TI) und gerade bei schnell transferierten Artikeln nicht die erwünschte Leseratte erzielen. Weiterhin können Tags nicht gescannter Artikel unlesbar oder defekt sein (TI). Als dritte technische Ursache ist es auch möglich, dass der Hardwarepuffer der RFID-Infrastruktur ausschlaggebender Grund für schlechte Leseratten ist. Gerade während eines Replenishment-Tests ist das Aufkommen an transferierten Items und Lesevorgängen des entsprechenden Readers im Vergleich zum regulären Betrieb verhältnismäßig hoch. Während der Testphase der Projektkooperation führte diese Tatsache dazu, dass sämtliche Daten aufgrund eines vollen Hardwarepuffers nur mit einer erheblichen Zeitverzögerung verarbeitet wurden. Eine Lösung ist das Leeren oder Erweitern des Puffers (TI), um größere Mengen an gelesenen Items für diesen speziellen Reader zu ermöglichen.

Wurden alle technischen Ursachen behoben oder konnten keine Fehler dieser Kategorie nachgewiesen werden, sieht das Fehlerbehandlungsdiagramm noch drei menschlich verursachte Fälle vor, deren Behebung die Leseratte des In-Store Replenishment Readers erhöhen kann. Zum einen kann die Laufgeschwindigkeit beim Passieren des Readers in der Transition verringert werden (HI). Auf diese Weise wird die Phase der potentiellen Lesevorgänge verlängert. Der gleiche Effekt kann erzielt werden, wenn das warentransferierende Personal im Lesebereich kurz stoppt und die Waren während der Ausrichtung zur Antenne kurz bewegt (HI). Als dritte Möglichkeit kann in Erwägung gezogen werden, die Anzahl an transferierten Items grundsätzlich zu beschränken (HI).

Alle drei menschlich verursachten Maßnahmen können dazu beitragen, die Leseratte zu erhöhen. Sie sind jedoch möglicherweise schwer mit den Anweisungen innerhalb eines Stores vereinbar. So beeinflusst die Limitierung der beförderten Artikel oder ein kurzes Anhalten beim Transfer die Gesamtanzahl an Waren, die pro Stunde auf den Sales Floor gebracht werden können. Dadurch werden die Verfügbarkeit und der Umsatz des Stores unter Umständen negativ beeinflusst. Demzufolge ist jede Maßnahme vor der Umsetzung hinsichtlich der Vorteile und gleichzeitig möglicher negativer Auswirkungen detailliert zu analysieren.

Divergenzen beim In-Store Replenishment zwischen tatsächlich transferierten und mit RFID gelesenen Items verursachen keine Differenzen, da lediglich der RFID-Bestand auf dem Sales Floor bzw. Stock Room, nicht jedoch der für die Berechnung der Differenzen entscheidende Gesamtbestand verändert wird.

5.4.3 Checkout

5.4.3.1 Prozessbeschreibung

Der Checkout ist der Prozess, bei dem im Kassensbereich der Besitz und das Eigentum der Ware durch Kauf bzw. Verkauf an den Kunden übergehen. Das Ziel ist es, alle vom Kunden zum Kauf vorgesehenen Artikel zu erfassen und nach erfolgtem Zahlungsvorgang aus dem Bestandssystem auszubuchen (Hudetz und Kaapke 2009, Zentes et al. 2009). Nach Cox (2012) ist dieser Prozess des Bezahlens bzw. der Warenübergabe weiterhin äußerst sensibel und der bedeutendste Moment des Vertrauens zwischen Verkäufer und Kunde.

Beim **traditionellen Checkout** werden zunächst sämtliche diebstahlsichernde Elemente vom jeweiligen Kleidungsstück entfernt. Anschließend werden die Barcodes einzeln und nacheinander gescannt. Die nachfolgende Zahlungsabwicklung und Übergabe der Ware an den Kunden schließt den Checkout-Prozess ab.



Abbildung 45: Prozess RFID-Checkout

Beim **RFID-Checkout** (vgl. Abbildung 45) werden alle zu verkaufenden Waren oberhalb des RFID-Readers auf der Verkaufsfläche platziert. Danach wird der Reader mit einem festgelegten Mechanismus aktiviert. Ein solcher Mechanismus kann zum Beispiel das Treten eines Pedals, die Betätigung einer Taste oder die Verwendung eines Touchscreens sein. Alle für den Verkauf vorgesehenen Waren werden dadurch gelesen und dem Mitarbeiter unmittelbar angezeigt. Nach einem Abgleich mit der tatsächlich vorliegenden Artikelanzahl wird der Lesevorgang bestätigt. Die nachfolgende Zahlungsabwicklung und Warenübergabe an den Kunden beenden den RFID-Checkout-Prozess.

Die **Potentiale des RFID-Checkout** entstehen, weil sich die RFID-Abwicklung in zwei grundlegenden Punkten vom traditionellen Checkout unterscheidet. Zum einen kann die Verwendung der RFID-Technologie wie im betrachteten Fall (alle Waren der Pilot-Stores sind mit Tags ausgestattet und am Eingang des Stores wird ein Reader verwendet) ein Anbringen weiterer Sicherheitselemente an den Waren prinzipiell überflüssig machen (Thiesse et al. 2009). Der Mitarbeiter am Checkout muss folglich keine diebstahlsichernden Elemente entfernen. Zum anderen werden am Checkout alle Waren durch die Aktivierung des RFID-Readers nicht sequenziell sondern gleichzeitig (*Bulk-Scanning*, Thiesse et al. 2009) erfasst (Delen et al. 2007). Beide Prozessänderungen führen zu einer deut-

lichen Beschleunigung des Checkout-Prozesses und damit zu einer reduzierten Wartezeit des Kunden. Dadurch wird die Bildung von großen Warteschlangen in Spitzenverkaufszeiten vermieden oder zumindest eingedämmt.

5.4.3.2 Fehlerbehandlung

Abbildung 46 zeigt das Fehlerbehandlungsdiagramm für den Checkout-Prozess. Entsprechen die gelesenen Items nicht den tatsächlichen Items, ist der erste Schritt die Durchführung eines Checkout-Tests. Dieser Test ermittelt die spezifische Signalausbreitung des Checkout Readers. Allein durch diese Erkenntnis kann der Prozess ohne weitere Untersuchungen verbessert und weitere Fehleruntersuchungen potentiell vermieden werden.

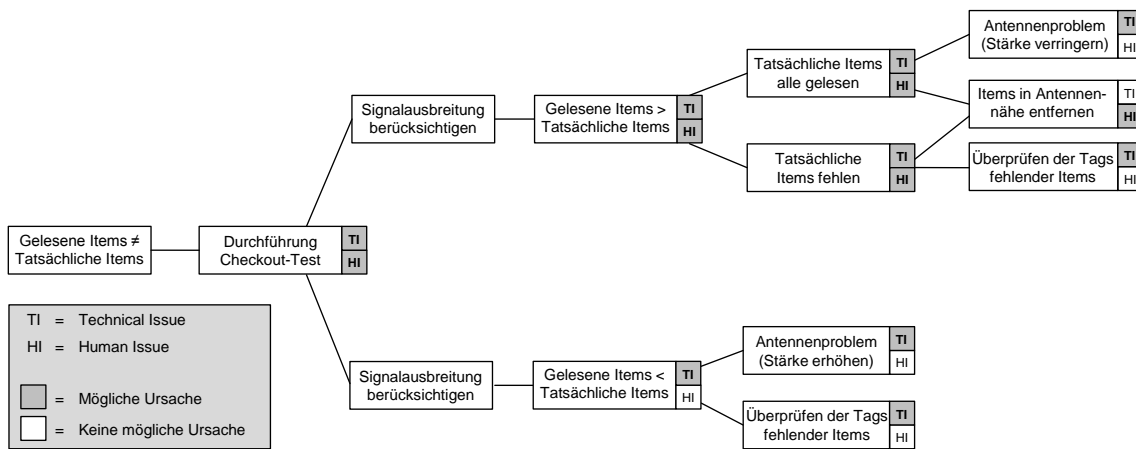


Abbildung 46: Fehlerbehandlungsdiagramm Checkout

Um den Checkout-Test durchzuführen, muss zunächst der genaue Standort des Readers an der Kasseneinrichtung ermittelt werden. Meist befindet sich der Reader nicht sichtbar und möglichst zentriert unterhalb der Verkaufsfläche, auf der die Waren aufgelegt werden. Die Position auf der Auflagefläche mit der geringsten Entfernung zum installierten Reader wird als *optimale Verkaufsfläche* angesehen und bildet die Basis des Tests. Für ein verlässliches Ergebnis des Tests sind nicht weniger als drei verschiedene ITY mit mindestens 3 Items des jeweiligen Typs zu verwenden. Das Ziel ist es, beim Test ein möglichst repräsentatives Verkaufsbündel unterschiedlichster Waren zu verwenden. Der Checkout-Test ist in Abbildung 47 abgebildet.

Zu Beginn müssen alle Items unterschiedlicher ITY gleichzeitig von mindestens 1,50 Meter Entfernung langsam an die optimale Verkaufsfläche angenähert werden. Der Annäherungsvorgang wird jeweils nacheinander ausgehend (i) von der Verkaufsseite, (ii) von der Kundenseite, (iii) von der linken und rechten Seite sowie (iv) von oben eingeleitet. Während aller Annäherungsvorgänge muss der Reader nach Möglichkeit kontinuierlich aktiviert werden. Ist nur eine manuelle Aktivierung möglich, so sollte der Reader durch wiederholte Betätigung des Auslösers in sehr kurzen Zeitabständen in einen nahe-

zu dauerhaften Lesezustand versetzt werden. Anschließend sind die Distanzen zum Reader zu notieren, bei denen das erste sowie alle Items eines ITY gelesen wurden.

Wurde der Annäherungsvorgang für alle vier Dimensionen ausgeführt, ist basierend auf den ermittelten Lesedistanzen die räumliche Signalausbreitung des Readers zu ermitteln. Produktionsbedingt können sich die Signalausbreitungen der Reader unterscheiden und demzufolge kreisförmige, rechteckige oder ellipsenartige Ausprägungen annehmen. Die gewählte und justierbare Antennenstärke vergrößert oder verkleinert dabei die vorhandene Form der Signalausbreitung. *Beispiel 1* in Abbildung 47 zeigt eine mögliche kreisförmige Signalausbreitung bei einer Antennenstärke von 80%. *Beispiel 2* verwendet eine rechteckige Signalausbreitung bei einer Antennenstärke von 50%. Die grauen Flächen mit abnehmender Füllstärke veranschaulichen die Form der Signalausbreitung sowie die Reichweite des räumlichen Körpers abhängig von der gewählten Antennenstärke.

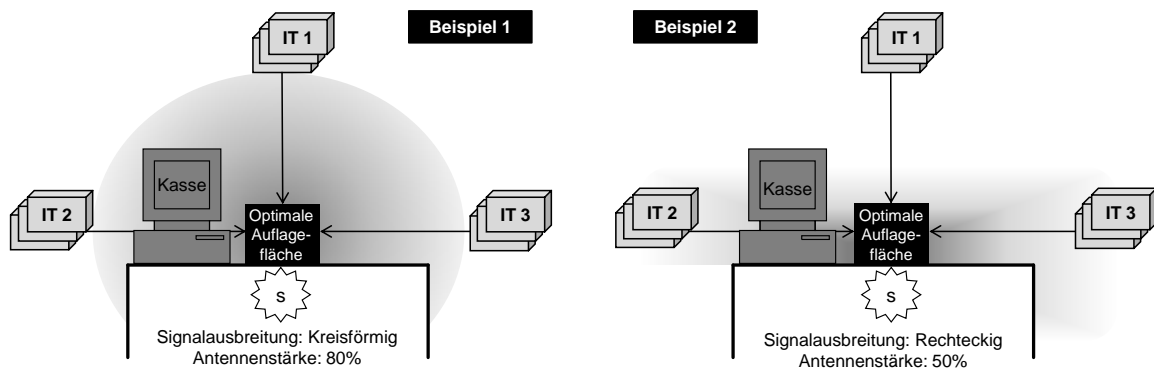


Abbildung 47: Checkout-Test

Um im nächsten Schritt zu testen, ob die gelesenen Items den tatsächlichen Items entsprechen, müssen einige Testverkäufe durchgeführt werden. Entsprechen die gelesenen Items nicht den tatsächlichen Items des jeweiligen Verkaufsvorgangs, so ist es mit Hilfe der ermittelten Signalausbreitung des Checkout-Tests möglich, dass auftretende Abweichungen bereits mit diesem Wissen behoben werden können. Hierzu ist das Kassenpersonal auf die bestehende Signalausbreitung hinzuweisen, damit sämtliche Items des Verkaufsvorgangs optimal im jeweiligen Signalausbreitungsfeld platziert werden.

Werden bei den Testverkäufen trotz dieser Maßnahmen mehr Items gelesen als tatsächlich verkauft werden sollen und gleichzeitig alle zu verkaufenden Items gelesen, so ist entsprechend Abbildung 46 möglicherweise die Antennenstärke zu groß gewählt (TI) oder es können sich Waren in der Nähe des Checkout Readers befinden (HI). Gerade in kleinen Stores mit wenig Präsentationsflächen werden Waren oft in unmittelbarer Nähe zum Kassensbereich platziert. Dies kann bewirken, dass bei jedem Verkaufsvorgang potentiell zu viele Items gelesen werden (Items, die sich in der Reichweite des ermittelten Signalausbreitungskörpers befinden) und zu falschen Bestandsverringerungen führen. Ein derartiges Szenario führt zu negativen Differenzen. Werden hingegen mehr Items

gescannt als tatsächlich verkauft werden sollen, jedoch nicht alle tatsächlich verkauften Items gescannt, so ist ebenfalls nach Items in der Nähe des Readers zu suchen (HI) sowie eine Überprüfung der Tags fehlender Items durchzuführen (TI).

Werden nach Durchführung des Checkout-Tests in mehreren Testverkäufen weniger Items gelesen als tatsächlich verkauft wurden und brachte die Kenntnis der Signalausbreitung mit der zugehörigen Prozessverfeinerung beim Scannen der verkauften Ware keine Verbesserung, so ist dieser Fehlertyp ausschließlich durch technische Ursachen bedingt. Trotz der bekannten Signalausbreitung ist es demnach möglich, dass die Antennenstärke erhöht werden muss (TI), um vor allem größere Mengen an zu verkaufenden Items korrekt zu erfassen. Weiterhin können die Tags nicht erfasster Waren defekt oder nicht lesbar sein (TI). Beide Fälle führen zu fälschlicherweise erhöhten RFID-Beständen (Verkauf trotz Nichterfassung durch RFID) und resultieren in positiven Differenzen im Exception Report.

5.4.4 Cycle-Count

5.4.4.1 Prozessbeschreibung

Die körperliche Bestandsaufnahme sämtlicher Waren innerhalb eines Stores wird als Inventur bezeichnet. Das Ergebnis einer Inventur repräsentiert schließlich das Inventar. Zwar ist die Ermittlung des Inventars zum Ende jedes Geschäftsjahres gesetzlich verpflichtend, die Art der Durchführung jedoch nicht festgelegt. Die in regelmäßigen Zeitabständen wiederkehrende Inventarisierung sämtlicher Materialien wird auch als Cycle-Counting bezeichnet (Hudetz und Kaapke 2009). Da im vorliegenden Fall wöchentlich eine komplette, RFID-gestützte Inventarisierung durchgeführt wird, wird dieser Prozess als Cycle-Count bezeichnet.

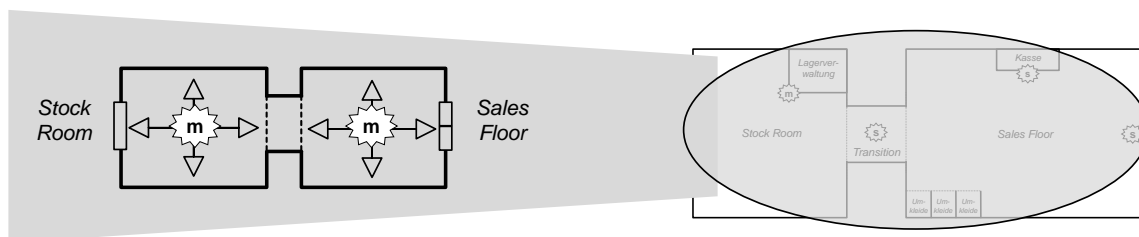


Abbildung 48: Prozess RFID-Cycle-Count

Beim **traditionellen Cycle-Count (Inventur)** werden alle Waren eines Stores physisch und manuell gezählt. Dieser Vorgang wird aufgrund des enormen Arbeitsaufwands meist von externen Dienstleistern und nicht öfter als notwendig durchgeführt. Im begleiteten Projekt werden traditionelle Inventuren je nach Größe des Stores von 5-8 Personen eines externen Dienstleisters durchgeführt, die hierfür zwischen 4 und 6 Stunden brauchen. Der Store muss während des gesamten Vorgangs geschlossen bleiben.

Beim **RFID-Cycle-Count** (vgl. Abbildung 48) wird die Inventur mit Hilfe der RFID-Infrastruktur in kurzen Zeitabständen durchgeführt. Die Zähleinheit ist hierfür das mobile Handheld, mit dem der Start des Cycle-Count initiiert wird. Anschließend beginnt das Handheld alle Tags in Lesereichweite zu scannen und als aktuellen Warenbestand des derzeitigen Standorts zu verbuchen. Ist die gesamte Fläche des Stores gescannt, wird der Vorgang im Handheld abgeschlossen. Um korrekte Standorte sämtlicher sich im Store befindlicher Waren zu erhalten, wird der Cycle-Count sowohl im Stock Room als auch auf dem Sales Floor jeweils isoliert durchgeführt.

Die **Potentiale des RFID-Cycle-Count** liegen in der enormen Erleichterung bei der Durchführung der Inventarisierung. Sind für die traditionelle, physische Inventur noch mehrere Personen, viele Stunden und gleichzeitig meist die Ausgaben für speziell geschultes Personal notwendig, so kann ein vollständiger Cycle-Count mit dem RFID-Handheld von nur einer Person in einem sehr viel kürzeren Zeitraum durchgeführt werden. Gleichzeitig werden bei einem RFID-Cycle-Count Waren, die möglicherweise bei einer physischen Bestandsaufnahme durch Unachtsamkeit oder Fehlplatzierung übersehen werden, aufgrund der nicht erforderlichen Sichtverbindung trotzdem gelesen und dem aktuellen Bestand zugefügt. Der RFID-Cycle-Count ist demnach im Vergleich zur traditionellen Bestandsaufnahme prinzipiell genauer, schneller und mit einem vertretbaren Aufwand häufiger durchführbar.

5.4.4.2 Fehlerbehandlung

Der Prozess des Cycle-Count wird nicht durch ein klassisches Fehlerbehandlungsdiagramm, sondern durch Anweisungen zur Fehlerprävention während des Scannvorgangs verschiedener Warengruppen verbessert. Der Grund dafür, dass ein Fehlerbehandlungsdiagramm nicht analog zu anderen In-Store-Prozessen erstell- und anwendbar ist, liegt in der schwierigen Überprüfbarkeit der tatsächlichen Items des Referenzvorgangs bzw. Tests beim Cycle-Count. Während bei bereits vorgestellten Prozessen wie Goods Receiving, In-Store Replenishment oder Checkout die Menge an tatsächlichen Items geringer und dadurch manuell verifizierbar ist, ist die Menge der Items bei einer kompletten Inventarisierung sehr hoch. Diese Tatsache führt dazu, dass die physisch gezählte Anzahl eines vergleichenden Tests (zum Beispiel einer physische Inventur) nicht fehlerfrei anerkannt werden kann. Soll beispielsweise die gescannte Anzahl an Items mit der tatsächlichen Anzahl an Items analog zu vorherigen Prozessen verglichen werden, so ist beim Cycle-Count eine Gesamtbestandsaufnahme notwendig, die im vorliegenden Fall zwischen 6000 und 8000 Items beinhaltet. Die Analyse dieses Prozesses zeigt darüber hinaus, dass sowohl die physische Überprüfung der Items als auch die RFID-gescannte Anzahl nicht den tatsächlich vorhandenen Items entsprechen (vgl. Kapitel 6.4.4). Die Fehlerbehandlung erfolgt deshalb basierend auf Handlungsanweisungen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die folgenden Anweisungen umso intensiver beachtet werden sollten, je mehr Metall sich in den Räumlichkeiten und Auflageflächen des Stores befindet. Die Möglichkeit einer Nicht-Lesbarkeit des Tags ist vor allem dann erhöht, wenn sich Items direkt auf metallischen Oberflächen wie Regalen oder in metallischen Aufbewahrungsbehältern wie Boxen, Schachteln oder Schubladen befinden. Aufgrund des Induktionsgesetzes und der Dämpfung des magnetischen Flusses in der Nähe von Metalloberflächen gelten bei entsprechenden Tags besondere Vorsichtsmaßnahmen (Finkenzeller 2012). Diese Handlungsanweisungen zur Fehlerprävention werden in den nachfolgenden Absätzen für verschiedene ITY wie (i) hängende Waren, (ii) liegende Waren, (iii) Items in Boxen sowie (iv) Schuhe in Kartons beschrieben.

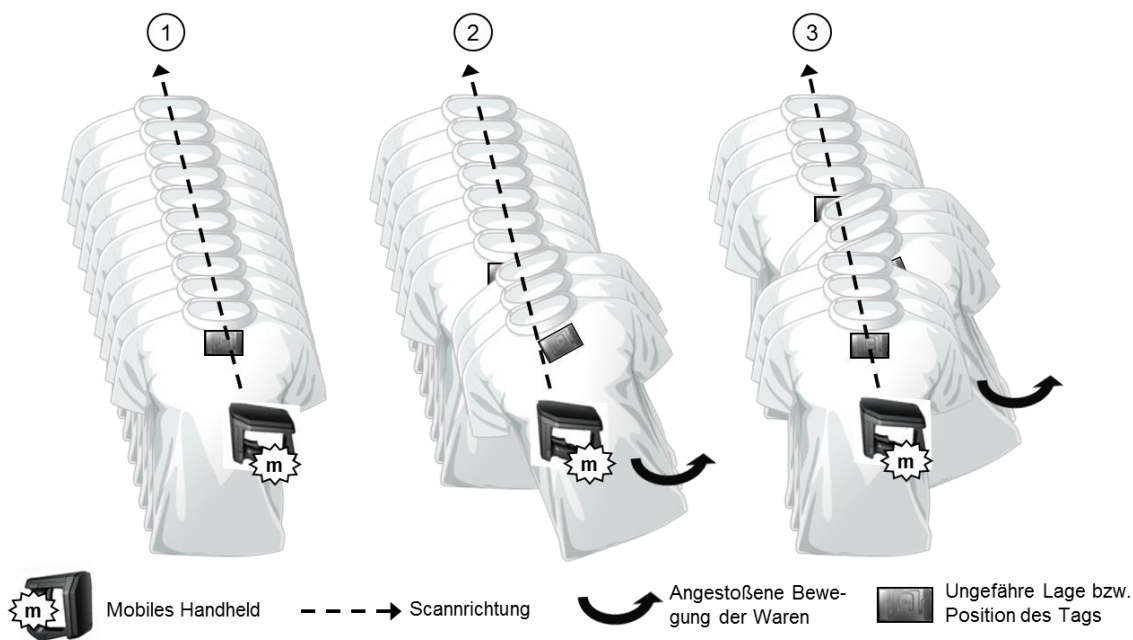


Abbildung 49: Cycle-Count-Instruktionen für hängende Waren

Beim Scannen von (i) *hängenden Waren* wie beispielsweise T-Shirts, Hosen, Kleidern oder Jacken gilt es für die bestmögliche Lesbarkeit grundsätzlich, das Tag frontal zu scannen (Finkenzeller 2012). Das Handheld sollte demnach immer am außen hängenden Item platziert werden und in Richtung der jeweiligen hängenden Waren scannen. Um weiterhin zu vermeiden, dass sich mehrere Tags gegenseitig verdecken (vgl. Kapitel 3.3.3), sollten die hängenden Items einer Stange während des Scannvorgangs kurz bewegt werden. Hierzu empfiehlt es sich, eine kleinere Menge an Items (3-6 Items) kurz in eine bestimmte Richtung zu stoßen. Dieser Vorgang sollte analog für alle weiteren Items bzw. Item-Gruppen der jeweiligen Stange fortgesetzt werden. Die Position und Scannrichtung des Handhelds ist währenddessen konstant zu halten. Abbildung 49 veranschaulicht den beschriebenen Scannprozess für hängende Waren am Beispiel von 10 T-Shirts einer Stange. Gleichzeitig werden die Scannrichtung, die Position des Handhelds, die ungefähre und angenommene Lage bzw. Position des Tags am Item sowie die angestoßene Bewegung der Waren in drei Schritten veranschaulicht.

Bezüglich (ii) *liegender Waren* ist entsprechend Abbildung 50 die gleiche Logik wie beim Scannen von hängenden Items anzuwenden. Wiederum wird das RFID-Handheld zunächst frontal auf den liegenden Warenstapel ausgerichtet. Um auch bei diesem ITY das Verdecken von Tags zu vermeiden, sollten bei konstanter Position des Handhelds ebenfalls kleinere Mengen nacheinander so lange angehoben werden, bis jedes Item des gesamten Stapels einmal bewegt wurde. Weiterhin ist besonders darauf zu achten, dass vor allem das im Stapel unten liegende Item angehoben und für einen kurzen Moment bewegt wird, da dieses möglicherweise direkten Kontakt zu einer metallischen Auflagefläche hat. Die Möglichkeit einer Nicht-Erfassung dieses Items ist aufgrund der beschriebenen technischen Zusammenhänge am größten.

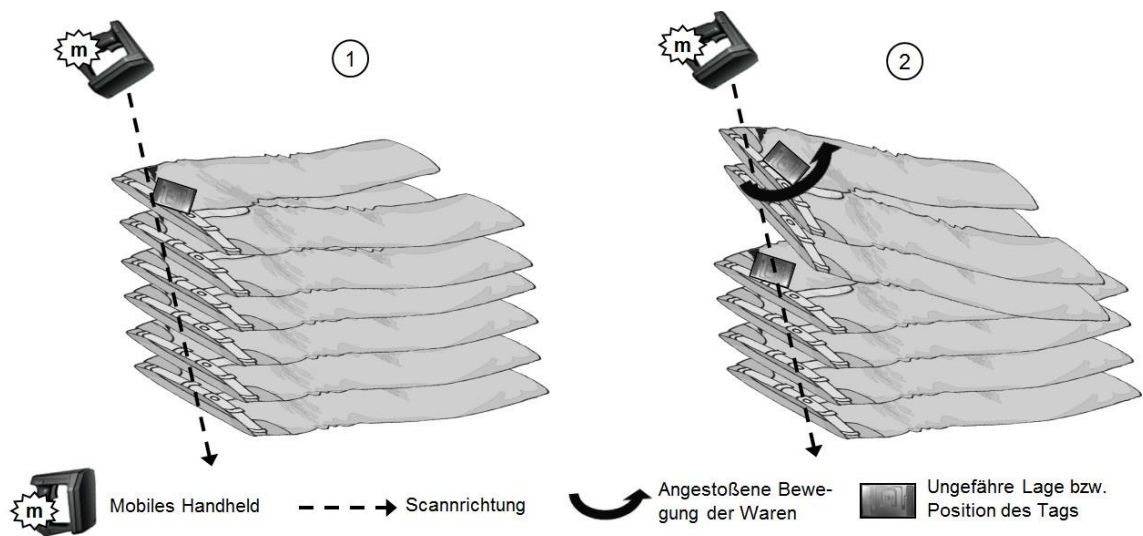


Abbildung 50: Cycle-Count-Instruktionen für liegende Waren

Problematisch beim Scannen von (iii) *Items in Boxen* ist die hohe Dichte an Tags auf einem verhältnismäßig kleinen Raum. Meist werden in Boxen Waren wie Socken, Accessoires oder sonstige Items geringer Größe aufbewahrt. Erschwerend kommt hinzu, dass die Box oft aus metallischem Material besteht. Folglich sollten alle Waren einer Box nach Möglichkeit herausgehoben oder zumindest intensiv bewegt werden. Auch hier gilt es, den dauerhaft direkten Kontakt von Tags mit einem möglichen metallischen Material am Boden oder an der Wand der Box während des Scannvorgangs zu vermeiden.

Weiterhin sind beim Scannprozess von (iv) *Schuhen in Boxen* mehrere Handlungsanweisungen zu berücksichtigen. Das erste Problem besteht darin, dass sich die Position des Tags im Schuhkarton im Gegensatz zu hängender oder liegender Ware nicht exakt bestimmen sondern nur erahnen lässt. Abbildung 51 zeigt, dass sowohl der Standpunkt als auch die Ausrichtung des Tags im Karton variieren kann. Demzufolge kann nicht eindeutig festgelegt werden, von welcher Seite und mit welcher Ausrichtung des Handhelds der Karton für das beste Leseergebnis gescannt werden soll. Da jedoch in den meisten Fällen ein flach aufliegendes Tag zu erwarten ist, sollte der Stapel an Kartons wie in Abbildung 51 ersichtlich zunächst möglichst von oben gescannt werden (*Schritt 1*). Je nach Ausstat-

tung und Beschaffenheit des Stock Room sollten die Kartons mindestens von einer weite-
ren Dimension ausgehend gescannt werden (*Schritt 2*).

Bedingt durch die beschriebenen Probleme bei Metallregalen sollte zusätzlich jeweils der
unterste Karton eines Stapels leicht herausgezogen werden und anschließend von unten
(*Schritt 3*) und oben (*Schritt 4*) gescannt werden. Durch diese Maßnahme wird die Wahr-
scheinlichkeit erhöht, dass das möglicherweise flach aufliegende Tag des untersten Kar-
tons mit Metallkontakt korrekt gelesen wird.

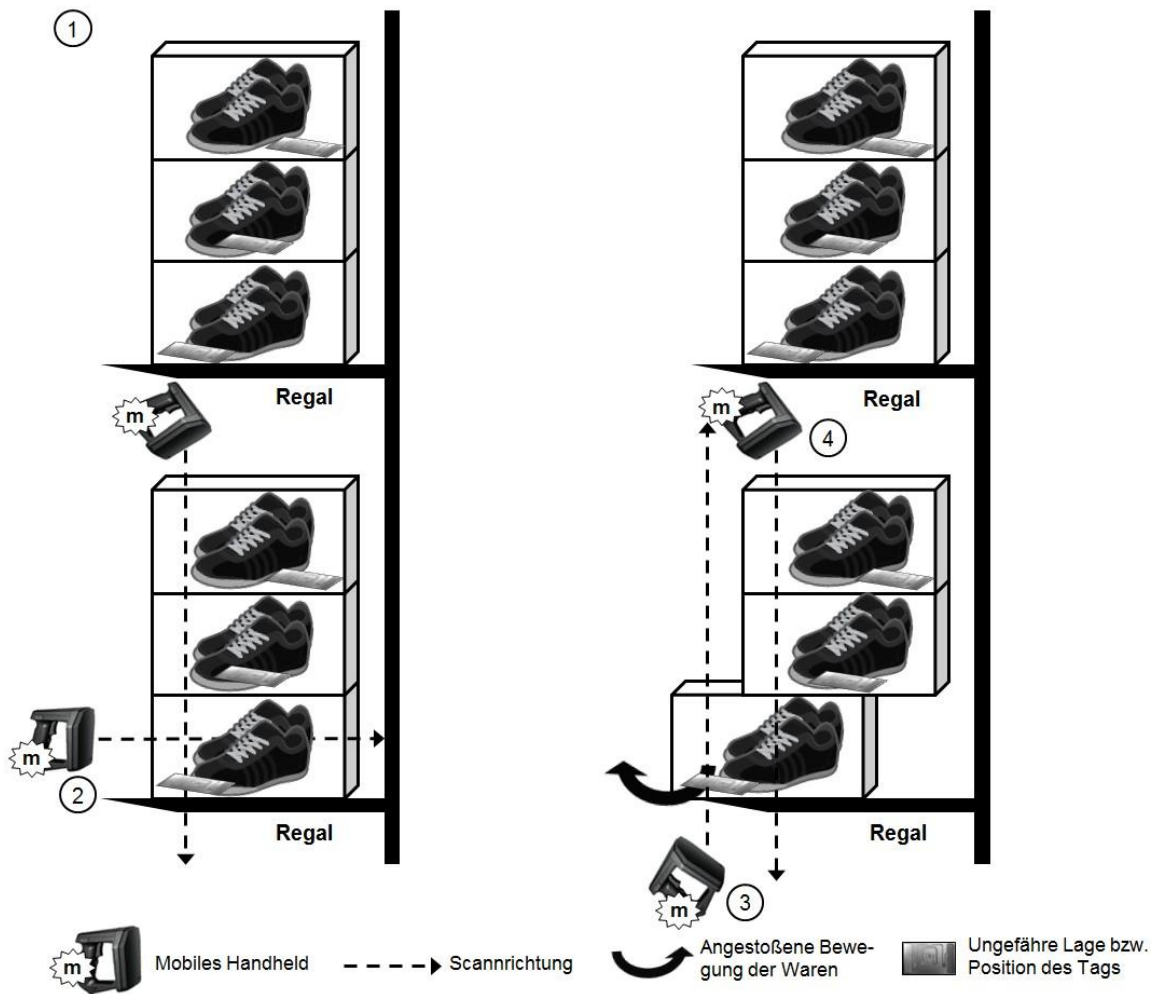


Abbildung 51: Cycle-Count-Instructionen für Schuhkartons

Ferner ist während des RFID-Cycle-Count sicherzustellen, dass alle Bereiche des Stores gescannt werden. Dieses Ziel erscheint plausibel und offensichtlich, kann sich jedoch bedingt durch die Größe oder Unübersichtlichkeit eines Stock Room oder Sales Floor als schwierig erweisen.

Im Zuge mehrerer durchgeführter Cycle-Counts hat sich eine bestimmte Abarbeitungsreihenfolge als besonders effektiv erwiesen. Diese Struktur ist mit vier beispielhaften Schritten in Abbildung 52 gezeigt. Die schwarzen Punkte repräsentieren den Ausgangspunkt des jeweiligen Schritts, wohingegen sämtliche Pfeile die empfohlenen Laufwege und Richtungen darstellen. Weiterhin werden je nach Schritt sowohl die bereits gescann-

ten (*grau markiert*) als auch die noch nicht gescannten Regale bzw. Bereiche des Stores (*weiß markiert*) durch unterschiedliche Schattierungen ersichtlich.

Basierend auf Abbildung 52 ist zunächst der gesamte äußere Bereich eines Stock Room oder Sales Floor zu scannen (*Schritt 1*). Erst im Anschluss daran sollten die inneren Flächen miteinbezogen werden. Diese werden schließlich nach einem bestimmten Muster abgearbeitet (*Schritt 2, Schritt 3 und Schritt 4*). Im veranschaulichten Beispiel wird die entsprechende Fläche in drei Bereiche aufgeteilt und jeweils systematisch von oben nach unten abgearbeitet.



Abbildung 52: Vorgeschlagene Scansystematik im Stock Room oder Sales Floor

Neben den beschriebenen Anweisungen für unterschiedliche ITY und der empfohlenen Abarbeitungsreihenfolge beim Scannvorgang sollten weiterhin folgende Erkenntnisse und Hinweise beachtet werden, bevor der Cycle-Count-Prozess in einem RFID-Store gestartet wird:

- Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Personal eines Stores sämtliche RFID-Labels oft auf gleiche Weise wie Barcode-Labels behandelt. Wünscht beispielsweise ein Kunde nach dem Kauf eines Artikels die Abtrennung des Tags, so werden diese oft ohne weitere Maßnahmen in den hierfür zuständigen Müll befördert. Solche zwar physisch aus dem Blickfeld entfernte Tags werden allerdings beim darauffolgenden Cycle-Count gescannt und erhöhen fälschlicherweise den RFID-

Bestand. Vor dem Beginn jedes Cycle-Count sollte daher gezielt nach derartigen losen Tags gesucht und diese gegebenenfalls ausgebucht und zerstört werden.

- Weiterhin wird eine höhere Erfassungsrate erreicht, wenn alle Tags aus den jeweiligen liegenden Waren herausgezogen und mit der größten Fläche in Richtung der scannenden Person ausgerichtet werden. Gerade wenn das Material der Auflageflächen aus Metall besteht, verstärkt sich der positive Effekt dieser Maßnahme. Waren mit außen hängenden Tags sind zwar für ein optimales Leseergebnis, jedoch nicht für eine kundenorientierte Warenpräsentation geeignet. Eine derartige Maßnahme wurde daher im vorliegenden Projekt nur im für den Kunden nicht einsehbaren Stock Room durchgeführt.

Werden alle beschriebenen Handlungsanweisungen beachtet, so wird das Risiko minimiert, dass bestimmte Items aufgrund technischer oder materialbedingter Ursachen während eines RFID-gestützten Cycle-Count nicht erfasst bzw. übersehen werden.

5.4.5 Electronic Article Surveillance

5.4.5.1 Prozessbeschreibung

Electronic Article Surveillance (EAS) beschreibt die betriebenen Maßnahmen, um Diebstahl durch Store-Besucher zu verhindern. Externer Diebstahl beträgt entsprechend Untersuchungen ungefähr ein Drittel der gesamten Diebstahlrate. Diese setzt sich weiterhin aus Diebstahl durch Mitarbeiter und Händler sowie Systemfehler zusammen und beträgt insgesamt 1,7% des jährlichen Umsatzes (Srivastava 2004).

Beim **traditionellen EAS** werden in der Regel sämtliche Waren eines Stores mit speziellen Sicherheits-Tags versehen, die sich nur beim Kauf an der Kasse entfernen lassen. Die Ware wird bei einer nicht ordnungsgemäßen Entfernung durch den potentiellen Dieb stark beschädigt. Werden die Tags nicht entfernt, verursachen die Waren bei deren Bewegung am Eingang des Stores durch die Leseeinheiten (*Gates*) ein Alarmsignal.

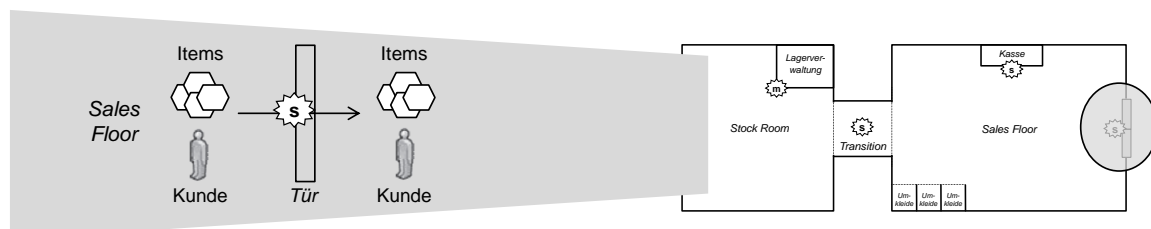


Abbildung 53: Prozess RFID-Electronic-Article-Surveillance

Beim **RFID-EAS** (vgl. Abbildung 53) ist grundsätzlich kein separates Sicherheits-Tagging nötig, da bereits alle Waren mit RFID-Tags versehen sind. An der Kasse können die Tags verkaufter Waren entweder entfernt, deaktiviert oder aus dem Bestand ausge-

bucht werden. Letztere Maßnahme symbolisiert dem Reader am Ausgang, dass für das gelesene Item kein Alarm ausgelöst werden soll. Die beiden ersten Maßnahmen verhindern hingegen den Lesevorgang der verkauften Waren durch den entsprechenden Reader. Die verwendete Software speichert Informationen wie Zeit, Artikel und gegebenenfalls dessen Standort für jeden ausgelösten Alarm. Der eigentliche EAS-Prozess, bei dem der Kunde den diebstahlsichernden Reader am Eingang mit der gekauften Ware passiert, unterscheidet sich entsprechend Abbildung 53 jedoch nicht vom traditionellen Prozess.

Die **Potentiale des RFID-EAS-Prozesses** entstehen durch den Einsatz der verwendeten Technik sowie die dadurch ermöglichten Analysen. Durch die installierte RFID-Infrastruktur ist eine funktionierende Diebstahlsicherung durch die angebrachten Tags und den Reader am Kundeneingang des Stores ohne weitere Maßnahmen möglich. Daher müssen grundsätzlich keine zusätzlichen Arbeitsschritte aufgewendet werden, um diebstahlsichernde Elemente an den Waren anzubringen. Weiterhin ermöglicht die RFID-Technologie, dass jeder verursachte Alarm gezielt untersucht werden kann. Die verwendete Software zeigt jeweils den Zeitpunkt des Alarms und den verursachenden Artikel an. Auch dessen Standort wird je nach Anzahl der installierten Reader auf dem Sales Floor angezeigt. Demnach kann jeder ausgelöste Alarm zum einen als falscher Alarm oder tatsächlicher Diebstahl klassifiziert sowie zum andern dazu verwendet werden, um spezifische Muster zu erkennen und damit EAS kontinuierlich zu verbessern.

In dieser Dissertation wird als EAS der Prozess des ordnungsgemäßen Warentransfers vom Kunden durch den Eingangsbereich verstanden, was sich weitgehend mit dem traditionellen EAS-Prozess deckt. Der Mehrwert der RFID-Technologie liegt dann größtenteils in der spezifischen Analyse jedes ausgelösten Alarms.

5.4.5.2 Fehlerbehandlung

Ist die Wirkungsweise des Diebstahlschutzes objektiv nicht zufriedenstellend, so sollte entsprechend des Fehlerbehandlungsdiagramms aus Abbildung 54 zunächst ein EAS-Test durchgeführt werden. Indem Diebstähle sowie unproblematische Warenbewegungen im Eingangsbereich simuliert werden, spiegelt das Ergebnis dieses Tests die Effektivität des EAS-Readers im produktiven Betrieb wieder. Abbildung 55 zeigt den Aufbau und die schematische Durchführung des EAS-Tests.

Zu Beginn werden analog zu den bereits vorgestellten Tests mindestens 3 ITY gewählt. Zunächst werden *Diebstähle* simuliert (*Test 1*), indem mindestens ein Item jedes ITY ausgehend von einem Startpunkt außerhalb der Reichweite des EAS-Readers aus dem Store hinaus befördert wird. Dieser Vorgang wird für jeweils unterschiedliche Möglichkeiten, den EAS-Reader zu passieren, wiederholt (vgl. Abbildung 55). Der simulierte Diebstahl ist dabei möglichst realistisch zu gestalten. Die transferierten Waren sollten

demnach beim Passieren des EAS-Readers nicht offen präsentiert, sondern zum Beispiel in einer Tasche oder in getragenen Kleidungsstücken verborgen werden. Weiterhin sollte auf eine schnelle Fortbewegung geachtet werden. Analog zum In-Store-Replenishment-Test wird auch hier für die späteren Analysen jeweils der Zeitstempel notiert, an dem der Reader passiert wird und ein Alarm erfolgen sollte. Im Anschluss an die simulierten Diebstähle werden *Warenbewegungen* in der Nähe des EAS-Readers durchgeführt (*Test 2*). Auch hierzu sollten drei ITY gewählt werden und der Test mindestens zwei unterschiedliche Laufwege beinhalten. Unterstützt der EAS-Reader unproblematische Querbewegungen der Waren im Eingangsbereich, so sollte bei diesem Teil des Tests kein Alarm ausgelöst werden.

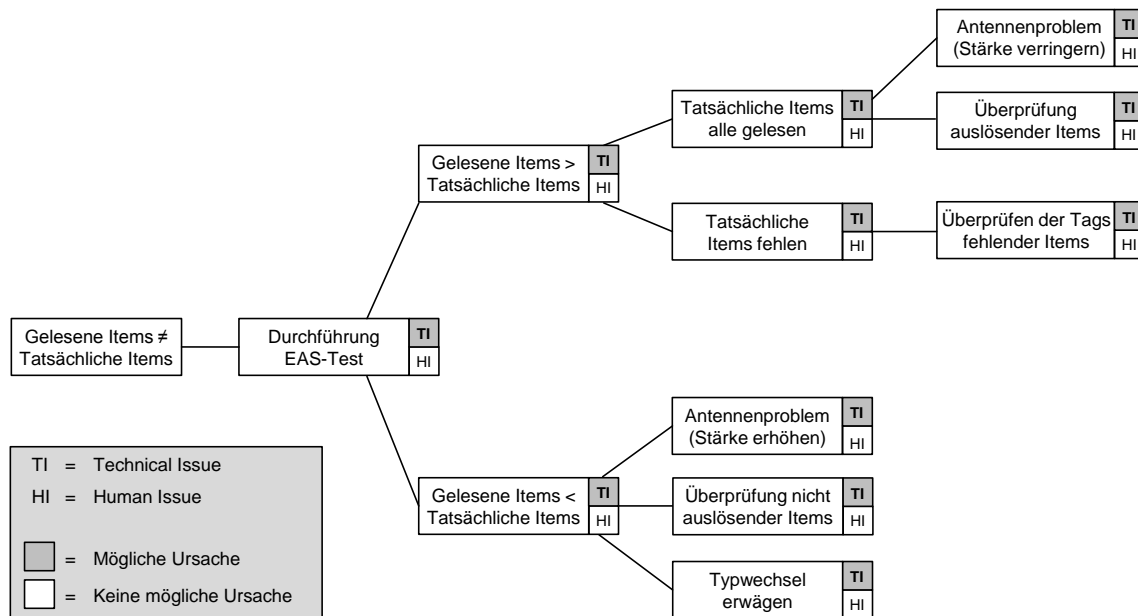


Abbildung 54: Fehlerbehandlungsdiagramm EAS (simulierter Diebstahl)

Nach Durchführung der Tests werden mit Hilfe der notierten Zeitstempel die jeweils gelesenen Items aller Durchläufe mit der tatsächlich transferierten Anzahl verglichen. Hierbei wird Aufschluss darüber gegeben, ob der Reader einen simulierten Diebstahl zumindest verhindert hätte. Dies ist dann der Fall, wenn bei simulierten Diebstählen mindestens ein Item des Durchgangs gelesen wurde. Ebenfalls spiegelt die Gesamtanzahl an erfassten Items die Vollständigkeit und Genauigkeit der Diebstahlsicherung wider. Weiterhin ist basierend auf diesem Test zu erkennen, in wieweit bestimmte ITY problematisch hinsichtlich der Diebstahlsicherung sind oder inwiefern bestimmte Abschirmungsmethoden besonders effektiv arbeiten.

Sollten nach Durchführung des EAS-Tests beim simulierten Diebstahl (*Test 1*) mehr Items gelesen worden sein als physisch aus dem Store entfernt versucht wurden, so sind entsprechend Abbildung 54 mögliche Ursachen hierfür ausschließlich durch Justierung oder Austausch der Technik zu beheben. Der Grund hierfür ist, dass – entsprechend der EAS-Prozessdefinition dieser Dissertation – der Kunde die ausführende Partei des EAS-

Prozesses ist. Demnach können menschliche Verhaltensweisen im Gegensatz zu den anderen In-Store-Prozessen nicht verändert oder vorgeschrieben werden.

Eine mögliche Ursache für mehr gelesene Items während des EAS-Tests ist die zu hohe Reichweite der Antenne. Ein Abgleich der Items mit den jeweiligen Zeitstempeln macht es darüber hinaus möglich, die nicht ordnungsgemäß erfassten Items zu identifizieren und zu überprüfen. Werden beim simulierten Diebstahl (*Test 1*) hingegen weniger Items erfasst als physisch transferiert wurden, so ist es möglich, dass die Antennenstärke nicht ausreichend groß gewählt ist (TI). Weiterhin sollten die an den Items angebrachten Tags, die beim jeweiligen Durchlauf nicht erfasst wurden, auf die technische Beschaffenheit überprüft werden (TI). Ist die Erfassungsrate des EAS-Readers grundsätzlich ungenügend sein, so sollte ebenfalls ein Wechsel des Reader-Typs erwägt werden (TI).

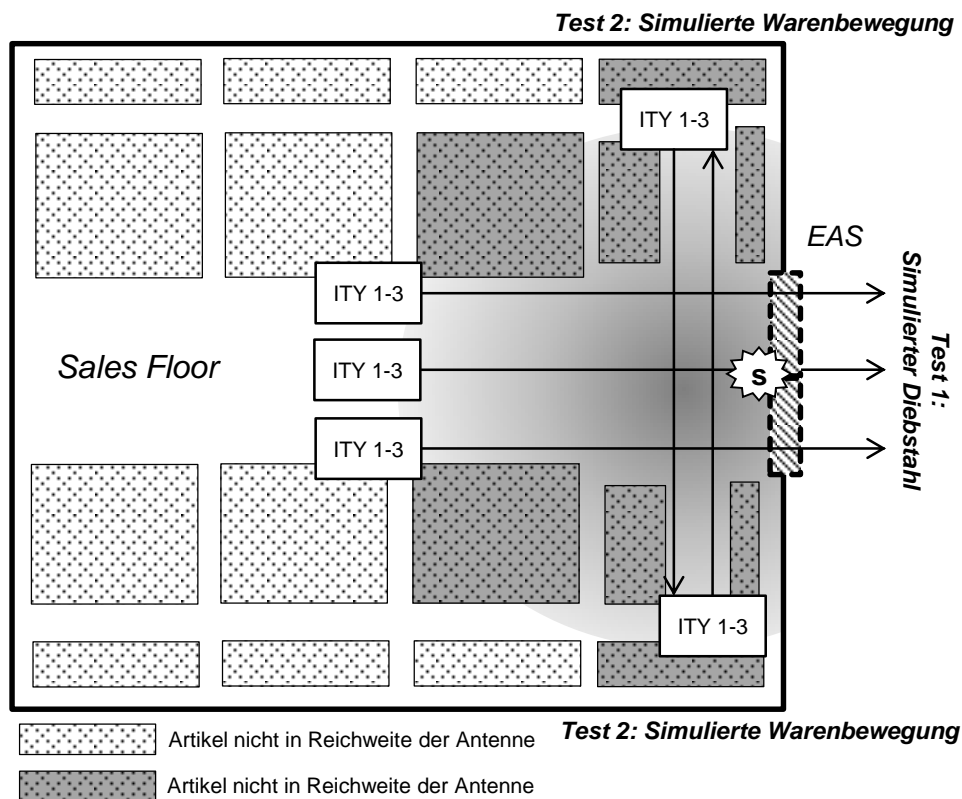


Abbildung 55: EAS-Test

Insgesamt kann zwischen zwei unterschiedlichen Reader-Typen unterschieden werden. Es existieren optisch unauffällige (i) *Overhead Reader*, die meist aufgrund der räumlichen Distanz zu den Items eine geringere Erfassungsquote als (ii) *RFID-Gates* besitzen. Letztere beeinträchtigen wiederum sichtbar den Eingangsbereich. Beide Reader-Typen sind mit den jeweiligen Ausprägungen bzw. Sicherungsmethoden und zusätzlichen Eigenschaften in Tabelle 12 ersichtlich.

Eine niedrige Reichweite der Antenne verursacht ungeachtet des jeweiligen Reader-Typs tendenziell weniger falsche Alarmer bei statischen oder im Eingangsbereich ordnungsgemä-

mäß bewegten Waren, da durchschnittlich auch weniger Items in der Nähe des Eingangs gelesen werden. Jedoch ist die Diebstahlsicherung im Zuge der geringen Antennenstärke und -reichweite verhältnismäßig gering. Bei der Wahl einer hohen Reichweite verhält es sich genau umgekehrt.

Weiterhin wird im EAS-Test (*Test 2*) geprüft, ob ordnungsgemäße Warenbewegungen innerhalb des Stores und in der Nähe des EAS-Readers durch das Personal (z. B. In-Store Replenishment im Eingangsbereich) oder durch den Kunden (z. B. Beförderung gewünschter Ware zur Anprobe) ungewollt einen Alarm auslösen. Diese Vorgänge sind bei der Verwendung von RFID-Gates in der Regel unproblematisch, da die Querbewegungen von Waren nicht den Lesebereich innerhalb der Gates beeinflussen. Demgegenüber wird ein Overhead Reader mit einer hohen Reichweite bei diesem Test zu vielen falschen Alarmen führen. Besitzt die Antenne hingegen eine intelligente Logik, die zwischen Warenbewegungen innerhalb des Stores und Bewegungen gerichtet zum Ausgang unterscheiden kann, so eignet sich *Teil 2* des Tests um die Wirksamkeit dieser Logik zu testen. Wird die Variante mit einer Window Mannequinn Location verwendet, indem sämtliche Artikel in Reichweite der Antenne auf diesen Standort gebucht werden und demnach keinen Alarm auslösen können (vgl. Kapitel 4.7.2), so führt dieser Teil des EAS-Tests ordnungsgemäß ebenfalls zu keinen falschen Alarmen.

Typ	Sicherungsmethode	Diebstahlsicherung	Potentielle falsche Alarme	Probleme mit Abschirmung	Pflegeaufwand	Beeinflussung des Eingangsbereichs	Kosten einmal/laufend
(i) Overhead	Hohe Reichweite der Antenne	Gut	Viele	Hoch	Gering	Gering	Keine / Gering
	Niedrige Reichweite der Antenne	Gering	Wenige	Hoch	Gering	Gering	Keine / Gering
	Window-Mannequinn-Lösung	Durchschnitt	Durchschnitt	Hoch	Hoch	Gering	Keine / Hoch
	Intelligente Antenne	Gut	Durchschnitt	Hoch	Gering	Gering	Hoch / Gering
(ii) Gates	Hohe Reichweite der Antenne	Sehr gut	Durchschnitt	Gering	Gering	Hoch	Keine / Gering
	Niedrige Reichweite der Antenne	Gut	Wenige	Gering	Gering	Hoch	Keine / Gering

Tabelle 12: EAS-Reader-Typen und Eigenschaften

Der Unterschied zwischen der intelligenten Antenne und der Window-Mannequinn-Lösung liegt zum einen im Umfang des Pflegeaufwands und der Kosten sowie zum anderen in der Effektivität der Diebstahlsicherung. Bei der Verwendung einer Window Mannequinn Location müssen alle in den Eingangsbereich transferierten Waren kontinuierlich und durch manuellen Aufwand in diesen Standort gebucht werden. Diese Waren sind jedoch aufgrund der daraus resultierenden Ignoranz durch den EAS-Reader nicht vor Diebstahl geschützt. Der Eingangsbereich muss demnach durch Personal verstärkt überwacht werden. Die intelligente Antenne bietet für beide Kritikpunkte Abhilfe, indem alle Artikel des Eingangsbereichs gesichert sind sowie gleichzeitig kein manueller Buchungsaufwand notwendig ist. Es liegen somit keine laufenden Kosten in der Form von manuellem Aufwand vor. Die Anschaffungskosten dieser Hardware sind hingegen teurer als eine Antenne ohne die entsprechende Logik. Weiterhin muss die Wirksamkeit einer derartigen Lösung intensiv und in regelmäßigen Zeitabständen mit dem hier beschriebenen Test untersucht werden.

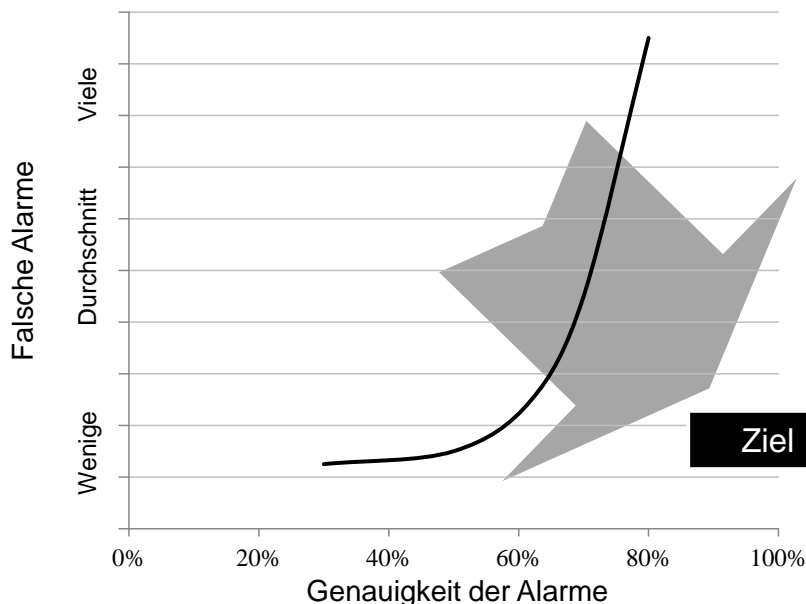


Abbildung 56: Zusammenhang zwischen Genauigkeit und falschen Alarmen

Bei der Entscheidung für einen bestimmten Antennentyp sind zwei Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen sollten die Kriterien der verschiedenen Reader-Typen nach der Bedeutung für das jeweilige Szenario bzw. für den jeweiligen Store bewertet werden. Zum anderen sollten die Ergebnisse des EAS-Tests miteinbezogen werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass ein EAS-Reader beim derzeitigen Stand der Technik selbst bei einer effektiven Fehlerbehandlung niemals eine Genauigkeit von 100% erreicht. Genauigkeit wird in diesem Zusammenhang als Erfassungsrate von Diebstählen definiert. Es existiert ein Zielkonflikt zwischen der Anzahl an falschen Alarmen und der Genauigkeit dieser Alarme. Eine sehr hohe Antennenstärke würde beispielsweise einen hohen prozentualen Anteil an Diebstählen erfassen, jedoch gleichzeitig eine exponentiell

ansteigende Anzahl von falschen Alarmen bewirken. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 56 grafisch dargestellt. Die Justierung der Antenneneigenschaften ist daher unter Berücksichtigung dieser Abhängigkeit zu wählen. Das langfristige Ziel der technischen Entwicklung besteht darin, die dargestellte Kurve kontinuierlich nach unten rechts zu verschieben.

Wie auch beim In-Store Replenishment hat der EAS-Prozess keine Auswirkung auf die Entwicklung der Gesamtdifferenzen zwischen SAP und RFID, da beide Systembestände nicht oder simultan verändert werden. Ein Differenzen verursachender Diebstahl würde beide Bestandssysteme auf gleiche Weise beeinflussen.

5.5 Zusammenfassung der RFID-In-Store-Prozesspotentiale

Abschließend werden die Potentiale der RFID-In-Store-Prozesse in Tabelle 13 zusammengefasst. Als Framework für die Bewertung des Potentials wird die Kategorisierung von Thiesse et al. (2009) verwendet, welche die Auswirkungen bestimmter operativer RFID-Prozesse und -Anwendungen als automatisierend, informatorisch oder transformierend einordnet.

Prozess	Auswirkung	Messgrößen	Effekt
Goods Receiving	Automatisierend	Zeit	Beschleunigung
		Personalkosten	Reduktion
	Informatorisch	Umsatz	Steigerung
In-Store Replenishment	Transformierend	Personalkosten	Reduktion
		Service-Level	Erhöhung
		Kundenzufriedenheit	Erhöhung
		Umsatz	Steigerung
Checkout	Automatisierend	Zeit	Beschleunigung
		Personalkosten	Reduktion
		Erkennungsrate	Erhöhung
Cycle-Count	Automatisierend	Zeit	Beschleunigung
		Personalkosten	Reduktion
	Informatorisch	Umsatz	Steigerung
Electronic Article Surveillance	--	--	--

Tabelle 13: Potentiale der RFID-In-Store-Prozesse

Automatisierende Effekte können beobachtet werden, wenn der RFID-Prozess den traditionellen Prozess strukturell nicht ändert, aber dennoch maßgeblich beschleunigt. Ob-

wohl die Datenqualität durch RFID möglicherweise erhöht wird oder zusätzliche Informationen zur Verfügung stehen, so ist der primäre Fokus der automatisierenden Effekte eine Verringerung benötigter Zeit und anfallender Personalkosten oder eine Erhöhung der Erfassungsrate. *Informatorische Auswirkungen* bedeuten hingegen, dass der entsprechende RFID-In-Store-Prozess die Datenqualität erheblich erhöht, was sich in einem messbaren Anstieg des Nutzens (z. B. gesteigerte Umsätze oder erhöhte Kundenzufriedenheit) widerspiegelt. Diese durch die RFID-Technologie erhöhte Datenqualität kann zwar durch zusätzliche Implementierungen mit dem traditionellen Prozess ebenfalls erreicht werden, ist jedoch aufgrund des enormen Aufwands meist ökonomisch nicht sinnvoll. Die dritte Kategorie der *transformierenden Effekte* bedeutet schließlich, dass die Erhöhung des Nutzens durch die RFID-Technologie so stark ist, dass es zu signifikanten Prozessänderungen kommt. Als Folge sind zum Beispiel eine gesteigerte Kundenzufriedenheit, ein höherer Umsatz oder ein verbesserter Service-Level zu beobachten (Thiesse et al. 2009).

Tabelle 13 fasst die beschriebenen Effekte durch RFID zusammen und zeigt beispielsweise, dass der beschriebene RFID-Goods-Receiving-Prozess sowohl automatisierende als auch informatorische Auswirkungen auf den traditionellen Prozess hat. Da der Mitarbeiter nicht jedes einzelne Kartonlabel scannen muss, wird der Receiving-Prozess deutlich beschleunigt und verursacht weniger Personalkosten (die Personalkraft steht durch die eingesparte Zeit für andere Aufgaben zur Verfügung). Wird zusätzlich ein RFID-Scannprozess beim Wareneingang und Warenausgang im DC durchgeführt, so kann bei nicht gescannten Items des Receiving nachvollzogen werden, wo diese Tags zuletzt gelesen wurden. Basierend auf dieser zusätzlichen Information können häufig Fehler verursachende Prozessschritte verbessert werden. Dies führt wiederum zu geringeren Bestandsverlusten und schließlich zu erhöhten Umsätzen.

Als weiteres Beispiel ist das RFID-In-Store-Replenishment zu nennen. Die Aufteilung der gesamten Fläche in mehrere Locations gestaltet den aktuellen Warenstandort transparenter. In Verbindung mit einer RFID-unterstützten Suchfunktion wird eine Transformation des täglichen Replenishment-Prozesses erreicht. Wie beschrieben ist es möglich, das Replenishment basierend auf Standortdaten in Echtzeit und unterstützt durch Bilder und Sortierfunktionen durchzuführen. Folglich kann das Replenishment effektiver und schneller durchgeführt werden. Gleichzeitig wird die Bestandsgenauigkeit erhöht sowie die korrekte Warenverfügbarkeit für den Kunden auf dem Sales Floor verbessert. Letztlich resultieren diese Verbesserungen in einer erhöhten Kundenzufriedenheit und in einem gesteigerten Umsatz. Die Effekte durch den Einsatz von RFID auf die weiteren In-Store-Prozesse können in Tabelle 13 eingesehen werden.

6 Überprüfung der Maßnahmen und Überwachung

6.1 Übersicht

Nachdem in Kapitel 5 die Erstellung und Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme sowie zugehörige Tests und Maßnahmen erläutert wurden, evaluiert Kapitel 6 die Wirksamkeit aller Maßnahmen. Gleichzeitig wird auf eine effektive Fehlerprävention eingegangen, indem für jeden Prozess geeignete Messgrößen und Verfahren zur Überwachung der Datenqualität vorgestellt werden. Kapitel 6 geht in folgenden Schritten vor:

- Zunächst wird in Kapitel 6.2 auf die Bedeutung und Interpretation von Differenzen zwischen dem SAP- und RFID-Bestandssystem im Vergleich zum tatsächlich physisch existierenden Bestand eingegangen. Anschließend werden Indikatoren beschrieben, die eine Verbesserung oder Verschlechterung der Datenqualität sowohl auf einem prozessbasierten Mikro-Level als auch auf einem gesamtsystemorientierten Makro-Level bedeuten.
- Daraufhin wird in Kapitel 6.3 erläutert, wie die kanonische Aktionsforschung genutzt wurde, die Effektivität erstellter Fehlerbehandlungsdiagramme nachzuweisen.
- In Kapitel 6.4 wird für jeden Prozess in einem ersten Schritt eine Evaluation der angewandten Fehlerbehebungsmaßnahmen vorgenommen. Hierzu werden mehrere Kennzahlen vorgestellt (Datenqualitätsverbesserung auf einem *Mikro-Level*). In einem zweiten Schritt wird aufgezeigt, wie RFID-Daten dazu verwendet werden können, die verbesserte Datenqualität mit Kennzahlen auch zukünftig zu erhalten. Gleichzeitig wird auf die Vor- und Nachteile alternativer Kennzahlen eingegangen und anhand mehrerer Beispiele die Auswirkung der Entscheidung für eine spezifische Kennzahl veranschaulicht.
- In Kapitel 6.5 wird schließlich erneut eine Evaluation der Datenqualitätsverbesserung vorgenommen. Im Vergleich zu den vorherigen Kapiteln sind in diesem Abschnitt jedoch die Differenzen des Gesamtsystems ausschlaggebend (Datenqualitätsverbesserung auf einem *Makro-Level*).

6.2 Spezifikation zur Evaluierung und Überwachung

6.2.1 Datentypen der RFID-Infrastruktur

Kapitel 5 hat bereits gezeigt, wie Differenzen basierend auf Vorfällen der Fehlerkategorie HI oder TI entstehen können. In diesem Abschnitt wird nun dargestellt, inwiefern Differenzen zwischen beiden vorherrschenden Bestandssystemen dahingehend interpretiert werden können, ob angewandte Maßnahmen letztlich auch zu einer Verbesserung der Datenqualität führen. Hierzu zeigt Abbildung 57 einen beispielhaften Bestandsverlauf von 18 Zeiteinheiten (t bis $t+17$), beginnend bei einem relativen Bestand von 100. Weiterhin sind ein exemplarischer RFID- und SAP-Bestand zu sehen, wobei der RFID-Bestand in diesem beispielhaften Verlauf tendenziell höher und der SAP-Bestand hingegen tendenziell niedriger als der tatsächliche Bestand ist.

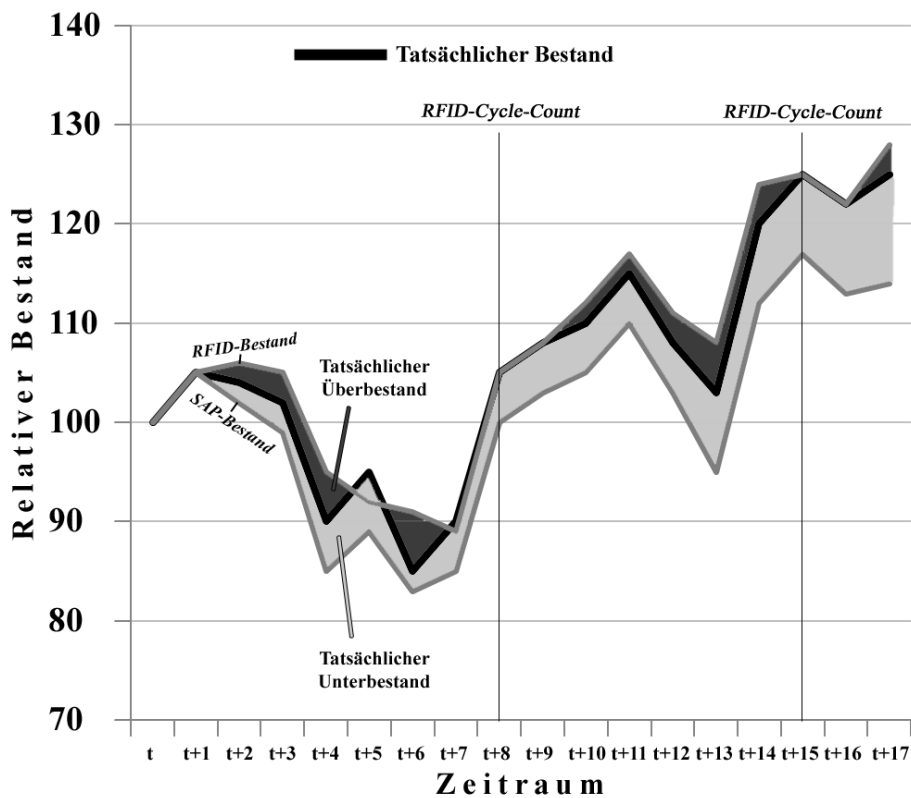


Abbildung 57: Beispielhafter Bestandsverlauf

In Abbildung 57 wird ersichtlich, dass sich die Bestände beider Systeme im Zeitverlauf immer weiter vom tatsächlichen Bestand entfernen. Der tatsächliche Bestand ist in diesem Beispiel ein fiktiver, der physisch vorhandenen Menge entsprechender Bestand, der in der Realität nicht fehlerfrei zu ermitteln wäre. Die Gesamtmenge an Unterbestand bzw. Überbestand (dunkelgraue und hellgraue Fläche) nimmt aufgrund der kontinuierlichen Addition von jeweiligen Systemfehlern von t bis $t+17$ stetig zu. Lediglich der RFID-Bestand wird im Zeitpunkt $t+8$ und $t+15$ durch einen durchgeführten Cycle-Count an den tatsächlichen Bestand angeglichen, indem beide Bestände vereinfacht gleiche-

setzt werden. Im Gegensatz hierzu werden Bestandsfehler durch die ausbleibende Inventur beim klassischen SAP-Bestand nicht in regelmäßigen Abständen korrigiert und nehmen folglich kumulativ zu. Die Gründe für fehlerhafte Über- oder Unterbestände bzw. Bestandsdifferenzen sind vielfältig und wurden beispielhaft in Abbildung 36 (Kapitel 5.2.2) dargestellt.

Die Betrachtung und Interpretation von Abbildung 57 lässt mehrere Annahmen und Schlüsse zu, welche die Entwicklung und Bewertung der Datenqualität in dieser Arbeit beeinflussen:

- Erstrebenswert ist ein systemgestützter Bestand, der dem tatsächlichen Bestand möglichst übereinstimmend entspricht.
- Der tatsächliche Bestand ist in der Realität nicht fehlerfrei zu ermitteln und wird im dargestellten Verlauf nur aufgrund einer vereinfachten Annahme in regelmäßigen Zeitabständen durch den RFID-Cycle-Count erreicht. Es gilt daher, den durch Bestandssysteme verursachten Über- und Unterbestand zu minimieren.
- Die Gesamtsumme von tatsächlichem Über- und Unterbestand, der jeweils vom RFID- und SAP-Bestandssystem verursacht wird, ist letztlich mit der Anzahl an Differenzen (vgl. Kapitel 5.2) gleichzusetzen.
- Sowohl das RFID- als auch das SAP-Bestandssystem sind mit Fehlern behaftet. Somit bewegt sich der tatsächliche Bestand in Anlehnung an Abbildung 57 wahrscheinlich stets zwischen beiden Beständen.
- Eine Reduktion der Differenzen auf einen erstrebenswerten Wert von 0 ist allein durch Untersuchung und Verbesserung des RFID-Systems nicht möglich, da Differenzen auch durch Fehler des SAP-Bestandssystems verursacht werden. In letzterem System wird jedoch keine direkte Fehlerverbesserung vorgenommen.

Werden unter Berücksichtigung dieser Annahmen die Gesamtdifferenzen durch Fehlerbehandlung auf Basis des RFID-Bestands verringert, so kann diese Entwicklung zwar nicht als ein Erreichen, aber dennoch als eine Annäherung an den tatsächlichen Bestand interpretiert werden. Die Grundannahme lautet demnach:

Eine Verringerung der (Gesamt-)Differenzen ist als eine Verbesserung der Datenqualität des RFID-Systems zu verstehen.

6.2.2 Indikatoren für Datenqualitätsverbesserungen

Werden schließlich diese Annahmen auf die in Kapitel 5 beschriebenen Fehlerbehandlungsmechanismen bezogen, so ist weiterhin von folgendem grundsätzlichem Zusammenhang auszugehen:

Werden in einem bestimmten Ausgangszustand die Tests und Maßnahmen eines Fehlerbehandlungsdiagramms angewandt und verringern sich gleichzeitig oder darauffolgend die Differenzen im Vergleich zum vorherigen Ausgangszustand, so ist von einer erhöhten Datenqualität und Bestandsgenauigkeit auszugehen. Die Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme ist dann hinsichtlich beider Faktoren als effektiv zu betrachten.

Die Differenzen zwischen dem SAP- und RFID-Bestandssystem sind entsprechend Abbildung 58 hinsichtlich der Granularität der Daten unterschiedlich zu verwenden. Werden beispielsweise die gesamten Differenzen aggregiert über alle Pilot Stores betrachtet, so ist dies ein Indikator auf dem **Makro-Level**:

Eine Abnahme der Gesamtdifferenzen ist mit einer Verbesserung der Datenqualität gleichzusetzen.

Werden hingegen einzelne Stores und deren Prozesse isoliert voneinander betrachtet und analysiert, so sind hierbei bestehende Differenzen in der Form von unterschiedlichen Kennzahlen Indikatoren auf dem **Mikro-Level**:

Eine Verbesserung der Kennzahlen einzelner Prozesse ist mit einer Verbesserung der Datenqualität des entsprechenden RFID-Prozesses gleichzusetzen.

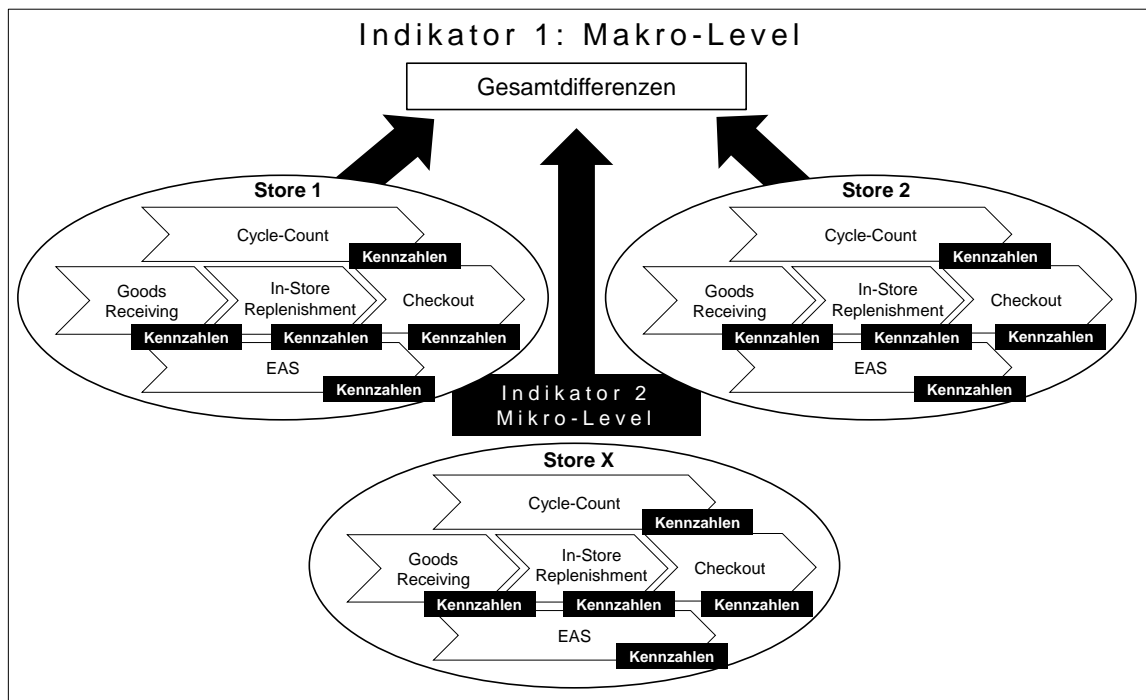


Abbildung 58: Indikatoren für Datenqualitätsverbesserungen

Diese Kennzahlen des Mikro-Levels setzen je nach Prozess unterschiedliche Werte zueinander in Bezug. So ist beispielsweise die Kennzahl für die Bewertung der Datenqualität des RFID-Goods-Receiving-Prozesses die Übereinstimmung der mit RFID gescannten Artikeln mit den tatsächlich (laut Lieferschein) verschickten Artikeln. Kapitel 6 bewertet die Steigerung der Datenqualität durch die Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme

me sowohl basierend auf dem Mikro-Level einzeln für jeden In-Store-Prozess (vgl. Kapitel 6.4) als auch basierend auf dem Makro-Level, welches mit den aggregierten Differenzen aller Stores gleichzusetzen ist (vgl. Kapitel 6.5).

6.2.3 Ansatzpunkte zur Überwachung der RFID-Prozesse

Um die Datenqualität sämtlicher RFID-In-Store-Prozesse nach einer gezielten Verbesserung auch dauerhaft zu gewährleisten, ist es weiterhin notwendig, die vorgestellten Kennzahlen als Indikatoren für die Datenqualität zu überwachen. Um dieses Ziel zu erreichen ist es wichtig, sinnvolle Kennzahlen für jeden In-Store-Prozess zu definieren, die möglichst intuitiv überwacht werden können. Weiterhin müssen die Vorteile und Nachteile alternativer Kennzahlen erläutert werden, damit die Folgen der Entscheidung für eine bestimmte Kennzahl einzuschätzen sind. Beide Aspekte werden in den jeweiligen Unterkapiteln *Evaluierung* und *Überwachung* jedes In-Store-Prozesses diskutiert.

6.3 Überprüfung der Fehlerbehandlungsdiagramme

Wie beschrieben wurde die Methode der kanonischen Aktionsforschung nicht nur für die Erstellung der Fehlerbehandlungsdiagramme (vgl. Kapitel 5.3), sondern auch für die Anwendung und Überprüfung deren Wirksamkeit eingesetzt. Abbildung 59 zeigt analog zu Kapitel 5.3, wie diese Methode wiederum basierend auf der Struktur von McNiff (2002) und Elliot (1991) am Beispiel des Goods-Receiving-Prozesses angewendet wurde.

Als Ausgangspunkt galt auch hier die initiale Idee der Diagnosephase (Z1), die eine datenbasierte Überprüfung der Effektivität sämtlicher vorgestellter Fehlerbehandlungsdiagramme vorsieht (vgl. *Schritt 4* des Projektplans, Kapitel 4.3.4). In der ersten Planungsphase (Z1) sah der Aktionsplan zunächst eine Datenanalyse vor. Das Ziel dieser Phase war es herauszufinden, auf welche Weise die Effektivität der durchgeführten Fehlerbehandlung prinzipiell nachzuweisen ist. Als Resultat wurden während der Evaluierungsphase (Z1) zwei Ansätze festgelegt, die eine Überprüfung sowohl auf dem Makro-Level als auch auf dem Mikro-Level fokussierten.

In der Überschneidungsphase des spezifischen Lernens (Z1) und der Diagnose des nächsten Zyklus (Z2) wurde die initiale Idee dahingehend angepasst, dass nach einer Festlegung der Evaluierungsmaßnahmen Diagramme schrittweise zu überprüfen sind. Der angepasste Aktionsplan in der anschließenden Planungsphase (Z2) sah nun vor, einige Test-Receivings durchzuführen, um wie in Abbildung 41 beschrieben die tatsächliche Anzahl gesendeter Items mit der durch RFID gescannten Anzahl vergleichen zu können. Dieser Vergleich war Ausgangsbasis für die weitere Fehlerbehandlung. Weiterhin beinhaltete der geänderte Aktionsplan, dass jede angewandte Maßnahme durch eine nachfolgende Überprüfung der entsprechenden Kennzahlen des Mikro-Levels bewertet wurde. Die

Durchführung von Schritt 2 des Aktionsplans ergab, dass die Anzahl mit RFID gescannter Items geringer als die vorgegebene Anzahl des Lieferscheins war. Darüber hinaus wurde ersichtlich, dass nicht die RFID-Anzahl sondern die Anzahl auf dem Lieferschein den physisch nachgezählten Items entsprach. Aufgrund dieser Tatsache und entsprechend des Fehlerbehandlungsdiagramms erachtete es die anschließende Evaluierungsphase (Z2) als notwendig, eine neutrale Zone zu erstellen.

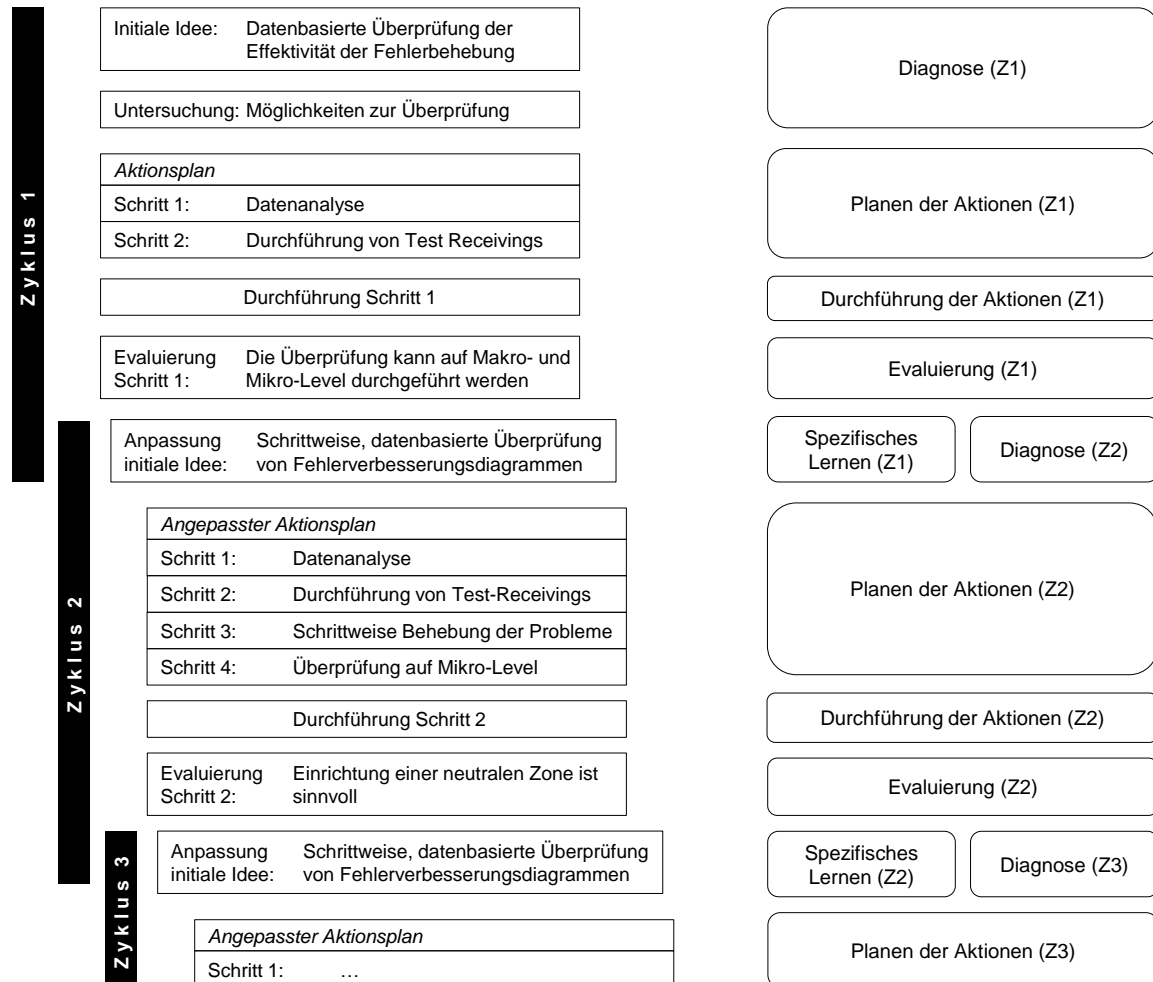


Abbildung 59: Verwendung der kanonischen Aktionsforschung für die Datenqualitätsverbesserung

Der angepasste Aktionsplan im darauffolgenden Zyklus (Z3) beinhaltet nun die Durchführung weiterer Test-Receiveings mit vorheriger Einrichtung einer neutralen Zone. Um dieser Maßnahme Effektivität nachzuweisen, wurde ein KPI für das Mikro-Level definiert. Dieser KPI vergleicht die Artikel des Lieferscheins mit der Anzahl an RFID gescannten Artikeln für jedes Receiving. Um den KPI zu etablieren, wurde diese Kennzahl vor Durchführung der Fehlerbehandlung für frühere Receiveings mit zugehörigen Lieferscheindaten erstellt, um die bisherige Datenqualität einschätzen zu können. Ein anschließender Vergleich ermöglichte es, die Entwicklung dieser Kennzahl in Bezug auf die durchgeführten Maßnahmen zu beurteilen. Auf diese beispielhafte Weise wurden alle Diagramme mit anschließenden Analysen auf dem Mikro-Level und schließlich auf dem Makro-Level evaluiert, was in den nächsten Abschnitten ausführlich dargestellt wird.

6.4 Interne RFID-Prozesse

6.4.1 Goods Receiving

6.4.1.1 Evaluierung

Um den RFID-Goods-Receiving-Prozess hinsichtlich der Datenqualität vor und nach den durchgeführten Fehlerbehandlungen zu evaluieren, lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene KPI zur Messung der Genauigkeit des durchgeführten Receiving definieren:

- Der erste KPI sieht einen Vergleich der mit dem RFID-Handheld gescannten Artikelanzahl mit der Gesamtanzahl an Artikeln des jeweiligen Lieferscheins vor (**Goods Receiving Delivery Note, GR^{DN}**). Werden beide Kennzahlen zueinander in Bezug gesetzt, ergibt sich ein KPI, der bei einer wünschenswerten Übereinstimmung beider Werte bestenfalls 100% ergibt. Der GR^{DN} kann weiterhin größer als 100% (wenn mehr Artikel mit RFID gescannt werden als im jeweiligen Lieferschein vorgesehen waren) oder kleiner als 100% (wenn weniger Artikel mit RFID gescannt werden, als im jeweiligen Lieferschein vorgesehen waren) sein.
- Der zweite KPI berücksichtigt keine Informationen des Lieferscheins. Er setzt ausschließlich auf die generierten Daten der store-übergreifenden RFID-Infrastruktur, indem die Anzahl an im DC gescannten Artikeln unmittelbar vor dem Verschicken der Waren an den jeweiligen Store mit der gescannten Artikelanzahl im Zielstore verglichen wird (**Goods Receiving Distribution Center, GR^{DC}**). Diese Möglichkeit setzt voraus, dass der RFID-Scannprozess im DC technisch möglich ist sowie nachweislich zuverlässig arbeitet.

Der Vorteil des GR^{DC} ist, dass in der Berechnung keine Lieferscheindaten miteinbezogen werden. Diese Informationen sind in zwar seltenen aber dennoch beobachteten Fällen nicht korrekt bzw. stimmen nicht mit der physischen Anzahl der Waren im Karton überein. Arbeitet die RFID-Technologie im DC nachweislich zuverlässig, so ist dem GR^{DC} auf der einen Seite geringfügig mehr zu vertrauen, da unter anderem Verpackungsfehler bereits effektiv berücksichtigt werden. Auf der anderen Seite kann auch der RFID-Bezugswert im DC falsch sein, wenn beispielsweise Waren bereits beim Scannprozess im DC mit zu wenigen oder zu vielen Tags versehen sind oder nicht alle Tags ordnungsgemäß erfasst werden. Die Entscheidung für eine der beiden Möglichkeiten sollte nach sorgfältiger Abwägung und basierend auf Erfahrungen mit den jeweiligen Bezugswerten getroffen werden. Im vorliegenden Fall arbeitete die Technologie im DC aufgrund mehrerer Ursachen fehlerhaft, womit der Bezugswert des GR^{DC} als unzuverlässig galt und die Entscheidung auf die Verwendung des GR^{DN} fiel.

Der im Projekt ausgewählte KPI GR^{DN} , der Daten des Lieferscheins und des RFID-Handhelds vergleicht, wurde schließlich für zwei große Zeiträume erstellt. Der erste Zeitraum beinhaltet alle Lieferungen im Mai des Jahres 2012. Der zweite Zeitraum, der nach Durchführung sämtlicher Fehlerbehebungsmechanismen analysiert wurde, beinhaltet alle Lieferungen im September bzw. Anfang Oktober des Jahres 2012.

#	Datum	SAP	RFID	GR^{DN}	Genauigkeit
1	04.05.2012	175	170	97,1%	97,1%
2	05.05.2012	69	73	105,8%	94,2%
3	08.05.2012	329	329	100%	100%
4	09.05.2012	81	148	182,7%	17,3%
5	10.05.2012	99	97	98,0%	98,0%
6	11.05.2012	43	45	104,4%	95,6%
7	12.05.2012	57	57	100%	100%
8	15.05.2012	296	278	93,9%	93,9%
9	16.05.2012	72	70	97,2%	97,2%
10	18.05.2012	94	96	102,1%	97,9%
11	22.05.2012	275	256	93,1%	93,1%
12	23.05.2012	45	45	100%	100%
13	24.05.2012	254	144	56,7%	56,7%
14	25.05.2012	539	521	96,7%	96,7%
15	26.05.2012	33	27	81,1%	81,1%
16	30.05.2012	133	94	70,7%	70,7%
17	31.05.2012	130	92	70,8%	70,8%
		2724 (Summe)	2542 (Summe)	97,1% (Mittelwert)	85,9% (Mittelwert)

Tabelle 14: Analyse Goods Receiving für Store 4 im Zeitraum 1 (Mai 2012)

Die Analysen werden am Beispiel des Store 4 in Tabelle 14 (Zeitraum 1) bzw. Tabelle 15 (Zeitraum 2) veranschaulicht. Insgesamt wurde auf eine vergleichbare Gesamtanzahl transferierter Items für alle Stores des jeweiligen Zeitraums geachtet. Im gezeigten Beispiel erhielt Store 4 im ersten Zeitraum 17 Lieferungen mit einer Gesamtanzahl von 2724 Items respektive 20 Lieferungen mit einer Gesamtanzahl von 2774 Items im zweiten Zeitraum. Beide Tabellen zeigen neben der Nummer (#) das jeweilige Datum einer Lieferung sowie die damit verbundene Anzahl der Artikel eines Lieferscheins (SAP) und die Anzahl an Artikeln, die mit dem RFID-Handheld am Tag der Anlieferung gescannt wurde (RFID). Weiterhin wird durch den Bezug beider Werte der ausgewählte KPI errechnet (GR^{DN}). Um KPI-Werte größer als 100% (positive Differenzen) zu relativieren, wurde in beiden Tabellen eine weitere Spalte hinzugefügt, die die absolute Abweichung des KPI

von 100% berechnet (*Genauigkeit*). Da sowohl höhere als auch niedrigere Werte als 100% eine Abweichung bedeuten, ist die Berechnung der *Genauigkeit* sinnvoll. Sie wird daher als Messwert für die Zunahme der Datenqualität des RFID-Prozesses im Zeitverlauf verwendet. Würde hierzu nur der gewählte KPI herangezogen, würden zwei beispielhafte Receivings, die einen KPI von 95% bzw. 105% aufweisen, einen irreführenden Mittelwert von 100% bedeuten. Die absolute Abweichungen berücksichtigende *Genauigkeit* würde hingegen einen intuitiv richtigen Mittelwert von 95% berechnen.

#	Datum	SAP	RFID	GR ^{DN}	Genauigkeit
1	04.09.2012	89	89	100%	100%
2	05.09.2012	139	137	98,5%	98,5%
3	07.09.2012	62	59	95,2%	95,2%
4	08.09.2012	39	39	100%	100%
5	10.09.2012	45	45	100%	100%
6	11.09.2012	173	174	100,6%	99,4%
7	12.09.2012	27	27	100%	100%
8	13.09.2012	25	25	100%	100%
9	18.09.2012	558	440	78,9%	78,9%
10	19.09.2012	106	106	100%	100%
11	20.09.2012	93	93	100%	100%
12	21.09.2012	67	68	101,5%	98,5%
13	22.09.2012	57	57	100%	100%
14	24.09.2012	5	5	100%	100%
15	25.09.2012	207	218	105%	95%
16	26.09.2012	292	289	99,0%	99,0%
17	28.09.2012	66	67	101,5%	98,5%
18	29.09.2012	91	92	101,1%	98,9%
19	02.10.2012	364	362	99,4%	99,4%
20	04.10.2012	269	287	106,3%	93,7%
		2774 (Summe)	2679 (Summe)	99,3% (Mittelwert)	97,7% (Mittelwert)

Tabelle 15: Analyse Goods Receiving für Store 4 im Zeitraum 2 (September/Oktober 2012)

Werden alle Receivings aus dem Zeitraum 1 in Tabelle 14 betrachtet, so fällt auf, dass der GR^{DN} am 09.05.2012 182,7% bzw. die *Genauigkeit* lediglich 17,3% beträgt. Diese Werte signalisieren, dass beim entsprechenden Receiving erheblich mehr Items mit dem RFID-Handheld gescannt wurden (*RFID*: 148) als gemäß des Lieferscheins verschickt wurden (*SAP*: 81). Eine Analyse dieses Datums zeigt, dass der 09.05.2012 ein Mittwoch

war (ein Tag nach dem an jedem Dienstag durchgeführten Cycle-Count). Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen wurden an diesem Mittwoch höchstwahrscheinlich zu viele Items zum RFID-Receiving hinzugefügt. Diese Items waren dem System aufgrund des Übersehens beim vorherigen Cycle-Count zwar korrekterweise unbekannt, jedoch nicht Bestandteil der tatsächlichen Lieferung. Die Einrichtung einer neutralen Zone vor dem entsprechenden Receiving hätte diese fehlerhafte Zuordnung verhindert und die große Anzahl an zu viel gescannten Items reduziert. Ein weiterer Grund für die hohe Abweichung könnten doppelte Tags der an diesem Tag verschickten Warengruppen gewesen sein (vgl. Erklärungen in Kapitel 5.4.1.2).

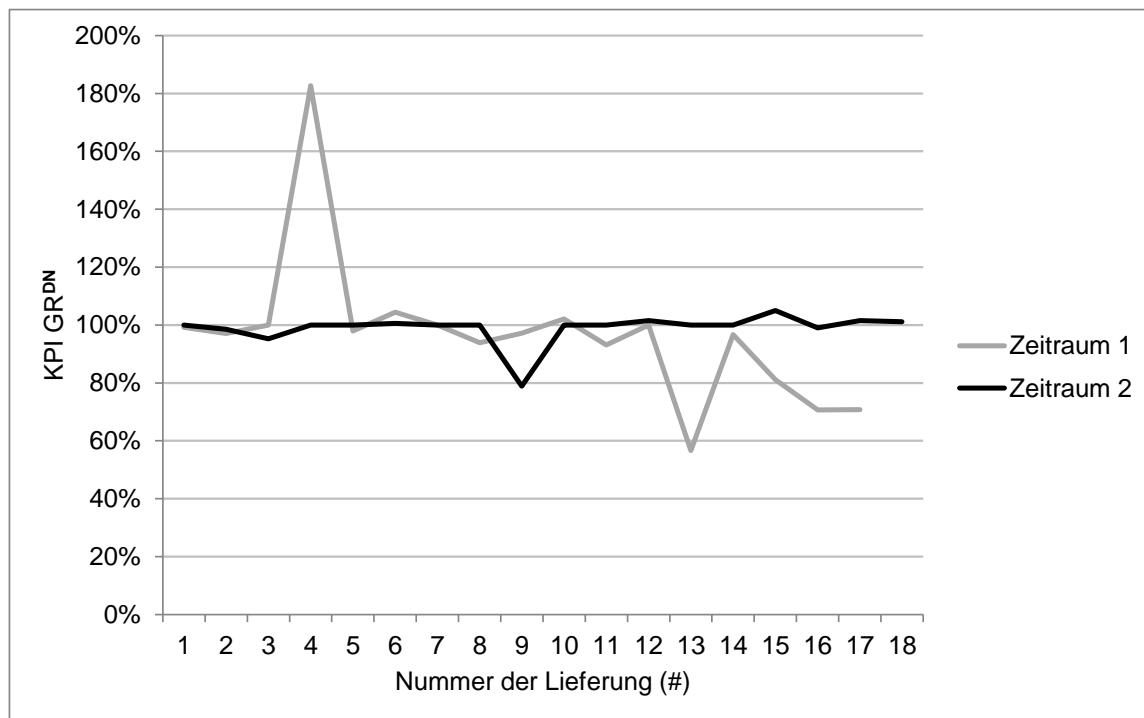


Abbildung 60: Entwicklung des KPI für Goods Receiving

Abbildung 60 stellt die Entwicklung des GR^{DN} beider analysierter Zeiträume grafisch gegenüber. Die Betrachtung macht deutlich, dass der GR^{DN} des zweiten Zeitraums deutlich näher um den erstrebenswerten Wert von 100% schwankt und gleichzeitig weniger Ausschläge im Vergleich zu Zeitraum 1 aufweist.

Bei einer Analyse der *Genauigkeiten* beider Zeiträume wird ersichtlich, dass sich die Werte durch die zwischenzeitliche Anwendung der Fehlerbehandlungsdiagramme und den damit verbundenen Maßnahmen deutlich verbessert haben. Der Vergleich des Mittelwerts der Genauigkeit von 85,9% (Tabelle 14, *Zeitraum 1*) und 97,7% (Tabelle 15, *Zeitraum 2*) verdeutlicht diese Erkenntnis. Damit ist für *Store 4* ein positiver Genauigkeitszuwachs des RFID-Goods-Receiving-Prozesses von 11,8% festzustellen.

Der Mittelwert des GR^{DN} beider Zeiträume liegt im Gegensatz zur Genauigkeit insgesamt deutlich näher an 100%. Der Grund hierfür ist auf die beschriebene, gegenseitige Aufhe-

bung von Werten größer und kleiner als 100% zurückzuführen. Der Zuwachs beim GR^{DN} ist demzufolge erheblich kleiner als bei der entsprechenden Genauigkeit.

Die vorgestellte Analyse wurde im identischen Zeitfenster für sämtliche Lieferungen aller weiteren Stores durchgeführt. Die jeweiligen Ergebnisse der Genauigkeit für beide Zeiträume sowie der zugehörige prozentuale Zuwachs sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Lediglich die Genauigkeit des ersten Zeitraums für Store 7 konnte nicht ermittelt werden, da sich dieser im Zeitraum Mai 2012 noch nicht im produktiven Betrieb befand.

Store	Genauigkeit Zeitraum 1	Genauigkeit Zeitraum 2	Zuwachs Genauigkeit
Store 1	62,3%	97,7%	35,4%
Store 2	81,5%	96,5%	15,0%
Store 3	68,9%	90,8%	21,9%
Store 4	85,9%	97,7%	11,8%
Store 5	80,9%	90,0%	9,1%
Store 6	47,3%	95,0%	47,7%
Store 7	--	95,3%	--
Store 8	84,6%	97,6%	13,0%
Store 9	83,6%	96,5%	12,9%
Store 10	87,0%	93,9%	6,9%
Mittelwert	75,8%	95,1%	19,3%

Tabelle 16: Zuwachs Genauigkeit beim Goods Receiving

Die Genauigkeitswerte aus Tabelle 16 zeigen bei allen betrachteten Stores eine positive Entwicklung. Der Mittelwert aller Zuwächse bedeutet, dass sich die Datenqualität des RFID-Goods-Receiving-Prozesses durch die Anwendung der Fehlerbehebungsmaßnahmen und basierend auf den vorgestellten Kennzahlen des Mikro-Levels um durchschnittlich 19,3% verbessert hat.

6.4.1.2 Überwachung

Nach Ermittlung der Datenqualität des Goods-Receiving-Prozesses ist es von entscheidender Bedeutung, diese im Zeitverlauf zu überwachen und dauerhaft erfolgreich zu halten. Der beschriebene KPI ist hierzu ein geeignetes Instrument. Wird er im Zeitverlauf sichtbar gemacht, kann Abweichungen durch unmittelbare Überprüfung und Fehlerbehandlung mit einer nur geringen zeitlichen Verzögerung entgegengewirkt werden. Auf diese Weise bleibt die hohe Datenqualität dieses RFID-Prozesses dauerhaft erhalten.

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Fragestellung, welcher KPI für welche Situation am besten geeignet ist und worauf bei der Betrachtung im Zeitverlauf geachtet werden sollte. Kapitel 6.4.1.1 hat bereits die beiden möglichen Kennzahlen GR^{DC} und den im vorliegenden Fall verwendeten GR^{DN} beschrieben. Beide KPI sind jedoch aufgrund spezifischer Fehleranfälligkeit nicht uneingeschränkt zu empfehlen. So beschreibt Abbildung 61 mehrere Beispielszenarien, bei denen entweder der KPI trotz eines korrekt durchgeführten Prozesses nicht fehlerfrei ist und Differenzen verursacht (**Fall A**) oder bei denen der KPI als fehlerfrei angezeigt wird, obwohl der Prozess nicht korrekt durchgeführt wurde (**Fall B**). Der Prozess ist dann *korrekt*, wenn beim Goods Receiving im Store (ungeachtet der Scannraten in DC oder Verpackungsfehler) alle physisch vorhandenen Items vollständig erfasst wurden. Der KPI ist *fehlerfrei*, wenn er 100% beträgt.

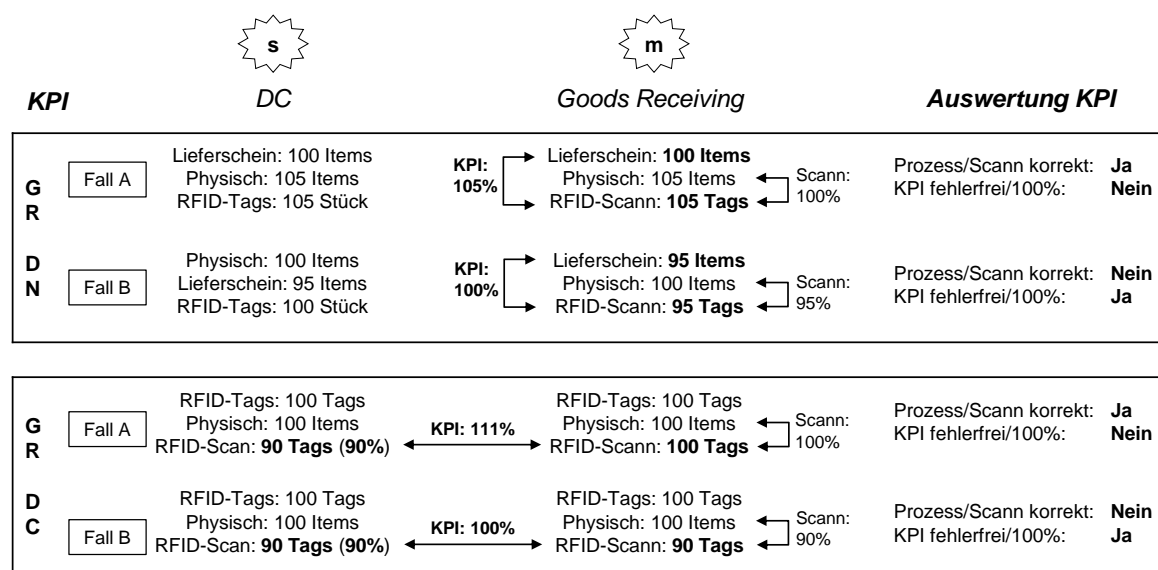


Abbildung 61: Auswertung alternativer KPI für Goods Receiving

Im *Fall A* des GR^{DN} werden 105 Items verpackt, obwohl der Lieferschein bloß 100 Items vorsieht. Weiterhin wurden alle 105 Items ordnungsgemäß mit RFID-Tags versehen. Der RFID-Scann beim Goods Receiving im jeweiligen Store wird mit einer Erfassungsrate von 100% korrekt durchgeführt. Da jedoch die physische Anzahl bedingt durch Verpackungsfehler von der Anzahl des Lieferscheins abweicht, wirkt sich diese Tatsache negativ auf den verwendeten GR^{DN} aus, obwohl der RFID-Receiving-Prozess 100% aller Items erfasst hat. Im *Fall B* des GR^{DN} werden hingegen während des Receiving-Prozesses nur 95% der Artikel gescannt. Da jedoch der fehlerhafte Lieferschein bei diesem Szenario ebenfalls nur 95 statt der 100 physisch vorhandenen Items vorsieht, werden trotz der von 100% abweichenden Erfassungsquote beim GR^{DN} keine Fehler angezeigt. Durch den fehlerfreien KPI von 100% wird dann ein perfekter bzw. korrekter Prozess suggeriert.

Nun wird der Fokus auf die Verwendung des GR^{DC} gelegt. Im Beispielszenario *Fall B* werden 100 Items verpackt und ordnungsgemäß mit RFID-Tags versehen. Der RFID-Scann im DC erreicht jedoch aufgrund einer ungünstigen Lage von 10 Items innerhalb

des Kartons nur eine Erfassungsquote von 90%. Werden nun beim RFID-Goods-Receiving im jeweiligen Store aufgrund der gleichen Problematik ebenfalls nur 90% gescannt, so ist der Goods-Receiving-Prozess aufgrund 10 übersehener Items nicht korrekt durchgeführt. Da jedoch die Berechnungsgrundlage und damit der Zielwert des GR^{DC} das Scannergebnis im DC ist, wird der KPI Fehlerfreiheit anzeigen, obwohl 10% der Waren nicht erfasst wurden. Wird hingegen im *Fall A* bei gleicher Ausgangssituation eine Erfassungsquote von 100% im Store erreicht, so ist der GR^{DC} nicht fehlerfrei, weil der Zielwert im DC geringer ist als er entsprechend der physisch verpackten Items sein sollte. In diesem Szenario wird der Zielwert (*90 Tags*) trotz eines korrekten Scannergebnisses beim Goods Receiving (*100 Tags*) überschritten.

Die gezeigten Fälle offenbaren Situationen, bei denen ein fehlerfreier KPI nicht gleichbedeutend mit einem fehlerfrei durchgeführten Scannprozess im Store ist. Dadurch wird eine Einschätzung ermöglicht, für welche Art von fehlerbehafteten Szenarien der jeweilige KPI anfällig ist und dann falsche bzw. irreführende Informationen liefert. Aufgrund der beschriebenen Diskrepanzen bei beiden KPI kann für das Goods Receiving keine eindeutige Empfehlung für die Verwendung eines Wertes gegeben werden. Die Auswahl sollte dennoch folgende Aspekte berücksichtigen:

- Beim GR^{DC} hat die Anzahl und Beschaffenheit des Lieferscheins keinen Einfluss auf die Berechnung. Dieser KPI setzt demnach auf die Konsistenz des geschlossenen RFID-Systems. Er sollte nur dann verwendet werden, wenn entweder eine weit fortgeschrittene Vollintegration des RFID-Systems vorliegt (vgl. Kapitel 4.6) oder zumindest der RFID-Scannvorgang im DC nachweislich fehlerfrei arbeitet. Ebenfalls sollten Fehlerkorrekturen und entsprechende Maßnahmen beim RFID-Goods-Receiving-Prozess bereits intensiv durchgeführt worden sein.
- Der GR^{DN} zielt auf die Differenzen zwischen dem RFID-Goods-Receiving und dem traditionellen Prozess basierend auf dem SAP-System und dem Lieferschein ab. Dieser KPI sollte deshalb bei der Einführung einer RFID-Infrastruktur und einer zunächst wahrscheinlichen Teilintegration (vgl. Kapitel 4.6) gewählt werden, um effektiv gegen anfänglich bestehende Fehler innerhalb der RFID-Infrastruktur vorzugehen. Weiterhin eignet sich dieser KPI, um ein generelles Prozessverständnis zu entwickeln.

Ferner muss berücksichtigt werden, dass sich der KPI selbst nur für den jeweils täglichen Eindruck eignet. Er zeigt die Tendenz der Abweichung an, wobei ein Wert von größer oder kleiner als 100% je nach verwendeter Kennzahl unterschiedlich zu interpretieren ist. Soll hingegen die Überwachung und Entwicklung des RFID-Goods-Receiving für jeden KPI im Zeitverlauf verfolgt werden, so ist die erläuterte Genauigkeit zu verwenden. Sie berechnet die absolute Abweichung vom Zielwert (100%) und schließt damit die ungewünschte Aufhebung von positiven und negativen Differenzen aus.

6.4.2 In-Store Replenishment

6.4.2.1 Evaluierung

Auch bei der Analyse des In-Store Replenishment gilt es insbesondere einerseits, mit Hilfe von definierten KPI die Effektivität der angewandten Fehlerbehebungsmechanismen aus Kapitel 5 zu evaluieren. Andererseits besteht analog zur Analyse des Goods Receiving die Frage, welche KPI bei bestimmten Problemsituationen Stärken oder Schwächen aufweisen und sich demzufolge für spezielle Szenarien eignen. Analog zu Kapitel 6.4.1.1 werden beim In-Store Replenishment zunächst verschiedene KPI und deren Berechnungen vorgestellt. Im Anschluss daran wird auf fallbasierte Unterschiede hinsichtlich der Überwachung des Prozesses eingegangen. Für eine Bewertung der Prozesseffizienz gilt weiterhin folgende Annahme:

Grundsätzlich kann die Messung korrekter Warenstandorte, die entscheidend für ein effektives Replenishment ist, mit der Erfassungsrate der zuständigen Antenne zwischen dem Sales Floor und dem Stock Room gleichgesetzt werden.

Werden folglich alle zwischen beiden Locations transferierten Artikel erfasst, kann von einer fehlerfreien Transparenz der aktuellen Warenstandorte ausgegangen werden. Hinsichtlich des In-Store Replenishment gilt es also, die Erfassungsrate dieser Antenne kennzahlenbasiert zu errechnen. Hierfür sind insgesamt drei mögliche KPI denkbar:

- Der erste KPI berechnet die Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne basierend auf dem wöchentlich durchgeführten Cycle-Count (***In-Store Replenishment Cycle-Count Analysis, ISR^{CCA}***). Wird hierbei ein Item gescannt, welches das RFID-System in der anderen, komplementären Location erwartet, so wird davon ausgegangen, dass der letzte Transfer dieses Artikels von der entsprechenden Antenne nicht erfasst wurde. Um den ISR^{CCA} zu errechnen, werden solche Artikel den korrekt erfassten Transfers zwischen beiden Locations im jeweils untersuchten Zeitraum (zwischen zwei Cycle-Counts) gegenübergestellt.
- Der zweite KPI berechnet die Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne auf Basis des letzten bekannten Standorts eines verkauften Artikels (***In-Store Replenishment Last Known Location, ISR^{LKL}***). Der ISR^{LKL} wird dementsprechend basierend auf allen verkauften Items erstellt. Hierbei ist jeweils dessen letzter registrierter Standort entscheidend. Da davon ausgegangen wird, dass jeder verkaufte Artikel irgendwann auf den Sales Floor gebracht wird, muss auch die letzte bekannte Location jedes verkauften Artikels bei einer fehlerfreien Erfassungsquote *Sales Floor* lauten. Diese Fälle werden zur Berechnung des ISR^{LKL} den Items gegenübergestellt, die als letzten bekannten Standort einen abweichenden Eintrag vorweisen.

- Der dritte KPI berechnet die Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne ähnlich wie der ISR^{LKL} . Hierbei ist jedoch nicht ausreichend, dass der letzte bekannte Standort vor dem Verkauf *Sales Floor* lautet. Zusätzlich muss vorher ein Transfer bzw. Movement auf den Sales Floor von der entsprechenden Antenne erfasst worden sein (*In-Store Replenishment Moved Before Sale, ISR^{MBS}*).

Die Unterschiede der drei definierten KPI werden anhand Abbildung 62 veranschaulicht. Diese Grafik zeigt sechs beispielhafte Lebenszyklen eines beliebigen Items. Der Lebenszyklus reicht dabei vom Goods Receiving und der damit verbundenen Zuweisung des Artikels zum Stock Room (vgl. Kapitel 4.7.3) über eine mögliche Erfassung dieses Artikels beim Transfer auf den Sales Floor und bzw. oder beim Cycle-Count bis hin zum Verkauf an den Kunden. Der Systemstandort (:*Stock Room*:, :*Sales Floor*:, :*Unknown*:) kann dabei je nach erfolgter Erfassung durch die zuständige Antenne (⊙=*erfasst*, 0=*nicht erfasst*) vom tatsächlichen physischen Standort abweichen. Gleichzeitig wird mit der verwendeten Symbolik transparent, ob das Item bei dem beschriebenen Lebenszyklus für die jeweilige *KPI-Berechnung* als korrekt erfasst (*Symbol „+“*), als in der Analyse nicht berücksichtigt (*Symbol „±“*), oder als nicht erfasst (*Symbol „-“*) gilt.

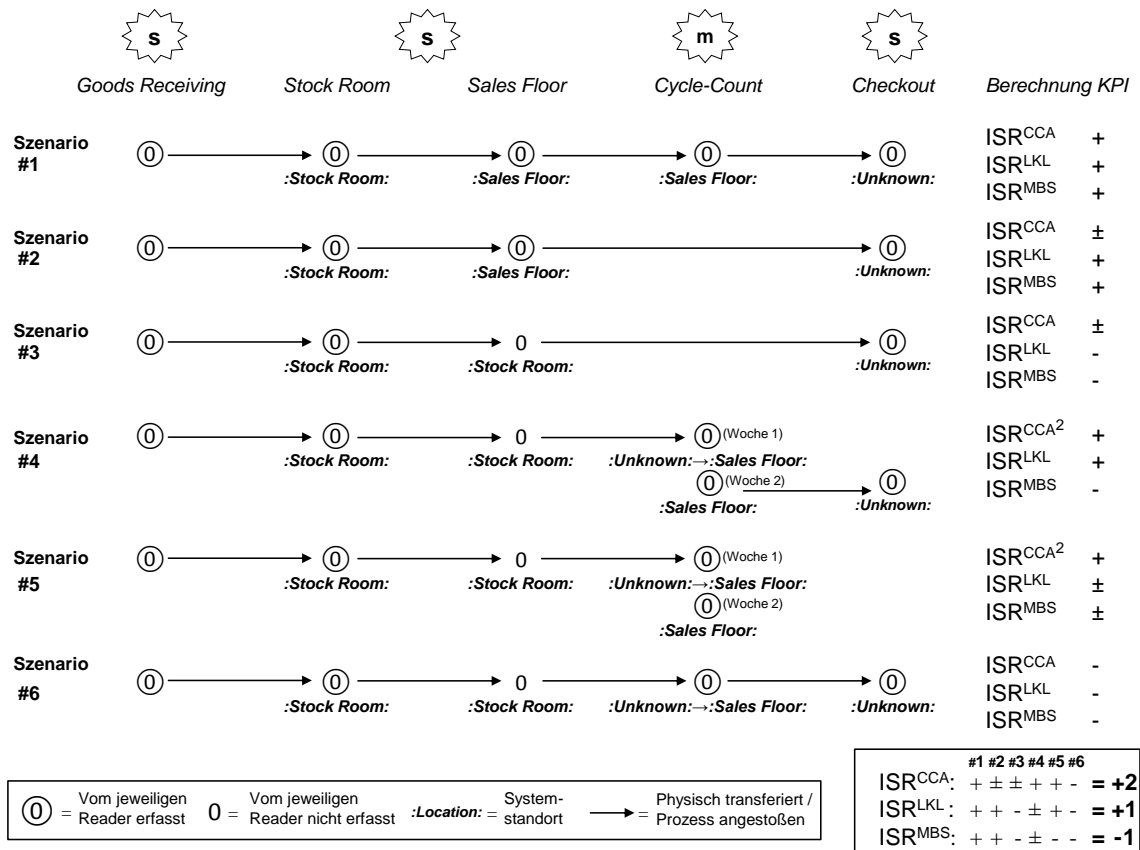


Abbildung 62: Fallbasierte Logik der einzelnen In-Store-Replenishment-KPI

Das **erste Szenario** beschreibt einen ordnungsgemäßen Lebenszyklus eines Artikels, der bei jedem Standortwechsel von der jeweiligen Antenne erfasst wird. Dieser Artikel würde demzufolge bei jeder KPI-Berechnung als von der In-Store-Replenishment-Antenne

positiv erfasst berücksichtigt. Beim **zweiten Szenario** wird der Artikel beim Goods Receiving ebenfalls ordnungsgemäß als Stock-Room-Bestand verbucht und beim anschließenden Transfer auf den Sales Floor gescannt. Der Artikel wird jedoch verkauft, bevor der nächste Cycle-Count durchgeführt wird. Demzufolge würde dieser Artikel beim nächsten ISR^{CCA} nicht berücksichtigt werden, da dieser KPI nur beim Cycle-Count erfasste Items betrachtet. Aufgrund des letzten bekannten Standorts *Sales Floor* und dem zusätzlich erfassten Transfer in diese Location wird er sowohl bei der Berechnung des ISR^{LKL} als auch beim ISR^{MBS} als korrekt erfasst mit aufgenommen. Wird der Artikel von **Szenario drei** jedoch beim Transfer vom Stock Room auf den Sales Floor nicht von der jeweiligen Antenne gescannt und dann verkauft, so wird dieser Artikel sowohl bei der Anwendung des ISR^{LKL} als auch des ISR^{MBS} zutreffend als nicht erfasst berechnet. Beim ISR^{CCA} bleibt der gleiche Artikel wegen des vor dem Verkauf nicht erfolgten Cycle-Count weiterhin unberücksichtigt. Die ersten drei Szenarien machen bereits deutlich, dass der ISR^{CCA} nur Artikel berücksichtigt, die – ungeachtet des korrekt oder nicht korrekt erfassten Transfers zwischen Stock Room und Sales Floor – Bestandteil des Cycle-Count sind, obwohl es sich um zwei grundsätzlich unabhängige Prozesse handelt.

Das **vierte Szenario** beschreibt einen Artikel, der beim Transfer auf den Sales Floor von der In-Store-Replenishment-Antenne nicht erfasst wurde. Im weiteren Verlauf dieses Szenarios findet ein erster Cycle-Count statt. Das System vermutet diesen Artikel beim Erfassen des Sales-Floor-Bestands zunächst im Stock Room, findet ihn jedoch auf dem Sales Floor. Der Systemstandort wird durch den Cycle-Count daher von *Unknown* auf *Sales Floor* aktualisiert. Der Artikel wird daraufhin eine Woche nicht bewegt. Bei einem zweiten Cycle-Count wird er schließlich wie erwartet auf dem Sales Floor gefunden. Eine Änderung des Systemstandorts findet folglich nicht statt. Der Artikel wird am darauffolgenden Tag verkauft. Dieses Szenario bedeutet für den ISR^{CCA} , dass der Artikel basierend auf dem zweiten Cycle-Count-Ergebnis ordnungsgemäß auf dem Sales Floor gefunden wurde. Die Berechnung geht nun davon aus, dass aufgrund dieser Tatsache ein korrekter Scannvorgang der In-Store-Replenishment-Antenne stattgefunden hat und berücksichtigt diesen Artikel als korrekt erfasst. Da er vor dem Verkauf jedoch nicht von der Antenne beim letzten Transfer auf den Sales Floor gescannt wurde, wird der Artikel bei der Berechnung des ISR^{MBS} als nicht erkannt berücksichtigt. Im Gegensatz hierzu bedeutet das beschriebene Szenario beim ISR^{LKL} keinen Fehler, da der falsche Systemstandort (nicht erfasster Transfer) durch den zweiten Cycle-Count berichtigt wird. Der letzte bekannte Systemstandort ist für diesen KPI somit korrekterweise der *Sales Floor*.

Das **fünfte Szenario** entspricht weitgehend dem vierten Szenario und unterscheidet sich nur dadurch, dass der Artikel nach den beiden Cycle-Counts im letzten Schritt nicht verkauft wird. Für die Berechnung des ISR^{CCA} bewirkt diese Tatsache keine Änderung. Die Kennzahlen ISR^{LKL} und ISR^{MBS} berücksichtigen diesen Artikel trotz des nicht erfassten Transfers nicht, da deren Berechnung ausschließlich auf verkauften Artikeln basiert. Fin-

det allerdings analog zum **sechsten Szenario** kein zweiter Cycle-Count statt und wird der Artikel im betrachteten Zeitraum wieder verkauft, so sind die Bedingungen für eine korrekte Erfassung aller beschriebenen KPI nicht erfüllt und der Artikel fließt entsprechend als von der In-Store-Replenishment-Antenne nicht erfasst in jede Berechnung ein.

Abbildung 62 betrachtet alle Szenarien mit weiteren Berechnungen. Wird für jeden KPI pro Szenario jeweils ein Punkt vergeben, wenn das Item eines Falls als korrekt erfasst gilt und wird jeweils ein Punkt subtrahiert, wenn das Item des jeweiligen Falls als nicht erfasst gilt, so ergibt sich eine Summe für jeden KPI. Gleichzeitig werden alle Fälle neutral bewertet, bei denen das Item für den jeweiligen KPI in der Berechnung nicht berücksichtigt wird. Entsprechend dieser Berechnung erreicht der ISR^{CCA} zwei Punkte (+2), der ISR^{LKL} einen Punkt (+1) und der ISR^{MBS} einen Minuspunkt (-1). Aufgrund dieses Ergebnisses kann vermutet werden, dass der ISR^{CCA} tendenziell die meisten Szenarien positiv in dessen Berechnung mit aufnimmt und der ISR^{MBS} der strengste KPI ist.

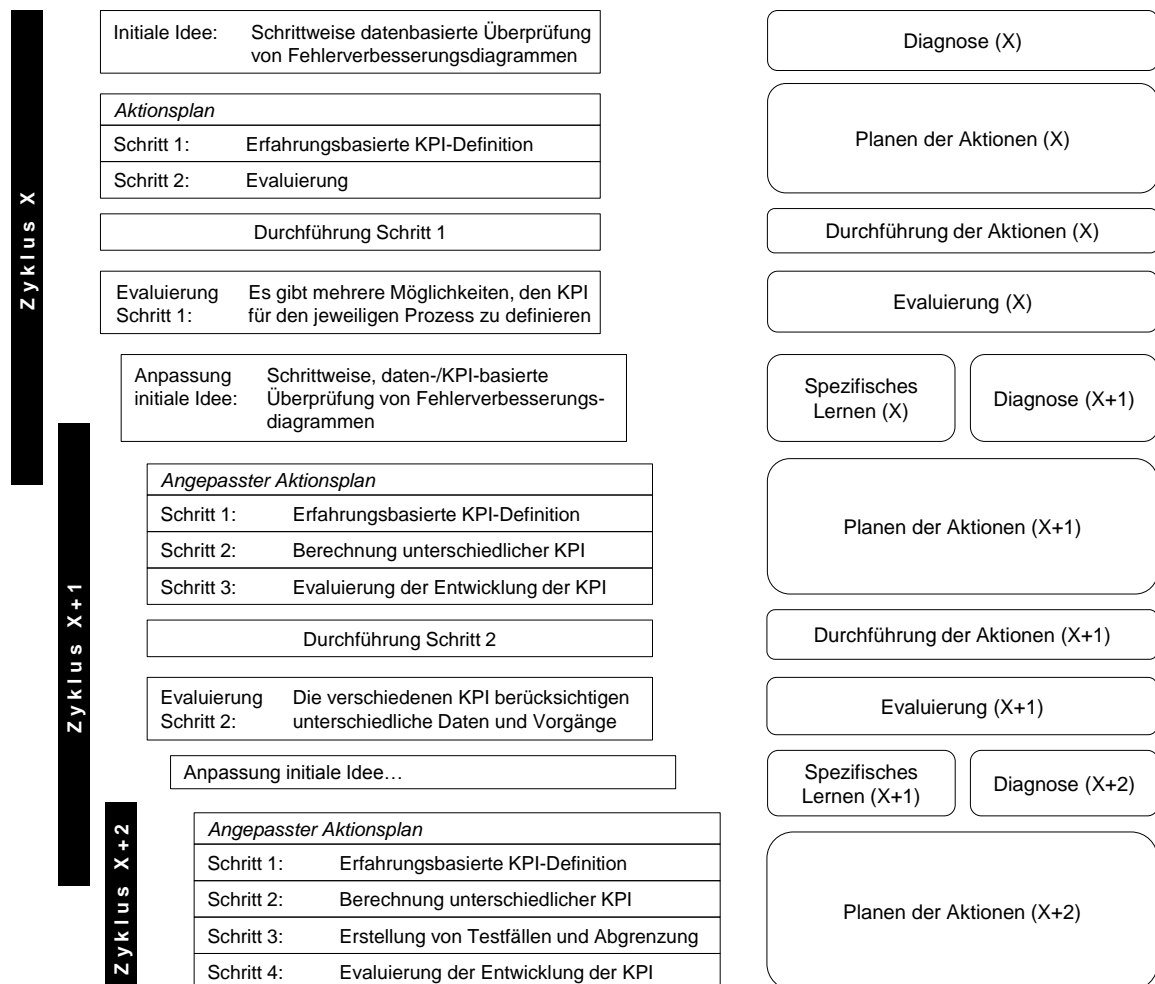


Abbildung 63: Weitere beispielhafte Verwendung der kanonischen Aktionsforschung

An dieser Stelle wird wiederum beispielhaft gezeigt, wie die kanonische Aktionsforschung durch Erfahrungen während der Arbeit im Projektteam und durch Evaluierung der bisher durchgeführten Schritte zu den in dieser Dissertation vorgestellten Ergebnissen

führte. Abbildung 63 zeigt Ausschnitte dreier Zyklen, welche die Erkenntnis brachten, dass analog zur Darstellung dieses Kapitels verschiedene KPI zur Messung der Erkennungsrate herangezogen werden und die Funktionsweise dieser KPI nur durch das Durchspielen von Testfällen verstanden werden kann.

Um die Effektivität der Fehlerbehandlungsmaßnahmen im Folgenden nachzuweisen, wurde die Erfassungsrate der entsprechenden Antenne innerhalb zweier Zeiträume untersucht. Der Ausgangszeitraum ist der Juli des Jahres 2012. Als zweiter Zeitraum wird nach den jeweiligen Maßnahmen der Februar des Jahres 2013 betrachtet (die Fehlerbehandlung des In-Store Replenishment wurde später als die der anderen In-Store-Prozesse durchgeführt). Beide Zeiträume wurden basierend auf den Daten von fünf geeigneten Stores sowie unter Verwendung des ISR^{CCA} und ISR^{MBS} intensiv untersucht. Geeignete Stores besitzen eine möglichst mehrstöckige Fläche und eine große Transition.

	Kennzahl	Store 1	Store 3	Store 4	Store 7	Store 10
Juli 2012	Gesamte Moves	2788	3779	3898	2951	6250
	Erfasste Moves	1087	2169	2911	1455	5104
	Nicht erfasste Moves	1701	1610	987	1496	1146
	Transferiert und erfasst (ISR^{CCA})	39,0%	57,4%	74,7%	49,3%	81,7%
	Nicht erfasst	61,0%	42,6%	25,3%	50,7%	18,3%
Februar 2013	Gesamte Moves	7646	1559	2742	4682	3163
	Erfasste Moves	6544	1456	2464	4192	2565
	Nicht erfasste Moves	1027	103	278	487	598
	Transferiert und erfasst (ISR^{CCA})	85,6%	93,4%	89,9%	89,6%	81,1%
	Nicht erfasst	13,4%	6,6%	10,1%	10,4%	18,9%
	Zuwachs ISR^{CCA}	46,6%	36,0%	15,2%	40,3%	-0,6%

Tabelle 17: Analyse In-Store Replenishment (ISR^{CCA})

Zunächst zeigt Tabelle 17 die Berechnung des ISR^{CCA} für fünf Stores. Entsprechend der Definition wird dieser KPI errechnet, indem alle erfassten Movements (*Erfasste Moves*) den Artikeln gegenübergestellt werden, die beim zugehörigen Cycle-Count zwar gefunden, aber jeweils in der komplementären Location erwartet wurden (*Nicht erfasste Moves*). Die Addition beider Werte ergibt die Gesamtanzahl an von der Antenne potentiell erfassbaren Movements (*Gesamte Moves*). Der Anteil der ordnungsgemäß *transferierten und erfassten Movements* an den *Gesamten Moves* repräsentiert den ISR^{CCA} . Die Entwicklung dieses Werts zeigt schließlich die letzte Zeile (*Zuwachs ISR^{CCA}*). Im Zuge der Fehlerbehandlung ist in jedem Store bis auf Store 10 ein positiver Zuwachs des ISR^{CCA} zu beobachten. Allerdings betrug in Store 10 die Erkennungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne bereits im ersten Zeitraum ein vergleichbar gutes Niveau von 81,7%.

Der Zuwachs des ISR^{CCA} wird in Abbildung 64 für die untersuchten Stores im Zeitverlauf grafisch dargestellt. Im rechten Teil der Grafik wird zudem ersichtlich, dass sich der Mittelwert der Zuwächse aller Stores von durchschnittlich 60,4% auf 85,5% erhöht hat. Diese Zahlen bedeuten einerseits, dass die Antenne zwischen Stock Room und Sales Floor 85,5% alle transferierten Items ordnungsgemäß erfasst und demzufolge durchschnittlich nur 14,5% aller Artikel eines Stores einen falschen Systemstandort aufweisen, der nicht dem physischen Standort entspricht. Andererseits kann durch diese Werte belegt werden, dass durch Anwendung der Fehlerbehebungsmaßnahmen die Genauigkeit des In-Store Replenishment bzw. die Erfassungsrate der hierfür zuständigen Antenne um durchschnittlich 25,1% gesteigert werden konnte.

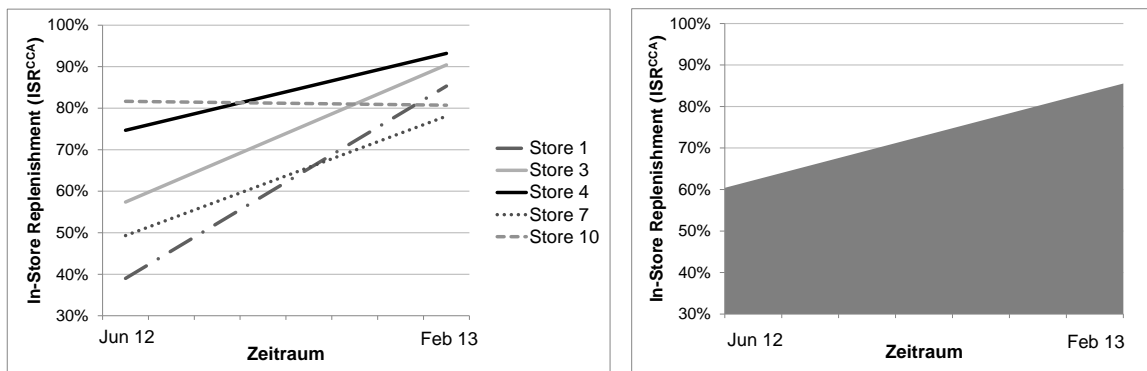


Abbildung 64: Zuwachs der transferierten und erfassten Items (ISR^{CCA}) im Zeitverlauf

Für die Berechnung des ISR^{MBS} wurden für eine bestmögliche Vergleichbarkeit mit dem ISR^{CCA} jeweils die gleichen Zeiträume betrachtet. Als relevanter Verkaufszeitraum wurde der Tag eines Cycle-Count im jeweiligen Monat bis zu einer Woche vorher (Cycle-Count der Vorwoche) herangezogen. Ein Verkauf wird beim ISR^{MBS} hinsichtlich der Erfassungsrate durch die In-Store-Replenishment-Antenne nur dann als korrekt angesehen, wenn der jeweilige Artikel zuvor auf den Sales Floor transferiert und erfasst wurde. Da sich Artikel jedoch vor dem Verkauf eventuell mehrere Wochen unbewegt auf dem Sales Floor befinden, wurde der Betrachtungszeitraum des für die positive Berechnung notwendigen Movements auf insgesamt drei Monate ausgeweitet. Daher ist es entsprechend der Werte aus Tabelle 18 plausibel, dass die Anzahl an korrekten Verkäufen größer wird, je weiter die Analyse der Movements in die Vergangenheit reicht. Ebenso ist in Tabelle 18 ersichtlich, dass die Ausweitung des Betrachtungszeitraums von 2 Monaten auf den maximalen Wert von 3 Monaten nur noch minimale Zuwächse an transferierten und erfassten Items vor dem jeweiligen Verkauf bringt. Als Berechnungsgrundlage für den ISR^{MBS} wurde dennoch der größtmögliche „Rückblick“ von 3 Monaten gewählt.

Tabelle 18 zeigt weiterhin, dass bei diesem strengeren KPI die Anzahl an von der In-Store-Replenishment-Antenne erfassten Artikeln deutlich geringer als beim ISR^{CCA} ist. Auch die im Zuge der durchgeführten Fehlerbehandlung erreichten Zuwächse des ISR^{MBS} fallen zwischen beiden Zeiträumen geringer aus. Auffällig ist die negative Entwicklung

in Store 3. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass dort während des zweiten Betrachtungszeitraums aufgrund von Kapazitätsproblemen im Stock Room manche Receiving auf dem Sales Floor durchgeführt wurden. Solche Artikel befinden sich dann physisch zwar bereits auf dem Sales Floor, sind jedoch durch das erfolgte Receiving dem Stock Room zugeordnet (vgl. Kapitel 4.7.3). Ein für den ISR^{MBS} notwendiger Transfer findet in diesem Fall vor dem Verkauf üblicherweise nicht statt.

	Kennzahl	Store 1	Store 3	Store 4	Store 7	Store 10
Juli 2012	Verkäufe zwischen zwei Cycle-Counts	3999	2309	3182	1068	2123
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (1 Woche)	253	469	800	133	849
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (1 Monat)	724	1243	1454	430	1208
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (2 Monate)	797	1325	1534	430	1296
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (3 Monate)	843	1329	1609	430	1332
	Transferiert und erfasst (ISR^{MBS})	21,1%	57,6%	50,6%	40,3%	62,7%
Februar 2013	Verkäufe zwischen zwei Cycle-Counts	1005	1033	1350	932	1001
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (1 Woche)	91	95	360	89	253
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (1 Monat)	465	238	663	311	557
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (2 Monate)	560	273	703	409	624
	Erfasster Transfer auf Sales Floor (3 Monate)	562	283	710	325	635
	Transferiert und erfasst (ISR^{MBS})	55,9%	27,4%	52,6%	45,6%	63,4%
	Zuwachs ISR^{MBS}	34,8%	-30,2%	2,0%	5,3%	0,7%

Tabelle 18: Analyse In-Store Replenishment (ISR^{MBS})

Weiterhin wird analog zu den Berechnungen des ISR^{CCA} der Zuwachs des ISR^{MBS} im Zeitverlauf dargestellt. Trotz der strengeren Kennzahlenberechnung sowie einer zwar negativen aber begründeten Entwicklung im Store 3 ist in Abbildung 65 eine durchschnittliche Zunahme des ISR^{MBS} von 46,4% auf 49,0% zu erkennen.

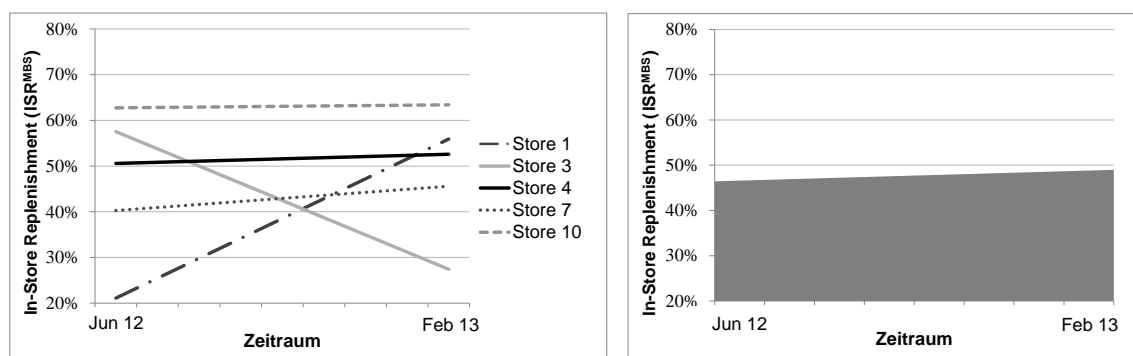


Abbildung 65: Zuwachs der transferierten und erfassten Items (ISR^{MBS}) im Zeitverlauf

Die Berechnung beider KPI zeigt, dass die Datenqualität auch beim Prozess In-Store Replenishment durch sämtliche Fehlerbehandlungsmaßnahmen erhöht werden konnte.

6.4.2.2 Überwachung

Durchschnittlich werden in jedem Store 4000 Transfers zwischen Stock Room und Sales Floor *pro Woche* erfasst. Demnach wird im Vergleich zu durchschnittlich 2800 Waren *pro Monat* beim Goods Receiving annähernd die sechsfache Menge an Items betrachtet. Die Berechnung der Erfassungsrate der Antenne auf Basis der tatsächlich transferierten Waren ist daher zwar für kleinere Testfälle der Fehlerbehebung möglich, jedoch nicht für eine Überwachung des produktiven Betriebs. Daher ist die Erfassungsrate prinzipiell nicht direkt sondern nur über unmittelbar mit dem Replenishment verbundene Prozesse zu berechnen. Die kontinuierliche Überwachung des effektiven In-Store Replenishment erweist sich alleine aufgrund dieser Tatsache als komplex. Die Berechnung der Genauigkeit für die KPI-Entwicklungen im Zeitverlauf (vgl. *Goods Receiving*) ist beim In-Store Replenishment nicht notwendig, da kein KPI den Schwellenwert von 100% überschreitet.

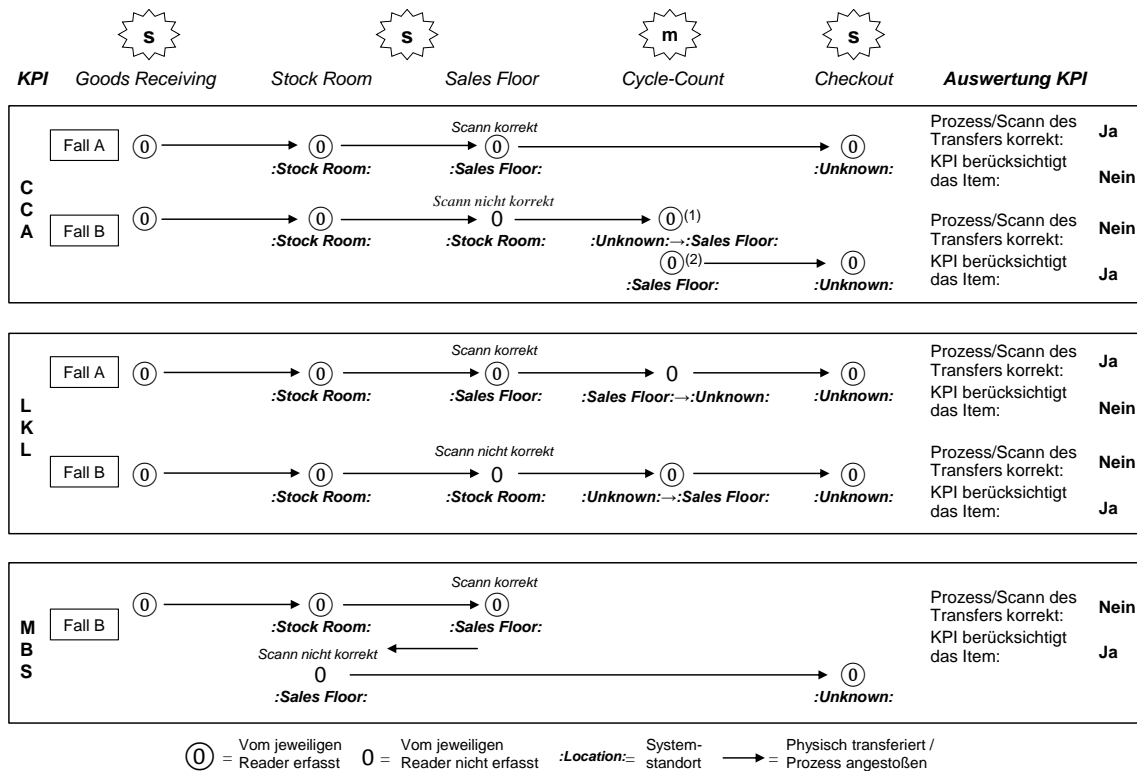


Abbildung 66: Auswertung alternativer KPI für das In-Store Replenishment

Abbildung 66 zeigt beispielhafte Fälle, bei denen das Item für den jeweiligen KPI entweder trotz eines korrekten Prozesses (Scann des Transfers korrekt) nicht berücksichtigt wird (**Fall A**) oder trotz des nicht korrekten Prozesses (Scann des Transfers nicht korrekt) in der Berechnung als ordnungsgemäß gescannt aufgenommen wird (**Fall B**). *Fall A* des ISR^{CCA} behandelt Szenario 2 aus Abbildung 62. Hier wird der Artikel, obwohl er beim Transfer auf den Sales Floor ordnungsgemäß erfasst wurde, vom ISR^{CCA} nicht berücksichtigt, da er vor dem Verkauf bei keinem Cycle-Count gescannt wurde. Im *Fall B* (Szenario 4 aus Abbildung 62) wird der Artikel beim Transfer hingegen tatsächlich nicht gescannt. Aufgrund der Berichtigung des Systemstandorts beim ersten Cycle-Count wird

der Artikel bei einer Analyse basierend auf dem zweiten Cycle-Count aber als von der In-Store-Replenishment-Antenne korrekt erfasst berechnet, da der Erfassungsort dem erwarteten Sales Floor entspricht.

Wird ein Artikel bei vorherigen Prozessen korrekt erfasst, jedoch beim Cycle-Count übersehen und innerhalb der darauffolgenden Tage vor einem erneuten Cycle-Count verkauft, so liegt *Fall A* der ISR^{LKL} Beispiele vor. In diesem Szenario nimmt das System aufgrund der Nichterfassung beim ersten Cycle-Count an, dass der Artikel aus dem Store entfernt wurde. Der Systemstandort wird folglich auf *Unknown* geändert. Wird der gleiche Artikel nun verkauft, ist er dennoch Bestandteil der ISR^{LKL} Berechnung. Da der letzte Systemstandort jedoch *Unknown* und nicht *Sales Floor* lautet, wird der Artikel trotz korrektem Transfer auf den Sales Floor als nicht erfasst betrachtet. In *Fall B* wird hingegen der Transfer zwischen Stock Room und Sales Floor nicht erfasst. Vor dem Verkauf wird der Artikel jedoch im Cycle-Count auf dem Sales Floor gescannt und dessen Systemstandort entsprechend aktualisiert und berichtigt. Da durch diesen Vorgang der letzte bekannte Standort vor dem Verkauf korrekt ist, wird der Artikel dieses Falls fälschlicherweise von der In-Store-Replenishment-Antenne als korrekt erfasst berechnet.

Fall B des ISR^{MBS} geht von einem ordnungsgemäßen Transfer des Artikels aus. Dieser wird jedoch aufgrund von Kapazitätsproblemen kurz darauf wieder zurück in den Stock Room gebracht und bei diesem (zweiten) Transfer nicht erfasst. Wird der Artikel daraufhin verkauft, so ist er bei der Berechnung dieses KPI fälschlicherweise als korrekt erfasst vermerkt, da das letzte erfasste Movement entsprechend der Logik des ISR^{MBS} ein Transfer vom Stock Room auf den Sales Floor war.

Durch die beschriebene Vielfalt und Komplexität der definierten KPI zur Messung der Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne gestaltet sich die Entscheidung für einen geeigneten KPI situations- und präferenzabhängig. Basierend auf den dargestellten Szenarien und Fällen lassen sich allerdings auch bei diesen KPI zusammenfassend mehrere Entscheidungshilfen formulieren:

- Für die Berechnung der Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne ist durch die beschriebene Problematik der enormen Transfermengen zwischen Stock Room und Sales Floor das Heranziehen von Hilfsprozessen notwendig.
- Der ISR^{CCA} benötigt als Hilfsprozess den Cycle-Count. Alle Waren, die bei diesem nicht gescannt wurden, sind ungeachtet des korrekt erfassten Transfers auch nicht Bestandteil der Analyse. ISR^{LKL} und ISR^{MBS} benötigen als Hilfsprozess hingegen den Checkout. Daraus resultiert, dass unverkaufte Artikel ungeachtet des korrekt erfassten Transfers zum Analysezeitpunkt nicht berücksichtigt werden.
- Waren, deren Transfer zwischen zwei Locations nicht erfasst wurde, erhalten durch den Scannvorgang beim Cycle-Count eine Systemstandortaktualisierung,

die folglich wieder mit dem physischen Standort übereinstimmt. Daher werden solche Waren beim ISR^{LKL} und ISR^{CCA} (im Fall eines zweiten Cycle-Count nach der Standortaktualisierung) fälschlicherweise als korrekt transferiert betrachtet.

- Wurden Waren zwar korrekt transferiert, aber beim Cycle-Count übersehen, so sind diese Artikel trotz des korrekten Transfers kein Bestandteil des ISR^{CCA} und bei zusätzlich erfolgtem Verkauf auch kein Bestandteil des ISR^{LKL} .
- Der Cycle-Count beeinflusst folglich sowohl den ISR^{CCA} als auch den ISR^{LKL} . Kontinuierlich sauber durchgeführte Cycle-Counts erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass diese beiden Kennzahlen besser ausfallen, als die In-Store-Replenishment-Antenne im produktiven Betrieb tatsächlich arbeitet. Der ISR^{MBS} hingegen bleibt von Ergebnissen der Cycle-Counts unbeeinflusst.
- Weiterhin existiert nur für die Berechnung des ISR^{MBS} kein Szenario, bei dem Artikel trotz korrektem Transfer nicht in der Analyse berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 66). Diese Tatsache sowie die unmögliche „Bereinigung“ unsauberer Transfers durch den Cycle-Count entlarven den ISR^{MBS} als strengsten KPI.
- Die bereits formulierte Vermutung lautet demnach, dass der ISR^{MBS} als strengster KPI tendenziell die geringsten und der ISR^{CCA} durch die umfangreichsten „Bereinigungsmethoden“ die höchsten Leseraten zeigt. Diese These wird zusätzlich dadurch bekräftigt, dass der ISR^{CCA} alle korrekten Transfers berücksichtigt, auch wenn die entsprechenden Artikel nicht verkauft wurden. Beim ISR^{LKL} sollte die berechnete Erfassungsrates der In-Store-Replenishment-Antenne zwischen beiden Werten liegen, da dieser KPI einerseits ebenfalls positiv durch den Cycle-Count beeinflusst werden kann und andererseits für die Berücksichtigung in der Berechnung die zusätzliche Verkaufsbedingung enthält.

Die Vermutung bezüglich der Strenge der drei KPI wird in Tabelle 19 bestätigt. Die berechneten Leseraten der In-Store-Replenishment-Antenne im Februar 2013 (Beispiel Store 1) reichen vom niedrigsten Wert beim ISR^{MBS} bis hin zum höchsten Wert beim ISR^{CCA} . Der Wert des ISR^{LKL} befindet sich nahezu exakt in der Mitte.

Zeitraum	ISR^{MBS} (Store 1)	ISR^{LKL} (Store 1)	ISR^{CCA} (Store 1)
Februar 2013	55,9%	71,0%	85,6%

Tabelle 19: Vergleich der Erfassungsraten unterschiedlicher In-Store-Replenishment-KPI (Store 1)

Insgesamt werden drei mögliche KPI mit den damit verbundenen Vorteilen und Nachteilen ausführlich beschrieben. Wird auf einen KPI Wert gelegt, der ausschließlich den *aktuell korrekten Standort* aller Waren fokussiert, so empfiehlt es sich auf den ISR^{CCA} zu-

rückzugreifen. Liegt der Schwerpunkt auf verkauften Artikeln, eignet sich der ISR^{LKL} . Dieser KPI betrachtet das In-Store Replenishment mehr als gesamten Prozess. Hierbei ist der korrekte Standort aller Waren entscheidend – ungeachtet dessen, ob der Systemstandort durch einen korrekten Transfer geändert oder den Cycle-Count aktualisiert wird. Soll hingegen die *reine Erfassungsrate der In-Store-Replenishment-Antenne* offenbart werden, eignet sich der mit den strengsten Regeln behaftete ISR^{MBS} . Dieser KPI misst die der Realität entsprechende Erfassungsrate dieser Antenne am genauesten.

6.4.3 Checkout

6.4.3.1 Evaluierung

Die Effektivität der Checkout-Antenne mit einem KPI nachzuweisen oder transparent zu gestalten, ist nicht zwingend notwendig. Der Grund hierfür ist die geringe Menge an pro Checkout verkauften und damit erfassten Waren. So ist es dem zuständigen Mitarbeiter stets möglich, von der physischen Anzahl abweichende Scannergebnisse unmittelbar zu erkennen und Fehler zu beheben. Ein weiterer Unterschied dieses Prozesses ist, dass der Checkout bei auftretenden Abweichungen nicht ohne tiefgreifende Folgen fortgesetzt werden kann. Derartige Abweichungen bedeuten zum einen, dass der Kunde bei zu viel gescannten Produkten mehr Waren bezahlen muss, als er tatsächlich kauft. Weiterhin wäre es zum anderen ohne eine sofortige Korrektur möglich, dass der Kunde für nicht erfasste Produkte auch nicht zu bezahlen hat. Beide Fälle sind für Käufer und Verkäufer äußerst sensibel und nicht tolerierbar. Daher erfolgt die Behebung abweichender Erkennungsraten der Checkout-Antenne unmittelbar nach einem möglichen Fehler.

Ein weiterer Unterschied zu den vorherigen Prozessen ist, dass beschriebene Abweichungen vom Mitarbeiter sofort und ohne Datenanalysen erkannt werden können. Bei Prozessen wie Goods Receiving oder In-Store Replenishment haben Fehler zunächst keine unmittelbare Auswirkung auf den Geschäftsbetrieb. Ohne die Erstellung und Verwendung von in dieser Dissertation beschriebenen KPI blieben auftretende Fehler lange Zeit gar unbemerkt.

6.4.3.2 Überwachung

Indem keine speziellen KPI für den Checkout erstellt wurden, wird dieser Prozess anhand der *auf tretenden Fehlerzahl* überwacht. Daher sollte ein Mitarbeiter am Checkout alle Abweichungen bei Verkaufsvorgängen erfassen. Während beim vorliegenden Projekt zu Beginn mehrere Erfassungsfehler registriert wurden, wurden nach der Durchführung sämtlicher Fehlerbehandlungsmaßnahmen keine Probleme mehr gemeldet. Dementsprechend wird beim Checkout von einer erreichten Datenqualität von 100% ausgegangen.

6.4.4 Cycle-Count

6.4.4.1 Evaluierung

In diesem Kapitel gilt es zunächst, die Datenqualität des RFID-Cycle-Count im Zuge der durchgeführten Anweisungen und Maßnahmen während des Scannens verschiedener Warengruppen zu evaluieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in allen Stores eine Inventur (*Physischer Count, PHC*) und ein **RFID-Cycle-Count** zur jeweils gleichen Zeit durchgeführt und die Ergebnisse anschließend verglichen.

Der Richtwert für die Datenqualität eines RFID-Cycle-Count ist somit der Vergleich der Erfassungsraten mit einer parallel durchgeführten und als genau geltenden Inventur.

Basierend auf den gegenübergestellten Resultaten wurden neben den reinen Erfassungsraten beider Counts auch mehrere Fehlerkategorien erstellt, um die Datenqualität des RFID-Cycle-Count greifbar zu machen.

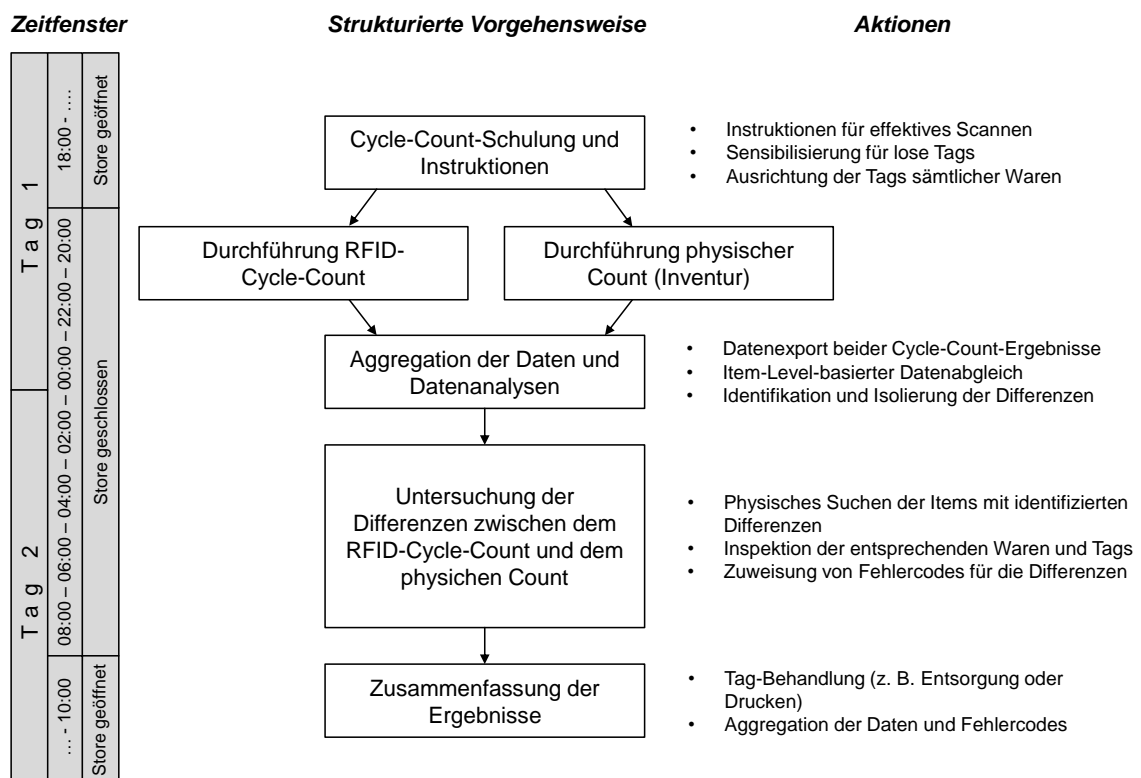


Abbildung 67: Übersicht der Durchführung der Cycle-Count-Evaluation

Sämtliche Operationen eines Stores mit beiden parallel durchgeführten Counts und den darauffolgenden Datenanalysen beanspruchten jeweils zwei Tage. Abbildung 67 zeigt die *strukturierte Vorgehensweise* aller Aktivitäten in einem Store. So beinhaltete der erste Schritt am Abend des ersten Tags stets eine Schulung und Instruktion der Mitarbeiter mit den in Kapitel 5.4.4.2 vorgestellten Handlungsanweisungen (z. B. Anweisungen für effektives Scannen von verschiedenen ITY oder die Sensibilisierung für lose Tags).

Nach der Schließung des Stores wurden beide Counts parallel durchgeführt. Der PHC wurde von einem externen, spezialisierten Unternehmen durchgeführt und beanspruchte je nach Größe des Stores zwischen fünf und acht Mitarbeiter sowie zwischen 4 und 7 Stunden Zeit. Der RFID-Count wurde von einem Mitarbeiter des Stores unter Experten-aufsicht durchgeführt und dauerte zwischen 90 und 120 Minuten.

Nach der Durchführung beider Count-Typen wurde das gesammelte Datenmaterial exportiert sowie ein Vergleich der jeweiligen Bestände durchgeführt. Anschließend wurden die Differenzen zwischen dem PHC- und dem RFID-Count auf Item-Basis identifiziert und separiert. Die Differenzen verursachenden Items wurden dann physisch gesucht und analysiert. Eine Untersuchung beinhaltete zum Beispiel folgende Schritte:

- Existiert zum Differenzen verursachenden Item eine physische Ware oder wurde ein loses Tag gescannt?
- Funktioniert das Tag des Differenzen verursachenden Items ordnungsgemäß oder liegt ein defektes oder doppeltes Tag vor?
- Entspricht die Anzahl des Differenzen verursachenden Items oder des zugehörigen Warentyps der physisch gezählten Anzahl des externen Dienstleisters?

Da der Store für alle notwendigen Untersuchungen geschlossen sein musste und alle Artikel weder entfernt noch bewegt werden durften, war das *Zeitfenster* für alle Untersuchungen begrenzt (vgl. Abbildung 67). Wäre der Store in dieser Phase geöffnet gewesen, hätten Differenzen verursachende Items verkauft werden können. Sogar das Bewegen dieser Items hätte die notwendigen Untersuchungen schwierig gestaltet, da der Suchaufwand in diesem Fall untragbar gewesen wäre. Die Suchfunktion des RFID-Handhelds (vgl. Kapitel 4.4.2) half während der Analysen, die Differenzen verursachenden Items im begrenzten Zeitfenster und rechtzeitig vor der nächsten Öffnung des Stores zu finden.

Die Resultate beider Count-Typen sind in Tabelle 20 abgebildet. Die einzelnen Spalten zeigen die Ergebnisse für neun Stores (in Store 3 führten Datenfehler zu unverwertbaren Informationen). Die aggregierten Zahlen aller Stores zeigt die Spalte *Total*. Insgesamt wurden 58089 Items physisch gezählt und 58207 Items mit dem RFID-Handheld gescannt. Die *erwartete Anzahl* zeigt die Menge an Items, die auf sämtlichen Verkaufs- und Lieferdaten basiert. Die *Genauigkeit RFID* und *Genauigkeit PHC* wird mit einer Division der jeweiligen *Gesamtanzahl* beider Count-Typen durch die *erwartete Anzahl* berechnet.

Die *Differenzen Netto RFID/PHC* zeigen jeweils die Abweichung der Gesamtanzahl beider Count-Typen. Die *Gesamtdifferenzen RFID/PHC* zeigen hingegen die Differenzen zwischen beiden Counts basierend auf Item-Level. Dieser Wert ist folglich nicht durch die gegenseitige Aufhebung positiver und negativer Differenzen beeinflusst. Wurde beispielsweise beim RFID-Count ein Item gescannt, das beim PHC fälschlicherweise nicht

gezählt wurde und gleichzeitig ein weiteres Item physisch gezählt, das aufgrund eines fehlerhaften Tags nicht gescannt wurde, so würde diese Situation keine *Differenzen Netto RFID/PHC*, jedoch zwei *Gesamtdifferenzen RFID/PHC* verursachen. Die nächsten beiden Zeilen zeigen die *Fehler RFID* und *Fehler PHC*. Diese Zahl summiert die Häufigkeiten einzelner und später untersuchter Fehlercodes, die den einzelnen Differenzpositionen nach einer Analyse zugewiesen wurden. Insgesamt wurden 709 Fehler während des RFID-Count und 681 Fehler während des PHC dokumentiert. Ferner wurde als Bezugs wert für die Gesamtverteilung der Fehler auf prozentualer Basis jeweils der Mittelwert der erfassten *Gesamtanzahlen* vom RFID-Count und dem PHC verwendet.

	Store 1		Store 2		Store 4		Store 5		Store 6		Store 7		Store 8		Store 9		Store 10		Total		
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
Zusammenfassung																					
Gesamtanzahl RFID	5638		7068		7178		6360		6128		5164		5427		7050		8076		58089		
Gesamtanzahl PHC	5679		7081		7183		6358		6159		5142		5434		7070		8101		58207		
Erwartete Anzahl	5733		7089		7212		6385		6198		5325		5448		7074		8136		58600		
Genauigkeit RFID		98,3%		99,7%		99,5%		99,6%		98,9%		97,0%		99,6%		99,7%		99,3%		99,1%	
Genauigkeit PHC		99,1%		99,9%		99,6%		99,6%		99,4%		96,6%		99,7%		99,9%		99,6%		99,3%	
Differenzen Netto RFID / PHC	41	0,7%	13	0,2%	5	0,1%	2	0,0%	31	0,5%	22	0,4%	7	0,1%	20	0,3%	25	0,3%	166	0,3%	
Gesamtdifferenzen RFID / PHC	107	1,9%	236	3,3%	129	1,8%	125	2,0%	147	2,4%	124	2,4%	124	2,3%	146	2,1%	124	1,5%	1262	2,2%	
Fehler RFID	43	0,8%	88	1,2%	68	0,9%	48	0,8%	73	1,2%	161	3,1%	60	1,1%	80	1,1%	88	1,1%	709	1,22%	
Fehler PHC	67	1,2%	24	0,3%	57	0,8%	68	1,1%	52	0,8%	173	3,4%	71	1,3%	85	1,2%	84	1,0%	681	1,17%	
Fehlercodes RFID-Count																					
R-1: Tag defekt	8	0,14%	6	0,08%	10	0,14%	8	0,13%	17	0,28%	10	0,19%	8	0,15%	9	0,13%	13	0,16%	89	0,15%	
R-2: Source-Tag fehlt	6	0,11%	7	0,10%	28	0,39%	12	0,19%	20	0,33%	15	0,29%	17	0,31%	35	0,50%	48	0,59%	188	0,32%	
R-3: Falscher Code	4	0,07%	1	0,01%	2	0,03%	1	0,02%	5	0,08%	0		0		2	0,03%	3	0,04%	18	0,03%	
R-4: Tag übersehen	13	0,23%	11	0,16%	16	0,22%	9	0,14%	18	0,29%	11	0,21%	21	0,39%	19	0,27%	5	0,06%	123	0,21%	
R-5: Nicht gescannter Bereich	0		0		0		0		0		86	1,67%	0		0		0		86	0,15%	
Ungelöste Differenzen	2	0,04%	35	0,49%	7	0,10%	0		8	0,13%	39	0,76%	1	0,02%	6	0,08%	0		98	0,17%	
R+1: Loses Tag	6	0,11%	16	0,23%	0		17	0,27%	1	0,02%	0		10	0,18%	6	0,08%	8	0,10%	64	0,11%	
R+2: Falscher Code	1	0,02%	11	0,16%	3	0,04%	1	0,02%	0		0		1	0,02%	2	0,03%	5	0,06%	24	0,04%	
R+3: Doppeltes Tag	3	0,05%	1	0,01%	2	0,03%	0		4	0,07%	0		2	0,04%	1	0,01%	6	0,07%	19	0,03%	
Fehlercodes Physischer Count																					
S-1: Item übersehen	19	0,34%	14	0,20%	36	0,50%	43	0,68%	41	0,67%	42	0,82%	30	0,55%	47	0,67%	32	0,40%	304	0,52%	
S-2: Barcode falsch programmiert	11	0,19%	1	0,01%	0		0		2	0,03%	2	0,04%	0		0		2	0,02%	18	0,03%	
S-3: Items nicht offenbart	3	0,05%	2	0,03%	0		2	0,03%	0		116	2,25%	11	0,20%	11	0,16%	12	0,15%	157	0,27%	
S-4: Unbekannte Items	9	0,16%	0		11	0,15%	5	0,08%	2	0,03%	0		7	0,13%	0		11	0,14%	45	0,08%	
S+1: Zu viel gezählt	20	0,35%	7	0,10%	8	0,11%	13	0,20%	3	0,05%	13	0,25%	18	0,33%	21	0,30%	8	0,10%	111	0,19%	
S+2: Leerer Schuhkarton	5	0,09%	0		2	0,03%	5	0,08%	2	0,03%	0		5	0,09%	6	0,08%	18	0,22%	43	0,07%	
S+3: Barcode falsch programmiert	0		0		0		0		2	0,03%	0		0		0		1	0,01%	3	0,01%	

Tabelle 20: Resultate und Fehlercodes beider Count-Typen

Im ersten Schritt wurden sämtliche Untersuchungen nach den Counts dokumentiert. Im zweiten Schritt wurden die Ergebnisse in Form von spezifischen Fehlern kategorisiert. Hierzu wurden den einzelnen Fehlern eindeutige Fehlercodes zugeordnet, die in vorangegangenen Expertendiskussionen definiert wurden. Ein Fehlercode beschreibt die Ursache, warum eine untersuchte Differenz zwischen beiden Count-Typen entstanden ist. Grundsätzlich sind folgende Arten von Fehlercodes denkbar:

- Ein Code des Typs **R-** (**R+**) gibt an, dass der spezifische, im **RFID-Count** entstandene Fehler, den Bestand fälschlicherweise verringert (erhöht).
- Ein Code des Typs **S-** (**S+**) gibt an, dass der spezifische, im **PHC** entstandene Fehler, den Bestand fälschlicherweise verringert (erhöht).

Um verschiedene Fehler zu differenzieren und näher zu beschreiben, wird jedem S-Code bzw. R-Code eine bestimmte Zahl zugeordnet. Jede Kombination aus Buchstabe und Zahl ergibt dann einen *Fehlertyp*, der eine spezielle Problemsituation widerspiegelt.

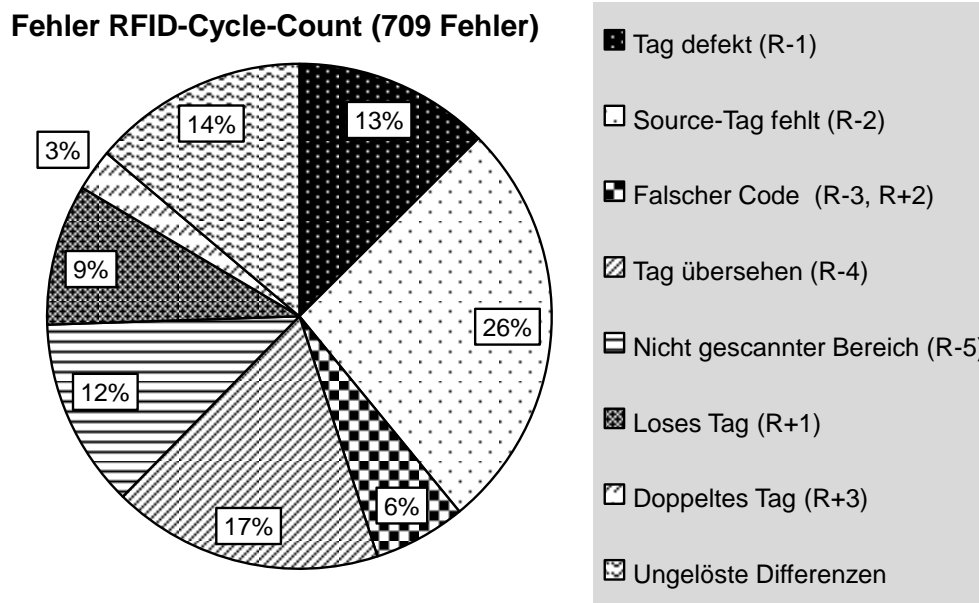


Abbildung 68: Gesamtfehlerverteilung für den RFID-Cycle-Count

Abbildung 68 zeigt die gesamten **Fehler RFID** in einem Tortendiagramm. Diese Darstellung vereinfacht es, die Verteilung der einzelnen Fehlercodes für diesen Count-Typ zu erkennen. Die 709 RFID-Fehler repräsentieren insgesamt 1,22% des Mittelwerts von gescannten und physisch gezählten Items aller Stores (vgl. Tabelle 20). 67% dieser 709 Fehler sind auf menschlich verursachtes Fehlverhalten zurückzuführen und setzen sich aus folgenden Fehlertypen zusammen:

- 26% der Fehler verursachenden Items waren ohne Tag ausgestattet (*R-2*). Entweder ist das Tag unwissentlich entfernt worden oder es wurde niemals angebracht.
- 17% der Fehler verursachenden Items wurden während des RFID-Cycle-Count nicht gescannt (*R-4*). Ein möglicher Grund hierfür ist, dass die erteilten Instruktionen während des Scannprozesses nicht kontinuierlich eingehalten wurden.
- 12% der Fehler verursachenden Items befanden sich in einem Bereich des Stores, welcher der Cycle-Count durchführenden Person nicht bekannt war oder von dieser als nicht relevant angesehen wurde (*R-5*).

- 9% der Fehler verursachenden Items wurden als lose Tags enthüllt ($R+1$). Ursache hierfür ist die mangelnde Sorgfalt bei der Behandlung von Tags verkaufter Waren oder ein Diebstahl. Im letzteren Fall hat ein potentieller Dieb möglicherweise das RFID-Tag abgetrennt, um einen Alarm des EAS-Readers zu vermeiden.
- 3% der Fehler verursachenden Items waren mit doppelten Tags versehen ($R+3$).

Der Fehlertyp *doppelte Tags* ($R+3$) ist in der vorgenommenen Auflistung Bestandteil der menschlich verursachten Fehler. In diesen Situationen kommt es meist aufgrund von Kommunikationsproblemen zwischen den Verantwortlichen innerhalb der Supply Chain zu Fehlinformationen. Als Folge wird das Tagging entweder von zu vielen oder von keiner Partei wahrgenommen. Da jedoch auch doppelt codierte Tags denkbar sind, ist dieser Fehlertyp grundsätzlich nicht eindeutig nur menschlichen oder nur technischen Ursachen zuzuordnen (vgl. Kapitel 5.4.1.2).

19% aller 709 RFID-Fehler entstanden hingegen eindeutig aufgrund technischer Ursachen. Diese Fehlerursachenkategorie setzt sich aus zwei beobachteten Fehlertypen zusammen:

- 13% der Fehler verursachenden Items waren mit defekten Tags ausgestattet ($R-1$). Dies ist zum Beispiel auf Fehler des RFID-Druckers zurückzuführen.
- 6% der Fehler verursachenden Items waren mit falsch programmierten Tags versehen, die zu einem nicht der Realität entsprechendem Überbestand ($R+2$) oder Unterbestand ($R-3$) führten.

Die restlichen 14% aller Fehler verursachenden Items konnten nicht einem bestimmten Fehlercode zugeordnet oder klassifiziert werden. In diesem Fall genügte entweder das begrenzte Zeitfenster nicht, um alle hierfür notwendigen Analysen abzuschließen, oder die Zuweisung des Fehlercodes war nicht eindeutig möglich.

Im Gegensatz zur Analyse der RFID-Counts repräsentieren die 681 **Fehler PHC** insgesamt 1,17% des Mittelwerts von gescannten und physisch gezählten Items aller Stores. Die entsprechende Gesamtverteilung der Fehler des PHC ist in Abbildung 69 ersichtlich.

Mit 45% ist der größte Anteil an Fehler verursachenden Items auf nicht gezählte bzw. übersehene Waren zurückzuführen ($S-1$). Dies ist zum einen möglich, wenn sich Artikel außerhalb der Sichtweite der zählenden Person befinden. Zum anderen werden Items versehentlich nicht gezählt, da die Konzentration während des langen Inventurzeitraums nahezu unmöglich dauerhaft aufrechterhalten werden kann.

Entsprechend dem nicht gescannten RFID-Bereich wurden auch dem Personal des Dienstleisters Warenstandorte versehentlich vorenthalten ($S-3$). Der Anteil dieses Fehler-

typs beträgt 23%. Insgesamt 6% der PHC-Fehler wurden verursacht, indem Schuhkartons gezählt wurden, obwohl diese keine Items beinhalteten (S+2).

Weiterhin sind 10% der Fehler verursachenden Items auf Systemfehler zurückzuführen, die sich aus 3% falsch programmierten Barcodes (S-2, S+3) und 7% dem System nicht bekannten und damit nicht zählbaren Items zusammensetzen (S-4).

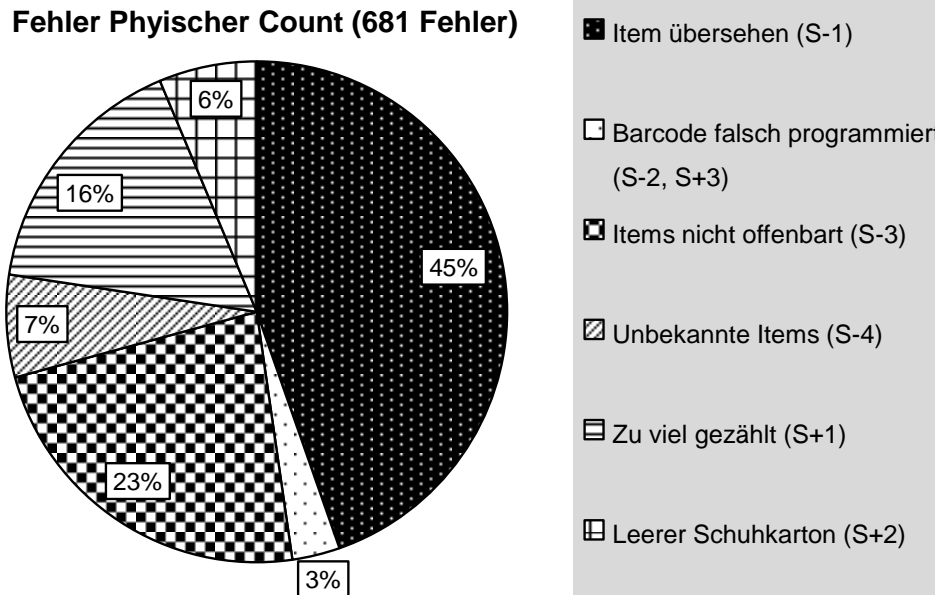


Abbildung 69: Gesamtfehlerverteilung für den Physischen Count

Die restlichen 16% der Fehler verursachenden Items entstanden dadurch, dass die Mitarbeiter des Dienstleisters bei den jeweiligen Größen zu viele Artikel gezählt hatten (S+1).

Der Ausschluss aller denkbaren Fehlerursachen ist sowohl bei einer physischen Inventur als auch bei einem RFID-Cycle-Count nicht möglich. Werden die Zahlen aus Tabelle 20 betrachtet, so fällt auf, dass die Fehler einer Inventur und einem RFID-Cycle-Count bezogen auf die Gesamtanzahl der erfassten Artikel mit 1,17% (681 Fehler PHC) bzw. 1,22% (709 Fehler RFID) jedoch nahezu identisch niedrig sind. Alle durchgeführten Untersuchungen bestätigen demnach die Effektivität des RFID-Cycle-Count und eine damit verbundene hohe Datenqualität. Diese befindet sich gemessen an der Fehlerrate nahezu auf dem gleichen Level mit einer physisch durchgeführten Inventur, wenn die in dieser Dissertation vorgestellten Instruktionen und Handlungsanweisungen befolgt werden.

6.4.4.2 Überwachung

Auch bei diesem In-Store-Prozess gilt es, die erreichte Datenqualität im Zeitverlauf beizubehalten. Hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwands erscheint es wenig sinnvoll, für die Überwachung der Datenqualität eines RFID-Cycle-Count kontinuierlich eine parallele Inventur durchzuführen. Daher werden in diesem Kapitel zwei mögliche KPI als Be-

rechnungsgrundlage definiert, welche die Effektivität des RFID-Cycle-Count basierend auf alternativen Daten berechnen können:

- Der erste KPI berechnet die Genauigkeit des durchgeführten Cycle-Count auf Basis der aktuellen Differenzen zum parallelen Bestandssystem SAP (*Cycle-Count Difference Analysis, CC^{DA}*). Die Kennzahl des jeweils vorherigen RFID-Cycle-Count hat keine Auswirkung auf das aktuelle Ergebnis. Je nach positiver oder negativer Abweichung kann der CC^{DA} Wert größer oder kleiner als 100% sein.
- Der zweite KPI berechnet die Genauigkeit des durchgeführten Cycle-Count auf Basis der Ergebnisse des letzten RFID-Cycle-Count (*Cycle-Count System Consistency, CC^{SC}*). Bei diesem KPI hat der Bestand eines parallelen Bestands- oder Korrektursystems keine Auswirkung auf das aktuelle Ergebnis.

Abbildung 70 verdeutlicht die Unterschiede beider KPI. Beim CC^{DA} ist der zu erreichende Zielwert eine vollständige, item-basierte Übereinstimmung zwischen dem Ergebnis des durchgeführten RFID-Cycle-Count und den zum Count-Zeitpunkt aktuellen Beständen des parallelen SAP-Bestandssystems. Beide Systeme werden in der Regel durch jeweils parallel durchgeführte Prozesse separat voneinander gepflegt (vgl. Kapitel 4.6).

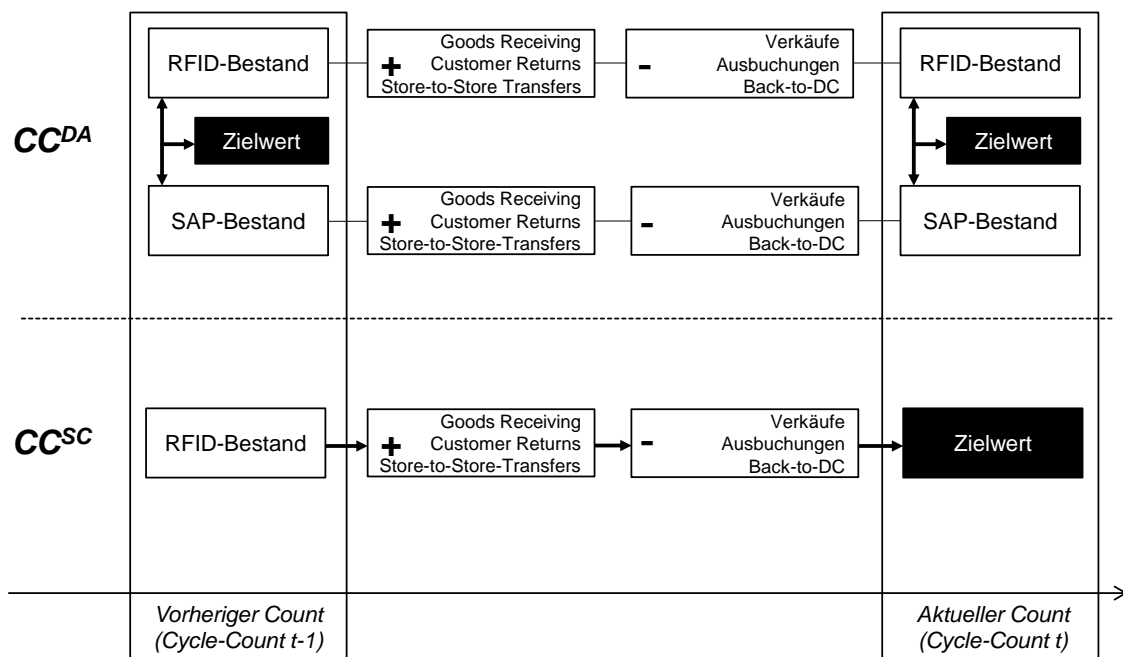


Abbildung 70: Funktionsweise der Cycle-Count-KPI

Prozesse wie Goods Receiving, Customer Returns oder Transfers von anderen Stores erhöhen den Bestand, während sämtliche Verkäufe, Back-to-DC-Artikel oder Ausbuchungen (z. B. aufgrund Beschädigungen) den Zielbestand zwischen zwei Cycle-Counts verringern. Der CC^{DA} wird bei jedem Cycle-Count auf Basis der Differenzen beider Bestandssysteme erneut errechnet.

Der Zielwert des CC^{SC} wird hingegen auf Basis des vorherigen RFID-Count-Ergebnisses (*Cycle-Count t-1*) unter Berücksichtigung sämtlicher darauffolgender RFID-Prozesse bis zum aktuellen Count (*Cycle-Count t*) berechnet. Hierbei wird der Fokus auf die interne Systemkonsistenz des RFID-Bestandssystems gelegt.

Auch für CC^{DA} und CC^{SC} sind während des produktiven Betriebs Fälle zu beobachten, bei denen trotz eines korrekt und vollständig durchgeführten Cycle-Count-Prozesses, bei dem alle physisch vorhandenen Item erfasst werden, eine Abweichung des jeweils verwendeten KPI von 100% zu beobachten ist (**Fall A**). Bei anderen Fällen verschleiert hingegen ein fehlerfreier KPI von 100%, dass der Cycle-Count nicht vollständig oder wenig sorgfältig durchgeführt wurde (**Fall B**). Abbildung 71 zeigt diese Fälle im bekannten Muster der bisher diskutierten In-Store-Prozesse.

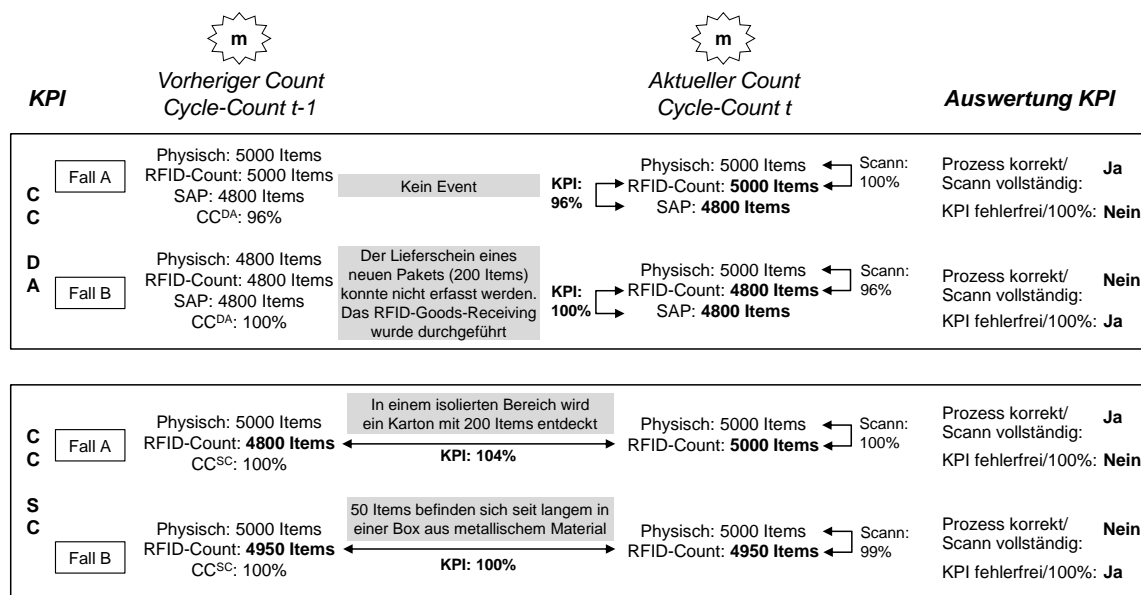


Abbildung 71: Auswertung alternativer KPI für den Cycle-Count

Fall A der CC^{DA} Beispiele zeigt die größte Schwäche dieses KPI. Besteht wie im dargestellten Fall zwischen dem SAP- und dem RFID-Bestand bereits seit dem vorherigen Cycle-Count eine Differenz von 4%, so wird auch bei einem darauffolgend perfekt durchgeführtem Count stets nur ein KPI von 96% angezeigt. Derartige „Altlasten“ lassen sich nur schwer aus dem CC^{DA} herausrechnen. Im **Fall B** erfolgt hingegen nach dem vorherigen Count eine Lieferung mit 200 Items. Der Lieferschein dieses Kartons kann jedoch aufgrund eines Fehlers nicht in SAP erfasst werden. Demzufolge werden die sich darin befindlichen Items auch nicht im SAP-Bestand aufgenommen. Da alle 200 Tags dieser Lieferung jedoch funktionieren, werden diese Items beim durchgeführten RFID-Goods-Receiving dem RFID-Bestand hinzugefügt. Beim darauffolgenden (aktuellen) Count werden die entsprechenden Waren allerdings nicht gescannt, weil der Karton durch den SAP-Erfassungsfehler nach dem Receiving isoliert wurde. Diese Konstellation verursacht trotz 4% nicht gescanntem Bestand keine Beeinträchtigung des CC^{DA} . Der

Grund hierfür ist, dass dieser nicht gescannte Bestand von 200 Items aufgrund des Lieferscheinfehlers nicht im SAP-Bestand, dem Zielwert des CC^{DA} , erwartet wird.

Bei einer Betrachtung von *Fall A* des CC^{SC} wird die Schwäche dieses KPI offenbart. Da der Zielwert des KPI auf Basis des vorherigen Cycle-Count berechnet wird, führen frühere, schlechte Count-Ergebnisse zu ungenauen Zielwerten. Wird wie in diesem Fall beim aktuellen Cycle-Count ein Karton entdeckt und gescannt, der offenbar über einen längeren Zeitraum beim Cycle-Count nicht erfasst wurde, so resultiert daraus ein CC^{SC} von über 100% (104%). In diesem Fall wurden mehr Items erfasst, als vom RFID-System berechnet und erwartet wurden. Der aktuelle Cycle-Count wurde zwar korrekt und genauer als der vorherige Count durchgeführt, dennoch meldet das System eine Abweichung von 4%. Im *Fall B* ist die Situation umgekehrt. Seit mehreren Wochen befinden sich 50 Artikel des Stock Room in einer Box aus metallischem Material. Diese Artikel wurden beim Cycle-Count dauerhaft nicht erfasst, da die Anweisungen aus Kapitel 5.4.4.2 (für eine maximale Erfassungsrate sind Artikel in Boxen zu bewegen oder herauszuholen) nicht sorgfältig befolgt wurden. Da die entsprechenden 50 Items jedoch aufgrund einer kontinuierlich fahrlässigen Durchführung bei früheren Counts ebenfalls nicht erfasst wurden, führt diese Tatsache zu keiner Abweichung beim berechneten CC^{SC} .

Die Komplexität beider Cycle-Count-KPI ist nicht so stark ausgeprägt wie bei den vorgestellten Berechnungsmethoden zur Effektivität der In-Store-Replenishment-Antenne. Dennoch sollten bei der Entscheidung für einen spezifischen Cycle-Count-KPI ebenfalls mehrere Aspekte beachtet werden:

- Während der CC^{DA} einmalige und erfahrungsgemäß häufig auftretende Fehler des SAP-Bestandssystems stets berücksichtigt, addieren sich diese nicht behobenen Differenzen im Zeitverlauf kontinuierlich, so dass sich eine Aussage über die tatsächliche Erfassungsrate des durchgeführten Cycle-Count schwierig gestaltet.
- Der CC^{SC} berücksichtigt hingegen ausschließlich die Daten des RFID-Bestandssystems. Die Gefahr dieses KPI ist demnach, dass ein schlecht durchgeführter Cycle-Count nicht nur den aktuellen CC^{SC} verschlechtert, sondern auch den Zielwert und damit die Aussagekraft des darauffolgenden Count.
- Ähnlich wie bei der Entscheidung zwischen den KPI für das Goods Receiving sollte auch beim Cycle-Count zunächst der CC^{DA} verwendet werden, um ein Gefühl für die Arbeitsweise beider Bestandssysteme in der Übergangsphase zu gewinnen. Liegt jedoch eine RFID-Vollintegration oder große Erfahrung bei den Mitarbeitern in Verbindung mit guten In-Store-KPI-Werten vor, so sollte auf eine RFID-Systemkonsistenz mit dem CC^{SC} gesetzt werden. Dieser KPI bietet langfristig eine höhere Aussagekraft für die Messung der Cycle-Count-Erfassungsrate und der Datenqualität.

Im vorliegenden Fall wurde in den ersten Phasen des Projekts der CC^{DA} verwendet und entsprechend den Empfehlungen dann auf den CC^{SC} gewechselt, als die Mitarbeiter mehr Erfahrungen mit der Technologie aufweisen konnten und die RFID-Prozesse trainiert und etabliert waren. Analog zum Goods Receiving sollte auch bei einer Überwachung des Cycle-Count im Zeitverlauf die Genauigkeit gewählt werden, welche statt der positiven und negativen Abweichungen von 100% die absolute Differenz zum erwünschten Zielwert berechnet.

6.4.5 Electronic Article Surveillance

6.4.5.1 Evaluierung

Die Evaluierung des EAS-Tests und der daraufhin durchgeführten Fehlerbehandlung gestaltet sich aufgrund des relativ einfachen Prozesses (vgl. Kapitel 5.4.5.1) und der geringeren Komplexität der betrachteten KPI einfacher als die bisher untersuchten Prozesse.

Die Effektivität des EAS-Prozesses und der vorgenommene Fehlerbehandlung wird mit der Funktionalität des EAS-Readers und gleichzeitig wenigen Diebstählen gleichgesetzt. Beide Aspekte können beispielsweise über die Gesamtanzahl an Alarmen (wenig Diebstähle) oder die Zuverlässigkeit der Alarme (Funktionalität) gemessen werden.

Grundsätzlich sind zwei unterschiedliche KPI denkbar, welche die Anzahl der Diebstähle oder die Funktionalität des EAS-Readers messen können:

- Der erste KPI betrachtet die absolute Anzahl an ausgelösten Alarmen (***Electronic Article Surveillance Total Triggered Alarms, EAS^{TTA}***) und kann für die Zeiträume von Tagen, Wochen oder Monaten berechnet werden. Dieser KPI bezieht sich auf die *Anzahl an (vermuteten) Diebstählen*.
- Der zweite KPI berechnet den Anteil an falschen Alarmen und tatsächlichen Diebstählen an der Gesamtanzahl an ausgelösten Alarmen (***Electronic Article Surveillance False or True Alarm, EAS^{FTA}***). Dieser KPI bezieht sich auf die *Funktionalität* des EAS-Readers.

Die Verwendung des EAS^{TTA} ist aufgrund der isolierten Betrachtung der Gesamtanzahl an ausgelösten Alarmen oberflächlich und lediglich ein Indikator für die Effektivität des EAS-Readers. Eine hohe Anzahl an Alarmen kann sowohl eine große Menge an falschen Alarmen als auch eine erhöhte Diebstahlquote indizieren. Nur wenn Erfahrungswerte bekannt sind, die prozentuale Diebstahlrate nachweislich konstant verläuft und möglicherweise neue und effektivere Diebstahlmethoden unberücksichtigt bleiben, weist eine Reduktion der ausgelösten Alarme auf weniger falsche Alarme und damit eine korrektere Funktionsweise des EAS-Readers hin.

Der EAS^{FTA} setzt an dieser beschriebenen Problematik an und klassifiziert jeden ausgelösten Alarm in einen falschen Alarm oder tatsächlichen Diebstahl. Dies wird ermöglicht, indem die RFID-Software jeden erzeugten Alarm mit Informationen über den Zeitpunkt und das auslösende Item versieht. Mit Hilfe dieser Daten und der Suchfunktion des RFID-Handhelds kann schließlich ein Mitarbeiter überprüfen, ob sich ein Alarm auslösendes Item noch im Eingangsbereich oder tatsächlich nicht mehr im Store befindet.

Aufgrund der begrenzten Projektdauer und der Komplexität der bereits diskutierten In-Store-Prozesse konnte nur verhältnismäßig wenig Zeit für die Fehlerbehandlung und Evaluierung des EAS-Prozesses verwendet werden. Im vorliegenden Fall war es demnach nicht möglich, intensive Untersuchungen bezüglich falscher und ordnungsgemäßer Alarme durchzuführen. Dennoch wurde der einfachere EAS^{TTA} zumindest für Store 10 errechnet. Bei diesem Store wurden die meisten Fehlerkorrekturmaßnahmen durchgeführt sowie der vorhandene Reader im Zuge der Fehlerkorrekturen zusätzlich durch eine intelligente Antenne ersetzt (vgl. Kapitel 5.4.5.2).

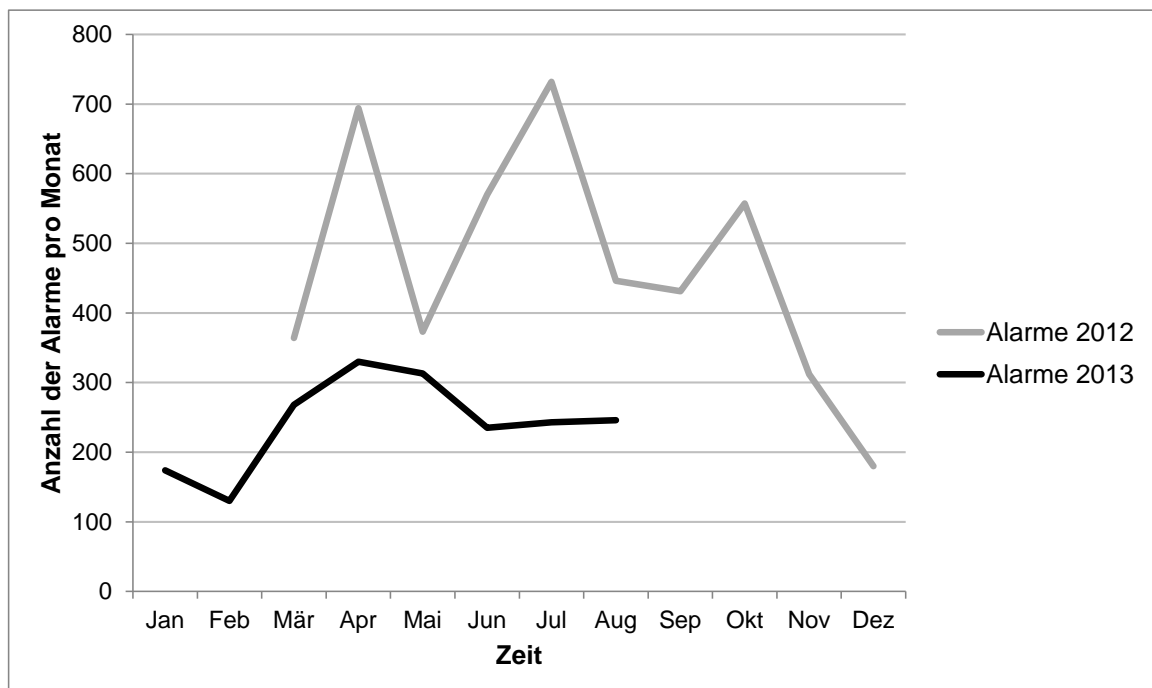


Abbildung 72: Anzahl der Alarme pro Monat für Store 10

Abbildung 72 zeigt den EAS^{TTA} im Zeitraum März 2012 bis August 2013. Aus dieser Grafik wird ersichtlich, dass die erfasste Anzahl an Alarmen im Zeitverlauf und vor allem im Zuge der Fehlerbehebungsmaßnahmen am Ende des Jahres 2012 signifikant abgenommen hat. Betrug der EAS^{TTA} in den ersten 9 Monaten noch 498 Alarme pro Monat (16,3 Alarme pro Tag), so verbessert sich dieser KPI in den zweiten beobachteten 9 Monaten auf durchschnittlich 235 Alarme pro Monat (7,7 Alarme pro Tag). Diese Werte bescheinigen eine Verbesserung des EAS^{TTA} (9 Monate) um insgesamt 52,7%.

Wie bereits erwähnt kann der EAS^{TTA} je nach gewählter Dimension differenziert berechnet werden. Tabelle 21 zeigt unterschiedliche Ausprägungen dieses KPI für beispielhaft gewählte Dimensionen von 9 Monaten (1 Beispiel), 3 Monaten (2 Beispiele) und Tagen (4 Beispiele). Die prozentuale Verbesserung kann dabei auf zwei verschiedene Möglichkeiten berechnet werden. Als Vergleichswert kann einerseits der jeweils unmittelbar vorherige Zeitraum gewählt werden (*Vorherige Periode, VP*) oder andererseits die jeweils entsprechende Periode des Vorjahrs (*Periode Vorjahr, PV*). In Tabelle 21 wird beispielhaft die vorherige Periode für den EAS^{TTA} (9 Monate, 9M) betrachtet. Für den EAS^{TTA} , der im ersten Fall *Quartale* und im zweiten Fall *Tage* verwendet, wird hingegen die Periode des Vorjahrs herangezogen.

TTA (Dimension)	Vorheriger EAS^{TTA}	Aktueller EAS^{TTA}	Verbesserung
EAS^{TTA} (9 Monate)	Mär 12 - Nov 12:	Dez 12 - Aug 12:	
- Vorherige Periode -	497,7	235,4	52,7%
EAS^{TTA} (Quartal, Q)	Q1 (Mär-Mai): 477,0	Q1 (Mär-Mai): 303,7	36,3%
- Periode Vorjahr -	Q2 (Jun-Aug): 582,7	Q2 (Jun-Aug): 241,3	58,6%
	10.04.2012: 18	10.04.2013: 9	50,0%
EAS^{TTA} (Tag)	11.04.2012: 10	11.04.2013: 8	20,0%
- Periode Vorjahr -	12.04.2012: 34	12.04.2013: 14	58,8%
	13.04.2012: 31	13.04.2013: 30	3,3%

Tabelle 21: Verschiedene beispielhafte Dimensionen zur Berechnung des EAS^{TTA} (Beispiel Store 10)

6.4.5.2 Überwachung

Um die Effektivität des EAS-Readers im Zeitverlauf überwachen zu können, werden in diesem Kapitel beide KPI hinsichtlich der Verlässlichkeit der jeweiligen Berechnung untersucht.

Die klassische Einteilung des EAS^{TTA} in *Fall A* und *Fall B* ist nicht möglich, da dieser KPI nur die reine Anzahl der ausgelösten Alarme betrachtet. Aufgrund dieser oberflächlichen und wenig komplexen Berechnung des EAS^{TTA} ist nur der Fall denkbar, dass ein ausgelöster Alarm kein tatsächlicher Diebstahl ist. Dies tritt beispielsweise dann ein, wenn das auslösende Item nicht entwendet sondern nur vom Personal oder Kunden im Store bewegt wird.

Der EAS^{FTA} geht hingegen mehr in die Tiefe, indem die ausgelösten Alarme als Basis verwendet werden und in tatsächliche Diebstähle oder falsche Alarme eingeteilt werden. Während diese Einteilung beim EAS^{TTA} nicht vorgesehen ist und nur vermutet werden kann, wird sie beim EAS^{FTA} durch Untersuchungen eines Mitarbeiters tatsächlich vorge-

nommen (*Deklaration*). Der KPI misst dementsprechend die Zuverlässigkeit des EAS-Readers. Er ist dann fehlerfrei, wenn jeder ausgelöste Alarm auch als tatsächlicher Diebstahl klassifiziert wurde. Ein als Fehlalarm klassifizierter Alarm bedeutet hingegen, dass der Reader Items gelesen hat, die nicht entwendet wurden. Der Alarm ist in diesem Fall ungeachtet eines präventiven Charakters nicht ordnungsgemäß ausgelöst worden, die Zuverlässigkeit des EAS-Readers damit eingeschränkt und der KPI folglich fehlerhaft. Insgesamt sind beim EAS^{FTA} zwei Fälle denkbar, die eine *Deklaration* aufgrund Ungeäuigkeiten bei den Untersuchungen als nicht korrekt offenbaren und die Verlässlichkeit des EAS^{FTA} dementsprechend beeinflussen. Abbildung 73 zeigt diese Fälle grafisch.

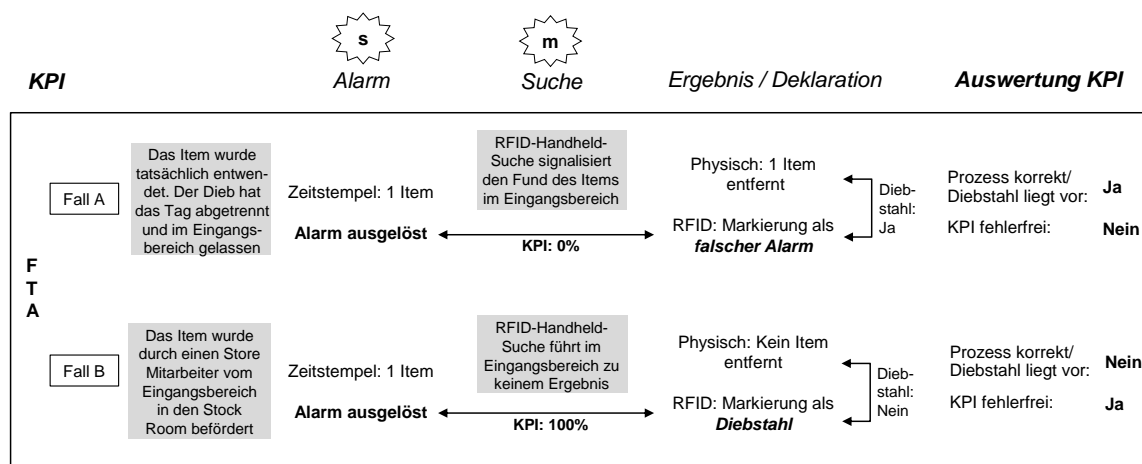


Abbildung 73: Auswertung des EAS^{FTA} für das EAS

In *Fall A* hat ein Diebstahl des alarmauslösenden Items stattgefunden. Der Dieb hat jedoch das Tag des Items abgetrennt und im Eingangsbereich platziert. Der EAS-beauftragte Mitarbeiter registriert den ausgelösten Alarm im RFID-Backend und verwendet das RFID-Handheld, um nach diesem Item zu suchen. Als der Eingangsbereich erreicht wird, signalisiert das RFID-Handheld, dass sich das zu untersuchende Tag im Lesebereich befindet. Der Mitarbeiter verlässt sich aufgrund Zeitmangels auf diese Information, ohne die physische Existenz des Items zu überprüfen. Die Deklaration dieses Ereignisses als *falscher Alarm* führt zu einem fehlerbehafteten KPI, da das System von einem zu unrecht ausgelösten Alarm ausgeht. Der KPI symbolisiert in diesem Fall einen fehlerhaft arbeitenden EAS-Reader, obwohl dieser einen tatsächlich stattgefundenen Alarm ordnungsgemäß registriert hat.

Im beispielhaften *Fall B* wird kein Diebstahl vorgenommen. Stattdessen entfernt ein Store-Mitarbeiter ein Item aufgrund optischer Erscheinungsmängel vom Eingangsbereich des Stores und befördert es in den Stock Room. Durch die Bewegung dieses Items in der Nähe des EAS-Readers wird versehentlich ein Alarm ausgelöst. Der EAS-beauftragte Mitarbeiter registriert wiederum den ausgelösten Alarm im RFID-Backend und verwendet erneut das RFID-Handheld, um nach dem entsprechenden Item zu suchen. Da nur der Eingangsbereich untersucht wird und sich das Item dort physisch nicht mehr befindet,

wird von einem *Diebstahl* ausgegangen und dieser Alarm als solcher klassifiziert. Der KPI ist dann fehlerfrei und beträgt 100%. Die Deklaration ist aufgrund der beschriebenen Situation jedoch nicht korrekt. Da kein Diebstahl vorliegt, signalisiert ein fehlerfreier KPI fälschlicherweise, dass der EAS-Reader zuverlässig arbeitet.

Die Entscheidungshilfen für die Wahl eines geeigneten KPI für die Überprüfung der effektiven Funktionsweise des EAS-Readers sind eindeutig:

- Die beiden vorgestellten KPI berechnen die Genauigkeit des EAS-Readers basierend auf einem unterschiedlichen Detail-Level. Während der EAS^{TTA} nur oberflächlich analysiert, verdichtet der EAS^{FTA} Informationen, um einen differenzierten KPI zu gewährleisten.
- Sind in einem Store Ressourcen und Kapazitäten vorhanden, um die Analysen und Deklarationen der ausgelösten Alarme vorzunehmen, so sollte der EAS^{FTA} aufgrund seiner höheren Aussagekraft verwendet werden. Auch ist eine Kombination beider KPI denkbar, um sowohl die absolute Anzahl an Alarmen (EAS^{TTA}) als auch die Funktionalität des EAS-Readers (EAS^{FTA}) gleichzeitig zu evaluieren.

Sollte der EAS^{TTA} zur Überwachung des EAS gewählt werden, da wie im vorliegenden Fall ein Mangel an Zeit und Mitarbeitern vorliegt, so ist darüber hinaus auf die Wahl eines geeigneten Betrachtungszeitraums zu achten (vgl. Tabelle 21).

6.5 Entwicklung der Differenzen auf dem Makro-Level

Entsprechend Kapitel 6.2.2 erfolgt die Überprüfung der durchgeführten Fehlerbehandlung sowohl auf dem Mikro-Level als auch auf dem Makro-Level. Zunächst wurden in den vorherigen Abschnitten KPI für alle relevanten und betrachteten In-Store-Prozesse definiert. Die Entwicklung dieser KPI wurde über einen Zeitraum hinweg beobachtet. Indem diese Zeiträume entsprechende Perioden sowohl vor als auch nach der durchgeführten Fehlerbehandlung beinhalten, kann die Entwicklung der Datenqualität sämtlicher RFID-Informationen beurteilt werden. Diese Beurteilung erfolgt für jeden Prozess separat und damit wie beschrieben auf dem Mikro-Level.

Bisher wurde noch nicht auf eine Beurteilung basierend auf dem Makro-Level eingegangen. Alle absolute Differenzen zwischen den Bestandssystemen SAP und RFID werden entsprechend den bisherigen Beschreibungen täglich aggregiert und sind in den Exception Reports einsehbar. Kapitel 6.2.2 begründet weiterhin, dass eine Abnahme dieser Gesamtdifferenzen mit einer Erhöhung der Datenqualität gleichgesetzt werden kann. Dementsprechend ist die Entwicklung der absoluten Gesamtdifferenzen aller Stores ein weiteres Merkmal zur Beurteilung der RFID-Datenqualität im Zuge der durchgeführten Fehlerbehandlung.

Abbildung 74 zeigt grafisch die Entwicklung der absoluten Differenzen aller Stores im Zeitverlauf. Auf der horizontalen Achse ist der betrachtete Zeitraum von Mai bis Oktober 2012 zu sehen. Die Anwendung der Fehlerverbesserung und der damit verbundenen Maßnahmen wurde in der dargestellten Zeitspanne bzw. hauptsächlich zwischen August und Oktober 2012 durchgeführt. Auf der vertikalen Achse ist die Anzahl der absoluten Differenzen aller Stores abgebildet. Im betrachteten Zeitraum schwanken die Gesamtdifferenzen zwischen dem absolut niedrigsten Wert von 2456 (*Min*, 31. August 2012) und den absolut höchsten Wert von 20841 (*Max*, 28. Juli 2012). Die Grafik zeigt, dass sich die Gesamtdifferenzen zunächst ungefähr zwischen 5000 und 14000 bewegen. Nach dem *Start der Fehlerbehebung* und dem damit verbundenen *Training der Mitarbeiter* ist ein signifikanter Rückgang der Gesamtdifferenzen auf eine Spanne zwischen ungefähr 2500 und 4000 zu beobachten. Die *Trendlinie* bestätigt den entsprechenden Verlauf.

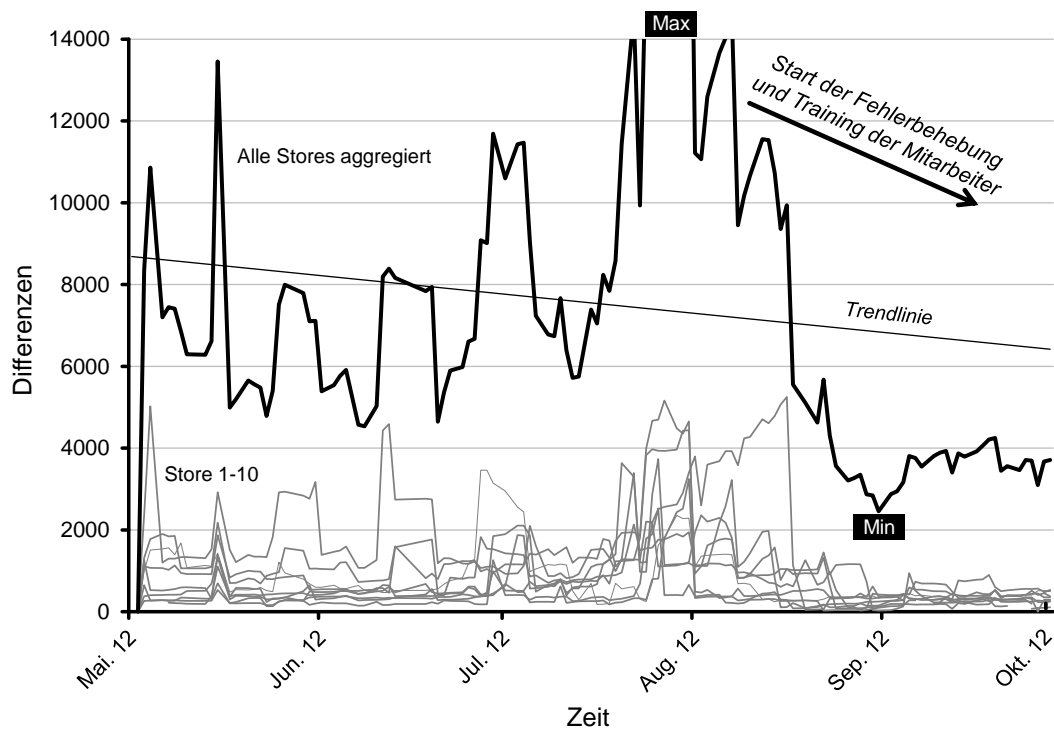


Abbildung 74: Entwicklung der Differenzen auf dem Makro-Level

Die Verminderung der Gesamtdifferenzen aus Abbildung 74 bestätigt die verbesserte RFID-Datenqualität auf dem Makro-Level. Dabei kann der positive Verlauf durch zwei Aspekte erklärt werden:

- Durch die Fehlerbehebung in Form von Maßnahmen, Tests oder Justierung der Hardware wurden viele RFID-Bestände korrigiert. Als Beispiel ist der Cycle-Count zu nennen. Insgesamt lag eine hohe Anzahl an negativen Differenzen vor, die durch unsauberes Scannen mit dem mobilen RFID-Handheld entstanden. Viele Tags, die beispielsweise auf Metall auflagen oder sich gegenseitig verdeckten, wurden nicht gescannt. Im Zuge dessen wurde zwar nicht der SAP-Bestand, je-

doch der RFID-Bestand fälschlicherweise vermindert (vgl. Kapitel 5.2.1). Indem nun ein sorgfältigerer Scan durch die in Kapitel 5.4.4.2 beschriebenen Verhaltensregeln durchgeführt und kontinuierlich beibehalten wurde, wurden im Vergleich zu den vorherigen Cycle-Counts mehr Artikel erfasst. Die erhöhte Erfassungsrates führte zur Korrektur von vielen negativen Differenzen und damit zu einer Reduktion der Anzahl an Gesamtdifferenzen. Analog ist eine RFID-Bestandskorrektur bei anderen RFID-In-Store-Prozessen erfolgt.

- Das Training der Store-Mitarbeiter beinhaltete eine Schulung hinsichtlich eines fehlervermeidenden Verhaltens sowie einer korrekten Durchführung der RFID-In-Store-Prozesse. Weiterhin wurden sowohl das Verständnis für die RFID-Technik geschärft als auch die technischen Zusammenhänge erklärt (vgl. Kapitel 7.3.3). Durch die vermittelten Kenntnisse wurde das Prozessverhalten dahingehend verbessert, dass negative oder positive Differenzen (verursacht durch menschliche Fehler) reduziert und zu einem gewissen Grad zukünftig vermieden wurden.

Ferner ist als Ausnahme die Fehlerbehebung des In-Store-Replenishment-Prozesses zu nennen. Diese wurde entsprechend Kapitel 6.4.2.1 erst nach Oktober 2012 durchgeführt. Der Reader in der Transition zwischen Stock Room und Sales Floor ordnet Items jedoch ausschließlich diesen beiden Locations zu. Er entfernt keine Items aus dem Bestand oder fügt diesem Items hinzu. Demzufolge können durch den In-Store-Replenishment-Prozess keine Differenzen zwischen SAP und RFID erzeugt werden. Dies erscheint logisch, da der auf einem RFID-Reader basierte In-Store-Replenishment-Prozess bei einem klassischen SAP-Bestandssystem nicht vorgesehen ist. Folglich haben sämtliche In-Store-Replenishment-Maßnahmen keine Auswirkung auf den Verlauf aus Abbildung 74. Die Effektivität dieser Fehlerbehandlung kann im vorliegenden Fall nur über alternative, ausschließlich auf RFID basierende Kennzahlen des Mikro-Levels nachgewiesen werden (vgl. Kapitel 6.4.2.1).

7 Spezifisches Lernen

7.1 Übersicht

Nachdem in Kapitel 6 die Wirksamkeit sämtlicher Fehlerbehandlungsmaßnahmen nachgewiesen sowie auf die Überwachung der Datenqualität eingegangen wurde, beschäftigt sich Kapitel 7 mit der spezifischen Lernphase. Laut Definition der Aktionsforschung wird hierbei das vorherige Vorgehen kritisch reflektiert und daraus resultierendes Wissen als Basis für weitere Iterationen oder Phasen verwendet (DeLuca und Kok 2007, Lau 1997). Das Ziel der spezifischen Lernphase dieser Dissertation ist vor allem die Dokumentation, Strukturierung und Aufbereitung aller während der Projektkooperation gewonnenen Erkenntnisse, um sie in vergleichbaren Szenarien gewinnbringend einsetzen zu können. Kapitel 7 geht für diese Ziele in folgenden Schritten vor:

- In Kapitel 7.2 werden zunächst sämtliche Ergebnisse der Untersuchungen, Tests und Maßnahmen zusammengefasst. Hierbei wird gleichzeitig auf eine Beschreibung mehrerer Aktionsforschungszyklen und die damit verbundene Transformation von Aktionsplänen und Projektzielen eingegangen.
- Kapitel 7.3 strukturiert die im Projektverlauf gewonnenen Erkenntnisse. Durch eine spezielle thematische Gliederung der einzelnen Punkte werden vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements abgeleitet und beschrieben. Diese Regeln können von Praktikern in ähnlichen Problemsituationen angewendet werden, um die gleichen Erfolge wie in der hier begleiteten Projektkooperation zu erzielen.
- Um neben der Unterstützung von Praktikern gleichzeitig die Anwendung der Forschungsmethode zu validieren, beschäftigt sich Kapitel 7.4 mit unterschiedlichen Validierungsansätzen. Hierzu werden zuerst Vorschläge mehrerer Autoren gesammelt, beschrieben und gegeneinander abgegrenzt. Im Anschluss daran werden geeignete Ansätze für die vorliegende Forschungsarbeit begründet ausgewählt und auf die durchgeführte Aktionsforschung angewandt.

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Transformation der Projektziele

Ein wesentliches Merkmal der Aktionsforschung ist die kontinuierliche Anpassung der initialen Idee und der geplanten Schritte auf Basis der Ergebnisse einzelner Zyklen (vgl. Kapitel 2.2). Wie in Kapitel 4.3.4 beschrieben, basierte der ursprüngliche Projektplan auf Annahmen und groben Zielen, die zu Beginn des Projekts bestanden. Abbildung 75 zeigt links die ursprünglich geplanten Phasen des Projektplans in chronologischer Reihenfolge (vgl. Kapitel 4.3.4).

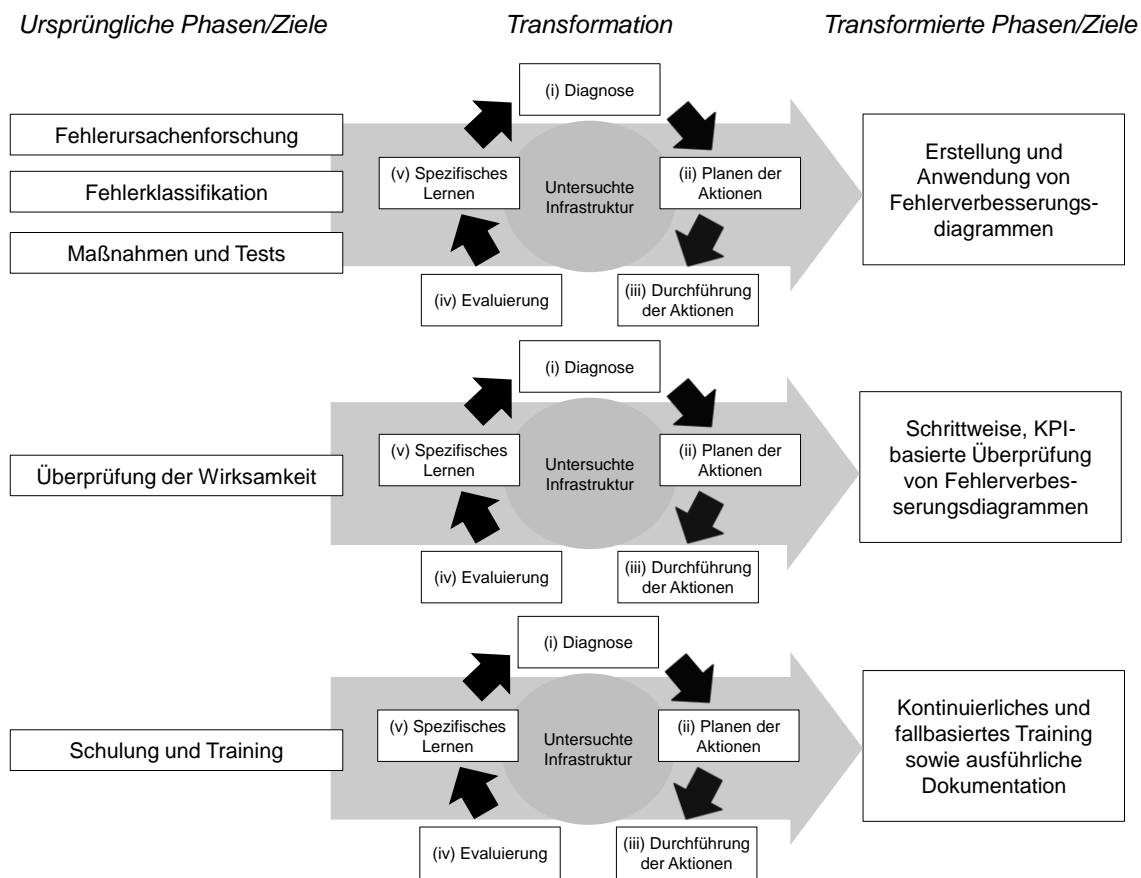


Abbildung 75: Transformation der ursprünglichen Ziele durch kanonische Aktionsforschung

Weiterhin ist in Abbildung 75 zu sehen, wie die geplanten Phasen durch die Anwendung der kanonischen Aktionsforschung zu neuen Ansätzen transformiert wurden. Dieser Prozess bestand aus dem Durchlaufen mehrerer Zyklen bzw. den dazu gehörigen Erfahrungen, Evaluations- und Lernphasen. Die transformierten Phasen repräsentieren gleichzeitig eine durchdachtere und detailliertere Zielbeschreibung, um die initialen Ziele des Projektplans möglichst vollständig zu erreichen.

Die ersten drei Phasen Fehlerursachenforschung, Fehlerklassifikation sowie Maßnahmen und Tests wurden in das neue Ziel der *Erstellung und Anwendung von Fehlerverbesserungsdiagrammen* transformiert (vgl. Kapitel 5.3.1). Durch die anfängliche Ursachenfor-

schung wurde eine Vielzahl an Fehlerquellen identifiziert, die schließlich in menschlich und technisch verursachte Fehler eingeordnet wurden. Es erwies sich als übersichtlich und effektiv, diese Fehler in Verbindung mit erstellten Tests und vorgeschlagenen Maßnahmen in Form von Fehlerbehandlungsdiagrammen zu visualisieren. Diese Diagramme bieten ein strukturiertes Vorgehen nach dem Ausschlussprinzip, was sich als geeignet für eine selbstständige Anwendung durch die praktischen Mitarbeiter herausstellte.

Die Phase der Schulung und des Trainings war zu Beginn ebenfalls nur prinzipiell geplant. Die konkrete Spezifizierung und Ausgestaltung erfolgte erst nach mehreren Schulungsversuchen, Gesprächen und Diskussionen mit den betroffenen Personen. Die Resultate aus den Lernzyklen setzen sich aus zwei Kernpunkten zusammen:

- Das RFID-Training des betroffenen Personals sollte *kontinuierlich* und *fallbasiert* erfolgen (vgl. Kapitel 7.3.3.1).
- Zur Unterstützung des Trainings und des nachhaltigen Lernens sollten alle trainierten Prozesse *fallbasiert dokumentiert* werden (vgl. Kapitel 7.3.3.2).

Zur Veranschaulichung eines ausführlichen Transformationsprozesses wird die Transformation der Projektphase *Überprüfung der Wirksamkeit* in eine *schrittweise und KPI-basierte Überprüfung der Fehlerverbesserungsdiagramme* im nächsten Abschnitt behandelt.

7.2.2 Detaillierte Darstellung der Aktionsforschungszyklen

Dieser Abschnitt beschreibt die Transformation eines ursprünglichen Ziels zu einem detaillierten, angepassten Ziel. Abbildung 76 zeigt am Beispiel des Goods-Receiving-Prozesses, wie die initiale Idee einer *Überprüfung der Wirksamkeit* des hierzu erstellten Fehlerbehandlungsdiagramms transformiert wird. Dieser Vorgang erfolgt durch das mehrmalige Durchlaufen der fünf Aktionsforschungsphasen. Insgesamt werden sieben Zyklen beschrieben, auf deren Basis sich die initiale Idee in die detailliertere Vorgehensweise einer *schrittweisen, KPI-basierten Überprüfung von Fehlerverbesserungsdiagrammen sowie Etablierung der KPI und Verbesserung der Organisation* entwickelt.

Die Diagnosephase jedes Zyklus definiert die – gegebenenfalls angepasste – *initiale Idee* und ist in Abbildung 76 als Ausgangspunkt jedes Zyklus dargestellt. Ebenfalls wird der *Aktionsplan* gezeigt, der während jeder Planungsphase entsteht und sich im Zuge der weiteren Zyklen dynamisch anpasst. Die Phase der Durchführung wird ersichtlich, indem im Aktionsplan jeweils ein Ausrufezeichen nach einem Arbeitsschritt dessen Durchführung im aktuellen Zyklus symbolisiert. Ein Haken symbolisiert hingegen, dass der entsprechende Schritt in vorherigen Zyklen erfolgreich abgeschlossen wurde.

Weiterhin sind in Abbildung 76 die Erkenntnisse der jeweiligen *Evaluierungsphasen und spezifischen Lernphasen* zusammengefasst. Entscheidend ist, dass basierend auf diesen Erkenntnissen sowohl die initiale Idee als auch die geplanten Schritte des nachfolgenden Zyklus angepasst werden. Die Anpassung des Aktionsplans ist dabei in mehreren Varianten denkbar. Insgesamt können neue Schritte geplant, Reihenfolgen von Schritten geändert sowie geplante Schritte modifiziert oder gestrichen werden.

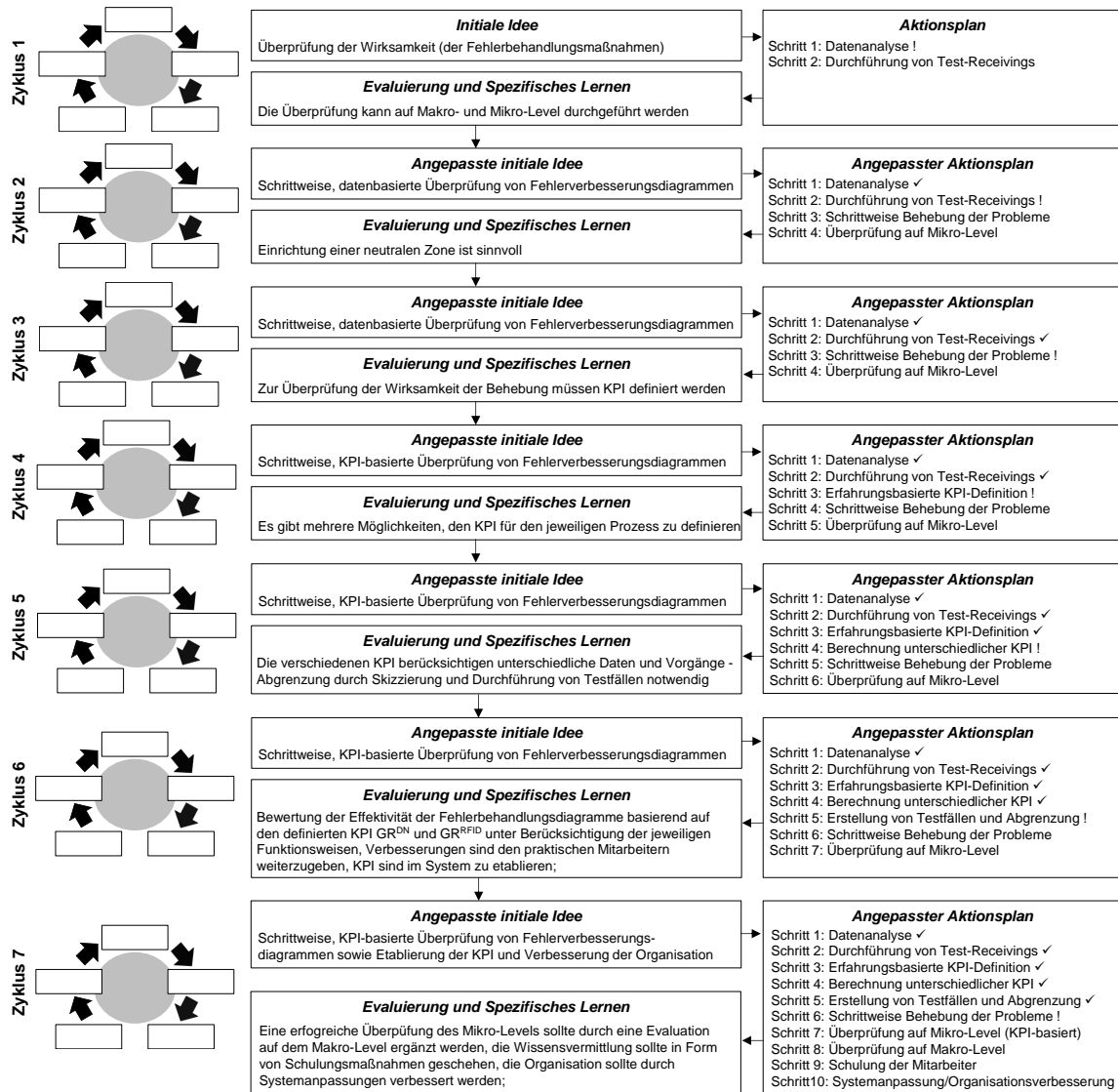


Abbildung 76: Vollständige Aktionsforschungszyklen zur Überprüfung des Goods Receiving

Die sieben Zyklen aus Abbildung 76 zeigen neben der Anpassung des ursprünglichen Projektphasenziels vor allem die Dynamik des Aktionsplans. Dieser wird von ursprünglich zwei geplanten Schritten auf insgesamt zehn Teilschritte erweitert. Gleichzeitig werden die einzelnen Schritte durch den Einfluss der Erkenntnisse modifiziert und differenzierter geplant. So entsteht beispielsweise der Schritt zur *Berechnung unterschiedlicher KPI* durch die Erkenntnis, dass verschiedene Szenarien jeweils unterschiedliche Systemdaten verwenden und daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. So sind mehrere KPI denkbar, die jeweils durch spezifische Vorteile und Nachteile gekennzeichnet sind

(vgl. *Zyklus 4* und *Zyklus 5*). Die Abarbeitung einzelner Schritte des Aktionsplans bzw. die Resultate der Zyklen sind in Kapitel 5 und Kapitel 6 ersichtlich.

7.2.3 Erzielte Verbesserung der Datenqualität

Die Effektivität sämtlicher Fehlerbehandlungsmechanismen wurde mit der Hilfe von definierten, prozessspezifischen KPI überprüft. Tabelle 22 gibt eine zusammenfassende Übersicht, welche prozentualen Verbesserungen in den einzelnen In-Store-Prozessen erzielt werden konnten. Weiterhin sind die zugehörigen Messgrundlagen und die betrachtete Menge an Stores bei der Berechnung ersichtlich. Obwohl bei manchen Prozessen der Umfang an betrachteten und ausgewerteten Stores begrenzt ist, sind die Ergebnisse aller KPI-Berechnungen als repräsentativ zu betrachten.

Prozess	Messgrundlage	Verbesserung der Datenqualität	Betrachteter Umfang
Goods Receiving	KPI GR^{DN}	+ 19,3%	Mittelwert aller Stores
In-Store Replenishment	KPI ISR^{CCA} KPI ISR^{MBS}	+ 25,1% + 3,6%	Mittelwert aus 5 Stores
Checkout	Fehler bei Verkäufen des laufenden Betriebs	Keine gemeldeten Fehler nach Fehlerverbesserung	Absolute Fehleranzahl aller Stores
Cycle-Count	Vergleich Physischer Count (PHC) und RFID-Count	Qualität RFID-Count (98,78%) vergleichbar mit PHC (98,83%)	Mittelwert aus 9 Stores
Electronic Article Surveillance	KPI $EAS^{TTA} (9M - PV)$ KPI $EAS^{TTA} (Q - VP)$	+ 52,7% + 47,4%	Ein Store

Tabelle 22: Verbesserung der Datenqualität sämtlicher RFID-In-Store-Prozesse

Die Datenqualität entspricht der Ausprägung des jeweiligen Messwerts. Die Ergebnisse zeigen, dass die Datenqualität in den Prozessen *Goods Receiving*, *In-Store Replenishment* und *Electronic Article Surveillance* je nach verwendetem KPI zwischen 3,6% und 52,7% verbessert werden konnte. Beim Prozess *Checkout* wird die Datenqualität anhand gemeldeter Fehler gemessen. Die Definition und Überwachung eines KPI ist demzufolge unnötig (vgl. Kapitel 6.4.3.1). Da bei diesem Prozess nach sämtlichen durchgeführten Maßnahmen keine Fehler mehr gemeldet wurden, wird von einer Datenqualität von 100% ausgegangen (vgl. Kapitel 6.4.3.2).

Ein anderer Ansatz wurde beim *Cycle-Count* verfolgt. Hier galt es zu beweisen, dass die Datenqualität eines sorgfältig durchgeführten RFID-Cycle-Count mit der einer physisch durchgeführten Inventur vergleichbar ist. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Fehlerraten beider analysierter Count-Typen mit 1,22% bzw. 1,17% nahezu entsprechen. Werden

alle in Kapitel 5.4.4.2 beschriebenen Scannanweisungen eingehalten, so ist von einer Datenqualität von durchschnittlich 98,8% auszugehen. In diesem Fall sind die resultierenden Gesamtwarenbestände eines RFID-Cycle-Count verlässlich.

7.2.4 Zukünftige Entwicklung von Differenzen

Die Gesamtdifferenzen zwischen dem RFID- und dem SAP-System sind eine zentrale Größe, auf deren Basis unterschiedliche KPI errechnet werden können sowie die Effektivität der Fehlerbehebung auf dem Makro-Level zu beurteilen ist. Deshalb ist auf die zukünftige Entwicklung dieser Differenzen und mögliche Schwierigkeiten einzugehen.

Tabelle 23 zeigt einerseits den *durchschnittlichen Gesamtwarenbestand* beispielhaft für die Monate September (2012), November (2012), Januar (2013) und März (2013). Weiterhin wird in der zweiten Zeile die maximale Anzahl an unterschiedlichen Artikeln aufgeführt, die Bestandteil des Exception Reports sind. Da der Dezember aufgrund hoher Warenschwankungen durch das Weihnachtsgeschäft ausgeschlossen ist, wird einerseits der Zeitraum September bis November (2012) und andererseits Januar bis März (2013) betrachtet. Hierbei ist nicht die absolute Differenzanzahl entscheidend, sondern die *Artikeldiversität*. Befinden sich im Exception Report zum Beispiel drei unterschiedliche Arten von Shirts mit jeweils 4, 6 und 10 negativen Differenzen, so wären die absoluten Differenzen dieses Reports 20 ($4+6+10$). Die betroffene Artikelanzahl bzw. Artikeldiversität wäre hingegen 3, da nur drei unterschiedliche Artikel Bestandteil des Reports sind.

Aspekt	Sep (2012)	Nov (2012)	Jan (2013)	Mär (2013)
Durchschnittlicher Gesamtwarenbestand aller Stores	73000	118000	120000	114000
	Mittelwert: 95500		Mittelwert: 117000 (+ 22,5%)	
Betroffene Artikel der Exception Reports (<i>Artikeldiversität</i>)	1566		2189 (+ 39,8%)	

Tabelle 23: Entwicklung des Bestands und der betroffenen Artikel der Exception Reports

Insgesamt sind in Tabelle 23 zwei entscheidende Trends erkennbar. Der erste beobachtbare Trend ist die zunehmende Artikelanzahl aller Stores, die sich von September 2012 bis März 2013 durchschnittlich um über 50% erhöht hat (Erhöhung der Mittelwerte um 22,6%). Die Vermutung liegt nahe, dass der vergrößerte Bestand mit einer erhöhten Anzahl an potentiellen Gesamtdifferenzen einhergeht. Der zweite beobachtbare Trend bestätigt diese Vermutung, da sich die Anzahl betroffener Artikel der Exception Reports ebenfalls um nahezu 40% erhöht hat. Demnach sind in allen Exception Reports zwischen September und November 2012 nicht mehr als 1566 verschiedene Artikel aufgetaucht, wohingegen im Zeitraum zwischen Januar und März 2013 bis zu 2189 verschiedene Artikel Bestandteil der Reports waren. Dadurch wird deutlich, dass sich durch die gesteigerten

Artikelanzahlen ebenfalls die Anzahl an Artikelarten erhöht, die potentiell Differenzen zwischen beiden Bestandssystemen verursachen.

7.3 Vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements

7.3.1 Zusammenspiel der Regeln

Erste Ansätze bei der Formulierung von Regeln und Erfolgsfaktoren einer RFID-Einführung haben Gross und Thiesse (2005) unternommen. Die Autoren beziehen sich jedoch hauptsächlich auf Rollen, Abläufe und zu berücksichtigende Faktoren vor der RFID-Implementierung. Als kritische Erfolgsfaktoren werden Projektförderung, Stakeholder-Management, Training und Kommunikation gesehen.

In diesem Kapitel werden alle während der Projektkooperation gesammelten Erfahrungen sowie Ergebnisse der zyklischen Abarbeitungsphasen zusammengetragen. Dabei werden entscheidende Erfolgsfaktoren veranschaulicht und mit praktischen Beispielen versehen. Alle Resultate werden so strukturiert, dass sich daraus vier erforderliche Regeln für ein effektives und erfolgreiches RFID-Systemmanagement ableiten lassen. Die Regeln betreffen die *Ressourcen* eines RFID-Projekts, die unmittelbar *betroffenen Personen* bzw. das unmittelbar prozessausführende Personal sowie die von der RFID-Infrastruktur erzeugten *Daten*.

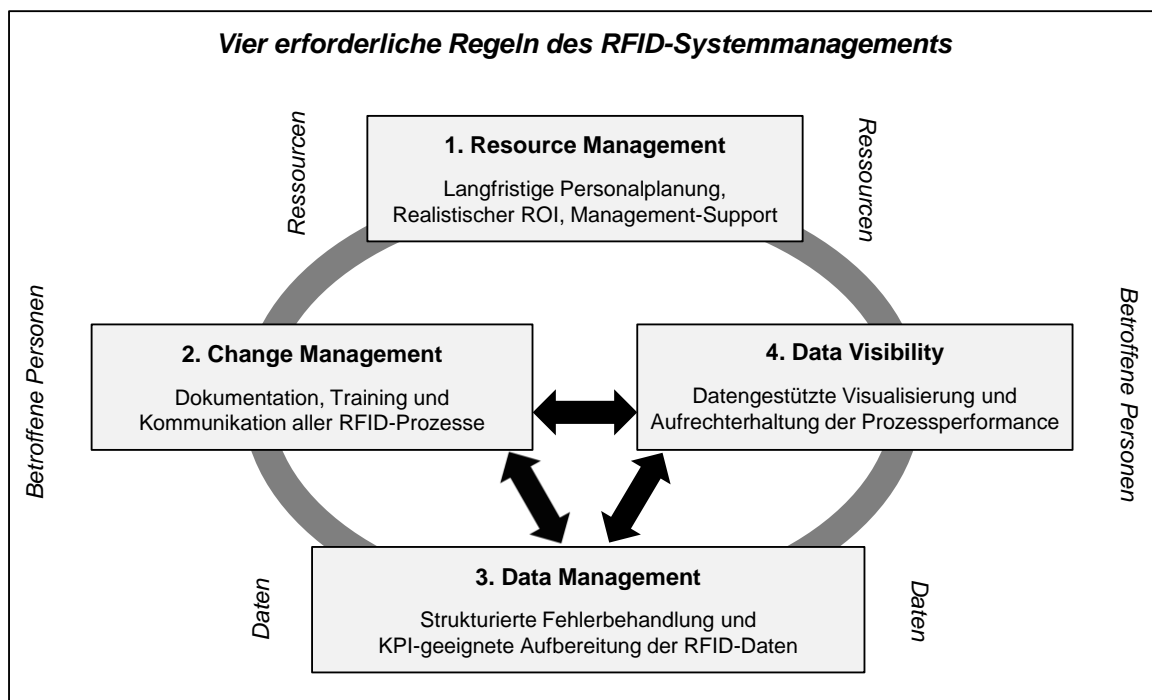


Abbildung 77: Vier erforderliche Regeln des RFID-Systemmanagements

Alle Regeln stehen in ständiger Wechselwirkung miteinander. Sie sind demzufolge voneinander abhängig und müssen für ein erfolgreiches RFID-Systemmanagement dauer-

haft, vollständig und im Einklang erfüllt werden. Abbildung 77 zeigt alle Regeln und die beschriebenen Zusammenhänge.

Die vier als erfolgskritisch gesehenen und abgebildeten Regeln (i) *Resource Management*, (ii) *Change Management*, (iii) *Data Management* und (iv) *Data Visibility* werden in den folgenden Abschnitten ausführlich behandelt. Sind die Ressourcen für ein RFID-Implementierungsprojekt zu Beginn langfristig gesichert, so beeinflussen sich vor allem Regel (ii), (iii) und (iv) kontinuierlich gegenseitig und sind vom Erfolg der jeweilig anderen Regel abhängig.

7.3.2 Regel 1 – Resource Management

7.3.2.1 Langfristige Personalplanung

Neue Mitarbeiter eines RFID-Projekts sowie neue prozessausführende Personen eines Stores müssen eingearbeitet bzw. intensiv trainiert werden. So müssen bisher festgelegte Ziele, Vorgehensmodelle, Prozesse, Methoden oder Verhaltensweisen transferiert werden. Der gesamte Wissenstransfer ist äußerst zeitaufwändig. Verbunden mit dem Erfahrungsverlust beim Ausscheiden eines Mitarbeiters sollte ein Personalwechsel prinzipiell vermieden werden. Es gilt daher auch insbesondere bei RFID-Projekten, das zuständige Personal langfristig zu planen.

7.3.2.2 Realistischer Return on Investment

Die Berechnung eines realistischen ROI bezieht sich wie die langfristige Personalplanung hauptsächlich auf die Phase vor einer RFID-Implementierung. Im vorliegenden Kooperationsprojekt konnte beobachtet werden, dass der ROI bedeutend unterschätzt bzw. als zu früh berechnet wurde. So ist bei der initialen Berechnung davon ausgegangen worden, dass sich das gesamte RFID-Implementierungsprojekt nach 8 Monaten amortisiert hat. Eine derartig optimistische Rechnung ist utopisch und unter realistischen Bedingungen kaum zu erreichen. Basierend auf den gesammelten Erfahrungen sind folgende Aspekte zu nennen, die zur unrealistischen ROI-Berechnung führen:

- Unausgereifte Kalkulationstools, die den ROI zu oberflächlich berechnen,
- starre und nicht dynamische Berechnungen, die sich geänderten Rahmenbedingungen (z. B. Verzug, Preisänderung oder Auslastung) nicht anpassen,
- die isolierte Betrachtungsweise einzelner logistischer Prozesse oder Stores,
- die ausschließliche Betrachtung monetärer Aspekte wie Investitionen, Anschaffungskosten oder Umsätze sowie

- die Unterschätzung des Training- und Schulungsaufwands, der sich als zeit- und kostenintensiv erweist und gleichzeitig einen großen Teil an meist knappen personellen Ressourcen in Anspruch nimmt.

Werden diese Punkte beachtet, können deutlich bessere und realistischere Prognosen erzeugt werden. Darüber hinaus sollte aufgrund der Komplexität einer realistischen ROI-Berechnung auf erfahrene RFID-Projektmitarbeiter oder referenzgestützte Beratungsgesellschaften zurückgegriffen werden.

7.3.2.3 Management-Support

Für ein erfolgreiches RFID-Implementierungsprojekt ist die dauerhafte Unterstützung durch das interne Management und durch das Management externer Partner entscheidend. Nur auf diese Weise wird das RFID-Projekt kontinuierlich gefördert, abteilungsübergreifend anerkannt, mit ausreichender Priorität verfolgt und dementsprechend mit notwendigen finanziellen und personellen Mitteln ausgestattet (Gross und Thiesse 2005).

Die Frage bleibt, auf welche Weise die Unterstützung des internen Managements gewonnen werden kann. Hierzu zeigt dieses Kapitel einen während der Kooperation verfolgten Ansatz. Es hat sich als wirksam erwiesen, den Mehrwert durch RFID *greifbar* zu gestalten. Allerdings lassen sich viele Vorteile durch RFID nur schwer in *für das Management greifbaren* und damit *umsatzrelevanten Zahlen* formulieren. So führt beispielsweise die Beschleunigung des Checkout-Prozesses zu merklich kürzeren Wartezeiten für den Kunden. Die sich dadurch erhoffte Erhöhung der Kundenzufriedenheit lässt sich aufgrund des qualitativen Charakters dieser Kennzahl jedoch nur schwer messen (vgl. Kapitel 3.3.4).

Als weiteres Beispiel ist der Goods-Receiving-Prozess zu nennen. Infolge einer schnelleren Erfassung der angelieferten Artikel wird argumentiert, dass sich die zuständigen Mitarbeiter schneller wieder der Kundenberatung widmen können. Dadurch wird eine wiederum problematisch messbare Steigerung der Servicequalität und der Kundenzufriedenheit prognostiziert, die sich erneut nur schwer in Umsatz messen lässt. Auch wird davon ausgegangen, dass durch die Artikelerfassung auf Item-Ebene eine höhere Datenqualität erreicht wird, was die Bestandsungenauigkeiten reduziert und sich auf Aspekte wie Umsatz und Kundenzufriedenheit auswirkt (vgl. Kapitel 3.3.1).

In den meisten Fällen wird durch den RFID-Einsatz eine hohe Zeitersparnis errechnet und durch Analysen der In-Store-Prozesse auch nachgewiesen. So wurde im vorliegenden Projekt beispielsweise der traditionelle Replenishment-Prozess mit dem RFID-Replenishment-Prozess verglichen. Durch die Suchunterstützung des mobilen Handhelds wurde eine Zeitersparnis von mehr als 50% festgestellt. Eine solche Zeitersparnis wird dann zum Beispiel bei der Berechnung von Business Cases unter Zuhilfenahme des Stundenlohns in eine Kosteneinsparung umgerechnet.

Die beschriebenen Methoden helfen, den Mehrwert von RFID transparenter zu gestalten. Insgesamt wird durch die bekannten Zusammenhänge in der Literatur oder die Kategorisierung von Thiesse et al. (2009) zwar eine positive Auswirkung der automatisierenden, informatorischen oder transformierenden Effekte von RFID-Prozessen auf den Umsatz vermutet. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Zeitersparnis (bzw. Kostenersparnis durch Zeiteinsparung) und Umsatz ist jedoch nicht zweifelsfrei nachzuweisen und wurde bisher nicht erbracht. Soll allerdings das interne Management von den positiven Effekten einer implementierten RFID-Infrastruktur überzeugt werden, so zeigt die Projekterfahrung, dass ein monetärer Nachweis von direkten Umsatzeffekten unabdingbar ist.

Um diesen benötigten Nachweis zu erbringen, wurde während des Projekts ein Ansatz verfolgt, den Mehrwert von RFID prozentual am Umsatz zu messen. Während einer dreiwöchigen Testphase wurden Differenzbestände durch physische Untersuchungen in den einzelnen Stores korrigiert und die Auswirkungen dieser Effekte auf die Verkäufe berechnet. Hierzu wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Zunächst wurden die Exception Reports nach Critical-Zero-Differenzen jedes Stores sortiert (vgl. Kapitel 5.2.1). Auf diese Weise werden gezielt durch RFID vermutete Out-of-Stock-Situationen identifiziert. Anschließend wurden für jeden Store jeweils 10 Artikel mit Critical-Zero-Differenzen ausgewählt, die beispielsweise eine hohe negative Differenz oder einen hohen Warenwert aufweisen (*Datenanalyse*).
- Danach galt es für jeden Store, die tatsächlichen Bestände der ausgewählten Artikel zu überprüfen und zurückzumelden. Daraufhin wurden eventuelle Korrekturen im führenden SAP-Bestand vorgenommen. Im Fall einer Korrektur wurde ebenfalls der Replenishment-Prozess angestoßen (*Physische Untersuchung*).
- Für die darauffolgende Periode von zwei Wochen wurde schließlich nachverfolgt und aggregiert, ob bzw. wie viele der bestandskorrigierten Artikel verkauft wurden. Gleichzeitig wurde der Anteil derartig verkaufter Artikel prozentual am Gesamtumsatz gemessen (*Resultate in Zahlen*).

Abbildung 78 zeigt diesen Ansatz bzw. die zugrundeliegende Vorgehensweise grafisch. Die Korrektur der SAP-Bestände, die dadurch ausgelöste Nachbestellung sowie der nun durchführbare Verkauf solcher Artikel ermöglichen es, einen Verkauf ausschließlich auf RFID zurückzuführen. Die Argumentation ist schlüssig, da der Critical-Zero-Bestand ohne die RFID-Hardware nicht bemerkt, untersucht und behoben worden wäre.

Die Ergebnisse dieser dreiwöchigen Testuntersuchung sind ebenfalls in Abbildung 78 ersichtlich. In 9 Stores konnte eine signifikante Abnahme an Critical-Zero-Beständen der Exception Reports festgestellt werden. Diese Reduktion schwankte dabei zwischen 0,2% (*Store 2*) und 11,02% (*Store 10*). Weiterhin wurden in den darauffolgenden zwei Wochen

korrigierte und nachgelieferte Bestände auch tatsächlich in sechs Stores verkauft. Die Anteile dieser Verkäufe betragen zwischen 0,34% (*Store 1*) und 1,16% (*Store 10*).

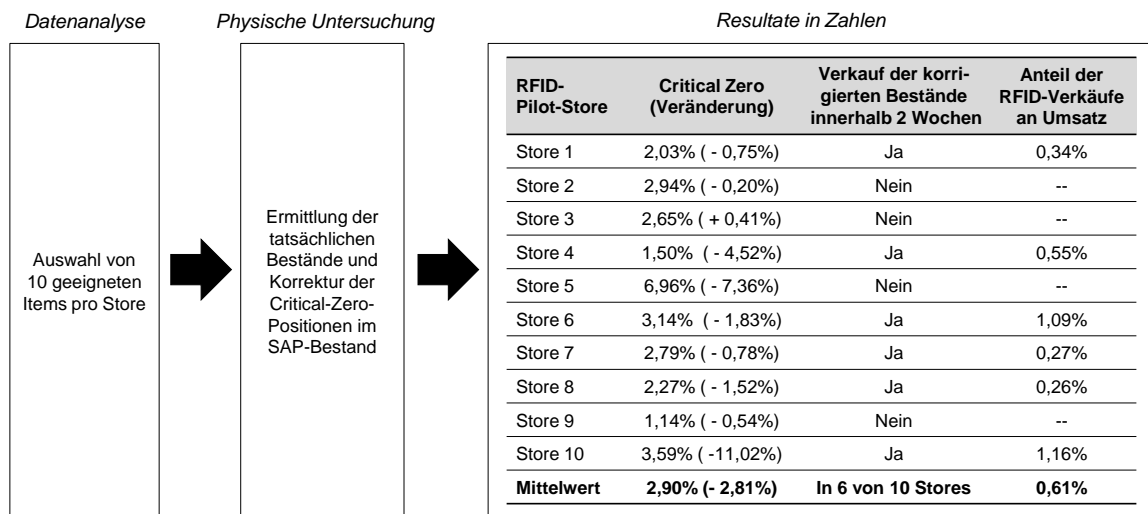


Abbildung 78: Erhöhung des Umsatzes durch Bestandskorrekturen

Innerhalb der beschriebenen Testphase konnte der Umsatz durch den RFID-Einsatz durchschnittlich um 0,61% gesteigert werden. Wird zusätzlich die Tatsache berücksichtigt, dass der nachgewiesene Mehrumsatz ausschließlich durch die Korrektur von nur 10 Artikeln pro Store erzielt wurde, ist das Umsatzplus umso höher zu bewerten. Diese Analyse zeigt das erzielbare Potential von Bestandskorrekturen, die durch RFID veranlasst werden und durch den Umsatzbezug gleichzeitig für Manager relevant sind.

7.3.3 Regel 2 – Change Management

7.3.3.1 Kontinuierliches Training

Entsprechend Gross und Thiesse (2005) sind diejenigen Personen zu schulen und zu trainieren, deren Abläufe im Zuge der RFID-Implementierung betroffen sind. Diese Maßnahmen dienen unter anderem dazu, die Vertrautheit mit neuen Abläufe und Aufgaben herzustellen sowie die Akzeptanz der neuen Technologie zu fördern. Bei einer RFID-Einführung sind die betroffenen Personen die Store-Mitarbeiter, die mit den beschriebenen In-Store-Prozessen (vgl. Kapitel 4.5) aufgrund einer direkten Ausführung oder indirekten Beteiligung verbunden sind. Entsprechend Gross und Thiesse (2005) sind beim Training der Mitarbeiter die folgenden Aspekte zu beachten:

- Durchführung mehrerer Lerneinheiten, welche die Betreuung, Wartung und Einrichtung des Systems thematisieren,
- Auswahl eines geeigneten Trainers aus internen oder externen Ressourcen, sowie
- Beginn des Trainings bereits zu Beginn des Implementierungsprojekts.

Beim ersten Punkt der Aufzählung fällt auf, dass gerade die Einrichtung und Wartung eines RFID-Systems durch das anwendende In-Store-Personal nur bedingt möglich ist. Die Gründe hierfür sind das mangelnde technische und IT-Verständnis sowie die Komplexität der Systeme. Im vorliegenden Projekt ist der Systemintegrator mit der Einrichtung und Wartung der Systeme beauftragt. Das Personal hat ausschließlich ausführende Tätigkeiten und wendet sich bei Problemen über eine speziell eingerichtete Oberfläche mit einer detaillierten Problembeschreibung an die jeweils zuständige Person. Als Erfolgsfaktoren für ein erfolgreiches Training wurden neben den oben genannten Aspekten zusätzlich vor allem folgende Punkte identifiziert:

- Durchführung des Trainings bereits *vor* dem Implementierungsprojekt,
- Trainingsentwurf nicht als einmaliges Konzept, sondern vielmehr als kontinuierliches Training, das die Kenntnisse der Mitarbeiter in regelmäßigen Zeitabständen prüft und gegebenenfalls wieder auffrischt, sowie
- Training als fallbasiertes Konzept.

Fallbasiert meint hierbei die Art und Weise, wie die einzelnen Handlungen dokumentiert und kommuniziert werden. Viele Schulungsunterlagen beschreiben auf einer Vielzahl an Seiten alle möglichen Funktionen des Systems, die meist nach Prozess oder chronologischen Menüpunkten gegliedert sind. Der zu trainierende Mitarbeiter verbringt demzufolge viel Zeit damit, die für den jeweils vorliegenden Anwendungsfall relevanten Anweisungen aus der Informationsflut herauszufiltern. Bei einem fallbasierten Konzept wird als Ausgangspunkt eine antizipierte Situation des produktiven Betriebs verwendet, auf dessen Basis Handlungsanweisungen gegeben werden. Gleichzeitig wird das Verständnis für die Technologie dadurch gestärkt, dass die Relevanz der jeweiligen Handlung in Bezug auf entscheidende Aspekte wie Umsatz oder Kundenzufriedenheit aufgezeigt wird.

Der Aufbau und die Präsentation von Schulungsunterlagen sowie praktische Beispiele, die Kernpunkte des fallbasierten Konzepts verdeutlichen, werden im nächsten Abschnitt behandelt.

7.3.3.2 Fallbasierte Dokumentation und Kommunikation der RFID-Prozesse

Das fallbasierte Training beschränkt sich wie beschrieben nicht ausschließlich auf eine Fülle von Prozessbeschreibungen, sondern zeigt gleichzeitig die Relevanz der durchgeführten Handlung auf. Dadurch ergeben sich zwei entscheidende Vorteile:

- Die zu trainierende Person erkennt die notwendigen Handlungsschritte schneller, da Situationen des täglichen Betriebs Ausgangspunkte der beschriebenen Prozesse sind.

- Das Verständnis für die Technik sowie für Zusammenhänge zwischen der Technik und dem operativen Betrieb wird gefördert, da die Auswirkungen der Handlung für den Mitarbeiter greifbarer dargestellt werden.

Ein fallbasiertes Trainingsdokument ist insgesamt in vier Ebenen gegliedert. Der **(1) Fall** beschreibt eine alltägliche Situation im operativen Betrieb, der die Notwendigkeit von Handlungen innerhalb der RFID-Infrastruktur einleitet. In der zweiten Ebene werden mehrere **(2) mögliche Ursachen** aufgezeigt, welche den beschriebenen Fall auslösen können. Die dritte Ebene sind die eigentlichen **(3) Handlungsanweisungen** bzw. eine Beschreibung der durchzuführenden Schritte. In der vierten Ebene wird die **(4) Relevanz** des Prozesses und die Bedeutung der Handlungsanweisungen verinnerlicht.

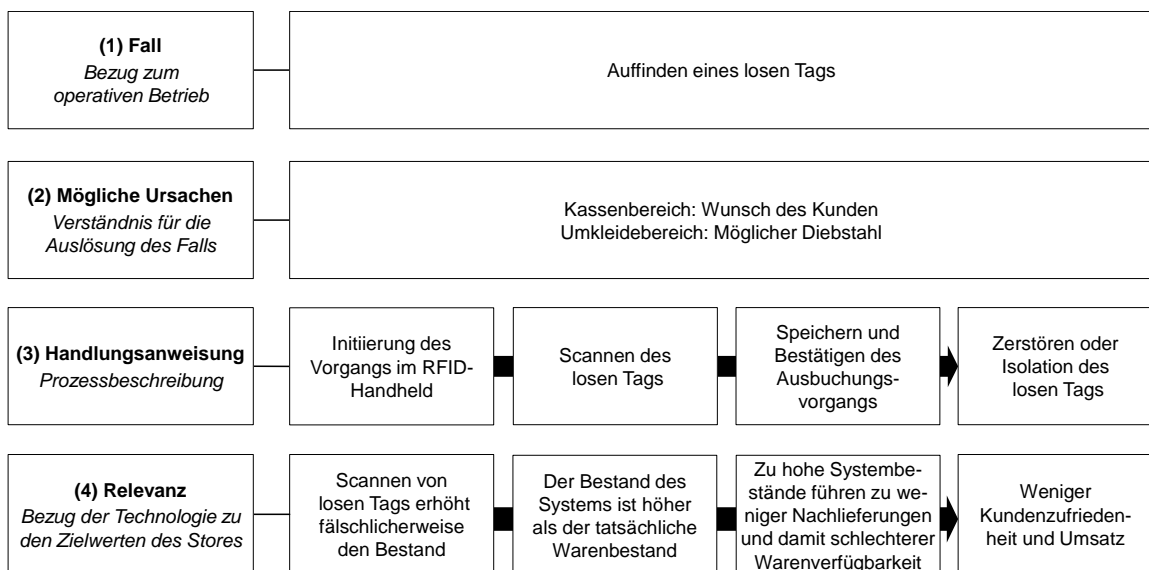


Abbildung 79: Fallbasierte Trainingsdokumente

Viele traditionelle Trainingsdokumente enthalten nur die dritte Ebene der reinen *Prozessbeschreibung*. Durch die erläuterte Fallebene wird jedoch zusätzlich der *Bezug zum operativen Betrieb* besser herausgestellt. Die Ursachenebene fördert das *Verständnis*, indem Situationen gezeigt werden, die den Fall auslösen können. Eine gezielte Vermeidung der Ursachen unnötiger Fälle kann demzufolge auch zeitintensive Handlungen überflüssig machen. Die Relevanzebene stellt schließlich den *Bezug zwischen der neuen Technologie* und den damit verbundenen Handlungen zu *Zielwerten des Stores* her. Hierbei ist darauf zu achten, dass als Bezugswerte nachvollziehbare Ziele wie Kundenzufriedenheit oder Umsatz gewählt werden. Technische Ziele wie eine erhöhte Bestandsgenauigkeit oder geringe Lagerhaltung sind zwar ebenfalls wichtig und zutreffend, symbolisieren vielen ausführenden Mitarbeitern jedoch nicht ausreichend die Relevanz für den erfolgreichen, operativen Betrieb.

Ein Beispiel für ein fallbasiertes Trainingsdokument zeigt Abbildung 79. Auslöser ist hier das Auffinden eines losen Tags. Da ein Scannen von losen Tags beim Cycle-Count

den Bestand fälschlicherweise als zu hoch angeben würde, bedeutet das Auffinden eines losen RFID-Tags einen Fall, der notwendige Handlungen auslöst.

Neben den Ursachen, die beispielsweise im Kassensbereich oder Umkleidebereich auftreten können (vgl. Kapitel 5.4.4.2), zeigt Abbildung 79 eine vollständige Prozessbeschreibung in vier Schritten. Dieser Vorgang sollte mit Screenshots der Software des RFID-Handhelds unterstützt werden. Die Relevanz wird dahingehend aufgezeigt, dass die Zusammenhänge zwischen losen Tags, falschen Beständen und Warenverfügbarkeit mit für Mitarbeiter mehr relevanten Begriffen wie Kundenzufriedenheit und Umsatz ergänzt werden. Auf diese Weise soll sowohl die Notwendigkeit der Handlung, die korrekte Ausführung der Schritte sowie die Folge einer Nichtausführung deutlich gemacht werden. Mit einem fallbasierten Trainingsdokument wird das Verständnis für die Technologie und deren (positive) Auswirkung auf den operativen Betrieb vermittelt.

Neben dem Auffinden von losen Tags können weitere Fälle beispielsweise ein zurückgegebener Artikel, das fehlerbehaftete Ergebnis eines Cycle-Count oder ein beschädigter Artikel sein. Es sollte stets die Möglichkeit genutzt werden, einen Prozess in die Logik eines aus vier Ebenen bestehenden Falls einzubinden. Prozesse wie die schrittweise Beschreibung des Cycle-Count oder das Goods Receiving sind hingegen schwer anhand von Fällen beschreibbar. Allerdings kann auch hier die Relevanz der Handlungsanweisungen aufgezeigt werden.

7.3.3.3 Compliance

Der Ausdruck *Compliance* meint die Etablierung der RFID-Bewertungskennzahlen in den Zielen eines Stores. Oft sind hauptsächlich Zahlen wie der Umsatz pro Tag oder pro Woche entscheidend für einen Store-Manager. An derartigen Richtwerten wird die Effektivität des Personals und des gesamten Stores gemessen. In dieser Dissertation wurde aufgezeigt, wie die korrekte Verwendung der RFID-Technologie zu Umsatzsteigerungen führen kann. Die korrekte Verwendung von RFID wird wiederum über definierte Kennzahlen gemessen (vgl. Kapitel 6.4). Ein beispielhaftes RFID-Ziel ist daher, in jedem durchgeführten RFID-Prozess möglichst gute Kennzahlausprägungen zu erreichen.

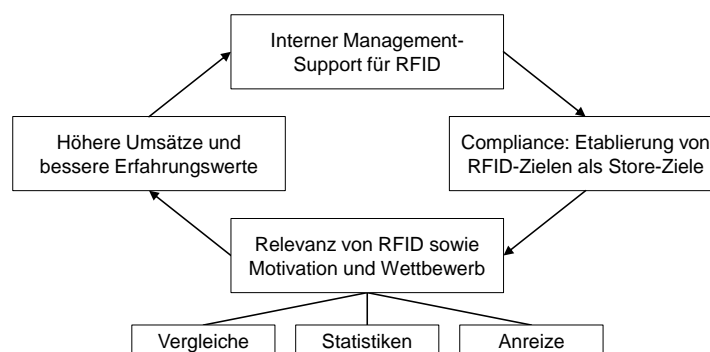


Abbildung 80: Wirkungszusammenhänge in Bezug auf RFID-Compliance

RFID-Ziele können in prozentualen Zielwerten ausgedrückt werden. So kann der Zielwert für den KPI des RFID-Cycle-Count 98% oder für das RFID-Goods-Receiving 99% betragen. Damit solche Werte analog zum Umsatzziel als zu erreichende Richtwerte in einem Store etabliert werden können, ist ein vorheriger *Management-Support für RFID* notwendig. Dieser kann beispielsweise durch die nachgewiesene RFID-Umsatzsteigerung erreicht werden (vgl. Kapitel 7.3.2.3). Sind beschriebene Kennzahlen *als Ziele etabliert*, so steigt die *Relevanz* und Notwendigkeit der korrekten RFID-Prozessdurchführung innerhalb eines Stores. Um weiterhin die *Motivation* für die RFID-Ziel- bzw. -Kennzahlenerreichung zu fördern, haben sich folgende Möglichkeiten als effektiv erwiesen:

- Bereitstellung eines wöchentlichen Vergleichsberichts aller Kennzahlen, der an die RFID-Stores verteilt wird,
- Bereitstellung von oder Zugang zu Statistiken oder Quoten, sowie
- Vergabe von Preisen oder anderen Anreizen für sehr gute RFID-Kennzahlen.

Die Übersichten, Anreize und vor allem die Transparenz der RFID-Effektivität durch Veröffentlichung der Kennzahlen fördern den *Wettbewerb* zwischen den Stores. Folglich führen die genannten Aspekte zu besseren Kennzahlen und damit zu *höheren Umsätzen* und *besseren Erfahrungswerten*. Das fördert wiederum den Management-Support für die RFID-Technologie. Dieser kann abermals dazu verwendet werden, neue RFID-Ziele in der Form von Regeln oder Werten zu etablieren. Abbildung 80 zeigt den Zusammenhang zwischen den beschriebenen Punkten.

7.3.4 Regel 3 – Data Management

7.3.4.1 Strukturierte Fehlerbehandlung

Die dritte Regel des RFID-Systemmanagements ist das effektive Data Management. Diese ist schwer gegenüber den anderen Regeln abzugrenzen, da RFID-Daten die Grundlage aller Regeln sind (z. B. für *Resource Management*: Basis für ROI- oder Management-Support, für *Data Visibility*: Basis für Visualisierung einzelner KPI). Der Fokus des Data Management liegt daher schwerpunktmäßig auf der Fehlerbehandlung, Überprüfung und sinnvollen Aufbereitung der Daten.

Um die bereitgestellten Daten der RFID-Infrastruktur gewinnbringend nutzen zu können, ist es zunächst die Hauptaufgabe des Data Management, die Fehlerfreiheit dieser Daten zu gewährleisten. Nur wenn die bereitgestellten Daten einer RFID-Infrastruktur verlässlich sind und damit die tatsächlichen Bestände möglichst zuverlässig widerspiegeln, sind die prognostizierten Vorteile der Technologie zu erreichen (vgl. Kapitel 1.4.2). Um die Fehlerfreiheit und Verlässlichkeit der Daten sicherzustellen, wurde in dieser Dissertation

gezeigt, wie eine umfangreiche und *strukturierte Fehlerbehandlung* durchgeführt werden kann. Diese beinhaltet für jeden relevanten In-Store-Prozess Aspekte wie

- eine *Fehlerklassifikation*,
- *strukturierte Vorgehen oder Handlungsanweisungen* entsprechend der jeweils vorliegenden Ausgangssituation, sowie
- *Maßnahmen und Tests* zur Behebung der Fehler.

Kapitel 5 beschreibt alle genannten Punkte für fünf In-Store-Prozesse, die in vergleichbaren Szenarien angewendet werden können. Die Effektivität der Maßnahmen wird in Kapitel 6 kennzahlenbasiert bestätigt. Somit ist nachgewiesen, dass die beschriebene Fehlerbehandlung zu einer nachweislich höheren Datenqualität führt. Abbildung 81 zeigt zusammenfassend alle relevanten Aspekte des Data Management.

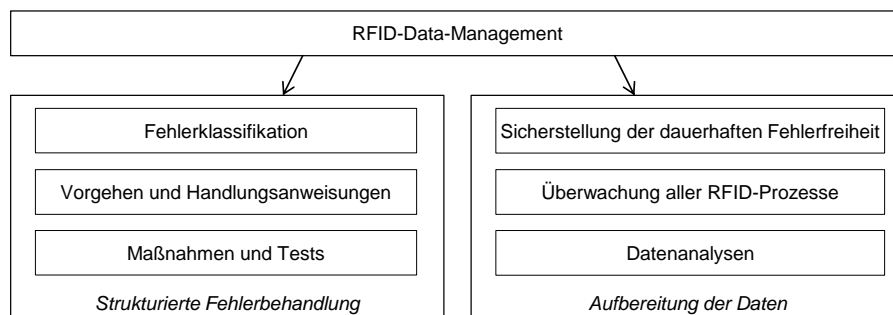


Abbildung 81: Aspekte des Data Management

7.3.4.2 Aufbereitung der Daten

Im Zuge der strukturierten Fehlerbehandlung der RFID-Daten wird deren Verlässlichkeit und Aussagekraft erhöht. Im Anschluss daran gilt es entsprechend Abbildung 81, die Daten für folgende Zwecke *aufzubereiten*:

- Eine *Sicherstellung der dauerhaften Fehlerfreiheit*,
- eine *Überwachung aller RFID-Prozesse* sowie
- *Datenanalysen*, die den Umgang mit Beständen effektiver gestalten.

Um die ersten beiden Punkte erfüllen zu können, definiert und diskutiert Kapitel 6 unterschiedliche Kennzahlen, die je nach vorliegender Ausgangssituation mit jeweils erläuterten Vor- und Nachteilen verwendet werden können. Die kennzahlenbezogene Aufbereitung der RFID-Daten ermöglicht es, Fehler zu erkennen und die Datenqualität der In-Store-Prozesse kontinuierlich zu überwachen.

Weiterhin gilt es, mit spezifischen Datenanalysen gewinnbringende Informationen aus den RFID-Daten zu erhalten. Eine beispielhafte Datenanalyse, die unterschiedliche Ei-

genschaften von Produktkategorien untersucht, wird nachfolgend vorgestellt. So können die Differenzen verursachenden Artikel der Exception Reports neben ihrer Diversität (vgl. Kapitel 7.2.4) ebenfalls nach der Produktkategorie geordnet werden. Abbildung 82 zeigt diesbezüglich die vier Produktkategorien Schuhe, Accessoires (Hardware), T-Shirts und Accessoires (Kleidung). Diese vier Artikelgruppen tragen die größten prozentualen Anteile zu den Gesamtdifferenzen bei. Gemeinsam verursachen sie mit 49,8% nahezu die Hälfte der Differenzen aller Stores. Diese und weitere in Abbildung 82 gezeigte Werte beziehen sich auf Mittelwerte eines Beobachtungszeitraums von vier Monaten zwischen September 2012 und Dezember 2012.

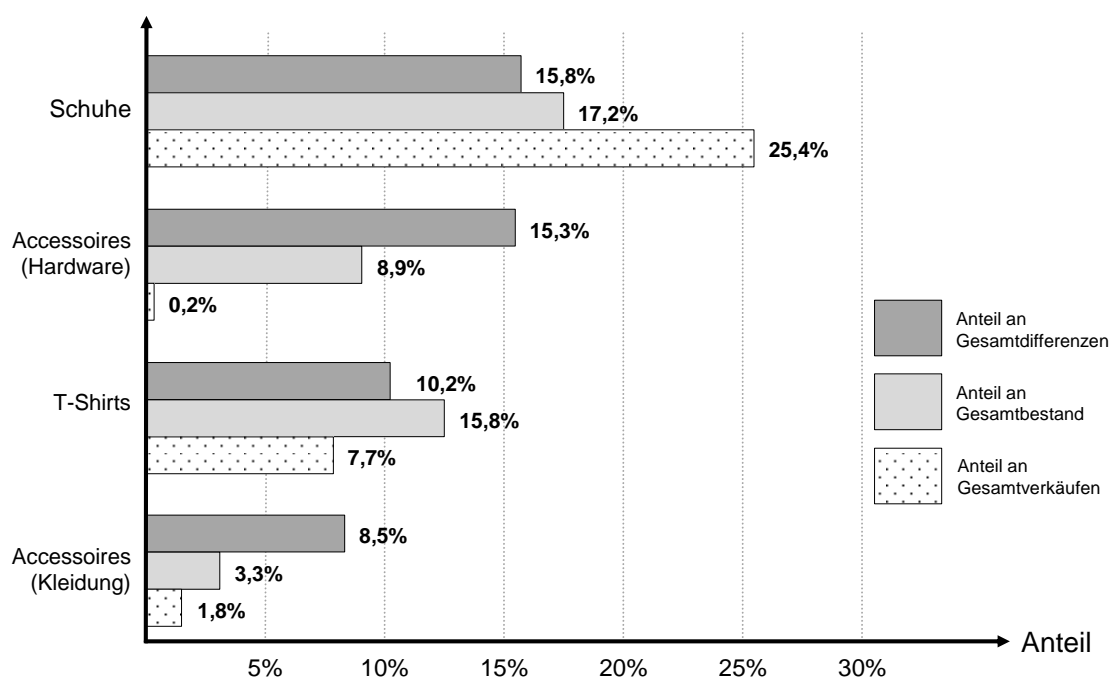


Abbildung 82: Gesamtdifferenzen nach Produktkategorien

Neben dem Anteil (i) an den Gesamtdifferenzen zeigt Abbildung 82 gleichzeitig den Anteil der entsprechenden Kategorien (ii) am Gesamtbestand und an den (iii) gesamten Verkäufen.

Die Produktkategorie *Schuhe* repräsentiert mit insgesamt 15,8% den prozentual größten Anteil an den Gesamtdifferenzen. Gleichzeitig sind 17,2% aller im Store verfügbaren Artikel Schuhe und deren Anteil am Umsatz des betrachteten Zeitraums beträgt 25,4%. Es handelt sich folglich um eine Produktkategorie, die zwar basierend auf den Exception Reports die höchsten Bestandsungenauigkeiten aufweist, allerdings auch mehr als ein Viertel zum Gesamtumsatz eines Stores beiträgt. Es lohnt sich daher, sich mit den verursachten Differenzen und deren Behebung zu befassen. Insgesamt vergleichbare Werte finden sich bei der Produktkategorie *T-Shirts*, die zwar einen geringeren, aber dennoch wesentlichen Anteil an Gesamtdifferenzen, Gesamtbestand und Gesamtverkäufen ausmachen.

Eine konträre Situation offenbart die Analyse der Produktkategorie *Accessoires (Hardware)*. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Artikel wie Kugelschreiber, Notizblöcke oder kleinere, wenig wertvolle Schmuckgegenstände. Diese Produktkategorie weist mit 15,3% einen nahezu identisch hohen Anteil an den Gesamtdifferenzen wie die Produktkategorie der Schuhe auf. Neben dem mit 8,9% nur halb so großen Anteil am Gesamtbestand fällt jedoch auf, dass die *Accessoires (Hardware)* nur 0,2% zum Gesamtumsatz beitragen. Es handelt sich demnach um eine Artikelgruppe, die eine signifikant hohe Anzahl der Gesamtdifferenzen verursacht, jedoch nahezu keinen Beitrag zum erzielten Umsatz leistet. Auf Basis dieser Zahlen stellt sich die Frage, ob eine zeit- und kostenintensive Untersuchung der positiven und negativen Differenzen dieser Artikelgruppe und die damit verbundene Behebung von Bestandsungenauigkeiten überhaupt sinnvoll ist.

Eine ähnliche Situation zeigt sich bei der Produktkategorie *Accessoires (Kleidung)*, die sich beispielsweise aus Gürteln, Handschuhen oder Mützen zusammensetzt. Allerdings ist deren Anteil an den Gesamtdifferenzen mit 8,5% im Vergleich zu den *Accessoires (Hardware)* nur etwa halb so groß. Gleichzeitig ist der Beitrag zum Gesamtumsatz mit 1,8% zwar relativ gering, bezogen auf die 0,2% der *Accessoires (Hardware)* aber deutlich höher. Darüber hinaus wird der Umsatz mit nur einem Drittel der Produktanzahl erzielt (3,3% im Vergleich zu 8,9%). Diese Produktkategorie sollte deshalb hinsichtlich der Bestandsungenauigkeiten berücksichtigt und gezielter untersucht werden als die *Accessoires (Hardware)*.

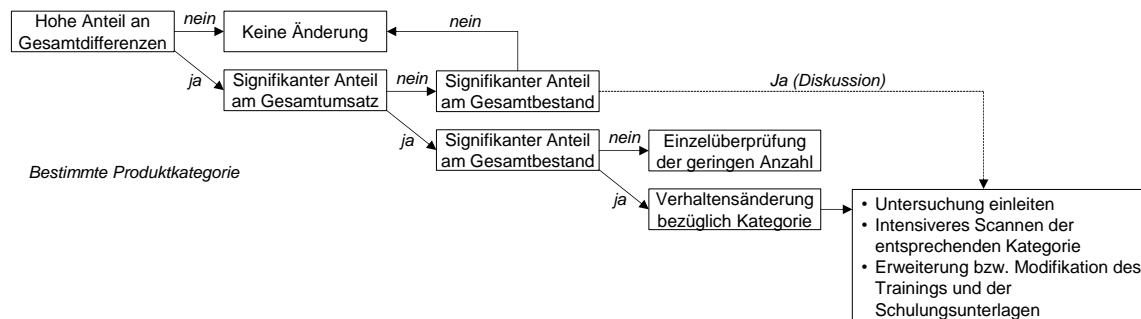


Abbildung 83: Zusammenhang zwischen Differenzen und Verhaltensänderungen

Abbildung 83 zeigt die Entscheidungskette, wie auf Basis der gezeigten Kriterien (Gesamtdifferenzanteil, Gesamtumsatzanteil und Gesamtbestandsanteil) Verhaltensänderungen eingeleitet werden sollten. Diese können nach entsprechender Ausprägung der Kriterien eine *eingeleitete Untersuchung*, ein *intensiveres Scannen der entsprechenden Kategorie* oder eine *Erweiterung bzw. Modifikation des Trainings und der Schulungsunterlagen* bedeuten. Beispielsweise könnten die Anweisungen für das Scannen der problematischen Kategorie beim Cycle-Count angepasst und erweitert werden. Besitzt eine Differenzen verursachende Produktkategorie trotz signifikantem Anteil am Gesamtbestand keinen signifikanten Anteil am Gesamtumsatz, so ist über die Einleitung oben genannter Verhaltensänderungen zu diskutieren (vgl. Produktkategorie *Accessoires (Hardware)*).

7.3.5 Regel 4 – Data Visibility

7.3.5.1 RFID-Dashboard

Nachdem die RFID-Daten möglichst fehlerfrei, verlässlich und sinnvoll aufbereitet sind, müssen sie dem Nutzer sichtbar gemacht werden. Entscheidend für die vierte Regel der Data Visibility sind folgende Aspekte:

- Die wichtigsten Daten der relevanten In-Store-Prozesse müssen dem Anwender in komprimierter und übersichtlicher Form *zugänglich* gemacht werden.
- Dem Anwender müssen Fehler in den In-Store-Prozessen unmittelbar deutlich gemacht werden, damit diesen schnell *entgegengewirkt* werden kann.
- Die Visualisierung sollte möglichst *anwenderfreundlich* und interaktiv gestaltet werden.

Abbildung 84 zeigt den Entwurf einer Benutzeroberfläche, welche die oben genannten Kriterien erfüllt. Es handelt sich hierbei um ein exemplarisch erstelltes *RFID-Dashboard*, das zur Veranschaulichung mit Beispieldaten gefüllt ist. Die im Dashboard dargestellte *Performance* entspricht dem prozentualen KPI-Wert des jeweiligen Prozesses.

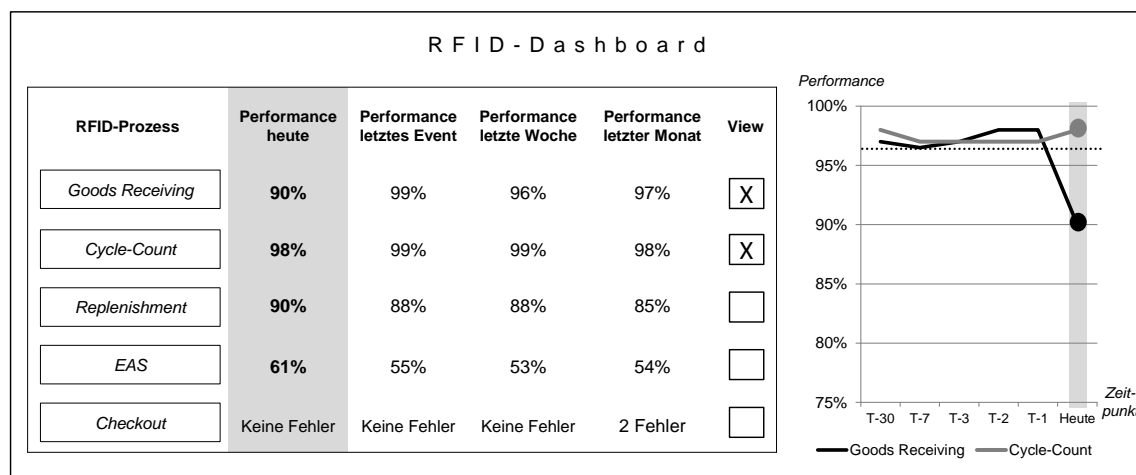


Abbildung 84: Mögliche Ansicht eines RFID-Dashboards

Das dargestellte Dashboard bietet eine Übersicht aller relevanten In-Store-Prozesse sowohl in tabellarischer (Abbildung 84 links) als auch in grafischer Form (Abbildung 84 rechts). Die aktuelle Performance wird für jeden vorher ausgewählten KPI (vgl. Kapitel 6) angezeigt. Um darüber hinaus eine relative Bewertung dieser *heutigen Performance* vornehmen zu können, werden dem Anwender mehrere Vergleichswerte geboten.

Der erste Vergleichswert ist die unmittelbar vorherige Ausprägung der jeweiligen Kennzahl (*Performance letztes Event*). Das letzte Event kann je nach In-Store-Prozess beispielsweise einen Tag (z. B. Goods Receiving) oder auch eine Woche (z. B. Cycle-

Count) zurückliegen. Weiterhin werden Vergleichswerte der letzten Woche (*Performance letzte Woche*) sowie ein Mittelwert über die Ausprägung des KPI im vorherigen Monat (*Performance letzter Monat*) abgebildet. Ebenfalls kann dem Anwender der grafische Verlauf der Performance durch eine entsprechende Auswahl (*View*) in einem Diagramm angezeigt werden. Durch die grafische Kurvendarstellung wird einerseits der Trend ausgewählter Kennzahlenentwicklungen bzw. der Performance aufgezeigt und andererseits eine mögliche Unterschreitung eines festgelegten Schwellenwerts unmittelbar verdeutlicht.

Im gezeigten Beispiel aus Abbildung 84 wird die Performance der In-Store-Prozesse Goods Receiving, Cycle-Count, In-Store Replenishment und EAS in Prozentangaben angezeigt. Die Performance des Checkout wird hingegen in der absoluten Anzahl der gemeldeten Fehler gemessen. Für die grafische Darstellung wurden die Prozesse Goods Receiving und Cycle-Count ausgewählt. Hier wird auf der vertikalen Achse die Performance im Bereich zwischen 75% und 100% angezeigt. Auf der horizontalen Achse sind verschiedene Zeitpunkte dargestellt, die den Spalten der tabellarischen Darstellung entsprechen. Darüber hinaus sind weitere vergangene Werte abgebildet (*Performance vor 2 und bzw. T-2* und *Performance vor 3 Tagen bzw. T-3*). Die gepunktete Linie repräsentiert den gewählten Schwellenwert für beide KPI, der für eine Gewährleistung der Datenqualität nicht unterschritten werden sollte.

Im Kurvenverlauf ist ersichtlich, dass die heutige Performance des Goods-Receiving-Prozesses nur bei 90% und damit deutlich unter dem festgelegten Schwellenwert liegt. Dadurch wird dem Anwender signalisiert, dass bei der aktuellen Warenannahme möglicherweise ein beachtlicher Anteil der erwarteten Items nicht erfasst wurde. Auf diese Weise können unmittelbare Gegenmaßnahmen wie eine Überprüfung der entsprechenden Ware und der Systembestände vorgenommen werden. Im Gegensatz zum Goods Receiving befindet sich die Trendlinie des Cycle-Count mit einem relativ konstanten Trend zwischen 98% und 99% stets über dem festgelegten Schwellenwert. Bei diesem Prozess müssen demzufolge keine Handlungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Das beschriebene Dashboard zeigt eine mögliche grafische Aufbereitung, um die erstellten Anforderungen bezüglich der Data Visibility prinzipiell erfüllen zu können. Soll eine derartige Visualisierung in einem produktiven Betrieb verwendet werden, ist zu beachten, dass gegebenenfalls

- Zeithorizonte erweitert oder differenzierter zu gestalten sind,
- unterschiedliche Schwellenwerte und deren Zugehörigkeit eindeutig zuordenbar und übersichtlich zu visualisieren sind sowie
- die Art und Weise der Darstellung dynamisch an die ausgewählten Prozesse anzupassen ist.

7.3.5.2 Gestaltung des Backend und Visualisierung der Kennzahlen

Das beschriebene RFID-Dashboard repräsentiert eine Gesamtübersicht aller relevanten RFID-Prozesse. Es dient primär dazu, dem Anwender Fehler oder mangelnde Datenqualität schnell und übersichtlich zu offenbaren. Daher ist eine Reduzierung der Betrachtungsfläche auf die entscheidenden Informationen der jeweiligen Prozesse sinnvoll.

Allerdings existieren für jeden In-Store-Prozess noch viele, im Dashboard nicht gezeigte Informationen, die gerade hinsichtlich der Fehlerbehebung oder Ursachenforschung hilfreich für den Anwender sind. Derartige Information können über separate Masken für jeden In-Store-Prozess zusammengefasst werden. Dieses Kapitel zeigt und beschreibt hierzu drei beispielhafte Oberflächen. In Abbildung 85 ist die Oberfläche für den **Goods-Receiving-Prozess** abgebildet.

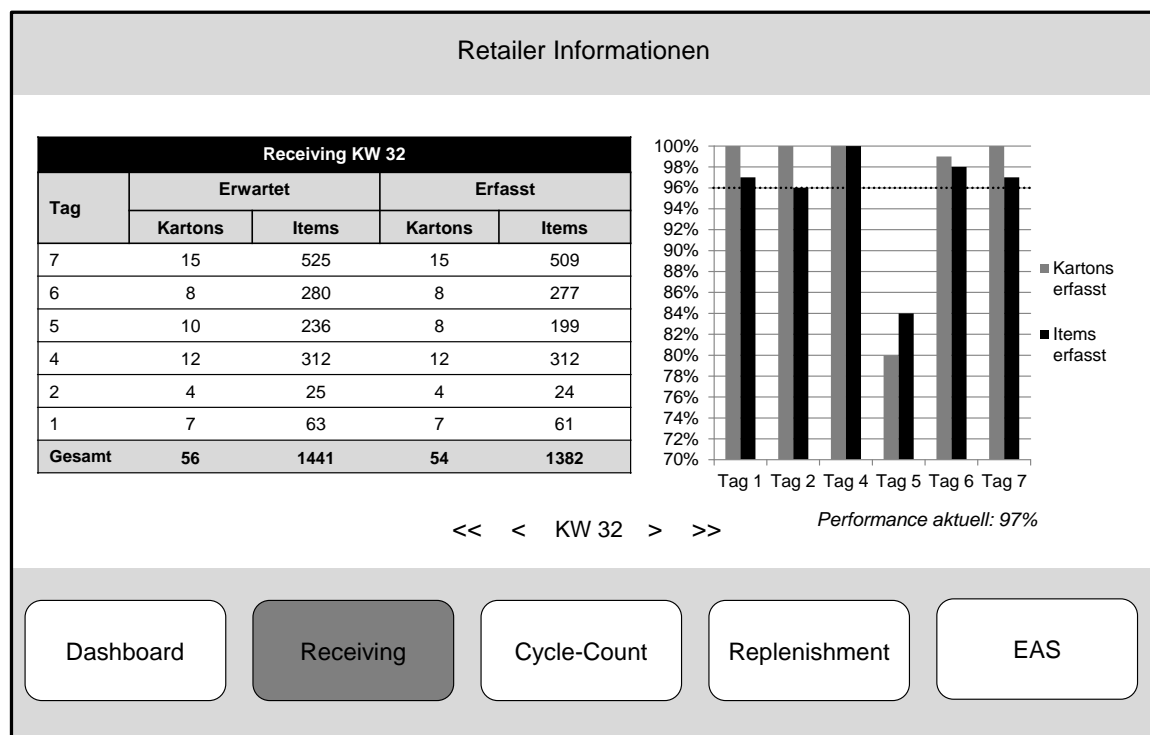


Abbildung 85: Mögliche Ansicht des Goods Receiving Monitoring

Ähnlich wie beim RFID-Dashboard wird hier sowohl auf eine tabellarische als auch auf eine grafische Darstellung zurückgegriffen. Dem Anwender werden für die aktuelle Kalenderwoche (KW 32) alle durchgeführten Receiving angezeigt. Die Tabelle zeigt für jeden Tag, an dem Lieferungen angefallen sind, die Anzahl der *erwarteten Kartons* und der *Items*. Gleichzeitig wird die mit RFID jeweils *erfasste* Anzahl beider Werte gezeigt. Basierend auf dem dadurch errechneten KPI wird der entsprechende Wert als Performance im Balkendiagramm visualisiert. Unterschreitungen des festgelegten Schwellenwerts bei 96% können somit erkannt und die entsprechend abweichende Item-Anzahl eingesehen werden. Im vorliegenden Beispiel verursacht das Receiving am Tag 5 der KW 32 einen signifikanten Einbruch bei der Performance. An diesem Tag wurden nur

199 von 236 erwarteten Items (84%) und 8 von 10 Kartons (80%) erfasst. Die Zahlen deuten darauf hin, dass zwei Kartons sowie alle Items dieser Kartons nicht erfasst wurden. Der Anwender kann daraufhin die Suche nach den entsprechenden Kartons bzw. Items veranlassen und diese manuell in den RFID-Bestand aufnehmen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass die Items dieser beiden Kartons keine RFID-Tags besitzen. Ein Klick auf die jeweilige Lieferung zeigt dem Anwender die betroffenen Artikel an.

Abbildung 86 zeigt die Benutzeroberfläche für den **Cycle-Count** der gleichen KW. Das Ziel dieser Übersicht ist es, dem Anwender möglichst eindringlich zu visualisieren, ob der durchgeführte Cycle-Count ausreichend gründlich war und wie dessen Datenqualität vor dem Speichern der Ergebnisse verbessert werden kann.

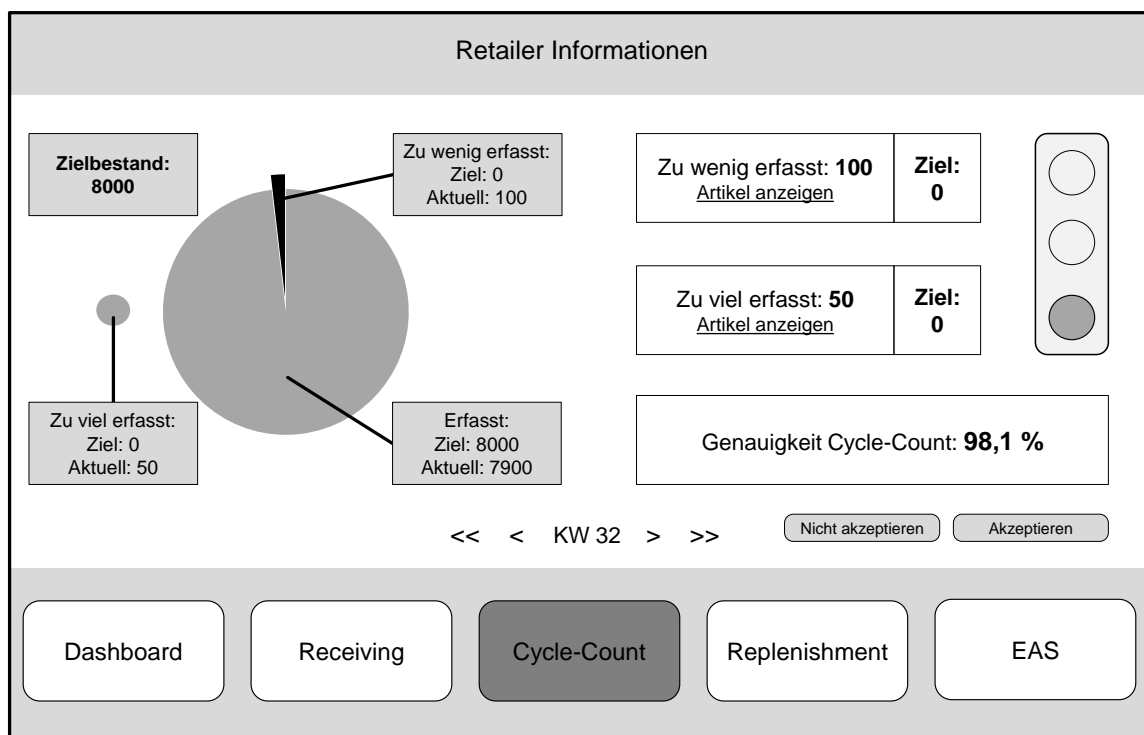


Abbildung 86: Mögliche Ansicht des Cycle-Count Monitoring

In einem Tortendiagramm wird dargestellt, wie vollständig alle erwarteten Artikel (*Zielbestand*) beim Cycle-Count erfasst wurden. Im gezeigten Beispiel wurden insgesamt 7900 von den 8000 erwarteten Artikeln erfasst und demzufolge 100 Artikel nicht vom mobilen Handheld gescannt (*zu wenig erfasst*). Zusätzlich wurden während des Cycle-Count 50 Artikel gescannt, die sich nicht im aktuellen und damit erwarteten Bestand des RFID-Systems befinden (*zu viel erfasst*). Indem beide Werte addiert werden, beträgt die absolute Abweichung vom Zielbestand 150 Artikel. Bezogen auf den Gesamtbestand von 8000 erwarteten Artikeln wird eine Genauigkeit von 98,1% errechnet. Eine grüne Ampel symbolisiert dem Anwender, dass der Schwellenwert von mindestens 96% erreicht wurde. Das Ergebnis des Cycle-Count könnte in diesem Szenario akzeptiert werden.

Die Oberfläche bietet dem Anwender weiterhin die Möglichkeit, das erzielte Ergebnis im Fall von schlechten Cycle-Count-Resultaten zu verbessern. Hierzu können jeweils die zu wenig und zu viel erfassten Artikel angezeigt werden (*Artikel anzeigen*). Der Anwender kann daraufhin versuchen, den jeweils erstrebenswerten Zielwert von 0 zu erreichen, bevor das Ergebnis durch Bestätigung akzeptiert wird (*Akzeptieren*). Zum Beispiel ist im Fall einer großen Anzahl zu wenig erfasster Artikel eine Fortführung des Cycle-Count in dem Bereich denkbar, wo sich diese nach der Einsicht in entsprechende Artikelnamen und Artikelnummern vermutlich befinden.

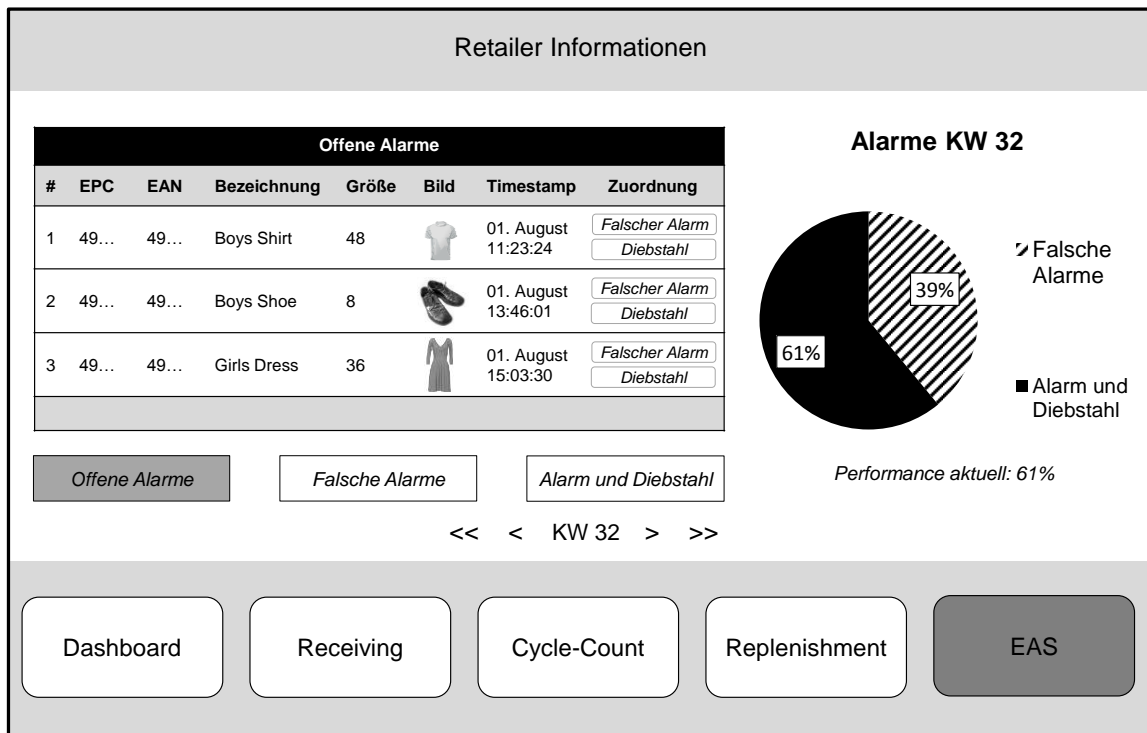


Abbildung 87: Mögliche Ansicht des EAS-Monitoring

Eine weitere denkbare Benutzeroberfläche zeigt Abbildung 87 am Beispiel des **EAS**. Hier wird dem Anwender unter anderem jeder ausgelöste Alarm angezeigt. Die zugehörigen Artikelinformationen inklusive einer Miniaturansicht helfen dabei, den Artikel auf dem Sales Floor zu finden und zu identifizieren. Je nach Ergebnis des Suchvorgangs wird der Alarm als *falscher Alarm* oder *Diebstahl* klassifiziert (vgl. Kapitel 6.4.5.1). Basierend auf dieser Bewertung zeigt das Tortendiagramm die aktuelle Performance des EAS-Prozesses an. Die Segmente *falsche Alarme* und tatsächliche Diebstähle (*Alarm und Diebstahl*) werden dabei dynamisch an die vorgenommene Klassifizierung angepasst. Weiterhin ist es möglich, die Inhalte der Tabelle nach den gezeigten Kriterien zu filtern. Auf diese Weise können einzelne Kategorien gezielt angezeigt werden.

Alle dargestellten Oberflächen sind exemplarisch und mit Beispieldaten gefüllt. Sie zeigen, auf welche Art und Weise die geforderten Kriterien der vierten Regel des RFID-Systemmanagements erfüllt werden können.

7.4 Validierung der Forschungsmethode

7.4.1 Grundlagen der Validierung

Die bekannte „*Rigor and Relevance*“-Diskussion beschreibt den generell herrschenden Zielkonflikt zwischen der Präzision der Forschungsergebnisse (*Rigor*) und der Relevanz an praktischen Auswirkungen (*Relevance*) der jeweiligen Forschungsarbeit (Argyris und Schön 1989). Aus den vorherigen Kapiteln wird ersichtlich, dass die Aktionsforschung primär wegen der Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis hervorgehoben, gleichzeitig allerdings oft für die mangelnde wissenschaftliche Relevanz kritisiert wird (Baskerville und Wood-Harper 1996, Cohen und Manion 1980). Das Ziel ist demnach, den offensichtlich praktischen Einfluss durch fundierte theoretische Relevanz zu ergänzen (Davison et al. 2004).

Um dieses Ziel zu erreichen, wird in dieser Dissertation unter anderem besonderer Wert auf die Validierung der Forschungsmethode gelegt. Die Validierung ist ein entscheidendes Vorgehen, um einer Forschungsarbeit wissenschaftliche Relevanz zu bescheinigen. Die positivistische Aktionsforschung mit der vorgeschlagenen Struktur von DeLuca und Kok (2007) verfolgt zwar das Ziel, Generalisierbarkeit in derartige Forschungsarbeiten zu bringen. Es wird jedoch in der vorgeschlagenen Artikel- und Phasenstruktur versäumt, auf verlässliche und detaillierte Vorgaben zur Validierung der Forschungsmethode einzugehen. Daher wird entsprechend dem erstellten Vorgehen zur Verwendung der Aktionsforschung die Validierung als entscheidender vierter Schritt gesehen (vgl. Kapitel 2.3 und Kapitel 2.10). Die verschiedenen denkbaren Validierungsansätze werden in den folgenden Kapiteln behandelt.

7.4.2 Validierungsansätze

Die Untersuchung der Aktionsforschungsliteratur zeigt, dass mehrere Autoren unterschiedliche Validierungsansätze anbieten. Allerdings beschreiben bzw. verfolgen nur wenige Arbeiten explizit die Verwendung eines konkreten Modells. Dieses Kapitel stellt fünf als relevant erachtete Validierungsansätze vor. Sie sind in Tabelle 24 zusammengefasst und werden nachfolgend erläutert.

Baskerville und Wood-Harper (1996) bzw. Baskerville (1999) beschreiben sieben grundsätzliche Kriterien, die für eine Verbesserung des *Rigor* von Aktionsforschungsarbeiten erfüllt sein müssen. Diese sieben Kriterien sind allgemein gehalten und weisen keine weiteren Unterpunkte auf. Obwohl die Autoren in ihren Publikationen primär die kanonische Aktionsforschung beschreiben, eignen sich die Kriterien aufgrund ihres allgemeinen Charakters für alle verwendeten Formen der Aktionsforschung.

Baskerville und Wood-Harper (1998) verbinden in ihrem Validierungsvorschlag Kriterien für eine verlässliche Verwendung der Aktionsforschung mit Kriterien für theorie-relevante, qualitative Forschung. Die einzelnen Punkte werden in fünf Basiskriterien sowie in jeweils ein internes und ein externes Validierungskriterium unterteilt. Da die Autoren explizit auf unterschiedliche Ausprägungen der Aktionsforschung eingehen, eignet sich dieser Validierungsansatz für alle Formen dieser Forschungsmethode.

Autoren	#	Kriterien	Eignung
Baskerville und Wood-Harper (1996) sowie Baskerville (1999)	7	<ul style="list-style-type: none"> • Beachten des Paradigmenwechsels • Formale Forschungsvereinbarung • Theoretische Problembeschreibung • Methoden zur Datensammlung • Aufrechterhaltung der Kollaboration • Iterationen • Generalisierbarkeit 	Jede Form der Aktionsforschung
Baskerville und Wood-Harper (1998)	7	<ul style="list-style-type: none"> • Ausprägung des sozialen Umfelds • Erfassung der Beobachtungen • Beeinflussung des sozialen Umfelds • Datenerhebungsmethoden • Änderung des sozialen Umfelds • Problemlösung und Zielerreichung • Weg der Problemlösung und Zielerreichung 	Jede Form der Aktionsforschung
Lau (1999)	4	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeption • Studiendesign • Forschungsprozess • Rollenverteilung 	Jede Form der Aktionsforschung
Davison et al. (2004)	5	<ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Beziehung zwischen Forscher und Praxis • Prinzip des zyklischen Prozessmodells • Prinzip der Theorie • Prinzip der Veränderung durch Handeln • Prinzip des Lernens durch Reflektion 	Kanonische Aktionsforschung
Narayanaswamy und Grover (2007)	6	<ul style="list-style-type: none"> • Studiendesign • Kontrolle • Struktur • Methode • Anwendung • Spezifisches Lernen 	Jede Form der Aktionsforschung

Tabelle 24: Validierungsansätze unterschiedlicher Autoren

Lau (1999) verfeinert das Modell von Lau (1997) und beschreibt ein umfangreiches Validierungs-Framework mit vier Dimensionen und insgesamt 21 zu erfüllenden Unterkriterien. Der Autor veranschaulicht anhand der Publikationen von Baskerville und Stage (1996) sowie Kock und McQueen (1998), wie diese Kriterien implizit erfüllt werden. Eine Arbeit, die die Anwendung der Aktionsforschung explizit auf das Framework von Lau (1999) prüft, konnte jedoch nicht gefunden werden. Allerdings verwenden Street

und Meister (2004) einige Kriterien dieses Frameworks in deren Validierung der angewandten Aktionsforschung.

Davison et al. (2004) entwerfen basierend auf den Erkenntnissen vieler anderer Aktionsforschungsarbeiten ein umfangreiches Framework zur Validierung. Dieses besteht aus fünf grundlegenden Prinzipien, die sich jeweils aus fünf bis acht Kriterien zusammensetzen. Die Autoren empfehlen dieses Framework zur Validierung des kanonischen Aktionsforschungstyps. Ein beispielhaftes Prüfen und Anwenden der Prinzipien kann bei Lindgren (2004) nachvollzogen werden.

Narayanaswamy und Grover (2007) fassen Evaluierungs- und Validierungsansätze früherer Autoren zusammen und erstellen daraus sechs Bereiche mit jeweils zwei bis sechs Kriterien, um die Qualität der angewandten Aktionsforschung zu testen. Die Autoren untersuchen daraufhin relevante Publikationen und prüfen diese hinsichtlich der verfassten Kriterien. Als Arbeiten, die alle Kriterien vollständig erfüllen, sind beispielsweise Hengst und Vreede (2004) oder Iversen et al. (2004) zu nennen. Narayanaswamy und Grover (2007) prüfen ebenfalls Arbeiten wie von Street und Meister (2004), obwohl letztere selbst explizit alternative Validierungsmethoden anwenden. Insgesamt werden Publikationen unterschiedlichster Aktionsforschungstypen untersucht. Aufgrund dieser Tatsache sowie der insgesamt allgemein gehaltenen Prinzipien eignet sich der Validierungsansatz von Narayanaswamy und Grover (2007) für alle Formen der Aktionsforschung.

7.4.3 Durchführung der Validierung

7.4.3.1 Validierung der positivistischen Aktionsforschung

Entsprechend der Struktur aus Kapitel 2.9.2 setzt sich diese Dissertation aus zwei Aktionsforschungstypen zusammen. Während sich der Rahmen der Arbeit an der positivistischen Ausprägung orientiert, wendet der Hauptteil in Kapitel 5 und 6 die kanonische Aktionsforschung an. Zunächst wird in diesem Kapitel die positivistische Rahmenstruktur der Aktionsforschung evaluiert. Hierzu eignen sich die sieben allgemeinen Validierungskriterien von Baskerville und Wood-Harper (1996) bzw. Baskerville (1999), die Aspekte wie Theorie und Generalisierbarkeit mit einschließen. Alle Kriterien sind ausführlich in Tabelle 25 aufgelistet.

Bezüglich des *(i) Paradigmenwechsels* wird in Kapitel 2 ausführlich auf die Eignung der Aktionsforschung für die vorliegende Problemstellung eingegangen sowie ein Vorgehen zur Verwendung der Methode entworfen. Eine *(ii) Forschungsvereinbarung* wurde getroffen, indem alle Projekt- und Store-Mitarbeiter über die Experteneinbindung des Forschers informiert wurden und dieses Vorgehen befürwortet wurde. Weiter beinhalten Kapitel 1 und Kapitel 3 eine fundierte *(iii) theoretische Problembeschreibung*. Im Zuge

der Abarbeitung wird sich dabei kontinuierlich darauf bezogen. Die insgesamt verwendeten (iv) *Methoden zur Datenerhebung* sind vielfältig. Sie setzen sich sowohl aus qualitativen Aspekten (z. B. Beobachtungen während der Aktionsforschungszyklen oder Experimente und Tests während der Fehlerbehandlung) als auch aus quantitativen Aspekten (z. B. Untersuchung und Entwicklung der Differenzen oder Auswertung der parallel durchgeführten Count-Typen) zusammen.

Kriterium	Beschreibung
(i) Beachten des Paradigmenwechsels	Aufgrund der geringen Verbreitung und der klaren Regeln der Aktionsforschung sollte die Eignung dieser Forschungsmethode für die vorliegende Situation begründet sowie die Akzeptanz der Ergebnisse sichergestellt werden.
(ii) Formale Forschungsvereinbarung	Die beteiligten Mitarbeiter der Organisation sollten über die Art der Forschung informiert sein und diese explizit akzeptieren.
(iii) Theoretische Problembeschreibung	Die Diagnose des Forschers sollte theoretische Rahmenbedingungen explizit beinhalten. Die Theorie sollte ebenfalls Teil der fortschreitenden und dokumentierten Forschung sein.
(iv) Methoden zur Datensammlung	Trotz des empirischen Charakters der Aktionsforschung ist der Datentyp typischerweise interpretativ und qualitativ. Daten können zum Beispiel durch Beobachtungen, Interviews, Experimente oder Fallstudien generiert werden. Die Techniken zur Datenerhebung sollten frühzeitig festgelegt werden.
(v) Aufrechterhaltung der Kollaboration	Die Zusammenarbeit mit der Praxis muss während der gesamten Projektdauer aufrechterhalten werden. Weiterhin müssen die praktischen Mitarbeiter ausreichend über die vorherrschende Problemsituation informiert sein.
(vi) Iterationen	Die Aktionsforschung ist typischerweise zyklisch. Abänderungen der Ideen und Pläne sind im Zuge der verschiedenen Zyklen entscheidender als ein unmittelbarer Erfolg aller initialen Maßnahmen. Aktionen und Zyklen sollten solange durchgeführt werden, bis die definierten Probleme gelöst sind.
(vii) Generalisierbarkeit	Die Art der Generalisierbarkeit ist mit Feldexperimenten vergleichbar. Demzufolge können Aussagen nicht basierend auf einer großen Anzahl an statistischen Beobachtungen getroffen werden. Vielmehr sollte die Lösung des spezifischen Problemfalls für vergleichbare Szenarien anwendbar sein.

Tabelle 25: Validierung nach Baskerville und Wood-Harper (1996) bzw. Baskerville (1999)

Die (v) *Kollaboration* mit der Praxis wurde während der gesamten Projektdauer zwischen April 2012 und September 2013 aufrechterhalten. Die In-Store-Mitarbeiter wurden kontinuierlich über die Fortschritte und Ergebnisse sämtlicher Maßnahmen informiert. Der typisch iterative Charakter der Aktionsforschung wurde vor allem im Mittelteil der Arbeit verfolgt. Hierbei wurden so lange (vi) *Iterationen* durchgeführt, bis die Ergebnisse als zufriedenstellend erachtet wurden. Beispielsweise wurden so lange Szenarien und

Tests durchgespielt, bis verlässliche KPI für jeden In-Store-Prozess erstellt und mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen beschrieben waren (vgl. Kapitel 6). Ferner wurde mit zwei grundlegenden Ansätzen besonderer Wert auf die *(vii) Generalisierbarkeit* gelegt. Zum einen wurde die positivistische Ausprägung der Aktionsforschung als Rahmen verwendet, die theoretische Fundamente und Wiederverwendbarkeit miteinschließt. Zum anderen wurden Frameworks (vgl. Kapitel 2, Kapitel 5), Kennzahlen (vgl. Kapitel 6) und Regelwerke (vgl. Kapitel 7) geschaffen, die eine Anwendung der Resultate der Dissertation in ähnlichen Szenarien ermöglichen. Insgesamt konnten alle Validierungskriterien von Baskerville und Wood-Harper (1996) bzw. Baskerville (1999) erfüllt werden.

	Kriterium	Diese Arbeit
Basiskriterien	(1) Die Forschung sollte in einem multivariaten, sozialen Umfeld durchgeführt werden.	Die Untersuchungen wurden in 10 RFID-Pilot-Stores eines großen Retailers durchgeführt.
	(2) Sämtliche Beobachtungen sind in einem festgelegten Zeitraum zu erfassen.	Sämtliche Beobachtungen wurden in einer festgelegten Projektdauer durchgeführt.
	(3) Das Forschungsumfeld wird durch Aktionen des Forschers beeinflusst.	Die Maßnahmen und Tests beeinflussten zum Beispiel die Art der Prozessdurchführung und den gesamten operativen Betrieb.
	(4) Die Datenerhebungsmethoden beinhalten Beobachtungen mit „teilnehmendem Charakter“.	Der Forscher war während des Projekts als Experte eingebunden und gleichzeitig mit operativen RFID-Prozessaufgaben beauftragt.
	(5) Die Änderungen des Umfelds werden beobachtet und studiert.	Die Änderungen wurden zum Beispiel durch Analysen der Bestandsdifferenzen untersucht.
Interne Validität	(6) Die Probleme der Ausgangssituation werden im Zuge sämtlicher Aktivitäten unmittelbar gelöst und alle Ziele erreicht.	Die Probleme der Ausgangssituation sind in Forschungsfragen zusammengefasst, die im Zuge der Abarbeitung gelöst werden.
Externe Validität	(7) Der Forscher soll möglichst theoretische Frameworks verwenden, um den Weg zwischen den angewandten Aktionen und den zugehörigen Ergebnissen zu veranschaulichen.	In Kapitel 1 und 3 wurde ein theoretisches Fundament geschaffen. Zum Zweck der Zielerreichung wurden allgemein anwendbare Frameworks und Kennzahlen erstellt.

Tabelle 26: Validierung nach Baskerville und Wood-Harper (1998)

Zusätzlich wird diese Arbeit entsprechend des Validierungsansatzes von Baskerville und Wood-Harper (1998) evaluiert. Die fünf Basiskriterien sowie das interne und externe Validierungskriterium sind in Tabelle 26 ersichtlich. Dort wird gleichzeitig auf die Bewertung der einzelnen Kriterien eingegangen.

Zusammenfassend werden die Anforderungen einer positivistischen Aktionsforschung bezüglich *Rigor* und *Relevance* erfüllt, indem zwei grundlegende Ansätze zur Validierung vollständig erfüllt werden.

7.4.3.2 Validierung der kanonischen Aktionsforschung

Dieses Kapitel beschreibt die Validierung der im Mittelteil angewandten kanonischen Aktionsforschung. Entsprechend Kapitel 7.4.2 eignet sich hierfür besonders das umfangreiche Framework von Davison et al. (2004). Tabelle 27 beschreibt die aus vielfältigen Kriterien bestehenden Prinzipien und evaluiert diese gleichzeitig auf Basis der Ergebnisse und Vorgehensweise dieser Arbeit. Es wird gezeigt, dass alle Validierungskriterien der kanonischen Aktionsforschung vollständig erfüllt werden.

Kriterium	Diese Arbeit
<i>(1) Prinzip der Beziehung zwischen Forscher und Praxis</i>	
(1-1) Haben sowohl der Wissenschaftler als auch die praktischen Mitarbeiter der kanonischen Aktionsforschung als Methode zugestimmt?	Die praktischen Mitarbeiter haben die Experteneinbindung des Forschers akzeptiert und die zyklische Arbeitsweise unterstützt.
(1-2) Wurde der Fokus des Projekts frühzeitig und explizit spezifiziert?	Der Fokus des Projekts wurde theoretisch (vgl. Kapitel 1 und 3) sowie praktisch (vgl. Kapitel 4) zu Beginn des Projekts spezifiziert.
(1-3) Hat sich die praktische Organisation explizit zu dem Projekt bekannt?	Durch die Vereinbarung der Projektkooperation mit der Wissenschaft hat sich der Retailer zum Projekt mit gemeinsamen Zielsetzungen bekannt.
(1-4) Wurden die Rollen und Verantwortlichkeiten des Wissenschaftlers und der praktischen Mitarbeiter explizit festgelegt?	Die praktischen Store-Mitarbeiter waren mit operativen Aufgaben versehen, während dem Forscher zusätzlich die Aufgabe der Problemlösung unterlag.
(1-5) Wurden die Projektziele und Evaluierungsmethoden explizit spezifiziert?	Neben den Projektzielen (vgl. <i>Kriterium 1-2</i>) wurde als führende Evaluierungsmethode die Entwicklung der Bestandsdifferenzen festgelegt.
(1-6) Wurden die Datenerhebungs- und Datenanalysemethoden explizit spezifiziert?	Die Datenerhebungs- und Datenanalysemethoden wurden in der Projektbeschreibung festgehalten und während der Aktionsforschungszyklen genauer spezifiziert (vgl. z. B. Kapitel 6.3 oder Kapitel 7.2.2).
<i>(2) Prinzip des zyklischen Prozessmodells</i>	
(2-1) Folgte das Projekt dem zyklischen Prozessmodell und wurden mögliche Abweichungen hinreichend begründet?	Das Projekt folgte stets der beschriebenen Logik und den Phasen der Kombination an verwendeten Aktionsforschungstypen, die in Kapitel 2 definiert wurde.
(2-2) Wurde die Situation der Organisation durch den Wissenschaftler unabhängig untersucht?	Der Wissenschaftler war als externe und unabhängige Partei in das Projekt eingebunden.
(2-3) Wurden Aktionen basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen geplant?	Kapitel 6.3 oder Kapitel 7.2.2 beschreiben beispielhaft, wie Aktionen der jeweiligen Iteration auf Basis der Untersuchungen geplant bzw. angepasst wurden.

(2-4) Wurden die geplanten Aktionen durchgeführt und evaluiert?	Kapitel 6.3 oder Kapitel 7.2.2 beschreiben beispielhaft, wie die jeweils geplanten Aktionen in der folgenden Iteration durchgeführt und evaluiert wurden.
(2-5) Reflektierte der Forscher die Ergebnisse sämtlicher Eingriffe?	Die Ergebnisse der Eingriffe wurden in den jeweiligen Evaluierungsphasen der Iteration reflektiert. Die zusammenfassenden Ergebnisse der Reflexionsphasen sind schließlich in Kapitel 7 beschrieben.
(2-6) Folgte der Reflektion eine Entscheidung darüber, ob ein weiterer Zyklus durchgeführt werden soll?	Solange die initiale Ideen und die Projektziele nicht ausreichend umgesetzt bzw. erreicht wurden, folgten weitere Iterationen mit zusätzlichen Untersuchungen.
(2-7) Entsprachen das Ende der Kooperation und die Ergebnisse des Projekts den vorher definierten Projektzielen?	Kapitel 8 zeigt, zu welchem Grad die vorher definierten Projektziele der Organisation erreicht wurden.
<i>(3) Prinzip der Theorie</i>	
(3-1) Wurden die Aktivitäten durch die Theorie begleitet?	Der Ausgangspunkt aller Aktivitäten waren neben den Projektzielen die theoretischen Forschungsfragen.
(3-2) Waren der Grund der Untersuchung und das spezifische Problemumfeld sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis interessant?	Die Forschungsziele und Forschungsfragen, die aus den Lücken der aktuellen Literatur entstanden, harmonisieren mit den Projektzielen der praktischen Organisation (vgl. Kapitel 4.3.3).
(3-3) Wurde ein theoretisch basiertes Modell verwendet, um die Ursachen der Probleme zu erforschen?	Kapitel 1 und Kapitel 3 untersuchen die Relevanz der Arbeit sowie die Ursachen und treibende Faktoren von Datenqualitätsproblemen und Bestandsungenauigkeiten, die Ausgangspunkte der Projektziele waren.
(3-4) Folgten die Eingriffe den Vorgaben des theoretischen Modells?	Die Eingriffe erfolgten auf Basis der Diagramme und der in den Iterationen gewonnenen Erfahrungen, die in Kapitel 5 bzw. Kapitel 7 festgehalten sind.
(3-5) Wurde die vorgestellte oder eine alternative Theorie verwendet, um die Ergebnisse der Eingriffe zu evaluieren?	Die Ergebnisse der Eingriffe wurden auf Basis der Differenzen und definierten Kennzahlen evaluiert, die Bestandteil des erstellten Regelmodells sind.
<i>(4) Prinzip der Veränderung durch Handeln</i>	
(4-1) Waren sowohl der Forscher als auch die Praxis motiviert, die vorhandene Situation zu verbessern?	Weil die Ziele des Forschers nur durch praktische Untersuchungen zu erreichen waren und die Ziele der Praxis Gemeinsamkeiten mit den Forschungszielen aufwiesen, waren beide Parteien daran interessiert, die Probleme der aktuellen Situation zu verbessern.
(4-2) Waren die Probleme und erforschten Ursachen Ergebnis einer intensiven Diagnose?	Ursachen und Probleme wurden durch viele Analysen identifiziert und klassifiziert (vgl. Kapitel 4 und 5).

(4-3)	Wurden sämtliche Aktionen in Bezug auf die erforschten Ursachen durchgeführt?	Auf Basis der erforschten und klassifizierten Ursachen wurden Fehlerbehandlungsdiagramme erstellt, die weitere Aktionen beschreiben (vgl. Kapitel 5).
(4-4)	Stimmte die Praxis den geplanten Aktionen vor deren Durchführung zu?	Die praktischen Mitarbeiter zeigten sich bezüglich der Experimente, Tests und Maßnahmen kooperativ.
(4-5)	Wurde die Situation der Organisation sowohl vor als auch nach Durchführung der Aktionen intensiv beurteilt?	Durch die Definition verschiedener Kennzahlen (<i>Mikro-Level</i>) und der Untersuchung der Gesamtdifferenzen (<i>Makro-Level</i>) war es möglich, die Datenqualität der Prozesse sowohl vor als auch nach Durchführung sämtlicher Maßnahmen zu beurteilen (vgl. Kapitel 6).
(4-6)	Wurden die Struktur und der zeitliche Rahmen sämtlicher durchgeführter Aktionen klar und vollständig dokumentiert?	Alle geplanten Aktionen wurden in einem Projektplan festgehalten (vgl. Kapitel 4) und deren Durchführung in den folgenden Kapiteln vollständig dokumentiert.
<i>(5) Prinzip des Lernens durch Reflektion</i>		
(5-1)	Stellte der Forscher den praktischen Mitarbeitern kontinuierlich Fortschrittberichte zur Verfügung?	Den praktischen Mitarbeitern wurden kontinuierlich Differenzanalysen bereitgestellt. So konnte der Fortschritt der RFID-Datenqualität nachvollzogen werden.
(5-2)	Reflektierten sowohl der Forscher als auch die Organisation die Ergebnisse des Projekts?	Der Forscher reflektiert die Ergebnisse in Bezug auf die Forschungsfragen, während die Organisation diese auf die Projektziele bezieht (vgl. Kapitel 8).
(5-3)	Wurden die Aktivitäten und Ergebnisse klar und vollständig dokumentiert?	In dieser Arbeit sind sowohl alle Aktivitäten als auch die Ergebnisse klar und vollständig dokumentiert.
(5-4)	Wurden die Ergebnisse hinsichtlich Implikationen zukünftiger Aktivitäten analysiert?	Kapitel 8 beinhaltet einen Ausblick sowie Ideen hinsichtlich zukünftigen Forschungsbedarfs.
(5-5)	Wurden die Ergebnisse in Bezug auf die Anwendbarkeit in ähnlichen Problemsituationen und Wissenschaftsbereichen analysiert?	Durch das vielfältig anwendbare Vorgehensmodell der Aktionsforschung (vgl. Kapitel 2) und die Validierung der Methode (vgl. Kapitel 7) sowie durch die Fehlerbehandlungsdiagramme (vgl. Kapitel 5) und die Kennzahlen (vgl. Kapitel 6) sind die Inhalte und Resultate der Arbeit in ähnlichen Szenarien anwendbar.
(5-6)	Wurden die Ergebnisse hinsichtlich Implikationen für die Wissenschaft analysiert?	Kapitel 8 beinhaltet Aussagen bezüglich der Implikationen der Ergebnisse für die Wissenschaft.
(5-7)	Wurden die Ergebnisse in Bezug auf eine allgemeine Anwendbarkeit der (kanonischen) Aktionsforschung analysiert?	Sowohl die Rahmenstruktur der positivistischen Aktionsforschung (vgl. Kapitel 7.4.3.1) als auch die kanonische Aktionsforschung im Mittelteil der Arbeit (vgl. Kapitel 7.4.3.2) wurden explizit mit unterschiedlichen Validierungsansätzen evaluiert.

Tabelle 27: Validierung nach Davison et al. (2004)

7.4.3.3 Alternative Validierungsansätze

In Kapitel 7.4.2 werden mit den Frameworks von Narayanaswamy und Grover (2007) sowie Lau (1999) noch zwei weitere Ansätze für die Validierung der Aktionsforschung vorgestellt. Wie bereits beschrieben, ist das Modell von Narayanaswamy und Grover (2007) eine Zusammenfassung mehrerer bereits existierender Ansätze. Tabelle 28 zeigt einerseits die Kriterien dieses Frameworks sowie andererseits, inwiefern Punkte von Lau (1999) mit diesen inhaltlich übereinstimmen.

Kriterien Narayanaswamy und Grover (2007)		Entsprechende Kriterien von Lau (1999)
Studiendesign	Organisationsbeschreibung	(2-1) Hintergrund, (2-3) Organisationseinbindung
	Problembeschreibung	(3-1) Problemdiagnose, (2-2) Ziele
	Perspektive	(1-3) Perspektive
	Form der Aktionsforschung	(1-4) Form der Aktionsforschung
Kontrolle	Einleitung des Projekts	
	Formale Aspekte	
	Projektleitung	
	Rolle des Forschers	(4-1) Rolle Forscher
	Rolle der praktischen Mitarbeiter	(2-4) Teilnehmerstruktur, (4-2) Rolle Teilnehmer
Struktur	Ethische Aspekte	(4-4) Ethische Aspekte
	Theoretische Annahmen	(1-2) Annahmen
	Struktur der Forschungsfragen	(1-1) Forschungsziel
	Datenerhebung und Analyse	(2-5) Datenquellen
Methode	Zeitplanung	(2-6) Projektdauer
	Änderung durch Aktionen	
	Reflexion (jedes Zyklus)	(3-3) Reflexion / spezifisches Lernen
Anwendung	Iterationen	(3-4) Iterationen
	Durchführung der Aktionen	(2-7) Offenheit, (3-2) Durchführung der Aktionen
	Evaluierung der Aktionen	
	Kompetenzerweiterung	(4-3) Kompetenzen
	Zugang zu Ressourcen	(2-8) Zugang und Projektende
Spezifisches Lernen	Definiertes Ende	(2-8) Zugang und Projektende
	Präsentation der Ergebnisse	(2-9) Präsentation, (3-5) Schlussfolgerung
	Generalisierbarkeit	(3-5) Schlussfolgerung

Tabelle 28: Übereinstimmung alternativer Validierungsansätze

Der Vergleich in Tabelle 28 macht zum einen deutlich, dass die Anwendung des Frameworks von Narayanaswamy und Grover (2007) die Validierung nach Lau (1999) überflüssig macht, da inhaltlich alle Kriterien abgedeckt werden. Erstere beinhaltet darüber hinaus noch weitere Punkte, die bei Lau (1999) nicht berücksichtigt werden. Dies sind vor allem Aspekte bezüglich der *Kontrolle* und *Anwendung*. Zum anderen werden andere Schwerpunkte wie bei der bereits durchgeführten Validierung nach Davison et al. (2004) deutlich (vgl. Kapitel 7.4.3.2). Daher wird die Anwendung der Aktionsforschung in Tabelle 29 auch nach dem Framework von Narayanaswamy und Grover (2007) validiert.

Kriterium	Diese Arbeit
<i>(1) Studiendesign</i>	
(1-1) <i>Organisationsbeschreibung</i> Werden ausreichend Informationen zur aktuellen Situation des Praktikers geliefert?	Kapitel 4 erläutert ausführlich Informationen zur aktuellen Situation und technischen Ausstattung des Retailers.
(1-2) <i>Problembeschreibung</i> Sind die Probleme der praktischen Organisation ausreichend beschrieben?	Kapitel 4 beinhaltet eine detaillierte Problem- und Zielbeschreibung des Retailers.
(1-3) <i>Perspektive</i> Ist eine epistemologische Einordnung der Arbeit vorgenommen?	Kapitel 2 ordnet die verschiedenen Typen der Aktionsforschung hinsichtlich entscheidender wissenschaftlicher Begriffe (einschließlich der Epistemologie) ein.
(1-4) <i>Form der Aktionsforschung</i> Wird der verwendete Aktionsforschungstyp genannt?	Es wird eine Kombination aus positivistischer und kanonischer Aktionsforschung verwendet. Diese Kombination wird explizit genannt.
<i>(2) Kontrolle</i>	
(2-1) <i>Einleitung des Projekts</i> Ist der Initiator des Projekts genannt sowie das gegenseitige Interesse der Parteien ersichtlich?	Kapitel 4 zeigt den Retailer als Initiator. Die Übereinstimmung der Ziele zwischen Praxis und Wissenschaft zeigt Kapitel 4 und Kapitel 8.
(2-2) <i>Formale Aspekte</i> Ist die Art der Kooperation beschrieben?	Die Kooperation beruht auf einem Projekt zwischen Wissenschaft und Praxis. Der Forscher ist dabei aktiv in die Organisation eingebunden.
(2-3) <i>Projektleitung</i> Sind die Kompetenzen der Rollen beschrieben?	Die Projektleitung oblag dem Retailer. Der Forscher hatte jedoch umfangreichen Handlungsspielraum für Experimente und Aktionen.
(2-4) <i>Rolle des Forschers</i> Ist die Rolle des Forschers ausreichend beschrieben?	Der Forscher verfolgte primär die Aufgabe, die Ziele der Wissenschaft (<i>Forschungsfragen</i> , im Einklang mit <i>praktischen Zielen</i>) mit Aktionen und Experimenten zu erfüllen.

(2-5)	<i>Rolle der praktischen Mitarbeiter</i> Ist die Rolle der praktischen Mitarbeiter ausreichend beschrieben?	Die praktischen Mitarbeiter übten rein ausführende Tätigkeiten entsprechend der geplanten Aktionen und Anweisungen aus.
(2-6)	<i>Ethische Aspekte</i> Stimmten die praktischen Mitarbeiter dem gemeinsamen Vorgehen zu?	Die praktischen Mitarbeiter befürworteten das experimentelle Vorgehen des Wissenschaftlers mit dem Ziel der Organisationsverbesserung.
<i>(3) Struktur</i>		
(3-1)	<i>Theoretische Annahmen</i> Sind theoretische Annahmen als Basis der angewandten Aktionen formuliert?	Kapitel 1 und 3 beschreiben theoretische Zusammenhänge, relevante Forschungsarbeiten und Lücken der Literatur als Ausgangsbasis der Kooperation und sämtlicher Handlungen.
(3-2)	<i>Struktur der Forschungsfragen</i> Sind die Ziele und Forschungsfragen klar definiert?	Kapitel 1 definiert Forschungsfragen als Ziele des Forschers. Die Ziele des Retailers sind in Kapitel 4 ersichtlich.
(3-3)	<i>Datenerhebung und Analyse</i> Sind die Daten verlässlich?	Die RFID-Daten wurden durch die Fehlerbehebung auf Qualität und Verlässlichkeit geprüft.
(3-4)	<i>Zeitplanung</i> Wurden die Aktivitäten geplant?	Die Arbeit beschreibt sowohl einen Projektplan als auch geplante Schritte der einzelnen Zyklen.
<i>(4) Methode</i>		
(4-1)	<i>Änderung durch Aktionen</i> Sind die Ziele der Aktionen ersichtlich?	Die Ziele der Aktionen leiten sich aus den Projektzielen und dem Projektplan ab.
(4-2)	<i>Reflexion (jedes Zyklus)</i> Sind die Ergebnisse der Zyklen reflektiert?	Kapitel 7 zeigt beispielhafte Zyklen, welche die Evaluation einzelner Zyklen veranschaulichen.
(4-3)	<i>Iterationen</i> Folgt die Abarbeitung dem zyklischen Prozessmodell und werden gegebenenfalls Abweichungen begründet?	Das Projekt folgte stets der beschriebenen Logik und den Phasen der Kombination an verwendeten Aktionsforschungstypen, die in Kapitel 2 definiert wurde.
<i>(5) Anwendung</i>		
(5-1)	<i>Durchführung der Aktionen</i> Realisierten die Praktiker, dass durch die Aktionen Änderungen erreicht wurden?	Die veröffentlichten Exception Reports gestalten den Fortschritt bei der Datenqualität der RFID-Daten transparent (vgl. Kapitel 7).
(5-2)	<i>Evaluierung der Aktionen</i> Sind die implementierten Aktionen evaluiert?	Kapitel 7 reflektiert ausführlich die Ergebnisse der gesamten Aktionsforschungszyklen.
(5-3)	<i>Kompetenzerweiterung</i> Ist vom Forscher genügend Aufwand betrieben worden, um die Kompetenzen der Praktiker zu erweitern?	Die erstellten und beschriebenen Schulungunterlagen, die Durchführung von Trainings sowie die Visualisierung und Anwendung der Kennzahlen erweitern nachweislich die Kompetenzen der Praktiker.

(5-4)	<i>Zugang zu Ressourcen</i> Hatten die Parteien ausreichend Zugang zu den benötigten Ressourcen?	Der Forscher hatte während der Durchführung sämtlicher Aktionen Zugang zu allen RFID-Daten sowie zu personellen Ressourcen des Retailers.
(5-5)	<i>Definiertes Ende</i> Ist ein Ende der Aktionen definiert?	Das Ende der Aktionen war einerseits durch die Projektdauer und andererseits durch den Grad der gewünschten Zielerreichung definiert.
<i>(6) Spezifisches Lernen</i>		
(6-1)	<i>Präsentation der Ergebnisse</i> Werden die Ergebnisse in Bezug auf die ursprünglichen Ziele präsentiert?	Kapitel 8 fasst alle Ergebnisse zusammen und bezieht diese auf initiale Projektziele und Forschungsfragen.
(6-2)	<i>Generalisierbarkeit</i> Werden Implikationen für Theorie und Praxis ausreichend beschrieben?	Kapitel 7 validiert die Arbeit hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Weiterhin werden in Kapitel 8 Implikationen für Theorie und Praxis beschrieben.

Tabelle 29: Validierung nach Narayanaswamy und Grover (2007)

Die Anwendung der Aktionsforschung wurde in diesem Kapitel nach verschiedenen vorgestellten Validierungsmethoden evaluiert. Insgesamt wird deutlich, dass die Kriterien aller Frameworks trotz unterschiedlicher Schwerpunkte vollständig erfüllt wurden. Damit ist der letzte Schritt des in Kapitel 2.3 vorgestellten Anwendungsmodells der Aktionsforschung (5 – *Validierung*) abgeschlossen.

Als Abschluss der Dissertation werden in Kapitel 8 schließlich sämtliche Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und auf die ursprünglichen Forschungsfragen und praktischen Ziele bezogen. Weiterhin werden unter anderem Implikationen für Theorie und Praxis beschrieben sowie ein Ausblick für zukünftige Forschungsarbeit gegeben.

8 Zusammenfassung und Ausblick

8.1 Übersicht

Nachdem in den vorherigen Kapiteln alle theoretischen Hintergründe sowie Maßnahmen, Tests und Ergebnisse beschrieben wurden, beschäftigt sich Kapitel 8 mit einer zusammenfassenden Aufbereitung sämtlicher Inhalte. Gleichzeitig wird der Bezug zu ursprünglich formulierten Fragen und Zielen hergestellt. Auf diese Weise werden dem Leser entscheidende Erkenntnisse, Resultate und Schlussfolgerungen in komprimierter Form vermittelt sowie die Bedeutung der Dissertation herausgestellt. Dieses abschließende Kapitel gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Kapitel 8.2 fasst die strukturierte Vorgehensweise dieser Dissertation zusammen. Ebenfalls werden die wichtigsten Schritte und Ergebnisse der Fehlerbehandlung beschrieben.
- In Kapitel 8.3 wird die Zielerreichung diskutiert. Hierzu werden sowohl Forschungsfragen und Forschungslücken als auch praktische Ziele der Projektkooperation aufgegriffen. Gleichzeitig wird bewertet, inwiefern die Inhalte der Dissertation zur Erfüllung sämtlicher Ziele und zur Schließung der Forschungslücken beitragen.
- Viele Erkenntnisse beruhen auf in der Arbeit beschriebenen Annahmen. Kapitel 8.4 behandelt daraus entstehende Einschränkungen, die bei der Bewertung der Forschungsergebnisse berücksichtigt werden müssen.
- Schließlich wird in Kapitel 8.5 ein Ausblick gegeben. Dieser beinhaltet neben Implikationen für Theorie und Praxis auch Anhaltspunkte für kontextbezogenen, zukünftigen Forschungsbedarf.

8.2 Zusammenfassung der Resultate

Bevor im weiteren Verlauf dieses Kapitels auf die Resultate eingegangen wird, zeigt Abbildung 88 rückblickend die wichtigsten methodischen Schritte der Dissertation. Die Grafik beinhaltet sowohl die wichtigsten Punkte der inhaltlichen Darstellung (*Inhalt*) als

auch entscheidende Schritte der methodischen Vorgehensweise (*Methode*). Weiterhin werden Zusammenhänge durch Pfeile ersichtlich sowie die zentralen Ergebnisse hinsichtlich Inhalt und Methode im jeweils unteren Pfeil verdeutlicht.

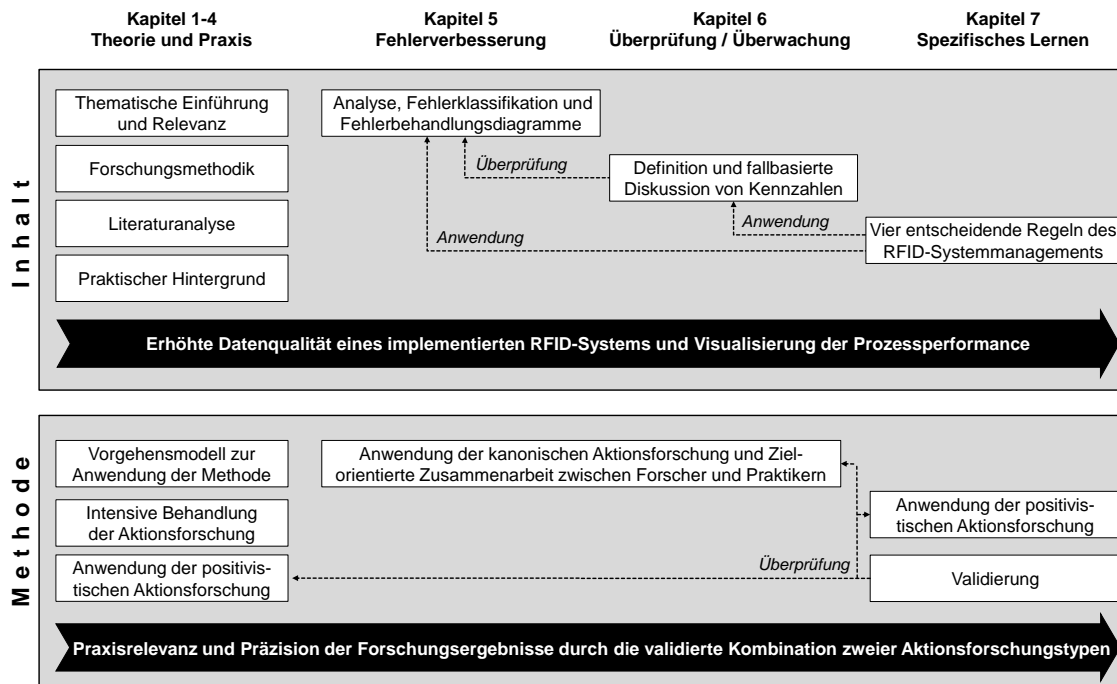


Abbildung 88: Zusammenfassung der Vorgehensweise der Dissertation

Die *inhaltliche Abarbeitung* setzt sich aus folgenden Punkten zusammen:

- In den ersten Kapiteln wurde vor allem eine **Einführung** gegeben und die **Relevanz** der Arbeit aufgezeigt. Weiterhin wurde die verwendete **Forschungsmethodik** beschrieben sowie relevante Werke in einer **Literaturanalyse** vorgestellt, bewertet und klassifiziert. Die Inhalte der Arbeit wurden auf Basis einer 18-monatigen Kooperation zwischen dem Forscher und einem der weltweit größten Retailer erarbeitet. Die Ziele und Technik sowie der gesamte **praktische Hintergrund** dieser Projektkooperation sind in Kapitel 4 beschrieben.
- Die Untersuchung in Kapitel 5 bezieht sich auf die RFID-In-Store-Prozesse Goods Receiving, In-Store Replenishment, Checkout, Cycle-Count und EAS. Diese fünf Prozesse decken den Lebenszyklus eines RFID-Items innerhalb eines Stores ab. Es galt dabei zunächst, die Probleme innerhalb der Prozessabwicklung aufzudecken. Eine intensive **Fehleranalyse** ermöglichte schließlich deren **Klassifizierung** in Human Issues und Technical Issues. Um diese Fehler beheben zu können, wurden darauf aufbauend für jeden In-Store-Prozess Maßnahmen und Tests entworfen und durchgeführt. Die gesamte Logik wurde in **Fehlerbehandlungsdiagrammen** zusammengefasst. Diese Frameworks dienen als Leitfaden, um Fehler in RFID-Daten und -Prozessen strukturiert zu finden und zu beheben.

- Um die Wirksamkeit der Fehlerbehandlung überprüfen zu können, wurden in Kapitel 6 unterschiedliche **Kennzahlen definiert**. Gleichzeitig wurden die Vorteile und Nachteile aller Kennzahlen **fallbasiert diskutiert**. Diese objektiven Vergleichswerte wurden dann sowohl vor als auch nach der Fehlerbehandlung berechnet. Darüber hinaus wurde die Entwicklung der Bestandsdifferenzen aller Stores betrachtet. Beide Bewertungsmaßnahmen dienen dazu, die **Effektivität der Fehlerbehandlung** und gleichbedeutend die Verbesserung der Datenqualität zu beurteilen.
- Alle Vorgehensweisen, Projekterfahrungen und erlangten Erkenntnisse wurden schließlich verwendet, um in Kapitel 7 **vier entscheidende Regeln des RFID-Systemmanagements** zu formulieren. Die Anwendung bzw. Berücksichtigung dieser Regeln erlaubt es Praktikern, die beschriebene Fehlerbehandlung mit dem Ziel der Datenqualitätsverbesserung in **vergleichbaren Szenarien** einzusetzen.
- Alle durchgeführten Maßnahmen führen zu einer **erhöhten Datenqualität eines implementierten RFID-Systems** und stellen Möglichkeiten zur kennzahlenbasierten **Visualisierung der RFID-Prozessperformance** bereit.

Die *methodische Abarbeitung* setzt sich aus folgenden Punkten zusammen:

- Kapitel 2 beinhaltet ein erstelltes **Vorgehensmodell**, das zur **Anwendung der Aktionsforschung** in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet werden kann. Dieses Modell wurde aufgrund der begrenzten Verbreitung der Methode um mehrere Schritte erweitert. Damit wurde die Aktionsforschung im Rahmen der Dissertation **intensiv behandelt**. Hierbei wurden unter anderem Eigenschaften, verwandte Ansätze und verschiedene Ausprägungen erläutert. In dieser Arbeit wurde eine neuartige **Kombination zweier Ausprägungen der Aktionsforschung** (positivistisch und kanonisch) verwendet. Die **positivistische Ausprägung** wurde dabei hauptsächlich in Kapitel 1-4 (z. B. Literaturanalyse) und in Kapitel 7 (z. B. Generalisierbarkeit) angewandt.
- Die **kanonische Ausprägung** der Methode wurde in Kapitel 5 und 6 angewandt. Dadurch wurde eine **zielorientierte Zusammenarbeit von Forscher und Praktikern** ermöglicht. Das Prinzip der Methodenanwendung wurde in mehreren Kapiteln beschrieben (vgl. z. B. Kapitel 5.3.1, 6.4.2.1 oder 7.2.2).
- Die **Validierung** der Forschungsmethode bzw. beider Methodenausprägungen wurde mit unterschiedlichen Ansätzen in Kapitel 7 vorgenommen.
- Aufgrund der Validierung und der Kombination von zwei Aktionsforschungstypen wird neben der **Praxisrelevanz der Ergebnisse** auch die **Präzision der Forschungsergebnisse** sichergestellt.

Entsprechend des Titels der Arbeit ist ein entscheidender Punkt die **Verbesserung der RFID-Infrastruktur**. Dieses Ziel wird durch eine erhöhte *Verlässlichkeit* und *Aussagekraft* sowie eine möglichst vollständige *Fehlerfreiheit* der RFID-Informationen erreicht. Diese Aspekte sind wiederum umso besser erfüllt, je höher die *RFID-Datenqualität* ist.

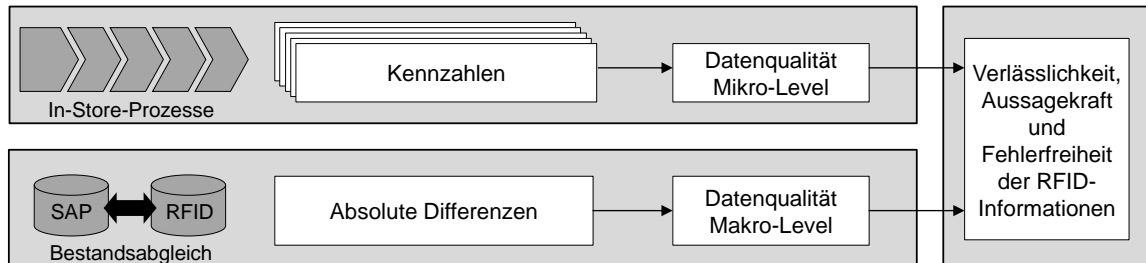


Abbildung 89: Aspekte zur Messung der Datenqualität

Die Datenqualität wird in dieser Arbeit zum einen auf dem *Mikro-Level* untersucht. Indikatoren hierfür sind die Ausprägungen der definierten *Kennzahlen* für jeden behandelten In-Store-Prozess. Dabei ist die Datenqualität umso höher, je näher eine Messgröße an 100% ist. Zum anderen wird eine hohe Datenqualität auf dem *Makro-Level* durch eine möglichst niedrige Anzahl an positiven und negativen Differenzen (*absolute Differenzen*) zwischen den beiden Bestandssystemen SAP und RFID symbolisiert. Abbildung 89 zeigt die beschriebenen Zusammenhänge.

	Goods Receiving	In-Store Replenishment	Checkout	Cycle-Count	EAS
Datenqualität vor Fehlerbehandlung	75,8%	60,4%	Fehler beim Checkout	82,5%	530 Alarmer pro Monat
Art der Fehlerbehandlung	Receiving-Prüfung und Fehlerbehandlungsdiagramm	Replenishment-Test und Fehlerbehandlungsdiagramm	Checkout-Test und Fehlerbehandlungsdiagramm	Scannanweisungen für verschiedene Item Types	EAS-Test und Fehlerbehandlungsdiagramm
Zugrundeliegende Messgröße	Kennzahl KPI GR^{DN}	Kennzahl KPI ISR^{CCA}	Gemeldete Fehler beim Checkout	Vergleich mit physischer Inventur	Gesamtanzahl an Alarmen KPI EAS^{TTA}
Datenqualität nach Fehlerbehandlung	95,1%	85,5%	Keine Fehler beim Checkout	98,8%	273 Alarmer pro Monat
Prozentuale Verbesserung	19,3%	25,1%	0% - 100%	16,3%	47,4%

Tabelle 30: Übersicht der Maßnahmen und Datenqualitätsverbesserung der RFID-In-Store-Prozesse

Tabelle 30 zeigt die Entwicklung der *Datenqualität* aller RFID-In-Store-Prozesse. Darüber hinaus wird auf die durchgeführte *Art der Fehlerbehandlung* und die *zugrundeliegenden Messgrößen* eingegangen. Die Übersicht bestätigt, dass alle gemessenen Kennzahlen verbessert und damit die Datenqualität auf dem Mikro-Level sichtbar erhöht werden konnte. Die Bestandsdifferenzen auf dem Makro-Level haben sich im Zuge der Fehlerbehandlung ebenfalls reduziert (vgl. Kapitel 6.5). Insgesamt konnte durch alle Maßnahmen eine Verbesserung der RFID-Infrastruktur erreicht werden.

Der zweite entscheidende Punkt des Dissertationstitels ist die **Überwachung der RFID-Infrastruktur**. Die vielfältig definierten, diskutierten und fallbasiert bewerteten Kennzahlen erlauben es, die Prozessperformance in Zahlen auszudrücken. Gleichzeitig ist es bei einer geschickten Visualisierung dieser Werte möglich, die Performance der Prozesse und damit die RFID-Infrastruktur hinsichtlich der Datenqualität zu überwachen.

Prozess	KPI	Strenge	Aussagekraft	Verwendung RFID-Daten	Verwendung SAP-Daten	Einstiegs-KPI	Experten-KPI
Goods Receiving	GR^{DN}	++	++	+	++	++	+
	GR^{DC}	++	++	++	-	+	++
In-Store Replenishment	ISR^{CCA}	+	+	++	-	++	+
	ISR^{LKL}	+	+	++	-	++	++
	ISR^{MBS}	++	++	++	-	+	++
Cycle-Count	CC^{DA}	++	+	+	++	++	+
	CC^{SC}	++	++	++	-	+	+
EAS	EAS^{TTA}	+	+	+	-	++	+
	EAS^{FTA}	++	++	++	-	+	++

Tabelle 31: Auf Kriterien basierende Bewertung der Kennzahlen zur Entscheidungsunterstützung

Tabelle 31 zeigt eine Übersicht aller in dieser Arbeit definierten Kennzahlen. Sie werden anhand mehrerer Kriterien mit nicht zutreffend bzw. gering (-), bedingt zutreffend bzw. mittel (+) und zutreffend bzw. hoch (++) bewertet:

- Die *Strenge* beurteilt, ob die Kennzahl durch andere Prozesse oder Verhaltensweisen „geschönt“ werden kann. Bei einer geringen und mittleren Strenge besteht eine solche Möglichkeit. Mit der Strenge korreliert demnach die *Aussagekraft*. Je höher diese Aussagekraft ist, desto besser lässt sich mit dem jeweiligen KPI auf die tatsächliche Datenqualität dieses Prozesses schließen.

- Die Kriterien *Verwendung RFID-Daten* bzw. *Verwendung SAP-Daten* beurteilen, inwiefern für die jeweilige KPI-Berechnung Daten von den entsprechenden Bestandssystemen benötigt werden. Der GR^{DN} kann beispielsweise nur dann errechnet werden, wenn ein paralleles SAP-System geführt wird.
- Die zwei letzten Kriterien beurteilen, ob eine Kennzahl bereits in einem frühen Stadium des RFID-Einführungsprojekts und bei verhältnismäßig geringer Erfahrung mit der RFID-Technologie verwendet werden kann (*Einstiegs-KPI*) oder ob eine Kennzahl nachweislich fehlerfreie RFID-Prozesse und -Erfahrung voraussetzt (*Experten-KPI*).

Neben den tabellarischen (vgl. Tabelle 31) und den fallbasierten (vgl. Kapitel 6) Entscheidungshilfen für die Auswahl und Anwendung der Kennzahlen beschreibt diese Arbeit mehrere beispielhafte Ansätze zur benutzerfreundlichen Visualisierung dieser Werte (vgl. Kapitel 7.3.5). Darüber hinaus wird auf das Management und die Aufbereitung der Daten eingegangen (vgl. Kapitel 7.3.4). Alle beschriebenen Aspekte ermöglichen eine intuitive Überwachung der Datenqualität einer RFID-Infrastruktur.

8.3 Zielerreichung

8.3.1 Zielübersicht

Nachdem die Struktur und die Resultate der Arbeit zusammengefasst wurden, beschreibt dieses Kapitel, inwiefern die formulierten **Ziele der Forschung** und die **Ziele der Praxis** erreicht wurden. Beide Zielkategorien überschneiden sich zu einem bestimmten Grad.

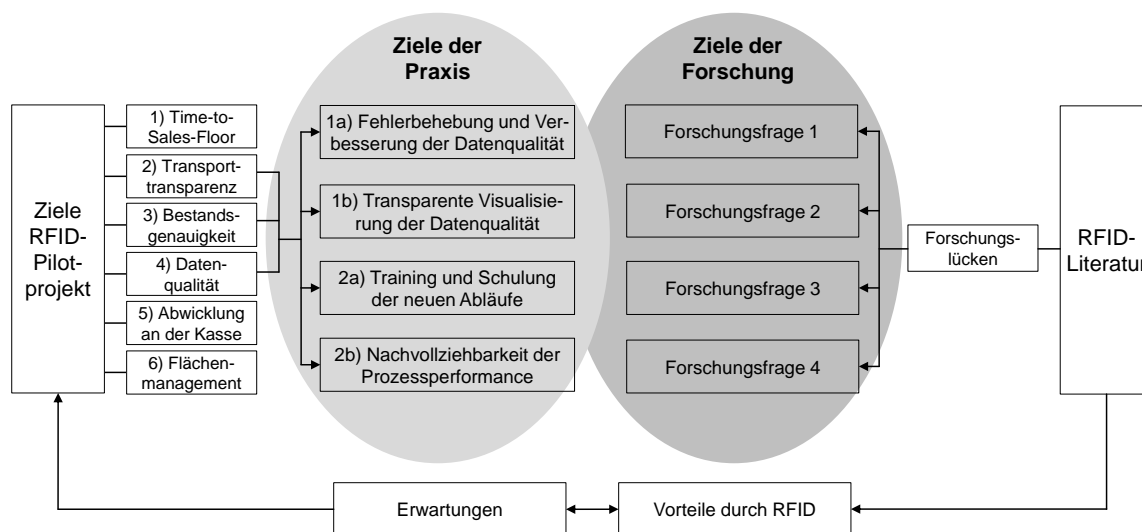


Abbildung 90: Forschungsziele und praktische Ziele

Entsprechend Abbildung 90 stützen sich die *Ziele des RFID-Pilotprojekts* des Retailers auf *Erwartungen* an die Technologie, die wiederum aus den in der Literatur beschriebenen

nen *Vorteilen* entstehen. Insgesamt wurden sechs Projektziele formuliert, die durch den Einsatz von RFID erreicht werden sollten. Aufgrund der anfänglichen Probleme im DC (vgl. Kapitel 4) wurde der Fokus zunächst auf die Ziele Transporttransparenz, Bestands-genauigkeit und Datenqualität gelegt. Hieraus wurden für das Kooperationsprojekt zwei *Praxisziele* formuliert (diese sind in Abbildung 90 als Ziel 1a und 1b sowie 2a und 2b abgebildet). Ob diese Ziele erfüllt wurden, wird in Kapitel 8.3.3 behandelt.

Eine Analyse der relevanten *RFID-Literatur* offenbarte neben einschlägigen Vorteilen der Technologie auch die aktuellen *Forschungslücken*. Indem diese Lücken gezielt aufgedeckt wurden, konnten vier *Forschungsfragen* formuliert werden, die gleichzeitig die *Ziele der Forschung* repräsentieren. Ob sie durch die Inhalte der Arbeit beantwortet werden, wird im folgenden Kapitel behandelt. Darüber hinaus beschreibt Kapitel 8.3.2.2, ob neben den Forschungsfragen auch alle Forschungslücken adressiert werden.

8.3.2 Ziele der Forschung

8.3.2.1 Forschungsfragen

Abbildung 91 greift **Forschungsfrage 1** auf. Indem eine intensive *Fehleranalyse* aller technischen Komponenten und aller In-Store-Prozesse durchgeführt wurde, konnten sämtliche identifizierte Fehler strukturiert sowie *klassifiziert* werden. Um die Änderung der Datenqualität durch Fehlerbehebung beurteilen zu können, muss die Datenqualität zunächst *messbar* sein. Hierzu wurden *mehrere Indikatoren* definiert, womit sie auf dem Mikro-Level und Makro-Level beurteilt werden kann. Als Basis für die Fehleridentifikation und die Messung der Datenqualität wurden die *Differenzen* zwischen den parallel geführten Bestandssystemen verwendet. Forschungsfrage 1 wurde beantwortet.

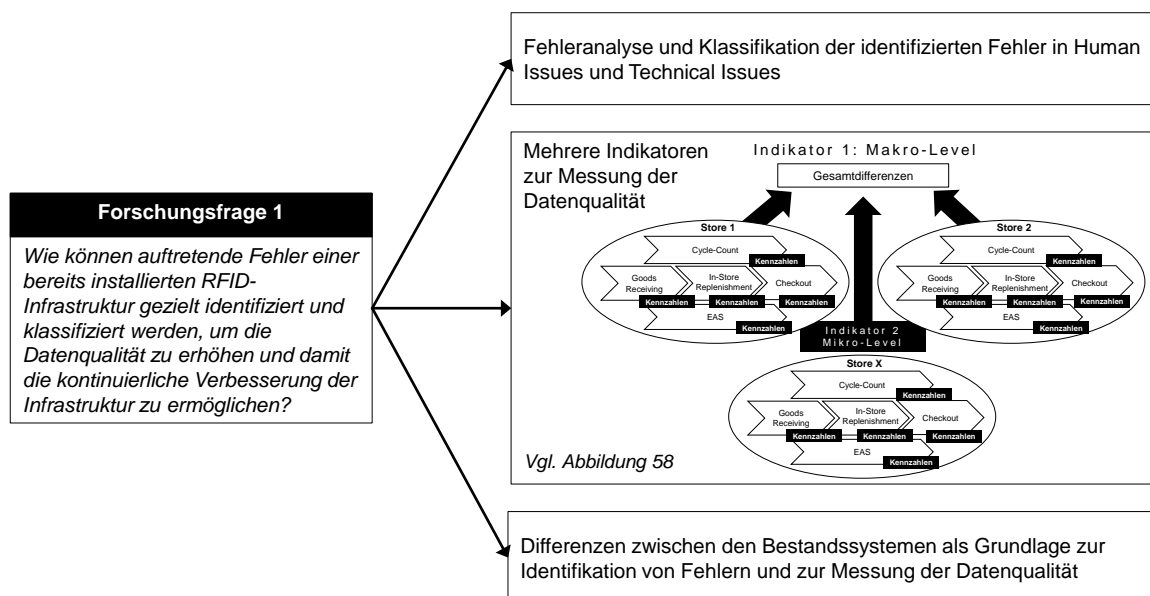


Abbildung 91: Beantwortung Forschungsfrage 1

Abbildung 92 greift **Forschungsfrage 2** auf. Für jeden RFID-In-Store-Prozess wurden Fehlerbehandlungsdiagramme erstellt. Diese Diagramme stellen den Bezug zwischen menschlich und technisch verursachten Fehlern, den zugrundeliegenden Ursachen sowie umfangreichen Maßnahmen, Tests und Handlungsanweisungen zur Behebung her. Die Effektivität dieser Frameworks wurde durch Kennzahlen nachgewiesen. Weiterhin wurden auf Basis sämtlicher Ergebnisse der Projektkooperation mehrere Regeln des RFID-Systemmanagements beschrieben. Die Regeln und Frameworks bieten Praktikern zusammenfassend eine angeleitete, systematische Fehlerbehebung und damit eine dauerhafte Datenqualitätsverbesserung. Forschungsfrage 2 wurde beantwortet.

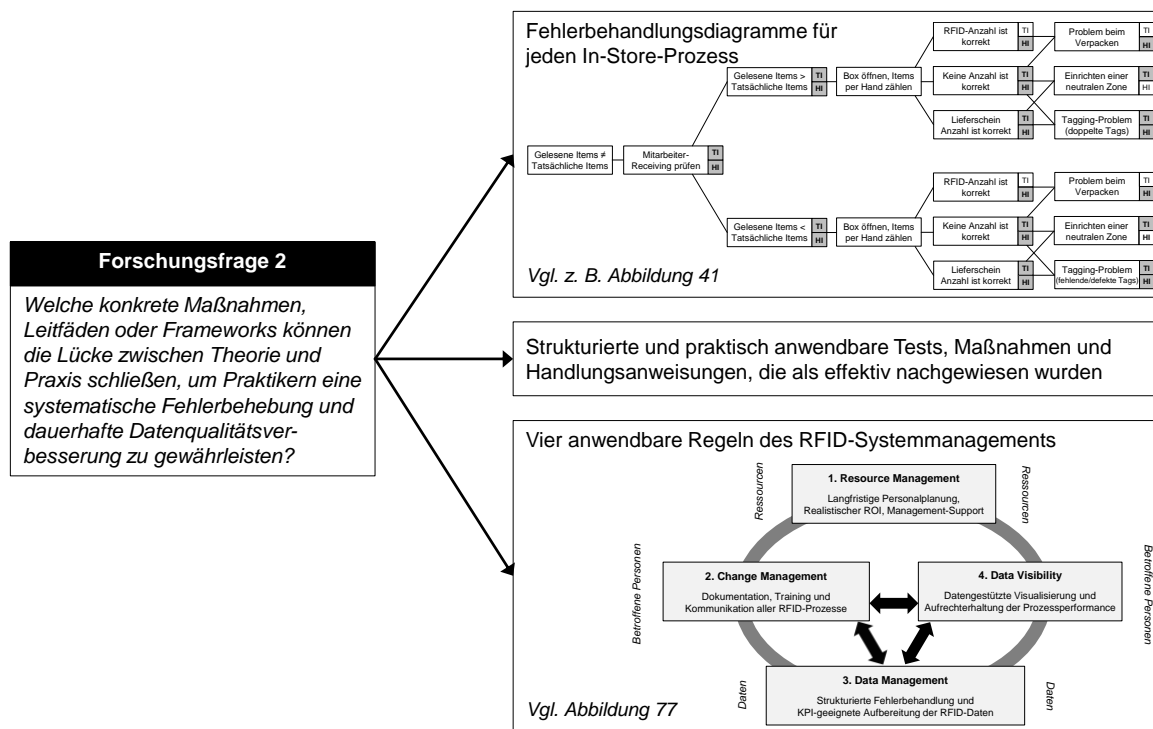


Abbildung 92: Beantwortung Forschungsfrage 2

Abbildung 93 greift **Forschungsfrage 3** auf. Alle Kennzahlen wurden auf Basis von Überlegungen, antizipierten Szenarien und Tests entworfen. Die verschiedenen Werte eignen sich demzufolge für unterschiedliche Ausgangssituationen. Um die Entscheidung für eine Kennzahl zu erleichtern und die Auswahl nachvollziehbar zu gestalten, wurden die Kennzahlen fallbasiert beschrieben und die jeweiligen Vorteile und Nachteile erläutert. Die definierten Kennzahlen sind gleichzeitig objektive Messgrößen, welche die Datenqualität der RFID-In-Store-Prozesse widerspiegeln. Sie ermöglichen damit eine transparente Visualisierung der RFID-Prozesseffektivität. Bezüglich der Darstellung der Messgrößen wurden mehrere beispielhafte Visualisierungsansätze vorgestellt, die entscheidende Aspekte wie Anwenderfreundlichkeit, Interaktivität und Übersichtlichkeit berücksichtigen. Diese Darstellungen ermöglichen es dem Anwender, neben einer Einsicht in die Performance der Prozesse verschiedene Fehlertypen zu erkennen sowie diesen gleichzeitig entgegenzuwirken. Forschungsfrage 3 wurde beantwortet.

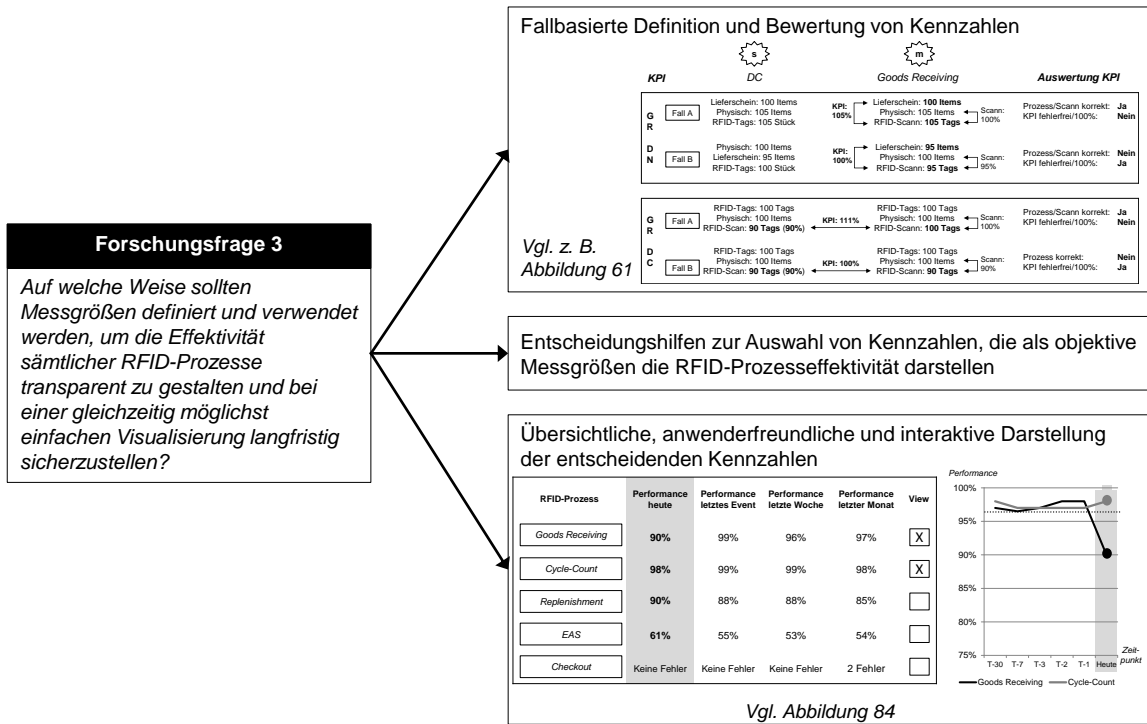


Abbildung 93: Beantwortung Forschungsfrage 3

Abbildung 94 greift **Forschungsfrage 4** auf. Da eine Projektkooperation mit der Praxis wesentlicher Bestandteil dieser Dissertation ist, wurde die Aktionsforschung als Forschungsmethode ausgewählt. Um die korrekte Verwendung, Verbreitung und Akzeptanz dieser Methode zu fördern sowie um ein methodisches Vorgehen zu unterstützen, wurde ein umfassendes *Modell für die Anwendung der Aktionsforschung* erstellt.

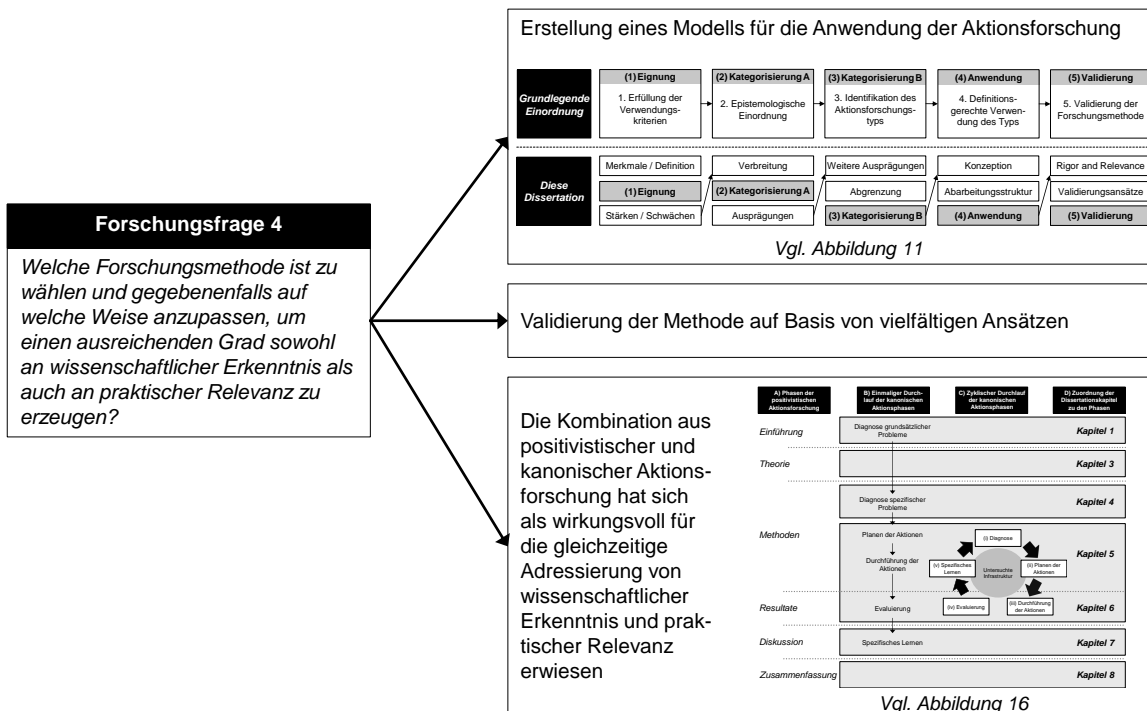


Abbildung 94: Beantwortung Forschungsfrage 4

Mit Hilfe der Aktionsforschung ist ein hoher Grad an praktischer Relevanz der Ergebnisse zu erreichen. Um gleichzeitig die Präzision der Forschung zu gewährleisten, wurden in dieser Arbeit die *positivistische* (Schwerpunkt: *Rigor*) und die *kanonische* (Schwerpunkt: *Relevance*) Ausprägung der Aktionsforschung kombiniert. Darüber hinaus wurde diese neuartige Synthese auf Basis mehrerer Ansätze umfassend *validiert*. Forschungsfrage 4 wurde beantwortet.

8.3.2.2 Forschungslücken

Neben den formulierten Forschungsfragen wurde während der Literaturanalyse eine große Anzahl an Forschungslücken identifiziert, die im relevanten Bereich der RFID-Forschung existieren (vgl. Kapitel 3.5). Tabelle 32 fasst diese Forschungslücken zusammen und beschreibt, wie sie durch die Inhalte dieser Arbeit geschlossen werden.

Forschungslücken	Schließung der Lücke
Manuelle Überprüfung von untersuchten (Prüf-)Beständen	<ul style="list-style-type: none"> Die betroffenen Bestände wurden in vielen Tests (z. B. In-Store-Replenishment-Test) und Maßnahmen (z. B. Abgleich der Mengen beim Goods Receiving) physisch überprüft. Beim Cycle-Count wurde die RFID-Erfassungsrate der manuellen Erfassungsrate einer Inventur im jeweils gleichen Store gegenübergestellt.
Berücksichtigung einer fehlerbehafteten Datenqualität, die über einen Berechnungsfaktor hinausgeht	<ul style="list-style-type: none"> Die Verbesserung der Datenqualität ist zentraler Bestandteil dieser Arbeit. Die Beschaffenheit und Veränderung der Datenqualität wurde anhand von definierten Messwerten dynamisch untersucht und stützt sich auf tatsächliche Leseergebnisse (z. B. In-Store Replenishment), Bestandsabweichungen (z. B. Goods Receiving) oder physisch durchgeführte Untersuchungen (z. B. EAS).
Untersuchung der Datenqualitätsfehler sowohl auf technische als auch auf menschlich bedingte Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> Bei der Untersuchung der Fehler wurden sowohl bisher nicht beleuchtete technische Ursachen (z. B. Justierung der Hardware, Beschaffenheit der Tags) als auch menschliche Ursachen (z. B. Laufgeschwindigkeit, Art und Durchführung des Scannens) berücksichtigt.
Gezielte Fehlerkategorisierung der Faktoren, welche die Datenqualität beeinflussen, sowie vielfältige Verbesserungsansätze	<ul style="list-style-type: none"> Sämtliche identifizierte Fehler wurden nach Fehlerkategorien klassifiziert sowie in Fehlerbehandlungsdiagrammen strukturiert. Diese Diagramme beinhalten Tests und Maßnahmen, um die Fehler zu beheben und damit die Datenqualität der RFID-In-Store-Prozesse zu erhöhen.
Definition von Kennzahlen, welche die Effektivität von RFID-Prozessen messen	<ul style="list-style-type: none"> In der Arbeit wurden vielfältige Kennzahlen vorgestellt, welche die Datenqualität der untersuchten RFID-In-Store-Prozesse messen können. Weiter wurden die Kennzahlen und damit die Datenqualität visualisiert. Auf diese Weise ist eine Messung und Überwachung der Effektivität sämtlicher RFID-In-Store-Prozesse möglich.

Anwendung der Aktionsforschung im RFID-Forschungsumfeld	<ul style="list-style-type: none"> • Die Aktionsforschung wird detailliert beschrieben, angewandt und validiert. • Die vorgenommene Kombination zweier unterschiedlicher Aktionsforschungstypen erweitert das Anwendungsspektrum und gewährleistet praktische Relevanz sowie präzise Forschungsergebnisse.
Beispiele anhand praktischer Implementierungsprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Die Vorgehensweise und die Ergebnisse dieser Arbeit wurden auf Basis einer Zusammenarbeit des Forschers mit einem der weltweit größten Retailer abgestimmt bzw. erzielt. • Es wurden keine Daten zufallsbasiert erzeugt, simuliert oder angenommen. Sämtliche Daten stammen aus einer tatsächlichen RFID-Implementierung, die in 10 Pilot-Stores des Retailers durchgeführt wurde.

Tabelle 32: Schließen der Forschungslücken

Indem die Forschungsfragen beantwortet sowie die Forschungslücken wie beschrieben adressiert und gefüllt wurden, erweitert die Dissertation signifikant das bisherige Spektrum der RFID-Forschung.

8.3.3 Ziele der Praxis

Entsprechend Kapitel 8.3.1 überschneiden sich die Ziele der Praxis mit den Zielen der Forschung zu einem gewissen Grad. Diese Vereinbarkeit beider Zielkategorien ist eine Voraussetzung für die Anwendung der Aktionsforschung. Gemäß Kapitel 2.4 dürfen sich diese Kategorien auch nicht gegenseitig ausschließen, sondern müssen sich zu einem signifikanten Anteil entsprechen. Folglich lässt sich **Kooperationsziel 1**, das die *Fehlerbehebung, Verbesserung und Visualisierung der Datenqualität* vorsieht, durch die bereits beschriebenen Abarbeitungen der ersten drei Forschungsfragen ausführlich beantworten. Abbildung 95 zeigt die Zusammenhänge auf.

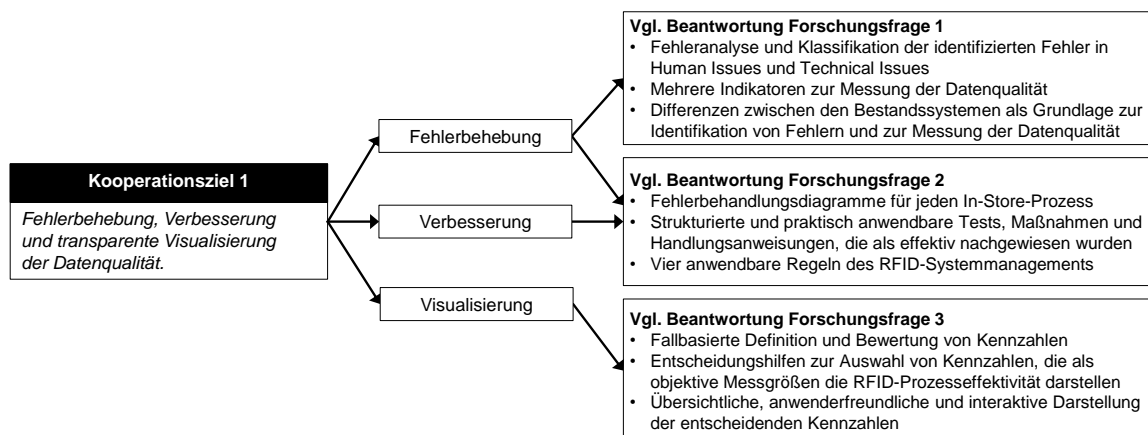


Abbildung 95: Beantwortung Kooperationsziel 1

Im Hinblick auf **Kooperationsziel 2** kommen neuartige Aspekte hinzu. Ein Faktor dieses Ziels ist das nachhaltige *Training der Store-Mitarbeiter*. Die Zeitpunkte und Inhalte sämtlicher Trainings wurden vom Forscher geplant. Hierbei wurde Wert darauf gelegt,

dass Schulungseinheiten *kontinuierlich* durchgeführt und alle *relevanten Store-Mitarbeiter* trainiert werden. Weiterhin wurden *Compliance-Aspekte* definiert und etabliert. Diese beinhalteten beispielsweise (i) eine größtmögliche *Transparenz* bezüglich der Fortschritte der Fehlerbehebung. Eine derartige Informationspolitik förderte die *Zusammenarbeit* und Mitgestaltung bzw. *Motivation* der Store-Mitarbeiter. Weiterhin wurde (ii) eine *Transparenz* bezüglich der aktuellen und historischen Ausprägung der jeweils verwendeten Kennzahlen implementiert. Mit Hilfe dieser Maßnahme war es allen Mitarbeitern möglich, die eigene RFID-Effektivität sowie die Effektivität der anderen RFID-Pilot-Stores nachzuvollziehen. Die Transparenz förderte weiterhin den *Wettbewerb* zwischen den einzelnen Stores. Um darüber hinaus die Kenntnisse der Mitarbeiter kontinuierlich und ohne die ständige Präsenz eines Trainers zu fördern, wurden alle Trainingsdokumente *fallbasiert* erstellt. Diese Art der Dokumentation förderte das Verständnis für die RFID-Technologie sowie für die Zusammenhänge zwischen Technik, Handlung und Auswirkung auf den operativen Betrieb.

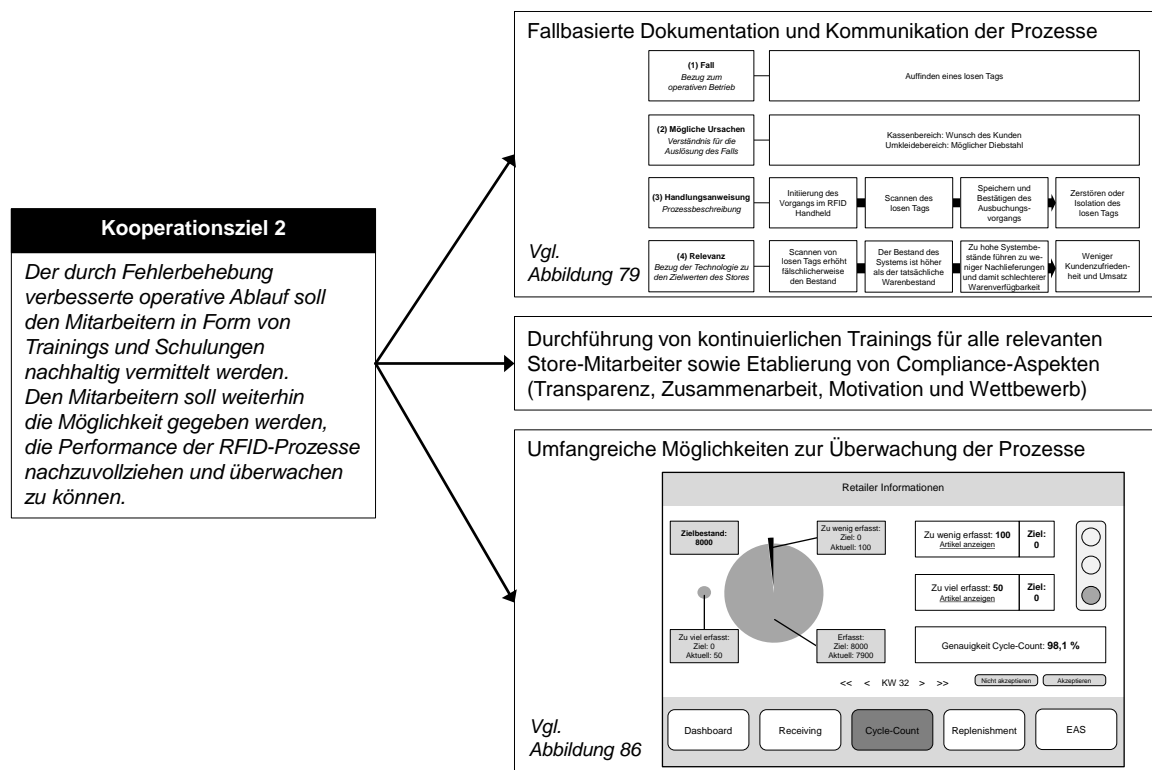


Abbildung 96: Beantwortung Kooperationsziel 2

Um den zweiten Aspekt dieses Kooperationsziels zu erfüllen, wurde eine Vielzahl an intuitiven, übersichtlichen und interaktiven Oberflächen gestaltet und eingesetzt. Solche im jeweiligen Backend realisierbaren Benutzeroberflächen ermöglichen es den Store-Mitarbeitern, die Performance der durchgeführten RFID-In-Store-Prozesse nachzuvollziehen und zu überwachen. Hierbei werden aktuelle und historische Fehler der einzelnen Prozesse angezeigt sowie Hinweise und angeleitete Schritte zur Behebung dieser Fehler gegeben. In Verbindung mit den Compliance-Aspekten kann durch die vorgestellte Visu-

alisierung eine kontinuierlich hohe Performance sämtlicher RFID-In-Store-Prozesse erreicht werden. Abbildung 96 zeigt die beschriebenen Zusammenhänge. Schließlich wurde neben Kooperationsziel 1 auch Kooperationsziel 2 beantwortet.

8.4 Limitationen

Während der inhaltlichen Abarbeitung wurden mehrere Annahmen getroffen. Bei einer Betrachtung der Ergebnisse müssen daher in Verbindung mit den Rahmendaten und Eigenschaften des gesamten RFID-Trials bestimmte *Limitationen* berücksichtigt werden:

- Diese Arbeit behandelt ausschließlich Fehler innerhalb der RFID-Infrastruktur. Die Analyse und Verbesserung des parallel geführten SAP-Systems ist hingegen kein Betrachtungsgegenstand, obwohl angenommen und bewiesen wird, dass dessen Datenqualität ebenfalls nicht fehlerfrei ist (vgl. Kapitel 5.2.2). Ein gewisser Prozentsatz der verursachten Differenzen ist somit auf Fehler der SAP-Daten (z. B. fehlerhafte Lieferscheine) zurückzuführen. Als Resultat werden nicht alle Differenzen durch die RFID-Infrastruktur verursacht und demzufolge sind auch nicht alle Differenzen durch die beschriebenen Maßnahmen innerhalb der RFID-In-Store-Prozesse zu beheben. Ein bestimmter Anteil der Zu- und Abnahme aller Differenzen kann durch die Beschaffenheit der SAP-Daten bedingt sein.
- Die beschriebene Tatsache muss auch bei allen Datenqualitätsbeurteilungen berücksichtigt werden, die Daten des SAP-Systems miteinschließen. Beispiele hierfür sind die GR^{DN}-Kennzahl (Goods Receiving) oder die Entwicklung der Differenzen auf dem Makro-Level. Auch hier ist ein bestimmter Prozentsatz der Zu- oder Abnahme des jeweils betrachteten Werts auf die Datenbeschaffenheit des parallelen SAP-Bestands zurückzuführen. Dennoch sind die vorgestellten Messmethoden ein Indikator für den Erfolg aller fehlerverbessernden Maßnahmen.
- Die Prüfbestände konnten nicht bei allen Kennzahlberechnungen manuell nachgezählt werden (z. B. KPI des Cycle-Count oder In-Store Replenishment). Auch kann beispielsweise die Berechnung der In-Store-Replenishment-Kennzahlen durch eine fehlerfreie oder fehlerbehaftete Durchführung weiterer In-Store-Prozesse (z. B. durch den Cycle-Count) beeinflusst werden. Die Aussagekraft solcher Kennzahlen ist damit unter Umständen eingeschränkt. Derartige Fälle werden allerdings in der jeweiligen Kennzahldiskussion berücksichtigt.
- Weiterhin kann die generalisierte Anwendbarkeit der Fehlerbehandlungsdiagramme und der Kennzahlen durch Aspekte wie Größe des Trials, Art und Umfang der Technik, Ausstattung und Beschaffenheit der Stores sowie durch Wert, Größe und Material der Ware eingeschränkt sein bzw. beeinflusst werden.

8.5 Ausblick

8.5.1 Implikationen für die Theorie

Die Resultate der Arbeit führen zu mehreren Implikationen für die Theorie. Durch die umfangreiche Ursachenforschung und Fehlerklassifikation kann die bekannte Übersicht an Faktoren, welche die RFID-Leseergebnisse beeinflussen (vgl. Kapitel 3.3.3), erweitert werden. Demnach werden in Abbildung 97 *bewusste und unbewusste Störungen der RFID-Leseergebnisse* um *Anwendungsfehler (Human Issues)* und *Technische Fehler (Technical Issues)* erweitert. Alle Faktoren beeinflussen die Datenqualität der RFID-Infrastruktur, wobei unbewusste Störungen die physikalische Ursache für bestimmte Anwendungsfehler sind (grau markierter Bereich in Abbildung 97). Werden beispielsweise die Cycle-Count-Regeln nicht beachtet, so führen Abschirmung und eine fehlerhafte Ausrichtung der Tags zu einer negativen Beeinflussung der Erfassungsrate.

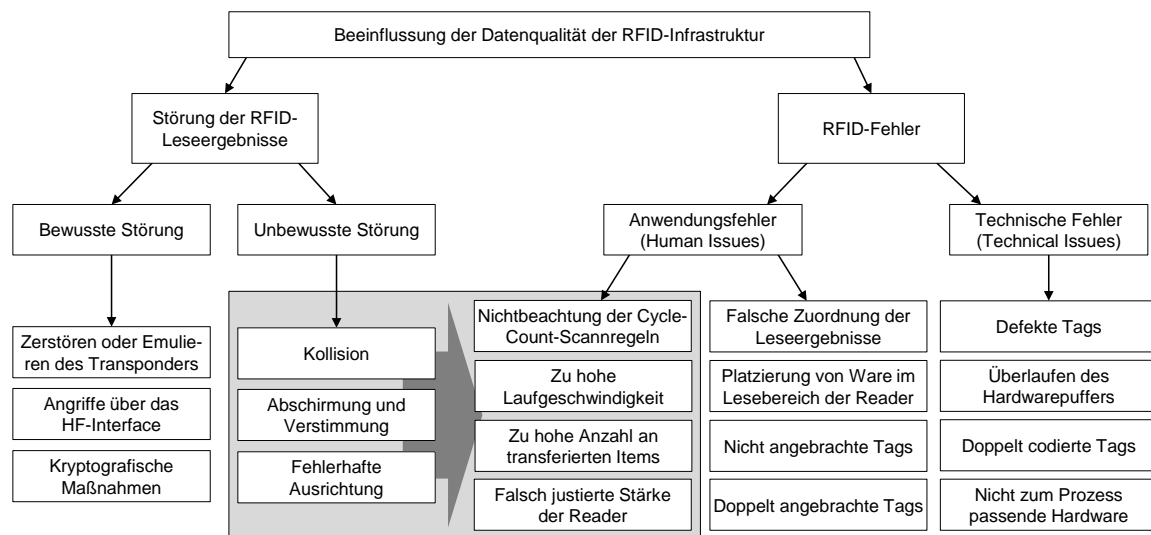


Abbildung 97: Beeinflussung der RFID-Datenqualität

Die Ergebnisse der Arbeit beleuchten die zu Beginn erläuterte Problematik des „Credibility Gap“. Durch die erläuterten Maßnahmen zur Datenqualitätsverbesserung werden die Barrieren überwunden, die das Erreichen der positiven Effekte durch RFID verhindern.

Weiterhin ergibt sich aus dem vorgestellten Modell zur Anwendung der Aktionsforschung die Möglichkeit, die Verbreitung der Methode durch eine korrekte Verwendung zu fördern sowie im Bereich der RFID-Forschung zu etablieren. Darüber hinaus wurden in dieser Arbeit erstmalig die Konzepte der kanonischen und positivistischen Aktionsforschung vereint. Diese Kombination besitzt entsprechend der Ergebnisse enormes Potential, den bestehenden Zielkonflikt von präzisen Forschungsergebnissen und praktischer Relevanz abzuschwächen. Anhand von beschriebenen Phasen, Schritten und Vorgehensweisen kann die Anwendung dieses neuartigen, kombinierten Typs der Aktionsforschung nachvollzogen werden. Die derzeit etablierte Methodik wird damit gezielt erweitert.

8.5.2 Implikationen für die Praxis

Aus den Ergebnissen leiten sich ebenfalls mehrere Implikationen für die Praxis ab. Durch die beschriebenen Maßnahmen erhöht sich die Datenqualität der RFID-Daten. Eine höhere Datenqualität bedeutet gleichzeitig eine höhere Bestandsgenauigkeit. Beide Aspekte ermöglichen, dass in Kapitel 1 beschriebene positive RFID-Effekte wie eine verbesserte Kostenstruktur oder höhere Umsätze und Kundenzufriedenheit erreicht werden können.

Zusätzlich kann die RFID-Effektivität durch die beschriebenen Ansätze zur Visualisierung überwacht werden. Im Zuge dieser Transparenz werden Projektverantwortlichen oder Store-Managern tiefe Einsichten in den operativen RFID-Ablauf ermöglicht sowie neuartige Möglichkeiten zur Überwachung bereitgestellt.

Die Inhalte der Dissertation schließen die Lücke zwischen Forschung und Praxis. Insgesamt wird dem Praktiker ein Vorgehensmodell angeboten, das zunächst die *Datenqualität* von fünf RFID-In-Store-Prozessen erhöht, indem die vorgestellten Fehlerbehandlungsmaßnahmen und Tests durchgeführt sowie Handlungsanweisungen berücksichtigt werden. In einem zweiten Schritt kann der Praktiker zwischen definierten und diskutierten Messgrößen wählen. Auf diese Weise werden *Überwachungskennzahlen festgelegt*. In Verbindung mit den beispielhaft gezeigten Visualisierungsmethoden dieser Kennzahlen wird eine Überwachung der RFID-Prozesse ermöglicht. Werden darüber hinaus die *Regeln des RFID-Systemmanagements* während der Durchführung aller Schritte befolgt, so können schließlich *verbesserte und überwachbare RFID-Prozesse* erreicht werden. Abbildung 98 zeigt das beschriebene Vorgehensmodell für Praktiker.

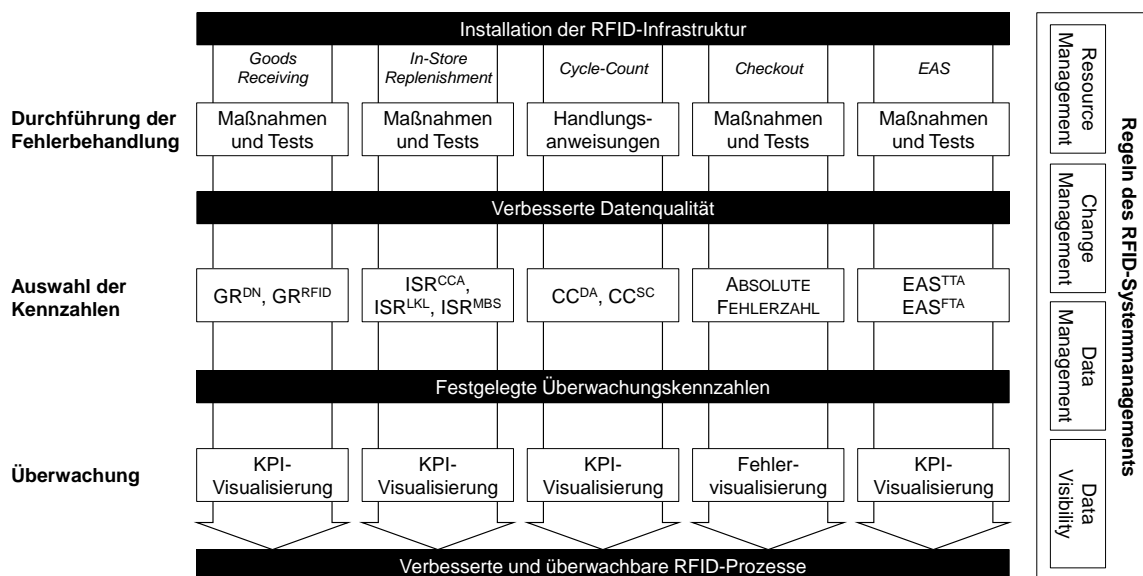


Abbildung 98: Vorgehensmodell für Praktiker

Weiterhin werden für Praktiker durch die Anwendung der Fehlerbehandlung entscheidende Aspekte wie das (i) *Store-Layout* (z. B. Räumliche Anbringung der Antennen und

verwendete Materialien), die (ii) *Auswahl der RFID-Hardware* (z. B. Auswahl der Antennentypen und Tags) oder die (iii) *Justierung der RFID-Hardware* (z. B. Anpassung der Signalstärke) beeinflusst.

8.5.3 Weiterer Forschungsbedarf

Aufgrund der Neuartigkeit des verfolgten Ansatzes dieser Dissertation besteht der weitere Forschungsbedarf hauptsächlich in einer Verfeinerung bzw. Erweiterung der dargestellten Methoden und Kennzahlen.

Bezüglich einer *Erweiterung* der Ergebnisse könnte die Fehlerbehandlung und Überwachung auf unerwartete RFID-Prozesse oder RFID-Supply-Chain-Prozesse ausgeweitet werden. Vor allem könnte das in dieser Arbeit nahezu ausgeblendete DC verstärkt in die Fehlerbehandlung und Überwachung einbezogen werden. Darüber hinaus wäre eine Anwendung der beschriebenen Fehlerbehebung in zukünftigen Implementierungsprojekten hilfreich, um weitere Erfahrungswerte zu gewinnen.

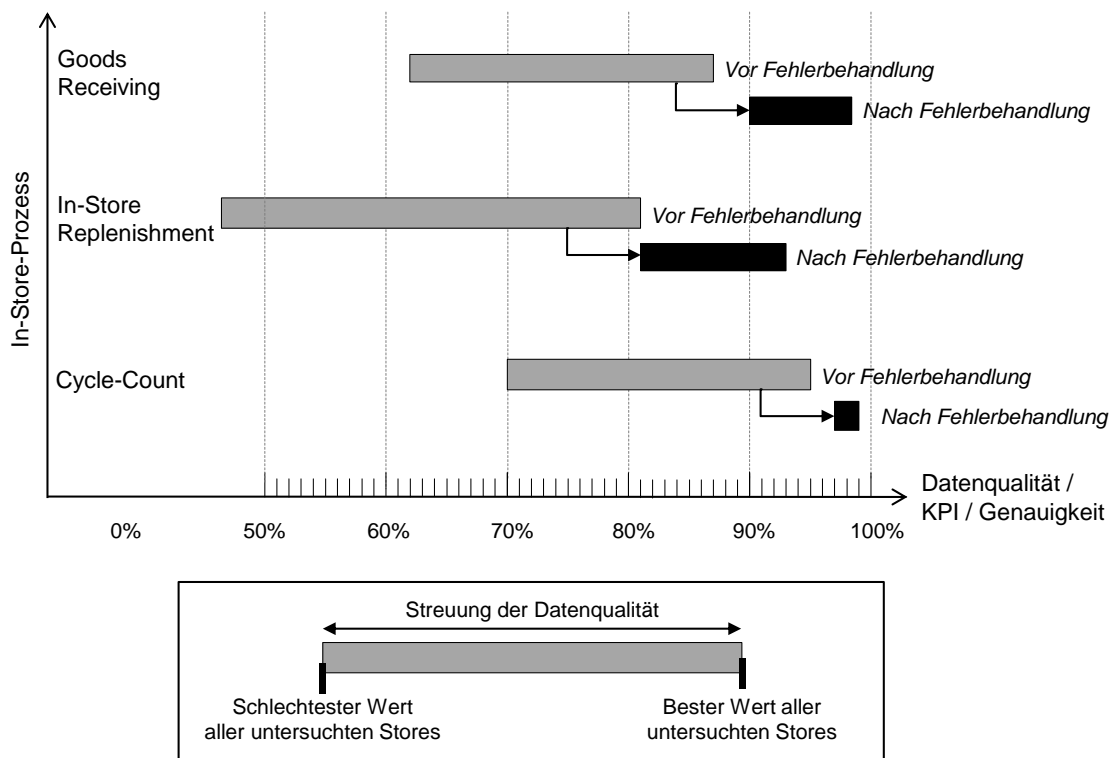


Abbildung 99: Verbesserung und Streuung der Datenqualität

Bezüglich einer *Verfeinerung* der Ergebnisse könnten die Kennzahlen optimiert oder neue Messgrößen definiert werden. Die Balken in Abbildung 99 zeigen neben der erreichten Datenqualitätsverbesserung dreier In-Store-Prozesse die *Streuung* der Werte. Dabei repräsentiert das linke Ende jedes Balkens den Store mit der niedrigsten gemessenen Datenqualität für den jeweiligen Prozess. Das rechte Ende des Balkens entspricht dem Store mit dem am besten gemessenen Wert. Bei den fehlerbehandelten Prozessen

Goods Receiving (*schlechtester Store: 90%, bester Store: 98%*) und Cycle-Count (*schlechtester Store: 98%, bester Store: 99%*) ist die Streuung der Datenqualität mit 8% bzw. 1% relativ gering. Wird hingegen das In-Store Replenishment betrachtet, so fällt die große Spanne der erreichten Datenqualität auf. Bei diesem Prozess liegen der schlechteste Store mit einer Datenqualität von 81% und der beste Store mit einer Datenqualität von 93% relativ weit auseinander. Obwohl die gesamte Streuung durch die Fehlerbehandlung deutlich reduziert werden konnte (*Streuung vor der Fehlerbehandlung: 43%*), beträgt sie bei diesem Prozess noch immer 12%.

Wie beschrieben ist das In-Store Replenishment der komplexeste RFID-Prozess innerhalb eines Stores. Hier können weitere Untersuchungen oder neuartige Messansätze dazu genutzt werden, um die Streuung der Datenqualität einzudämmen und an das Niveau der anderen In-Store-Prozesse anzugleichen. Auch beim RFID-EAS-Prozess sind weitere Untersuchungen notwendig. Hier konnte die aussagekräftigste Kennzahl zwar definiert, jedoch nicht anhand von Daten der RFID-Pilot-Stores verifiziert werden.

Die vorgestellten Ergebnisse dienen weiterhin als Basis für vielfältige Forschungsansätze. So ermöglichen eine höhere Verlässlichkeit und Datenqualität der RFID-Informationen aussagekräftigere Analysen. Während Kapitel 7.3.4.2 beispielhaft die Nutzung und Aufbereitung der Informationen aufzeigt, sind weitere und tiefergreifende Analysen denkbar. Auch müssen die Analysen und Methoden fortgeführt werden, die den Nachweis von Umsatzsteigerungen durch RFID erbringen (vgl. Kapitel 7.3.2.3).

Ferner sind durch fehlerkorrigierte Prozessdaten neuartige Methoden des RFID-Data-Mining denkbar. Dieser Forschungsbereich ist nach wie vor größtenteils unberührt und bietet enormes Potential, weitere durch RFID in Aussicht gestellte Vorteile zu realisieren.

Glossar

A) Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
9M	9 Monate
Auto-ID	Automatisierte Identifizierung
CEPT	Conférence Européenne des Postes et Télécommunications
DC	Distribution Center
EAN-UCC	Electronic Article Number International-Uniform Code Council
EAS	Electronic Article Surveillance
EPC	Electronic Product Code
GMA	Grocery Manufactures of America
HF	High Frequency
HI	Human Issue
IS	Information Systems
ITY	Item Types
KPI	Key Performance Indicator
KW	Kalenderwoche
LF	Low Frequency
MISQ	Management Information Systems Quaterly
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MW	Microwave
PHC	Physischer Count (Inventur)
PV	Periode Vorjahr
Q	Quartal
RFID	Radio-frequency identification
ROI	Return on Investment
SSM	Soft Systems Methodology
UHF	Ultra High Frequency

B) Kennzahlen

Kennzahl	Bedeutung
GR^{DC}	Goods Receiving Distribution Center
GR^{DN}	Goods Receiving Delivery Note
ISR^{CCA}	Instore Replenishment Cycle Count Analysis
ISR^{LKL}	Instore Replenishment Last Known Location
ISR^{MBS}	Instore Replenishment Moved Before Sale
CC^{DA}	Cycle Count Difference Analysis
CC^{SC}	Cycle Count System Consistency
EAS^{FTA}	Electronic Article Surveillance False or True Alarm
EAS^{TTA}	Electronic Article Surveillance Total Triggered Alarms

C) Anglizismen

Anglizismus	Synonym/Beschreibung	Erstmals verwendet
Backend	Web-basierte Benutzeroberfläche	Kapitel 4.7.1
Back-to-DC	Warenlieferung vom Store zurück zum Distributionszentrum	Kapitel 4.5.2
Backend-System	Schnittstelle zwischen RFID-Daten und dem Anwender	Kapitel 1.2.1
Backoffice	Lagerverwaltung	Kapitel 4.7.1
Bulk-Scanning	Mehrfacherfassung von Waren	Kapitel 5.4.3.1
Checkout	Warenverkauf	Kapitel 4.5.1
Compliance	Etablierung der RFID-Bewertungskennzahlen in den Zielen eines Stores	Kapitel 7.3.3.3
Critical Zero	Artikel, bei dem der RFID-Bestand 0 und der SAP-Bestand größer als 0 ist	Kapitel 5.2.1
Customer Return	Warenrückgabeprozess durch den Kunden	Kapitel 4.5.2
Cycle-Count	Regelmäßige Bestandsaufnahme	Kapitel 4.5.1
Distribution Center	Distributionszentrum	Kapitel 4.5.1
Electronic Article Surveillance	Diebstahlsicherung	Kapitel 4.4.2
Exception Report	Bericht, der Differenzen zwischen mehreren Bestandssystemen aggregiert	Kapitel 5.2.1

Gate	(RFID-) Antennen in der Form eines Tors	Kapitel 5.4.5.1
General Review	Allgemeine Übersichtsstudien	Kapitel 3.2
Goods Receiving	Wareneingang	Kapitel 4.5.1
Handheld	Mobiles RFID-Lesegerät	Kapitel 1.2.1
Hangtag	Erweitertes Preisetikett	Kapitel 4.4.1
Human Issue	Fehler, der durch Menschen verursacht wird	Kapitel 5.2.3
In-Store-Prozess	Intralogistischer Prozess	Kapitel 1.5
In-Store Replenishment	Nachbefüllung der Verkaufsfläche	Kapitel 4.5.1
Item	Artikel	Kapitel 4.7.3
Item Types	Warentypen	Kapitel 5.4.2.2
Fast Fashion	Hochmodische Bekleidungsware	Kapitel 4.2.2
Key Performance Indicator	Kennzahl	Kapitel 3.3.4
Location	Logisch gegliederter Bereich eines Verkaufsladens	Kapitel 4.7.2
Magic Mirror	Interaktiver Spiegel	Kapitel 4.4.3
Monitoring	Überwachung	Kapitel 1.4.1
Overhead Reader	Deckenantenne	Kapitel 4.4.2
Out-of-Stock	Nichtverfügbarkeit von Waren	Kapitel 1.1
Participant Observation	Partizipative Aktionsforschung	Kapitel 2.7.2
Performance	Leistung bzw. Ergebnis	Kapitel 3.2
Pilot Store	Mit RFID-Technik ausgestatteter Verkaufsladen	Kapitel 4.2.2
Reader	Antenne	Kapitel 4.4.2
Relevance	Relevanz an praktischen Auswirkungen der Forschungsergebnisse	Kapitel 7.4.1
Replenishment	Nachbefüllung	Kapitel 3.2
Report	Bericht	Kapitel 4.7.1
Retail	(Einzel-)Handel	Kapitel 1.6
Retailer	(Einzel-)Händler	Kapitel 1.1
Rigor	Präzision der Forschungsergebnisse	Kapitel 7.4.1
Sales Floor	Verkaufsfläche	Kapitel 3.3.2
Shelf Display	Eingebettetes Display im Regal auf der Verkaufsfläche	Kapitel 4.4.3
Stock Room	Lager	Kapitel 3.3.2

Store	Verkaufsladen	Kapitel 1.2.2
Store-to-Store-Transfer	Warenlieferung von einem Verkaufsladen zu einem anderen Verkaufsladen	Kapitel 4.5.2
Tag	Trägermaterial mit zugehörigem RFID-Label	Kapitel 4.4.1
Technical Issue	Fehler, der durch die RFID-Infrastruktur verursacht wird	Kapitel 5.2.3
Time-to-Sales-Floor	Verfügbarkeit der Ware auf der Verkaufsfläche	Kapitel 4.3.1
Transition	Durchgangsfläche innerhalb eines Verkaufsladens	Kapitel 4.4.2
Trial	Feldexperiment	Kapitel 4.1
View	Auswahl	Kapitel 7.3.5
Visual Merchandising	Warenpräsentation	Kapitel 4.7.1
Window Mannequin	Bereich des Kundeneingangs eines Verkaufsladens	Kapitel 4.7.2

Quellenverzeichnis

- Ahlert, D., Große-Bölting, K. und Heinemann, G. (2009). *Handelsmanagement in der Textilwirtschaft – Einzelhandel und Wertschöpfungspartnerschaften*, 1. Aufl., Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag GmbH.
- Al-Kassab, J., Thiesse, F. und Buckel, T. (2013): RFID-Enabled Business Process Intelligence in Retail Stores: A Case Report. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 8(2), S. 112-137.
- Anderson, E.T., Fitzsimons, G.J. und Simester, D. (2006). Measuring and mitigating the costs of stockouts. *Management Science* 52(11), S. 1751-1763.
- Angeles, R. (2007). An empirical study of the anticipated consumer response to RFID product item tagging. *Industrial Management & Data Systems*, 107(4), S. 461-483.
- Angeles, R. (2005). RFID Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues. *Information Systems Management* 22(1), S. 51-65.
- Argyris, C. und Schön, D.A. (1989). Participatory action research and action science compared. *American Behavioral Scientist* 32(5), S. 612-623.
- Argyris, C., Putnam, R. und Smith, D.M. (1985). *Action science [concepts, methods, and skills for research and intervention]*, 1. Aufl., 2. print., San Francisco [u.a.]: Jossey-Bass.
- Argyris, C. und Schön, D.A. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Reading (MA): Addison-Wesley.
- Avery Dennison (2013). Avery Dennison RFID-Products: RFID Inlays, [online] <http://rfid.averydennison.com/product-categories> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Avison, D., Lau, F., Myers, M.D. und Nielsen, P.A. (1999). Action research. *Communications of the ACM* 42(1), S. 94-97.

- Baars, H. und Sun, X. (2009). Multidimensional analysis of RFID data in logistics. *42nd Hawaii International Conference on System Sciences*, HI, USA, S. 1-10.
- Baars, H., Kemper, H.-G., Lasi, H. und Siegel, M. (2008). Combining RFID technology and business intelligence for supply chain optimization – Scenarios for retail logistics. *41st Hawaii International Conference on System Sciences*, HI, USA, S. 73-83.
- Baburoglu, O.N. und Ravn, I. (1992). Normative Action Research. *Organization Studies* 13(1), S. 19-34.
- Bai, Y., Wang, F. und Liu, P. (2006). Efficiently filtering RFID Data Streams. *Proceedings of the 1st International Very Large Data Base Workshop on Clean Databases (CleanDB)*, Seoul, South Korea, S. 50-57.
- Baskerville, R.L. und Myers, M.D. (2004). Special Issue on Action Research in Information Systems: Making IS Research relevant to practice foreword. *MIS Quarterly* 28(3), S. 329-335.
- Baskerville, R.L. (1999). Investigating Information Systems with Action Research. *Communications of the Association for Information Systems* 2, Artikel 19.
- Baskerville, R.L. und Wood-Harper, A.T. (1998). Diversity in Information Systems Action Research Methods. *European Journal of Information Systems* 7(2), S. 90-107.
- Baskerville, R.L. und Stage, J. (1996). Controlling prototype development through risk analysis. *MIS Quarterly* 20(4), S. 481-504.
- Baskerville, R.L. und Wood-Harper, A.T. (1996). A Critical Perspective on Action Research as a Method for Information Systems Research. *Journal of Information Technology* 11(3), S. 235-246.
- Baskerville, R.L. (1993). Semantic database prototypes. *Journal of Information Systems* 3(2), S. 119-144.
- Bea, F.X. und Haas, J. (2005). *Strategisches Management*, 4. Aufl., Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Becker, J., Vilkov, L., Weiß, B. und Winkelmann, A. (2010). A model based approach for calculating the process driven business value of RFID investments. *International Journal of Production Economics* 127(2), S. 358-371.

- Bell, S. und Wood-Harper, A.T. (2003). *How to Set Up Information Systems: A Non-Specialist's Guide to the Multiview Approach*, London (UK): Earthscan Publications Ltd.
- Benbasat, I. und Zmud, R.W. (1999). Empirical Research in Information Systems: The Practice of Relevance. *MIS Quarterly* 23(1), S. 3-16.
- Bendavid, Y., Lefebvre, E., Lefebvre, L.A. und Wamba, S.F. (2009). Key performance indicators for the evaluation of RFID-enabled B-to-B e-commerce applications: the case of a five-layer supply chain. *Information Systems and e-Business Management* 7(1), S. 1-20.
- Bendavid, Y., Lefebvre, E., Lefebvre, L.A. und Wamba, S.F. (2007). B-to-B e-commerce: assessing the impacts of RFID technology in a five layer supply chain. *40th Hawaii International Conference on System Sciences*, HI, USA, S. 143.
- Bensoussan, A., Cakanyildirim, M. und Sethi, S.P. (2005). Partially observed inventory systems: the case of zero balance walk. Technical Report, School of Management, University of Texas at Dallas.
- Berger, R. (2002). Full-Shelf Satisfaction: Reducing Out-of-Stocks in the Grocery Channel. *Grocery Manufacturers of America (GMA)*, Washington, DC, USA.
- Bhattacharya, M., Chu, C.-H. und Mullen, T. (2008). A Comparative Analysis of RFID Adoption in Retail and Manufacturing Sectors. *2008 IEEE International Conference on RFID*, Las Vegas, Nevada, USA, S. 241-249.
- Bhuptani, M. und Moradpour, S. (2005). RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems. *Sun Microsystems Press*, Prentice Hall, NJ.
- Bose, I. und Pal, R. (2005). Auto-ID: Managing Anything, Anywhere, Anytime in the Supply Chain. *Communications of the ACM* 48(8), S. 100-106.
- Bottani, E., Bertolini, M., Montanari, R. und Volpi, A. (2009). RFID enabled business intelligence modules for supply chain optimization. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications* 1(4), S. 253-278.
- Bottani, E. (2008). Reengineering, simulation and data analysis of an RFID system. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 3(1), S. 13-29.
- Broekmeulen, R.A.C.M. und van Donselaar, K.H. (2009). A heuristic to manage perishable inventory with batch ordering, positive lead-times, and time-varying demand. *Computers & Operations Research* 36(11), S. 3013-3018.

- Brown, A. und Bakhr, A. (2007). Information systems innovation research and the case of RFID, in: McMaster, T., Wastell, D. Ferneley, E. und DeGross, J.I. (Hrsg.), *Organizational Dynamics of Technology-based Innovation: Diversifying the Research Agenda*, Heidelberg: Springer, S. 363-376.
- Brown, I. und Russel, J. (2007). Radio frequency identification technology: An exploratory study on adoption in the South African retail sector. *International Journal of Information Management: The Journal for Information Professionals* 27(4), S. 250-265.
- Bottani, E. und Rizzi, A. (2008). Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the fast-moving consumer goods supply chain. *International Journal of Production Economics* 112(2), S. 548-569.
- Brusey, J., Floerkemeier, C., Harrison, M. und Fletcher, M. (2003). Reasoning about Uncertainty in Address Identification with RFID. *Workshop on Reasoning with Uncertainty in Robotics at International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAC)*, Acapulco, Mexico, S. 23-30.
- C&A (2012). C&A startet RFID-Projekt an fünf Standorten, [online] http://www.c-and-a.com/de/de/corporate/fileadmin/mediathek/de-de/Pressemitteilungen/C-und-A_startet_RFID-Projekt_an_f%C3%BCnf_Standorten.pdf [zugegriffen am 15.07.2013].
- Çakıcı, Ö.E., Groenevelt, H. und Seidmann, A. (2011). Using RFID for the management of pharmaceutical inventory - system optimization and shrinkage control. *Decision Support Systems* 51(4), S. 842-852.
- Carrefour (2007). The Carrefour approach to RFID: CIES Supply Chain, [online] http://www.rousseau.com.pt/documentos/cies_orfidnocarrefour.pdf [zugegriffen am 15.07.2013].
- Chao, C.-C., Yang, J.-M. und Jen, W.-Y. (2007). Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation* 27(5), S. 268-279.
- Chappell, G., Durdan, D. und Gilbert, G., Ginsburg, L., Smith, J. und Tobolski, J. (2002). Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain. *Auto-ID Center*, MIT, Cambridge, MA.
- Chappell, G., Durdan, D., Gilbert, G., Ginsburg, L., Smith, J. und Tobolski, J. (2003). Auto-ID in the Box: The Value of Auto-ID Technology in Retail Stores. *Auto-ID Center*, MIT, Cambridge, MA.

- Checkland, P.B. und Poulter, J. (2006). *Learning for Action: A short definitive account of Soft Systems Methodology and its use for Practitioners, teachers and Students*, Chichester: Wiley.
- Checkland, P.B. und Scholes, J. (1990). *Soft Systems Methodology in Practice*, Chichester: Wiley.
- Checkland, P.B. (1981). *Systems Thinking Systems Practice*, Wiley, Chichester: Wiley.
- Clark, A.W. (1972). Sanction: A Critical Element in Action Research. *Journal of Applied Behavioral Science* 8(6), S. 713-731.
- Coad, P. und Yourdon, E. (1991). *Object-Oriented Analysis*, 2. Aufl., Upper Saddle River, (NJ): Yourdon Press.
- Cohen, L. und Manion, L. (1980). *Research Methods in Education*, 2. Aufl., Dover (NH): Croom-Helm.
- Collins, J. (2006). Reading books reduces out-of-stocks. *RFID Journal*, verfügbar unter: www.rfidjournal.com/article/articleview/2696/ [zugegriffen am 14.5.2013].
- Condea, C., Thiesse, F. und Fleisch, E. (2012). RFID-Enabled Shelf Replenishment with Backroom Monitoring in Retail Stores. *Decision Support Systems* 52(4), S. 839-849.
- Corsten, D. und Gruen, T. (2003). Desperately Seeking Shelf Availability: An Examination of the Extent, the Causes, and the Efforts to Address Retail Out-of-Stocks. *International Journal of Retail & Distribution Management* 31(12), S. 605-617.
- Cox, E. (2012). *Retail analytics – the secret weapon*, Hoboken (N.J.): Wiley.
- Curtin, J., Kauffman, R.J. und Riggins, F.J. (2007). Making the most out of RFID technology: A research agenda for the study of the adoption, usage and impact of RFID. *Information Technology and Management* 8(2), S. 87-110.
- Darkow, I.-L. und Decker, J. (2006). Technologie und Anwendungsfelder von RFID, in: Engelhardt-Nowitzki, C. und Lackner, E. (Hrsg.), *Chargenverfolgung – Möglichkeiten, Grenzen und Anwendungsgebiete*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, S. 39-57.
- Das, R. und Harrup, P. (2005). RFID Forecasts, Players & Opportunities 2005-2015, *IDTechEx*, Cambridge, MA.
- Davenport, T.H. und Markus, M.L. (1999). Rigor vs. Relevance Revisited: Response to Benbasat and Zmud. *MIS Quarterly* 23(1), S. 19-23.

- Davison, R.M. und Martinsons, M.G. (2007). Action Research and Consulting: Hellish Partnership or Heavenly Marriage, in: Kok, N.F. (Hrsg.), *Information systems action research: an applied view of emerging concepts and methods*, New York (NY): Springer, S. 377-394.
- Davison, R., Martinsons, M.G. und Kock, N. (2004). Principles of canonical action research. *Information Systems Journal* 14(1), S. 65-86.
- Davison, R.M. (2001). GSS and Action Research in the Hong Kong Police. *Information Technology & People* 14(1), S. 60-77.
- DeHoratius, N. und Raman, A., (2008). Inventory record inaccuracy: An empirical analysis. *Management Science* 54(4), S. 627-641.
- Delen, D., Hardgrave, B.C. und Sharda, R. (2007). RFID for Better Supply-Chain Management through Enhanced Information Visibility. *Production and Operations Management* 16(5), S. 613-624.
- DeLuca, D. und Kock, N. (2007). Publishing Information Systems Action Research for a Positivist Audience. *Communications of the Association for Information Systems* 19(1), Artikel 10.
- DeLuca, D. und Valacich, J.S. (2006). Virtual teams in and out of synchronicity. *Information Technology & People* 19(4), S. 323-344.
- DePoy, E., Hartman, A. und Haslett, D. (1999). Critical Action Research: A Model for Social Work Knowing. *Social Work* 44(6), S. 560-569.
- Deshpande, R. (1983). "Paradigms Lost": On Theory and Method in Research in Marketing. *Journal of Marketing* 47(4), S. 101-110.
- Dong, S., Xu, S.X. und Zhu K.X. (2009). Information Technology in Supply Chains: The Value of IT-enabled Resources under Competition. *Information Systems Research* 20(1), S. 18-32.
- DTE Automation GmbH (2013). Leistungen: DTE - ein umfassendes Dienstleistungsunternehmen, [online] In: http://www.dte.de/de/leistungen/frameset_leistungen.html [zugegriffen am 12.11.2013].
- Dutta, A., Lee, H.L. und Wang, S. (2007). RFID and Operations Management: Technology, Value, and Incentives. *Production & Operations Management* 16(5), S. 646-655.
- Elliott, J. (1991). *Action Research for Educational Change*, Buckingham: Open University Press.

- Ervin, A.M. (1996). Collaborative and participatory research in urban social planning and restructuring: Anthropological experiences from a medium-sized Canadian city. *Human Organization* 55(3), S. 324-333.
- Fenn, J. und Raskino, M. (2008). Mastering the Hype Cycle: How to choose the right innovation at the right time, *Havard Business Press*, [online] http://www.gartner.com/it/products/research/media_products/book/mastering_hype_cycle_excerpt.pdf [zugegriffen am 19.08.2013].
- Finkenzeller, K. (2012). *RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC*, 6., aktualisierte und erw. Aufl., München: Hanser.
- Fleisch, E. und Tellkamp, C. (2005). Inventory inaccuracy and supply chain performance: A simulation study of a retail supply chain. *International Journal of Production Economics* 95(3), S. 373-385.
- Floerkemeier, C. und Lampe, M. (2004). Issues with RFID usage in ubiquitous computing applications, in: Ferscha, A. und Mattern, F. (Hrsg.), *Pervasive Computing: Second International Conference*, Berlin: Springer, S. 188-193.
- Friedman, V.J. (2006). Action Science: Creating Communities of Inquiry in Communities of Practice, in: Reason, P. und Bradbury, H. (Hrsg.), *Handbook of Action Research: Concise Paperback Edition*, London: SAGE Publications Ltd, S. 131-143.
- Fruth, A. (2011). Best-Practices beim Vorgehen in RFID-Projekten: Studie 2011, [online] <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1084501/1084501.pdf> [zugegriffen am 12.03.2013].
- Füßler, A. (2004). Auswirkungen der RFID-Technologie auf die Gestaltung der Versorgungskette, in: Zentes, J., Biesiada, H. und Schramm-Klein, H. (Hrsg.), *Performance-Leadership im Handel*, Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag GmbH, S. 137-155.
- Fujitsu (2013). Fujitsu Products: Ferroelectric RAM (FeRAM), [online] <http://www.fujitsu.com/emea/services/microelectronics/fram/> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Gagnon, J.L. und Chu, J.J. (2005). Retail in 2010: A World of Extremes. *Strategy & Leadership* 33(5), S. 13-23.
- Gambon, J. (2006). RFID frees up patient beds. *RFID Journal*, verfügbar unter: www.rfidjournal.com/article/articleview/2549/ [zugegriffen am 15.5.2013].

- García, A., Chang, Y., Abarca, A. und Oh, C. (2007). RFID enhanced MAS for warehouse management. *International Journal of Logistics* 10(2), S. 97-107.
- Gaukler, G.M., Seifert, R.W. und Hausman, W.H. (2007). Item-level RFID in the retail supply chain. *Production and Operation Management* 16(1), S. 65-76.
- Gessner, G.H., Volonino, L. und Fish, L.A. (2007). One-Up, One-Back ERM in the Food Supply Chain. *Information Systems Management* 24(3), S. 213-222.
- GMA (2002). Industry Survey & Benchmarks. *Grocery Manufacturers of America (GMA)*, Washington, DC, USA.
- Goel, R. (2007). Managing RFID Consumer Privacy and Implementation Barriers. *Information Systems Security* 16(4), S. 217-223.
- Gonzalez, H., Han, J., Li, X. und Klabjan, D. (2006). Warehousing and analyzing massive RFID data sets. *Proceedings of the 22nd International Conference on Data Engineering*, Atlanta, Georgia, USA, S. 83.
- Greengard, S. (2007). Wells' Dairy milks RFID for benefits, *RFID Journal*, verfügbar unter: www.rfidjournal.com/article/articleview/2907/ [zugegriffen am 18.05.2013].
- Greenwood, D.J., Whyte, W.F. und Harkavy, I. (1993). Participatory Action Research as a Process and as a Goal. *Human Relations* 46(2), S. 175-192.
- Gregor, S. (2006). The nature of theory in information systems. *MIS Quarterly* 30(3), S. 611-642.
- Greiffenberg, S. (2003). Methoden als Theorien der Wirtschaftsinformatik. *Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik*, S. 947-967.
- Gross, S. und Thiesse, F. (2005). RFID-Systemeinführung – Ein Leitfaden für Projektleiter, in: Mattern, F. und Fleisch, E. (Hrsg.), *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Berlin: Springer, S. 303-313.
- Grütter, R., Geyer, G. und Schmid, B. (1998). Konzeption einer ELIAS-Applikationsarchitektur für das klinische Studiendatenbanksystem der L.A.B. Neu-Ulm. *Wirtschaftsinformatik* 40(4), S. 291-300.
- Günther, O. und Spiekermann, S. (2005). RFID and the perception of control: the consumer's view. *Communications of the ACM* 48(9), S. 73-76.

- Haffey, T., Richard, J. und Tobolski, J. (2002). Auto-ID on the Move: The Value of Auto-ID Technology in Freight Transportation. *Auto-ID Center*, MIT, Cambridge, MA.
- Handelsblatt (2012). Adidas - Neo soll die Generation Facebook begeistern, [online] http://www.handelsblatt.com/input/vontobel/produktinfos/adidas-neo-soll-die-generation-facebook-begeistern/v_microsite/6217024.html [zugegriffen am 12.02.2013].
- Hardgrave, B.C., Aloysius, J.A. und Goyal, S. (2013). RFID-Enabled Visibility and Retail Inventory Record Inaccuracy: Experiments in the Field. *Production and Operations Management* 22(4), S. 843-856.
- Hardgrave, B.C., Langford, S., Waller, M.A. und Miller, R. (2008). Measuring the impact of RFID on out of stocks at Wal-Mart. *MIS Quarterly Executive* 7(4), S.181-192.
- Hardgrave, B.C. und Miller, R. (2006). The myths and realities of RFID. *International Journal of Global Logistics & Supply Chain Management* 1(1), S. 1-16.
- Heese, H.S. (2007). Inventory Record Inaccuracy, Double Marginalization, and RFID Adoption. *Production and Operations Management* 16(5), S. 542-553.
- Helmus, M., Meins-Becker, A., Laußat, L. und Kelm, A. (2009). *RFID in der Baulogistik: Forschungsbericht zum Projekt "Integriertes Wertschöpfungsmodell mit RFID in der Bau- und Immobilienwirtschaft"*, 1. Aufl., Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Hengst, M.D. und Vreede, G.-J.D. (2004). Collaborative Business Engineering: A Decade of Lessons from the Field. *Journal of Management Information Systems* 20(4), S. 85-114.
- Hollinger, R.C. (2007). *National Retail Security Survey 2006*, Washington (DC): National Retail Federation.
- Holmberg, S. (2000). A system perspective on supply chain measurements. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30(10), S. 847-868.
- Hozak, K. und Collier, D.A. (2008). RFID as an enabler of improved manufacturing performance. *Decision Sciences* 39(4), S. 859-881.
- Hudetz, K. und Kaapke, A. (2009). *Lexikon Handelsmanagement*, Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag GmbH.

- Hult, M. und Lennung, S.-Å. (1980). Towards A Definition of Action Research: A Note and Bibliography. *Journal of Management Studies* 17(2), S. 241-250.
- Iversen, J.H., Mathiassen, L. und Nielsen, P.A. (2004). Managing Risk in Software Process Improvement: An Action Research Approach. *MIS Quarterly* 28(3), S. 395-433.
- Janz, M. und Swoboda, B. (2007). *Vertikales Retail-Management in der Fashion-Branche: Konzepte, Benchmarks, Praxisbeispiele*, Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag GmbH.
- Jeffery, S.R., Garofalakis, M. und Franklin, M.J. (2006). Adaptive cleaning for RFID data streams. *Proceedings of the 32nd VLDB Conference*, S. 163-174.
- Jepsen L., Mathiassen, L. und Nielsen, P. (1989). Back to the thinking mode: diaries for the management of information systems development projects. *Behaviour and Information Technology* 8(3), S. 207-217.
- Jiang, B., Fishkin, K.P., Roy, S. und Philipose, M. (2006). I Sense a Disturbance in the Force: Unobtrusive long-range Detection of passive RFID Tag Motion, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 55(1), S. 187-196.
- Jones, P., Clarke-Hill, C., Shears, P., Comfort, D. und Hillier, D. (2004). Radio frequency identification in the UK: opportunities and challenges. *International Journal of Retail & Distribution Management* 32(3), S. 164-171.
- Kalyanam, K., Lal, R. und Wolfram, G. (2010). Future Store Technologies and Their Impact on Grocery Retailing, in: Krafft, M. und Mantrale, M.K. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century: Current and Future Trends*, 2. Aufl., Berlin: Springer, S. 141-158.
- Kanellis, P. und Papadopoulos, T. (2008). Conducting Research in Information Systems: An Epistemological Journey, in: Cater-Steel, A. und Al-Hakim, L. (Hrsg.), *Information Systems Research Methods, Epistemology, and Application*, Hershey, Penn. [u.a.]: Information Science Reference, 2009 [erschienen] 2008, S. 1-34.
- Kant, I. (1908). The Critique of Pure Reason (1781), in: Rand, B. (Hrsg.), *Modern Classical Philosophers*, Cambridge (MA): Houghton Mifflin, S. 370-456.
- Kärkkäinen, M. und Holmström, J. (2002). Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customisation and information sharing. *Supply Chain Management: An International Journal* 7(4), S. 242-252.

- Keith A., Birkhofer, G., Gramling, K., Kleinberger, H., Leng, S., Moogimane, D. und Woods, M. (2002). Focus on Retail: Applying Auto-ID to Improve Product Availability at the Retail Shelf. *Auto-ID Center*, MIT, Cambridge, MA.
- Kelepouris, T., Pramataris, K. und Doukidis, G. (2007). RFID-enabled traceability in the food supply chain. *Industrial Management & Data Systems* 107(2), S. 183-200.
- Kern, C. (2011). *RFID für Bibliotheken*, Berlin [u.a.]: Springer.
- Kang, Y. und Gershwin, S.B. (2005). Information inaccuracy in inventory systems: Stock loss and stock out. *IIE Transactions* 37(9), S. 843-859.
- Kincheloe, J.L. und McLaren, P.L. (1994). Rethinking critical theory and qualitative research, in: Denzin, N.K. und Lincoln, Y.S. (Hrsg.), *Handbook of qualitative inquiry*, Thousand Oaks (CA): Sage Publications, S. 138-157.
- Klein, H.K und Myers, M.D. (1999). A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems. *MIS Quarterly. Special Issue on Intensive Research* (23)1, S. 67-93.
- Kock, N. und Lau, F. (2001). Information Systems Action Research: Serving Two Demanding Masters. *Information Technology and People* (14)1, S. 6-12.
- Kock, N. und McQueen, R.J. (1998). An action research study of effects of asynchronous groupware support on productivity and outcome quality in process redesign groups. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce* 8(2), S. 149-168.
- Koh, C.E., Kim, H.J. und Kim, E.Y. (2006). The Impact of RFID in Retail Industry: Issues and Critical Success Factors. *Journal of Shopping Center Research* 13(1), S. 101-117.
- Kotzab, H. und Teller, C. (2005). Development and empirical test of a grocery retail in-store logistics model. *British Food Journal* 107(8), S. 594-605.
- Kyng, M. (1991). Designing for cooperation: Cooperating in design. *Communications of the ACM* 34(12), S. 65-73.
- Kök, A.G. und Shang, K.H. (2007). Inspection and Replenishment Policies for Systems with Inventory Record Inaccuracy. *Manufacturing & Service Operations Management* 9(2), S. 185-205.
- Lacy, S. (2005). RFID: plenty of mixed signals. *BusinessWeek Online* 31, verfügbar unter: <http://www.businessweek.com/stories/2005-01-30/rfid-plenty-of-mixed-signals> [zugegriffen am 16.02.2013].

- Lampe, M., Floerkemeier, C. und Haller, S. (2005). Einführung in die RFID Technologie, in: Mattern, F. und Fleisch, E. (Hrsg.), *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Berlin: Springer, S. 69-86.
- Lau, F. (1999). Toward a framework for action research in information systems studies. *Information Technology & People 12(2)*, S. 148-176.
- Lau, F. (1997). A review of action research in information systems studies, in: Lee, A., Liebenau, J. und DeGross, J. (Hrsg.), *Information Systems and Qualitative Research*, London: Chapman & Hall, S. 31-68.
- Lee, H. und Özer, Ö. (2007). Unlocking the value of RFID. *Production and Operations Management 16(1)*, S. 40-64.
- Lee, C.P. und Shim, J.P. (2007). An exploratory study of radio frequency identification (RFID) adoption in the healthcare industry. *European Journal of Information Systems 16(6)*, S. 712-724.
- Lee, A. S. (2005). Notes on Modus Ponens and Modus Tollens in Positivist, Interpretive, and Action Research. From the Tutorial on “Educing Theory from Practice: Developing Significant Theory from Action Research”, Baskerville, R., Lee, A.S., Chiasson, M. und Mathiassen, L. *11th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Omaha (NE).
- Lee, Y.M., Cheng, F. und Leung, Y.T. (2005). A quantitative view on how RFID will improve a supply chain. Technical Report, IBM Research Report.
- Leimeister, J.M., Knebel, U. und Krcmar, H. (2007). RFID as enabler for the boundless real-time organisation: empirical insights from Germany. *International Journal of Networking and Virtual Organisations 4(1)*, S. 45-64.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations 1(1)*, S. 5-41.
- Li, S., Godon, D. und Visich, J.K. (2010). An exploratory study of RFID implementation in the supply chain. *Management Research Review 33(10)*, S. 1005-1015.
- Li, S. und Visich, J.K. (2006). Radio frequency identification: supply chain impact and implementation challenges. *International Journal of Integrated Supply Management 2(4)*, S. 407-424.
- Liao, W.-P., Lin, T.M.Y. und Liao, S.-H. (2011). Contributions to Radio Frequency Identification (RFID) research: An assessment of SCI-, SSCI-indexed papers from 2004 to 2008. *Decision Support Systems 50(2)*, S. 548-556.

- Lightburn, A. (2003). Unsaleables Benchmark Report, Joint Industry Unsaleables Steering Committee. Food Marketing Institute, *Grocery Manufacturers of America (GMA)*, Washington, DC, USA.
- Lindgren, R., Henfridsson, O. und Schultze, U. (2004). Design principles for competence management systems: a synthesis of an action research study. *MIS Quarterly* 28(3), S. 435-472.
- Lincoln, Y.S. und Guba, E.G. (2000). Paradigmatic Controversies, Contradictions, and Emerging Confluences, in: Denzin, N.K und Lincoln, Y.S. (Hrsg.), *Handbook of Qualitative Research*, 2. Aufl., Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Lincoln, Y.S. und Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*, Beverly Hills (CA): Sage.
- Loebbecke, C. und Palmer, J.W. (2006). RFID in the fashion industry: Kaufhof department stores ag and gerry weber international AG, fashion manufacturer. *MIS Quarterly Executive* 5(2), S. 15-25.
- Loebbecke, C. (2007). Use of innovative content integration information technology at the point of sale. *European Journal of Information Systems* 16(3), S. 228-236.
- Mårtensson, P. und Lee, A.S. (2004). Dialogical Action Research at Omega Corporation. *MIS Quarterly* 28(3), S. 507-536.
- Mathiassen, L. (2002). Collaborative Practice Research. *Information Technology & People* 15(4), S. 321-345.
- McFarlane, D. und Sheffi, Y. (2003). The impact of automatic identification on supply chain operations. *International Journal of Logistics Management* 14(1), S. 1-17.
- McKay, J. und Marshall, P. (2001). The dual imperatives of action research. *Information Technology & People*, 14(1), S. 46-59.
- McNiff, J. (2002). *Action research: principles and practice*, London: Routledge.
- Melnyk S.A., Stewart D.M und Swink, M. (2004). Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. *Journal of Operations Management* 22(3), S. 209-218.
- Microsoft (2013). Microsoft integration – featuring BizTalk: What is BizTalk, [online] <http://www.microsoft.com/biztalk/en/us/rfid.aspx> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Mingers, J. (2001). Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology. *Information Systems Research* 12(3), S. 240-259.

- Moon, K.L. und Ngai, E.W.T. (2008). The adoption of RFID in fashion retailing: a business value-added framework. *Industrial Management & Data Systems* 108(5), S. 596-612.
- Motorola (2013). RFID-Lesegeräte, [online] <http://www.motorola.com/Business/XC-DE/Business+Product+and+Services/RFID/RFID+Readers> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Mumford, E. (1983). Designing Human Systems for New Technology: The ETHICS Method. *Manchester Business School*, Manchester.
- Müller-Seitz, G., Dautzenberg, K. Creusen, U. und Stromereder, C. (2009). Customer acceptance of RFID technology: Evidence from the German electronic retail sector. *Journal of Retailing and Consumer Services* 16(1), S. 31-39.
- Narayanaswamy, R. und Grover, V. (2007). A Critical Assessment of Information Systems Action Research, in: Kok, N.F. (Hrsg.), *Information systems action research: an applied view of emerging concepts and methods*, New York (NY): Springer, S. 327-353.
- Nativi, J.J. und Lee, S. (2012). Impact of RFID information-sharing strategies on a decentralized supply chain with reverse logistics operations. *International Journal of Production Economics* 136(2), S. 366-377.
- NEDAP (2013). Damit Ihr Sicherheitssystem vorbeugend, aber nicht abschreckend wirkt, [online] <http://www.nedap.com/de/markt-gruppen/retail/> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Nelson, J.E. (2001). Scanning's silver celebration, in: Habermann, A.L. (Hrsg.), *Twenty-Five Years Behind Bars*, Cambridge (MA): Harvard University Press, S. 25-33.
- Neuman, W.L. (1997). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*, 3. Aufl., Boston: Allyn & Bacon.
- Neuman, W.L. (1991). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*. Boston: Allyn & Bacon.
- Niederman, F., Mathieu, R.G., Morley, R. und Kwon, I. (2007). Examining RFID applications in supply chain management. *Communications of the ACM* 50(7), S. 92-101.
- Nikitin, P.V., Rao, K.V.S., Lam, S.F., Pillai, V., Martinez, R. und Heinrich, H. (2005). Power reflection coefficient analysis for complex impedances in RFID tag design. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 53(9), S. 2721-2725.

- Ngai, E.W.T., Cheung, B.K.S., Lam, S.S. und Ng, C.T. (2014). RFID value in aircraft parts supply chains: A case study. *International Journal of Production Economics* 147(1), S. 330-339
- Ngai, E.W.T, Moon, K.K.L, Riggins, F.J. und Yi, C.Y. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics* 112(2), S. 510-520.
- Nordic ID (2013). Nordic ID: Produkte, [online] <http://www.nordicid.com/ger/produkte/> [zugegriffen am 12.11.2013].
- NXP (2013). A complete range of ICs for smart cards, tags, labels and readers, [online] http://www.nxp.com/products/identification_and_security [zugegriffen am 12.11.2013].
- O.V. (2000). Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion, in: O. V. (Hrsg.), *Duden: Das große Fremdwörterbuch*, 2. Aufl., Mannheim [u.a.]: Dudenverlag.
- Oracle (2013). Oracle Application Server Wireless Developer's Guide, [online] http://docs.oracle.com/cd/B14099_19/wireless.1012/b13819/rfid.htm [zugegriffen am 12.11.2013].
- Orlikowski, W. und Baroudi, J. (1990). Studying information technology in organisations: research approaches and assumptions, Working Paper, verfügbar unter http://www.researchgate.net/profile/Jack_Baroudi/publication/220079919_Studying_Information_Technology_in_Organizations_Research_Approaches_and_Assumptions/file/60b7d52f7a8ae3bc57.pdf [zugegriffen am 15.07.2013].
- Osyk, B.A., Vijayaraman, B.S., Srinivasan, M. und Dey, A. (2012). RFID adoption and implementation in warehousing. *Management Research Review* 35(10), S. 904-926.
- Pedler, M. (1991). *Action Learning in Practice*, 2. Aufl., Brookfield Vermont: Gower.
- Pepels, W. (2001). *Einführung in das Distributionsmanagement*, 2. völlig überarbeitete Aufl., München: Oldenbourg.
- Philipose, M., Smith, J.R., Jiang, B., Mamishev, A., Roy, S. und Sundara-Rajan, K. (2005). Battery-free wireless identification and sensing. *IEEE Pervasive Computing* 4(1), S. 37-45.
- Preißler, P. (2008). *Betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Formeln, Aussagekraft, Sollwerte, Ermittlungsintervalle*, 1. Aufl., München: Oldenbourg.

- RAKO (2013). RAKO Security-Label GmbH: Produkte, [online] <http://www.rako-security-label.com/de/rfid/produkte/index.html> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Ranganathan, C. und Jha, S. (2005). Adoption of RFID technology: An exploratory examination from supplier's perspective. *11th Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Omaha (NE), S. 2195-2199.
- Rao, J., Doraiswamy, S., Thakkar, H. und Colby, L.S. (2006). A deferred cleansing method for RFID data analytics. *Proceedings of the 32nd VLDB Conference*, S. 175-186.
- Rapoport, R.N. (1970). Three Dilemmas in Action Research. *Human Relations* 23(6), S. 499-513.
- Razzouk, N.Y., Seitz, V. und Nicolaou, M. (2008). Consumer Concerns regarding Rfid Privacy: An Empirical Study. *Journal of Global Business & Technology* 4(1), S. 69-78.
- Rekik, Y. (2011). Inventory inaccuracies in the wholesale supply chain. *International Journal of Production Economics* 133(1), S. 172-181.
- Rekik, Y., Dallery, Y. und Sahin, E. (2009). Inventory inaccuracy in retail stores due to theft: An analysis of the benefits of RFID. *International Journal of Production Economics* 118(1), S. 189-198.
- Rekik, Y., Sahin, E. und Dallery, Y. (2008). Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores. *International Journal of Production Economics* 112(1), S. 264-278.
- Reponen, T. (1992). Action research in information systems strategy formulation and implementation, in: von Hellens, L. (Hrsg.), *Action Research in Management Information Systems Studies*, Turku School of Economics and Business Administration Series A-3, Turku, Finland.
- Reyes, P.M., Li, S. und Visich, J.K. (2012). Accessing antecedents and outcomes of RFID implementation in health care. *International Journal of Production Economics* 136(1), S. 137-150.
- Reyes, P.M., Frazier, G., Prater, E. und Cannon, A. (2007). RFID: the state of the union between promise and practice. *International Journal of Integrated Supply Management* 3(2), S. 192-206.
- Reyes, P.M. und Jaska, P. (2007). Is RFID right for your organization or application? *Management Research News* 30(8), S. 570-580.

- Rudolph, T. (2009). *Modernes Handelsmanagement: Eine Einführung in die Handelslehre*, 2. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Römer, K. und Domnitcheva, S. (2002). Smart playing cards: A ubiquitous computing game. *Journal for Personal and Ubiquitous Computing* 6(5-6), S. 371-377.
- Sahin, E., Buzacott, J. und Dallery, Y. (2008). Analysis of a newsvendor which has errors in inventory data records. *European Journal of Operational Research* 188(2), S. 370-389.
- Saito, J., Ryou, J.C. und Sakurai, K. (2004). Enhancing privacy of universal re-encryption scheme for RFID tags. *Embedded and ubiquitous computing* 3207, S. 879-890.
- Samli, A. C. (2004). *Up Against the Retail Giants: Targeting Weakness - Gaining an Edge*, Mason (OH): Thomson.
- Sandberg, J. (2005). How Do We Justify Knowledge Produced Within Interpretive Approaches? *Organizational Research Methods* 8(1), S. 41-68.
- Sarac, A., Absi, N. und Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics* 128(1), S. 77-95.
- Sari, K. (2010). Exploring the impacts of radio frequency identification (RFID) technology on supply chain performance. *European Journal of Operational Research* 207(1), S. 174-183.
- Schindler, H.R., Schmalbein, N., Steltenkamp, V., Cave, J., Wens, B. und Anhalt, A. (2012). Smart Trash. Study on RFID tags and the recycling industry. *RAND Europe*, Cambridge (UK).
- Schreiner Group (2013). Schreiner LogiData: Schneller, effizienter, wirtschaftlicher mit RFID, [online] <http://www.schreiner-logidata.com/> [zugegriffen am 12.11.2013].
- Sein, M.K., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M. und Lindgren, R. (2011). Action design research. *MIS Quarterly* 35(1), S. 37-56.
- Selitto, C., Burgess, S. und Hawking, P. (2007). Information quality attributes associated with RFID-derived benefits in the retail supply chain. *International Journal of Retail & Distribution Management* 35(1), S. 69-87.
- Sheffi, Y. (2004). RFID and the innovation cycle. *International Journal of Logistics Management* 15(1), S. 1-10.

- Shih, D.-H., Chiu, Y.-W., Chang, S.-I. und Yen, D.C. (2008). An empirical study of factors affecting RFID's adoption in Taiwan. *Journal of Global Information Management* 16(2), S. 58-80.
- Sprenger, C., Wecker, F., Franke, W., Dangelmaier, W. (Hrsg.). (2006). *RFID – Leitfaden für die Logistik: Anwendungsgebiete, Einsatzmöglichkeiten, Integration, Praxisbeispiele*, Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Srivastava, B. (2004). Radio frequency ID technology: The next revolution in SCM. *Business Horizons* 47(6), S. 60-68.
- Steidtmann, C. (1999). The new retail technology. *Discount Merchandiser* 39, S. 23-24.
- Street, C.T. und Meister, D.B. (2004). Small Business Growth And Internal Transparency: The Role Of Information Systems. *MIS Quarterly* 28(3), S. 473-506.
- Stöckl, B.R. (2000). Aufgaben und Grenzen eines Controlling in mittleren Handelsbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Instrumente des operative Controlling. Erlangen-Nürnberg, Univ., Diss.
- Susman, G. (1983). Action Research: A Sociotechnical Perspective, in: Morgan, G. (Hrsg.), *Beyond Method: Strategies for Social Research*, Newbury Park (CA): Sage Publications, S. 95-113.
- Susman, G. und Evered, R. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly* 23(4), S. 582-603.
- Szmerekovsky, J.G. und Zhang, J. (2008). Coordination and adoption of item-level RFID with vendor managed inventory. *International Journal of Production Economics* 114(1), S. 388-398.
- Tajima, M. (2007). Strategic value of RFID in supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management* 13(4), S. 261-273.
- Tamm, G. und Tribowski, C. (2010). *RFID*, Heidelberg: Springer.
- Tellkamp, C., Angerer, A., Fleisch, E. und Corsten, D. (2004). From Pallet to Shelf: Improving Data Quality in Retail Supply Chains Using RFID. *Cutter IT Journal* 17(9), S. 19-24.
- Tellkamp, C. und Quiede, U. (2005). Einsatz von RFID in der Bekleidungsindustrie – Ergebnisse eines Pilotprojekts von Kaufhof und Gerry Weber, in: Mattern, F. und Fleisch, E. (Hrsg.), *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Berlin: Springer, S. 143-160.

- Texas Instruments (2013). Texas Instruments RFID-Transpondertools, [online] http://de.mouser.com/Texas-Instruments/Embedded-Solutions/Engineering-Tools/RF-Wireless-Development-Tools/RFID-Transponder-Tools/_/N-90obkZ1z0zls6 [zugegriffen am 12.11.2013].
- Textilwirtschaft (2012). Business Textillogistik: RFID Der Durchbruch lässt weiter auf sich warten, *Textilwirtschaft* 49, S. 42-47, verfügbar unter [http://www.textilwirtschaft.de/suche/show.php?ids\[\]=896270&a=2](http://www.textilwirtschaft.de/suche/show.php?ids[]=896270&a=2) [zugegriffen am 13.01.2013].
- Thiesse, F., Staake, T., Schmitt, P. und Fleisch, E. (2011). The Rise of the 'Next-Generation Bar Code': An International RFID Adoption Study. *Supply Chain Management: An International Journal* 16(5), S. 328-345.
- Thiesse, F., Al-Kassab, J. und Fleisch, E. (2009). Understanding the Value of Integrated RFID Systems: A Case Study from Apparel Retail. *European Journal of Information Systems* 18(6), S. 592-614.
- Thiesse, F., Tellkamp, C. und Fleisch, E. (2007). RFID-enabled shelf replenishment with case-level tagging: a simulation study. *13th Americas Conference on Information Systems*, Keystone (CO), S. 3737-3747.
- Thiesse, F. (2005): Architektur und Integration von RFID-Systemen, in: Mattern, F. und Fleisch, E. (Hrsg.), *Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen*, Berlin: Springer, S. 101-117.
- Tranfield, D. und Starkey, K. (1998). The Nature, Social Organization and Promotion of Management Research: Towards Policy. *British Journal of Management* 9(4), S. 341-353.
- Tu, Y.-J., Zhou, W. und Piramuthu, S. (2009). Identifying RFID-embedded objects in pervasive healthcare applications. *Decision Support Systems* 46(2), S. 586-593.
- Tzeng, S.-F., Chen, W.-H. und Pai, F.-Y. (2008). Evaluating the business value of RFID: evidence from five case studies. *International Journal of Production Economics* 112(2), S. 601-613.
- Uhrich, F., Sander, U., Resatsch, F., Leimeister, J.M. und Krcmar, H. (2008). RFID in Retailing and Customer Relationship Management. *Communications of the Association for Information Systems* 23(1), S. 219-234.
- Veeramani, D., Tang, J. und Gutierrez, A. (2008). A framework for assessing the value of RFID implementation by tier-one suppliers to major retailers. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 3(1), S. 55-70.

- Verhoef, P.C. und Sloot, L.M. (2010). Out-of-Stock: Reactions, Antecedents, Management Solutions, and a Future Perspective, in: Krafft, M. und Mantrale, M.K. (Hrsg.), *Retailing in the 21st Century: Current and Future Trends*, 2. Aufl., Berlin: Springer, S. 285-299.
- Véronneau, S. und Roy, J. (2009). RFID benefits, costs, and possibilities: The economic analysis of RFID deployment in a cruise corporation global service supply chain. *International Journal of Production Economics* 122(2), S. 692-702.
- Vijayaraman, B.S. und Osyk, B.A. (2006). An empirical study of RFID implementation in the warehousing industry. *International Journal of Logistics Management* 17(1), S. 6-20.
- Vogt, H. (2002). Efficient Object Identification with Passive RFID Tags. *Proceedings of the 1st International Conference on Pervasive Computing*, Zurich, Switzerland, S. 98-113.
- Wamba, S.F., Lefebvre, L.A., Bendavid, Y. und Lefebvre, E. (2008). Exploring the impact of RFID technology and the EPC network on mobile B2B eCommerce: A case study in the retail industry. *International Journal of Production Economics* 112(2), S. 614-629.
- Wamba, S.F. und Bendavid, Y. (2008). Understanding the Impact of Emerging Technologies on Process Optimization: The Case of RFID Technology. *13th Asian-Pacific Decision Sciences Conference*, Brisbane, Australia.
- Warmington, A. (1980). Action Research: Its Method and Its Implications. *Journal of Applied Systems Analysis* 7(4), S. 23-39.
- Wasse, O. (2012). Das Puzzle vollenden. *RFID im Blick* 2012(05), S. 56-65.
- Weber, R. (2004). Editor's Comments – The Rhetoric of Positivism Versus Interpretivism: A Personal View. *MIS Quarterly* 28(1), S. iii-xii.
- Whyte, W.F., Greenwood, D.J. und Lazes, P. (1999). Participatory Action Research: Through Practice to Science in Social Research, in: Whyte, W.F. (Hrsg.), *Participatory action research*, Newbury Park [u.a.]: Sage, S. 19-55.
- Wilde, T. und Hess, T. (2007). Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Untersuchung. *Wirtschaftsinformatik* 49(4), S. 280-287.
- Wilding, R. und Delgado, T. (2004). The Story so far: RFID demystified. *Logistics and Transport Focus* 6(3), S. 26-31.

- van Woensel, T., van Donselaar, K., Broekmeulen, R. und Fransoo, J. (2007). Consumer responses to shelf out-of-stocks of perishable products. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 37(9), S.704-718.
- Wong, C.Y. und McFarlane, D. (2007). Radio frequency identification data capture and its impact on shelf replenishment. *International Journal of Logistics: Research & Applications* 10(1), S. 71-93.
- Wood-Harper, A.T. und Flynn, D.J. (1983). Action learning for teaching information systems. *The Computer Journal* 26(1), S. 79-82.
- Woods, J. (2004). Prepare for Disillusionment With RFID. Research Note SPA-23-1513, Gartner, Inc., Stanford, CT.
- Wyld, D.C. (2006). RFID 101: the next big thing for management. *Management Research News* 29(4), S. 154-173.
- Zelbst, P.J., Green, K.W., Sower, V.E. und Reyes, P.M. (2011). Impact of RFID on manufacturing effectiveness and efficiency. *International Journal of Operations & Production Management* 32(3), S. 329-350.
- Zentes, J., Swoboda, B. und Foscht, T. (2012). *Handelsmanagement*, 3., neu bearb. Aufl., München: Vahlen.

Erklärung

Ich erkläre hiermit,

- dass ich die Arbeit selbständig verfasst,
- keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt
- und die diesen Quellen und Hilfsmitteln wörtlich oder sinngemäß entnommenen Ausführungen als solche kenntlich gemacht habe.

Weiterhin habe ich die vorliegende Arbeit bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Würzburg, den 14.07.2014

T. Buckel

(Thomas Buckel)