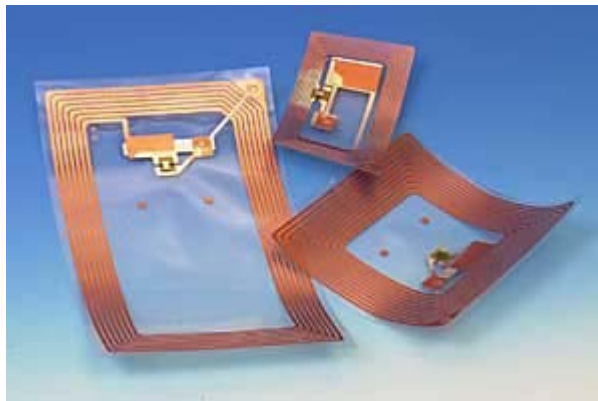


Afstudeeronderzoek
Radio Frequency Identification

“Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?”



HEMA

 **TU Delft**
Technische Universiteit Delft

Thijs Smit
Delft / Utrecht, juni 2005

“Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?”

Een uitgebreide studie over de logistieke voordelen van het gebruik van RFID

Auteur:

Thijs G. Smit

Studentnummer: 9777402

ThijsSmit@GMail.com

Afstudeerscriptie Technische Universiteit Delft

Faculteit Techniek Bestuur en Management

Sectie Transportbeleid & Logistieke Organisatie

Vakcode: tb491

Examencommissie:

Voorzitter examencommissie: Prof. Dr. G.P. van Wee

(Sectie TLO)

1^e begeleider TU Delft:

Ir. M.W. Ludema

(Sectie TLO)

2^e begeleider TU Delft:

Prof. Dr. A.H. Kleinknecht

(Sectie Economie van Innovaties)

Externe begeleider:

Dhr. F.C. den Hoedt

(HEMA Distributiecentrum)

Delft / Utrecht, 20 juni 2005

Voorwoord

Hier voor u ligt het verslag van het afstudeeronderzoek naar Radio Frequency Identification (RFID). Dit onderzoek is gedaan door Thijs Smit, student aan de faculteit Technische Bestuurskunde van de Technische Universiteit Delft, met als sectie Transport, Infrastructuur en Logistiek. Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van de heer Ferry den Hoedt, Hoofd van het projectteam Logistiek, Advies en Ondersteuning (LAO) van het Distributiecentrum van de HEMA in Utrecht en de heer ir. Marcel Ludema Universitair Docent aan de TU Delft. Het onderzoek heeft plaatsgevonden van september 2004 tot juni 2005.

De examencommissie bestaat uit: Prof. Dr. G.P. van Wee (Begeleidende Professor TU Delft), Ir. M.W. Ludema (Eerste begeleider TU Delft), Prof. Dr. A.H. Kleinknecht (Tweede begeleider TU Delft) en Dhr. F.C. den Hoedt (Begeleider vanuit de HEMA).

Tijdens mijn onderzoek naar RFID ben ik er achter gekomen dat dit onderwerp heel erg actueel is in de logistieke wereld. Er is zeer veel over dit onderwerp te vinden op het internet en de vele logistieke vakbladen. Ook zijn er zeer veel congressen en beurzen over RFID die aangeboden worden. Door de enorme berg aan informatie was het echter een tijdrovende aangelegenheid lastig om het kaf van het koren te scheiden. De beschikbare informatie was zeer versnipperd en bovendien niet altijd betrouwbaar. In de vele gesprekken die ik met verschillende mensen heb gevoerd voor mijn onderzoek, kan ik concluderen dat de interesse voor RFID zeker aanwezig is, maar dat men meestal slechts een gedeelte weet van de totale technologie. Hierdoor ontstaan er soms misvattingen over de techniek zelf en de impact van de technologie. Daarom biedt voornamelijk het eerste deel van dit rapport naar mijns inziens een goede en uitgebreide samenvatting van de beschikbare informatie over RFID, waardoor het voor de lezer met interesse voor RFID een grote tijdsbesparing kan opleveren, en een totaalbeeld geeft van de technologie. Omdat er zeer veel verschillende soorten apparatuur beschikbaar zijn, doordat de toepassingsmogelijkheden van de RFID technologie zeer uitgebreid zijn, is het moeilijk om over één standaard techniek te spreken. Hierdoor was het ook moeilijk om prijzen voor de gestelde onderdelen vast te stellen. Gelukkig heb ik dankzij de vele gesprekken met verschillende mensen hier toch een schatting voor kunnen geven. Erg leuk vond ik het bezoek aan de Future Store van Metro in Duitsland met een afvaardiging vanuit de HEMA en de TU Delft. Hier heb ik ook in de praktijk kunnen ervaren hoe de RFID techniek werkt en wat de toekomstvisie van de RFID is.

Ik wens u veel leesplezier met dit rapport,

Thijs Smit

Delft / Utrecht, 20 juni 2005

Dankwoord

Tijdens mijn onderzoek ben ik zeer hartelijk ontvangen door vele experts en geïnteresseerden in dit onderwerp. Daarnaast ben ik ook zeer blij met de uitgebreide en goede begeleiding die ik van mijn begeleiders heb gekregen.

Mijn grootste dank gaat uit naar mijn eerste begeleider Marcel Ludema van de TU Delft. Ik voelde mij zeer vereerd dat ik een presentatie over mijn onderwerp in een van uw colleges heb mogen geven. Daarnaast was ik zeer blij met de grote hoeveelheden tijd die u voor mij vrijmaakte om mijn onderzoek te bespreken en voor het bezoek aan de Future Store in Duitsland. Ik waardeer dit alles zeer veel. Evenveel dank gaat uit naar Ferry den Hoedt van de HEMA, die mij ook zeer goede begeleiding heeft gegeven. Ondanks zijn zeer drukke agenda werd er altijd een gaatje voor mij open gehouden en kreeg ik een zeer goede feedback over hoe verschillende logistieke aspecten in de praktijk werken. Ook zijn aanwezigheid bij het bezoek aan de Future Store in Duitsland, kan ik zeer waarderen. Ook wil ik graag professor van Wee en professor Kleinknecht bedanken voor hun interesse en begeleiding aan dit onderzoek.

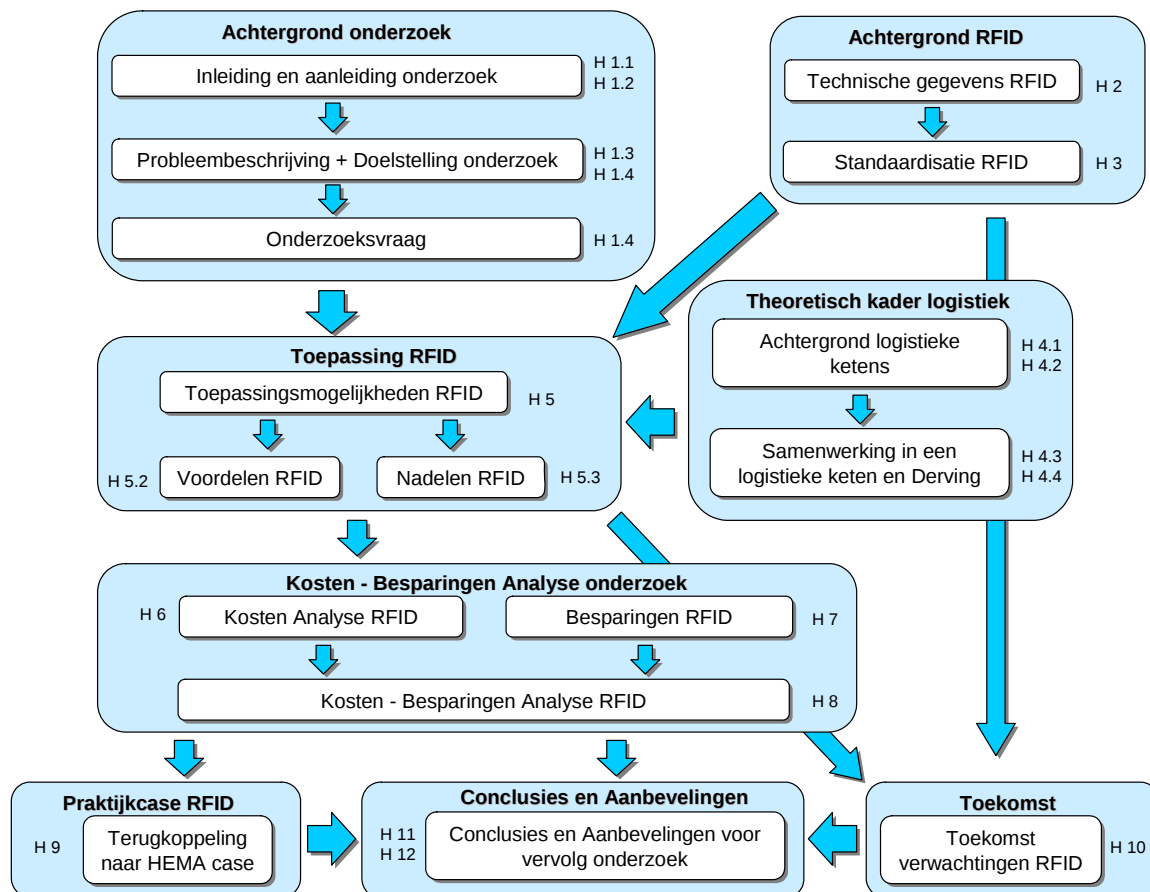
Daarnaast wil ik vanuit de HEMA de heer Dick van Dillen van het LAO team bedanken voor zijn feedback over de mogelijkheden van RFID en zijn aanwezigheid bij de workshop de RFID Experience in Venlo en het bezoek aan de Future Store in Duitsland. Verder ben ik ook zeer dankbaar voor de tijd die ze hebben vrijgemaakt en nuttige informatie die ik heb gekregen van de volgende mensen: de heer Louis Maas manager van Derving en Veiligheid van VendexKBB en V&D, Paul Stawski van VendexKBB IT Services, Rogier Schaart van het HEMA LAO team, Ron Bertens van HEMA IT Services, Wilfred Dekker van HEMA Safety and Security en Rob Verwer van HEMA Categoriceën. Daarnaast gaat mijn dank uit naar Frank Smits van Inotec, Etienne van der Kuy van Trolleytrack en Celestin Brouwer van CaptureTech voor hun bezoeken en input voor de businesscase bij de HEMA voor RFID tags op rolcontainers. Ook heb ik zeer veel goede informatie ontvangen van Christiaan van Boetzelaer en Eelco de Jong van LogicaCMG en Rob Westerhoff, Joop Overeem en Frans Jacobs van Atos Origin Consulting. En dank voor Joost Mackor, Joris Drabbe, Laurens van Kooy, Maarten Verweij en Pieter Smit voor de extra informatie uit hun vakgebieden waar ik wat minder in thuis was. Last but not least wil ik graag mijn vriendin Maaïke, mijn familie en vrienden bedanken voor de steun die ze hebben gegeven tijdens dit afstudeeronderzoek.

Dank allemaal. Zonder jullie had ik dit onderzoek niet in deze tijd met het gewenste resultaat kunnen volbrengen,

Thijs

Opbouw rapport

Dit rapport is verdeeld in verschillende onderdelen. Deze verschillende onderdelen representeren de onderwerpen die tijdens het onderzoek behandeld zijn. Sommige onderdelen staan apart van elkaar, sommige lopen in elkaar over en de meeste onderdelen hebben onderling een sterk verband. Het overzicht is weergegeven in figuur 1. Hier staan ook de verschillende hoofdstuknummers vermeld bij de verschillende onderwerpen, zodat de lezer met specifieke interesse gemakkelijk kan doorgaan naar het onderwerp waar hij of zij in geïnteresseerd is. Verder wordt verwezen naar paragraaf 1.5 *Leeswijzer (Opbouw onderzoek en rapport)* op pagina 10 van het rapport voor de uitleg van de opbouw van het rapport. Bij elk deel in dit rapport wordt het schema van de opbouw van het rapport weergegeven.



figuur 1: Overzicht opbouw rapport

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Dankwoord	ii
Opbouw rapport.....	iii
Inhoudsopgave figuren.....	vii
Inhoudsopgave tabellen.....	ix
Samenvatting.....	x
 Achtergrond onderzoek	 1
1 Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding onderzoek bij de HEMA.....	2
1.2 Inleiding Radio Frequency Identification	3
1.3 Probleembeschrijving	6
1.4 Onderzoeksvraag.....	7
1.5 Leeswijzer (Opbouw onderzoek en rapport)	10
1.6 Samenvatting hoofdstuk 1	12
 Achtergrond RFID.....	 15
2 Technische Gegevens RFID	15
2.1 Werking RFID	16
2.2 RFID Tags	16
2.3 RFID Readers.....	20
2.4 Beantwoording deelvraag onderzoek	21
2.5 Samenvatting hoofdstuk 2	22
3 Standaardisatie RFID techniek.....	23
3.1 Inleiding.....	23
3.2 Frequenties	24
3.3 Electronic Product Code	25
3.4 Onderdelen RFID techniek.....	29
3.5 Auto-ID Center en EPCglobal.....	31
3.6 EPCglobal Network.....	32
3.7 Gevolgen uitblijven standaardisatie.....	33
3.8 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	34
3.9 Samenvatting hoofdstuk 3	35
 Theoretisch kader logistiek	 37
4 Logistieke vraagstukken	37
4.1 Inleiding.....	38
4.2 Inzicht in voorraden en bestellingen	39
4.3 Onnodige inkomstendervingen.....	48
4.4 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	51
4.5 Samenvatting hoofdstuk 4	52



Toepassingen RFID	55
5 Toepassingsmogelijkheden RFID.....	55
5.1 Toepassingen RFID.....	56
5.2 Voordelen RFID toepassingen	61
5.3 Nadelen RFID toepassingen	69
5.4 Zware metalen in het afval en in het milieu	72
5.5 Effecten van straling op de gezondheid	74
5.6 Privacy belangen m.b.t. het gebruik van RFID	76
5.7 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	79
5.8 Samenvatting hoofdstuk 5	79
Kosten – Besparingen analyse onderzoek	83
6 Kostenaspecten RFID technologie	83
6.1 Kosten RFID onderdelen	84
6.2 Waar worden de kosten in de supply chain gemaakt.....	94
6.3 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	94
6.4 Samenvatting kosten RFID onderdelen	95
7 Besparingen RFID	97
7.1 Voordelen per activiteit en locatie	97
7.2 Uitleg kwantificeren van voordelen en besparingen door gebruik RFID.....	101
7.3 Voordelen voor de waarde van een bedrijf	106
7.4 Waar worden de besparingen in de supply chain gemaakt	106
7.5 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	107
7.6 Samenvatting hoofdstuk 7	108
8 Kosten – Besparingen Analyse RFID	109
8.1 Berekening break – even punt kosten RFID tag.....	109
8.2 Analyse formule kritieke kostprijs	111
8.3 Beantwoording deelvraag onderzoek	113
8.4 Samenvatting hoofdstuk 8	114
Praktijkcase berekening RFID.....	115
9 Praktijkcase gebruik RFID.....	115
9.1 Case 1: Fictieve voorbeeld producent, RFID op productniveau	116
9.2 Case 2: HEMA, RFID op productniveau.....	119
9.3 Case 3: HEMA, RFID op ladingdragerniveau.....	125
9.4 Beantwoording deelvragen onderzoek.....	140
9.5 Samenvatting hoofdstuk 9	141
Toekomst.....	145
10 Toekomstverwachtingen RFID	145
10.1 Toekomstverwachtingen kosten RFID.....	146
10.2 Achtergrond voor daling kostprijs RFID tag.....	152
10.3 Toekomstverwachtingen n.a.v. Gartner's Hype Cycle	158

10.4	Toekomstverwachting in de logistieke bedrijfsvoering door RFID	164
10.5	Ervaringen van bedrijven met RFID pilot projecten.....	168
10.6	Beantwoording deelvragen onderzoek.....	174
10.7	Samenvatting hoofdstuk 10	175
Conclusies en Aanbevelingen		177
11	Conclusie	177
11.1	Beantwoording onderzoeksvraag.....	177
11.2	Conclusie onderzoek	181
12	Aanbevelingen vervolgonderzoek.....	183
Begrippenlijst		185
Literatuurlijst.....		186
Gerefereerde literatuurlijst.....		186
Geraadpleegde literatuur.....		189



Inhoudsopgave figuren

figuur 1: Overzicht opbouw rapport	iii
figuur 2: Overzicht opbouw onderzoek – Achtergrond onderzoek	1
figuur 3: Verwachte prijsdaling RFID tags en readers, McKinsey Analyse	4
figuur 4: Causaal relatiediagram gebruik RFID	4
figuur 5: Causaal relatiediagram gebruik RFID: terugkoppelingslussen	6
figuur 6: Stroommodel van Kingdon	7
figuur 7: Overzicht opbouw onderzoek – Achtergrond RFID	15
figuur 8: Voorbeeld van uitwisseling van gegevens van RFID tag en RFID hand reader	16
figuur 9: Voorbeelden van RFID Tags	16
figuur 10: Onderdelen RFID tag	17
figuur 11: Voorbeeld bereik RFID tag met ‘gaten’	19
figuur 12: Verschillende RFID Readers en Antennes	21
figuur 13: Gevolg van geen wereldstandaard: verschillende soorten elektriciteitsstekkers	23
figuur 14: Voorbeelden van Barcodes (ware grootte)	26
figuur 15: Voorbeeld EAN 128 Barcode en Serial Shipping Container Code (SSCC)	27
figuur 16: Voorbeeld EPC Gen 1 Code	28
figuur 17: Alle onderdelen van de RFID techniek	30
figuur 18: Overzicht (interne)datastromen bij RFID. Uit <i>Overview of Design, Benefits & Security</i> ²	32
figuur 19: Overzicht opbouw onderzoek – Theoretisch kader logistiek	37
figuur 20: Eenvoudige logistieke keten van één product	38
figuur 21: Complex Logistiek Netwerk	39
figuur 22: Klantorder ontkoppelpunt	43
figuur 23: Bullwhip effect (1)	45
figuur 24: Bullwhip Effect (2)	45
figuur 25: Verdeling Derving Retail in Europa 2004	49
figuur 26: Verdeling Derving Retail in Nederland 2004 ¹	49
figuur 27: Overzicht opbouw onderzoek – Toepassing RFID	55
figuur 28: Voorbeelden toepassingen RFID	56
figuur 29: Toekomstbeeld fabriek met RFID toepassingen	57
figuur 30: Toekomstbeeld DC met RFID toepassingen	59
figuur 31: Toekomstbeeld winkel met RFID toepassingen	60
figuur 32: Voordelen RFID per locatie in de totale supply chain	66
figuur 33: Voordelen RFID per locatie in de winkel	67
figuur 34: Voorbeeld protest door CASPIAN tegen het gebruik van RFID door METRO	77
figuur 35: Overzicht opbouw onderzoek – Kosten / Besparingsanalyse onderzoek	83
figuur 36: RFID onderdelen	85
figuur 37: RFID onderdelen – RFID tag	85
figuur 38: RFID onderdelen – RFID Readers, Multiplexers en Antennes	87
figuur 39: RFID reader constructie bij een dock deur	88
figuur 40: Reader constructies voor winkels	88
figuur 41: Handheld RFID readers	89
figuur 42: RFID reader in winkelschap: <i>smart shelf</i>	89
figuur 43: RFID reader poort	90
figuur 44: RFID onderdelen – Reader Controller / Host PC	90
figuur 45: RFID onderdelen – Middleware	91
figuur 46: RFID onderdelen – Servers	92

figuur 47: Shareholders value tree	106
figuur 48: Gevoeligheidsanalyse: invloed parameter op uitkomst formule (extreme waarden)	112
figuur 49: Gevoeligheidsanalyse: invloed parameter op uitkomst formule (2)	113
figuur 50: Overzicht opbouw onderzoek – Praktijkcase HEMA	115
figuur 51: Schematische huidige weergave DC HEMA	126
figuur 52: Foto stapelaar van kratten bij Uitgaande Goederen	127
figuur 53: Foto orderpicking proces hal 1, rolcontainers pull	128
figuur 54: Voorbeeld bestemmingskaart rolcontainer (pull)	128
figuur 55: Foto tijdelijke buffer voor de push rolcontainers in het DC	129
figuur 56: Schematische weergave toekomstige situatie DC HEMA	129
figuur 57: Processen Uitgaande Goederen	130
figuur 58: Voorbeeld dockdeur uitgaande goederen uitgerust met nieuw RFID systeem	132
figuur 59: Voorbeeld RFID tag op ladingdrager	133
figuur 60: Huidige processen UG gekwantificeerd	134
figuur 61: Processen UG met display, huidige procestijden	135
figuur 62: Processen UG met display, nieuwe procestijden	135
figuur 63: Besparingen processen UG met RFID systeem	136
figuur 64: Overzicht opbouw onderzoek – Kosten / Besparingen analyse onderzoek	145
figuur 65: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Centre	147
figuur 66: Verwachte prijsdaling RFID tags en readers, McKinsey Analyse	147
figuur 67: Verwachte prijsdaling bij gemiddelde of snelle grootschalige implementatie	148
figuur 68: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Center	150
figuur 69: Trendlijnen onderdelen productie RFID tag	152
figuur 70: Verloop kostendaling RFID tag onderdelen	153
figuur 71: Interactie tussen het leereffect met het product en in de industrie	154
figuur 72: Leercurve RFID tag	155
figuur 73: Product life cycle	159
figuur 74: Verschillende life cycle modellen	159
figuur 75: Voorbeeld Hype Cycle van Gartner	160
figuur 76: Verschillende fases van Gartner's Hype Cycle	161
figuur 77: Gartner's Hype Cycle voor Supply Chain Management, 2004	162
figuur 78: Gartner's Hype Cycle voor Supply Chain Management, 2004	163
figuur 79: Conceptueel model van de stadia van elektronische samenwerking, bewerkt naar A.T.Kearney (2002)	165
figuur 80: Behaalbare winst en benodigde investering per geïmplementeerd niveau	166
figuur 81: Conceptueel model van de stadia van elektronische samenwerking	167
figuur 82: Evolutie van paard en wagen naar huidige auto	167
figuur 83: Voorbeeld Personal Shopping Assistent op winkelwagen (Future Store)	171
figuur 84: Voorbeeld digitale prijskaarten (Future Store)	171
figuur 85: Voorbeeld reclameprojectie op de vloer (Future Store)	171
figuur 86: Voorbeeld antenne op schapniveau bij Gilette Scheepmesjes (Future Store)	172
figuur 87: Voorbeeld Pantene shampoo met RFID tag (Future Store)	172
figuur 88: Voorbeeld RFID Kanban systeem bij Philips DAP	174
figuur 89: Overzicht opbouw onderzoek – Conclusies en Aanbevelingen	177

Inhoudsopgave tabellen

tabel 1: Karakteristieken van de verschillende frequenties	18
tabel 2: Overzicht verschillen High Frequency (HF) en Ultra High Frequency (UHF) Tags	19
tabel 3: Overzicht Classes Electronic Product Code van EPCglobal.....	29
tabel 4: Verschillen tussen de Barcode en de RFID Tag.....	68
tabel 5: Impacts of smart label diffusion in the retail sector on recycling processes	73
tabel 6: Indicatie verhoudingen kosten producenten RFID tags	86
tabel 7: Overzicht kosten RFID onderdelen.....	95
tabel 8: Voordelen per activiteit en locatie Fabriek.....	99
tabel 9: Voordelen per activiteit en locatie Winkel.....	101
tabel 10: Dervingspercentages Winkel.....	103
tabel 11: Dervingpercentages Fabriek / DC.....	103
tabel 12: Besparingen Arfit door omzetstijging	117
tabel 13: Totale extra besparingen Afrit.....	117
tabel 14: Totale kosten RFID systeem Afrit.....	118
tabel 15: Parameters formule kritieke kostprijs RFID tag, Arfit	118
tabel 16: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld fictief bedrijf Arfit.....	119
tabel 17: Besparingen HEMA door omzetstijging	120
tabel 18: Totale extra besparingen HEMA.....	121
tabel 19: Totale kosten RFID systeem HEMA.....	122
tabel 20: Parameters formule kritieke kostprijs RFID tag, HEMA	123
tabel 21: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld HEMA.....	123
tabel 22: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld HEMA.....	124
tabel 23: Scenario RFID bij de HEMA 100% en 10% vergeleken	124
tabel 24: Rekenvoorbeeld aanbrengen RFID tags.....	139
tabel 25: Totale kosten – besparingen analyse RFID op ladingdrager niveau.....	140
tabel 26: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door MIT	146
tabel 27: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Centre	147
tabel 28: Indicatie verhoudingen kosten producenten RFID tags	148
tabel 29: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Center	150
tabel 30: Uitkomst onderzoek Gruber naar de invloed van kostprijzdaling van geheugenchips ..	156
tabel 31: Overzicht verwachte effect kostenbesparingen op RFID onderdelen.....	158

Samenvatting

Achtergrond en aanleiding onderzoek naar RFID

Dit is de samenvatting van het afstudeeronderzoek, dat in opdracht van de HEMA is uitgevoerd naar de toepassing en haalbaarheid van Radio Frequency Identification (RFID) in retail en de FMCG-industrie. RFID is een verzamelnaam voor technologieën die radiogolven gebruiken voor het automatisch identificeren van individuele producten. De techniek bestaat uit een microchip met een antenne (die de RFID tag genoemd wordt) en een zend- en ontvangstation (de reader). Via radiogolven wordt de informatie op de RFID tag verzonden naar de reader.

Er is al veel in logistieke vakbladen gepubliceerd over deze technologie, die wordt omschreven als veelbelovend. Een belangrijk voordeel van RFID boven andere identificatiemanieren, zoals de barcode, is dat er op de chip meer informatie (d.w.z. een langere ID-code) opgeslagen kan worden. Hierdoor is het mogelijk om individuele producten te identificeren en alle bewerkings- of transportstappen van het product te volgen ("track & trace"). Ook is het voordeel van RFID dat de identificatie vele malen sneller kan verlopen omdat er geen direct zicht benodigd is tussen de RFID tag en de reader. In het licht van deze voordelen, lijkt het wachten alleen tot de kostprijs van de RFID tag voldoende is gedaald om een winstgevende toepassing te realiseren. Dat de bijkomende kosten van deze technologie (aan infrastructuur en implementatie) zeer hoog zijn en de betrouwbaarheid ervan nog onvoldoende is, wordt vaak niet onderkend. Juist over de vraag of het grootschalige gebruik binnenkort een feit wordt en waar dit van afhangt, is de aanleiding van dit onderzoek geweest.

Door de snelle technologische ontwikkelingen en de dalende kostprijs van RFID zijn er steeds meer commerciële toepassingen bereikbaar geworden, bijvoorbeeld op het gebied van logistiek, marketing en beveiliging. Grootschalig gebruik blijft tot op heden echter uit, omdat de kostprijs van RFID tags voor deze toepassing nog steeds te hoog is. Het blijkt dat er een impasse is ontstaan tussen het niet implementeren van de techniek omdat de kostprijs van de RFID tag te hoog is enerzijds en het niet dalen van de kostprijs omdat de vraag (en dus het productievolume) laag blijft anderzijds.

De beoogde voordelen die RFID-gebruik kan bieden bij grootschalig gebruik doet de vraag rijzen in het bedrijfsleven onder welke condities toepassing interessant wordt. In dit kader is de volgende onderzoeksvraag van dit onderzoek geformuleerd: *"Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?"*.

De doelstelling van het onderzoek is vijfledig:

1. Het uitgebreid informeren van opdrachtgever HEMA over de mogelijkheden van de nieuwe technologie RFID.
2. Het plaatsen van het gebruik van RFID in een theoretisch logistiek kader.
3. Het ontwikkelen van een algemene formule, die de kosten en besparingen van het gebruik van RFID beschrijft en waarmee de kritische kostprijs van de RFID tag voor een bedrijf berekend kan worden.
4. Het bepalen van de condities waaraan een bedrijf moet voldoen om tot een winstgevende implementatie van RFID te komen.
5. Door het toepassen van de algemene formule in een praktijkcase bij opdrachtgever HEMA aanbevelingen te doen ten aanzien van het gebruik van RFID.

RFID techniek

Er is geen sprake van één standaard RFID techniek. Zo zijn er verschillende soorten tags die elk op een andere frequentie met de reader communiceren. De meest voorkomende frequenties worden aangeduid met LF (Low Frequency, rond de 125kHz), HF (High Frequency, op 13,56 MHz) en UHF (Ultra High Frequency, tussen de 860 en 960 MHz). Deze frequenties hebben onderling verschillende beperkingen; hierdoor is de identificatie van producten nog niet volledig betrouwbaar. Bovendien bestaan er verschillen in grootte, gebruikte materialen en energiebron. Zo zijn er RFID tags met een batterij die continu een signaal uitzenden (en een groot bereik hebben) en er zijn passieve tags zonder batterij die alleen een signaal uitzenden als daarom gevraagd wordt door een reader. Deze passieve tags gebruiken het inductieveld van de reader om de benodigde energie op te wekken. Al deze verschillende soorten RFID tags zijn in gebruik.

Om toch meer tot één standaard RFID techniek te komen zijn er organisaties opgericht die zich bezighouden met de standaardisatie van de RFID technologie. De grootste van die organisaties is EPCglobal, waarbij zich drie gerenommeerde universiteiten en zeer veel grote bedrijven uit retail en de Fast Moving Consumer Goods (FMCG) industrie aangesloten hebben. EPCglobal probeert door middel van afspraken tot onder andere een standaard frequentiebereik voor de LF, HF en UHF frequenties te komen. Met 13,56 MHz als wereldstandaard is hun dit voor de HF tags al gelukt. Voor de UHF tags ligt dit iets moeilijker. De Europese 868 MHz is in Amerika toegewezen voor het GSM verkeer, waardoor interferentie kan optreden. Ditzelfde probleem geldt bij de Amerikaanse 915 MHz voor het Europese GSM verkeer. Daarnaast heeft EPCglobal een communicatietaal ontwikkeld voor de standaardisatie van de codering (vergelijkbaar met de barcodering) op de RFID tag: de Electronic Product Code (EPC). De gedachte is dat bedrijven via het ontwikkelde EPCglobal Network en de Electronic Product Code informatie uitwisselen over de geïdentificeerde producten. Door de grote opslagcapaciteit op de microchip is het namelijk mogelijk om elk product een eigen unieke identificatienummer toe te kennen. Hierdoor kunnen bedrijven producten uniek identificeren en volgen door de logistieke keten heen (track & trace).

Voordelen door gebruik RFID en toepassingsmogelijkheden

In de huidige logistieke bedrijfsvoering ontstaat inefficiëntie door het ontbreken van inzicht in de daadwerkelijke klantenvraag en beschikbare voorraad. Hierdoor wordt veelal proactief op bestellingen gereageerd door de planners. Problemen die dan op kunnen treden zijn: onverkoopbare producten, verkeerde leveringen van producten en out-of-stocks. Ook te hoge voorraden, slechte customer service, gemiste omzet, verkeerde capaciteitsplanningen, passief transport, en niet gehaalde productieplanningen zijn problemen waar bedrijven mee geconfronteerd kunnen worden. Deze problemen worden door de logistieke planners veelal opgevangen door overproductie en het aanhouden van hoge veiligheidsvoorraden en lange doorlooptijden. Door duidelijkheid en zekerheid over de klantenvraag en de voorraden in de keten is het mogelijk om veel van deze problemen op te lossen. Het is dan niet alleen belangrijk dat er bekend is hoeveel producten er verkocht zijn, maar ook hoeveel producten er op korte termijn nog beschikbaar zijn. Hiervoor is dus een systeem nodig die de voorraden real-time kan meten en deze informatie kan delen met de rest van de logistieke keten. Naast dit systeem is het ook noodzakelijk dat deze informatie ook daadwerkelijk gedeeld wordt in de keten en dat de bedrijven in de keten hun vraag en voorraden op elkaar afstemmen. Hierdoor ontstaat er operationele efficiëntie. Andere problemen waar bedrijven mee geconfronteerd worden zijn diefstal, namaak en bederf van voedsel en andere beperkt houdbare producten. Uit het onderzoek blijkt dat het gebruik van RFID voor alle genoemde problemen een bijna passende oplossing heeft. Hierdoor is een sterke verbetering mogelijk in de logistieke bedrijfsvoering.

In het onderzoek wordt een aantal voordelen uiteengezet, dat voor kan komen in de retail of FMCG industrie. Deze voordelen kunnen zowel op operationeel, tactisch als strategisch niveau behaald worden. De voordelen van de RFID technologie kunnen gegroepeerd worden in voordelen voor handelingen, inzicht in de voorraden en in beveiliging, diefstal en derving, voeding en beperkt houdbare producten.

De voornaamste voordelen van het gebruik van RFID voor (proces) handelingen zijn: snellere identificatie, betere controle, voorkomen van telfouten en het verdwijnen van sommige handelingen. Verder kan identificatie in gevaarlijke en ongunstige omgevingen evenals de identificatie van snel langskomende voorwerpen gemakkelijker plaatsvinden door RFID. Daarnaast zijn de mogelijkheden voor direct cross-docking gemakkelijker. Ook in de winkel kunnen verschillende handelingen sneller gaan of misschien zelfs verdwijnen. Een voorbeeld hiervan is de mogelijkheid voor een self-service kassa, en het verdwijnen van grootschalige handmatige voorraadstellingen.

RFID kan een 100% inzicht in de voorraden in de gehele Supply Chain verzorgen, waardoor het verplaatsen naar de juiste plek gemakkelijker en sneller kan plaatsvinden. RFID kan helpen bij een betere “track & trace”, betere voorraadbeheersing door real-time inzicht in de voorraden en een betere controle bij binnenkomst en verlaten van de winkel of DC (accurate voorraadbeheersing). Hierdoor kunnen out-of-stocks tegengegaan worden en kunnen lagere voorraadhoogtes aangehouden worden.

In geval van beveiliging, diefstal en derving kan RFID ook veel betekenen. Doordat de RFID tag als een anti-diefstal strip kan werken, is het mogelijk om de bestaande strip te vervangen met een RFID-strip die diezelfde functie heeft. Ook andere vormen van derving zouden hiermee tegengegaan kunnen worden, zoals namaak, afleverfouten en retourfraude.

Voor beperkt houdbare producten zoals voeding kan het gebruik van RFID als voordeel hebben dat elk product uniek geïdentificeerd en gevolgd kan worden door de hele keten heen. Hierdoor kan sneller en efficiënter ingespeeld worden op eventuele terugroeping uit de schappen in geval van eventuele ongelukken. Goederen kunnen dan ook sneller op basis van houdbaarheidsdatum automatisch verwerkt worden. Ook is het mogelijk om aan de actieve tags sensoren te koppelen om de juiste behandeling te controleren. Hiermee wordt ook gemakkelijker voldaan aan de General Food Law.

Andere voordelen die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID, zijn bijvoorbeeld het verkrijgen van een beter inzicht in diverse marketingtoepassingen, en technische toepassingen.

Ook worden verschillende voordelen van de RFID tag boven de barcode genoemd. Hieruit blijkt dat, als de techniek voldoende ontwikkeld is, de RFID tag te prefereren is boven de barcode.

Eventuele belemmeringen en randvoorwaarden

Doordat de RFID technologie nog in de kinderschoenen staat, zijn er nog vele obstakels die overwonnen moeten worden. De huidige nadelen van RFID hebben te maken met de kosten van de RFID onderdelen, het inzicht in de voorraden, de nadelen met betrekking tot afspraken en standaardisatie, bij implementatie, in betrouwbaarheid van de apparatuur, voor het milieu en gezondheidsaspecten en met betrekking tot de privacy en beveiliging. Voor de start van de implementatie is het al wel mogelijk om te beginnen met het gebruik van RFID, maar dan dient er wel rekening gehouden te worden met deze nadelen en de mogelijke impact hiervan op het bedrijf.

Nadelen kosten RFID: Op dit moment zijn de kosten van de RFID tag en de andere RFID onderdelen te duur voor grootschalige implementatie. Wanneer deze kosten dalen kan volgens de formule die opgesteld is in dit onderzoek bepaald worden wanneer het winstgevend is om de RFID technologie toe te passen. Deze formule wordt later in dit stuk behandeld.

Nadelen inzicht voorraden: Indien niet alle bedrijven in de logistieke keten gebruik maken van de RFID technologie of de gegenereerde gegevens niet compleet delen met leveranciers of afnemers in de keten, worden efficiëntieslagen niet behaald. Goede afspraken tussen afnemers en leveranciers in de keten zijn dus belangrijk bij grootschalig gebruik van de RFID technologie.

Nadelen afspraken / standaardisatie: Voor een grootschalige implementatie van de RFID technologie is het belangrijk dat er goede standaarden zijn van de techniek en de communicatie van gegevens. Op dit moment zijn er verschillende organisaties bezig om deze standaarden te bewerkstelligen. Indien deze standaarden niet gebruikt worden, of als er meerdere standaarden zijn (bijvoorbeeld bij de frequentie van de RFID tag en reader), is de verwachting dat de grootschalige implementatie van de RFID technologie langzamer gaat. Het is dus niet noodzakelijk dat deze standaarden persé gebruikt worden voor het gebruik van RFID.

Nadelen bij implementatie: Er is nog weinig ervaring met het gebruik van RFID en de implementatie van deze techniek. Bedrijven die nu beginnen met het gebruik van RFID dienen dan ook het leerproces van de installateurs te doorlopen. Bedrijven die later de techniek implementeren hebben deze opstartproblemen niet. De vroege gebruikers hebben daarentegen een langere leercurve van het gebruik van RFID. Een leercurve die minder gemakkelijk door concurrenten ingehaald kan worden.

Nadelen apparatuur RFID: Hoewel het gebruik van RFID niet nieuw is, is de techniek nog niet geperfectioneerd. De betrouwbaarheid van de apparatuur die op dit moment behaald kan worden is ver beneden het gewenste of toelaatbare niveau voor het gebruik van RFID op productniveau. Deze problemen met de betrouwbaarheid van identificatie is op ladingdragniveau al wel voldoende.

Nadelen milieu: Door de historisch negatieve effecten voor het milieu van nieuwe technologieën, is onderzoek gedaan naar de milieutechnische consequenties van RFID. Dit onderzoek is echter zeer summier en veelal onbekend bij het publiek dat belangstelling heeft voor de RFID technologie. Voorspellingen door Nederlandse afvalexperts en Zwitserse onderzoekers geven aan dat een grootschalig gebruik van RFID tags een hoge vergroting van zware metalen in het afval tot gevolg kan hebben. Sommige onderdelen van de RFID tag (zoals de antenne) bestaan namelijk uit zware metalen, zoals koper. Door de verwerking van de zware metalen (zeer fijn verwerkt) is de kans zeer groot dat deze uiteindelijk in het milieu en in het grondwater terecht komen, wat een groot negatief effect op de gezondheid kan hebben. Een ander nadeel van het gebruik van de zware metalen in de RFID tag is dat de concentratie in het afval te hoog wordt voor recycling. Van de zware metalen die gebruikt (kunnen) worden heeft koper de meeste schadelijke gevolgen. Er wordt aanbevolen dat hier nog nader onderzoek naar gedaan wordt. Indien over dit onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

Nadelen gezondheidsaspecten: Door de vele nieuwe inzichten naar het gebruik van nieuwe technologieën is er onderzoek gedaan naar de gevolgen van straling voor de gezondheid. Een voorbeeld hiervan is het effect van de mobiele telefoon op de gezondheid. De uitkomsten van deze onderzoeken zijn echter zeer jong en sluiten het verband tussen deze straling en de nadelige gevolgen niet uit, maar bevestigen deze ook nog niet. Indien RFID op productniveau grootschalig wordt toegepast kan dit zeer schadelijke gevolgen hebben voor de gezondheid. Wat het precieze effect van het gebruik van RFID op de gezondheid is, dient nog verder onderzocht te worden. Een oplossing kan zijn om het vermogen van de readers te beperken. Indien over dit

onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

Nadelen privacy en beveiliging: Door verschillende eigenschappen van de RFID technologie zijn sommige organisaties bang dat met deze technologie de privacy belangen van consumenten geschonden worden. Deze mensen zijn bang dat er bijgehouden wordt welke producten zij kopen, dat er een koppeling plaats gaat vinden tussen de specifieke producten en de persoonsgegevens. Ook zijn zij bang dat via de RFID een manier gevonden worden dat zij gevolgd kunnen worden. Tevens zijn zij bang dat door middel van de RFID identificatie technologie de kans op overvallen en inbraken vergroot wordt, doordat een overvaller met de juiste scanner kan zien welke dure producten zij bij zich of hun huis hebben. Indien over dit onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie, kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

Kosten RFID

Doordat de focus van de implementatie alleen op de prijs van de RFID tag ligt, wordt veelal vergeten dat er nog veel meer apparatuur, software en andere onderdelen noodzakelijk zijn voor het gebruik van de techniek. De investeringen in deze onderdelen zonder de RFID tags kunnen al tientallen miljoenen euro's zijn. Wel is op dit moment voor de implementatieoverweging van RFID op productniveau de kostprijs van de RFID tag bepalend. De onderdelen die nodig zijn voor het gebruik en de implementatie zijn: de RFID tags, de RFID readers, de RFID antennes, de RFID installatie (multiplexer), de reader controller / host PC, de middleware (software), de servers, de IT infrastructuur, de test en implementatie kosten, de software, de integratie met huidige (WMS en ERP) systemen, het onderhoud van het systeem en de afschrijvingskosten. De kosten van deze onderdelen zijn afhankelijk van het project en de dan geldende prijzen. Voor indicaties van deze kosten wordt verwezen naar het onderzoeksrapport.

Winstgevende RFID toepassing

Voor een winstgevende toepassing van de RFID technologie dient aan een aantal voorwaarden voldaan te worden. Allereerst dienen de eventuele nadelen, belemmeringen en randvoorwaarden overwonnen of aan voldaan te worden. Daarna is het mogelijk om met een formule die in dit onderzoek is opgesteld de kritische kostprijs van de RFID tag te bepalen. Indien voor een specifiek bedrijf de kritische kostprijs dezelfde is als de marktprijs van de RFID tag, kan een winstgevende toepassing behaald worden. Hierbij dient dan ook rekening gehouden te worden met de gestelde doelen en de gestelde besparingen die behaald kunnen worden. De besparingen die behaald kunnen worden zijn afhankelijk van het implementatieniveau van RFID en de specifieke situaties van het bedrijf. Voor indicaties van deze besparingen wordt verwezen naar het onderzoeksrapport. De formule die opgesteld is in dit onderzoek is de volgende:

$$K_{tag} = \frac{(Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A}}{1 + Q_x}$$

Met:

K_{tag} = Kostprijs RFID tag (in €); Q_x = Percentage extra verkopen (in %); W_m = Winstmarge op het product (in €); B = Extra besparingen (in €); Q = Hoeveelheid verkochte producten (Quantity) (in aantal producten); I = Investeringskosten (in €); Ond = Onderhoudspercentage (in %) en A = Afschrijvingsperiode (in aantal jaren).

In dit onderzoek zijn twee praktijkvoorbeelden met deze formule doorgerekend: van een fictieve producent en van de HEMA. Hieruit blijkt dat de kritieke kostprijs van de fictieve producent op 23,7 eurocent ligt en voor de HEMA op 10,0 eurocent. Indien bij de HEMA eerst alleen op de

duurdere producten RFID gebruikt wordt, zit de kritieke kostprijs van de RFID tag op 16,1 eurocent. Opvallend is dat deze kritieke kostprijzen van de RFID tag hoger zijn dan de in de literatuur gestelde 5 eurocent. Het systeem is dus eerder winstgevend dan men gedacht had. Voor een toepassing van RFID op de korte termijn is ook een winstgevende toepassing voor de HEMA van RFID op rolcontainerniveau uitgewerkt.

Toekomstverwachtingen

Er werd al aangegeven dat voor de overweging van het gebruik van RFID op productniveau de kostprijs van de RFID tag de bepalende factor is. Hierbij is het dus belangrijk om inzicht te krijgen in de achtergronden van de eventuele prijsdalingen van de RFID tag onderdelen. De kosten van een RFID tag bestaan uit de onderdelen: (IC) chip, antenne, assemblage en verwerking. De globale verhoudingen van de kosten van de RFID tag zijn respectievelijk 40%, 10%, 10% en 40% van de totale kosten. Voor de verschillende onderdelen van de RFID tag zijn verwachtingen gemaakt over de daling van deze kosten. Hieruit blijkt dat besparingen door schaalvoordelen, leereffecten in productietechnieken en productiemethoden, technologische doorbraken en besparingen door toepassingsvoordelen de factoren zijn die ervoor zorgen dat de kosten van de onderdelen in prijs dalen. Hierbij geldt dat bij grotere productie meer winsten door alle factoren behaald kunnen worden, waardoor de kostprijs van de RFID tag kan dalen. Technologische doorbraken en toepassingsvoordelen moeten er voor zorgen dat de impasse die aan het begin van dit stuk vermeld is, doorbroken wordt. Hoe de kostprijsdaling zal verlopen en wanneer bepaalde kostprijzen van de RFID tag behaald worden, is nog onbekend.

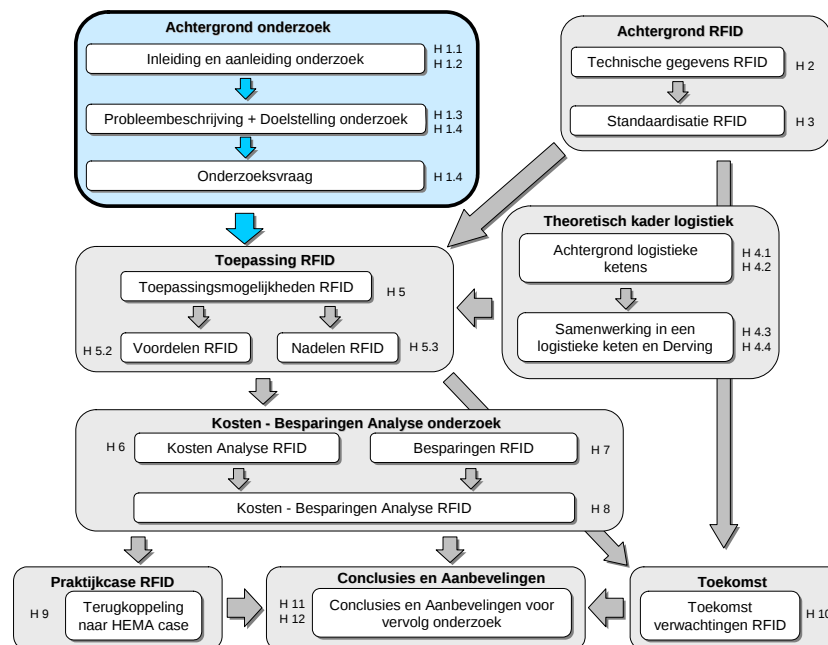
Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat het winstgevende gebruik van RFID op productniveau van veel meer factoren afhankelijk is dan in de literatuur gesteld is. Ook valt een winstgevende businesscase eerder te behalen dan bij de gestelde kostprijs van de RFID tag van 5 eurocent. Er zal nog veel onderzoek gedaan moeten worden om de belemmeringen en gevaren voor de toekomst op te lossen. Ook wordt er veel verwacht van technologische doorbraken voor een snelle daling van de kostprijs. Verwacht wordt dat deze factoren snel behaald gaan worden, waarna de weg voor grootschalige implementatie openligt. In de toekomst zal RFID in ons dagelijkse leven (veelal ongemerkt) een grote rol gaan spelen, waar we allemaal beter van worden.



Achtergrond onderzoek

In dit deel van het rapport wordt de achtergrond van het onderzoek behandeld. Hierbij worden de inleiding en aanleiding van het onderzoek behandeld, de probleembeschrijving en doelstellingen van het onderzoek en de onderzoeksvraag, behandeld. In principe is dit een algemeen onderdeel dat 'boven het gehele onderzoek hangt'. Er wordt ook door het gehele onderzoek terugverwezen naar dit onderdeel.



figuur 2: Overzicht opbouw onderzoek – Achtergrond onderzoek

1 Inleiding

Dit afstudeeronderzoek behandelt verschillende aspecten van de identificatie techniek via radio signalen: Radio Frequency Identification (RFID). Het is een theoretisch onderzoek met een terugkoppeling naar de opdrachtgever HEMA. In dit hoofdstuk wordt eerst achtergrond informatie over het bedrijf HEMA gegeven en de aanleiding van het onderzoek. Hierna wordt een korte inleiding over de geschiedenis en begrippen van de RFID behandeld. Vervolgens worden de probleembeschrijving en doelstelling van het onderzoek behandeld. Als laatste wordt er een beschrijving van de opbouw van dit rapport en een aanwijzing voor de lezer, gegeven. Het geheel wordt afgesloten met een samenvatting van het hoofdstuk.

1.1 Aanleiding onderzoek bij de HEMA

De HEMA is een grote warenhuisketen in België en Duitsland maar voornamelijk in Nederland en heeft rond de 300 filialen met alleen eigen merk artikelen. Deze filialen worden bijna dagelijks aangevuld vanuit het distributiecentrum in Utrecht. De grootte van het afzonderlijke filiaal bepaalt hoe vaak per week deze wordt bevoorraadt. Sommige filialen worden zelfs 6 keer per week bevoorraadt.

Het assortiment van producten in de HEMA is zeer groot maar voornamelijk standaard. Goederen komen uit de hele wereld. Globaal komt 40 % uit Nederland, 40% uit het Verre Oosten en 20% uit de rest van Europa. Een marginaal deel komt uit de rest van de wereld. De HEMA heeft ongeveer 650 leveranciers en per jaar worden er ruim 300 miljoen artikelen verkocht ¹ met een gemiddelde verkoopprijs van € 2,97 ². De distributiestroom naar de winkels is opgedeeld in een push stroom en een pull stroom. De pull stroom wordt gevormd door de standaard artikelen die de filialen bestellen bij het DC en de push stroom wordt gevormd door de (veelal actie en seizoens-) artikelen die de filialen moeten afnemen. Deze push stroom is door de inkoop afdeling bepaald.

De pull artikelen die binnenkomen in het DC worden omgepakt in standaard kratten die met volautomatische robots in het magazijn gezet worden. Een orderpicker loopt dagelijks langs deze kratten om voor de verschillende filialen enkele artikelen uit een krat in het magazijn te pakken en stopt deze in een apart krat voor het filiaal. De loopafstand tussen de kratten is kort door het volautomatische transportbandensysteem dat de kratten door het distributiecentrum vervoert. Dit automatische systeem is vrij nieuw en wordt het Dynamic Picking System (DPS) genoemd. Voorlopig is dit systeem op deze schaal uniek in Europa. Met dit nieuwe systeem heeft de HEMA de Logistiekprijs van 2004 gewonnen ³. De HEMA won al eerder de prijs van Beste Winkel 2003 ⁴ en de Sikkens prijs 2004 ⁵. Vanaf begin 2004 is de HEMA bezig met een grootschalig project om de derving binnen het concern terug te dringen. Dit project heet dan ook: Aanpak Derving ⁶. De HEMA hoopt ook met RFID nieuwe tools in huis te krijgen om de derving tegen te gaan.

In de media zijn er al vele artikelen en publicaties over RFID verschenen, zoals in verschillende logistieke vakbladen; zoals in het Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek (I&L), EVO Logistiek, Logistiek Krant (van de Reed Business Information) en Logistik Heute. Hierin wordt de RFID techniek de hemel in geprezen. Een techniek met zeer veel mogelijkheden en weinig grenzen. Er wordt geschetst dat elk bedrijf dat te laat zal instappen, absoluut de boot zal missen. Er zijn zelfs programma's op het internet te vinden waarin wordt voorberekend wat de besparingen kunnen zijn, voor een bedrijf als hij de techniek gaat gebruiken. Dat de techniek nog niet zo ver is (en de prijs voorlopig te hoog is voor grootschalige toepassingen op productniveau) wordt slechts een enkele keer toegegeven. Mede doordat verschillende bedrijven en adviesbureaus de mogelijkheden de hemel in prijzen en sommige grote afnemers van hun leveranciers eisen dat zij hun goederen aanleveren voorzien van deze techniek, is er een grote hype ontstaan hierover. In de VS eisen 3 van de 4 grootste retailers (Wal-Mart, Albertson's en Target) dat vanaf 2005

¹ Present Press, *HEMA Distributie Centrum Utrecht*, Utrecht 2004

² Koninklijke VendexKBB, *Jaarverslag 2003/04*, Amsterdam: februari 2004

³ Logistiekkrant, *HEMA trotse winnaar Logistiek Prijs 2004*, Logistiekkrant nr 18 – 12 november 2004

⁴ Elsevier Retail, *Uitslag Retail Eindejaarsrapport*, Elsevier Retail: december 2003

⁵ Smits, M., *Je hebt doorlopend een antenne uitstaan*, Het Financieel Dagblad: 05-02-'05

⁶ Planque, J. de, *Blijven letten op derving*, Dossier Derving, bij Kontakt nr. 4, mei 2004 (intern blad HEMA)



aangeleverde pallets en dozen voorzien moeten zijn van RFID tags ¹. Maar ook andere grote retailers zoals Metro in Duitsland, Tesco in Engeland, en Marks & Spenser in Engeland, zijn bezig met grootschalige proeven van deze techniek ^{2 3 4 5}. Het uiteindelijke doel van deze pilot projecten is het grootschalige gebruik van RFID op artikel niveau (elk artikel een RFID tag).

Naar aanleiding van deze vele artikelen en aankondigingen, wil de HEMA weten of zij deze techniek ook moeten gaan gebruiken en op welke manier. De HEMA is voornamelijk geïnteresseerd in een onderzoek naar de techniek en de mogelijkheden van RFID, hoe deze in haar processen gebruikt kan worden en hoe deze terug verdiend kan worden. Aangezien het afstuderen aan de Technische Universiteit Delft van voldoende academisch niveau dient te zijn, is er voor gekozen het onderzoek naar RFID op een hoger theoretisch niveau te trekken. De toetsing van de gevonden uitspraken, vindt aan de hand van een praktijkcase bij de HEMA plaats. Hierdoor wordt er een terugkoppeling gemaakt naar de HEMA, zodat voor eventuele implementatie voorstellen (of pilots) bij de HEMA een theoretisch stuk gepresenteerd kan worden, die de onderbouwing van de implementatie kan rechtvaardigen.

1.2 Inleiding Radio Frequency Identification

Radio Frequency Identification (RFID) is een algemene term voor technologieën die radiogolven gebruiken voor het automatische identificeren van individuele producten. RFID is een verschijningsvorm van Auto ID. Auto-ID is kort voor Automatic Identification en daar vallen onder: barcodes, smart cards, voice recognition, sommige biometrische technologieën (retinal scans), optical character recognition en RFID. De definitie die gehanteerd wordt voor RFID in dit onderzoek is de volgende:

RFID= Opslag van (her)programmeerbare informatie op een microchip dat uitgelezen en geschreven kan worden via een draadloze interface.

De techniek van het gebruik van radio signalen voor het lokaliseren van goederen of voorwerpen stamt al uit de Tweede Wereldoorlog. Toen werden geallieerde vliegtuigen voorzien van een RFID transponder waarmee kon worden bepaald of de vliegtuigen die terug keerden Engelse of Duitse vliegtuigen waren ⁶. Hierna is deze techniek in verschillende andere gebieden gebruikt, zoals het identificeren van dieren (bijvoorbeeld koeien), of het volgen van containers. Tegenwoordig is de techniek van de Radio Frequency Identification sterk geoptimaliseerd. Door de huidige technologische stand van zaken en de kostprijs van RFID zijn steeds meer toepassingen bereikbaar geworden voor grootschalige commerciële toepassing, bijvoorbeeld op het gebied van logistiek, marketing en beveiliging. In figuur 3 wordt een studie van het consultant bureau McKinsey in opdracht van het Auto-ID Centre ⁷ gegeven hoe de verwachting is dat de

¹ LogicaCMG, *Making Waves: RFID Adoption in Returnable Packaging*, RFID Benchmark Study, Logica CMG: 2003-2004

² Roberti, M., *Wal-Mart Begins RFID Process Changes*, RFID Journal: 01-02-'05

³ Collins, J., *Metro Group Reaps Gains From RFID*, RFID Journal: 25-01-'05

⁴ Collins, J., *Tesco Picks ADT for RFID readers*, RFID Journal: 10-01-'05

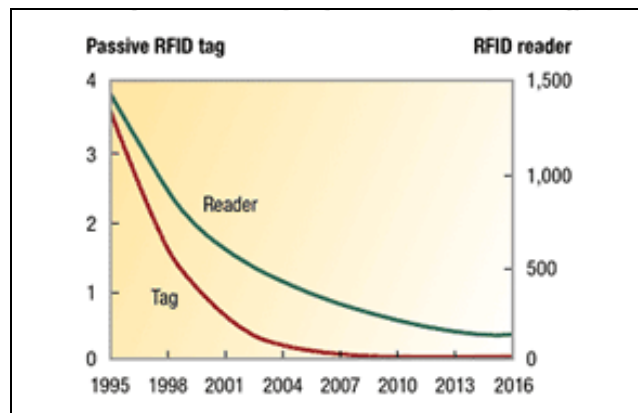
⁵ Pagdin, B., *Background to Marks & Spencer's business trail of RFID in its clothing supply chain*, Marks & Spencer: 01-03-'04

⁶ EPCglobal Inc, *The EPCglobal Network: Overview of Design, Benefits & Security*, 24-09-'04

⁷ Niemeyer, A., M.H. Pak, S.E. Ramaswamy, *Smart tags for your supply chain*, The McKinsey Quarterly, 2003 Number 4

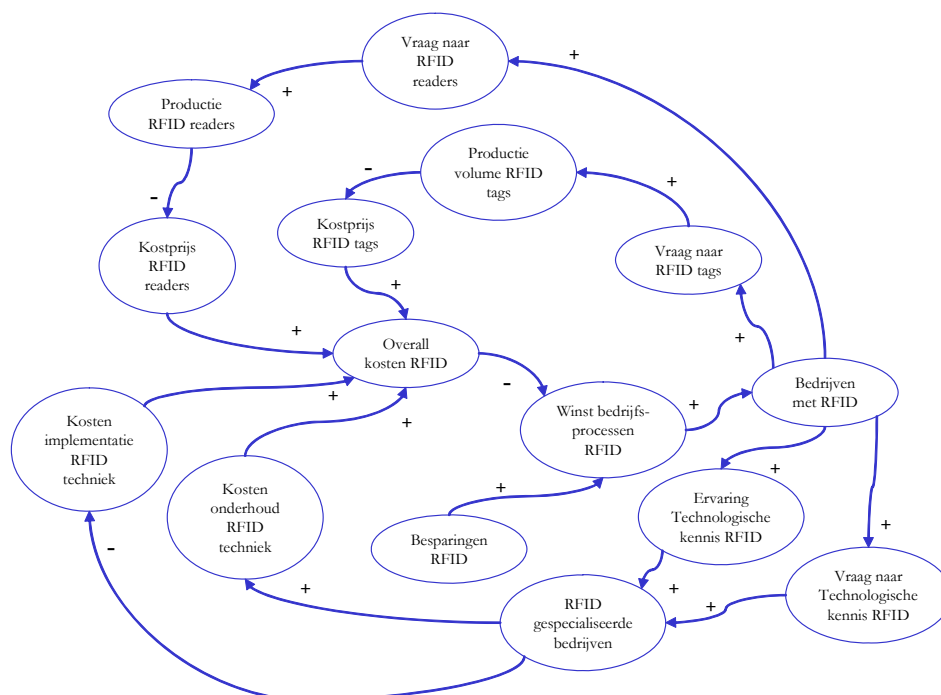


kostprijs van de RFID tag gaat dalen. Men denkt dat een toepassing pas rendabel wordt bij een kostprijs van € 0,05. Hoe en óf deze kostprijs gaat dalen is niet bekend.



figuur 3: Verwachte prijsdaling RFID tags en readers, McKinsey Analyse

Helaas is er op dit moment een impasse ontstaan tussen de grootschalige toepassing van RFID en de kostprijs van de tags. Zoals in figuur 4 op te maken valt is er een directe relatie tussen de overall kosten van RFID en het aantal bedrijven dat RFID gebruikt. Een causale relatie en richting tussen twee (of meerdere) factoren wordt weergegeven met een pijl en een symbool. Het symbool geeft het positieve of negatieve causaal verband tussen beide factoren weer. Een positief verband geeft een verhouding van +1 weer (als A toeneemt, neemt B ook toe). Een negatief verband geeft een verhouding van -1 weer (als A toeneemt, neemt B af). Bijvoorbeeld: Als de kostprijs van een RFID readers daalt, zal de overall kosten van RFID ook dalen (positief causaal verband). Of Als het Productievolume van RFID tags stijgt, zal de Kostprijs per RFID tag dalen (negatief causaal verband).



figuur 4: Causaal relatiediagram gebruik RFID

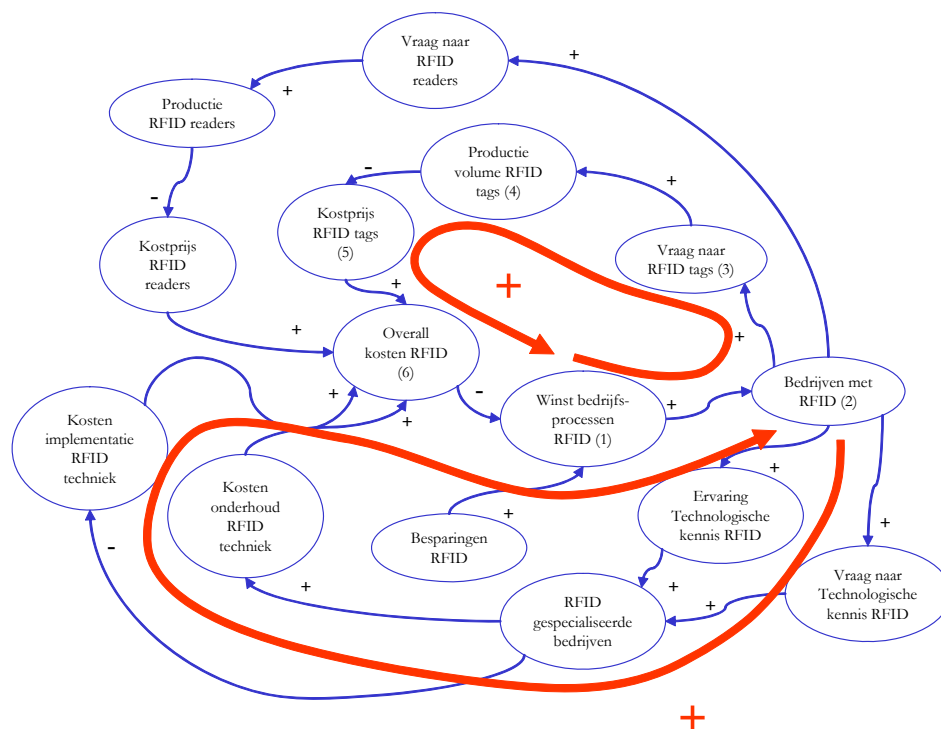
In dit causale relatiediagram kunnen 2 overall terugkoppelingslussen onderkend worden met een positief causaal overall verband, die in figuur 5 met een rode pijl zijn weergegeven. Hier is ook de impasse die is ontstaan en de oorzaak waarom de RFID techniek nog niet grootschalig wordt toegepast, te zien:

- Op dit moment zijn de kosten van RFID nog te hoog om rendabel toe te passen (1).
- Aangezien er weinig bedrijven RFID techniek gebruiken (2) is de vraag naar RFID techniek ook laag (3), zodat het productievolume van RFID tags laag blijft (4).
- Door het lage productievolume van RFID Tags is de kostprijs per Tag nog erg hoog (5).
- Door de hoge kostprijs van de RFID tags zijn de overall kosten van RFID hoog (6),
- die het bedrijfsresultaat en dus de winst van de bedrijfsprocessen met RFID lager maken (1),
- en hierdoor zijn er weer weinig bedrijven die RFID toepassen (2).

Door het positieve causale verband tussen de factoren (als A afneemt, neemt B ook af) ontstaat hierdoor (in het vorige verhaal) een negatieve spiraal. Indien echter het omslagpunt bereikt wordt, doordat het aantal bedrijven dat RFID gebruikt toeneemt of de kostprijs per tag zal afnemen (door grootschalige productie of technologische doorbraak), zal er echter een positieve spiraal ontstaan (als A toeneemt, neemt B ook toe), waardoor RFID grootschalig toegepast zal worden.

Voorbeeld:

- de kostprijs van de tags daalt (5),
- waardoor de overall kosten van de RFID dalen (6),
- waardoor de winst van de bedrijfsprocessen met RFID stijgt (1),
- waardoor het aantal bedrijven dat RFID gebruikt zal aantrekken (2),
- waardoor de vraag naar RFID tags stijgt (3),
- het productie volume van RFID tags zal toenemen (4),
- waardoor de kostprijs van de tags zal afnemen (5),
- waardoor de overall kosten van de RFID dalen (6),
- etc., etc.



figuur 5: Causaal relatiediagram gebruik RFID: terugkoppelingslussen

De verwachting of meer de hoop, is dat de kostprijs van RFID tags die nu op 30 cent liggen, binnen een aantal jaren zal dalen naar 5 cent per stuk en zelfs naar 1 cent per stuk ¹. Er zijn al vele studies gedaan naar de kostenbesparingen door het gebruik van RFID. Deze analyses gaan er echter van uit dat de prijs van de tags naar 5 cent zal dalen. De grote vraag blijft natuurlijk wat er gebeurt als de kostprijddaling blijft steken op 10 cent of misschien zelfs 20 cent. Onderzocht moet dan worden of het gebruik dan nog steeds rendabel is, of dat huidige RFID investeringen zich niet terugbetalen.

Ondanks dat de techniek al meerdere jaren bestaat, wordt de toepassing dus pas sinds kort bekeken door verschillende bedrijven. De techniek staat nog steeds in de kinderschoenen en het aantal implementaties is nog gering.

1.3 Probleembeschrijving

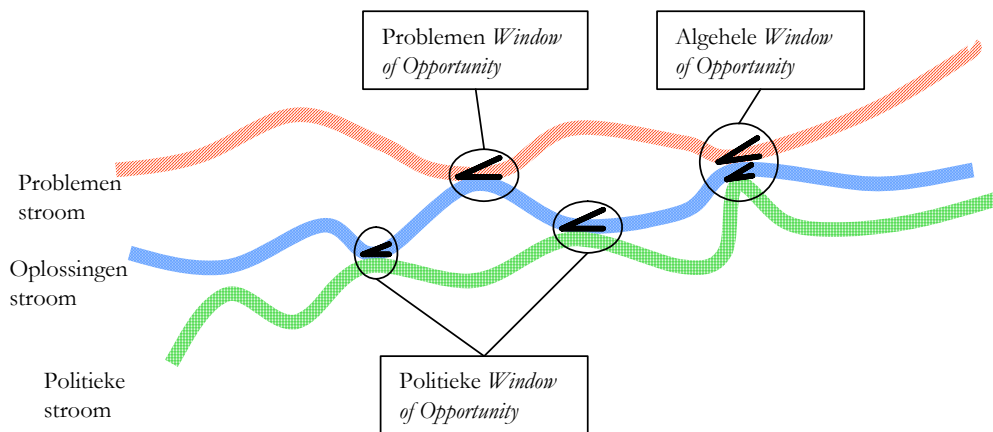
In het geval van RFID is er sprake van een *hype creation*, voornamelijk gemaakt door media en adviesbureau's die oplossingen willen aandragen voor problemen die nog gecreëerd moeten worden. Dit soort gevallen komt volgens de literatuur vaker voor. Volgens het Stroommodel van Kingdon (1984/1995) ² bestaan er drie stromen: problemen, oplossingen en politieke gebeurtenissen. Zodra deze stromen bij elkaar komen ontstaat er een *window of opportunity* (zie figuur 6). Deze *window of opportunity* wordt meestal gecreëerd door policy entrepreneurs: actoren die op zoek zijn naar oplossingen voor hun problemen, of problemen zoeken voor hun oplossingen, of steun zoeken voor hun probleem/oplossing combinatie. De gedachte is dat

¹¹ Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03, sheet 20, 36

² Uit dictaat: Enserink e.a., *Analyse van Complexe Omgevingen (TB211)*, Delft: Faculteit TBM, mei 2002

kansen komen en weer gaan. Zodra de drie stromen samenvallen en een *Algehele Window of Opportunity* zich voordoet, kan een plan pas beginnen met de uitvoering. Bij de RFID toepassing zoals die nu wordt geformuleerd is er sprake van een *Technology Push* en niet zozeer van een *Demand Pull*. In dit geval zijn het consultants die met de oplossing aankomen en hier problemen voor zoeken bij de retailers. Zodra dit onderwerp op de agenda komt, is er sprake van een algehele window of opportunity.

Dit gebeurt veel met technologieën, zoals bij de meeste ICT toepassingen en de televisie in Nederland. Hierbij kwam de introductie van tot stand doordat Philips als ‘oplossingshebber’ zich inspande, en niet omdat er een maatschappelijk probleem opgelost werd. Een ander voorbeeld van een *problem push* is de Betuwelijn of de Tweede Maasvlakte. Door deze *hype creation* worden de oplossingen al snel te veel gericht op RFID en wordt er waarschijnlijk minder gekeken naar andere alternatieven dan RFID voor de gestelde problemen. De problemen die veroorzaakt worden door een hype worden verder behandeld in hoofdstuk 10: Toekomstverwachtingen RFID en in paragraaf 10.3: Toekomstverwachtingen n.a.v. Gartner’s Hype Cycle.



figuur 6: Stromenmodel van Kingdon ²

1.4 Onderzoeksvraag

Met het uitgangspunt van de *hype creation* zoals gesteld in de vorige paragraaf, worden oplossingsstrategieën gekoppeld aan de techniek zonder dat de oplossing veranderd. Hierdoor is een goede probleemformulering erg moeilijk omdat deze achteraf geformuleerd wordt door de oplossingsentrepreneur. Niet zozeer de vraag “*Waar kunnen we RFID gebruiken?*”, maar wel de vraag “*Waarom moeten we RFID gebruiken?*”, is hierin belangrijk om tot een goede afweging te komen voor het eventueel implementeren van deze techniek. Deze paragraaf beschrijft de onderzoeksvraag, afbakening van het onderzoek en doelstellingen van het onderzoek.

1.4.1 Afbakening

De gestelde vraag in de inleiding van paragraaf 1.4 is echter nog niet bevredigend voor de aanpak van het onderzoek. Om een passende vraag te maken, dient er eerst een afbakening plaats te vinden. Deze afbakening van het probleem geeft aan op welke aspecten van het onderwerp de nadruk liggen.

- Zo wordt er bijvoorbeeld geen geografische afbakening gemaakt. Over de gehele wereld wordt gewerkt aan het ontwikkelen en optimaliseren van de techniek van de Radio Frequency Identification. Ook zal de RFID uiteindelijk over de hele wereld gebruikt gaan worden, aangezien de handel in goederen nu ook al wereldwijd is. Producten die bijvoorbeeld in Zuidoost Azië geproduceerd zijn, worden over de hele wereld gebruikt en verkocht. Het volgen van deze producten kan iedere schakel in de keten winst opleveren.
- In zeer veel bedrijfsprocessen in verschillende branches kunnen RFID oplossingen bedacht worden om problemen op te lossen. In het kader van dit onderzoek bij de HEMA wordt er voor gekozen om een logistieke afbakening te maken naar retail en fast moving consumer goods (FMCG) bedrijven. Voorbeelden van retail bedrijven zijn warenhuizen en supermarkten. Voorbeelden van FMCG bedrijven zijn producenten van consumentenartikelen zoals Unilever of Sara Lee. In de Fast Moving Consumer Goods (FMCG) sector is reeds veel aandacht besteed aan de RFID techniek. De verwachting is dat hier de meeste winst te behalen is. Daarbij is gelukkig in deze sector de meeste gegevens en literatuur beschikbaar en is het eerder mogelijk om de RFID onderdelenprijs te laten dalen, bij een invoering in deze sector. In de andere sectoren wordt de RFID techniek slechts kleinschalig toegepast en is de vraag naar RFID klein. Hierdoor is gekozen om het onderzoek af te bakenen en specifiek te concentreren op deze FMCG en Retail sector.
- In dit onderzoek ligt de nadruk niet alleen op de consequenties voor de logistieke bedrijfsvoering, maar ook andere bedrijfsonderdelen zoals veiligheid (beveiliging), inkoop, verkoop, merchandising en bedrijfsvoering.

1.4.2 Probleemstelling

In de inleiding van dit hoofdstuk is reeds vermeld dat het niet mogelijk is om een probleemstelling te formuleren voor het RFID vraagstuk. Dit omdat er met RFID geen concreet probleem opgelost wordt, maar meer een oplossing wordt aangedragen voor problemen die nog gekoppeld moeten worden.

Voor het onderzoek bij de HEMA kan als probleem gesteld worden dat er een kennislacune is over het onderwerp RFID. Men weet bij de HEMA niet goed, wat voor impact deze nieuwe techniek met zich mee zal brengen en óf, en in welke mate, de HEMA zich verder moet (laten) informeren over dit onderwerp.

Daarnaast is er geen algemene formule beschikbaar welke kosten en besparingen van het gebruik van de RFID techniek kan geven voor een bedrijf. Zonder grote gespecialiseerde analyses (veelal uitgevoerd door (RFID) consultants) is het onduidelijk wanneer een bedrijf RFID moet gaan gebruiken. Het is op dit moment onduidelijk van welke factoren een winstgevende implementatie van de RFID technologie afhankelijk is.

1.4.3 Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is vijfledig:

1. Het uitgebreid informeren van opdrachtgever HEMA over de mogelijkheden van de nieuwe technologie RFID.
2. Het plaatsen van het gebruik van RFID in een theoretisch logistiek kader.
3. Het ontwikkelen van een algemene formule, die de kosten en besparingen van het gebruik van RFID beschrijft en waarmee de kritische kostprijs van de RFID tag voor een bedrijf berekend kan worden.

4. Het bepalen van de condities waaraan een bedrijf moet voldoen om tot een winstgevende implementatie van RFID te komen.
5. Door het toepassen van de algemene formule in een praktijkcase bij opdrachtgever HEMA aanbevelingen te doen ten aanzien van het gebruik van RFID.

1.4.4 Onderzoeksvraag

Na de gestelde afbakening, probleemstelling en doelstelling van het onderzoek kan een onderzoeksvraag opgesteld worden. De onderzoeksvraag is:

Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?

1.4.5 Deelvragen onderzoek

Om de onderzoeksvraag nader te kunnen onderzoeken dient deze te worden opgedeeld in meerdere deelvragen. Zoals in de opbouw van het rapport is weergegeven is het onderzoek verdeeld in verschillende onderwerpen. In deze afgebakende onderwerpen wordt antwoord gegeven op verschillende deelvragen. Voorafgaand aan het onderzoek is eerst een literatuur onderzoek gemaakt. Uit dit literatuur onderzoek is gebleken dat er erg veel aandacht is voor de onderwerpen genoemd in de sub-deelvragen. Met deze onderwerpen worden ook de meest belangrijke aspecten van de RFID techniek behandeld. Hiermee wordt dus voldaan aan de 1^e doelstelling van dit onderzoek: “Het uitgebreid informeren van de HEMA over de nieuwe RFID technologie”. Naast de aspecten van RFID is het noodzakelijk dat bekend is aan welke eisen een logistieke keten dient te voldoen om RFID toe te kunnen passen. Ook het kostenniveau van de verbetering van de techniek (de technologische innovatiegraad) dient verder onderzocht te worden. Dit om te bepalen wanneer bedrijven de techniek daadwerkelijk toe kunnen gaan passen in hun processen. De deelvragen waar een antwoord op verkregen dient te worden om de hoofdvraag van het onderzoek te kunnen beantwoorden zijn:

1 Wat zijn de aspecten van RFID?

- | | |
|---|------------------------------|
| a) Wat zijn de technische aspecten van RFID? | [zie hoofdstuk 2], |
| b) Zijn er standaarden nodig voor het gebruik van RFID? | [zie hoofdstuk 3], |
| c) Welke standaardisatie afspraken zijn er? | [zie paragrafen 3.2 en 3.3], |
| d) Wie houdt zich met de standaardisatie bezig? | [zie paragrafen 3.5 en 3.6], |

2 Welke logistieke vraagstukken zijn belangrijk en kunnen eventueel met RFID opgelost worden?

- | | |
|--|----------------------|
| a) Welke (logistieke) problemen komen vaak voor? | [zie paragraaf 4.2], |
| b) Wat zijn de oorzaken van deze problemen? | [zie paragraaf 4.2], |
| c) Hoe kunnen deze problemen opgelost worden? | [zie paragraaf 4.2], |
| d) Waarom worden deze oplossingen nog niet gebruikt? | [zie paragraaf 4.2], |



3 Welke toepassingen heeft RFID?

- a) Welke toepassingsmogelijkheden heeft RFID? [zie paragraaf 5.1],
- b) Welke voordelen heeft de RFID techniek? [zie paragraaf 5.2],
- c) Welke nadelen heeft de RFID techniek? [zie paragraaf 5.3],
- d) Welke privacy belangen spelen er? [zie paragraaf 5.6],

4 Wat is de technologische innovatiegraad in relatie tot het kosten niveau?

- a) Uit welke onderdelen bestaan de kosten van RFID? [zie paragraaf 6.1],
- b) Hoe hoog zijn de huidige kosten van RFID onderdelen? [zie paragraaf 6.1],
- c) Waar worden de RFID kosten in de keten gemaakt? [zie paragraaf 6.2],

5 Wat is de technologische innovatiegraad in relatie tot de besparingen?

- a) Welke besparingen kunnen door RFID gemaakt worden? [zie paragraaf 7.1],
- b) Hoe hoog zijn de besparingen door het gebruik van RFID? [zie paragraaf 7.2],
- c) Waar worden de RFID besparingen in de keten gemaakt? [zie paragraaf 7.4],
- d) Hoe moeten deze kosten en besparingen verrekend worden? [zie paragraaf 7.4],
- e) Hoe laag dienen de kosten van de RFID techniek te zijn, voor winstgevende toepassingen? [zie paragraaf 8.1],

6 Hoe vertaalt het onderzoek zich naar een toepassing in praktijk bij de HEMA?

- a) In welke processen van de HEMA kunnen besparingen gemaakt worden met RFID? [zie paragrafen 9.2 en 9.3],
- b) Wat voor investeringen dienen er door de HEMA gemaakt te worden voor invoering van RFID? [zie paragrafen 9.2.2 en 9.3.6],
- c) Hoe hoog zijn de besparingen die verwacht kunnen worden? [zie hoofdstuk 7],
- d) Hoe ver moeten de vaste en variabele kosten dalen om RFID efficiënt toe te passen? [zie hoofdstuk 9],

7 Wat zijn de toekomstverwachtingen m.b.t. het gebruik van RFID?

- a) Wat zijn de toekomst verwachtingen ten opzichte van de variabele en vaste kosten? [zie paragraaf 10.1],
- b) Welke bedrijven zijn al begonnen met een RFID (pilot) project? [zie paragraaf 10.5],
- c) Welke stappen moet een bedrijf ondernemen om niet door concurrentie ingehaald te worden? [zie hoofdstuk 12]

1.5 Leeswijzer (Opbouw onderzoek en rapport)

In deze paragraaf wordt de opbouw van het onderzoek en het rapport weergegeven. Het overzicht in figuur 1 op pagina iii geeft hier een grafische weergave van. Naar aanleiding van de doelstellingen die opgesteld zijn in paragraaf 1.4.3, is het onderzoek opgebouwd in de volgende onderdelen:

1. Achtergrond onderzoek
2. Achtergrond RFID
3. Theoretisch kader logistiek
4. Toepassing RFID
5. Kosten – Besparingen analyse onderzoek
6. Toepassingsonderzoek RFID (Case) bij de HEMA
7. Toekomstverwachtingen RFID
8. Conclusies en Aanbevelingen



In dit hoofdstuk werd al de achtergrond van het onderzoek beschreven. In sommige delen van het onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de technologie RFID bekend is bij de lezer. Voor de lezer die nog niet uitgebreid op de hoogte is van de RFID technologie wordt deze technologie uiteengezet in de hoofdstukken 2 en 3. Daarnaast heeft het weergeven van de achtergrond van de technologie als voordelen dat:

- een totaalbeeld van de RFID technologie verkregen kan worden
- voldaan wordt aan doelstelling 1: de HEMA uitgebreid informeren over de mogelijkheden van de nieuwe technologie RFID
- er een basiskennis bij de lezer is over RFID voor de rest van het onderzoek

In hoofdstuk 4 wordt een theoretisch kader gegeven over de mogelijkheden en doelen binnen de logistiek. Hierbij worden ook verschillende problemen die (kunnen) voorkomen in de dagelijkse bedrijfsvoering geïdentificeerd. In tegenstelling tot wat vele publicaties en artikelen suggereren, moet het gebruik van RFID niet als een doel, maar als een middel gezien worden. In dit hoofdstuk wordt uiteengezet welke doelen met het middel RFID bereikt kunnen worden. In dit hoofdstuk komen de achterliggende logistieke theorieën van bedrijfsvoeringprocessen aan bod. Tevens wordt hier een nieuwe gedachtegang en nieuw inzicht gepresenteerd, die voorheen niet in de literatuur is behandeld. Ook worden de algemene definities en eigenschappen van de derving behandeld. De behandelde stof in hoofdstuk 4 wordt als theorie gebruikt voor de toepassingsmogelijkheden voor RFID in hoofdstuk 5. Met hoofdstuk 4 wordt het 2^e doel bereikt: met logistieke theorieën de doelstelling voor het gebruik van RFID weergeven.

In hoofdstuk 5 worden de toepassingsmogelijkheden en voor- en nadelen van RFID besproken. In dit hoofdstuk wordt een voorbeeld gegeven van een logistieke keten met een fabriek, DC en winkel, uitgerust met RFID toepassingen. Deze voorbeelden worden gegeven om bij de lezer een beeld te vormen over hoe RFID in de praktijk toegepast kan worden. Hierna worden verschillende voordelen van het gebruik van RFID genoemd. Deze voordelen worden zowel per activiteit als per locatie in de logistieke keten en winkel gegeven. Speciale aandacht gaat hier ook naar de voordelen van de RFID tag boven de Barcode. Ook de problemen en nadelen die op dit moment en misschien nog steeds in de toekomst kunnen voordoen, worden vermeld in dit hoofdstuk. Speciale aandacht bij de nadelen gaat hier ook uit naar de privacy belangen met betrekking tot het gebruik van RFID.

In hoofdstuk 6 komen de kosten van de RFID technologie aan bod. Niet alleen de kosten van de RFID tags, maar ook de kosten van de andere (ondersteunende) onderdelen die nodig zijn bij de techniek blijken belangrijk te zijn voor de implementatie overwegingen. De verschillende kostenaspecten worden hier per RFID onderdeel behandeld. Deze onderdelen en de kosten daarvan worden gebruikt in de kosten – besparingen analyse voor de RFID in hoofdstuk 8 en het scenario van de HEMA die in hoofdstuk 9 wordt uitgewerkt.

In hoofdstuk 7 komen besparingen die met het gebruik van RFID in de bedrijfsprocessen behaald kunnen worden aan bod. Deze besparingen worden weergegeven per activiteit die uitgevoerd kan worden in een fabriek, distributiecentrum of winkel. Deze besparingen worden gebruikt in de kosten – besparingen analyse van hoofdstuk 8.

In hoofdstuk 8 is een formule opgesteld waarmee de kritieke kostprijs van de RFID tag berekend kan worden. Hiermee kan voor elk afzonderlijk bedrijf en voor elk scenario berekend worden, bij welke prijs van de RFID tag een rendabele case opgesteld kan worden.

In hoofdstuk 9 zijn scenario's opgesteld voor een fictief bedrijf en voor de HEMA voor het gebruik van RFID, dit met behulp van de kosten – besparingen analyse die opgesteld is in hoofdstukken 6, 7 en 8. Hierin worden drie cases behandeld: RFID op productniveau voor een fictief bedrijf, RFID op productniveau voor de HEMA en RFID op rolcontainerniveau voor de HEMA.

In hoofdstuk 10 komen de toekomstverwachtingen over RFID aan bod. Hier worden zowel de toekomstverwachtingen over het gebruik van RFID als de verwachtingen van de kosten en besparingen beschreven. Hier wordt ook theorie en de uitvoering van de Hype Cycle van het adviesbureau Gartner besproken. Deze theorie beschrijft dat elk product, technologie of middel in zijn levensduur altijd eerst een periode van hype kent waarin de technologie erg in beeld is. Daarna volgt een periode is van desillusie omdat het product de verwachtingen die tijdens de hype periode geschapen zijn niet kan waarmaken. Vervolgens wordt een plateau van productiviteit bereikt waar de technologie efficiënt en effectief toegepast kan worden. In het hoofdstuk worden ook de huidige ervaringen met RFID projecten beschreven.

In hoofdstuk 11 worden de conclusies van het onderzoek gegeven. In hoofdstuk 12 de aanbevelingen voor verder onderzoek naar RFID.

1.6 Samenvatting hoofdstuk 1

In dit hoofdstuk wordt een inleiding gegeven voor de rest van het rapport. Hierin wordt achtergrondinformatie over de HEMA, Radio Frequency Identification (RFID) en de aanleiding van het onderzoek gegeven. RFID is de laatste tijd erg veel in het nieuws geweest. De HEMA is erg geïnteresseerd in de mogelijkheden en impacts van de nieuwe RFID techniek, op haar processen. Zij vraagt zich af of ze deze techniek moet gaan toepassen. Tevens hoopt zij hiermee nieuwe tools in huis te krijgen om derving tegen te gaan. Door middel van RFID is het mogelijk om informatie op een chip op te slaan en deze met een draadloze verbinding uit te lezen of te veranderen. Hierdoor is het mogelijk om automatische identificatie te gebruiken en producten uniek te identificeren. Hierdoor is het theoretisch mogelijk om alle producten in de gehele keten te volgen. Voornamelijk op het gebied van Supply Chain, marketing en beveiliging worden er grootschalige toepassingen verwacht. Aangezien de kostprijs van de RFID tags (chip) op dit moment erg hoog is, blijft een grootschalige toepassing uit. Hierdoor is er een impasse ontstaan omdat de kostprijs van de RFID tags pas omlaag zal gaan bij grootschalige productie hiervan. Deze grootschalige productie wordt alleen bij grootschalige toepassing van de RFID techniek gevraagd. Grote supermarktketens proberen deze impasse te doorbreken door aan hun leveranciers te vragen of zij uiteindelijk alle producten willen voorzien van een RFID tag. Aangezien de kostprijs en techniek nog niet aan de maatstaven voldoen, is er toch een vraag ontstaan door het creëren van een hype door voornamelijk adviesbureau's en media. Hierdoor ontstaat de vraag "*Waar kunnen we RFID gebruiken?*". Echter in dit onderzoek wordt deze vraag meer omgedraaid naar "*Waarom moeten we RFID gebruiken?*". Dit om tot een goede afweging te komen voor het eventueel implementeren van deze techniek.

Als afbakening van het onderzoek is er voor gekozen om geen geografische afbakening te maken, maar een logistieke afbakening te maken naar retail en fast moving consumer goods (FMCG) bedrijven en geen specifieke afbakening voor de logistiek. Als probleemstelling van het

onderzoek wordt gesteld de kennislacune van de HEMA over RFID en wat de algemene onduidelijkheid over de kosten en besparingen van de RFID techniek globaal inhoud.

De doelstelling van het onderzoek is vijfledig:

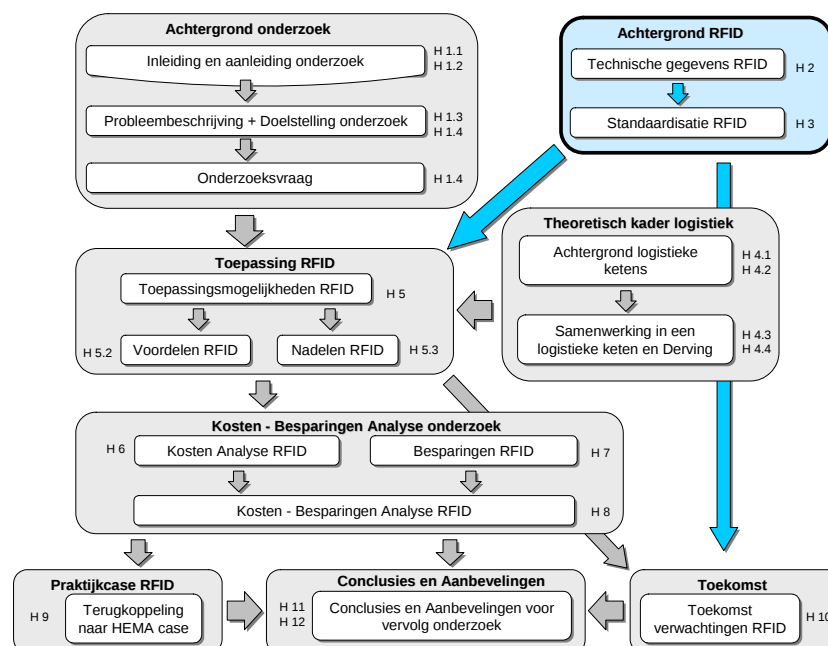
1. Het uitgebreid informeren van opdrachtgever HEMA over de mogelijkheden van de nieuwe technologie RFID.
2. Het plaatsen van het gebruik van RFID in een theoretisch logistiek kader.
3. Het ontwikkelen van een algemene formule, die de kosten en besparingen van het gebruik van RFID beschrijft en waarmee de kritische kostprijs van de RFID tag voor een bedrijf berekend kan worden.
4. Het bepalen van de condities waaraan een bedrijf moet voldoen om tot een winstgevende implementatie van RFID te komen.
5. Door het toepassen van de algemene formule in een praktijkcase bij opdrachtgever HEMA aanbevelingen te doen ten aanzien van het gebruik van RFID.

De onderzoeksvraag van dit rapport is: “*Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?*”. Voor de eerste verkenning worden de aspecten van de RFID techniek nader onderzocht. De aspecten van RFID worden aan de hand van het beantwoorden van sub-deelvragen onderzocht.



Achtergrond RFID

In dit deel van het rapport wordt de achtergrond van de RFID techniek behandeld. Hierbij komen zowel de technische gegevens van RFID in hoofdstuk 2, als de standaardisatie van bijna alles wat met RFID te maken heeft in hoofdstuk 3 aan bod. De gegevens en uitkomsten van de achtergrond van RFID in dit deel, worden gebruikt voor de toepassingen van RFID in hoofdstuk 5 en de toekomstverwachtingen in hoofdstuk 10 (zie ook figuur 7).



figuur 7: Overzicht opbouw onderzoek – Achtergrond RFID

2 Technische Gegevens RFID

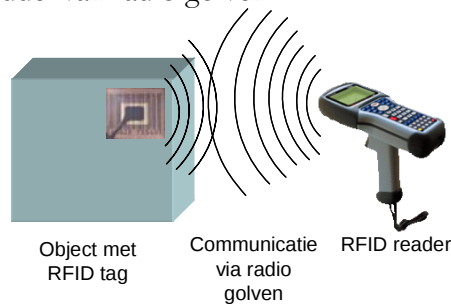
In dit hoofdstuk komen de technische aspecten van de Radio Frequency Identification aan bod. In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de sub-deelvraag 1a) “Wat zijn de technische aspecten van RFID?”. Aandacht gaat hierbij uit naar de werking van RFID en welke verschillende technieken er op de markt zijn. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen passieve en actieve tags (zonder en met energiebron, zoals een batterij), de meest voorkomende frequenties worden met elkaar vergeleken en de mogelijkheden van het opslaan en lezen van de informatie op de chip wordt behandeld. De technische gegevens uit tabel 2 komen uit het White Paper van Philips Semiconductors, TAGSYS en Texas Instruments ¹. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvatting van de belangrijkste technische aspecten van RFID.

¹ Philips Semiconductors, TAGSYS en Texas Instruments: *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004.



2.1 Werking RFID

RFID technologie is gebaseerd op een simpel concept. Het bestaat uit twee elementen die met elkaar communiceren via radiotransmissie: een “Tag” en een “Reader”. De RFID tag bevat een chip en een antenne en kan op elk soort object worden geplaatst. De informatie op de RFID tag, zoals een identificatienummer, kan worden verstuurd naar een RFID reader over een afstand van verschillende meters, door middel van radio golven.

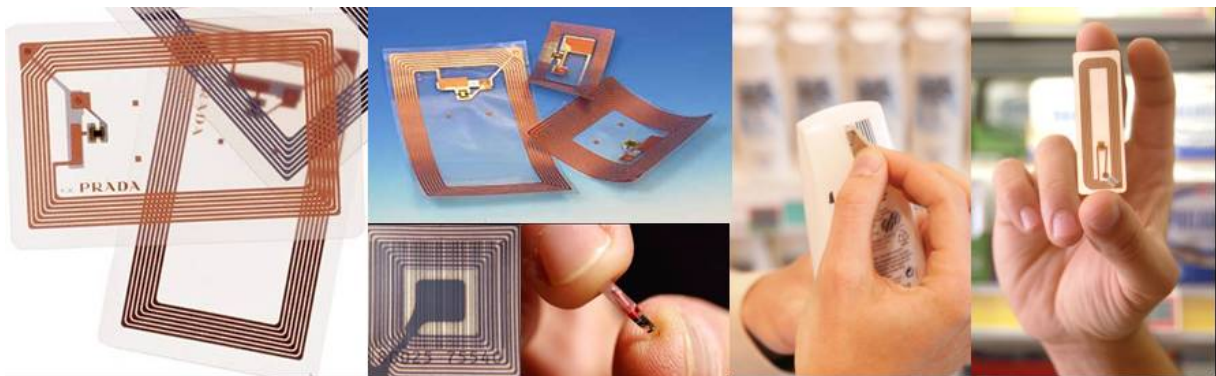


figuur 8: Voorbeeld van uitwisseling van gegevens van RFID tag en RFID hand reader

De readers kunnen op verschillende plaatsen in de distributieketen opgesteld worden. Door de toepassing van RFID technologie kunnen objecten elektronisch door de hele keten worden geïdentificeerd en gevolgd. De afgelopen 25 jaar zijn de barcodes het meest gebruikt om producten te identificeren. Verwacht wordt dat de RFID Tag de barcode voor een deel zal vervangen, aangezien deze voor meer toepassingen gebruikt kan worden, dan alleen identificatie.

2.2 RFID Tags

In figuur 9 zijn voorbeelden weergegeven van verschillende RFID Tags: een antenne met een chipje. De gegevens van het object waar de tag op bevestigd is, zijn opgeslagen op de chip. Om deze gegevens uit te lezen of te bewerken communiceert de tag met een reader door middel van de antenne, die meestal in een spiraalvorm om de chip zit. Er bestaan verschillende soorten RFID tags, aangezien deze verschillende kenmerken hebben en dus ook voor verschillende toepassingen gebruikt kunnen worden. De grootte van de RFID Tag is in het algemeen vrij klein (zie ook figuur 9 en het titelblad van dit rapport), zodat de mogelijkheid deze op consumentenproducten aan te brengen of in te verwerken aanwezig is.



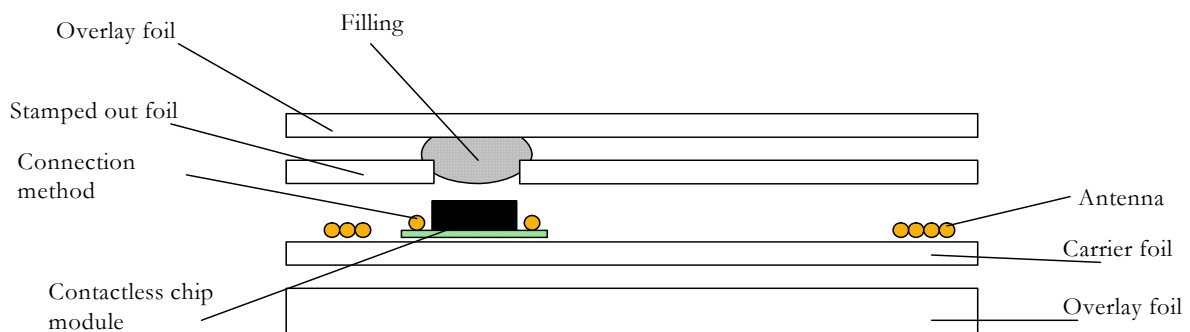
figuur 9: Voorbeelden van RFID Tags



2.2.1 Onderdelen RFID Tag

Een RFID tag bestaat uit verschillende onderdelen. Zoals links in figuur 9 en in figuur 10 is weergegeven, bestaat een RFID tag uit een kleine chip, waar de data in opgeslagen is (zwart puntje) en een (koperen) antenne er omheen voor de communicatie. Deze chip en antenne zitten meestal in een 'houder' ter bescherming in het productieproces. De chip, antenne en houder samen wordt een RFID tag genoemd. In figuur 10 zijn de verschillende onderdelen van een RFID tag door middel van een zijaanzicht weergegeven. Ter indicatie: een RFID tag kan ter grootte zijn van een creditcard en soms nog wel kleiner (zie ook figuur 9). De chip heeft meestal een oppervlakte van 1 mm^2 , en de 'foils' zijn ongeveer 0,2 mm dik. De meeste van deze verschillende onderdelen worden ook door verschillende bedrijven gemaakt. Zo worden de chips voornamelijk door Philips Semiconductors en Texas Instruments gemaakt. De Antennes worden door vele kleine bedrijfjes geproduceerd en de uitvoeringen van de tag (de foils) wordt door weer andere bedrijven gedaan. Deze laatste zijn meestal bedrijven die gespecialiseerd zijn in het drukken van barcodes. Deze bedrijven bieden dan een totaaloplossing aan de klant aan. De mogelijkheid om de buitenste lagen te voorzien van een printlaag of lijmlaag (RFID barcode sticker), een harde laag (RFID toegangspas) of andere maakt dat de toepassingen zeer veelzijdig zijn.

Voor een overzicht van de kosten van de verschillende onderdelen van de RFID tag wordt verwezen naar hoofdstuk 6.1.1: Kosten RFID Tags.



figuur 10: Onderdelen RFID tag ¹

2.2.2 Passieve en Actieve Tags

Er zijn actieve en passieve tags beschikbaar. Deze benaming heeft te maken met de energiebron van de tag. Actieve tags hebben een eigen energiebron, meestal in de vorm van een batterij, waardoor zij hun signaal continu kunnen uitzenden, ook als een reader daar niet om vraagt. Passieve tags hebben geen eigen energiebron op of aan de tag zitten. Indien een reader een signaal wil uitlezen van een passieve tag, zendt deze een magnetisch veld uit, die de tag gebruikt om door middel van zijn antenne, een inductiestroom op te wekken. Met deze stroom kan de tag de informatie op de chip uitlezen en deze terugzenden naar de reader. Vandaar dat de antenne om de inductiestroom op te wekken, op een spiraalvormige manier om de chip geplaatst is.

Het zendvermogen van de actieve tag is doorgaans groter dan bij de passieve tags. Ook is het bij actieve tags mogelijk om deze te voorzien van extra functies, zoals een bewegingssensor of thermometer. Semi-passieve tags hebben een batterij nodig om de gegevens op de chip bij te

¹ Finkenzeller, Klaus, *RFID Handbook*, 2nd edition, Great Brittan: Chichester: Wiley, 2003, pagina 333

houden, maar gebruiken het inductieveld om te communiceren met een reader. De kosten voor actieve en semi-passieve tags zijn vrij hoog (€ 1 of meer per stuk), wat ze alleen voor dure, diefstalgevoelige producten interessant maakt. Passieve RFID tags kosten nu nog ongeveer €0,30. Ook door deze gekoppelde energiebron is de tag onderhoudsgevoeliger en is de levensduur beperkt.

2.2.3 Verschillende frequenties

Er zijn verschillende types RFID tags in omloop die verschillen in frequentie bereik waarop ze zenden en ontvangen. Low Frequency (LF) tussen de 125 en de 134 kHz, High Frequency (HF) op 13.56 MHz, en Ultra High Frequency (UHF) tussen de 860 MHz en 960 MHz. Door de verschillende frequenties zijn de technische eigenschappen van de RFID tags ook verschillend. Technisch gezien geldt dat hoe hoger de frequentie hoe verder het zendbereik van de tag. Metalen en vloeistoffen kunnen echter het bereik van RFID tags beperken. Radiosignalen kunnen voorlopig nog niet goed door metalen heen zenden. Daarnaast worden de radiosignalen (voornamelijk bij hoge frequenties) door vloeistoffen tussen de tag en de reader geabsorbeerd, zodat het bereik beperkt wordt. Een UHF RFID tag op een blikje cola werkt dus waarschijnlijk helemaal niet. Hieronder in tabel 1 wordt een kleine vergelijking van de 3 verschillende frequenties gegeven. Deze technische gegevens komen uit de RFID Benchmark studie van LogicaCMG¹.

Karakteristieken van de verschillende frequenties			
Frequentie	Korte Beschrijving	Lees afstand (meters)	Data snelheid (Tags/sec)
125 – 134 kHz	LF	0.45	1 – 10
13.56 MHz	HF	1.5	10 – 40
868 – 870 902 – 928 MHz	UHF	2 – 10	10 – 50

tabel 1: Karakteristieken van de verschillende frequenties¹

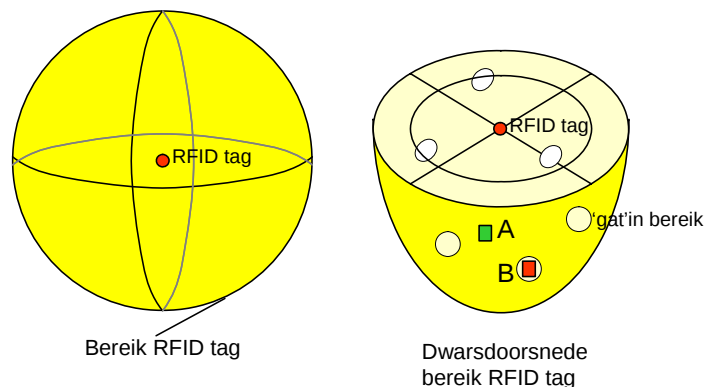
De Lage Frequentie (LF) Tag maakt gebruik van 125 KHz en wordt veelal in industrieën gebruikt met veel metalen voorwerpen. Nadeel is dat er geen sprake kan zijn van overlap van signalen (niet meerdere tags naast elkaar = ‘anticollision’). Het bereik is met minder dan 50 cm erg beperkt. Ook de leessnelheid is laag. Deze tags worden veelal gebruikt in het volgen van dieren (zoals koeien en honden) en voor toegangspasjes. Door deze kenmerken wordt er niet verwacht dat de passieve lage frequentie (LF) tags veel toegepast gaan worden in de logistieke processen. Hierdoor is er ook weinig over bekend in de literatuur, en wordt in tabel 2 de LF tag buiten beschouwing gelaten. De genoemde waarden in tabel 2 zijn voor passieve tags.

Zowel HF als UHF tags worden beïnvloed door metalen. Het is niet mogelijk het radiosignaal door metaal heen te zenden. Ook kan het inductieveld door de metalen veranderen wat het leesbereik beïnvloed. HF Tags zijn minder gevoelig voor metalen en vloeistoffen in de buurt dan UHF Tags. HF signalen kunnen zelfs door vloeistoffen heen zenden. HF Tags zijn bestand tegen vloeistoffen, druk, en abrupte grote temperatuursveranderingen (-196 °C tot +40 °C m.b.v. vloeibare stikstof). Hierdoor zijn zij uitermate geschikt voor gebruik in extreme omstandigheden en ook voor medische toepassingen.

¹ LogicaCMG, *Making Waves: RFID Adoption in Returnable Packaging. RFID Benchmark Study*, 2003-2004



Het zendbereik bij de RFID kan als een bol om de tag heen gezien worden (zie links in figuur 11). Bij UHF tags is het echter mogelijk dat er binnen de bol een 'gat' ontstaat als een soort gatenkaas. Hoe dit technische verschijnsel precies ontstaat is onbekend. Het is waarschijnlijk een gevolg van hetzelfde principe als de knopen en buiken van een audio golf, als twee bronnen met elkaar interfereren. De resultante van beide waarden op 1 punt is op dat moment dan onder het minimum om correct uitgelezen te kunnen worden. Indien een reader precies in die locatie of in dat gat in het bereik van de RFID tag ligt, wordt de RFID tag niet uitgelezen (reader B). Ergens anders in de 'bol' van het zendbereik is de reader wel leesbaar (reader A). Voor dit probleem dient nog een passende oplossing voor bedacht te worden. Een oplossing kan het installeren van meerdere antennes of readers zijn, om met de andere readers de readers in de 'gaten' te vervangen.



figuur 11: Voorbeeld bereik RFID tag met 'gaten'

Ook bij HF en UHF tags kunnen collision problemen voorkomen. Dit treedt op als twee tags te dicht bij elkaar liggen, waardoor ze elkaars signalen storen en beide signalen niet door een reader gelezen kunnen worden. Dit kan dus bijvoorbeeld gebeuren als boodschappen te dicht op elkaar liggen in een boodschappenkar. Dit is een van de redenen waarom de RFID technologie nog niet grootschalig is ingevoerd: de techniek is nog té onbetrouwbaar.

	HF RFID Tag	UHF RFID Tag
Frequentie:	13,56 MHz	868 - 915 MHz
Bereik antenne:	1,5 meter	10 meter
Beperkingen:	klein bereik leesbaarheid	verdwijning signalen door overlapping 'Gaten' in het signaal (gatenkaas)
Vloeistof en Metalen:	Weinig signaalverlies door Vloeistoffen & Metalen Niet mogelijk om door metalen te zenden	Veel signaalverlies door Vloeistoffen & Metalen Niet mogelijk om door metalen te zenden
Bestand tegen stoffen:	Is bestand tegen vloeistoffen, druk, en abrupte grote temp. veranderingen	Niet bekend (Verdere literatuurstudie noodzakelijk)
Vormverandering:	Bereik blijft goed bij vorm verandering (buigen)	Bereik neemt af bij vorm verandering (buigen)
Geheugen:	96 bits tot 8K bits	96 bits tot 8K bits
Communicatie snelheid:	Medium = 10 – 40 Tags/Sec.	Hoog = 10 – 50 Tags/Sec.
Beste toepassing:	Op afzonderlijke artikelen	Op dragers als pallets, dozen en karren als op schappen

tabel 2 Overzicht verschillen High Frequency (HF) en Ultra High Frequency (UHF) Tags ¹

¹ Bron: Philips Semiconductors, TAGSYS en Texas Instruments: *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004

2.2.4 Schrijven en lezen

Het is mogelijk om op de chip van de RFID tag verschillende soorten gegevens op te slaan. Er zijn echter verschillende mogelijkheden om deze data op de chip te zetten:

- **One Time Programmable (OTP):** bij de productie van de chip wordt de inhoud voorzien van een unieke code die niet meer te veranderen is, maar wel oneindig vaak uit te lezen is;
- **Write Once, Read Many (WORM):** mogelijkheid om de informatie op de chip 1 maal aan te brengen en oneindig vaak uit te lezen, maar niet meer te veranderen. Dit schrijven van de code kan gedaan worden door de gebruiker zelf met de juiste apparatuur. Anders dan de OTP tag, omdat er zo zelf een gewenste code gekozen kan worden;
- **Multiple Read/Write (MRW):** mogelijkheid om de informatie op de chip verschillende malen aan te passen en oneindig vaak uit te lezen.

Hoe meer mogelijkheden om de informatie aan te passen, hoe duurder de tag is. Bij alle tags is het met een zeer sterk magnetisch veld mogelijk om de informatie op de chip permanent te verwijderen. Dit is bijvoorbeeld wenselijk na verkoop van het product, in verband met privacy belangen. Een methode om informatie te schrijven kan ook door middel van de Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM). Hiervoor is echter een speciaal elektronisch proces nodig. EEPROM wordt tegenwoordig ook al gebruikt in het demagnetiseren van de kleine antidiefstal tags die nu in de meeste winkels gebruikt worden, bij de kassabalies.

Een RFID reader is in tegenstelling tot een barcode in staat meerdere objecten snel achter elkaar te scannen. De reader is dus niet in staat om deze signalen tegelijkertijd te scannen. Tags kunnen op hetzelfde moment elkaar tegenwerken door op hetzelfde moment een signaal terug te zenden. Hierdoor kan de reader in de war raken [tag collision]. Om dit probleem op te lossen, is een methode ontwikkeld die de reader door middel van de eerste digitale cijfers van de EPC code (de unieke code van een RFID tag. Hierover in hoofdstuk 3.3 meer) de producten rangschikt: De reader vraagt bijvoorbeeld of de tag die met de code 0 begint alleen wilt reageren. Indien er meerdere zijn, zal het verder uitgebouwd worden naar alle tags die met code 00 beginnen, enz. Dit gaat door totdat maar 1 tag reageert. Dit gebeurt zo snel dat een reader 50 tags in een seconde kan lezen.

Doordat er overlap kan ontstaan tussen verschillende readers [reader collision] is er een systeem bedacht zodat de readers op verschillende tijden worden geïnstrueerd om te zenden. Dit afstemmen op elkaar wordt gedaan door middel van Time Division Multiple Access (TDMA). Indien 1 tag door verschillende readers wordt gelezen is er een programma nodig die deze duplicaten verwijderd uit de database.

2.3 RFID Readers

Om het signaal van een RFID tag te kunnen lezen zijn er twee componenten nodig bij een leesstation: de reader en de antenne. Meestal is hier ook een derde component bij noodzakelijk, namelijk een multiplexer zodat verschillende antennes aan 1 reader gekoppeld kunnen worden en de signalen en data niet tegelijkertijd bij de reader aankomen. Er bestaan verschillende readers en verschillende antennes. Deze zijn ieder ook weer verschillend per frequentiegebied waarop men wil communiceren met elkaar. In principe kunnen High Frequency (HF) readers en Ultra High Frequency (UHF) tags niet met elkaar communiceren omdat deze op een andere golflengte zenden. *Vergelijkbaar met een normale FM radio met verschillende frequenties, waar de frequentie precies*

afgesteld moet worden, bijvoorbeeld op 100.7 FM om Noordzee radio te kunnen ontvangen. Op een andere frequentie zal men misschien een ander radiosignaal ontvangen, maar niet die van Noordzee radio. Er zijn recentelijk ook readers ontwikkeld die op verschillende frequenties kunnen werken, maar deze readers zijn nog niet in productie genomen. Daarnaast is de verwachting dat deze readers veel duurder zullen zijn dan de gewone 1 frequentie readers.

De antennes zijn in verschillende vormen verkrijgbaar voor verschillende toepassingen (zie figuur 12). De kleine handheld mobiele readers (zoals er een aantal van in het midden van figuur 12 afgebeeld staan), kunnen bijvoorbeeld voor toepassingen op liftrucks zijn, of voor orderpickers in een magazijn. Grotere en meerdere producten snel uitlezen kan meestal alleen met een grotere antenne. Zo kan de antenne in de vorm van een poort zijn (rechts in figuur 12), of als een vlak op de vloer waarover bijvoorbeeld rolcontainers moeten rijden voor identificatie (links in figuur 12). Andere oplossingen zijn 'vaste' antennes bijvoorbeeld in een magazijn, een opslag, of op schap niveau. Deze laatste oplossing wordt veelal een 'smart shelves' oplossing genoemd. Zo kan er op elk moment de voorraadhoogte van de schappen gecontroleerd worden.



figuur 12: Verschillende RFID Readers en Antennes

2.4 Beantwoording deelvraag onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvraag (1a):

Antwoord (1a) "Wat zijn de technische aspecten van RFID?":

RFID is de opslag van (her)programmeerbare informatie op een microchip dat uitgelezen en geschreven kan worden via een draadloze interface. De RFID techniek kenmerkt zich doordat RFID tags (waarvan de microchip een onderdeel is) en Readers met elkaar communiceren via radiosignalen. Er zijn verschillende technische methodes en mogelijkheden waarop de RFID technologie zich kenmerkt. Door de verschillen in energiebron, frequentie en manier van opslaan van gegevens, is het niet mogelijk om één RFID standaard techniek aan te geven. Voor de keuze van gebruik van welk type RFID techniek, moet goed gekeken worden naar de wensen van de toepassing en mogelijkheden van de techniek. Hierbij dienen ook de kosten in acht genomen te

worden. Als vuistregel geldt dat hoe meer technische mogelijkheden men wil, hoe duurder de tag is.

2.5 Samenvatting hoofdstuk 2

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de eerste sub-deelvraag 1a) “Wat zijn de technische aspecten van RFID?” Aandacht gaat hierbij uit naar de werking van RFID en welke verschillende technieken er op de markt zijn. De RFID techniek kan informatie tussen een RFID “tag” en RFID reader (zend en ontvangstation) uitwisselen door middel van radio signalen. Een RFID tag bestaat uit een chip waar informatie op staat en een antenne waarmee het mogelijk is om te communiceren. Er zijn verschillende soorten tags op de markt. Zo zijn er actieve en passieve tags, die wel of geen energiebron bevatten. De passieve tags wekken (door middel van de antenne en een magnetisch veld uitgezonden door de RFID reader) een inductiestroompje op om de informatie op de tag te lezen en terug te zenden naar de reader. De actieve tags zijn meestal duurder dan de passieve, maar wel hebben een groter leesbereik. Ook verschillen de tags qua frequentie waarop ze met elkaar communiceren. De meest voorkomende frequenties worden aangeduid met Low Frequency (LF) tussen de 125 en de 134 kHz, High Frequency (HF) op 13.56 MHz, en Ultra High Frequency (UHF) tussen de 860 MHz en 960 MHz. De verschillende frequenties brengen ook verschillende eigenschappen met zich mee. Zo is de communicatiesnelheid en leesafstand van de UHF tags in beide gevallen het hoogste, maar is de betrouwbaarheid en doordringend vermogen van de radiogolven door bijvoorbeeld vloeistof het minste. Ook door andere technische beperkingen zoals de nadelige invloed van metalen, maakt dat de techniek nu nog niet 100% uitleesbetrouwbaarheid kan garanderen. De techniek is helaas nog niet ver genoeg om alle goede eigenschappen in een tag voor 1 frequentie te combineren. Een ander kenmerk waarin de tags kunnen verschillen is de mogelijkheid van schrijven en lezen van informatie op de chip van de RFID tag. Zo is het mogelijk om de informatie op de tags eenmaal, oneindig vaak of niet te veranderen. Alle chips kunnen oneindig vaak uitgelezen worden. De levensduur van de tag hangt bij actieve tags af van de levensduur van de energiebron.



3 Standaardisatie RFID techniek

In dit hoofdstuk komen de standaardisatie aspecten van de Radio Frequency Identification aan bod. Hierin gaat het zowel over de standaardisatie van de techniek en de technische aspecten, alsmede over de standaardisatie van de communicatie. Er wordt uitgebreid ingegaan op de partijen die met elkaar onderhandelen om tot één standaard voor RFID te komen. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de subdeelvragen 1b) “Zijn er standaarden nodig voor het gebruik van RFID?”, 1c) “Welke standaardisatie afspraken zijn er?” en 1d) “Wie houdt zich met de standaardisatie bezig?”

3.1 Inleiding

Bij het uitwisselen van producten is het belangrijk dat de verschillende technieken op elkaar aansluiten. Voor het communiceren is het belangrijk dat een gemeenschappelijke communicatietaal afsproken wordt. Sommige bedrijven zoals supermarktketen Hoogvliet, gebruiken RFID en hanteren daarbij hun eigen standaard. Dit is mogelijk omdat zij RFID gebruiken in een gesloten systeem en zo geen uitwisseling hebben met andere bedrijven. Bij het wereldwijd slagen van deze nieuwe techniek is het echter zeer belangrijk dat de verschillende gebruikers met elkaar kunnen communiceren. Afspraken over standaarden zijn hierin dus ook zeer belangrijk. Indien geen gesloten systeem RFID gebruikt wordt, maar als er wereldwijd met producten gehandeld wordt en de wens bestaat deze producten te kunnen volgen, is een wereldwijde standaard belangrijk.

Om wereldwijde afspraken in goede banen te leiden, zijn er verschillende stichtingen opgericht die zich onder andere bezig houden met onderzoek en lobby voor standaarden. Als dit niet gebeurd is de kans groot dat elk RFID producerend bedrijf een eigen standaard ontwikkeld en probeert deze dé standaard te laten worden. Voordelen van vele standaarden kunnen zijn dat de techniek die behouden blijft, het beste van alle andere standaarden in zich heeft. Hier is dan sprake van productinnovatie door concurrentie. De nadelen die deze concurrentie met zich meebrengen zijn de hogere kosten van de installaties, om verschillende standaarden uit te kunnen lezen en het tegengaan van grootschalige productie. Hierdoor blijft een grootschalige toepassing en acceptatie waarschijnlijk uit, doordat één standaard ontbreekt. Een voorbeeld waar een wereldwijde standaard ontbreekt, is de elektriciteitsstekker (zie figuur 13). Doordat goede afspraken op wereldniveau niet gemaakt zijn, heeft elk land zijn eigen standaard ontwikkeld. Deze standaarden werken goed, maar kunnen niet of slecht uitgewisseld worden met verschillende landen. Met producten die de hele wereld over vervoerd worden, is een wereldstandaard van groot belang.



figuur 13: Gevolg van geen wereldstandaard: verschillende soorten elektriciteitsstekkers

Voorbeelden van stichtingen die naar aanleiding van RFID opgericht zijn, zijn het Auto-ID Centre in Amerika en de Stichting RFID Nederland. Deze eerste wordt in de volgende paragrafen beschreven. Naast de stichtingen worden in dit hoofdstuk ook de standaarden met betrekking tot de frequenties die worden toegepast en de taal (code) waarmee wordt gecommuniceerd, behandeld.

3.2 Frequenties

RFID Tags en readers communiceren met elkaar via radiogolven. Zoals in hoofdstuk 1 al behandeld is, zijn er verschillende tags die op hun eigen frequentie uitzenden. Aangezien het nog niet mogelijk is voor readers om een heel spectrum aan frequenties te lezen, is 1 standaard frequentie noodzakelijk. Dit is ook kostentechnisch aantrekkelijker. Helaas verschilt de standaard wereldwijd nog. Op dit ogenblik is in Europa het gebruik van RFID gestandaardiseerd op basis van de (open) ISO-normen bij gebruik van 13.56 MHz voor HF Tags. Deze frequentie voor HF Tags is wereldwijd een standaard geworden. Ook het zendvermogen is wereldwijd gelijk geworden nadat de Japanse regering overstag ging in december 2002 ¹. Deze standaardisatie is opgenomen in de ISO-norm 15693.

Bij het frequentiebereik van de UHF Tags is echter nog geen overeenstemming, terwijl deze frequentie waarschijnlijk het eerst wordt gebruikt, aangezien deze ideaal is voor het toepassen op transporteenheden zoals pallets en rolcontainers. Supermarktketen Wal-Mart die een belangrijke toon aangeeft voor de implementatie van RFID heeft bijvoorbeeld aangegeven de UHF Tags te gaan gebruiken.

Welk radiofrequentiespectrum gebruikt mag worden voor bepaalde doelen, wordt voornamelijk bepaald door de regering van een land. Bijna elk land heeft weer andere frequenties aangewezen voor de verschillende toepassingen. Zo wordt in Amerika de 915 MHz en in Europa de 868 MHz gebruikt voor RFID toepassingen. Deze 915 MHz standaard zien de Amerikanen graag in Europa ingevoerd worden. De Amerikaanse UHF-standaard heeft echter het probleem dat deze gebruik maakt van de Europese GSM frequentie. Het gebruik van 915 MHz voor RFID in Europa maakt de communicatie in een RFID-systeem onbetrouwbaar en zeer gevoelig voor storingen. Omgekeerd wordt de Europese 868 MHz voor RFID in Amerika voor de GSM gebruikt.

De Europese Commissie heeft in 2003 besloten om het onderwerp RFID frequenties uit te stellen tot de Wereldradioconferentie (WRC) in 2010 en niet in 2007 wanneer de volgende zitting is. Ook de bestaande Europese richtlijnen (ETSE EN 300-220) zijn RFID onvriendelijk. Deze schrijven een vermogenrestrictie van 500 mW ERP voor. In 2004 wordt verwacht dat een vermogen op de 868 MHz van 2 Watt ERP toegestaan wordt) en een bandbreedte restrictie dat frequentie 'hoppen' niet mogelijk maakt ². Texas Instruments en Philips Semiconductors zijn bezig om UHF in producten toepasbaar te maken voor gebruik in een 13.56 MHz (HF) omgeving. Ze hebben aangegeven daar nog 4 tot 5 jaar voor nodig te hebben.

¹ Philips Semiconductors, TAGSYS, Texas Instruments Inc., *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004

² Philips Semiconductors, TAGSYS, Texas Instruments Inc., *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004

3.3 *Electronic Product Code*

In dit hoofdstuk wordt eerst een introductie gegeven van de huidige standaard techniek die wordt gebruikt bij het automatisch identificeren van producten: de barcode. Hierna wordt de nieuwe standaard code voor RFID behandeld: de Electronic Product Code (EPC). De verschillen tussen de barcode en de EPC, en de voordelen van RFID (en dus EPC) boven de barcode, worden nader behandeld in paragraaf 5.2.3: Voordelen RFID boven de Barcode.

3.3.1 *Inleiding Barcodes*

Omdat de RFID chip ook dezelfde functies als de barcode heeft en waarschijnlijk de barcode voor een deel gaat vervangen, wordt in deze paragraaf de verschillen en voordelen van de RFID tag boven de barcode gegeven. Veel informatie in deze paragraaf komt van de website van EAN Nederland ¹. De barcode is ook wel bekend onder de naam streepjescode. Zoals in de voorbeelden van barcodes in figuur 14 al weergegeven is, zijn de barcodes niets anders dan een codering van een nummer (zie het nummer onder de barcode). Dit nummer verwijst in een database naar de informatie van het object of product. Uit commercieel en esthetisch oogpunt is een barcode op een product niet aantrekkelijk. De consument koopt eerder een product met een aantrekkelijk etiket, of zij wil weten wat de inhoud of gebruiksaanwijzing is van het product. Om die redenen is er voor gekozen om de barcode zo klein mogelijk te houden. Voordeel van een barcode geïntegreerd met het etiket is dat er geen of nauwelijks extra 'print' kosten voor gemaakt hoeven te worden. De meest voorkomende barcodes op consumenten artikelen zijn de barcodes volgens de standaarden EAN8 en EAN13. Deze codes kunnen alleen een beperkte hoeveelheid verschillende producten identificeren doordat de code beperkt is. Hierdoor kiest men er voor om de barcodes per productgroep te scheiden. Indien er extra cijfers op het product zijn gedrukt, zoals de houdbaarheidsdatum, kan er verwezen worden naar een batch groep, maar dit kan dan alleen handmatige uitgevoerd worden. Met deze beperkingen is het dus niet mogelijk om producten uniek te kunnen identificeren. Dit zou eventueel kunnen met de EAN 128 barcode, maar deze is zo groot dat deze voor de meeste producten niet aantrekkelijk is. Het is met een RFID tag echter wel mogelijk om elk product uniek te kunnen te identificeren, aangezien de data niet van fysieke lengte afhangt, maar opgeslagen is op een zeer kleine chip van een vierkante millimeter, die onzichtbaar weggewerkt kan zijn door de RFID tag achter het etiket te plakken of (in de verpakking van) het product te verwerken.

Door de stijging van het aantal verschillende producten die op de markt komen, ontstaat er een extra probleem: het barcodesysteem kan vol raken. Niet alleen voor elk product is een eigen barcode nodig, maar óók voor elke variatie binnen de productklasse. Zo is het mogelijk om te variëren in variant (smaak, kleur), maat verpakking (blik 100 gram, 250 gram), samenstelling (bijv. multipacks) en omverpakking ². De internationale organisatie EAN (European Article Numbering) en in Nederland EAN Nederland regelt en registreert alle barcodes, zodat er gegarandeerd kan worden dat elk product een uniek barcodenummer heeft. De standaard barcode die gebruikt wordt in winkels is de EAN 13 bit barcode. Voor kleine producten met een kleine fysieke ruimte wordt de EAN 8 bit barcode gebruikt. Winkels die alleen maar eigen producten in haar assortiment hebben, zoals de HEMA kunnen een eigen toewijzing voor hun

¹ www.eannederland.nl

² EAN Nederland, *Handboek EAN-codesysteem*, Amsterdam: 2004



barcodes hanteren. In februari 2005 is het Europese EAN overgegaan in het wereldwijde standaardisatiebureau GS1.

Voor handelseenheden zoals verpakkingsdozen wordt meestal de EAN 128 bit barcode gebruikt. Deze 128 bit barcode wordt ook meestal de Serial Shipping Container Code (SSCC) genoemd. Hierop kan meer informatie staan, maar komt door de grootte niet op afzonderlijke artikelen voor. Een voorbeeld van een SSCC label voor transporteenheden is gegeven in figuur 15. Aan de linker kant is een voorbeeld gegeven van een SSCC label. Rechts boven is een voorbeeld van een EAN 128 barcode. Hieronder is een tabel met verduidelijking van de codes van de EAN 128. In deze barcode rechtsboven staat de code (15)011209 dus voor de uiterste houdbaarheidsdatum 9 december 2001, en de code (3103)000950 voor het gewicht van het pakket: 0,950 kg. Op de SSCC label staan verschillende informatie in tekst en als barcode afgedrukt. Doordat er meerdere informatie doorgegeven moet worden en dit niet op 1 barcode past, staan er 3 barcodes onder elkaar afgedrukt. De bovenste barcode geeft informatie over het Purchase Order No. + PO Item, de houdbaarheidsdatum of productiedatum en het batchnummer. De middelste barcode verwijst naar het EAN artikelnummer en klantnummer. De onderste barcode geeft het verzendnummer weer. In principe zou 1 nummer volstaan voor een product. Dit ene nummer verwijst dan naar een database waar alle informatie over het product of groep van producten staat. Met EDI kan deze informatie reeds verzonden worden van leverancier naar de klant. Het voordeel van het gebruik van EAN barcodes of de SSCC is dat deze gestandaardiseerd zijn, en de meeste bedrijven deze dus (kunnen) gebruiken.

Doordat het aantal unieke nummers beperkt is doordat de fysieke ruimte van de barcode op de artikelen beperkt is, moeten gebruikers zoeken naar nieuwe toepassingen. De RFID technologie die geen fysieke beperkingen heeft, maar wel de mogelijkheid heeft voor een zeer groot aantal unieke nummers, wordt daardoor als goede opvolger genoemd.



figuur 14: Voorbeelden van Barcodes (ware grootte)

Company Logo/Company Name Strichcodeservice		Wolf FRANKEN Gentzgasse 14/15-16, A-1180 Wien Tel.: +43 1 470 55 04, Fax: +43 1 470 93 00 www.strichcodeservice.at mailto:w.franken@strichcodeservice.at	
Customer Name Eine Firma, Duesseldorf			
NVE (Serial Shipping Container Code SSCC) (00) 3 4012345 123456789 5			
Article Short Name Produkt Kurzbezeichnung			
Customer Mat.-Ident (91) 263600		Net weight kg (3101) 3.2	
Batch number (10) AA63301212345125		Mfg. Date (15) (JJ.MM.TT) 01.06.20	
Purchase Order No. +PO item (400) 4520929391 00001		EAN Article No. (01) 4012345 22946 2	
			
			
			

 Strichcodeservice W. Franken Gentzg. 14/4/15-16, A-1180 Wien mailto:w.franken@nexta.at			
EAN128 mengenvariable Handelseinheiten			
Gewicht			
Zutaten: Bar Tender, Laser oder Etikettendrucker, hier Zweckform 3667 Laseretiketten 70 x 50,8 mm			
			
(01) 9 9012345 00049 6 (15) 011209 (3103) 000950			
Mind. haltbar bis: 09.12.01	Gewicht kg: 0.950	Preis/kg €: 10.56	Preis €: 10.03

DB	Dateninhalte
00	Numer der Versandeinheit (NVE)
01	EAN der Handelseinheit
02	EAN der enthaltenen Einheit
10	Losnummer/Chargennummer
11 (**)	Herstellungsdatum (JJMMTT)
12 (**)	Fälligkeitsdatum (JJMMTT)
13 (**)	Packdatum (JJMMTT)
15 (**)	Mindesthaltbarkeitsdatum (JJMMTT)
17 (**)	Verfallsdatum (JJMMTT)
20	Produktvariante
21	Seriennummer
240	Zusätzliche Produktinformation
241	Kundenteilenummer
250	Seriennummer eines integrierten Bauteils
251	Quellenreferenz
252	EAN-Identnummer für Einzelfertigungsprodukte
30	Menge in Stück (mengenvariable Handelseinheit)
310 (***)	Nettogewicht, Kilogramm (mengenvariable Handelseinheit)

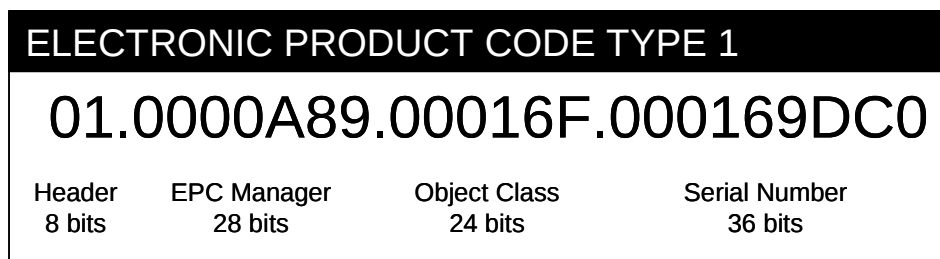
figuur 15: Voorbeeld EAN 128 Barcode en Serial Shipping Container Code (SSCC)

3.3.2 Inleiding EPC

De eerste gedachte van de codering van de RFID chip was dat alle belangrijke gegevens op de chip opgeslagen werd. Hierdoor zou er geen grote database nodig zijn omdat het product zijn informatie met zich mee draagt. Een andere codering heeft hetzelfde principe als een barcode; een code op de RFID chip verwijst naar een database met de gegevens van een product. Voor het opslaan van alleen een code is aanzienlijk minder ruimte op de chip nodig en is dus vele malen goedkoper dan een chip waar veel meer data in opgeslagen moet worden.

Voor de nieuwe code die op de chip geplaatst wordt, is een nieuwe standaard ontwikkeld. De standaard voor de code die hiervoor ontwikkeld wordt heet de Electronic Product Code (EPC). De EPC is ontwikkeld door het Auto-ID Centre. De EPC is net als een barcode verdeeld in nummers die de fabrikant, het product, de versie en het serienummer aangeven. De EPC gebruikt daarnaast nog een extra rij getallen waardoor het product een wereldwijd uniek serienummer toegewezen krijgt. Op deze manier blijft de informatie die op de chip staat beperkt. Hierdoor kunnen de kosten laag blijven en is er ruimte voor flexibiliteit aangezien er oneindig veel data geassocieerd kan worden met het product door middel van het unieke identificatienummer in een database. Het grote voordeel boven een barcode is dat anders een barcode met deze codering te lang wordt, geen ruimte biedt voor het identificeren van unieke producten, en de communicatie elektronisch kan zijn.

Vanaf januari 2005 is een nieuwe definitieve standaard voor de RFID codering. EPCGlobal (een stichting die zich bezig houdt met het standaardiseren van de RFID techniek (zie volgende paragraaf)) en de Uniform Code Council (UCC) en ISO (International Organization for Standardization) zijn hiermee bezig geweest. Het resultaat was de EPC Code Generation 2, die ook een ISO standaard 18000 heeft weten te bemachtigen ¹. Verwacht wordt dat deze EPC Generation 2 dé wereldwijde RFID communicatie standaard wordt. Deze EPC Gen 2 code is gebaseerd op de EPC Gen 1 code waarvan in figuur 16 een voorbeeld afgebeeld staat. In tabel 3 staat een verdere uitleg over de classes en generaties van de electronic product code van EPCglobal.



figuur 16: Voorbeeld EPC Gen 1 Code ²

- De header geeft de versie van de EPC code aan. Dit geeft ruimte voor opvolgers van de code en geeft de lengte van de code aan
- De EPC Manager kan bijvoorbeeld de producent zijn (bij Coca-Cola blikjes de Coca-Cola Company)
- De Object-Klasse geeft het type product weer (blikjes cola 33 cl.)
- De Serial Nummer geeft het unieke nummer van dat product weer. Dit nummer kan dan gekoppeld worden aan bijvoorbeeld de houdbaarheidsdatum

Deze EPC generatie 1 code heeft een grootte van 96-bits. Deze grootte van 96-bits is een compromis tussen het erop toezien dat alle producten een unieke code hebben en de kosten die relatief laag kunnen blijven. Met deze 96-bits is het mogelijk om 268 miljoen verschillende bedrijven te identificeren. Ieder bedrijf heeft de mogelijkheid 16 miljoen objectklassen (type producten) op te geven en 68 miljard unieke serienummers in elke object klasse. Hiermee kunnen dus $2^96 = 2,92 \cdot 10^{26}$ producten uniek genummerd worden. Meer dan genoeg voor alle producten die de komende jaren wereldwijd worden geproduceerd. Als overgang naar de 96 bit RFID tag wordt een 64 bit RFID tag aangedragen om de kosten laag te houden, maar toch genoeg verschillende unieke tags te hebben.

Bij aankomst van een product ontvangt een reader het signaal dat product 01.0000A89.00016F.000169DC0 aangekomen is bij de ontvangst. Een koppeling van het systeem met een database (op het internet) geeft dan de informatie van het product weer. Er is internationaal overleg met de organisatie EPCglobal over de standaardisatie. Het 'Electronic Product Code' netwerk (EPCglobal Network), waaraan retailers bij gebruik van RFID als standaard voor de informatie-uitwisseling de voorkeur geven, is nog niet volledig ontwikkeld. Een snelle invoering van het EPC netwerk is essentieel voor het toepassen van RFID op grote schaal.

¹ O'Connor, M.C., *Gen 2 Finds a Path to ISO Approval*, 18-01-'05

² EPCglobal website, *An in-depth look at the new network*



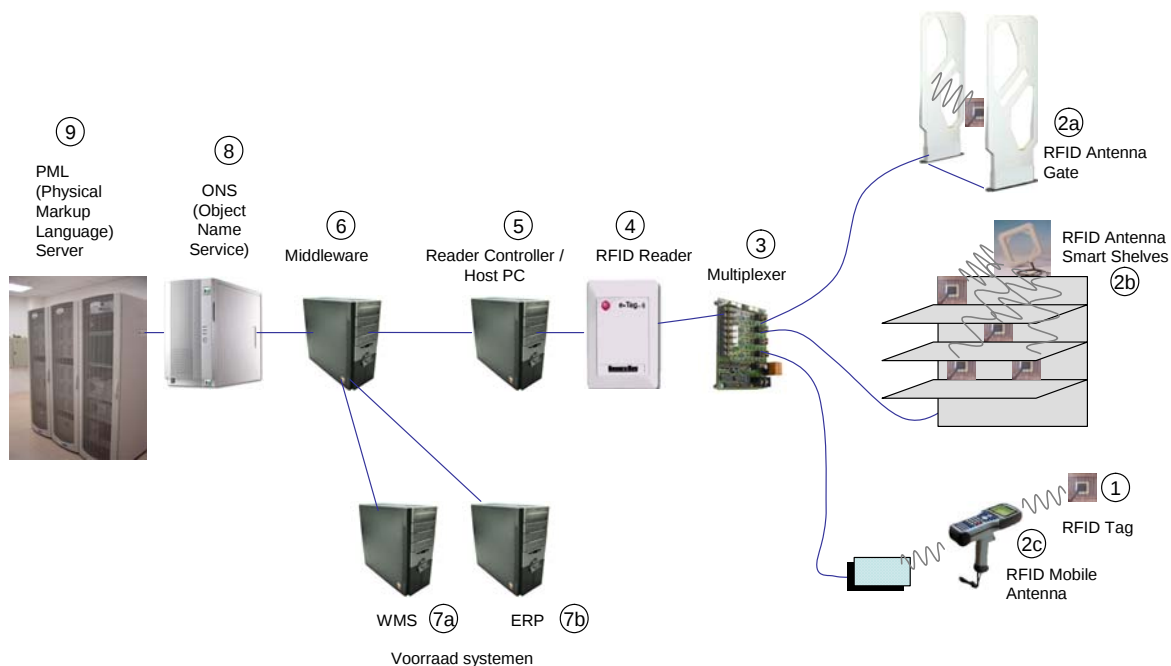
Ook voor de beveiliging van gegevens is gekozen om de data op de chip te beperken tot een uniek nummer (de EPC). Alle bruikbare informatie over het product en over de processen die het product heeft ondergaan, staan in een database die alleen toegankelijk is voor geautoriseerde gebruikers. Hier kan ook per gebruiker bepaald worden voor welke informatie toegang mag worden verkregen en welke niet. Deze databases worden beveiligd door middel van firewalls, codering en andere beveiligingsmaatregelen.

EPC Class	Definition	Programming
Class 0	"Read Only" passive tags	Programmed as part of the semiconductor manufacturing process
*Class 0+	"Write-Once, Read-Many" version of EPC Class 0	Programmed once by the customer then locked
Class 1	"Write-Once, Read-Many" passive tags	Programmed once by the customer then locked
Class 1 - Gen2	"Write-Once, Read-Many" passive tags. UHF Gen2 protocol ratified by EPC Global, Inc. on Dec. 16, 2004	Programmed once by the customer then locked
Class 2	Rewritable passive tags	Can be reprogrammed many times
Class 3	Semi-passive tags	
Class 4	Active tags	
Class 5	Readers	N/A
* Not an EPCglobal defined class		

tabel 3: Overzicht Classes Electronic Product Code van EPCglobal

3.4 Onderdelen RFID techniek

Zoals in de vorige hoofdstukken al reeds besproken is, bestaat de RFID tag uit verschillende onderdelen: een chip en een antenne. Aan deze chip en antenne kunnen ook nog verschillende andere onderdelen gekoppeld worden, zoals energiebronnen en verschillende sensoren. Bij de onderdelen van de tag houdt het echter niet op. Er is al gesproken over een RFID reader, maar deze bestaat eigenlijk ook weer uit verschillende onderdelen. Alle onderdelen die bij de RFID techniek komen kijken staan weergegeven in figuur 17.



figuur 17: Alle onderdelen van de RFID techniek ¹

De verschillende onderdelen worden hier van rechts naar links behandeld naar functie en eigenschappen:

- 1) **RFID Tag:** De RFID tag bestaat uit een chip en een antenne. Op de chip wordt data opgeslagen. Deze data wordt via de antenne via radio signalen verzonden of veranderd. Deze worden verstuurd naar de RFID antenne.
- 2) **RFID Antenne:** De RFID antenne van de reader kan in verschillende vormen voorkomen. Zo kan deze in de vorm van een poort zijn (2a). Hierdoor worden de producten herkend zodra ze doorheen vervoerd worden. Een kleinere variant (meestal ook minder bereik) kan ook op een schap gemonteerd zijn, zodat de voorraadgrootte van het schap continue geïnventariseerd kan worden (2b). Ook kunnen mobiele scanners een product identificeren met RFID (2c). Deze data kan dan via WiFi weer verder verzonden worden, of later ge-update worden als de reader weer in het station geplaatst wordt. Het is dus mogelijk om verschillende antennes aan te sluiten op 1 reader. Dit gebeurt via een multiplexer.
- 3) **Multiplexer:** De multiplexer is een kastje die ervoor zorgt dat de signalen van de verschillende antennes door 1 RFID reader uitgelezen kunnen worden. De multiplexer zorgt ervoor dat de verschillende antennes na elkaar werken en niet tegelijkertijd. Het signaal van de antenne wordt dan via de multiplexer verstuurd naar de RFID Reader. Door de multiplexer kan men bijvoorbeeld 4 antennes koppelen aan 1 reader, wat grote kostenbesparingen kan opleveren.
- 4) **RFID Reader:** De RFID Reader zet het signaal van de antenne om in een bruikbaar signaal. Dit onderdeel behelst ook meestal de interface, waarop de medewerkers de gegevens van de RFID tag kunnen zien en eventueel kunnen aanpassen. De gegevens worden verzonden of gekoppeld aan de Reader Controller of Host PC.
- 5) **Reader Controller:** In de Reader Controller (of Host PC) worden de gegevens van de tag tijdelijk opgeslagen. Deze host pc is dus eigenlijk de interne database die alle gegevens van het

¹ Chappell, G., D. Durdan, G. Gilbert, L. Ginsburg, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03

- product beheert. In deze interne database kan het bedrijf dus al naar gelang gegevens koppelen aan het object of product met de RFID tag, of de gegevens veranderen.
- 6) De Middleware: is een filter die er voor zorgt dat de andere systemen in het netwerk niet overbelast worden met te veel (onnodige) informatie of een beveiligingsfilter die er voor zorgt dat voor onbevoegden slechts een gedeelte van de informatie of een gedeelte van de database beschikbaar is.
 - 7) Voorraadsystemen: Deze gefilterde informatie kan intern verstuurd worden naar voorraadsystemen zoals een Warehouse Management System (WMS) of een Enterprise Resource Management system (ERP).
 - 8) Object Name Service: De Object Name Service (ONS) is een soort zoekmachine die (in geval van het gebruik van de Electronic Product Code (EPC)) de EPC kan koppelen aan een (externe) database met informatie over het product of object. Dit zoeken kan gebeuren via een internetachtig netwerk, aangezien ONS een onderdeel is van het bestaande internet Domain Name System (DNS).
 - 9) Physical Markup Language Server: De Physical Markup Language (PML) is een communicatie taal of middel waarmee de databases gevonden met de Object Name Service met elkaar kunnen communiceren. Dit heeft veel overeenkomsten met de bestaande Hypertext Markup Language (HTML) die voor het internet gebruikt wordt.

Bij de RFID techniek komen dus veel verschillende onderdelen kijken. Dit is echter geen standaard basis pakket. Zo kan er voor gekozen worden om RFID alleen intern in een afgesloten omgeving te gebruiken. In dat geval zijn uitbreidingen zoals een ONS en PML niet nodig. Ook kan er voor gekozen worden om slechts 1 antenne te koppelen aan 1 reader, zodat een multiplexer overbodig wordt. Om het lezen van het rapport te versimpelen wordt (tenzij anders vermeld) de term RFID reader voortaan gebruikt als verzamelnaam voor de verzameling RFID antenne, multiplexer en RFID reader samen.

3.5 Auto-ID Center en EPCglobal

Het Auto-ID Center is opgericht in 1999 door de 3 universiteiten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in de VS, Cambridge University in de UK en University of Adelaide in Australië¹. Auto-ID is kort voor Automatic Identification. In oktober 1999 hebben 94 voortrekkers in de detailhandel en consumer packaged goods industrieën met een gezamenlijke omzet van meer dan 1000 miljard dollar, zich als sponsor aangesloten bij dit Auto-ID Center. De visie van deze stichting is: *een wereld waarin goedkope RFID Tags op elk artikel zitten en gevolgd (track) kunnen worden door middel van één wereldwijd netwerk, als ze vervoerd worden van het ene naar het andere bedrijf*. Hun doel is om een universele open standaard te maken voor het identificeren van producten en het uitwisselen van informatie. Het koppelen van de informatie van de verschillende producten en scanners wordt uitgewisseld via het internet. Het Auto-ID Center ontwerpt, bouwt, en test toepassingen van een wereldwijd netwerk. Het Auto-ID Center werkt nauw samen met de Uniform Code Council (UCC) en GS1 (voorheen EAN International) om de standaard van de Electronic Product Code en RFID in goede banen te leiden, omdat zij vele jaren ervaring hebben met het ontwerpen en invoeren van wereldwijde standaarden. In het Auto-ID Center is een belangrijke visie ontwikkeld die RFID kan gaan spelen in de maatschappij. De belangrijkste aanname in de toekomstvisie van het Auto-ID Center is geweest dat de prijs van een

¹ EPCglobal website, *About the centre*, <http://archive.epcglobalinc.org/aboutthecenter.asp>

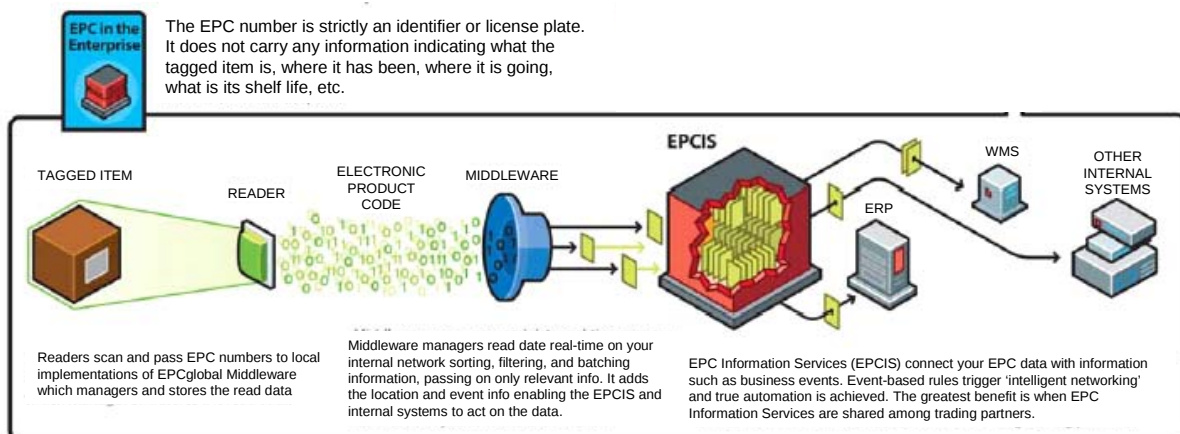
'tag' binnen afzienbare tijd zou zakken tot 0,05 dollar, zodat het de winstmarge per product niet te veel zou drukken. De huidige prijs per RFID tag ligt rond de 0,30 euro.

Op 26 oktober 2003 werd het Auto-ID Center opgeheven nadat het haar doel volbracht had, en is het opgesplitst in twee organisaties. De stichting is over gegaan in EPCglobal voor de standaardisatie en Auto-ID Labs voor het onderzoek aan universiteiten en laboratoria. De gedachte van EPCglobal is nog dezelfde als bij het Auto-ID Centre, met als doel het bewerkstelligen en steunen van de Electronic Product Code Network als wereldwijde standaard voor RFID¹.

3.6 EPCglobal Network

De informatie uit dit hoofdstuk is voornamelijk gebaald uit de publicatie van EPCglobal: *The EPCglobal Network: Overview of Design, Benefits & Security*².

Naast de Electronic Product Code heeft EPCglobal een standaard voor een communicatienetwerk ontwikkeld. Het EPCglobal Network zal real-time data verschaffen over individuele objecten die zich in de supply chain verplaatsen. De unieke EPC code wordt dan in een database gekoppeld met de gegevens van dat product. De EPC Middleware filtert deze informatie tot bruikbare info voor de processen van een bedrijf. Deze gefilterde informatie wordt dan opgeslagen in een database. Deze database kan dan gedeeld worden met verschillende interne of externe systemen. Dit gebeurt door middel van een EPC Information Services (EPCIS). De systemen zoals het Warehouse Management Systeem (WMS) of de Enterprise Resource Planning (ERP) kunnen de informatie van de individuele producten zo real-time analyseren, volgen, veranderen en eventueel delen met anderen. In figuur 18 is dit schematisch weergegeven.



figuur 18: Overzicht (interne)datastromen bij RFID. Uit *Overview of Design, Benefits & Security*².

¹ EPCglobal website, *Frequently Asked Questions*, <http://www.epcglobalinc.org/about/faqs.html#1>

² EPCglobal Inc, *The EPCglobal Network: Overview of Design, Benefits & Security*, 24-09-'04

3.7 Gevolgen uitblijven standaardisatie

In de inleiding van dit hoofdstuk is reeds vermeld dat het standaardiseren van de RFID technologie en de (in)direct betrokken technologie zeer belangrijk is voor het grootschalig implementeren van deze technologie. Voornamelijk voor de communicatie is dit belangrijk. De vraag is of indien het de verschillende organisaties niet lukt om de standaarden met elkaar af te stemmen, de RFID technologie nog steeds ingevoerd gaat worden.

Frequentie

Een groot heikel punt hierin zijn de standaardisatie van de frequenties waarop men wil communiceren. Er zijn op dit moment twee standaard frequenties voor de UHF tag: 868 MHz in Europa en 915 MHz in Amerika. Op dit moment is het niet mogelijk om één van deze frequenties als standaard te kiezen, aangezien deze frequenties in elkaars GSM band zitten. Een ontwikkeling in de standaardisatie van de GSM frequentie kan hier uitkomst voor bieden. In deze mobiele industrie werkt men al met telefoons die op verschillende frequenties kunnen communiceren (de zogenaamde dual- of tribands telefoons). Een oplossing voor het RFID systeem kan zijn, dat er twee standaard frequenties ontstaan op de wereldmarkt. Hiervoor dient bij het aanbrengen van de RFID tags rekening gehouden te worden met de bestemming van het product. Een oplossing hiervoor is de mogelijkheid om RFID readers uit te rusten met een dubbele frequentie ontvanger. Hierdoor zijn deze readers in staat zowel de 868 MHz en de 915 MHz RFID tags te ontvangen. De vraag is alleen of deze toepassing toegestaan wordt door de overheid, door de interferentie met het GSM netwerk. In acht nemend dat 80% van de export van landen in Europa binnen de EU plaats vindt, is het overkomelijk dat er verschillende frequenties bestaan in de wereld. Net zoals producten geproduceerd worden speciaal voor sommige landen (met een tekst op de verpakking, in de taal van het land) is het ook mogelijk om niet alleen de tekst maar ook de frequentie van de RFID tag af te stemmen op de bestemming. In het uiterste geval dienen producten uitgevoerd te worden met twee RFID tags die op twee frequenties werken. Hier kunnen eventueel ook technologische doorbraken in verwacht worden. Aangezien er al overeenstemming is over de HF frequentie (de 13,56 MHz) en deze frequentie naar alle waarschijnlijkheid alleen wordt gebruikt voor transportverpakkingen, worden hier weinig problemen verwacht. De RFID tag op bijvoorbeeld de transportverpakking kan zo door bedrijven in Europa als Amerika als in de rest van de wereld gelezen worden. Het uitblijven van één standaard op frequentieniveau moet dus geen belemmering vormen voor het grootschalig implementeren van de RFID technologie. Eén standaard wereldfrequentie zal echter een sterker positief effect hebben op deze wereldwijde implementatie, dan twee verschillende.

Electronic Product Code

Op dit moment zijn er reeds organisaties die zich bezig houden met het standaardiseren en beheren van de barcodering. Organisaties, zoals GS1 voorheen EAN (Nederland), houden zich hiermee bezig om dit in goede banen te leiden. GS1 is een wereldwijde organisatie die de toekenning van barcodenummers aan bedrijven regelt. Er zijn op dit moment ook bedrijven zoals de HEMA die voor hun gesloten systeem een interne barcode gebruiken. Deze eigen barcodes hebben geen GS1 toekenning, maar werken wel. Op dit moment is GS1 ook bezig met het uitgeven van het gestandaardiseerde Electronic Product Code (EPC). Op dit moment is er al 1 standaard voor de RFID code. Bedrijven kunnen dus zelf kiezen of zij deze standaard EPC code willen gebruiken of niet, net als bij de barcode.

Onderdelen RFID techniek

Voor de techniek is het niet belangrijk dat deze wereldwijd gestandaardiseerd wordt. Op dit moment zijn andere technologieën ook niet wereldwijd gestandaardiseerd, maar kunnen deze toch met elkaar communiceren. Onderdelen zoals een middleware dienen wel afgestemd te worden met de huidige ERP systemen van een bedrijf. Verwacht wordt dat deze ERP leveranciers eigen middleware systemen ontwikkelen. Sommige hebben deze al. Het is altijd mogelijk om software of hardware te maken die de communicatie tussen verschillende onderdelen regelt.

EPCglobal Network

Voor het wereldwijd implementeren is het ook niet noodzakelijk dat het EPCglobal netwerk er is. Het zal het gebruik van de RFID technologie versnellen, maar het is niet noodzakelijk. Communicatie van gegevens kan namelijk ook op dezelfde manier gebeuren zoals dit nu gaat, zoals met EDI of internetapplicaties. Verwacht wordt echter dat dit EPCglobal netwerk wel de standaard gaat worden, aangezien de grootste producenten in de Westerse wereld bij de ontwikkeling van dit netwerk betrokken zijn. Deze gebruikers van het netwerk kunnen dit gebruik dan aan hun klanten of leveranciers afdwingen, waardoor dit standaardisatie in de hand werkt.

3.8 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvragen 1b) tot en met 1d):

Antwoord (1b) “Zijn er standaarden nodig voor het gebruik van RFID?” :

[zie hoofdstuk 3]

Bij het gebruik van RFID op consumentenproducten worden de gebruikte producten over zeer veel leveranciers verspreid. Hierdoor moeten de verschillende systemen met elkaar kunnen communiceren, wil de techniek slagen bij een wereldwijde invoering. Bij interne systemen kan volstaan worden met een eigen standaard, maar bij producten die naar klanten verscheept worden dienen deze op elkaar te worden afgestemd. Vooraf opgestelde standaarden over de kenmerken van communiceren en de techniek zijn hiervoor belangrijker dan het uitontwikkelen van de techniek door concurrentie op de markt van verschillende standaarden. Bij de concurrentie oplossing om tot een communicatiestandaard te komen blijft door het kostenniveau een wereldstandaard uit.

Antwoord (1c) “Welke standaardisatie afspraken zijn er?” :

[zie paragrafen 3.2 en 3.3]

Er zijn/worden afspraken gemaakt over de techniek van RFID voor de frequentie waarop de tags uitzenden en het vermogen. Er wordt geprobeerd deze afspraken met betrekking tot de techniek tot algemene ISO standaarden te maken. Tot nu toe zijn er concrete afspraken met betrekking tot de frequentie van de High Frequentie RFID tags op 13.56 MHz. Voor het beheer en toegankelijkheid van de gegevens van de producten uitgerust met een RFID tag is ook een systeem ontwikkeld. Bij dit systeem bestaat de informatie op de RFID chip uit een uniek registratienummer dat verwijst naar een interne of externe database met alle gegevens over het product. Dit registratienummer wordt de Electronic Product Code (EPC) genoemd. Een

internetachtig netwerk, EPCglobal Network, verzorgt het dataverkeer tussen bedrijven. De EPC en het EPCglobal Netwerk wordt nog steeds verder ontwikkeld.

Antwoord (1d) “Wie houdt zich met de standaardisatie bezig?” :

[zie paragrafen 3.5 en 3.6]

Verskillende vooruitstrevende (voornamelijk FMCG) bedrijven met een gezamenlijke omzet van meer dan 1000 miljard dollar en 3 vooraanstaande universiteiten hebben zich verenigd in de stichting Auto-ID Center. Met deze stichting willen zij een draagvlak voor RFID creëren en de RFID techniek verder ontwikkelen. Zij onderhandelen ook veelvuldig over nieuwe afspraken op het gebied van technologie en communicatie. Het Auto-ID Center is een aantal jaar geleden overgegaan in EPCglobal en Auto-ID Labs. Ook verschillende coderingsmaatschappijen zoals Uniform Code Council (UCC) en GS1 (voorheen EAN International) zijn met de standaardisatie van RFID bezig. Uiteindelijk wensen ze allemaal open ISO standaarden voor de RFID, voor een wereldwijde richtlijn.

3.9 Samenvatting hoofdstuk 3

Bij het slagen van deze nieuwe techniek is het zeer belangrijk dat de verschillende gebruikers met elkaar kunnen communiceren. Afspraken over standaarden zijn dus ook zeer belangrijk hierin. RFID Tags en readers communiceren met elkaar via radiogolven. Er zijn verschillende tags die op hun eigen frequentie uitzenden. Aangezien het nog niet mogelijk is voor readers om een heel spectrum aan frequenties te lezen, is één standaard frequentie per Low Frequeuncy (LF), High Frequeuncy (HF), en Ultra High Frequeuncy (UHF) spectrum noodzakelijk. Dit is ook qua kosten aantrekkelijker. Helaas verschillen deze standaarden wereldwijd nog. Bij de afspraken voor de HF spectrum is nu overeenstemming gekomen op 13.56 MHz. Voor de LF en UHF spectra is nog geen overeenstemming gekomen voor een wereldstandaard. Op UHF gebied strijden de Amerikanen met hun 915 MHz tegen de Europeanen met de 868 MHz. De 915 MHz valt namelijk in Europa in het GSM verkeer en viceversa. Ook op het gebied van wettelijk zendvermogen is men nog steeds aan het onderhandelen met de verschillende instanties.

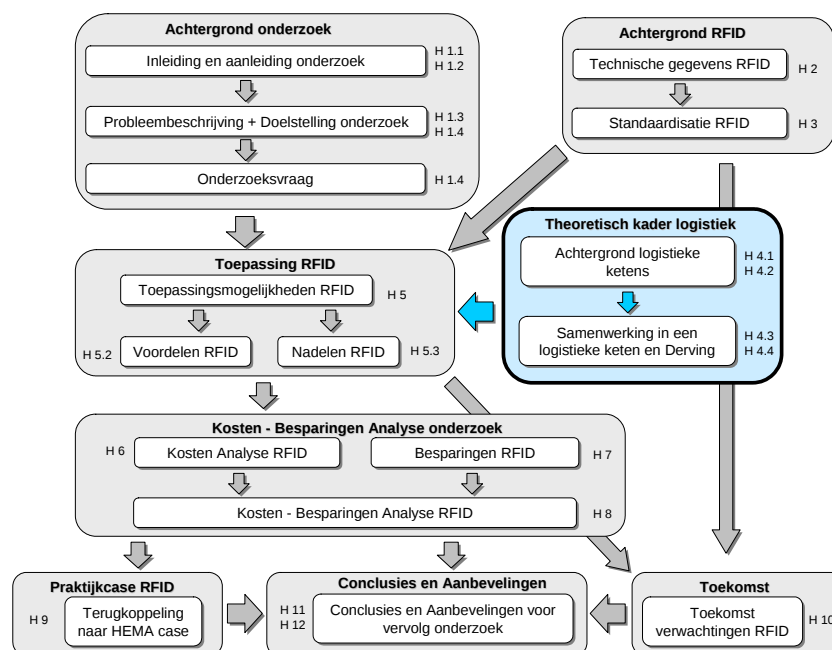
Voor het coderen van de informatie die op de RFID chip staan dienen ook standaarden ontwikkeld te worden. Er is een mogelijkheid om alle informatie over het product op de bijbehorende RFID chip op te slaan. Hiervoor is echter een grote opslagcapaciteit nodig, wat de chip weer duurder maakt. Daarom is er besloten om een code te ontwikkelen die verwijst naar alle productinformatie in een database. Deze voor iedere RFID chip unieke code wordt de Electronic Product Code (EPC) genoemd. De EPC is (en wordt nog door) ontwikkeld door het Auto-ID Centre, een stichting die zich bezig houdt met het begeleiden van de invoer van RFID en is al in een vergevorderd stadium. Voor de beveiliging van de informatie van het product is de EPC ook ideaal. De productinformatie op de chip kan niet meer gekraakt worden. Alleen het verwijsnummer staat op de chip. De echte informatie staat in een database die wordt beveiligd door middel van firewalls, codering en andere beveiligingsmaatregelen. Door de beheerder van de database kan bepaald worden welke gebruiker tot welk niveau van de informatie toegang heeft.

De verschillende onderdelen die bij de RFID techniek komen kijken kunnen verdeeld worden in 9 onderdelen. Deze zijn: RFID Tag, RFID Antenne, Multiplexer, RFID Reader, Reader Controller, Middleware, Koppeling met Voorraadsystemen (WMS, ERP), Object Name Service,

Physical Markup Language Server. Dit is echter geen standaard bases pakket. Verschillende variaties hierin zijn mogelijk, voor verschillende toepassingen. Het genoemde Auto-ID Center is opgericht in 1999 door 3 universiteiten. Auto-ID is kort voor Automatic Identification. Ook hebben 94 voortrekkers in de detailhandel en consumer packaged goods industrieën met een gezamenlijke omzet van meer dan 1000 miljard dollar als sponsor aangesloten bij dit Auto-ID Center. Het Auto-ID Center ontwerpt, bouwt, en test toepassingen van een wereldwijd RFID netwerk. Zij werkt nauw samen met de Uniform Code Council (UCC) en GS1 (voorheen EAN International) om de standaard van de EPC en RFID in goede banen te leiden. Het Auto-ID Center is in 2003 over gegaan in EPCglobal voor de bedrijven en Auto-ID Labs voor de universiteiten en laboratoria. Naast de Electronic Product Code heeft EPCglobal een standaard voor een communicatienetwerk ontwikkeld. Het EPCglobal Netwerk verschaft real-time data over individuele objecten die zich in de supply chain verplaatsen. Dit netwerk wordt een soort internet, waar informatie over de RFID producten te vinden is, waar naar verwezen wordt door de EPC op de tag. Hierdoor kan de informatie gekoppeld worden aan de WMS of ERP systemen van het bedrijf.

Theoretisch kader logistiek

In dit deel van het rapport wordt een theoretisch kader van de logistiek behandeld. In dit theoretische kader worden de achtergronden voor het gebruik van RFID beschreven. Hier worden verschillende problemen en (logistieke) processen van de bedrijfsvoering beschreven. Deze beschrijvingen komen later weer in hoofdstuk 5: “Toepassingsmogelijkheden RFID” aan bod. In dat hoofdstuk wordt dan onderzocht hoe deze problemen door middel van RFID geheel of gedeeltelijk opgelost kunnen worden.



figuur 19: Overzicht opbouw onderzoek – Theoretisch kader logistiek

4 Logistieke vraagstukken

In dit hoofdstuk komen de kenmerken, die noodzakelijk zijn voor het effectief en efficiënt toepassen van RFID, van de logistieke keten aan bod. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de theoretische aspecten van een logistieke keten en logistieke bedrijfsvoering, welke gegevens er uitgewisseld worden en op welke manier, welke specifieke kenmerken een FMCG supply chain heeft, en er wordt onderzocht bij welke processen of problemen RFID gebruikt kan worden. Verder wordt dieper ingegaan op de achterliggende doelen van algemene bedrijfsvoering en samenwerking met verschillende afdelingen binnen en buiten het bedrijf in het bijzonder.

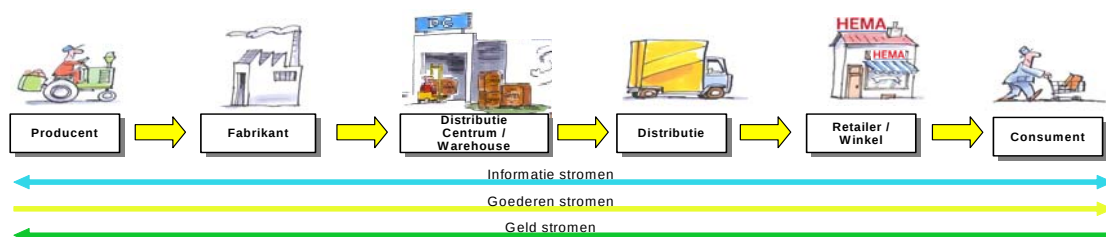
In het eerste deel van dit hoofdstuk wordt een basis gemaakt van het logistieke deel van het onderzoek. Met de conclusies en de antwoorden op de gestelde deelvragen uit hoofdstuk 1,

wordt een terugkoppeling gemaakt naar de logistieke toepassingsmogelijkheden van RFID. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen 2a) “Welke (logistieke) problemen komen vaak voor?”, 2b) “Wat zijn de oorzaken van deze problemen?”, 2c) “Hoe kunnen deze problemen opgelost worden?”, en 2d) “Waarom worden deze oplossingen nog niet gebruikt?”

Hoofdstuk 4 gaat over de theoretische achtergrond van de voordelen voor het gebruik van RFID. In hoofdstuk worden de verschillende onderdelen van een logistieke keten weergegeven en de mogelijke clustering van onderdelen binnen een bedrijf. In paragraaf 4.1 wordt in de inleiding voor de lezer met weinig logistieke ervaring geschetst wat de complexiteit in een logistieke keten kan zijn. Niet alleen de complexe taken van de bedrijfsvoering, maar zeker de complexe contacten en bijbehorende communicatie worden behandeld. In paragraaf 4.2 worden verschillende problemen die zich veelal in de logistieke bedrijfsvoering voordoen, behandeld. Hierin komen het aanhouden van veiligheidsvoorraden in verschillende onderdelen van een logistieke keten (paragraaf 4.2.1) en de achtergronden of theorieën van het klantorder ontkoppelingpunt aan bod (paragraaf 4.2.2). Ook wordt de theorie van het opslinger of bullwhip effect behandeld (paragraaf 4.2.3). In paragraaf 4.3 wordt het probleem van de derving van producten behandeld. In bijna alle bedrijven en schakels in een logistieke keten komt derving voor. Deze derving wordt hier verduidelijkt en zo beschreven dat deze in hoofdstuk 5 gebruikt kan worden bij de toepassingsmogelijkheden van RFID.

4.1 Inleiding

In een eenvoudig proces wordt een grondstof verwerkt tot een product en deze wordt vervolgens vervoerd naar en verkocht aan een klant. In figuur 20 wordt in een eenvoudige logistieke keten de levensweg van één product weergegeven. De verschillende onderdelen die hier onderkend kunnen worden, zijn de producent, de fabrikant, het distributiecentrum en de winkel. Tussen de onderdelen vindt een transport plaats om de goederen te vervoeren. Voor een optimale bedrijfsvoering van de supply chain moet er informatie tussen de verschillende schakels in de keten gedeeld worden. Dit wordt nu meestal maar wel summier gedaan met de bedrijven in de keten voor en/of na een bedrijf, maar nog niet over de gehele keten. Voor de volledigheid wordt in dit figuur ook de geldstromen weergegeven. De geldstromen vallen echter buiten de scope van het verdere onderzoek.



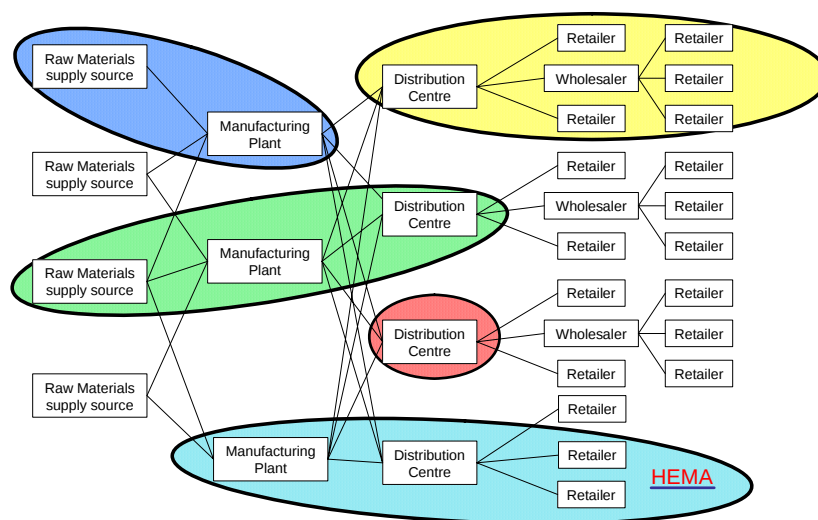
figuur 20: Eenvoudige logistieke keten van één product

Indien een product uit meerdere onderdelen bestaat en meerdere klanten breidt de logistieke keten verder uit tot een multi-echelon logistiek netwerk ¹. Indien de verschillende klanten

¹ Coyle, J.J., E.J. Bardi, C.J. Langley jr., *The Management of Business Logistics*, 6th edition, St. Paul: West Publishing Company, 1996

verschillende producten willen aanbieden ontstaat er een complex logistiek netwerk zoals is weergegeven in figuur 21. Aangezien het netwerk in figuur 21 nog redelijk ‘eenvoudig’ is weergegeven, krijgt men een beeld hoe complex de verschillende onderhandelingen met de betrokken partijen moeten verlopen, indien een optimaal functionerende logistieke keten verkregen wil worden. De meeste bedrijven nemen namelijk tegelijkertijd deel aan meerdere supply chains zodat de complexiteit van de bedrijfsvoering en daardoor de beheersbaarheid van de informatievoorziening toeneemt ¹. Ook kunnen bedrijven meerdere schakels in de keten bevatten. Een voorbeeld is een supermarktketen die zowel de retailers (de supermarkten) als het DC bevat. Een ander voorbeeld is de koffie fabriek die ook eigen plantages en distributiecentra heeft. Als voorbeeld wordt de situatie van de HEMA aangegeven in de onderste ovaal.

Complex Logistics Channel



figuur 21: Complex Logistiek Netwerk ²

Door de toename van complexiteit in een logistieke keten, kunnen er verschillende problemen ontstaan. De meeste van deze problemen hebben te maken met de communicatie tussen verschillende bedrijven, waarvan enkele in dit hoofdstuk worden behandeld. Zelfs bij eenvoudige logistieke ketens zoals weergegeven is in figuur 20 komen communicatieproblemen voor, en dus al helemaal in complexe logistieke netwerken zoals in figuur 21 is weergegeven.

4.2 Inzicht in voorraden en bestellingen

In deze paragraaf wordt het praktijkprobleem van het niet of gedeeltelijk delen van voorraad informatie in de supply chain behandeld. Allereerst worden drie problemen gegeven die in de praktijk voorkomen. Hierna wordt ingegaan wat de oorzaken van deze genoemde

¹ Handfield, R.B. en E.L. Nichols, *Supply Chain Redesign,, Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems*, Financial Times Prentice Hall, 2002

² Coyle, J.J., E.J. Bardi, C.J. Langley jr., *The Management of Business Logistics*, 6th edition, St. Paul: West Publishing Company, 1996

problemen zijn. Dit blijkt af te hangen van het delen van voorraad informatie. Er wordt daarom ook ingegaan waarom men deze informatie niet deelt of niet bereidt is te delen. Er worden een aantal ongewenste maar noodzakelijke oplossingen gegeven voor deze problemen.

Voor een logistieke planner is het belangrijk om inzicht te hebben in de drie W's: Wat, Wanneer en Waar produceren en naar toe transporteren, om aan de klantwensen te kunnen voldoen. Door onzekerheid over de vraag en de planning daarvan ontstaan er verschillende problemen. Hier worden een drietal problemen gegeven ¹:

- Onverkoopbare producten,
- Verkeerde leveringen,
- Out-of-Stocks

Onverkoopbare producten worden gedefinieerd als verkeerde producten op de verkeerde plaats op de verkeerde tijd. Geschat wordt dat het aandeel van de onverkoopbare producten **1,14%** van de omzet bedraagt ¹. Out-of-Stocks vormen een nog groter probleem. Volgens een studie in opdracht van de Grocery Manufacturers of America (GMA) groep zijn **8%** van de producten in een supermarkt, en **20%** van de promotie artikelen niet aanwezig in de schappen terwijl ze dat wel behoren te zijn ². Uit het onderzoek kwam ook dat het product meestal wel in de winkel aanwezig is, maar niet in de schappen ligt. *[De GMA is de grootste vereniging belangenbehartigers van de wereld voor Amerikaanse bedrijven in de voedsel, drank en consumentenproducten industrie. De aangesloten bedrijven hebben een gezamenlijke omzet van meer dan 500 miljard dollar]*. De oplossing voor de genoemde problemen zijn volgens adviesbureau Accenture ¹: **duidelijkheid en zekerheid**. Door duidelijkheid en zekerheid van de producent over de voorraden bij zijn klanten en de vraag zijn klanten door de vraag van de eindgebruiker te weten, kunnen bovengenoemde problemen voor een groot deel opgelost worden. Hierdoor zijn er verschillende bedrijven, zoals A.C. Nielsen, ontstaan die verkoopinformatie van bijvoorbeeld supermarkten verzamelen en de totalen doorgeven aan de producenten. Deze Point of Sales (POS) informatie is echter niet toereikend voor de producenten om voldoende inzicht in de voorraden te verkrijgen. Waarom deze informatie nog niet gedeeld wordt heeft drie oorzaken:

1. De verhouding tussen producent en retailer is in het algemeen vijandig in plaats van coöperatief. Hierdoor heeft de retailer de macht over de voorraden. Een macht die zij niet graag aan de producenten wil vergeven.
2. Het is op dit moment slecht mogelijk om door de gehele supply chain goede voorraadhoogtes te delen met alle belanghebbenden zoals de producenten en retailers. Met een geïntegreerd systeem dat de voorraad informatie deelt met de verschillende groepen wordt dit probleem opgelost.
3. Barcodes leveren niet de 100% zekerheid die zij beloven doordat nog steeds menselijke fouten gemaakt worden. Daarnaast zijn er veel mensen nodig om de barcodes handmatig te scannen om de juiste voorraad informatie te verkrijgen.

Om op dit moment ervoor te zorgen dat er minder onverkoopbare producten, verkeerde leveringen, of out-of-stocks zijn, worden verschillende ongewenste maar noodzakelijke maatregelen genomen. Voorbeelden van deze maatregelen zijn:

- Overproductie en extra producten in voorraad aanhouden (hogere veiligheidsvoorraden) om onzekerheden in de voorraden en bestellingen op te vangen en om onverwachte tekorten tegen te gaan.

¹ Chappell, G., L. Ginsburg, P. Schmidt, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Demand: The Value of Auto-ID Technology in Consumer Packaged Goods Demand Planning*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03

² Grocery Manufacturers of America, *Full Shelf Satisfaction: Reducing Out-of-Stocks in the Grocery Channel*, GMA: 2002

- Het aanhouden van lange doorlooptijden om aan de verplichtingen van de levertijden te kunnen voldoen.

In de volgende paragrafen worden enkele logistieke theorieën behandeld die van toepassing zijn op bovengenoemde problemen, oorzaken en maatregelen. In de vorige paragrafen werd reeds aangegeven, dat er meer voorraden in de supply chain worden aangehouden dan noodzakelijk is. In paragraaf 4.2.1 wordt de theorie van het aanhouden van voorraden behandeld. Hierin staan de problemen die voort kunnen komen uit deze theorie centraal. Daarna wordt de theorie van het klantorder ontkoppelingpunt behandeld in paragraaf 4.2.2. Deze theorie geeft meer inzicht in het probleem waarom verkoopinformatie niet in de gehele supply chain bekend is. Aansluitend hierop wordt de theorie van het opslingereffect of Bullwhip effect behandeld in paragraaf 4.2.3. Deze theorie van het Bullwhip effect geeft meer inzicht welke extra problemen voordoen in de logistieke bedrijfsvoering en waarom het zo belangrijk is om voorraad informatie in de gehele supply chain te delen.

4.2.1 Veiligheidsvoorraden

Tijdens maakproces van een product ondervindt deze verschillende bewerkingstappen, zoals de productie van een product (van grondstof tot (half)fabrikaat), of het gebruiksklaar maken van het product (bijvoorbeeld het samenbundelen voor transport). Indien een product geen bewerking ondergaat en als voorraad aangehouden wordt, is dit eigenlijk een overbodige handeling. Echter om snel, flexibel en toch efficiënt in te kunnen spelen op de vraag van de klant worden voorraden aangehouden. *Een voorraad dient ter overbrugging van de periode tussen het tijdstip van aanvoer en het moment van verbruik van grondstoffen, waardoor stagnatie van het productieproces kan worden voorkomen*¹. Ook het is financieel gezien meestal beter om producten in grotere hoeveelheden te kopen, in verband met kostenvoordelen en productie-efficiëntie. Door het aanhouden van voorraden is het meestal mogelijk om direct goederen te kunnen leveren als een klant daarnaar vraagt. Dit resulteert in een grote hoeveelheid goederen die opgeslagen worden, zonder dat ze gebruikt worden. Het opslaan van goederen genereert geen toegevoegde waarde aan de goederen en is dus een vorm van verspilling van resources.

Voorraden kunnen onderscheiden worden in de technische voorraad, de veiligheidsvoorraad (of ijzeren voorraad) en de economische voorraad². De technische voorraad is de voorraad die feitelijk in het bedrijf aanwezig is. De economische voorraad is de voorraad waarover de onderneming prijsrisico loopt. De veiligheidsvoorraad is de voorraad die extra aangehouden wordt om schommelingen in de bestellingen op te kunnen vangen. Definities van veiligheidsvoorraden zijn: *“Het verschil tussen het bestelniveau met onzekerheid en het bestelniveau zonder onzekerheid”*² en *“The inventory a company holds beyond normal needs as a buffer against delays in receipt of orders or changes in customer buying patterns”*³.

Door slechte communicatie en slechte voorspellingen ontstaat er asymmetrische informatie tussen de consumenten vraag en het productieschema. Het gevolg hiervan is dat grote

¹ Boer, P. de, M.P. Brouwers, W. Koetzier, *Basisboek Bedrijfseconomie*, 5^e druk. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1998, pagina 241

² Boer, P. de, M.P. Brouwers, W. Koetzier, *Basisboek Bedrijfseconomie*, 5^e druk. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1998, pagina 107

³ Coyle, J.J., E.J. Bardi, C.J. Langley jr., *The Management of Business Logistics*, 6th edition, St. Paul: West Publishing Company, 1996, page 620

veiligheidsvoorraden aangehouden worden ¹. Dit gebeurt ook om onverkoopbare producten en out-of-stocks te voorkomen. Indien de bestellingen van de klanten eerder bekend zijn in het proces, is het mogelijk om het productieproces daarop af te stemmen. Hierdoor kunnen de productieplanners en logistieke planners beter inspelen op de schommelingen in de bestellingen van de klanten. Daardoor is het niet nodig om grotere voorraden aan te houden om deze schommelingen op te vangen en kan de veiligheidsvoorraad in principe verlaagd worden. Aangezien er in een logistieke keten meerdere voorraadbuffers zijn, is het dus mogelijk om in elke schakel in de keten de voorraad te verlagen.

Er bestaan verschillende formules om de veiligheidsvoorraad voor een bedrijf en voor een (productie)proces apart te berekenen. Deze veiligheidsvoorraad is dan afhankelijk van onder andere de bestelgrootte en de leveringsduur ². Het is daarom niet mogelijk om in het algemeen aan te geven welk percentage van de aangehouden voorraden of zelfs welk percentage van de omzet toe te schrijven is aan de veiligheidsvoorraden. Specifiek voor een bedrijf is dat wel mogelijk, maar dit is dan ook afhankelijk van het bedrijf en de mogelijkheden om deze veiligheidsvoorraden te verminderen.

Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat door betere communicatie over verwachtingen en daadwerkelijke klantenvraag in de gehele supply chain, de veiligheidsvoorraden verlaagd kunnen worden. Ook door betere communicatie kunnen problemen als onverkoopbare producten en out-of-stocks voorkomen of verminderd worden. De communicatie in een logistieke keten kan bewerkstelligd worden door het grootschalige gebruik van een gezamenlijk netwerk, zoals het EPCglobal Netwerk, in combinatie met het gebruik van RFID en de EPC codering.

4.2.2 Klantorder ontkoppelingspunt

De tijd tussen het ontvangen van een bestelling en het afleveren van de bestelling aan de klant, is de levertijd. Echter de levertijd die de markt accepteert is meestal veel korter dan de cumulatieve doorlooptijd van het product door de productie en distributieketen. In die keten moet dus worden geanticipeerd op de uiteindelijke klantenvraag. Er moeten dus maatregelen getroffen worden om een stroom producten op gang te brengen zonder dat de daadwerkelijke klantenorders bekend zijn. Deze stroom moet ergens in de keten (op een punt waar de klantenorders wel bekend zijn) naar de afnemers worden gestuurd ³. Dit punt vanaf waar de klantenorders wel bekend zijn heet het klantorder ontkoppelingspunt (in het Engels: Customer Decoupling Point). Dit is het punt wat de logistieke keten virtueel in tweeën deelt, tussen waar de daadwerkelijke (klanten)vraag wel en niet bekend is.

Het traject van de fabrikant tot het klantorder ontkoppelingspunt wordt upstream genoemd en het traject vanaf dit punt naar de eindgebruiker wordt downstream genoemd. Voor dit punt richting de fabrikant (upstream) worden goederen besteld en geproduceerd op basis van afzetverwachtingen en prognoses. Na dit punt (downstream) worden goederen besteld op basis van daadwerkelijke bestellingen door de klant(en) of de daadwerkelijke vraag van de klant. Zoals

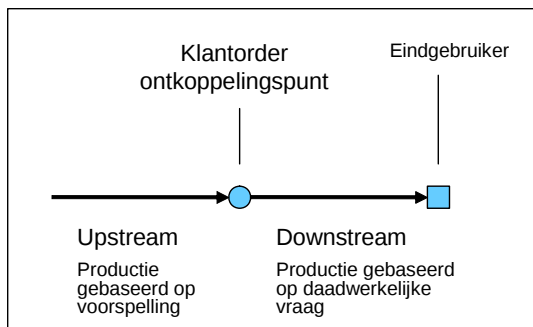
¹ Lee, H.L., V. Padmanabhan, S. Whang, *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Review, Spring 1997, Volume 38, Issue 3, pp. 93-102

² Goor, Prof. Dr. A.R. van, Prof. Ir. W. Monhemius, Prof. Dr. Ir. J.C. Wortmann, *Poly-Logistiek Zakboekje*, Arnhem: Koninklijke PBNA, 1998

³ Goor, Prof. Dr. A.R. van, Prof. Ir. W. Monhemius, Prof. Dr. Ir. J.C. Wortmann, *Poly-Logistiek Zakboekje*, Arnhem: Koninklijke PBNA, 1998



in figuur 22 is weergegeven, is het eerste deel van de keten meer push gedreven en het tweede deel van de keten meer pull gedreven. Aan de downstream kant worden de voorraad niveaus bepaald door de actuele vraag en in de upstream kant worden de voorraden bepaald door de voorraadhoogtes aan die kant van de keten en de verwachte vraag. In het klantorder ontkoppelpunt wordt onafhankelijke vraag, afhankelijke vraag¹. Het klantorder ontkoppelpunt (voor de gehele supply chain) is dus het punt tot waar de klantenvraag door kan dringen in de supply chain².



figuur 22: Klantorder ontkoppelpunt³

De informatie over de daadwerkelijke klantenvraag over de hoeveelheden en specificaties (functionaliteit, prijs en kwaliteit) dient zo snel mogelijk in het productieproces bekend te zijn om zo efficiënt mogelijk in te kunnen spelen op de klantvraag. Hierdoor is noodzaak dat het klantorder ontkoppelpunt zo diep mogelijk (zo ver mogelijk upstream) in de logistieke keten zich bevindt. Voor het logistieke management is het dus belangrijk om te weten waar het klantorder ontkoppelpunt zich bevindt. Deze is verschillend per logistieke keten. Om optimaal te kunnen werken en een optimale logistieke keten te verkrijgen dient er een goede samenwerking te zijn. Samenwerking in de keten kan leiden tot een betere bedrijfsvoering in alle schakels in de keten. Deze samenwerking kan het afstemmen van productie op elkaar tot het delen van voorraad en bestelinformatie zijn.

Door het delen van de Point of Sales (POS) informatie (de daadwerkelijke klantverkopten) met de leveranciers, producenten en de rest van de logistieke keten, kunnen deze de productie en andere bedrijfsprocessen hier op afstemmen. Het delen van de Point of Sales zorgt er dan voor dat het klantorderontkoppelpunt verder upstream in de keten verplaatst. Hierdoor kunnen de verschillende bedrijven in de keten efficiënter werken, zodat uiteindelijk de kosten of verkoopprijzen kunnen dalen. **Hierbij is het echter niet alleen belangrijk dat er bekend is hoeveel producten er verkocht worden, maar ook hoeveel producten er op korte termijn nog beschikbaar zijn.** Indien er binnen afzienbare tijd nieuwe producten aangevoerd kunnen worden, (uit bijvoorbeeld het magazijn of het distributiecentrum) is het meestal niet noodzakelijk om snel veel producten te produceren. Hiervoor is dus naast een POS systeem ook een systeem nodig waarmee de voorraadhoogtes real-time bekeken kunnen worden. Op basis van de gegevens

¹ Coyle, J.J., E.J. Bardi, C.J. Langley jr., *The Management of Business Logistics*, 6th edition, St. Paul: West Publishing Company, 1996

² Christopher, M. and D.R. Towill, Supply chain migration from lean and functional to agile and customized (research note), *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.5, number 4, MCB University Press, 2000, pp.206-213

³ Hoekstra en Romme, 1992

uit beide systemen kan het management haar verdere handelen bepalen. Daarnaast wordt een systeem die de voorraadhoogtes registreert geprefereerd boven een POS systeem, aangezien:

- Een Point of Sales systeem geeft alleen de aantallen van de producten die verkocht zijn weer. De verschillende voorraadhoogtes zijn hiervan afgeleidt.
- Door derving en andere oorzaken kunnen de voorraadhoogtes die berekend zijn aan de hand van het POS systeem verschillen met de werkelijkheid.

Het direct kunnen meten van de voorraadhoogtes kan behaald worden door voorraadtellingen uit te voeren. Deze voorraadtellingen kunnen uitgevoerd worden door medewerkers of door RFID op productniveau en readers op schapniveau toe te passen.

Conclusie

Geconcludeerd kan worden uit de theorie van het klantorder ontkoppelpunt dat door het delen van voorraadinformatie de totale voorraden in de supply chain lager kunnen worden. Deze voorraadinformatie dient dan ook daadwerkelijk gemeten te worden en niet afgeleidt van andere hoogtes. Door het gebruik van RFID op productniveau is dit inzicht in de juiste voorraadhoogtes mogelijk. Het EPCglobal Netwerk in combinatie met RFID geeft de mogelijkheid om het delen van de voorraadinformatie op het juiste toepassingsniveau te brengen.

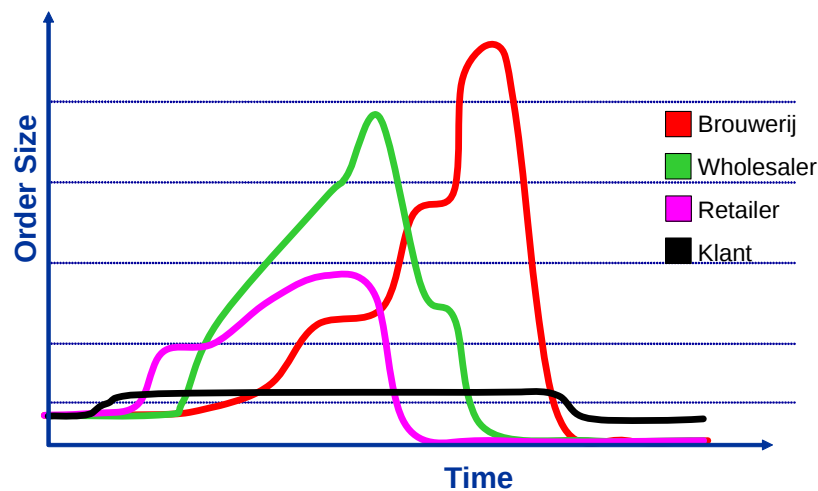
4.2.3 Bullwhip effect

Op bestellingen van de klanten die binnen komen wordt, door bijvoorbeeld de retailers, leveranciers of producenten, vaak pro-actief gereageerd. Planners proberen dan trends en verwachtingen in de bestellingen te ontdekken en daar van tevoren op te reageren door middel van het aanpassen van de productie of bestellingen bij de leverancier. Door overschatting in elk deel van de keten ontstaat hierdoor meestal het zogenaamde *Bullwhip effect*. Dit bullwhip effect vindt plaats als variaties in de vraag in een supply chain, versterkt worden als ze verder in de supply chain doorgegeven worden ¹. Verstoorte informatie van de ene kant naar de andere kant van de supply chain kan tot grote inefficiënties leiden, zoals:

- te grote hoeveelheid voorraden die aangehouden worden,
- slechte customer service,
- gemiste omzet,
- verkeerde capaciteitsplanningen,
- passief transport, en
- niet gehaalde productie planningen.

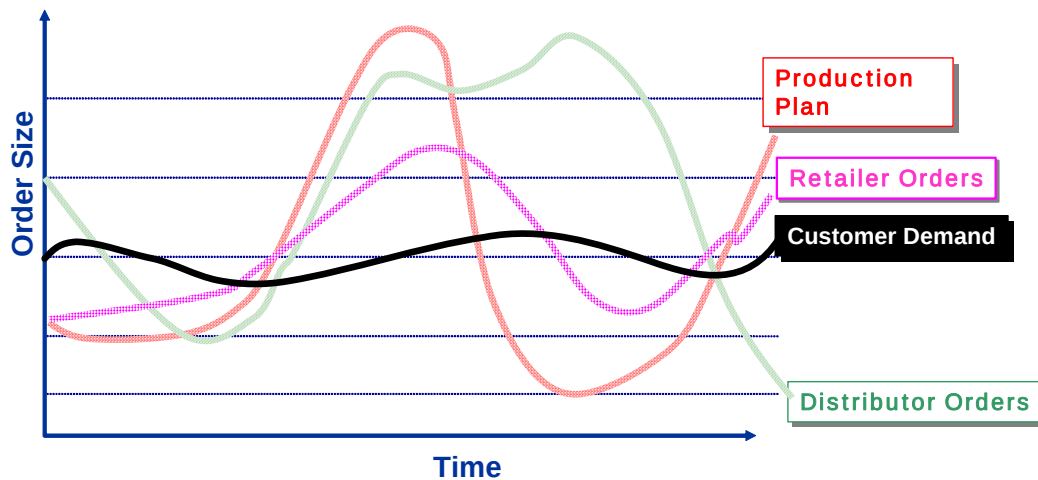
In figuur 23 wordt het Bullwhip effect weergegeven voor een supply chain van bier. Dit komt uit een voorbeeld dat vaak gebruikt wordt om het Bullwhip effect te tonen: het spelen van het bierspel. [*Het bierspel (of the Beergame)* is een simulatiespel van een logistieke keten, opgesteld door MIT in de jaren 60]. In figuur 23 is te zien hoe een kleine tijdelijke verhoging van de klantenvraag van 4 naar 8 pallets met kratten bier per week, dramatische gevolgen voor de rest van de bestellingen en productie kan hebben. Dit kan plaatsvinden door het opslinger effect in de supply chain.

¹ Lee, H.L., V. Padmanabhan, S. Whang, *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Review, Spring 1997, Volume 38, Issue 3, pp. 1



figuur 23: Bullwhip effect (1)

Uit de presentatie van Shoumen Datta, onderzoeker bij MIT ¹, wordt het Bullwhip effect in figuur 24 (in het engels) weergegeven voor een keten waar het effect van de veranderende klantenvraag al langer aan de gang is. Door het bestellen van extra voorraden in elk onderdeel van de keten, bij een kleine stijging van klantvraag om aan de groeiende vraag te voorzien, werkt dit opslingerend door in de rest van de keten. Hierdoor ontstaat een zeer grote discrepantie tussen de vraag en de productie.



figuur 24: Bullwhip Effect (2) ²

Zowel in figuur 23 als in figuur 24 is de vraag in de keten allesbehalve stabiel, terwijl de klantenvraag dat nagenoeg wel is. Hierdoor schommelt men in de keten tussen een tekort aan kratten bier (men kan niet aan de vraag voldoen) en een groot overschot aan bier (er is geen vraag voor het grote aanbod). Deze schommelingen in voorraden en productie brengen hoge kosten

¹ Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03

² Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03

met zich mee. In de literatuur ^{1 2} wordt een aantal redenen genoemd voor het ontstaan van het Bullwhip effect. Deze zijn:

1. Aanpassing van voorspellingen in de vraag
Variaties worden vaak gezien als een signaal voor een toekomstige verandering, terwijl dit niet zo hoeft te zijn. Planners neigen er naar om pro-actief op deze variaties in de vraag te reageren, waardoor het opslinger effect in de supply chain ontstaat.
2. Het bestellen in hoeveelheden
Het bestellen in grotere hoeveelheden is meestal gemakkelijker en goedkoper dan het bestellen in kleinere hoeveelheden. Hierdoor is er geen gespreide vraag. Deze variaties zorgen er voor dat het Bullwhip effect zich versterkt.
3. Prijs fluctuaties
Geschat wordt dat door gunstige aanbiedingen 80% van de aankopen eerder gedaan wordt. Hierdoor wordt er weer besteld in grotere hoeveelheden, die de klant daarna opslaat, en dus een periode niet besteld.
4. Rantsoenering en overdrijving
Als de vraag het aanbod overschrijdt moet een leverancier zijn klanten op rantsoen stellen. Hierdoor gaan klanten hun vraag waarschijnlijk overdrijven, zodat ze toch een grote en toereikende hoeveelheid krijgen. Ook proberen zij via andere kanalen de gevraagde hoeveelheid te bemachtigen. Zodra het aanbod weer toereikend is, neemt de grote vraag sterk af en stromen veel annuleringen binnen. Door dit overdrijven geven de klanten te weinig inzicht in de daadwerkelijke vraag, met als gevolg dat het Bullwhip effect zeer versterkt optreedt.
5. Buffertijd in het systeem
Doordat er een tijd in het systeem zit tussen het bestellen van de producten en het ontvangen ervan, kan er niet snel ingespeeld worden op de veranderende vraag van de klant. Hierdoor kan het letterlijk weken duren voordat een structurele verandering in de klantenvraag aan het eind van de logistieke keten, doorgedrongen is tot het begin van de keten, waar het productieproces plaats vindt. Door het gebrek aan real-time sensoren bij de eindgebruiker kan de producent veel te laat inspelen op de veranderingen in de markt. Hij kan dan alleen afgaan op de directe vraag van zijn klant, die meestal een van de tussenpersonen is tussen de producenten en de eindgebruiker.

Grote variaties kunnen zich al voordoen in ketens waar de vraag slechts zeer marginaal veranderd (zie figuur 24). Een constante vraag die veranderd naar een hogere constante vraag kan door het Bullwhip effect al leiden tot grote fluctuaties in het systeem.

In de literatuur worden drie manieren genoemd om het Bullwhip effect tegen te gaan³:

¹ Lee, H.L., V. Padmanabhan, S. Whang, *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Review, Spring 1997, Volume 38, Issue 3, pp. 3 - 7

² Senge, P.M., *The Fifth Discipline, The Art & Practice of The Learning Organization*, Century Business, London, 1990, pp.27-54.

³ Lee, H.L., V. Padmanabhan, S. Whang, *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Review, Spring 1997, Volume 38, Issue 3

- **Het delen van informatie** (downstream informatie over de klantenvraag wordt dan upstream gedeeld met de leveranciers en producenten)
- **Keten afstemming** (coördinatie van prijzen, transport, voorraad planning en beheer van de upstream en downstream van een supply chain)
- **Operationele efficiëntie** (activiteiten die het proces verbeteren, zoals het reduceren van kosten en lead-time)

Indien de bestellingen van klanten en de leveringen van leveranciers bekend zijn, kunnen er minder voorraden aangehouden worden (vermindering of verdwijnen van de veiligheidsvoorraad). Om dit te bereiken is er meer transparantie in de logistieke keten nodig, zodat bedrijven op elk moment kunnen zien waar de goederen zich bevinden en wat de bestellingen zullen zijn. In het ultieme geval heeft de fabrikant van de goederen direct inzicht in de directe bestellingen van de klant, om daar zijn productie op af te kunnen stemmen. Hiervoor is gestroomlijnde data-sharing nodig. Hier wordt in paragraaf 10.4 dieper op ingegaan. Deze gestroomlijnde data sharing kan onder andere verkregen worden door één communicatietaal af te spreken en één netwerk daarvoor te gebruiken. Hiervoor kan dus het EPCglobal netwerk voor gebruikt worden als infrastructuur en de RFID met Electronic Product Code voor de productherkenning en voor de track and trace acties.

Het hebben van een transparant overzicht van de daadwerkelijke en correcte bestellingen en voorraden in de keten heeft dus een sterk positief effect op de efficiëntie van de bedrijfsvoering in die keten. Indien planners niet precies weten welke effecten meespelen in de bestellingen en geen perfect transparant overzicht hebben van de correcte bestellingen en voorraden in de keten, is het niet pro-actief reageren op veranderingen in de bestelling, soms beter dan wel pro-actief reageren. Dit druist echter veelal in tegen het gevoel van deze planners. Dit wordt ook indirect weergegeven door een voorbeeld in de literatuur. In *The Fifth Discipline* van Peter Senge staat dat het soms beter is om niet pro-actief te reageren op veranderingen in de bestellingen dan wel ¹. In het volgende voorbeeld, naar aanleiding van onderzoek naar de uitkomst van vele duizenden uitslagen van het bierspel, wordt met de ‘no-strategy’ strategie bedoeld dat men niet pro-actief reageert op veranderingen in de bestellingen.

Moreover, total cost generated by all positions in the ‘no-strategy’ strategy is lower than what is achieved by 75 percent of the teams that play the game. In other words, the majority of players in the games, many of them experienced managers, do much worse than if they simply placed orders equal to the orders they receive. In trying to correct the imbalances that result from “doing nothing”, most players make matters worse, in many cases dramatically worse. On the other hand, about 25 percent of the players score better than the ‘no strategy’ strategy, and about 10 percent score very much better. In other words, success is possible.

Conclusie

Uit de theorie van het bullwhip effect kan geconcludeerd worden dat het delen van informatie, keten afstemming en operationele efficiëntie, kunnen resulteren tot of bijdragen aan het aanhouden van lagere voorraden in de keten en een gestroomlijnder productieproces. Het standaard netwerk systeem dat voor RFID ontworpen is (EPCglobal netwerk), creëert een mogelijkheid om deze drie methodes uit te voeren.

¹ Senge, P.M., *The Fifth Discipline, The Art & Practice of The Learning Organization*, Century Business, London, 1990, p. 48.



4.3 Onnodige inkomstendervingen

De definitie van derving is: *geld dat onnodig is verdwenen door (winkel)diefstal, interne fraude of het verkeert bestellen van artikelen*. Er wordt geschat dat er dagelijks voor vele miljoenen euro's onnodig verdwijnen aan derving. Dit is een groot probleem voor de dagelijkse (logistieke) bedrijfsvoering in de Fast Moving Consumer Goods en Retail sectoren. In deze paragraaf worden de problemen (en oorzaken) van de derving besproken. Dit onderwerp is opgedeeld in derving door diefstal, echtheid van producten en de derving door voedingsmiddelen. Bij de derving door voedingsmiddelen wordt ook de nieuwste Europese voedingswet, de General Foodlaw, behandeld.

4.3.1 Diefstal

In de Fast Moving Consumer Goods sector wordt wereldwijd dagelijks voor tientallen miljoenen euro verlies gemaakt door diefstal of kwijtraken ¹. Bij de HEMA werd in 2003 voor een bedrag van 17 miljoen euro inkoopwaarde aan derving afgeboekt ², dit komt overeen met een percentage van bijna 2% van de inkoopwaarde. Deze 2% geldt voor het gehele proces en niet alleen voor de derving in de winkels. Een Engelse organisatie, *Centre for Retail Research*, heeft een onderzoek gedaan naar de omvang en verdeling van derving bij winkels in Europa. De conclusies hiervan zijn samengevat in de publicatie: *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004* ³. Ook de universiteit van Florida heeft een soortgelijke studie gedaan naar de omvang en verdeling van derving bij winkels in de gehele Verenigde Staten ⁴, gebaseerd op ontvangen enquêtes. In het Europese onderzoek wordt Nederland ook expliciet genoemd. De volgende data komen voornamelijk uit de publicatie van het Europese onderzoek ³.

Volgens het onderzoek gaat in Nederland gemiddeld 1,35 % van de verkoopomzet van winkels (retail) verloren aan derving, waarmee ze op het Europese gemiddelde zitten. Voor de warenhuizen (department stores) ligt het Nederlandse gemiddelde iets lager dan het Europese gemiddelde en wel op **1,49 %** van de verkoopomzet. Totaal wordt in Nederland voor **€ 840 miljoen** en in Europa voor **€ 23,769 miljard** gestolen. In Amerika wordt voor een bedrag van **\$ 31,300 miljard** per jaar gestolen ⁴. Voor diefstal preventie wordt jaarlijks ook een groot bedrag uitgegeven, namelijk **€ 266 miljoen** in Nederland en **€ 6,664 miljard** in Europa. Dit komt neer op een totale kosten van diefstal derving van gemiddeld € 69,18 per inwoner in Nederland en gemiddeld € 78,04 per inwoner in Europa!

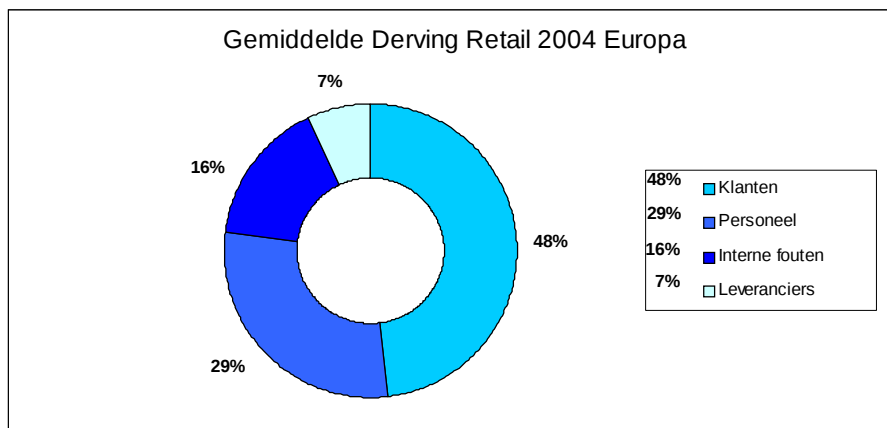
De genoemde derving is verdeeld in diefstal door eigen personeel, diefstal door klanten, interne (administratieve) fouten en leveranciersfraude. Leveranciersfraude komt voornamelijk voor bij winkels die direct door de leverancier worden aangevuld. In figuur 25 staan de percentages van de gemiddelde derving van alle winkels in Europa weergegeven en in figuur 26 de verdelingen voor Nederland. Deze verhoudingen in de Europese studie zijn bijna gelijk aan de verhoudingen die uit de Amerikaanse studie komen. Per jaar wordt door eigen personeel minder vaak, maar wel voor grotere bedragen dan de klanten gestolen. Eigen personeel steelt per jaar gemiddeld voor €317 en klanten voor gemiddeld € 69.

¹ Goossens en Lambi, *Kosten RFID beperken voorlopig toepassing*, RFIDSociety: 12-12-'03 (uit computable)

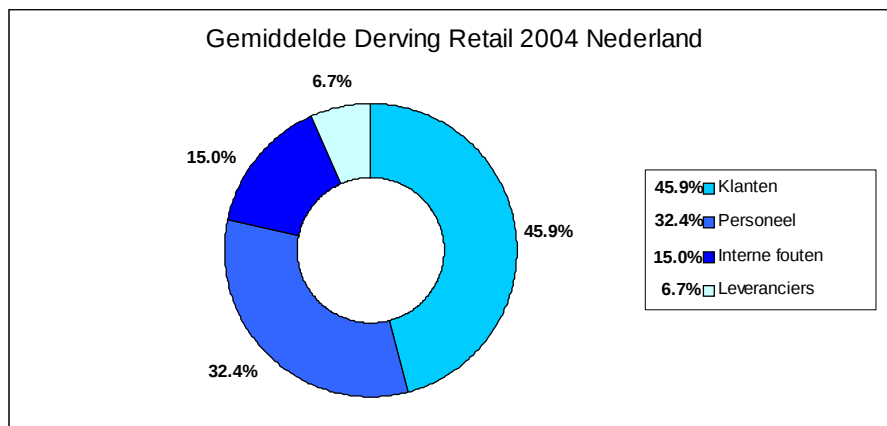
² Planque, J. de, *Blijven letten op derving*, Dossier Derving, bij Kontakt nr. 4, mei 2004 (intern blad HEMA)

³ Bamfield, J., *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004

⁴ Hollinger, R.C., J.L. Davis, *2002 National Retail Security Survey*, Gainesville, Florida USA: University of Florida



figuur 25: Verdeling Derving Retail in Europa 2004 ¹



figuur 26: Verdeling Derving Retail in Nederland 2004 ¹

Meestal worden dure producten gestolen. Echter dure grote producten vallen erg op als deze meegenomen worden. Kleine dure producten zijn daarom erg in trek bij dieven. Hieronder een overzicht van de meest frequente gestolen producten in Europa ²:

1. Gillette scheermesjes
2. Alcohol (sterke drank)
3. Cosmetica
4. Kleding en Lingerie
5. Batterijen (voornamelijk Duracell)
6. DVD's, CD's en computer spellen
7. Pillen, vitamines en voorbehoedsmiddelen
8. Elektrische tandenborstels
9. Instant koffie (Nescafé)
10. Biefstuk en voorverpakt vlees

Deze lijst is een gemiddelde van alle retail winkels in Europa en kan lokaal verschillen. Het geeft wel aan dat bekende merken erg vatbaar zijn voor derving. Het is ook niet verwonderlijk dat

¹ Bamfield, J., *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004

² Bron: Centre for Retail Research, *The Shoplifter's Hit Parade Most Frequently Stolen Products*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004



Gillette één van de eerste bedrijven was die investeerde in de RFID technologie, om zo de diefstal van haar mesjes beter tegen te kunnen gaan. Niet alleen is de Gillette Company eigenaar van de scheermesjes van onder andere Mach3 (plaats 1), maar zij is ook eigenaar van de Duracel batterijen (plaats 5) en Oral B (plaats 8).

Een andere manier van diefstal door klanten is de zogenaamde retourfraude. Een voorbeeld van retourfraude is een klant die een product koopt en deze bijvoorbeeld naar huis brengt. Vervolgens gaat de klant met de aankoopbon en een nieuw artikel van hetzelfde soort (net gepakt uit de winkel) naar de service balie om het artikel te ruilen of te retourneren.

4.3.2 Echtheid van producten

Voornamelijk in de medische industrie en in de kledingbranche komen grote hoeveelheden aan namaak voor ^{1 2}. Door nieuwe technieken is het onmogelijk om de echtheid van producten te bepalen. Zelfs warenhuizen en apothekers hebben moeite met het onderscheiden van echte en nep producten. Hierdoor lopen de grote bedrijven die veel investeren in onderzoek en ontwerp miljarden euro's per jaar mis.

4.3.3 Voeding en beperkt houdbare producten

Een groot deel van de derving van het verkeerd bestellen van producten valt op te delen in onverkoopbare producten omdat de mode of trend veranderd (of het seizoen), en onverkoopbare producten die bedorven zijn. Door beter op de uiterste houdbaarheidsdatum van deze beperkt houdbare producten in te spelen kan een groot deel van de derving voorkomen worden. Daarnaast heeft men tegenwoordig ook te maken met de uitbraak van ziektes die voornamelijk in de vleesbranche voorkomen (BSE, MKZ, etc). Om grote gezondheidsrisico's te kunnen voorkomen heeft de Europese commissie besloten een aantal wettelijke bepalingen aan te nemen die bekend zijn onder de naam "General Foodlaw" ³. Deze wettelijke bepalingen, die per 1 januari 2005 van kracht zijn, schrijven voor dat bedrijven moeten beschikken over systemen en/of procedures waarmee levensmiddelen in alle fasen van de keten traceerbaar zijn. Elk bedrijf zal dus verantwoordelijk zijn voor de traceerbaarheid van levensmiddelen in de keten ('one-up' en 'one-down', oftewel de leverancier en afnemer). In geval van een ongeluk kan er gericht teruggehaald worden uit de schappen. Als een product met een defect teruggeroepen moet worden uit de winkel worden nu meestal alle producten terug geroepen in plaats van alleen de producten waar het defect bij is. Door middel van RFID kunnen alleen die producten teruggeroepen worden die nodig zijn. *"Bij de dioxinecrisis in België is 95% van de kip ten onrechte uit de winkels gehaald. De getroffen partij was heel klein, maar niet herkenbaar"* ⁴.

¹ Philips Semiconductors, TAGSYS, Texas Instruments Inc., *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004

² LogicaCMG, *Making Waves: RFID Adoption in Returnable Packaging*, RFID Benchmark Study, Logica CMG: 2003-2004

³ European Parliament and EU Council, *Regulation 178/2002: General Foodlaw*, 28-01-'02

⁴ Euro Pool System, *Euro Pool System investeert in tracing & tracking*, Euro Pool System: 01-09-'04



4.4 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvragen 2a) tot en met 2d):

Antwoord 2a) “Welke (logistieke) problemen komen vaak voor?” :

[zie paragraaf 4.2]

Door onzekerheid over de vraag en de planning daarvan ontstaan er verschillende problemen in de (logistieke) bedrijfsvoering. Deze problemen zijn: onverkoopbare producten, verkeerde leveringen van producten, out-of-stocks, overproductie, hoge veiligheidsvoorraden en lange doorlooptijden. Ook te hoge voorraden, slechte customer service, gemiste omzet, verkeerde capaciteitsplanningen, passief transport, en niet gehaalde productie planningen zijn problemen waar bedrijven mee geconfronteerd worden.

Antwoord 2b) “Wat zijn de oorzaken van deze problemen?” :

[zie paragraaf 4.2]

Omdat er geen duidelijkheid en zekerheid in de keten bestaat over de daadwerkelijke klantenvraag en de beschikbare voorraden, is het niet mogelijk om een efficiënte bedrijfsvoering toe te passen, door de onzekerheid die er dan heerst. Hierdoor dienen verschillende noodzakelijke maatregelen genomen te worden, die veelal ook de genoemde problemen tot gevolg hebben, zoals hoge veiligheidsvoorraden en lange doorlooptijden. Het punt waar de klantenvraag in de keten wel bekend is, wordt het klantorder ontkoppelingspunt genoemd.

Ook wordt op bestellingen die binnenkomen meestal pro-actief gereageerd. Hierdoor werkt een verandering in het bestelgedrag van een klant, versterkt door in de keten. Dit effect wordt het Bullwhip effect genoemd. Oorzaken van dit bullwhip effect zijn dat leveranciers aanpassingen doen van voorspellingen in de vraag, klanten veelal in grote hoeveelheden bestellen, er grote prijs fluctuaties voordoen, er rantsoenering en overdrijving door klanten plaatsvindt en omdat er een buffertijd (vertragingstijd) in het systeem zit.

Daarnaast zijn er op dit moment meestal geen systemen aanwezig in de ketens die de gewenste gegevens adequaat door kunnen geven.

Antwoord 2c) “Hoe kunnen deze problemen opgelost worden?” :

[zie paragraaf 4.2]

Door duidelijkheid en zekerheid over de klantenvraag en de voorraden in de keten kunnen vele problemen die in deelvraag 2a) genoemd zijn, opgelost worden. Het is dus niet alleen belangrijk dat er bekend is hoeveel producten er verkocht zijn, maar ook hoeveel producten er op korte termijn nog beschikbaar zijn. Hiervoor is dus een systeem nodig die de voorraadhoogtes real-time kan meten en deze informatie kan delen met de rest van de keten. Naast dit systeem is het ook noodzakelijk dat deze informatie ook daadwerkelijk gedeeld wordt in de keten, dat de bedrijven in de keten hun vraag en voorraden op elkaar afstemmen en dat er operationele efficiëntie plaatsvindt.

Antwoord 2d) “Waarom worden deze oplossingen nog niet gebruikt?” :

[zie paragraaf 4.2]

Er zijn verschillende redenen waarom de aangedragen oplossingen nog niet gebruikt worden. Redenen hiervoor zijn dat de verhouding tussen producent en retailer in het algemeen vijandig in plaats van coöperatief is, het op dit moment te kostbaar is om door de gehele supply chain goede voorraadhoogtes te delen met alle belanghebbenden, en barcodes leveren niet de 100% zekerheid die zij beloven doordat nog steeds menselijke fouten gemaakt worden.

Een andere reden voor het niet uitvoeren van de oplossingen is omdat een wereldwijd systeem voor het delen van productinformatie nog niet bestaat. Met de invoering van de Electronic Product Code en het EPCglobal Netwerk is het wereldwijd delen van de behandelde informatie wel mogelijk.

4.5 Samenvatting hoofdstuk 4

Hoofdstuk 4 gaat over de theoretische achtergrond van de voordelen voor het gebruik van RFID. In dit hoofdstuk komen de kenmerken, die noodzakelijk zijn voor het effectief en efficiënt toepassen van RFID, van de logistieke keten aan bod. Verder wordt dieper ingegaan op de achterliggende doelen van algemene bedrijfsvoering en samenwerking met verschillende afdelingen binnen en buiten het bedrijf in het bijzonder. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen 2a) “Welke (logistieke) problemen komen vaak voor?”, 2b) “Wat zijn de oorzaken van deze problemen?”, 2c) “Hoe kunnen deze problemen opgelost worden?”, en 2d) “Waarom worden deze oplossingen nog niet gebruikt?”

In een eenvoudig proces wordt een grondstof verwerkt tot een product en deze wordt vervolgens vervoerd naar en verkocht aan een klant. De verschillende onderdelen die hier onderkend kunnen worden, zijn de producent, de fabrikant, het distributiecentrum en de winkel. Door de toename van complexiteit in een logistieke keten, ontstaan er verschillende problemen, waarvan de meeste te maken hebben met de communicatie tussen verschillende bedrijven. Deze communicatie dient dus ook zo optimaal mogelijk plaats te vinden in een supply chain. Er dient dan voornamelijk gecommuniceerd te worden over de voorraden en (verwachte) bestellingen. Gevolgen van onduidelijkheid en onzekerheid over deze voorraden en bestellingen in de supply chain, zijn: onverkoopbare producten (1,14% van de omzet), verkeerde leveringen en out-of-stock situaties (8% van de normale producten in de supermarkt en 20% van de actieartikelen). Noodzakelijke maar ongewenste maatregelen die genomen worden om deze genoemde situaties te voorkomen zijn: overproductie, het aanhouden van extra producten in voorraad en het aanhouden van lange doorlooptijden.

Door betere communicatie over verwachtingen en daadwerkelijke klantenvraag in de gehele supply chain kunnen de veiligheidsvoorraden verlaagd worden. Ook door betere communicatie kunnen problemen als onverkoopbare producten en out-of-stocks voorkomen of verminderd worden. De communicatie in een logistieke keten kan bewerkstelligd worden door het grootschalige gebruik van een gezamenlijk netwerk, zoals het EPCglobal Netwerk, in combinatie met het gebruik van RFID en de EPC codering.

Het klantorder ontkoppelingspunt (voor de gehele supply chain) is het punt tot waar de klantenvraag door kan dringen in de supply chain. Uit de theorie van het klantorder ontkoppelingspunt volgt dat door het delen van voorraadinformatie de totale voorraden in de supply chain lager kunnen worden. Deze voorraadinformatie dient dan ook daadwerkelijk gemeten te worden en niet afgeleid van andere hoogtes zoals verkoopinformatie. Door het gebruik van RFID op productniveau is dit inzicht in de juiste voorraadhoogtes mogelijk. Het EPCglobal Netwerk in combinatie met RFID geeft de mogelijkheid om het delen van de voorraadinformatie op het juiste toepassingsniveau te brengen.

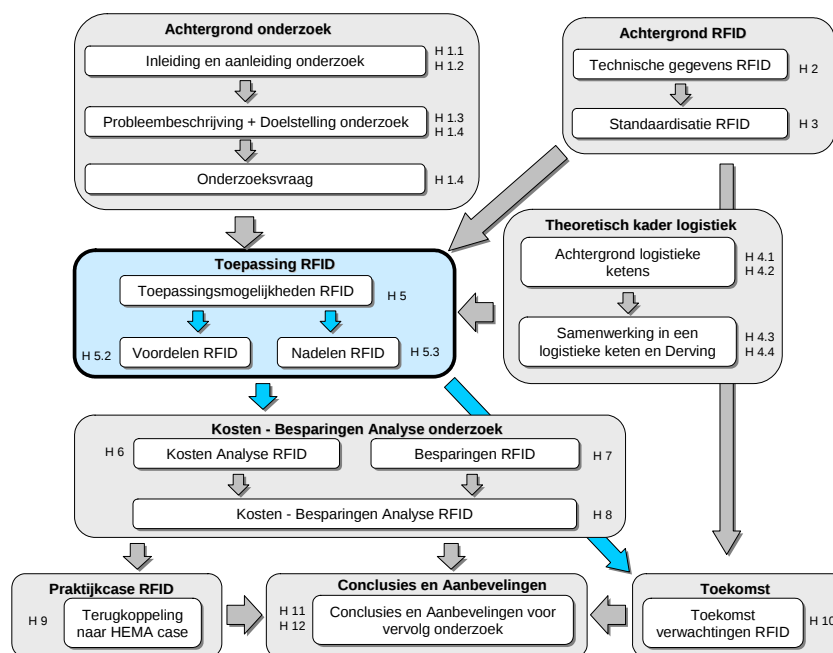
Op bestellingen van de klanten die binnen komen wordt, door bijvoorbeeld de retailers, leveranciers of producenten, helaas vaak pro-actief gereageerd. Planners proberen dan trends en verwachtingen in de bestellingen te ontdekken en daar van tevoren op te reageren door middel van het aanpassen van de productie of bestellingen bij de leverancier. Hierdoor ontstaat meestal het zogenaamde *Bullwhip effect*. Dit bullwhip effect vindt plaats als variaties in de vraag in een supply chain, versterkt worden als ze verder in de supply chain doorgegeven worden. Verstoorde informatie van de ene kant naar de andere kant van de supply chain kan tot grote inefficiënties leiden, zoals: te grote hoeveelheid voorraden die aangehouden worden, slechte customer service, gemiste omzet, verkeerde capaciteitsplanningen, passief transport en niet gehaalde productieplanningen. Redenen voor het ontstaan van het bullwhip effect zijn: aanpassing van voorspellingen in de vraag, het bestellen in hoeveelheden, prijs fluctuaties, rantsoenering en overdrijving en buffertijd in het systeem. Manieren om het bullwhipeffect tegen te gaan zijn: het delen van informatie, keten afstemming en operationele efficiëntie. Dit kan resulteren tot of bijdragen aan het aanhouden van lagere voorraden in de keten en een gestroomlijnder productieproces. Het standaard netwerk systeem dat voor RFID ontworpen is (EPCglobal netwerk), creëert een mogelijkheid om deze drie methodes uit te voeren.

In dit hoofdstuk wordt ook aandacht besteed aan onnodige inkomstendervingen door diefstal, vervalsingen en bederf van voeding en beperkt houdbare producten. Jaarlijks lopen bedrijven door deze onderdelen voor miljarden euro's aan inkomsten mis. In Europa wordt gemiddeld voor 1,49% van de omzet gestolen door klanten (46%), eigen personeel (32%), door leveranciers (7%) of inkomstenderving door interne fouten (15%). Namaak van producten komt voornamelijk in de medische industrie en in de kledingbranche voor. Voedsel en beperkt houdbare producten hebben voornamelijk te maken met het veranderen van de vraag (mode) en het bederf van voedsel, vanwege de beperkte houdbaarheid. Ook de uitbraak van ziektes heeft een grote invloed op het geheel. De RFID technologie kan voor deze inkomstendervingen een oplossing zijn in het bestrijden van deze situaties.



Toepassingen RFID

In dit deel van het rapport worden de toepassingsmogelijkheden en de voor en nadelen van RFID behandeld. Gegevens uit de delen Achtergrond Onderzoek (hoofdstuk 1) en Achtergrond RFID (hoofdstukken 2 en 3) worden hierbij gebruikt. De uitkomsten van het onderzoek naar de toepassingen van RFID, die in dit deel behandeld worden, worden verder in het onderzoek gebruikt voor de kosten / besparingen analyse (hoofdstukken 6 en 7) en de toekomstverwachtingen (hoofdstuk 10). Dit is ook weergegeven in onderstaand schema in figuur 27.



figuur 27: Overzicht opbouw onderzoek – Toepassing RFID

5 Toepassingsmogelijkheden RFID

In dit hoofdstuk worden verschillende toepassingen en toepassingsmogelijkheden van de RFID technologie onderzocht. Ook worden de voor- en nadelen van de RFID tag en RFID techniek onderzocht. Hierbij ligt de nadruk op het gebruik van RFID en minder op de voor- en nadelen van de technologie zelf. Deze laatste is reeds uitgebreider beschreven in hoofdstuk 2. Deze voor- en nadelen van de techniek zijn belangrijk voor het onderzoek, omdat hiermee bepaald wordt voor welke toepassingen de RFID techniek in de praktijk gebruikt kan worden. Daarbij worden de voordelen verder in het onderzoek gebruik in de kosten en besparingenanalyse van hoofdstuk 7 en de nadelen worden meegegeven in de aanbevelingen in hoofdstuk 12 en toekomstverwachtingen in hoofdstuk 10.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen 3a) “Welke toepassingsmogelijkheden heeft RFID?”, 3b) “Welke voordelen heeft de RFID techniek?”, 3c) “Welke nadelen heeft de RFID techniek?”, en 3d) “Welke privacy belangen spelen er?”

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd: In paragraaf 5.1 worden voorbeelden van huidige toepassingen van RFID en 3 voorbeelden van toepassingen van RFID in een logistieke keten van een Fabriek, DC en Winkel weergegeven. In paragraaf 5.2 worden vele voordelen van RFID toepassingen genoemd. Deze voordelen worden zowel per activiteit als per locatie behandeld. In deze paragraaf worden ook de verschillen en overeenkomsten tussen de RFID tag en de barcode. In paragraaf 5.3 worden de nadelen van RFID toepassingen genoemd. In paragraaf 5.6 worden de privacy belangen met betrekking tot het gebruik van RFID genoemd. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvatting van het hoofdstuk.

5.1 Toepassingen RFID

Zoals in de voorgaande hoofdstukken staat vermeld, zijn de toepassingsmogelijkheden voor het gebruik van RFID groot. Op dit moment zijn er al verschillende voorbeelden van toepassingen. In figuur 28 is een kleine greep uit de toepassingsvoorbeelden weergegeven, waar identificatie door middel van RFID plaats vindt.



figuur 28: Voorbeelden toepassingen RFID

De voornaamste toepassingsmogelijkheid voor RFID in de logistiek is de ultieme mogelijkheid voor tracking and tracing van producten. Hierin worden verschillende identificatie niveau's onderscheiden: op pallet niveau, verpakkingsdoos niveau, en product niveau. Andere mogelijkheden zijn bijvoorbeeld op rolcontainerniveau en kratniveau. De gedachte hierachter is dus dat er een RFID tag is aangebracht op de transportunit, of op de verpakking, of zelfs in het product is verwerkt. In het geval van bijvoorbeeld pallet of rolcontainer niveau, kan in een database de inhoud opgezocht worden die gekoppeld is aan die pallet of rolcontainer. Zo is het dan mogelijk om bijvoorbeeld een verpakkingsdoos waar meerdere (zelfde) producten in zitten, te voorzien van een RFID UHF tag terwijl de producten in de doos voorzien zijn van RFID HF tags ¹. Hierdoor kan de doos snel en gemakkelijk geïdentificeerd worden bij de meeste processen, terwijl de afzonderlijke producten ook geïdentificeerd kunnen worden, als dit nodig of wenselijk is.

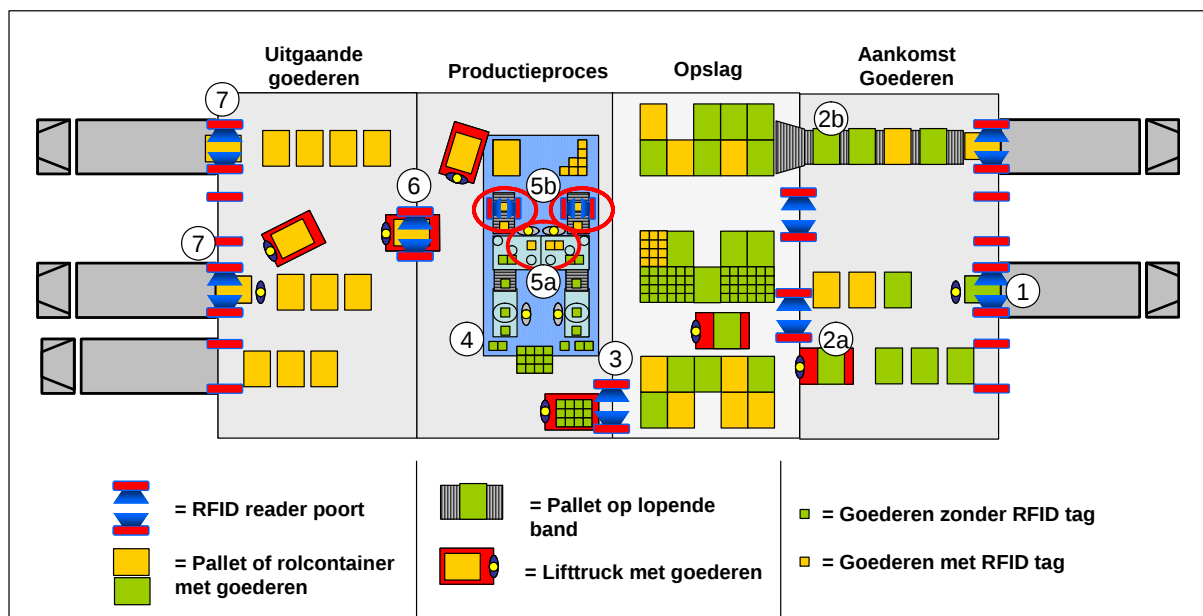
Door het voorzien van producten met een RFID tag, zijn er vele toepassingen mogelijk. In onderstaande figuur 29, figuur 30 en figuur 31 zijn drie voorbeelden uitgewerkt van een fabriek,

¹ UHF RFID tags hebben een groter bereik dan de HF tag. Zie verder hoofdstuk 2 voor technische specificaties.

een distributiecentrum en een winkel die compleet zijn uitgerust met RFID tags en RFID readers. Deze figuren zijn gemaakt naar aanleiding van vele artikelen op de website van het Auto-ID Center en EPCglobal ¹, en naar aanleiding van de winkel van de toekomst ², gemaakt door het Duitse supermarktketen Metro. Deze Future Store in Rheinberg, Duitsland is een gewone winkel die open is voor alle klanten en is daarnaast voorzien van RFID toepassingen. In paragraaf 10.5.2 wordt deze Future Store uitgebreider besproken.

5.1.1 Voorbeeld toepassing RFID in een fabriek

Hierbij een voorbeeld van een fabriek met RFID toepassingen. In figuur 29 is een bovenaanzicht gegeven van een fabriek waar rechts de goederen aankomen van een fabrikant of leverancier en links weer vertrekken naar een klant of DC. Hieronder wordt een uitleg gegeven van de verschillende stappen en toepassingen.



figuur 29: Toekomstbeeld fabriek met RFID toepassingen

Uitleg bij figuur 29: Toekomstbeeld fabriek met RFID toepassingen:

In deze fabriek wordt uitgegaan van sommige producten of pallets die voorzien zijn van een RFID tag bij binnenkomst en alle uitgaande producten, pallets en rolcontainers die voorzien zijn van een RFID tag.

1. Een vrachtwagen met grondstoffen en halffabrikaten komt aan bij een fabriek. De pallets met producten wordt gelost en handmatig gecontroleerd aan de hand van de bestelling en / of vrachtbrief. De pallets worden tijdens de controle voorzien van een RFID tag. Indien de pallets, grondstoffen of halffabrikaten reeds voorzien zijn van een RFID tag kunnen ze bij binnenkomst automatisch gescand worden door middel van een RFID Reader poort. De pallets met RFID tag kunnen automatisch vergeleken en gecontroleerd worden met de digitale vrachtbrief en de bestelling. Door het scannen van de producten of pallet met

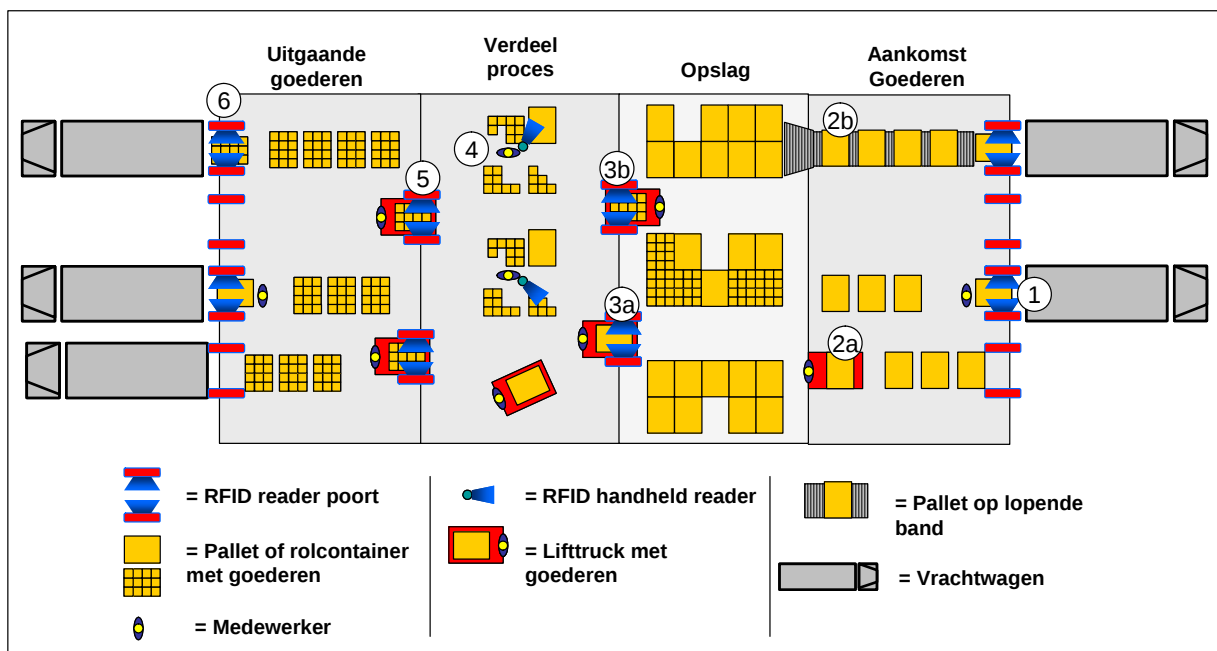
¹ <http://www.epcglobalinc.org/>

² <http://www.future-store.org/>

- producten, kan automatisch een update van de voorraad gegenereerd worden en een ontvangstbevestiging naar de leverancier of het DC gestuurd worden. In het Warehouse Management Systeem (WMS) zijn de goederen nu in de fabriek.
2. Bij het wegzetten van de pallet met goederen (2a), kan automatisch gecontroleerd worden of de pallet op de juiste plaats weggezet is. Dit om het verlies van voorraden tegen te gaan (lost and found). Dit proces kan ook geautomatiseerd plaats kunnen vinden (2b).
 3. Als de producten uit de opslag gehaald worden om naar het verdeelproces vervoerd te worden, kunnen detectiepoorten de verandering in voorraad waarnemen om zo deze aan te passen in het WMS (3). Dit kan ook gedaan worden met goederen die weer retour naar het magazijn gaan.
 4. Bij het productieproces worden de producten bewerkt tot halffabrikaten of eindproducten.
 5. Tijdens of aan het eind van het productieproces kunnen de producten voorzien worden van een RFID tag (5a). Deze gegevens op de tag kunnen daarna op de chip aangebracht worden (5b). Indien er reeds een nummer op de chip staat kunnen de gegevens in de database aan dit nummer toegewezen worden. Op deze manier kan er van elk product eventueel bijgehouden worden, wanneer het welke productiestappen heeft ondergaan bij welke productielijn, etcetera, etcetera. Hierdoor is track and trace op productniveau mogelijk. Ook is het eventueel mogelijk om het product te koppelen aan de ontvangen zending grondstoffen of halffabrikaten. In de voedselindustrie kan zo de koppeling gemaakt worden tussen een pakje voorgesneden ham en het varken waar de ham van afkomstig is.
 6. Bij het verplaatsen van de rolcontainers naar de laadvloer voor de uitgaande goederen, kan men weer een detectiepoort plaatsen. Hierdoor is het mogelijk om de track and trace goed te laten verlopen en controleren of dit volgens schema is verlopen. Op de detectiepoort kan dan eventueel de bestemming (dock deur) van de pallet op de laadvloer weergegeven worden, zodat dynamische dock toewijzing mogelijk is.
 7. Detectiepoorten bij het inladen van de rolcontainers bij de vrachtwagens, maken het mogelijk om een controle uit te voeren of de pallet daadwerkelijk in de gestelde vrachtwagen geladen moet worden. Ook zijn handelingen zoals het scannen van de pallets alvorens ze te laden, overbodig geworden. Er kan in het systeem ook meteen een elektronische koppeling gemaakt worden zodat de vrachtbrief digitaal naar de winkel verzonden kan worden.

5.1.2 Voorbeeld toepassing RFID in een DC

Hierbij een voorbeeld van een Distributiecentrum (DC) met RFID toepassingen. In figuur 30 is een bovenaanzicht gegeven van een DC waar rechts de goederen aankomen van een leverancier of fabriek en links weer vertrekken naar een klant. Hieronder wordt een uitleg gegeven van de verschillende stappen en toepassingen.



figuur 30: Toekomstbeeld DC met RFID toepassingen

Uitleg bij figuur 30: Toekomstbeeld DC met RFID toepassingen:

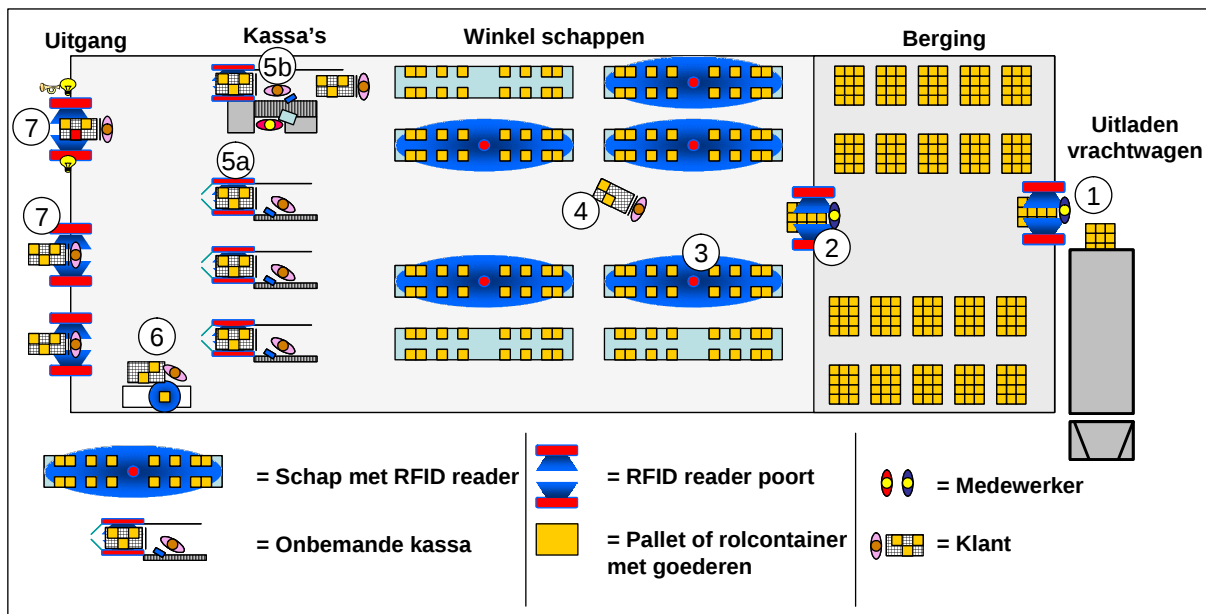
In dit distributiecentrum wordt uitgegaan van producten die voorzien zijn van een RFID tag en pallets en rolcontainers die voorzien zijn van een RFID tag.

1. Een vrachtwagen met goederen komt aan bij een DC. De pallets met producten wordt gelost en de inhoud wordt automatisch gescand door middel van een RFID Reader poort, waar de producten doorheen gehaald worden. De inhoud van de vrachtwagen en de pallets kan automatisch vergeleken en gecontroleerd worden met de digitale vrachtbrief en de bestelling. Door het scannen van de producten of pallet met producten, kan automatisch een update van de voorraad gegenereerd worden en een ontvangstbevestiging naar de leverancier gestuurd worden.
2. Bij het wegzetten van de pallet met goederen (2a), kan automatisch gecontroleerd worden of de pallet op de juiste plaats weggezet is. Dit om het verlies van voorraden tegen te gaan (lost and found). Dit proces kan ook geautomatiseerd plaats kunnen vinden (2b).
3. Als de producten uit de opslag gehaald worden om naar het verdeel proces vervoerd te worden, kunnen detectiepoorten de verandering in voorraad waarnemen om zo deze aan te passen in het WMS (3a). Dit kan ook gedaan worden met goederen die weer retour naar het magazijn gaan (3b).
4. Bij het verdeelproces worden de producten uit de verschillende pallets, verdeeld over rolcontainers die klantspecifiek gemaakt zijn en naar één klant gaan. Bij het verdeel proces kan door de RFID toepassing tijdwinst behaald worden. Ook kan men nu precies koppelen hoeveel en welke producten in welke rolcontainer of pallet zijn verdeeld. Dit brengt een extra controle mogelijkheid met zich mee, zodat de kans op fouten afneemt.
5. Bij het verplaatsen van de rolcontainers naar de laadvloer voor de uitgaande goederen, kan weer een detectiepoort geplaatst worden. Hierdoor is het mogelijk om de track and trace goed te laten verlopen en controleren of dit volgens schema is verlopen. Op de detectiepoort kan dan eventueel de bestemming (dock deur) van de rolcontainer op de laadvloer weergegeven worden, zodat dynamische dock toewijzing mogelijk is.

6. Detectiepoorten bij het inladen van de rolcontainers bij de vrachtwagens, maken het mogelijk om een controle uit te voeren of de rolcontainer daadwerkelijk in de gestelde vrachtwagen geladen moet worden. Indien de rolcontainer onjuist geladen is, kan een alarm de medewerker waarschuwen. Ook zijn handelingen zoals het scannen van de rolcontainers ter controle, alvorens ze te laden, overbodig geworden. Er kan in het systeem ook meteen een elektronische koppeling gemaakt worden zodat de vrachtbrief digitaal naar de winkel verzonden kan worden.

5.1.3 Voorbeeld toepassing RFID in een winkel

Hierbij een voorbeeld van een winkel met RFID toepassingen. In figuur 31 is een bovenaanzicht gegeven van een winkel waar rechts de goederen aankomen van een leverancier of DC en links weer vertrekken met een klant. Hieronder wordt een uitleg gegeven van de verschillende stappen en toepassingen.



figuur 31: Toekomstbeeld winkel met RFID toepassingen

Uitleg bij figuur 31: Toekomstbeeld winkel met RFID toepassingen:

In deze winkel wordt uitgegaan van producten die voorzien zijn van een RFID tag en pallets en rolcontainers die voorzien zijn van een RFID tag.

1. Een vrachtwagen met goederen komt aan bij een winkel. De rolcontainers met producten worden gelost en de inhoud wordt automatisch gescand door middel van een RFID Reader poort, waar de producten doorheen gehaald worden. De rolcontainers en de inhoud van de rolcontainers kan automatisch vergeleken en gecontroleerd worden met de digitale vrachtbrief en de bestelling. Door het scannen van de producten of pallet met producten, kan automatisch een update van de voorraad gegenereerd worden en een ontvangstbevestiging naar de leverancier of het DC gestuurd worden. In het systeem zijn de goederen nu in de winkel, maar nog niet op de winkelvloer (in de schappen).
2. Door het scannen van de rolcontainers of producten zodra ze uit de berging de winkel in gaan is het mogelijk om de voorraad in de berging te veranderen. Zo hoeft de medewerker

- niet meer te zoeken of er nog producten van achter in de berging zijn, als de voorraad in het schap op is.
3. Door middel van antennes (readers) in de winkelschappen kan real time bekeken worden wat de échte voorraad in de winkel is. Zo kan snel ingespeeld worden op schappen die bijna leeg zijn en producten die verkeerd staan. Deze toepassing wordt vaak *smart shelves* genoemd. Ook het koopgedrag van klanten kan eventueel geanalyseerd worden.
 4. Klanten kunnen door middel van hun klantenkaart of digitale boodschappenlijst alert gemaakt worden op bepaalde producten en aanbiedingen.
 5. Door de identificatie per product is het mogelijk om zelfservice kassa's (onbemande kassa's) te gebruiken (5a). De winkelkar wordt dan in een RFID reader poort geplaatst zodat alle producten automatisch en zeer snel geïdentificeerd kunnen worden. Zo kan dan een hek open gaan zodra deze producten zijn afgerekend. Bemande kassa's kunnen ook nog steeds mogelijk zijn. De caissière is er dan alleen als service voor het afrekenen.
 6. Mocht de klant dat willen dan kan deze de RFID tag deactiveren. Dit kan door het totaal vernietigen van de RFID tag, of het verwijderen van de totale Electronic Product Code (EPC) of slechts een gedeelte van de EPC. Indien alleen het serienummer nog op de EPC staat, kan deze nog steeds gebruikt worden bij garanties, ruilen of andere zaken.
 7. Het is dan eventueel mogelijk om nog antidiefstal poorten bij de uitgang te plaatsen om de laatste vorm van diefstal tegen te gaan. Bij het stelen, kan dan meteen geïdentificeerd worden welke producten vaak gestolen worden. Deze antidiefstal poorten kunnen ook zo uitgevoerd worden bij de kassa's dat de klant verplicht langs deze kassa's moet lopen en zo langs de RFID detectie poorten langs gaat. Extra antidiefstal poorten zijn dan niet meer nodig.

De fabriek, het distributiecentrum en de winkel zoals die in voorgaande voorbeelden vermeld zijn, zijn voorbeelden van hoe RFID toegepast kán worden. Het is natuurlijk ook mogelijk om andere toepassingen die niet in dit voorbeeld uitgewerkt zijn toe te passen, of een versimpelde vorm van het gestelde voorbeeld. Voorbeelden hiervan worden gegeven in paragrafen 5.2, 7.1, 10.5. en hoofdstuk 9.

In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan wat de voor- en nadelen van het gebruik van RFID kunnen zijn. Hierbij worden beide uitersten weergegeven van de toepassingen en wat men in het ideale geval kan bereiken. Verder op in dit rapport is nagegaan in hoeverre deze toepassingen haalbaar zijn en in welke mate.

5.2 Voordelen RFID toepassingen

In deze paragraaf komen de voordelen van de RFID toepassingen aan bod. Deze worden genoemd per activiteit en per locatie. Hierdoor ontstaat een totaalbeeld van de toepassingsmogelijkheden en de voordelen van RFID. Deze voordelen kunnen zowel op operationeel, tactisch als strategisch niveau behaald worden.

5.2.1 Voordelen RFID per activiteit

Door de eenvoudigheid van de techniek en het kunnen identificeren van een uniek object zijn de toepassingen, erg uiteenlopend en erg talrijk. Hieronder staan de verschillende voordelen van de RFID tag of RFID techniek uit de literatuur, die in het ideale geval bereikt kunnen worden. De voordelen worden per activiteit genoemd. In de volgende paragraaf worden de voordelen per

locatie benoemd. De toepassingsvoordelen van RFID per activiteit zijn verdeeld onder de onderwerpen:

- voordelen handelingen,
- voordelen inzicht voorraden,
- voordelen beveiliging, diefstal en derving,
- voordelen voeding en beperkt houdbare producten,
- voordelen vervanging bestaande apparatuur, en
- andere voordelen RFID toepassingen.

Tevens is een aparte paragraaf gewijd aan de voordelen van RFID boven de Barcode. Veel genoemde voordelen zijn gehaald uit het White Paper van Philips Semiconductors, TAGSYS en Texas Instruments: *Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain* ¹ en op de website van EPCglobal ². De meeste van de genoemde voordelen in hoofdstuk 5.2.3: *Voordelen RFID boven de Barcode* komen uit het genoemde White Paper, en uit het tijdschrift voor Inkoop & Logistiek nr 3, 2003 ³.

- **Voordelen handelingen:**

Voor de verschillende handelingen tijdens de logistieke processen kan de RFID techniek helpen bij de uitvoering. Fouten kunnen gereduceerd worden, of de processen kunnen soms sneller worden uitgevoerd of worden geheel overbodig.

- o Het voornaamste voordeel bij aankomst of vertrek van goederen is de snellere identificatie. Dit is mogelijk omdat de communicatie tussen reader en RFID tag sneller is dan bij een barcode. Daarnaast kan de identificatie geautomatiseerd plaatsvinden, waardoor ook een tijdswinst behaald kan worden. Door de mogelijkheid om laadfouten te controleren en te corrigeren bij het laden van rolcontainers in vrachtwagens of elders in het proces kan de efficiency in de registratie (en daardoor in de afhandelingprocessen) toenemen en kunnen fouten afnemen. Telfouten bij binnenkomst van de goederen kunnen daardoor tot het verleden behoren. Tussentijdse controles bij bijvoorbeeld het ompakken van goederen in kratten of rolcontainers, kunnen eventuele fouten tijdens de processen al aangeven. Processen die kunnen verdwijnen hebben te maken met handelingen die voorkomen bij bijvoorbeeld de etiketter- en andere druk-codeersystemen (van etiketmateriaal, barcodes, verzendbrieven, etc.).
- o Omdat de identificatie ook geautomatiseerd kan plaatsvinden is identificatie ook mogelijk in ongunstige omgevingen met bijvoorbeeld hitte, vocht en lawaai. Daarbij is het mogelijk om een object te kunnen identificeren op afstand (tot op 350 meter). Zo kan op afstand een veelheid aan gegevens, waaronder uniek gecodeerde items, temperatuur en bewegingen, gelezen worden. Maar ook snel langskomende objecten (snelheden van 10 km/h of meer, tot zelfs 200 km/h) kunnen geïdentificeerd worden ⁴.
- o Andere mogelijkheden die gemakkelijker gaan door middel van het gebruik van RFID zijn de mogelijkheden voor Direct Cross Docking in een DC. Door gemakkelijke identificatie en de

¹ Philips Semiconductors, TAGSYS, Texas Instruments Inc., *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004

² EPCglobal website, *About the technology – Applications*, http://archive.epcglobalinc.org/aboutthetech_applications.asp

³ Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek, nr. 3, 2003, pagina 6

⁴ Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek, nr. 3, 2004, pagina 35



snellere mogelijkheid tot verbetering van logistieke activiteiten in distributiecentra en over de keten heen (zoals supply chain collaboration) valt hier veel winsten te behalen in tijd en geld.

- o In de winkels kunnen minder handelingen verwacht worden door het ontstaan van Self Service kassa's. Door middel van RFID op artikel niveau is het mogelijk bij de kassa sneller alle producten te identificeren zonder tussenkomst van een caissière. Ook grootscheepse voorraadtellingsen en wachtlopen langs schappen om te kijken of er nog wat bijgevuld moet worden, zullen met RFID op artikelniveau en *Smart Shelves* (antennes in het winkelschap die continu de voorraden meten) tot het verleden behoren.

- **Voordelen inzicht voorraden:**

- o RFID kan een 100% inzicht in de voorraden in de gehele Supply Chain verzorgen, waardoor het verplaatsen naar de juiste plek makkelijker en sneller kan plaatsvinden. RFID kan helpen bij een betere track and trace, betere voorraadbeheersing door real time inzicht in de voorraden en een betere controle bij binnenkomst en verlaten van de winkel of DC (accurate voorraad beheersing) uit te voeren. Door het vaker registreren van de voorraad en helemaal door de *smart shelves* is dit beter en sneller te doen dan met andere oplossingen, die meestal voorraadinformatie op basis van een afgeleide van systemen geven. In de huidige situatie is de voorraadinformatie niet 100% accuraat (onder andere door derving). Met RFID smart shelves kan deze accuraatheid wel gegeven worden.
- o Minder out-of-stocks (zie ook paragraaf 4.2.1): De huidige voorraadsystemen registreren alleen wat verkocht is en wat er in huis zou moeten zijn. Zij geven geen inzicht in wat er in de schappen ligt en wat in het magazijn of berging. Dit kan met intelligente schappen (smart shelves), die het koopgedrag van klanten registreren en kunnen waarschuwen als een artikel bijna uitverkocht is. Ook (jaarlijkse) voorraadtellingen zijn dan niet meer nodig. Redenen voor out-of-stock kunnen zijn ¹:
 - a) de out-of-stock items zijn wel in de winkel maar niet op de plaats waar ze zouden moeten staan
 - b) klanten zetten een product op de verkeerde plaats terug
 - c) opslag van voorraden op de verkeerde locatie
 - d) onjuiste voorraden
 - e) winkeldiefstal door klanten of personeel
 - f) gebrek aan snelle voorraadinformatie
 - g) 'verloren' producten terug vinden, nadat er al nieuwe besteld zijn

Ad a) : Vaak komt het voor dat een winkelschap leeg is terwijl er in de berging of magazijn van een winkel nog producten liggen. Door het tijdig aangeven door het systeem dat een schap leeg dreigt te raken, kan het schap preventief en direct aangevuld worden.

Ad b) : Met smart shelves kan het systeem aangeven als een product verkeerd is weggezet door een klant. Hierdoor kan het winkelpersoneel direct ingrijpen en out of stock situaties voorkomen. Het 'wachtlopen' langs de schappen op zoek naar producten die verkeerd staan is dan overbodig.

Ad d, e, en f) : Door het real time meten van de voorraden in de winkel is het mogelijk om een accurate voorraadhoogte bij te houden. Met deze informatie kan het management ook sneller beslissingen maken over bestellingen en acties. Tevens kan de retailer sneller inspelen op diefstal en zijn jaarlijkse voorraadtellingen overbodig.

¹ Chappell ea, *Auto-ID in the Box: The value of Auto-ID Technology in retail stores*, Accenture: 01-02-'03



Ad g) : In een distributiecentrum komt het wel eens voor dat een pallet met spullen op de verkeerde plaats wordt weggezet. Hierdoor is deze pallet in het systeem kwijt als deze nodig is, en wordt er dus een nieuwe pallet besteld. Als de ‘verloren’ pallet weer terecht is, heeft men 2 pallets van deze producten in voorraad. Dit wordt ook wel lost-and-found genoemd. Als dit slow mover producten zijn, brengt dat veel extra kosten met zich mee. Door smart shelves in een DC te gebruiken, kan dit probleem voorkomen worden. Dit probleem kan zich ook voordoen op artikelniveau en kan ook door RFID met smart shelf opgelost worden.

- o Lagere voorraadhoogtes: Door het real-time inzicht in de supply chain door RFID, weet men precies waar alle materialen zich bevinden. Dit kan meer vertrouwen geven aan bedrijven zodat de voorraadhoogtes in elke link in de supply chain verlaagd kunnen worden. Deze theorie is verder uitgewerkt in paragraaf 4.2.1: *Veiligheidsvoorraden*.

- **Voordelen beveiliging, diefstal en derving:**

- o In de strijd tegen de derving kan RFID veel bijdragen. In paragraaf 4.3 is het onderwerp derving reeds besproken. Een beter zicht op de totale logistieke keten van FMCG-producten kan tot een grote kostenbesparing leiden. Door het gebruik van RFID kunnen administratieve fouten, diefstal of vervalsingen opgespoord worden door de Electronic Product Code te koppelen aan de vrachtbrief of laadbrief en bijbehorende controle. De RFID tag kan namelijk ook als antidiefstal tag gebruikt worden. Aangezien op dit moment nog niet elk product is uitgerust met een antidiefstal tag, heeft de retailer een middel om beter op te kunnen treden tegen diefstal. Voor meer informatie over de cijfers van diefstal wordt terugverwezen naar paragraaf 4.3.1.
- o Ook de echtheid van de producten kan door middel van de RFID tag aangetoond worden (zie ook paragraaf 4.3.2). Een barcode is gemakkelijk te kopiëren en te dupliceren, maar een RFID tag niet. Hierbij speelt ook dat het traceren van elk uniek product een grote rol bij de echtheidsbepaling van het product kan spelen.
- o Ook de retourfraude kan tegengegaan worden (zie ook paragraaf 4.3.1). Door middel van de EPC code op de RFID tag kan elk product uniek getraceerd worden en kan zo achterhaald worden dat het product nog nooit verkocht is, en dus ook niet retour gebracht kan worden. Ook heeft de klant, in geval van garantie, geen aankoopbon meer nodig om vast te stellen wanneer en waar het desbetreffende product verkocht is.

- **Voordelen voeding en beperkt houdbare producten**

Voor de voedingsindustrie kan de techniek veel verbeteringen leveren (zie ook paragraaf 4.3.3). Door het individueel uniek taggen van producten is er een mogelijkheid voor traceerbaarheid tussen individueel dier en vlees in of op weg naar de winkel. Ook zijn er mogelijkheden om de individuele stukken vlees te voorzien van genoemde informatie na de slachting (ivm BSE, MKZ)¹. Zo wordt ook gemakkelijker voldaan aan de General Foodlaw, die verplichten om voedsel in de keten te kunnen traceren. Ook door het registreren van de houdbaarheidsdatum van producten in het systeem, kan hier beter ingespeeld op worden, door het verlagen van doorlooptijden en anticiperen op houdbaarheidsdata, waardoor de derving verlaagd kan worden.

Bij geavanceerdere (wel duurdere) tags kan naast een ECP nummer ook andere informatie opgeslagen worden. Ook kunnen deze RFID Tags uitgerust worden met sensoren (voor

¹ Philips, *Success Stories*, April 2003



temperatuur, beweging of vochtigheid) die deze waarden registreren op de tag. Deze waarden kunnen dan later uitgelezen worden en de oude waarden op de RFID tag kunnen weer overschreven (hergebruikt) worden. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om te controleren of het product wel voldoende gekoeld is geweest tijdens opslag of transport. Hiermee is het mogelijk om nauwkeurig te achterhalen of de goederen gedurende de gehele supply chain aan de veiligheids-, milieu- en gezondheidsregelgeving hebben voldaan.

Een praktijkvoorbeeld van derving kan gegeven worden bij de HEMA. Deze heeft naast hardwaren en mode artikelen ook een groot voedsel assortiment wat voornamelijk bestaat uit banket en voorverpakte vleeswaren. Een zeer groot deel van de totale derving bij de HEMA wordt veroorzaakt door de derving die in het food onderdeel wordt gemaakt. Met behulp van slimme RFID toepassingen zou dit aandeel van de derving sterk verminderd kunnen worden. Misschien niet direct door elk product te voorzien van een geavanceerde RFID tag, maar misschien wel een transporteenheid zoals een ompak doos.

- **Voordelen vervanging bestaande apparatuur:**

Indien gekozen wordt voor de RFID technologie moeten verschillende apparaten, zoals scanners, aangepast of vervangen worden. Indien deze apparaten toch aan vervanging toe zijn, dient dit meegenomen te worden in de totale kosten voor het aanschaffen van de RFID apparatuur. Dit kan dan als een 'besparing' beschouwd worden. De apparatuur die dan vervangen kan worden zijn bijvoorbeeld de huidige antidiefstal strips, de antidiefstal poortjes en de huidige (barcode)scanners in winkels, fabrieken of DC's.

- **Andere voordelen RFID toepassingen**

- o Ook is het mogelijk om beter inzicht te verkrijgen in diverse marketingtoepassingen. Door te registreren hoe vaak een product uit een schap is gehaald en daarna weer terug is gelegd of verkocht wordt, kan het koopgedrag van de klant onderzocht worden. Hierdoor kunnen ook betere (dynamische) reclames worden gemaakt. Ook ondersteunende diensten op maat kunnen worden geleverd, zoals: accessoires voor de klant bij het kopen van kleding (in het pashokje), of voordelen voor de consument thuis, zoals het actief inspelen op de houdbaarheidsdatum of online bestellingen.



5.2.2 Voordelen RFID per locatie

In de vorige paragraaf is per activiteit gemeld wat de voordelen van RFID kunnen zijn. Ook zijn er voorbeelden gegeven van RFID toepassingsmogelijkheden in een fabriek, DC en winkel. In deze paragraaf worden voordelen van het gebruik van RFID genoemd per locatie, zodat het totaalbeeld van de voordelen compleet is. De voordelen in deze paragraaf worden verder niet toegelicht. Deze toelichting kan men grotendeels halen uit de beschrijvingen in de vorige paragrafen 5.2 en 5.2.1. De voordelen in deze paragraaf zijn gesplitst in de voordelen in de totale supply chain (figuur 32), en voordelen in de winkel (figuur 33). Beide figuren komen uit een presentatie van CapGemini en zijn in het Engels ¹.

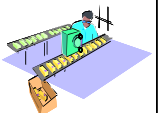
Voordelen in de totale supply chain:

Activity	Benefits	Activity	Benefits
Manufacturing 	• Accurate packing list and invoice information	Central DC 	• Decreased unloading time • More accurate inventory data • Decreased order allocation time • Fewer misplaced pallets/cases • Decreased time to locate specific pallets/cases • Easier cross docking and management of mixed pallets • Automated stock checking • Reduced warehouse labour and inventory cost • Supply chain visibility • Theft prevention
National logistics 	• Increased visibility of drop shipments	Intern. logistic: 	• Increased visibility of drop shipment
Consolidation 	• Decreased unloading time • More accurate inventory data • Decreased order allocation time • Faster container loading • More accurate shipping data • Automated stock checking • Reduced warehouse labour and inventory costs • Fewer misplaced pallets/cases • Decreased time to locate specific pallets/cases • Theft prevention	Local DC 	• Decreased unloading time • More accurate inventory data • Automated batch and order picking • Replenishment efficiency • Fewer misplaced pallets/cases • Decreased time to locate specific pallets/cases • Easier cross docking and management of mixed pallets • Automated stock checking • Reduced warehouse labour and inventory cost • Supply chain visibility • Theft prevention
International logistics 	• Increased visibility of drop shipment • Faster custom clearance • Home Land Security Clearance and tracking	National logistics 	• Increased visibility of drop shipment
		Store 	• Decreased unloading time • Increased accuracy of accepted shipments • Shelf ready delivery • Reduced store labour

figuur 32: Voordelen RFID per locatie in de totale supply chain

¹ CapGemini, Ernst & Young, *RFID voor de V&D*, Maart 2004

Voordelen in de winkel:

Activity	Benefits	Activity	Benefits
Receiving goods in store 	- Decreased unloading times - Increased accuracy of accepted shipments - Shelf ready delivery	Check out 	- Mass scanning - Increased accuracy of checkout - Faster checkout (EAS) - Reduction checkout FTE
Store backroom operations 	- Instant stock (SKU) visibility - In store replenishment efficiency	Customer self checkout 	- Reduction checkout FTE - Faster checkout - Additional sales
Active merchandising in store 	- Compatible sales sets - CRM activities - Increased sales	Returns 	- Increased accuracy of returns acceptance - Less false returns
Shelf reading 	- Increased customer service - Actual inventory checking - More accurate replenishment - Decreased safety stock - Less out-of-stock - Increased sales	EAS prevention 	- Reduced shrinkage - Less FTE spend on handling of EAS hard-labels

• SKU = Stock Keeping Unit
• CRM = Customer Relationship Management

• FTE = Full Time Employee
• EAS = Electronic Article Surveillance

figuur 33: Voordelen RFID per locatie in de winkel

5.2.3 Voordelen RFID boven de Barcode

In paragraaf 3.3.1: Inleiding Barcodes is de barcode beschreven. Voor meer informatie over de barcode, welke organisaties hiermee bezig zijn en hoe de barcodes opgebouwd zijn, wordt terugverwezen naar deze paragraaf. Belangrijkste conclusies van paragraaf 3.3.1 voor dit hoofdstuk zijn dat de barcode verwijst naar een database met de productinformatie, dat de barcode een beperkte hoeveelheid 'informatie' kan bevatten door de fysieke ruimte, en dat barcodes weinig kosten, doordat ze mee geprint kunnen worden op de al bestaande verpakking.

Het verschil tussen RFID en barcodering laat zich het beste vergelijken met het luisteren naar een CD (RFID) en het lezen van een boek (barcodering). Een CD kun je ook beluisteren 'om een hoekje'. Een boek kun je alleen lezen als het binnen het bereik van het oog is. Verder kan de informatie in een boek niet gewijzigd worden en de hoeveelheid informatie bepaalt de dikte van het boek. CD's kun je zelf 'branden' en van meer informatie worden CD's niet dikker.

In deze paragraaf worden de voordelen van het gebruik van RFID boven het huidige systeem van identificatie: de barcode, behandeld. In tabel 4 zijn de verschillen tussen barcodering en RFID weergegeven. Hieruit volgt dat RFID in de meeste gevallen qua toepassing beter is dan barcodering.

Barcode	RFID	Voordelen RFID t.o.v. Barcode
Kan snel verwijderd worden, beschadigen of vies raken	Kan ingebouwd worden in het product of unit (meespuiten in plastic krat of bevestigen aan rolcontainer)	Kan in ruige en vieze omgevingen gebruikt worden. Heeft in normale gevallen een langere levensduur.
Heeft een direct zicht nodig van de scanner op de code	Direct zicht op RFID Tag niet nodig (product kan in verpakking blijven)	Minder mensen nodig
Slechts 1 code tegelijk kan gelezen worden	Meerdere signalen 'tegelijk' kunnen gelezen worden (≈ 50 per seconde)	Wegwerken van tags
Barcode vereist meestal menselijke tussenkomst	RFID vereist geen menselijke tussenkomst	Snellere identificatie
Barcodes verstrekken informatie slechts 1 kant op	Mogelijkheid om informatie te veranderen (1)	Identificatie kan geautomatiseerd plaats vinden (arbeidskosten)
Kan beperkte informatie bevatten (door limiet aan fysieke ruimte)	Kan uitgebreide informatie bevatten (2)	Informatie is up-to- date
Soms meerdere keren scannen noodzakelijk	1 keer scannen is voldoende	Informatie kan aan product meegegeven worden, ipv in database
Bijna 100 % betrouwbaarheid bij identificeren	100 % betrouwbaarheid bij identificeren nog niet mogelijk door technische problemen (3) ($\approx 90\%$)	Snellere identificatie
Is gemakkelijk te herproducen (kopiëren) door derden	Is moeilijk te herproducen (kopiëren) door derden	Metalen, Straling, overlapping en 'gatenkaas' kan signaal beperken [NADEEL]
Informatie is vrij toegankelijk	Informatie kan gecodeerd zijn	Mogelijkheden voor fraude beperkt
Kosten zijn relatief laag (0 - 0,03 €)	Kosten zijn relatief hoog ($\approx 0,30$ €)	Mogelijkheden tot fraude beperkt
		(opm: Bij eenmalig gebruik)

tabel 4: Verschillen tussen de Barcode en de RFID Tag

(1) Herprogrammering van gegevens op de RFID chip is mogelijk

(2) RFID Tag kan informatie dragen die Barcodes niet of moeilijk kunnen:

- vrachtbrief informatie
- fabricagedetails
- technische aspecten van het product
- dynamische aspecten van het product (temperatuur, vochtigheid, vibraties)

(3) Verschillende technische beperkingen, zoals: signaalverlies door metalen of vloeistoffen, overlapping, interferentie, straling en 'het gatenkaas-effect' kunnen de uitleesbetrouwbaarheid van RFID tags nadelig beïnvloeden. Hierover meer in het begin van hoofdstuk 2 en paragraaf 2.3.

De grote vraag bij het vervangen van de barcodes is natuurlijk of de extra kosten van de RFID opwegen tegen de meerwaarde van de techniek. De barcode techniek heeft zijn beperkingen, maar het is nog de vraag of RFID de juiste oplossing is. De vraag is ook of men nog terug naar de barcode techniek kan, als de gehele keten is ingericht voor de RFID techniek. De voordelen van RFID voor deze vragen moeten verder in het onderzoek blijken. Door de hoge kosten van de RFID tag verwacht men dat het aandeel identificatie door middel van barcoding toch groot blijft.

5.3 Nadelen RFID toepassingen

Natuurlijk zijn er niet alleen maar voordelen van de RFID technologie, anders was de grootschalige implementatie waarschijnlijk al veel sneller geweest. De voornaamste nadelen van de RFID techniek of de veranderingen die deze techniek met zich meebrengen en in deze paragraaf behandeld worden zijn:

- nadelen kosten RFID
- nadelen inzicht voorraden
- nadelen voeding en beperkt houdbare producten
- nadelen afspraken / standaarden
- nadelen bij implementatie
- nadelen apparatuur RFID
- nadelen milieu en gezondheidsaspecten
- nadelen privacy en beveiliging

- **Nadelen kosten RFID:**

Het grootste nadeel van de RFID techniek op dit moment zijn de kosten. Echter de verwachting is dat deze kosten snel sterk zullen dalen en zo minder als een groot nadeel gezien worden. Voorlopig is het nog wél een groot nadeel. Verschillende verwachtingspatronen zijn opgesteld die een daling van de RFID kosten weergeven. De verwachting is dat de prijs (binnen afzienbare tijd) van 50 naar 5 euro cent per stuk zal dalen, of misschien zelfs wel naar 1 cent (zie verder hoofdstuk 6: Kostenaspecten RFID technologie en paragraaf 10.1: Toekomstverwachtingen kosten RFID). Vergelijkbare trends worden verwacht in de kosten van de readers. De grootste kosten worden echter veelal verzwegen: de implementatie kosten, de kosten voor de verwerking van de data en de koppeling met de huidige ERP en WMS systemen van het bedrijf. Deze software kosten worden in de miljoenen, zometertientallen miljoenen euro's geschat. Bij deze enorme investeringen is het ook nog niet duidelijk of de gemaakte kosten überhaupt wel terugverdiend kunnen worden. Vooralsnog denken de entrepreneurs van de RFID technologie dat dit wel mogelijk is, of willen misschien tegen beter weten in denken dat het wel mogelijk is. De uitkomst van dit onderzoek moet hier meer duidelijkheid over verschaffen.

- **Nadelen inzicht voorraden:**

Het delen van informatie met de klant of de leverancier is noodzakelijk voor een goed inzicht over de voorraadhoogtes in de keten. Dit is soms echter niet wenselijk in verband met strategisch gedrag. En als de klant of leverancier wél meewerkt, zijn de systemen downstream of upstream misschien niet afgestemd op de huidige systemen van het bedrijf. Wat als niet iedereen RFID gebruikt? Op dit moment maakt ook slechts een klein gedeelte van de bedrijven gebruik van Electronic Data Interchange (EDI), terwijl deze techniek al jaren bestaat en een reeds bewezen technologie is.

Ook de genereerde data kan een probleem worden. Bij het taggen op artikelniveau wordt zeer veel data gegenereerd. Indien die data niet in op de juiste manier wordt samengevat, verwerkt of opgeslagen, kan er een data overload ontstaan. Men praat hier niet over Giga bytes aan data maar eerder over tien-duizendvouden daarvan. Bij bedrijven die 10 miljard producten per jaar verkopen, zal er een netwerk geïnstalleerd moeten worden die een capaciteit van 10 Megabits per seconde aankan ¹. Ook de netwerken dienen daaraan aangepast te worden. De huidige IT

¹ Roberti, M., *7 Reasons to act now*, RFID Journal: September 2003

infrastructuur heeft onvoldoende capaciteit voor de dan benodigde data overdracht voor communicatie.

- **Nadelen voeding en beperkt houdbare producten**

Na permanente verwijdering van de data van de RFID tag (na aankoop) zijn after-sales toepassingen niet meer mogelijk. Voorbeelden van after sales zijn centrale retouren, garanties (bij fouten) of het gericht terughalen van producten met een defect of ziekte (glassplinters, BSE, Varkenspest, MKZ).

- **Nadelen afspraken / standaarden:**

Naast de onbetrouwbaarheid van de techniek zijn de afspraken over welke standaarden men gaat gebruiken ook nog niet afgerond. Men probeert hierbij tot wereldwijde afspraken te komen. De afspraken en standaarden die gebruikt moeten worden, brengen alleen een aantal nadelen met zich mee:

- De meeste bedrijven hebben nog geen goede afspraken over data synchronisatie of data communicatie (bijvoorbeeld bij EDI). Deze is echter wel noodzakelijk.
- Het EPC (Electronic Product Code) Netwerk (wat als standaard kan dienen) is nog niet volledig ontwikkeld.
- De ontwikkelde EPC is anders dan de communicatiestandaard die het ISO heeft ontwikkeld.
- Het standpunt van de regering ten aanzien van RFID is nog onbekend.
- Er is nog geen standaard techniek aanwezig.
- Er is nog geen standaard voor de frequentie.
- Er is nog geen standaard voor het zendvermogen.
- Door de Europese wetgeving is het gebruik van de UHF frequentie tot op heden beperkt, zodat in de USA en in de EU verschillende standaarden voor de UHF frequentie hanteren.
- De software om RFID technologie met de bestaande IT systemen te integreren is nog niet voldoende ontwikkeld.

- **Nadelen bij implementatie:**

Nadelen die verschillende vooruitlopers bij het implementeren van de techniek hebben ervaren zijn hieronder puntsgewijs genoemd ¹:

- Complexiteit van integratie met huidige systeem (hoge implementatiekosten)
- Tijdelijke productiviteitsafname na eerste implementatie
- Geen prioriteit van andere bedrijven in de keten. Voor een inzicht in de totale supply chain is een deelname van alle bedrijven in de keten gewenst/noodzakelijk
- De installatie van RFID en de implementatie in het huidige systeem is niet gemakkelijk
- Er is een tekort aan technisch personeel die de RFID installatie kan uitvoeren
- Weinig ervaring en kennis over RFID en het toepassen ervan. Nog weinig tot geen praktijkvoorbeelden van grootschalige toepassingen. Voor early adopters zitten de kinderziektes er dus nog in.
- De manier van handelen moet worden veranderd. Ook het personeel dient omgeschoold te worden om met de nieuwe techniek overweg te kunnen.
- Het Amerikaanse onderzoeksbureau Forrester heeft ontdekt dat slechts een kwart van de honderd 'verkoren' leveranciers van de Walmart op tijd aan de eisen van de supermarktketen kon voldoen ².

¹ Roberti, M., *7 Reasons to act now*, RFID Journal: September 2003

² Ammelrooy, P van, *Chip vervangt streepjescode. Of niet.*, Volkskrant 06-04-'04



- De meeste leveranciers van Walmart en andere bedrijven die begonnen zijn met het gebruik van RFID (75%), hebben geen positieve RFID business case op kunnen stellen.

- **Nadelen apparatuur RFID:**

Hoewel het gebruik van RFID niet nieuw is, is de techniek nog niet geperfectioneerd. Er zijn nog verschillende nadelen aan de huidige technieken. Elke techniek heeft zijn voordelen en nadelen en zo zijn ze elk op een ander gebied bruikbaar (zie ook hoofdstuk 2). Het voornaamste probleem dat zich voordoet bij de verschillende pilots van de bedrijven die met RFID experimenteren is de onbetrouwbaarheid, voornamelijk veroorzaakt door storingen van de apparatuur en omgevingsfactoren. De readers kunnen nu nog geen 100% betrouwbaarheid geven. Dit ligt meer rond de 90% voor identificatie van producten. Voor de meeste bedrijven in de huidige processen met identificatie door barcodes, is de betrouwbaarheid rond de 99,5%. Hierdoor is het gebruik van RFID nu nog geen optie, omdat dit te veel inkomstenderving en kostenproblemen met zich mee brengt. Bij het scannen van een object met een barcode is het gemakkelijk te controleren of de barcode is gescand of niet, omdat dit object visueel herkenbaar is. Bij RFID weet men niet of een object gescand is of niet, omdat er geen visuele controle meer plaats vindt. Als men 90 RFID signalen ontvangt, is niet vast te stellen of alle 90 objecten gescand zijn of dat er misschien van 10 objecten geen signaal ontvangen is.

- **Nadelen milieu en gezondheidsaspecten (zie verder paragraaf 5.4 en 5.5):**

Door het taggen van objecten en zeker op individueel product niveau, ontstaan naast de problemen met de kosten en techniek nog weer een aantal andere nadelen. Een RFID tag bestaat voornamelijk uit zware metalen, die door het grootschalige gebruik van RFID in het afval terecht komen (zie verder paragraaf 5.4).

Een ander nadeel van de RFID technologie vormen de gezondheidsaspecten. Door de radiogolven die de readers en de (actieve)tags zelf uitzenden, ontstaat er een ruimte waar erg veel straling is. Op dit moment zijn er in de media al verschillende stukken te lezen, over de (vermeende) negatieve gevolgen van de straling waar wij op dit moment dagelijks aan blootgesteld worden. Deze wordt voor een groot deel veroorzaakt door de straling van mobiele telefoons. Door het grootschalige gebruik van RFID, komt hier enorm veel meer straling bij. De gezondheidsaspecten hiervan zijn nog niet bekend. Men kan zich voorstellen dat een bedrijf/winkel, waar veel straling door het gebruik van RFID is, dit voor het imago van zeer slecht kan zijn. De maatschappelijke acceptatie hiervan is nog erg onduidelijk (zie verder paragraaf 5.5).

- **Nadelen privacy en beveiliging (zie verder paragraaf 5.6):**

Het blijkt de RFID chip eenvoudig te kraken is. Met een label-lezer, een handheld computer en een eenvoudig programmaatje zouden hackers de informatie op een RFID-chip kunnen aanpassen. Consumenten zouden zo de prijs kunnen verlagen en kwaadwilligen kunnen zo de voorraadketen van een bedrijf overhoop gooien. De problemen zijn te voorkomen door chips te gebruiken waarbij de productinformatie wordt versleuteld. Nadeel is dat deze chips aanmerkelijk duurder zijn ¹. Of deze bedreigingen gegrond zijn, is nog niet duidelijk. Ook kan RFID nadelig zijn voor privacy belangen (of alleen al het Big Brother gevoel opwekken). Hier wordt in de paragraaf 5.6 verder op ingegaan.

¹ Ammelrooy, P van, *Opvolger van streepjescode blijkt eenvoudig te kraken*, Volkskrant: 02-08-'04



5.4 Zware metalen in het afval en in het milieu

De chip en de antenne zijn gemaakt van metalen die nu eindelijk na jaren uit de verpakkingen geweerd zijn. Met de productie van miljarden tags per jaar kan dit een zeer groot probleem vormen voor het milieu. Men kan zich voorstellen dat men hier terughoudend voor is, aangezien het imago van het bedrijf dat RFID tags gebruikt kan schaden. Een oplossing hiervoor kan het hergebruik van RFID tags zijn. Door de tag te plaatsen op objecten die meerdere keren gebruikt worden (rolcontainers, dollies of pallets) of door inzamelen van de RFID tags na verkoop van het product. Voor de nazorg na de verkoop (i.v.m. garantie) van de tag is deze recycling nadelig. Ook technologische innovaties, zoals het gebruik van milieuvriendelijke grondstoffen in de productie, kunnen doorbraken geven voor dit probleem. Het printen van de antennes in het productieproces in plaats van het wegetsen van het materiaal dat niet gebruikt wordt, kan al een grote milieubesparing opleveren. Door het verwerken van de RFID tags in de verpakking is het ook niet altijd mogelijk om deze te scheiden.

Aangezien de RFID nog relatief in de kinderschoenen staat, is er weinig bekend over de negatieve gevolgen die de technologie met zich mee brengt. De RFID tags zoals die nu geproduceerd worden, hebben echter ernstige nadelige gevolgen voor het afval en dus voor het milieu. Navraag bij ir. L.A. van Kooy medewerker bij het Afvalenergiebedrijf in Amsterdam leverde op dat de bestandsdelen van de RFID tag zeer nadelig voor het milieu kunnen zijn. Op dit moment bestaat een RFID tag uit een silicium chip en een koperen antenne. Indien de RFID tags in het afval terecht komen dat verbrand wordt kan dit verschillende gevolgen hebben.

Silicium komt bijvoorbeeld in het drinkwater voor en is een onschadelijke stof. Verbranding van de silicium chips heeft dus geen negatieve gevolgen voor het milieu.

Het verbranden van koperen bestandsdelen kan twee gevolgen hebben: of de koperen bestandsdelen 'klonten' samen tot kleine balletjes, of het koper verdampt en condenseert tot koperoxide. Beide vormen komen dan in het verbrandingsas van de oven terecht. De grotere koperen balletjes kunnen uit dit as gescheiden worden. Hierdoor kan het koper weer hergebruikt worden. De rest van deze as (vergelijkbaar met het 'slakken' residu van de hoogovens) wordt voornamelijk gebruikt voor de aanleg van wegen (het ophogen). Het aandeel dat uit de as gefilterd wordt of kan worden (de grotere balletjes) is slechts 10% van de totale hoeveelheid koper. Het koperoxide in de as zal echter oplossen indien het nat wordt. Zo komt dit zware metaal in het grondwater terecht en heeft dus een zeer negatief effect op het milieu. Indien de antennes van de RFID tag van aluminium of ijzer worden gemaakt heeft dit echter geen directe negatieve gevolgen voor het milieu. Zolang er maar geen zware metalen zoals cadmium, lood, zink, tin, antimoon of koper worden gebruikt. Op dit moment bestaat het huisvuil voor ongeveer 0,5% uit koper. Dit is voornamelijk te wijten aan de elektronica schroot van alle elektrische apparaten en kleine draadjes hierin. Indien het gebruik van eenmalige RFID tags grootschalig wordt, zal dit percentage drastisch toenemen.

De heer van Kooy gaf in het gesprek aan dat het Afvalenergiebedrijf in Amsterdam zeer geïnteresseerd is naar de impact van het grootschalige gebruik van RFID tags voor het afval en dus voor het milieu. Aangezien het Afvalenergiebedrijf in Amsterdam een samenwerkingscontract met de Technische Universiteit Delft heeft getekend, staat de weg voor een vervolgstudie hiernaar open.

Een andere bron die gevonden is naar de gevolgen van de RFID technologie op het afval en het milieu is het Zwitserse onderzoek van Wäger et al: *Smart labels in municipal solid waste – a case for the*

Precautionary Principle? ¹. Uit dit onderzoek naar de gevolgen van de toename van afval door het gebruik van RFID tags, komen ook zeer verontrustende berichten. De onderzoekers identificeren twee gevaren van het grootschalige gebruik: de enorme toename van giftige stoffen en zware metalen, en de mogelijkheid voor het verstoren van de huidige recycling processen.

In 2003 werd er in Zwitserland 17 miljard food en non-food producten verkocht onder de 7,31 miljoen inwoners. De onderzoekers gaan voor het gemak uit dat in 2012 er evenveel producten worden verkocht. Dit komt dus neer op 17 miljard RFID tags per jaar. Verwacht wordt dat van dit aantal 2,672 miljard in het recycling proces gescheiden worden en dat de overige 14,328 miljard RFID tags in het afval terecht komen. De kosten van het scheiden van alle RFID tags worden geschat dat deze enorm zijn en niet economisch rendabel. Uit het onderzoek blijkt dat een RFID tag van 790mg met aluminium antenne voor 330mg uit aluminium en voor 2 mg uit silicium bestaat. Aangezien het soortelijke gewicht van koper 3 maal zo veel is als dat van aluminium, wordt het gewicht van de koperen antenne grof geschat op 1 gram per RFID tag. Door de toename van het afval door de RFID tags neemt het aluminium in het afval met 13% toe tot 15,8 g/kg en koper met een factor 6 van 1,13 g/kg naar 6,6 g/kg afval.

Naast de grote negatieve gevolgen die deze metalen op het milieu hebben (zoals uit het verhaal van de heer Kooy al bleek), hebben de grote hoeveelheden metalen ook invloed op de recycling processen van verschillende stoffen. Uit het onderzoek van Wäger et al blijkt dat voor de hoeveelheid en kwaliteit van het recycling proces de vele metalen grote nadelige gevolgen kunnen hebben. In tabel 5 staat aangegeven hoe hoog het negatieve effect is van de metalen in het afval voor het recycling proces. Hierbij wordt er een afname verwacht in de hoeveelheid papier dat uit het recycle proces komt, omdat de filters sneller verstopt kunnen raken door de RFID tags. De kwaliteitsafname verschilt van laag tot hoog. Hierbij heeft voornamelijk koper in het recycling proces tot gevolg dat het product in kwaliteit afneemt. In sommige gevallen zelfs zo erg dat het onbruikbaar wordt voor hergebruik.

	Negative impacts on secondary material output		Cost of counter-measures (improved recycling processes)
	Quantity	Quality	
Aluminium recycling	low	medium	medium
Paper recycling	medium	medium	medium to high
Container glass recycling	low	medium to high	medium
PET bottle recycling	low	low	-
Tin plate recycling	low	low to medium	medium

tabel 5: Impacts of smart label diffusion in the retail sector on recycling processes ²

Conclusie

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de metalen die in de RFID tags gebruikt worden een zeer groot negatief effect kunnen hebben op het milieu en zo op de gezondheid. Verder onderzoek naar deze effecten en de impacts hiervan zijn nog nodig en gewenst.

Toekomst

Indien in de toekomst er voor wordt gekozen om nog steeds koperen antennes op de RFID tag te gebruiken, zal dit grote nadelige gevolgen hebben voor het milieu en de gezondheid. Het

¹ Wäger, P.A., M. Eugster, L.M. Hilty, C. Som, *Smart labels in municipal solid waste – a case for the Precautionary Principle?*, Switzerland: Elsevier, 22/04/2005

² Wäger, P.A., M. Eugster, L.M. Hilty, C. Som, *Smart labels in municipal solid waste – a case for the Precautionary Principle?*, Switzerland: Elsevier, 22/04/2005



gebruik van aluminium heeft al een veel betere uitkomst, maar is ook niet ideaal. Vernieuwingen in technologie van de productie van RFID tags en toekomstige innovaties met betrekking tot de grondstoffen van de RFID tag, moeten een oplossing bieden voor dit probleem. Er wordt hier verder in paragraaf 10.1.1 op ingegaan.

5.5 Effecten van straling op de gezondheid

In opdracht van het ministerie van VROM heeft het RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) in 2004 een studie gedaan naar de gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden ¹. Hierbij ging het over alle objecten die straling uitzending, zoals GSM, Bluetooth, detectieapparaten, huishoudelijke apparatuur, EAS en RFID. Met EAS (Electronic Article Surveillance) worden de antidiefstal beveiligingen zoals die op dit moment gebruikt worden bedoeld. In het onderzoek van de RIVM staat het effect van straling op de gezondheid centraal: *“Het centrale vraagstuk betreft hier of er wel of geen oorzakelijke verbanden bestaan tussen blootstelling en effecten. Bekende mechanismen zijn de effecten ten gevolge van opwarming of geïnduceerde kringstromen. Op basis van deze bekende mechanismen zijn in een Europese aanbeveling blootstellingslimieten in de vorm van basisrestricties en referentieniveaus gegeven. Naast effecten met bekende mechanismen zijn er ook aanwijzingen voor specifieke effecten, zoals hoofdpijn en verminderd welbevinden waarvan het mechanisme onbekend is. Ook wordt er onderzocht of er sprake kan zijn van langetermijneffecten zoals kanker. Over het al of niet mogelijke voorkomen van kanker is nog steeds geen uitsluitsel”* ¹.

Naar aanleiding van dit onderzoek is men op verschillende manieren gaan meten en heeft men verschillende andere onderzoeken aangehaald om deze in het onderzoek van het RIVM mee te nemen. Hierin worden de EAS systemen en RFID systemen samen genomen. Belangrijk voor de conclusies in dit verhaal is, dat er geen overzicht van de aantallen, locaties, vermogens en veldsterktes van deze systemen in Nederland zijn. Wel bestaat er internationale wetenschappelijke literatuur over deze systemen ¹.

Uit 3 studies naar het vermogen van de EAS (antidiefstal) systemen blijkt dat de gemeten maximum straling de referentieniveau's, zoals die opgesteld zijn door het ministerie van VROM en de Europese Commissie, overschrijden. De gemeten niveau's niet allemaal hetzelfde door verschillende producten van verschillende fabrikanten en de resultaten van de meting zijn afhankelijk van de omgeving waarin het geplaatst is. De onderzoeken die uitgewerkt zijn in het rapport geven daarnaast ook aan dat 48 van de 50 door hen geteste pacemakers significante interferentie vertonen. Hoewel de EAS systemen veldsterktes veroorzaken die het referentieniveau overschrijden, is er sprake van een kortdurende blootstelling bij het passeren van de detectiepoorten. Het rapport van het RIVM meldt dat werknemers zoals caissières en bewakingspersoneel die zich langere tijd dichtbij, tussen of tegen de detectiepoorten bevinden, wellicht aan een te hoge dosis over langere tijd blootgesteld worden. Dergelijke metingen zijn ook voor de RFID detectie gevonden. Deze metingen zijn echter in proefopstellingen in laboratoria gedaan aangezien RFID detectie op winkelschapniveau nog niet of nauwelijks in de praktijk wordt toegepast.

De algemene conclusie van het onderzoek van de RIVM naar de stralingsgevolgen van EAS en RFID systemen is dat de veldsterktes van EAS- en RFID systemen weliswaar het

¹ Bolte, J.F.B., M.J.N. Pruppers, *Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden*, RIVM rapport 861020007, Bilthoven: RIVM, 2004

referentieniveau kunnen overschrijden, maar dat er enkel bij het passeren van de detector(poort) een kortstondige blootstelling optreedt. De mogelijke effecten van een dergelijke blootstelling zijn vooralsnog niet bekend ¹.

Uit een literatuurstudie in Vlaanderen in opdracht van het Vito, Milieutoxicologie (TOX) en Intergrale Milieustudies (IMS) in het rapport *Inventarisatie van blootstellingsniveaus van niet-ioniserende elektromagnetische straling voor de bevolking in Vlaanderen*, blijkt dat de stralingseffecten op de gezondheidszorg iets minder verontrustend zijn ². Uit verschillende studies naar de effecten van straling op verschillende types kanker zoals leukemie, huid-, hersen-, lever-, en borstkanker, komt bij elektromagnetische velden met extreem lage frequenties (ELF). Het effect bij hogere frequenties zoals bij de mobiele telefonie (GSM) is vooralsnog onbekend, maar er is een aantal studies dat wel verontrustende geluiden laten horen. Het onderzoek concludeert wel dat strikt uit wetenschappelijk oogpunt niet geconcludeerd kan worden dat GSM straling uit mobiele telefoons en zendmasten schadelijk is voor de gezondheid. Het tegendeel kan echter ook nog niet bewezen worden. Daarom zeggen de auteurs van dat onderzoek dat het hanteren van een bepaalde vorm van voorzichtigheid niet onverstandig is.

Uit interviews met leveranciers van RFID detectiesystemen blijkt dat voorlopig het zendvermogen van de RFID techniek wettelijk beperkt is tot op 0,5 Watt, maar is verhoogd naar 2 Watt. In Amerika ligt dit zendvermogen een stuk hoger (rond de 5 Watt). (De meetwaarden van het RIVM onderzoek zijn echter niet in Watt maar in A/m en V/m wat vergelijking in dit opzicht niet mogelijk maakt). Deze vermogens restrictie in Europa van 2 Watt is waarschijnlijk niet om gezondheidsredenen gedaan, maar omdat de ether te vol werd. Een verhoging van het zendvermogen heeft als gevolg dat het bereik groter wordt. Voor de gebruikers zoals de winkeliers is dit dus voordeliger, maar het nadeel is dat zo de ether voller wordt met radio signalen.

Conclusie

Uit het effect van straling op de gezondheid kan geconcludeerd worden dat de huidige EAS systemen een hogere dosis straling veroorzaken dan het maximaal toelaatbare. In de huidige gevallen betreft het echter alleen een kortstondige blootstelling, waardoor deze overschrijding niet schadelijk is. Echter het continue meten van de schapniveaus door de RFID systemen, kan wel een schadelijk effect met zich meebrengen. Hierdoor dienen de frequenties die gebruikt worden laag te zijn (waardoor het minder schadelijk is) en dient het bereik ook beperkt te blijven. De gevolgen van straling voor de gezondheid is dus nog steeds onbekend. Bij een grootschalige implementatie van RFID in de retail dient men dus wel rekening te houden met eventuele schadelijke effecten. Deze schadelijke effecten kunnen ook alleen al door een perceptie tot stand te komen bij het publiek, terwijl het wetenschappelijk nog niet is aangetoond. Een juiste voorlichting naar dit publiek dient daarom al in een vroeg stadium te gebeuren om eventuele vervelende situaties in de toekomst te voorkomen. Door het schetsen van eventuele gevolgen door bijvoorbeeld milieuorganisaties kan dit zeer schadelijk zijn voor het imago van een bedrijf. Aangezien het imago van een bedrijf in de FMCG- en retail sectoren erg belangrijk zijn, kan het schaden hiervan het bedrijf eventueel ten grondde richten.

¹ Bolte, J.F.B., M.J.N. Pruppers, *Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden*, RIVM rapport 861020007, Bilthoven: RIVM, 2004

² Verschaeve, L., G. Decat, A. Maes, *Inventarisatie van blootstellingsniveaus van niet-ioniserende elektromagnetische straling voor de bevolking in vlaanderen, literatuurstudie*, Mol: Boeretang, 2004



5.6 Privacy belangen m.b.t. het gebruik van RFID

Met de euforie die met komst van het uniek kunnen identificeren van producten is ontstaan, is er ook bezorgdheid gekomen bij verschillende consumentenorganisaties. Deze belangenbehartigers zijn bang dat de privacy van de consument in het geding komt, doordat nauwkeurig te registreren valt wie wat koopt. Met de 'Big Brother' van George Orwell uit zijn boek *Nineteen-Eighty-Four* uit 1949, waar een totalitair regime ieders gedrag volgt door het systeem Big Brother, wordt vaak de gelijkenis mee gemaakt. De eerste gebruikers van RFID zijn zich erg bewust van de gevaren van het schenden van de privacy, en proberen voordat de techniek grootschalig is ingevoerd richtlijnen op te stellen die de privacy van de consument beschermd. Er zijn ook al groeperingen opgericht die de privacy van consumenten willen beschermen tegen de RFID chip. Een voorbeeld hiervan is de Amerikaanse groep Consumers Against Supermarket Privacy Invasion And Numbering (CASPIAN) ¹. CASPIAN is bang voor het schenden van de privacy door de volgende eigenschappen van de RFID technologie:

1. **Tags zijn niet zichtbaar verwerkt in producten.** De tags kunnen geïntegreerd zijn in verpakkingen, kleding, tassen, gebruiksvoorwerpen of zelfs bankbiljetten. Radiosignalen gaan door stof, plastic en andere materialen. Als je niet weet dat je tags bij je draagt, kun je ook niet weten wanneer en informatie over jou of de spullen die je bij je hebt wordt gegenereerd.
2. **Wereldwijd unieke identificatie voor individuele objecten.** De Electronic Product Code maakt het mogelijk om individuele objecten van een wereldwijd uniek nummer te voorzien. De angst bestaat dat deze identificerende nummers gekoppeld worden aan persoonsgegevens over de eigenaar of gebruiker van de producten.
3. **Leesapparatuur kan niet zichtbaar zijn.** Niet alleen de tags zijn niet zichtbaar, maar ook de readers. Als readers worden ingebed in de omgeving, dan is het onmogelijk om na te gaan waar tags gelezen worden. Het is mogelijk om leesapparaten in de vloer, wanden of plafonds te integreren. Gesteld dat je zou weten dat je tags in producten meedraagt, dan nog weet je niet wie de tags uitleest en wanneer.
4. **Verzamelen van grote hoeveelheden data.** Als gegevens over producten en personen worden opgeslagen in databases, dan kunnen die gegevens ook aan elkaar gekoppeld worden. Zeker als de mogelijkheden van opslagcapaciteit en informatieverwerking groeien.
5. **Individuele profielen.** Door gegevens van objecten en personen te koppelen aan locaties, kan een individu worden getraceerd en kan de gang van iemand worden nagegaan, zonder dat de betreffende persoon dat weet. Ook kan een tag in bijvoorbeeld een schoen, of de combinatie van tags in kledingstukken, doorgaan voor de identificatie van een persoon. Hierdoor vormen ook schijnbaar generieke codes potentieel inbreuk op privacy.

Helemaal uit de lucht gegrepen is de bezorgdheid ook niet. Zo melde de *Sun-Times* dat de Amerikaanse supermarktketen Wal-Mart samen met fabrikant Procter & Gamble in de zomer van 2004 een geheime test heeft uitgevoerd, waarbij het koopgedrag van consumenten via radiosignalen werd gevolgd, om zo beter in te kunnen spelen op het koopgedrag van de consument ². Zodra een klant een pakje uit het schap haalde, werd hij door een camera in de winkel gevolgd. Ook Gillette heeft dit soort tests gedaan, om hun waardevolle producten tegen winkeldiefstal te beschermen. Tot nu toe had de Amerikaanse industrie steeds ontkend dat ze dit soort geheime testen doet. De *Sun-Times* hoorde van de test via een ontevreden medewerker van Procter & Gamble ³. De borden die Wal-Mart bij desbetreffende producten geplaatst had waren

¹ Claburn, T., *The closer RFID gets to consumers, the hotter privacy issues become*, Informationweek.com: 16-02-'04

² Hughes, S., *Tagging Privacy onto RFIDs*, Privacy Laws & Business, International Newsletter: Issue 71, Jan/Feb 2004

³ Wolinsky, H., P&G, *Wal-Mart store did secret test of RFID*, Chicago Sun-Times: 09-11-'03



niet voldoende om de klanten er op te attenderen dat het hier ging om een test met RFID. Volgens de consumenten belangenbehartigers hebben klanten het recht te weten wanneer er EPC (Electronic Product Code) readers gebruikt worden. De Tags in de producten moeten verwijderd kunnen worden of ge-deactiveerd zonder extra kosten voor de klant. Klanten moeten het recht hebben persoonlijke identificatie informatie (zoals bonuskaart of bankpas) niet te laten koppelen met de EPC code van wat ze kopen ¹. Dit wordt niet door alle bedrijven opgevolgd aangezien de supermarktketen Metro in Duitsland klantenkaarten met een chip gebruikt, zodat de klant een preview van een DVD met leeftijdrestrictie mogen zien. METRO gebruikt de RFID Tags om CD's en DVD's van antidiefstal te voorzien en om klanten een preview te kunnen geven. Maar het wissen van de gegevens op de tag heeft juist weer nadelige gevolgen voor de voordelen die de tag met zich meebrengen. Om in een rij te staan wachten om een RFID chip te deactiveren zal de tijdswinst die met de chip behaald kan worden, teniet of tegen gaan worden. Ook kan in geval van terughalen van producten uit de winkels bij een defect of bij garantiebewijzen, het product niet meer juist geïdentificeerd worden. Verschillende juristen wijzen op de privacy rechten en het gevaar dat deze elektronica wordt gekoppeld aan financiële gegevens van de consument ².



figuur 34: Voorbeeld protest door CASPIAN tegen het gebruik van RFID door METRO ³

De grote angst is dat er personen zijn die zelf een scanner aan gaan schaffen en zo anderen kunnen volgen. Hiermee kunnen zij de boodschappentas van personen scannen en kijken wat ze gekocht hebben, of wat er voor waardevolle spullen in een huis staan. Helemaal na het nieuws dat de Europese Centrale Bank (ECB) van plan is om euro biljetten te taggen ⁴. Dit om valse bankbiljetten te kunnen identificeren (betere veiligheid), zwart geld stromen te kunnen volgen en om losgeld te kunnen volgen. Na persoonlijke navraag bij het ECB is hun officiële reactie: “No comment, as, of course, we would have a non-disclosure agreement with any organization with which we conduct research on banknote issues”. Het laatste nieuws hierin zijn de nieuwe paspoorten waar een RFID chip in verwerkt zit met persoonsgegevens en kenmerken. De bescherming van deze chip blijkt ook niet waterdicht te zijn.

Andere angsten die ontstaan, komen weer van de productie- en leverancierskant. Het is mogelijk dat de RFID Tag gekraakt wordt en de informatie op de chip tegen de leverancier gebruikt wordt door de klant. De klant kan met een reader en een laptop zeer gemakkelijk vergelijkend

¹ Gilbert, A., *California lawmaker introduces RFID bill*, CNET News.com: 24-02-'04

² Hughes, S., *Tagging Privacy onto RFIDs*, Privacy Laws & Business, International Newsletter: Issue 71, Jan/Feb 2004

³ bron: www.spychips.com

⁴ Yoshida J., *Euro bank notes to embed RFID chips by 2005*, EE Times: 19-12-'01

warenonderzoek doen op basis van prijs door eenvoudig door een winkel te lopen en te scannen ¹. Dit als alle product en prijs informatie op de RFID tag staan. Maar ook zijn deze producenten en leveranciers bang dat kwaadwillende personen de informatie op de RFID chip kunnen lezen, de beveiliging kunnen kraken en zo kunnen veranderen om het proces in de war te schoppen ². Als alleen het ECP nummer op de chip vermeld staat en de informatie over het product ergens anders in een goed beveiligde database staat, zal deze angst voor sabotage doen wegnemen. Het is ook mogelijk om de code op de RFID chip te beveiligen, maar deze chips zijn duurder dan de normale chips, en een speciale reader moet aangeschaft worden om deze beveiligde code te kunnen lezen.

Er zijn tevens al berichten dat dieven kleine maar sterke magneten gebruiken om de huidige antidiefstal tags van kleding af te halen ³. Het innaaien van RFID tags in bijvoorbeeld kleding of het meespuiten van de RFID tag in verpakkingen zoals plastic potjes, kan dit probleem tegengaan. Doordat de RFID tag nagenoeg plat is en dus als 2D beschouwd kan worden, voelt een klant een ingenaaide RFID tag niet.

Naast CASPIAN zijn er ook gerenommeerde instellingen die onderzoek doen de invloed van RFID op de privacy. TNO Telecom is bijvoorbeeld samen met de drie Nederlandse Technische Universiteiten en Philips een grootscheeps onderzoek aan het opstarten naar de privacy van RFID. Dit project heeft de naam Perfide (Privacy Enhanced RFID Environment) gekregen. De universiteiten houden zich bezig met de theoretische kant van de privacy. TNO Telecom richt zich vooral op apparatuur, programmatuur en het testen van nieuwe toepassingen ⁴. Maar ook de Californische Senatrice Debra Bowen heeft plannen om een wetsvoorstel in te dienen die de mogelijkheden van de RFID aan banden legt om zo de privacy van de klant te beschermen ⁵.

Er wordt veel nagedacht hoe de privacy van de consumenten beschermd kan worden. Zeker omdat sommige consumenten bang zijn dat door RFID hun privacy wordt geschonden. Er kunnen echter enkele nadelen op het gebied van privacy tegengesproken worden. Een voordeel van de RFID technologie is dat de data op de RFID chip permanent gewist kan worden na de aankoop van het product. Hiermee kan de consument beschermd worden tegen derden die (dure) goederen van de klanten op straat kunnen identificeren. Dit in het geval van bijvoorbeeld een straatroof of inbraak. Een andere manier om identificatie van goederen door middel van RFID door derden, tegen te gaan is de mogelijkheid tot het coderen van de gegevens op de RFID Tag. Zo kunnen deze gegevens niet ongewenst door derden uitgelezen worden. Maar er hoeven geen gegevens over het product op de chip te staan. De informatie die op de RFID chip staat is alleen een code (EPC), die verwijst naar een database met de productgegevens. Zonder toegang tot deze gegevens kun je met alleen een code niets. Een andere angst van onwetende consumenten is de angst dat men gevolgd kan worden. Maar de RFID werkt niet als een GPS systeem, zodat consumenten niet door de individuele producten gevolgd kunnen worden.

¹ RFID Journal, *RFID's Dirty Little Secret*, RFID Journal: september 2003, pagina 7

² Ammelrooy, P van, *Oprolger van streepjescode blijkt eenvoudig te kraken*, Volkskrant: 02-08-'04

³ Dalsem, K. van, *Gratis shoppen met een magneet*, Nieuwe Revu: (nr. 45) 27-10-'04

⁴ TNO, *RFID nog ongeschikt voor toepassing bij de consument*, Nieuwsbrief TNO Telecom nr.3 2004

⁵ Gilbert, A., *California lawmaker introduces RFID bill*, CNET News.com: 24-02-'04



5.7 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvragen 3a) tot en met 3d):

Antwoord 3a) “Welke toepassingsmogelijkheden heeft RFID?” :

[zie paragraaf 5.1]

De literatuur verwijst voornamelijk naar toepassingsmogelijkheden in de Fast Moving Consumer Goods (FMCG) industrie. Hier worden namelijk grootschalige toepassingsmogelijkheden verwacht. De huidige RFID toepassingen zijn veelal kleinschalige en meestal voor intern gebruik, zoals het merken van dieren (koeien) en het toepassen van toegang met RFID pasjes in bedrijven. Hierdoor verwacht men dat de grootste winsten van deze techniek te behalen zijn bij het toepassen in de retail. Hierdoor richt het onderzoek zich voornamelijk op de toepassing van de techniek in deze sector.

Antwoord (3b) + (3c) Welke voor en nadelen heeft de RFID techniek? :

[zie paragraaf 5.2] en [zie paragraaf 5.3]

Er worden verschillende voor en nadelen van de techniek genoemd. Veelal wordt de RFID vergeleken met de huidige gebruikte techniek: de barcode. Doordat snellere handelingen en inzichten in voorraden vele malen beter worden met het gebruik van de RFID, valt deze op termijn te prefereren boven de barcode. Behalve de gezondheids- en milieu nadelen kunnen de nadelen die genoemd worden met goede afspraken meestal overwonnen worden. Naast deze gezondheid en milieu aspecten is het nadeel van de hoge prijs van de techniek echter een nadeel wat het zwaarste weegt. Verwacht wordt dat deze op korte termijn ook niet verandert. Een snelle grootschalige invoering van de techniek binnen vijf jaar gebeurt dus waarschijnlijk niet.

Antwoord (3d) Welke privacy belangen spelen er? :

[zie paragraaf 5.6]

Bij het invoeren en accepteren van de nieuwe techniek speelt privacy een zeer grote rol in het contact naar de consument. Doordat er dan meer mogelijkheden zijn om open gegevens te koppelen aan de gekochte producten, zijn veel consumenten bang voor misbruik door de verkopers. Ook zijn mensen bang dat kwaadwillende met een eigen scanner kunnen zien wat zij dragen, hoe duur het is en hoeveel geld ze op zak hebben. Aan deze privacy belangen wordt nu al veel aandacht besteedt nog vóór de (grootschalige) introductie van de techniek in de winkels. Door goede voorlichting moet het publiek wennen aan de techniek en weten hoe zij eventuele gevaren kan voorkomen.

5.8 Samenvatting hoofdstuk 5

In dit hoofdstuk worden de toepassingen en de voor- en nadelen van de RFID tag en RFID technologie onderzocht. Hierbij ligt de nadruk op het gebruik van RFID en minder op de voor- en nadelen van de techniek zelf. Aangezien de RFID technologie voor vele verschillende toepassingen gebruikt kan worden, zijn de besparingen die behaald kunnen worden ook talrijk. In het onderzoek worden een aantal besparingen die voor kunnen komen in de retail of FMCG industrie genoemd. Er zijn zeer veel verschillende voordelen die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID. Deze voordelen kunnen zowel op operationeel, tactisch als strategisch niveau behaald worden. De voordelen van de RFID technologie kunnen gegroepeerd worden in

voordelen voor handelingen, inzicht voorraden, beveiliging, diefstal en derving, voeding en beperkt houdbare producten, voordelen vervanging bestaande apparatuur; en overige voordelen.

De voornaamste **voordelen** van het gebruik van RFID voor (proces) handelingen zijn: snellere identificatie, betere controle, voorkomen van telfouten en het verdwijnen van sommige handelingen. Verder kan identificatie in gevaarlijke en ongunstige omgevingen evenals de identificatie van snel langskomende voorwerpen gemakkelijker plaatsvinden door RFID. Daarnaast zijn de mogelijkheden voor direct cross dock gemakkelijker. Ook in de winkel zullen verschillende handelingen sneller kunnen gaan of misschien zelfs verdwijnen. Een voorbeeld hiervan is de mogelijkheid voor een zelf service kassa, en het verdwijnen van grootschalige handmatige voorraad tellingen. RFID kan een 100% inzicht in de voorraden in de gehele Supply Chain verzorgen, waardoor het verplaatsen naar de juiste plek makkelijker en sneller kan plaatsvinden. RFID kan helpen bij een betere *track and trace*, betere voorraad beheersing door real time inzicht in de voorraden en een betere controle bij binnenkomst en verlaten van de winkel of DC (accurate voorraad beheersing). Hierdoor kunnen out-of-stocks tegengegaan worden en kunnen lagere voorraadhoogtes aangehouden worden. In geval van beveiliging, diefstal en derving kan RFID ook veel betekenen. Doordat de RFID tag als een antidiefstal strip kan werken, is het mogelijk om de bestaande strip te vervangen met een RFID strip die diezelfde functie heeft. Ook andere vormen van derving naast winkeldiefstal zou hiermee tegengegaan kunnen worden, zoals namaak, aflever fouten en retour fraude. Voor beperkt houdbare producten zoals voeding kan RFID als voordeel geven dat elk product uniek geïdentificeerd en gevolgd kan worden door de hele keten heen. Hierdoor kan sneller en efficiënter ingespeeld worden op eventuele terugroeping uit de schappen in geval van eventuele ongelukken. Goederen kunnen dan ook sneller op basis van houdbaarheidsdatum automatisch verwerkt worden. Ook is het mogelijk om aan de actieve tags sensoren te koppelen om de juiste behandeling te controleren. Hiermee wordt ook gemakkelijker voldaan aan de General Food Law. Andere voordelen die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID, zijn bijvoorbeeld het verkrijgen van een beter inzicht in diverse marketingtoepassingen, en technische toepassingen. Ook worden verschillende voordelen van de RFID tag boven de Barcode genoemd. Hieruit blijkt dat, als de techniek voldoende ontwikkeld is, de RFID tag veel meer te prefereren valt dan de barcode.

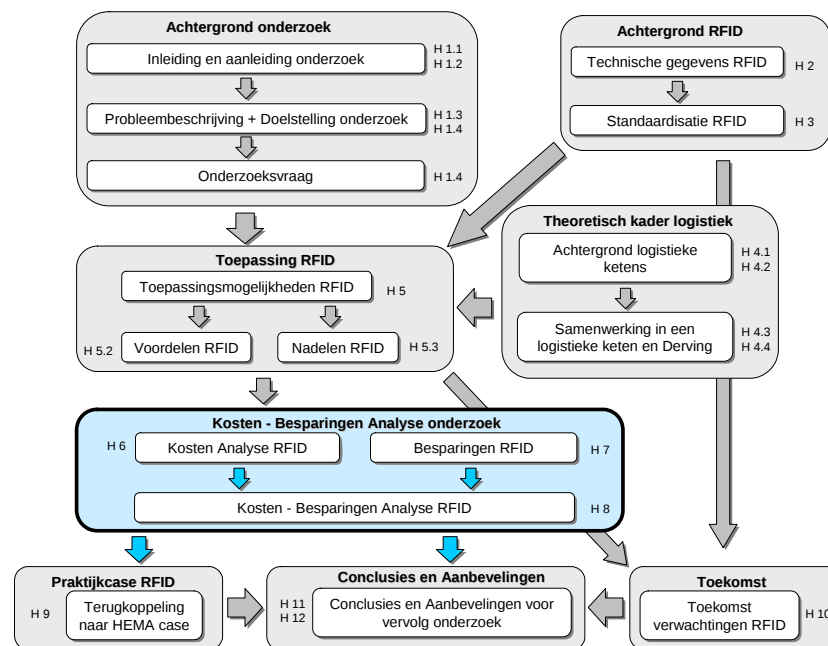
In de paragraaf die de **nadelen** van de RFID techniek behandelt worden vele kanttekeningen en vragen gesteld bij de techniek. Ook zijn de hoge kosten van de tags en apparatuur een grote belemmering voor grootschalig gebruik op korte termijn. Tevens is één van de voordelen van RFID: een transparante keten (inzicht voorraden), niet vanzelfsprekend. Deze transparantie kan nu ook al met andere technieken bewerkstelligd worden (zoals EDI), maar wordt nog steeds niet grootschalig toegepast. Ook de grote hoeveelheid data die individuele tracking en tracing met zich mee zou brengen is enorm. Dit zal een groot probleem geven voor de huidige IT infrastructuur. Andere nadelen hebben te maken met afspraken en standaarden. Aangezien er nog steeds geen goede standaarden voor communicatie manieren en standaarden van de RFID techniek gemaakt zijn, blijft grootschalige implementatie uit. Bij de nadelen van de implementatie van de techniek worden onder andere genoemd, de complexiteit van het systeem en de weinig kennis en ervaring die men heeft met deze systemen. Ook de apparatuur die nog niet uitontwikkeld is, en nog steeds niet de betrouwbaarheid kan garanderen die de huidige techniek al wel kan, wordt als een erg groot nadeel gezien. Belangrijke aspecten voor de acceptatie van het publiek van RFID zijn de invloeden van deze techniek op de gezondheid. Ondanks dat de invloeden van straling op de gezondheid van de mens nog niet precies bekend zijn, zijn er bedenkingen bij de veiligheid van het systeem. Nu worden al bij vergelijkbare systemen (zoals de

antidiefstal poorten) hogere waarden gemeten dan toegestaan is. Aangezien het bij die systemen gaat om een kortdurende blootstelling, wordt dit door de vingers gezien. Het is nu nog onbekend wat voor effect een grootschalige implementatie van het RFID systeem op schapniveau met een bijna continue straling zal hebben voor de gezondheid. Iets om mee te nemen in de overweging dus. Een ander nadeel is het probleem van het afval. De RFID tags die niet meerdere malen worden hergebruikt veroorzaken een enorme berg met extra afval. Hierdoor komen er zware metalen in het afval, aangezien de RFID tag bestaat uit een koperen of aluminium antenne. Een indirect effect is dat de hoeveelheid koper of aluminium een zeer schadelijk is voor de kwaliteit en kwantiteit van het huidige recyclingproces. Ook bij de privacy bescherming door de informatie op de chip na aankoop te wissen verdwijnen sommige eerder genoemde voordelen. Dan zijn gerichte retouren en after sales niet meer mogelijk. Ook is de consument bang voor de schending van de privacy. Het individueel identificeren van producten wekt een groot Big Brother is Watching You gevoel op. Naast de RFID initiatiefnemers buigen ook actie groepen (CASPIAN), instituten (TNO) en beleidsmakers (Senatrice in Californië) zich over deze problemen. De grote bezwaren die aangedragen worden zijn; tags zijn niet zichtbaar verwerkt in producten, wereldwijd unieke identificatie voor individuele objecten koppelen aan personen, de leesapparatuur kan verscholen zijn, verzamelen van grote hoeveelheden data en het verkrijgen van individuele profielen door het koppelen van de informatie van de objecten die iemand bij zich draagt. Als laatste worden de nadelen met betrekking tot het milieu en gezondheidsaspecten genoemd. Hier bestaat echter nog veel onzekerheid over. Nadeel voor het milieu is dat er door het taggen weer zware metalen in de producten verwerkt worden, die daarna in het afval komen en dus in het milieu komen. Daarnaast is men bang dat de grote hoeveelheid radiostraling nadelig is voor de gezondheid.



Kosten – Besparingen analyse onderzoek

In dit deel van het rapport worden de kosten van de RFID technologie en de besparingen die behaald kunnen worden door het gebruik van RFID behandeld. In hoofdstuk 6 worden de kostenaspecten van de RFID technologie behandeld en in hoofdstuk 7 worden de besparingen behandeld. De gegevens uit deze hoofdstukken kunnen gebruikt worden voor een kosten en besparingen analyse die in hoofdstuk 8 is weergegeven. De gegevens uit dit deel worden gebruikt in de terugkoppeling naar de praktijkcase bij de HEMA in hoofdstuk 9 en voor de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 11 en 12 (zie ook figuur 35).



figuur 35: Overzicht opbouw onderzoek – Kosten / Besparingenanalyse onderzoek

6 Kostenaspecten RFID technologie

In de afweging voor het gebruik van de RFID technologie spelen kosten een zeer grote rol. Aangezien de kosten van het huidige identificatiemiddel, de barcode, erg laag zijn, is het moeilijk om hier tegen te concurreren. Het printen van een barcode sticker kan al voor 0,1 euro cent en het mee laten printen van een barcode op een etiket van een product (wikkel), is nagenoeg gratis. Daarnaast is de barcode de laatste 40 jaar zoveel gebruikt dat de apparatuur ook relatief goedkoop is. Een barcodescanner in een supermarkt of distributiecentrum is al voor minder dan 200 euro te koop en een antidiefstal strip kost gemiddeld 7,5 euro cent (exclusief het aanbrengen of innaaien ervan in lage lonenlanden). De huidige prijzen van de RFID technologie, met een kostprijs van een simpele RFID tag tussen de 25 en 30 euro cent en de readers van rond de 3500 euro, maakt dat deze techniek niet zomaar gebruikt gaat worden. De voordelen van RFID dienen zeer veel hoger te zijn dan bij barcode scanning, om de techniek op dit kostenniveau überhaupt te

overwegen. In dit hoofdstuk worden indicaties en schattingen gegeven van de kosten van de verschillende onderdelen van RFID. Werkelijke correcte kosten kunnen helaas niet gegeven worden, aangezien deze voor de meeste leveranciers concurrentiegevoelig zijn. Een daadwerkelijke offerte bij een leverancier en het aangaan van een overeenkomst zal pas de uiteindelijke kosten weer geven, vandaar de schattingen. Daarnaast zijn de kosten natuurlijk ook afhankelijk van de specificaties van het product. Deze schattingen worden wel gegeven om een indicatie te geven in welke orde van grootte de kosten zullen liggen. Er wordt verwacht dat de kosten van de verschillende RFID onderdelen gaan dalen. Deze verwachtingen zijn uitgewerkt in paragraaf 10.1: Toekomstverwachtingen kosten RFID.

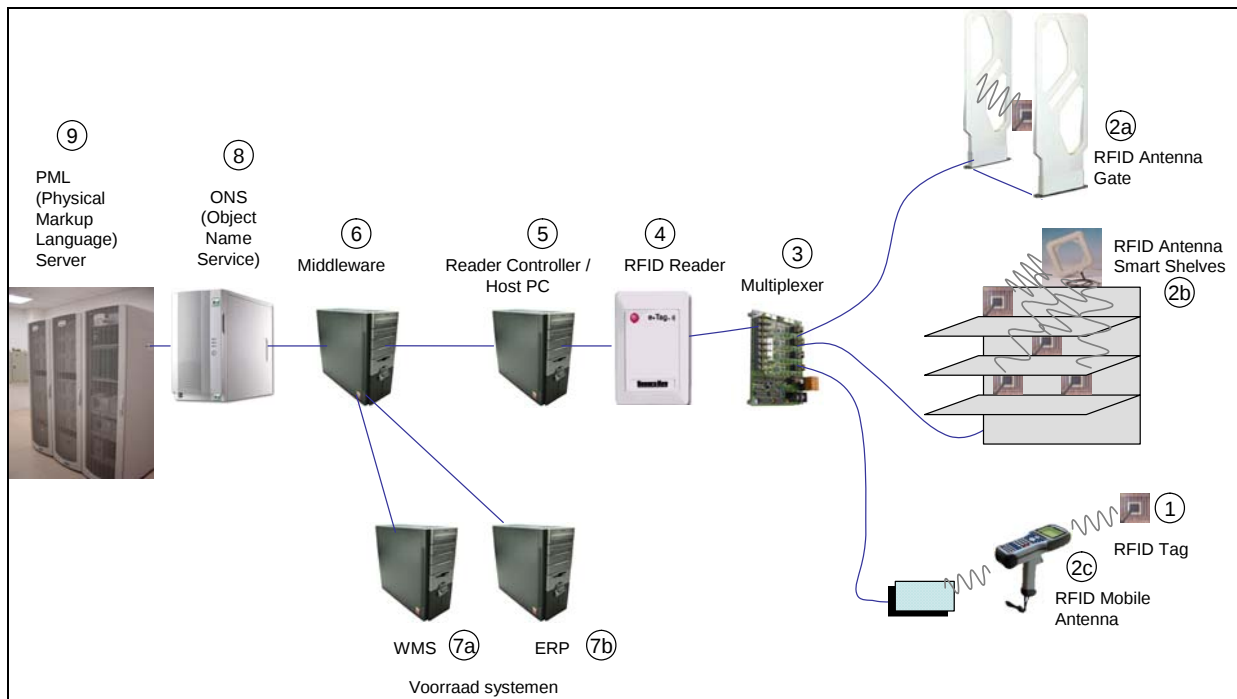
In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de sub-deelvragen: 4a) “Uit welke onderdelen bestaan de kosten van RFID?”, 4b) “Hoe hoog zijn de huidige kosten van RFID onderdelen?”, 4c) “Waar worden de RFID kosten in de keten gemaakt?”

6.1 Kosten RFID onderdelen

In dit hoofdstuk wordt een indicatie gegeven van de verschillende kosten van het gebruik en implementatie van RFID. De kosten worden opgedeeld in de volgende categorieën:

- 1) RFID tags
- 2) RFID readers
- 3) RFID antennes
- 4) RFID installatie (multiplexer)
- 5) Reader Controller / Host PC
- 6) Middleware (software)
- 7) Servers
- 8) IT Infrastructuur
- 9) Afstemming tags, antennes, readers en andere installaties (test en implementatie kosten)
- 10) Software
- 11) Integratie met huidige systemen (WMS / ERP)
- 12) Onderhoud systeem
- 13) Afschrijvingen

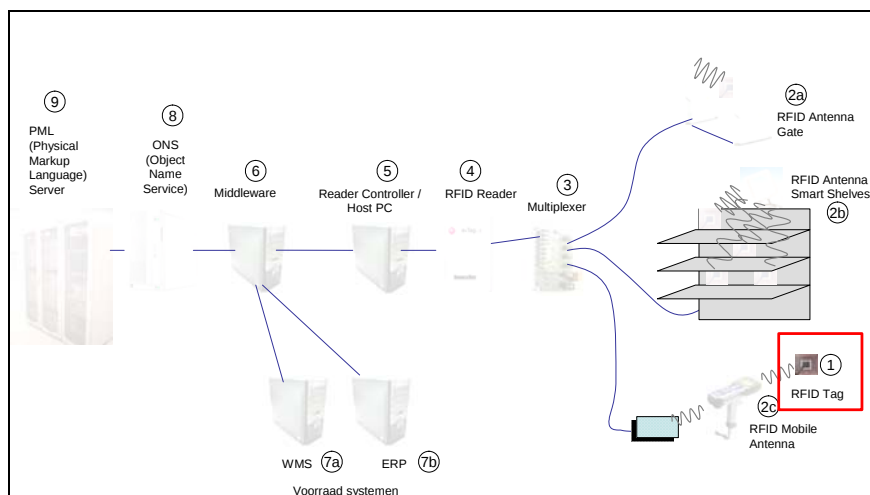
In figuur 36 staan de verschillende onderdelen die komen kijken bij de identificatie met RFID (zie ook figuur 17 in paragraaf 3.4).



figuur 36: RFID onderdelen

In de volgende paragrafen worden deze kosten verder uitgewerkt. Aangenomen wordt dat de huidige dollarkoers (1 euro = 1,30 US Dollar) een correcte weergave van de prijzen geeft. Een kleine verandering van deze wisselkoers heeft weinig effect op de kosten, aangezien het hier om schattingen gaat.

6.1.1 Kosten RFID Tags



figuur 37: RFID onderdelen – RFID tag

Zoals in hoofdstuk 2 beschreven is, zijn er erg veel verschillende RFID tags met verschillende toepassingen verkrijgbaar. In het verdere onderzoek wordt gekeken naar simpele RFID tags die

geschikt zijn voor item level tagging. Deze tags worden dus slechts eenmalig gebruikt en na de verkoop van een product aan de klant meegegeven (met het product) of verwijderd. De kostprijs van de tag is ook afhankelijk van de toepassingen die de gebruiker er mee wilt uitvoeren. Zo zijn de uitvoeringen met extra sensoren duurder dan uitvoeringen zonder. Maar ook extra functies zoals een barcode sticker, of het feit dat een chip eerst geprogrammeerd moet worden, brengen extra kosten met zich mee, die veelal verzwegen worden in de literatuur. Voor de toepassingsmogelijkheden van het programmeren van de tags (OTP, WORM en MRW) wordt terugverwezen naar paragraaf 2.2.4. De huidige kostprijs van een RFID tag is € 0,30.

Andere manieren om de prijs van een tag omlaag te krijgen is door het hergebruiken van een tag. De levensduur van een normale passieve RFID tag kan in normale omstandigheden meer dan tien jaar zijn. Door een object te voorzien van een RFID tag, die meerdere malen gebruikt wordt (zoals een rolcontainer of pallet), is het mogelijk om de kostprijs van de tag, fictief omlaag te brengen. Een goede oplossing die dan € 10 kost, maar wel 200 keer of vaker mee gaat, heeft een relatieve kostprijs van € 0,05. Ook andere mogelijkheden bestaan voor het hergebruik van de tags. Zo gebruikt het Duitse kledingbedrijf Esprit RFID tag op haar producten (item level):

Esprit wilde haar kleding uniek kunnen volgen tijdens het transport van het Verre Oosten naar haar winkels in Europa, aangezien er veel producten, 'kwijt' raakten. Door het aanbrengen van de antidiefstal schijven bij de fabriek en deze te voorzien van een RFID chip, was dit mogelijk. Hier worden dus de grote witte schijven bedoeld die ook in de warenhuizen in Nederland gebruikt worden. Niet alleen voor de antidiefstal functie, maar voor het feit dat met de RFID tag de kleding door de keten gevolgd kan worden. Esprit wist dus waar in de keten de spullen "kwijt" raken of gestolen worden. Met deze informatie kan het bedrijf hierop reageren met passende maatregelen. Deze antidiefstal schijven werden in Duistland na de verkoop van het product verwijderd en teruggezonden naar het Verre Oosten. Hierdoor werd de initiële kostprijs van het aanbrengen van de RFID tag van € 1,- gedeeld door het gemiddelde verbruik van 20 keer, zodat de kostprijs op € 0,05 per product kwam.

In tabel 6 staat ter indicatie een voorbeeld van de verhoudingen van de kosten door de verschillende partijen. Hieruit volgt dat de totale kosten van de RFID tag voor ongeveer 40% bestaan uit de kosten van de chip (het zwarte puntje), voor 15% uit de kosten van de antenne, voor 15% uit de kosten van de assemblage en voor ongeveer 30% uit de kosten voor de verwerking van de chip. In paragraaf 10.1.1 wordt verder ingegaan op de invloed van deze kostenverhoudingen op de verwachting van de kostendalingen van de prijs.

(IC) Chip	Antenne	Assemblage	Verwerking	Totale Kosten	Wanneer?
20 cent	5 cent	5 cent	20 cent	50 cent	2001
10 cent	5 cent	5 cent	10 cent	30 cent	2003 ?
2 cent	1 cent	1 cent	1 cent	5 cent	2005 ??
0.5 cent	0.1 cent	0.1 cent	0.3 cent	1 cent	2010 ???
40%	15%	15%	30%	100%	Verdeling gemiddeld

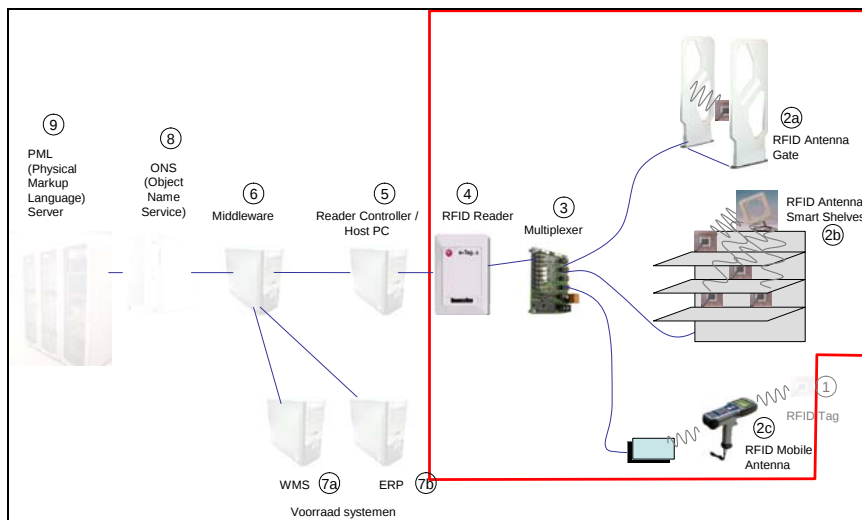
tabel 6: Indicatie verhoudingen kosten producenten RFID tags ¹

Voor het verdere onderzoek naar de kosten en besparingen van de RFID techniek wordt voor het taggen van alle producten uitgegaan van een variabele prijs. Deze variabele prijs wordt gebruikt zodat de lezer op langere termijn kan bepalen wanneer de techniek rijp is en het

¹ Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03, sheet 36

rendabel is om RFID toe te passen. Tenzij anders vermeld is als uitgangspunt een startprijs van € 0.15 gebruikt, aangezien dit de meest waarschijnlijke prijs op middellange termijn (<5 jaar) is. Voor de toekomstverwachtingen over de kostprijs van een RFID tag, wordt verwezen naar paragraaf 10.1.1.

6.1.2 Kosten RFID Readers, Multiplexers en Antennes



figuur 38: RFID onderdelen – RFID Readers, Multiplexers en Antennes

Omdat de verscheidenheid aan readers erg groot is (vanwege het grote aantal toepassingen), is het moeilijk om een prijsindicatie te geven van een RFID reader. Het Auto-ID Center geeft een huidige prijs weer van \$ 100 per reader ¹. Gesprekken met leveranciers en consultants geven aan dat deze genoemde bedragen door het Auto-ID centre niet realistisch zijn. De genoemde bedragen zijn alleen voor de hardware van het zender gedeelte en niet voor de totale reader constructie. Deze readerconstructie bestaat dan ook nog uit een besturingssysteem een beschermingskast eromheen, voeding en bekabeling. Daarnaast worden hier de prijzen van de zeer goedkope en de minst geavanceerde readers getoond. Waarschijnlijk gaat het hier om de zeer eenvoudige reader die ook in een kassa gebruikt wordt voor barcodescanning. De huidige prijs van dit soort readers in de kassa voor barcodescanning is € 200 per stuk (Bron: Marinus Kuite, HEMA Informatie Management).

In figuur 39 wordt een foto van een readerconstructie bij een dockdeur gegeven. De constructie zelf is een stalen frame (geel) om het mogelijk te maken de reader te bevestigen, maar voornamelijk ter bescherming van de reader. In de omgeving waar de readers geplaatst zijn, gebeuren af en toe nog wel wat botsingen met pallets tegen dergelijke constructies, muren of deuren. De constructie bestaat daarnaast uit verschillende readers (rood omcirkeld). Omdat het nog niet mogelijk is om grote afstanden te overbruggen en voor de betrouwbaarheid, zijn meerdere readers bij een dock constructie nodig. Een controle lamp (in het blauwe vierkant), geeft aan of het lezen van de ingekomen pallet gelukt is, en of de pallet geaccepteerd wordt op de locatie waar deze gescand wordt.

¹ Auto-ID Calculator: http://archive.epcglobalinc.org/howtoadopt_roi.asp



figuur 39: RFID reader constructie bij een dock deur

Deze constructie in figuur 39 is alleen geschikt om de ladingdrager, zoals een pallet of rolcontainer te identificeren. Voor het identificeren en controleren van alle artikelen op de rolcontainer en pallet is een beter, geavanceerder en kleinere constructie nodig. Het duurt dan ongeveer een minuut in een speciale kooi voordat een complete pallet gescand is. Met verbeterende technieken gaat dit waarschijnlijk in de toekomst beter. Dan is het ook mogelijk om automatisch te identificeren. In figuur 40 zijn andere minder uitgebreide readers, die bijvoorbeeld in een winkel bij de goederenontvangst geplaatst kunnen worden, weergegeven.



figuur 40: Reader constructies voor winkels

Tegenwoordig is het mogelijk om de antennes van de lage frequente (LF) readers als een draad in de vloer te vrezan. Hierdoor kunnen de tags op de ladingdragers alleen van de onderkant gelezen worden. Bij de boven afgebeelde readers is het mogelijk om van meerdere kanten de tag te lezen. Het nadeel van een antenne in de vloer is dat het aanbrengen ervan tijdrovend is, omdat meestal door gewapend beton heen gefreesd moet worden. Indien de antenne het begeeft moet deze dan weer uit het beton gehakt worden, alvorens een nieuwe antenne geplaatst kan worden.

Naast de reader constructies zijn er ook RFID handheld readers waarvan in figuur 41 voorbeelden van gegeven zijn. Een nieuwe barcode handheld reader kost nu ongeveer € 3.500. Een leverancier gaf aan dat goedkope readers (geen handheld maar vast) tussen de € 1.500 en € 2.500 kosten. Ook is het mogelijk om vaste kleine readers in winkelschappen te maken die de voorraadhoogte van de schappen op artikelniveau kunnen bijhouden. Deze laatste toepassing wordt de *smart shelf* genoemd (zie figuur 42). De kosten hiervoor zijn nog onbekend.



figuur 41: Handheld RFID readers



figuur 42: RFID reader in winkelschap: *smart shelf*

Naast de RFID readers op scanpunten (zoals bij de goederenontvangst of in het winkelschap) zijn er waarschijnlijk ook poortjes nodig bij de kassa, of bij de uitgang tegen winkeldiefstal. De huidige kosten van de antidiefstal poortjes (zoals in figuur 43 weergegeven is) bij antidiefstal systemen die men nu bijvoorbeeld bij de HEMA gebruiken (geen RFID), kosten tussen de € 4.500 en de € 4.900 exclusief installatiekosten, per doorgang = twee poorten (Bron: Marinus Kuite, HEMA Informatie Management). Geschat wordt dat de kosten van een RFID antidiefstal poort en dus ook een RFID scannerpoort voor het herkennen van artikelen bij de kassa, even hoog zijn.

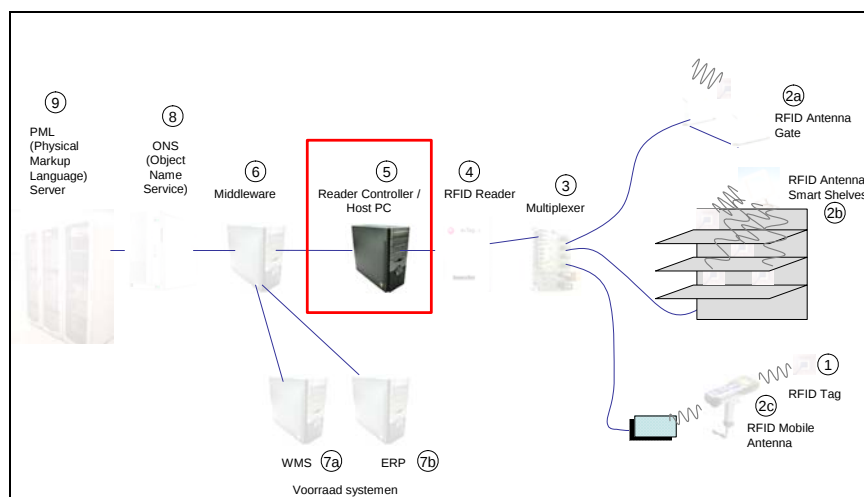


figuur 43: RFID reader poort

Samenvatting kosten RFID readers, multiplexers en antennes:

De kosten per gehele constructie van de reader inclusief: reader, antenne en middleware worden geschat op € 7.000 voor de grote DC constructies en € 4.000 voor de kleinere winkel constructies. De handheld RFID readers kosten ongeveer € 3.500 per stuk en de RFID reader in de winkelschappen kosten ongeveer € 4.000 euro per 6 readers (door de mogelijkheid om meerdere antennes aan 1 reader te koppelen). (bronnen: Accenture: *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*¹ en interviews met LogicaCMG Consulting, CaptureTech en Inotec). De kosten van een antidiefstal poort en reader bij de kassa liggen rond de € 4.700.

6.1.3 Kosten Reader Controller / Host PC



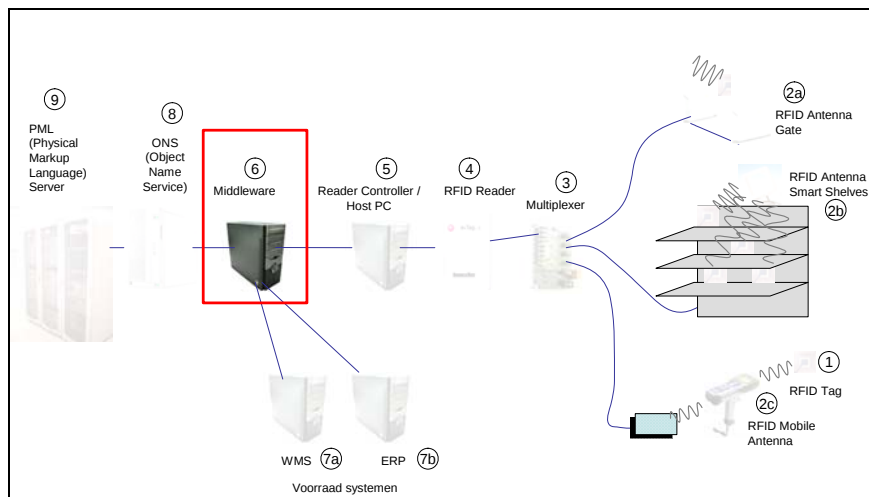
figuur 44: RFID onderdelen – Reader Controller / Host PC

Bij de installatie van de RFID techniek is er een hardware IT systeem of computer nodig die de RFID readers en multiplexers aanstuurt. Deze handelt dan ook de informatiestromen die gegenereerd worden door de rest van het systeem af. Tenzij de controller bestand moet zijn in ruige omgevingen (zoals in een fabriek) is het niet nodig om een hoogwaardige computer

¹ Chappell, G., D. Durdan, G. Gilbert, L. Ginsburg, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03

hiervoor te gebruiken. Een gewone PC met de juiste hard en software is al voldoende. Per afdeling is er voor de readers maar één Host PC nodig. De kosten voor het aanschaffen en juist integreren van een Reader Controller worden geschat tussen de € 1.000 en de € 3.000. Er wordt in het onderzoek uit gegaan van een gemiddelde prijs voor een controller van **€ 2.000**.

6.1.4 Kosten Middleware (software)

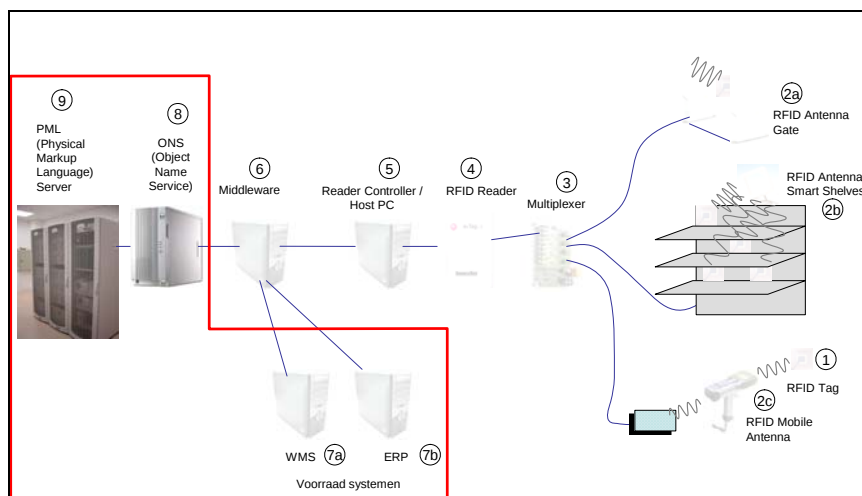


figuur 45: RFID onderdelen – Middleware

Bij de installatie van de RFID techniek zal er een hardware IT systeem of computer moeten zijn die de informatiestromen van de Reader Controller en de database van het WMS of ERP, filtert. Als deze informatie niet gefilterd wordt, leidt dit tot overbelasting van het huidige systeem, of grote investeringen die nodig zijn om het systeem optimaal te laten functioneren. Grote software bedrijven zijn al bezig met het maken van een middleware variant die aansluit op de door hun geleverde WMS of ERP pakketten. Voorbeelden hiervan zijn: SAP Auto ID Infrastructure (AII), Oracle Warehouse Management, Microsoft Business Solutions en IBM WebSphere MQ¹. De kosten voor het aanschaffen en juist integreren van de Middleware zijn op dit moment nog opbekend. Het is geheel afhankelijk van de huidige systemen die gebruikt worden en de kosten van het aanpassen van deze systemen en de licentiekosten van deze systemen. Een kant en klare offerte bij bijvoorbeeld SAP is niet mogelijk, aangezien de mogelijkheden van de middleware afhankelijk zijn van vele verschillende mogelijke toepassingen. Daarnaast kunnen grote bedrijven zoals HEMA of VendexKBB meestal afdingen op de kosten van zo'n pakket, aangezien zij grote afnemers van SAP zijn. Een normale licentie van 100.000 euro kan dan via onderhandelingen misschien wel verlaagd worden naar 20.000 euro (Bron: gesprek met Paul Stawski, Senior Consultant VendexKBB IT Services).

Een schatting van de kosten voor een middleware ligt tussen de € 50.000 en de € 100.000 per distributiecentrum. Er wordt in het onderzoek uit gegaan van een gemiddelde prijs voor een middleware systeem van **€ 75.000**.

¹ Bron: LogicaCMG, *Making Waves: RFID Adoption in Returnable Packaging*, RFID Benchmark Study, Logica CMG: 2003-2004



Aannames:

Kosten installateurs	€ 50 per uur	
Tijdsduur installatie reader in DC	4 uur per reader	
Tijdsduur installatie reader in Winkel	0,5 uur per reader	
Materiaalkosten installatie reader DC	€ 200 per reader	(Auto ID Center: \$ 260)
Materiaalkosten installatie reader Winkel	€ 75 per reader	(Auto ID Center: \$ 100)

Installatie kosten:

Kosten installatie per reader DC	€ 400 per reader	(=50*4 + 200)
Kosten installatie per reader Winkel	€ 100 per reader	(=50*0,5 + 75)

Indien RFID ook op ladingdragers zoals pallets, rolcontainers of kratten gebruikt wordt, moet hier ook een RFID tag op aangebracht worden. De tijd die het aanbrengen van de RFID tags op ladingdragers inneemt, wordt veelal onderschat. Ervaringen bij het aanbrengen van RFID tags op rolcontainers bij supermarkketen Hoogvliet leren dat het moeilijk is om in een lopend proces een deel stil te leggen. 3 jaar na het begin van de RFID implementatie komen er nog sporadisch rolcontainers voor die niet voorzien zijn van een RFID tag. Het is dus noodzakelijk dat er een goed systeem wordt opgesteld moet worden, die het aanbrengen van de RFID tags, regelt.

Hieronder volgt een schatting van het aanbrengen van RFID tags op 30.000 ladingdragers (rolcontainers) die een minimale doorloop hebben van 1 week en een maximale doorloop van 1 maand. Dit betekent dat een rolcontainer gemiddeld 1 week bij de winkel of klant is, maar zeker binnen 1 maand weer op het DC is. De cursieve waarden geven aan welke waarden in beide scenario's verschillend zijn.

Scenario 1:

Aannames:

Kosten installateurs	€ 15 per uur	
Aantal installateurs	5	
Aantal ladingdragers	30.000	
Aanbrengen RFID tag	30 per uur	<i>(verschillend per scenario)</i>
Werkweek	36 uur	

Benodigde tijd aanbrengen	1.000 uur	(= 30.000/30)
Duur project aanbrengen RFID tag	0,93 weken	(= 1.000/(5*36))
<u>Kosten aanbrengen RFID tag</u>	€ 15.000	

Scenario 2:

Aannames:

Kosten installateurs	€ 15 per uur (uitzendkracht?)	
Aantal installateurs	5	
Aantal ladingdragers	30.000	
Aanbrengen RFID tag	10 per uur	<i>(verschillend per scenario)</i>
Werkweek	36 uur	

Benodigde tijd aanbrengen	3.000 uur	(= 30.000/10)
Duur project aanbrengen RFID tag	8,5 weken	(= 3.000/(10*36))
<u>Kosten aanbrengen RFID tag</u>	€ 45.000	



De gemiddelde kosten voor het aanbrengen van RFID tags op rolcontainers liggen dus tussen de € 0,50 en € 1,50 per rolcontainer.

6.1.7 Kosten software en integratie

Voor de overgang naar het gebruik van RFID moeten de ERP en WMS systemen aangepast worden. Ook moet er software geschreven worden of aangepast moeten worden om de verschillende onderdelen en installaties aan te sturen. Een schatting van deze kosten zijn ¹:

Kosten software integratie per DC	€ 300.000	(≈ \$ 390.000)
Kosten software per DC	€ 4.000	(≈ \$ 5.000)
Kosten software per Winkel	€ 2.000	(≈ \$ 2.600)
Kosten integratie per DC	€ 20.000	(≈ \$ 26.000)
Kosten integratie per Winkel	€ 20.000	(≈ \$ 26.000)

6.1.8 Kosten Onderhoud en afschrijvingen

Aangezien er in de berekening ook gekeken wordt naar de implementatie van de kosten over verschillende jaren, moet er ook afschrijvingen en onderhoud gepleegd worden aan alle genoemde systemen en installaties.

Een veelgebruikte aanname is dat de **onderhoudskosten voor de hardware per jaar 10 % van de investeringskosten** zijn. Bij de HEMA wordt hardware apparatuur in gemiddeld **3 jaar afgeschreven**. Deze waarde wordt ook in het onderzoek gebruikt.

6.2 Waar worden de kosten in de supply chain gemaakt

In een normale Fast Moving Consumer Goods keten, zijn de producent en retailer verschillende bedrijven. Aangezien voor de retailer het makkelijkste is als de RFID tag al op de producten aangebracht is. De kosten voor de aanschaf en aanbrengen van deze tags gebeurd dan bij de producent, terwijl ook in de rest van de keten besparingen behaald kunnen worden. Deze kosten van de RFID tag, dienen dan eigenlijk ook doorberekend worden naar of gedeeld worden met de andere gebruikers in de keten zoals de retailers.

6.3 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvragen 4a) tot en met 4c):

¹ Auto-ID Calculator: http://archive.epcglobalinc.org/howtoadopt_roi.asp



Antwoord 4a) “Uit welke onderdelen bestaan de kosten van RFID?” :

[zie paragraaf 6.1]

Bij het gebruik van RFID zijn zeer veel verschillende onderdelen nodig. De RFID implementatie- en gebruikskosten worden opgedeeld in de volgende categorieën:

RFID tags; RFID readers; RFID antennes; RFID installatie (multiplexer); Reader Controller / Host PC; Middleware (software); Servers; IT Infrastructuur; Afstemming tags, antennes, readers en andere installaties (test en implementatie kosten); Software; Integratie met huidige systemen (WMS / ERP); Onderhoud systeem en Afschrijvingen. Zie ook figuur 36 op pagina 85 voor een overzicht.

Antwoord 4b) “Hoe hoog zijn de huidige kosten van RFID onderdelen?”:

[zie paragraaf 6.1]

Een indicatie van de kosten wordt gegeven in tabel 7:

RFID tags		€ 0,15
RFID readers, antennes, installatie (multiplexer)	Grote DC constructies	€ 7.000
	Kleinere winkel constructies	€ 4.000
	Handheld reader	€ 3.500
	Smart Shelves	€ 4.000 per 6
Reader Controller / Host PC		€ 2.000
Middleware (software)		€ 75.000
Servers	Simpele kleine server	€ 10.000
	Uitgebreidere server	€ 50.000
	Zeer uitgebreide server	€ 1 miljoen
IT Infrastructuur		
Afstemming tags, antennes, readers en andere installaties (test en implementatie kosten)	Installatiekosten reader DC	€ 400
	Installatiekosten reader winkel	€ 100
	Installatiekosten RFID tag op rolcontainer	€ 0,50 à € 1,50
Software	Kosten software per DC	€ 4.000
	Kosten software per Winkel	€ 2.000
Integratie met huidige systemen (WMS / ERP)	Kosten software integratie per DC	€ 300.000
	Kosten integratie per DC	€ 20.000
	Kosten integratie per Winkel	€ 20.000
Onderhoud systeem		10 %
Afschrijvingen		3 jaar

tabel 7: Overzicht kosten RFID onderdelen

Antwoord 4c) “Waar worden de RFID kosten in de keten gemaakt?” :

[zie paragraaf 6.2]

Elk onderdeel in de logistieke keten dient voor zich zelf investeringen in apparatuur te maken om het RFID systeem te kunnen gebruiken. Echter de kosten voor de aanschaf en aanbrengen van de RFID tags gebeurt waarschijnlijk alleen bij de producent.

6.4 Samenvatting kosten RFID onderdelen

Bij de kosten voor het gebruik van de RFID techniek komen zeer veel onderdelen aan bod. De kosten van de onderdelen (apparatuur) en de implementatiekosten zijn: RFID tags, RFID readers, RFID antennes, RFID installatie (multiplexer), Reader Controller / Host PC, Middleware (software), Servers, IT Infrastructuur, afstemming tags, antennes, readers en andere

installaties (test en implementatie kosten), software, integratie met huidige systemen (WMS / ERP) en onderhoudssysteem.

RFID tag: over de kosten van de RFID tag wordt al zeer veel gesproken. Onderzoekers verwachten dat deze prijs de doorslag geeft voor het wel of niet implementeren van de RFID techniek. Deze onderzoekers hopen dat de prijs gaat dalen naar € 0,05 of zelfs naar € 0,01. De huidige prijs is echter € 0,30. Leveranciers verwachten echter dat deze prijs op korte en middellange termijn niet onder de € 0,15 gaat dalen. Reader: de kosten per gehele constructie van de reader inclusief: reader, antenne en middleware worden geschat op € 7.000 voor de grote DC constructies en € 4.000 voor de kleinere winkel constructies. Reader Controller / Host PC: de gemiddelde kosten voor een controller zijn van € 2.000. Middleware: De uiteindelijke kosten van de middleware zijn afhankelijk van de toepassingen en de gebruikte systemen. De gemiddelde prijs voor een middleware systeem wordt geschat op € 75.000. Servers: De kosten voor een server voor de uitwisseling van data met verschillende onderdelen van het bedrijf of met verschillende bedrijven, worden geschat tussen de € 10.000 voor een 'simpele' server en € 50.000 voor een iets uitgebreide server. Bij zeer veel data uitwisseling is er echter een zeer uitgebreide server nodig. De kosten voor deze uitgebreide server gaan richting de 1 miljoen euro.

Installatiekosten: De installatiekosten voor de readers worden geschat op € 400 per reader in een DC en € 100 per reader in een winkel. De gemiddelde kosten voor het aanbrengen van RFID tags op rolcontainers liggen dus tussen de € 0,50 en € 1,50 per rolcontainer. Voor de software en integratie van deze software met de huidige systemen worden de volgende kosten geschat: kosten software integratie per DC = € 300.000, kosten software per DC = € 4.000, kosten software per Winkel = € 2.000, kosten integratie per DC = € 20.000, kosten integratie per Winkel = € 20.000. Een veelgebruikte aanname is dat de onderhoudskosten voor de hardware per jaar 10 % van de investeringskosten zijn.

7 Besparingen RFID

De besparingen door het gebruik van RFID worden op meerdere plaatsen in de keten gemaakt. In hoofdstuk 5 zijn de processen (activiteiten) en locaties beschreven waar RFID toegepast kan worden. In dit hoofdstuk worden de besparingen geïdentificeerd en wordt getracht een indicatie te geven van de grootte van deze besparingen en waar deze besparingen in de supply chain plaatsvinden. In hoofdstuk 4 zijn al de voordelen van RFID voor de gehele supply chain genoemd. Echter niet alle genoemde voordelen hieruit zijn meegenomen in dit hoofdstuk. Dit op basis van haalbaarheid van de genoemde voordelen.

Het juist kwantificeren van de besparing die een bedrijf kan behalen door het gebruik van RFID, is zeer moeilijk. Het is namelijk afhankelijk van vele zaken, zoals het soort bedrijf en bijvoorbeeld de mate waarin in de huidige situatie technologieën gebruikt worden die de RFID techniek evenaren. De waarden die gegeven zijn in de tabellen zijn voornamelijk schattingen die gemaakt zijn op basis van de huidige situatie bij de HEMA en uit praktijksituaties die genoemd worden in de literatuur over RFID. In paragraaf 7.2 wordt uitleg gegeven over de totstandkoming en bronnen van de geschatte besparingen die in paragraaf 8.1 in tabel 8 en tabel 9 worden behandeld.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen: 5a) “Welke besparingen kunnen door RFID gemaakt worden?”, 5b) “Hoe hoog zijn de besparingen door het gebruik van RFID?”, 5c) “Waar worden de RFID besparingen in de keten gemaakt?”, 5d) “Hoe moeten deze kosten en besparingen verrekend worden?”

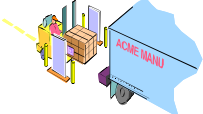
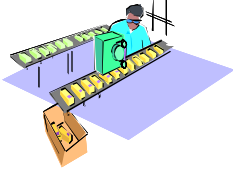
7.1 *Voordelen per activiteit en locatie*

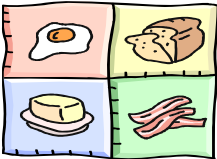
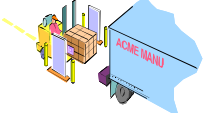
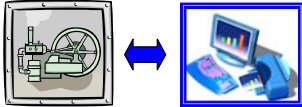
In tabel 8 en tabel 9 wordt aangegeven waar de volgende besparingen verwacht kunnen worden. Hier zijn de voordelen weergegeven per activiteit en per locatie. Hierin zijn het distributiecentrum en de fabriek samengenomen aangezien de activiteiten in beide locaties nagenoeg hetzelfde zijn. In tabel 8 in paragraaf 7.1.1 worden de voordelen in een fabriek en in een DC getoond. Hierin zijn alle activiteiten en schattingen van besparingen gelijk behalve voor het orderpicking proces en het productieproces. In tabel 9 in paragraaf 7.1.2 worden de voordelen in een winkel getoond. In hoofdstuk 5 worden de uitgebreidere beschrijvingen gegeven van de in dit hoofdstuk gestelde besparingen. Tevens wordt per activiteit een schatting gegeven van de grootte van de besparing die te verkrijgen is. De meeste van deze schattingen zijn uitgewerkt in paragraaf 7.2.

Tijdens het onderzoek zijn vele schattingen berekend voor de betreffende besparingen. Andere ordergroottes van besparingen zijn uit de literatuur gekomen. In het kader van de beperkte tijd die dit onderzoek heeft, is het helaas niet mogelijk om voor elke besparing een algemene grootte te berekenen die voor de meeste bedrijven van toepassing is. Voor ieder bedrijf kan de grootte van een besparing verschillend zijn door de speciale bedrijfsprocessen en bedrijfsvoering die in dat bedrijf heersen. Hierdoor vindt u in tabel 8 en tabel 9 voordelen waarvan de geschatte besparing Onbekend is. Voor deze en alle andere besparingen geldt dat nader onderzoek met de juiste bedrijfsgegevens de juiste besparingen op moet leveren.

7.1.1 Voordelen en besparingen per activiteit en locatie: Fabriek en Distributiecentrum

In deze paragraaf worden de algemene voordelen en besparingen die in een fabriek plaats kunnen vinden door het gebruik van RFID behandeld.

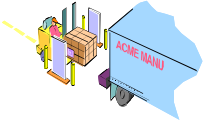
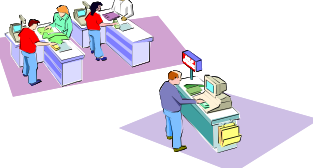
Activiteit	Voordelen	Geschatte besparing
Aankomst Goederen (Fabriek + DC) 	• Snellere identificatie bij aankomst goederen (door automatische ID) • Verdwijnen van handelingen • Voorkomen telfouten • Identificatie in ongunstige omgevingen	• ± 15 minuten per vrachtwagen • onbekend • vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8) • onbekend
Lezen van magazijn stelling (Fabriek + DC) 	• Minder voorraadinspecties • Minder out-of-stocks: - tegengaan producten op onjuiste locatie - 'verloren' producten sneller terugvinden, voordat er nieuwe besteld worden (lost and found reductie)	• € 1 per m² magazijn • vermindering van <i>lost and found</i> met 100%
Orderpicking DC 	• Voorkomen telfouten • Mogelijkheid voor automatische identificatie • Verdwijnen van handelingen • Identificatie in ongunstige omgevingen • Betere traceerbaarheid elk product	• vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8) • Besparing personeel met 1% • onbekend
Orderpicking Fabriek 	• Voorkomen telfouten	• vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8)
Productieproces Fabriek 	• Voorkomen telfouten • Mogelijkheid voor automatische identificatie • Verdwijnen van handelingen • Identificatie in ongunstige omgevingen • Betere traceerbaarheid elk product	• vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8) • Besparing personeel met 1% • onbekend
Retouren en garantie (Fabriek + DC) 	• Versnellen en vergemakkelijken retour / garantie proces • Track en Trace van retourstromen en reparatiestromen	• onbekend (omzetstijging door betere service verlening) • onbekend

Activiteit	Voordelen	Geschatte besparing
Preventie Derving (Fabriek + DC) 	- Tegengaan diefstal door personeel - Verlagen aantal administratieve fouten - Tegengaan leveranciersfraude - Verlagen aantal vervalsingen	0,446 % v.d. omzet 0,207 % v.d. omzet 0,092 % v.d. omzet - onbekend (zie paragraaf 7.2.4)
Derving voedselwaren (Fabriek + DC) 	- Betere traceerbaarheid elk product - Voldoen aan de traceerverplichting van de General Foodlaw - Gericht terug kunnen halen van producten met een defect of ziekte - Mogelijkheid om kwaliteit te volgen en te waarborgen (door het koppelen met sensoren) - Verlagen van bederving van goederen	- onbekend - onbekend (besparing op kosten voor aanschaf alternatieve systemen). 75 % v/d normale recall kosten - onbekend - onbekend
Delen van product~ en voorraad informatie in de supply chain (Fabriek + DC) 	- Betere tracking en tracing - Beter inzicht in de voorraden - Sneller inspelen op verkopen - Beter inzicht in marketingtoepassingen - Verlagen van veiligheidsvoorraden - Mogelijkheid om RFID kosten te delen met anderen - Mogelijkheid om delen van de productinformatie te delen met anderen	- onbekend - onbekend - onbekend - omzetstijging van 1- 5 % 12,5 % reductie van de voorraden = 0,05 % vd omzet (zie paragraaf 7.2.5) 25 % kosten reductie op RFID tags - niet kwantificeerbaar
Uitgaande Goederen (Fabriek + DC) 	- Snellere identificatie bij vertrek goederen - Verdwijnen van handelingen - Voorkomen telfouten en laadfouten - Identificatie in ongunstige omgevingen	± 7 minuten per vrachtwagen ¹ 1% *Ritten*Herstelkosten, of 1% * Ritten * Waarde HU (zie paragraaf 7.2.6), én - vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8) - onbekend
Vervanging bestaande (oude) apparatuur (Fabriek + DC) 	- Vervanging huidige antidiefstal strips - Mogelijkheid voor hergebruik RFID tags - Vervanging huidige (barcode) scanners - Vervanging huidige anti diefstal poorten	€ 0,05 per artikel (zie paragraaf 7.2.9) - afhankelijk van prijs oplossing en keren gebruik per tag (zie paragraaf 7.2.10) (zie paragraaf 7.2.10)

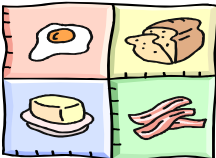
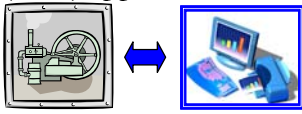
tabel 8: Voordelen per activiteit en locatie Fabriek

¹ Zie berekening in paragraaf 9.3.5.1

7.1.2 Voordelen en besparingen per activiteit en locatie: Winkel

Activiteit	Voordelen	Geschatte besparing
Aankomst Goederen 	• Snellere identificatie bij aankomst goederen (door automatische ID) • Verdwijnen van handelingen • Voorkomen telfouten • Identificatie in ongunstige omgevingen (drukke straat / regen)	• ± 15 minuten per vrachtwagen (zie paragraaf 7.2.4) • vermindering <i>manco – surplus</i> met 100% (zie paragraaf 7.2.8) • onbekend
Berging operaties 	• Minder voorraadinspecties • Beter inzicht in de voorraden • Sneller inspelen op verkopen • Minder out-of-stocks: - beter inzicht in de locatie van producten (in opslag?)	• Zie: <i>Lezen van het winkelschap</i> • Zie: <i>Lezen van het winkelschap</i> • Zie: <i>Lezen van het winkelschap</i> • Verbetering van 3 % van de schapbeschikbaarheid (zie paragraaf 7.2.7)
Actieve merchandising in de winkel & Marketing 	• Sneller inspelen op verkopen • Beter inzicht in marketingtoepassingen • Betere mogelijkheid voor het aanbieden van ondersteunende diensten (bijv. accessoires)	Door betere marketing en actieve merchandising kan een omzetverhoging van 2 – 4 % behaald worden. Bron: Accenture¹
Lezen van het winkelschap 	• Minder voorraadinspecties • Beter inzicht in de voorraden • Sneller inspelen op verkopen • Minder out-of-stocks: - beter inzicht in de locatie van producten (in opslag?) - tegengaan producten op onjuiste locatie - tegengaan onjuiste voorraden o.a. door diefstal klanten en personeel - tegengaan gebrek aan snelle voorraadinformatie - tegengaan dat de volledige voorraad verkocht wordt voordat management kan ingrijpen - 'verloren' producten sneller terugvinden, voordat er nieuwe besteld worden	• 0,304 % van de netto omzet per jaar. (zie paragraaf 7.2.3) • Zie: <i>Minder out-of-stock bij Lezen van het winkelschap</i> • Zie bron: Accenture¹) • 5 – 10 % minder voorraden • 2 – 4 % omzetsijging • 5 – 8 % verbetering in schap – beschikbaarheid (zie paragraaf 7.2.7)
Kassa handelingen en zelf service kassa's 	• Minder kassa handelingen • Snellere identificatie bij vertrek goederen • Minder handelingen voor verwijderen harde antidiefstal tags • Voorkomen telfouten	• Besparing 50% kassapersoneel • Zie <i>Diefstal personeel bij Preventie Derving</i>

¹ Chappell, G., L. Ginsburg, P. Schmidt, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Demand: The Value of Auto-ID Technology in Consumer Packaged Goods Demand Planning*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03

Activiteit	Voordelen	Geschatte besparing
Retouren en garantie 	- Tegengaan retourfraude - Versnellen en vergemakkelijken retour / garantie proces	- Zie <i>Diefstal door klanten bij Preventie Derving</i> - Verwaarloosbaar klein (extra service voor klant)
Preventie Derving 	- Tegengaan diefstal door personeel - Tegengaan diefstal door klanten - Verlagen aantal administratieve fouten - Tegengaan leveranciersfraude - Verlagen aantal vervalsingen	0,342 % v/d omzet 0,241 % v/d omzet 0,112 % v/d omzet 0,050 % v/d omzet - onbekend (zie paragraaf 7.2.4)
Derving voedselwaren 	- Betere traceerbaarheid elk product - Voldoen aan de traceerverplichting van de General Foodlaw - Gericht terug kunnen halen van producten met een defect of ziekte - Mogelijkheid om kwaliteit te volgen en te waarborgen (door het koppelen met sensoren) - Verlagen van bederving van goederen	- Onbekend - onbekend (besparing op kosten voor aanschaf alternatieve systemen). 75 % v/d normale recall kosten - onbekend
Delen van product~ en voorraad informatie 	- Betere tracking en tracing - Beter inzicht in de voorraden - Verlagen van veiligheidsvoorraden - Mogelijkheid om RFID kosten te delen met anderen - Mogelijkheid om delen van de productinformatie te delen met anderen	- onbekend - onbekend 12,5 % reductie van de voorraden = 0,05 % vd omzet (zie paragraaf 7.2.5) 25 % kostenreductie RFID tag - niet kwantificeerbaar
Vervanging bestaande (oude) apparatuur 	- Vervanging huidige antidiefstal strips - Mogelijkheid voor hergebruik RFID tags - Vervanging huidige (barcode) scanners - Vervanging huidige anti diefstal poorten	€ 0,05 per artikel (SCHATTING!) (zie paragraaf 7.2.9) - afhankelijk van prijs oplossing en keren gebruik per tag - volledige aanschafkosten (zie paragraaf 7.2.10) - volledige aanschafkosten (zie paragraaf 7.2.10)

tabel 9: Voordelen per activiteit en locatie Winkel

7.2 Uitleg kwantificeren van voordelen en besparingen door gebruik RFID

In de vorige paragraaf zijn verschillende besparingen en voordelen die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID genoemd. Hier werden ook schattingen gegeven van deze besparingen. In deze paragraaf zijn verschillende schattingen verder uitgewerkt en zijn de aannames die bij deze schattingen horen vermeld.

7.2.1 Aankomst Goederen – Uitladen

Door het gebruik van automatische identificatie is het mogelijk om sneller en beter de ontvangen goederen te controleren. Bij supermarktketen METRO in Duitsland waar op palletniveau een RFID strip is aangebracht werden besparingen van 15 minuten per vrachtwagen gerealiseerd. Bij de HEMA betekent dit dat er gemiddeld 20.000 vrachtwagens per jaar in het DC en 22.000 (halve)wissellaadbakken bij de winkels afgehandeld worden.

7.2.2 Voorraadinspecties Fabriek / DC

Tegenwoordig zijn de Warehouse Management Systemen (WMS) die bedrijven gebruiken voor het bijhouden van de voorraden en locaties van de voorraden in het magazijn erg geavanceerd. In de meeste gevallen is het daarom ook niet nodig om grootscheepse voorraadtellingen in het magazijn van een fabriek of DC uit te voeren. Voor het goedkeuren van de boeken worden jaarlijkse steekproeven gemaakt in samenwerking met accountants meestal wel vereist. De kosten voor deze steekproeven zijn afhankelijk van het soort bedrijf en het soort producten dat men opgeslagen heeft en de doorlooptijd / bederfelijkheid ervan. Uit de Calculator van het Auto ID center is gebleken dat het gemiddeld € 1 per m² kost om de voorraad te inspecteren. Hiervoor zijn echter zeer grote investeringen noodzakelijk, aangezien er erg veel readers gebruikt moeten worden, terwijl het WMS systeem deze functie nu ook al zeer goed doet.

7.2.3 Voorraadinspecties Winkel

Als referentie zal hier het voorbeeld van de HEMA operatie gegeven worden:

Door derving (zoals diefstallen) en telfouten treden er voorraadverschillen op tussen wat er in de boeken staat dat in het filiaal zou moeten liggen, en wat er daadwerkelijk aanwezig is. Om deze voorraadverschillen in kaart te brengen wordt er jaarlijks een voorraadinspectie gedaan in alle filialen. Meestal worden deze voorraadtellingen gedaan op een moment dat het filiaal gesloten is (zoals een maandag morgen) zodat er geen inkomstenderving optreedt. Er wordt bij een voorraadinspectie het volgende aangenomen:

- al het voltijd personeel is aanwezig bij de voorraadinspectie
- de voorraadinspectie per filiaal vindt 1 maal per 3 jaar plaats
- de voorraadinspectie duurt een hele dag (= 8 uur) per filiaal

Door RFID op productniveau en op elke productgroep toe te passen samen met het gebruik van smart shelves, is het niet meer noodzakelijk om een jaarlijkse voorraadtelling te houden. De besparingen komen dan op: (Aantal FTE's * 1 per 3 jaar * 8 uur * uurloon)

Een schatting voor de HEMA eigen vestigingen (180) en HEMA personeel geeft dan:
(Aantal FTE's * 1 per 3 jaar * 8 uur * uurloon) = $9000 * \frac{1}{3} * 8 * € 15 = € 360.000$ per jaar

Aangezien er ook 140 franchise ondernemingen het HEMA concept gebruiken zal het bedrag nog veel hoger liggen. Aangenomen wordt dat de eigen vestigingen echter jaarlijks een voorraadtelling houden. Schatting is dat het tellen bij die 180 franchise vestigingen ook nog ongeveer: (Aantal FTE's * 1 per jaar * 8 uur * uurloon) = $(9000 * 180 / 140) * 1 * 8 * € 15 \approx € 1.350.000$ per jaar kost.

Totale kosten inventarisatie bij de HEMA = **€ 1.710.000** per jaar wat dus een besparing is indien een RFID systeem hiervoor gebruikt wordt.

Deze case van de HEMA geeft een specifiek voorbeeld van een speciale manier. Ondanks dat de HEMA van haar eigen vestigingen in slechts eenderde van haar vestigingen een voorraadtelling

houdt, is het waarschijnlijk gangbaarder dat dit jaarlijks gebeurd in winkels in het algemeen. In dat geval bedragen de kosten voor het tellen van de voorraad € 2.790.000 per jaar. Dit komt overeen met een kostenpercentage van **0,304 % van de netto omzet** ¹ per jaar.

7.2.4 Diefstalpreventie Fabriek, DC en Winkel

Zoals in hoofdstuk 5.2 al aangegeven is, zijn er verschillende voordelen te behalen door het gebruik van RFID. Voor de inzicht in de voorraden is het erg belangrijk de strijd tegen de derving (= *geld dat onnodig is verdwenen door onzorgvuldig handelen, (winkel)diefstal, interne fraude of het verkeert bestellen van artikelen*) tegen te gaan. Er wordt geschat dat door het gebruik van RFID bedrijven nieuwe tools tot hun beschikking hebben om derving tegen te gaan. Theoretisch neemt de derving met 100 % af als dit op alle producten toegepast wordt. Er wordt in dit hoofdstuk echter geschat dat de derving met 50 % afneemt. Naar aanleiding van de genoemde percentages van de gemiddelde derving voor retailers in Nederland in figuur 26 in hoofdstuk 5.2.1 uit de dervingsstudie in Europa ² wordt in tabel 10 de gemiddelde derving weergegeven en de geschatte besparing die met RFID verkregen kan worden. In de laatste kolom is dit doorgerekend naar het gemiddelde omzetpercentage. Hierbij wordt uitgegaan van een kostenpost van derving van 1,49% van de omzet.

	Gemiddelde derving	Besparing derving door gebruik RFID	Besparing derving tov totale omzet (1,49%)
Diefstal personeel	45,9 %	23,0 %	0,342 %
Diefstal klanten	32,4 %	16,2 %	0,241 %
Administratie fouten	15,0 %	7,5 %	0,112 %
Leveranciersfraude	6,7 %	3,4 %	0,050 %
Totaal	100,0 % vd derving	50,0 % vd derving	0,745 % vd omzet

tabel 10: Dervingspercentages Winkel

(75% van 1,49 % = 1,118 %)

Voor het DC en de fabriek die geen klanten hebben zijn deze verhoudingen natuurlijk anders. Er wordt ervan uitgegaan dat de verhoudingen voor de derving in de fabriek en DC hetzelfde zijn, en dat de diefstal door klanten dan 0 % is. De verhoudingen staan weergegeven in tabel 11.

	Gemiddelde derving	Besparing derving door gebruik RFID	Besparing derving tov totale omzet (1,49%)
Diefstal personeel	0 %	0 %	0 %
Diefstal klanten	59,9 %	29,9 %	0,446 %
Administratie fouten	27,7 %	13,9 %	0,207 %
Leveranciersfraude	12,4 %	6,2 %	0,092 %
Totaal	100,0 % vd derving	50,0 % vd derving	0,745 % vd omzet

tabel 11: Dervingpercentages Fabriek / DC

¹ Koninklijke VendexKBB, *Jaarverslag 2003/04*, Amsterdam: februari 2004

² Bamfield, J., *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004



7.2.5 Verlagen veiligheidsvoorraden

Door het delen van de voorraad informatie door de gehele supply chain en door het uitlezen van de juiste voorraadhoogtes in de winkels is het mogelijk om de veiligheidsvoorraden te verlagen (zie verder hoofdstuk 4.2.1). Het is niet mogelijk om het percentage veiligheidsvoorraad in een algemene formule van de totale voorraden of zelfs van de omzet, te vatten. Voor een specifiek bedrijf valt dit wel te achterhalen. De reductie van de veiligheidsvoorraad die met meer inzicht verkregen wordt door het gebruik van RFID, wordt dan geschat op **10 tot 30 %** van de veiligheidsvoorraden ¹.

Aangenomen wordt dat 4% van de jaarlijks geproduceerde hoeveelheid producten in de fabriek en het DC als voorraad aangehouden wordt (= 2 weken productie capaciteit = $52/2 = 4\%$). Verder wordt aangenomen dat van deze voorraden voor 50 % uit veiligheidsvoorraad bestaat. Als hier 25% van verminderd kan worden door het gebruik van RFID is dit een besparing van 0,50% van de voorraadkosten. De aanname is dat de kosten voor het aanhouden van voorraden 10% van de omzet is. Dit betekent dus een besparing van **0,05 %** van de omzet.

Door het verlagen van de veiligheidsvoorraden heeft dit ook een aantal indirecte gevolgen. Indien de veiligheidsvoorraden verlaagd worden, is het mogelijk om de grootte van het magazijn ook te verlagen. Andersom kan ook het assortiment vergroot worden aangezien er meer ruimte voor is. Niet alleen komt er in het magazijn en in de schappen meer ruimte vrij, maar door het verlagen van de veiligheidsvoorraden kan ook het werkkapitaal verkleind worden, waardoor nieuwe investeringen gemakkelijker gemaakt kunnen worden, of door het verlagen van het benodigde werkkapitaal kan een beter rentepercentage bedongen worden.

7.2.6 Besparingen kosten door laadfouten

In de praktijk blijkt dat gemiddeld 1 % van de vrachtwagenritten een verkeerde order bevat. Deze order bestaat dan meestal uit een totale transporteenheid (zoals een pallet of rolcontainer), die bij de verkeerde klant geleverd wordt. De derving die door deze fout ontstaat is het verlies van de totale verkoopwaarde van de transporteenheid of de kosten die gemaakt moeten worden voor het herstellen van de fout. Deze herstelkosten liggen ronde de € 150 per transporteenheid of Handling Unit (HU). De berekening wordt dan:

- 1 % * aantal vrachtwagenritten * herstelkosten, of
- 1 % * aantal vrachtwagenritten * gemiddelde waarde transporteenheid

In formulevorm geeft dit:

- 1% * Ritten * Herstelkosten
- 1% * Ritten * Waarde HU

7.2.7 Omzetverhoging door besparingen kosten door out-of-stock

Indien het voorkomt dat een product niet aanwezig is in een winkelschap als een klant die product wil kopen, is een product out-of-stock. In principe heeft de winkel of het bedrijf dan te maken met een inkomstenderving aangezien de klant elders op zoek gaat naar het product en dus niet in de desbetreffende winkel koopt. Deze inkomstenderving door out-of-stock kan gezien worden als een kostenpost. Indien een bedrijf een product dat out-of-stock is niet direct kan

¹ Chappell, G., D. Durdan, G. Gilbert, L. Ginsburg, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03



aanvullen wordt de inkomstenderving alsmáar groter. Indien een bestelling voor een product niet is gemaakt, of als er een fout in de bestelling voorkomt (bijvoorbeeld als een leverancier het product niet kan leveren of door laadfouten niet juist aflevert), kan een product out-of-stock raken. Volgens een studie in opdracht van de Grocery Manufacturers of America (GMA) groep zijn 8% van de producten in een supermarkt, en 20% van de promotie artikelen niet aanwezig in de schappen terwijl ze dat wel behoren te zijn ¹. Ondanks de betrouwbaarheid van deze studie wordt verwacht dat de gegeven aantallen de helft zijn, van de aangegeven percentages (4% en 10%). Door middel van het gebruik van RFID op schapniveau door het automatisch bestellen van artikelen en door het inzicht in de keten door de leveranciers wordt verwacht dat een gemiddelde omzetstijging van **3 %** behaald kan worden. Dit is nog niet de volle 4% aangezien out-of-stock ook afhankelijk is van andere factoren. Als bandbreedte wordt tussen de 2% en 4% omzetstijging verwacht.

7.2.8 Besparingen Manco – Surplus

In het productieproces, orderpicking en bij het verzenden van producten is het altijd mogelijk dat er fouten worden gemaakt. Immers: waar mensen werken worden fouten gemaakt. Een verschil tussen wat geleverd zou moeten zijn, en het werkelijk geleverde wordt ondervangen onder de post Manco – Surplus. Indien RFID op artikelniveau wordt toegepast met voldoende controle punten in de bedrijfsprocessen is het mogelijk om de verschillen tot een minimum te beperken. De post Manco – Surplus kan dan voor bijna 100% afnemen. Deze kan echter alleen met 100% afnemen indien op alle belangrijke posten RFID ook daadwerkelijk gebruiken op het noodzakelijke niveau. Ook moet er bij deze controle punten mogelijkheden zijn om de fouten te herstellen.

7.2.9 Besparingen door vervanging huidige antidiefstal tags

In de strijd tegen diefstal worden vele producten voorzien van een antidiefstal tag. Deze antidiefstal strip wordt op bepaalde waardevolle producten en diefstalgevoelige producten geplaatst. Voor de berekening van de kosten – besparingen analyse in hoofdstuk 8 wordt een lage kostprijs voor deze antidiefstal tag gebruikt. Hierdoor is de besparing die men kan verkrijgen door het vervangen van de huidige antidiefstal tag lager. Tevens moet hierbij opgemerkt worden dat niet op alle producten met een antidiefstal tag worden uitgevoerd, aangezien de kosten hiervan niet opwegen tegen de besparingen die behaald kunnen worden. De kostprijs van de huidige antidiefstal tag wordt geschat op € 0,05.

7.2.10 Besparingen door geplande vervanging oude apparatuur

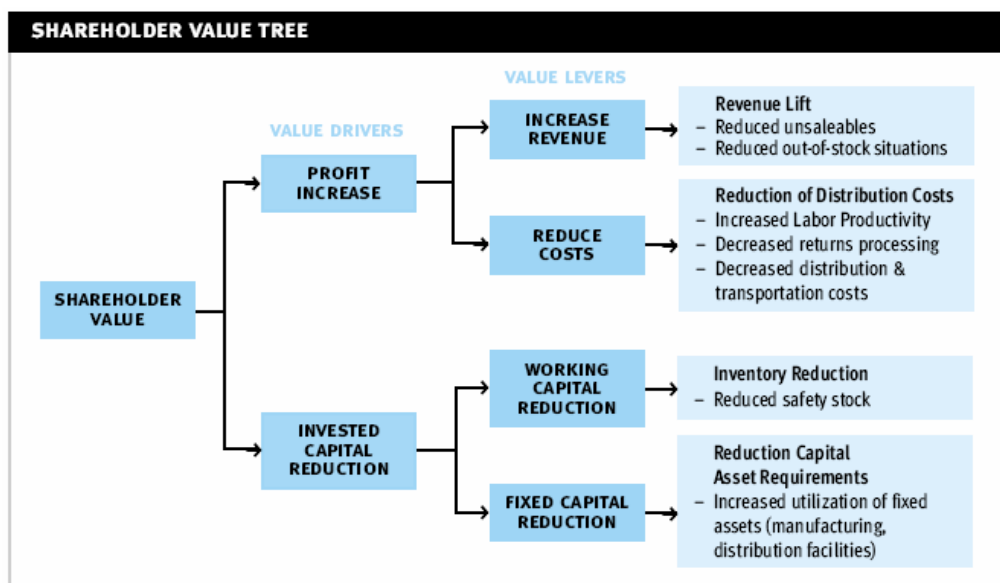
Ondanks onderhoud en reparaties heeft apparatuur niet het eeuwige leven. Op een gegeven moment dienen apparaten vervangen te worden als ze stuk of niet meer naar wens functioneren, bijvoorbeeld omdat ze oud zijn, of niet meer compatible met de huidige technieken. Aangezien RFID op productniveau naar alle waarschijnlijkheid een investering is die pas in de verre toekomst (10 – 15 jaar) gemaakt wordt, kunnen de extra investeringen in RFID readers als nul beschouwd worden, aangezien deze investeringen toch al gemaakt moeten worden. Bij deze uitspraak geldt dat aangenomen wordt dat de kosten voor RFID apparatuur nagenoeg gelijk zijn aan de kosten van de apparatuur voor de huidige technieken (alleen barcode scanners). Samenvattend kan dus gesteld worden dat extra investeringen RFID scanners en antidiefstal

¹ Grocery Manufacturers of America, *Full Shelf Satisfaction: Reducing Out-of-Stocks in the Grocery Channel*, GMA: 2002

poorten als nul beschouwd kunnen worden. Indien RFID readers op de schappen uitgevoerd moeten worden, is dit wel een extra investering, aangezien deze toepassing op dit moment niet bestaat.

7.3 Voordelen voor de waarde van een bedrijf

In figuur 47 wordt schematisch weergegeven hoe de gestelde besparingen doorwerken niet alleen in kostenreductie maar ook in het vergroten van de omzet en het verlagen van het werkkapitaal van een bedrijf. Dit heeft tot gevolg dat de winst stijgt en het geïnvesteerde bedrag kan afnemen. Hierdoor stijgt de waarde van de aandelen en dus de waarde van het bedrijf.



figuur 47: Shareholders value tree ¹

7.4 Waar worden de besparingen in de supply chain gemaakt

In paragraaf 6.2 is reeds besproken dat in een normale Fast Moving Consumer Goods keten de producent en retailer meestal verschillende bedrijven zijn. De kosten voor het aanbrengen van de RFID tag zijn dan voor de producent als daar geen goede afspraken over zijn gemaakt binnen de keten. Directe besparingen worden echter in het laatste gedeelte van de supply chain bij de retailer gemaakt. Indien de voorraadinformatie en verkoopinformatie in de supply chain gedeeld wordt, kan de producent hier ook van profiteren. Dit is echter niet noodzakelijk en heeft meer afspraken en zeer uitgebreide communicatie infrastructuur nodig. Deze investeringen worden door de retailer als extra en niet interessant beschouwd aangezien van deze communicatie infrastructuur voornamelijk de producent en niet de retailer voordeel van heeft.

¹ Chappell, G., L. Ginsburg, P. Schmidt, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Demand: The Value of Auto-ID Technology in Consumer Packaged Goods Demand Planning*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03

Voor dit dilemma tussen de verschillende plaatsen in de supply chain, waar de kosten en de besparingen gemaakt worden, dienen nog goede afspraken en extra investeringen voor gemaakt te worden.

7.5 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvragen 5a) tot en met 5d):

Antwoord 5a) “Welke besparingen kunnen door RFID gemaakt worden?”:

[zie paragraaf 7.1]

De besparingen die behaald kunnen worden door het gebruik van RFID zijn verschillend per bedrijf en omstandigheden. Het is wel mogelijk om algemeen aan te geven welke besparingen in theorie behaald kunnen worden:

Activiteiten waar besparingen door het gebruik van RFID behaald kan worden voor de locaties fabriek en het DC, zijn: Aankomst Goederen, Lezen van magazijn stelling, Orderpicking DC, Orderpicking Fabriek, Productieproces Fabriek, Retouren en garantie, Preventie Derving, Derving voedselwaren, Delen van product~ en voorraadinformatie in de supply chain, Uitgaande Goederen, Vervanging bestaande (oude) apparatuur.

Activiteiten waar besparingen door het gebruik van RFID behaald kan worden voor de locatie winkel, zijn: Aankomst Goederen, Berging operaties, Actieve merchandising in de winkel & Marketing, Lezen van het winkelschap, Kassa handelingen en zelf service kassa's, Retouren en garantie, Preventie Derving, Derving voedselwaren, Delen van product~ en voorraadinformatie, Vervanging bestaande (oude) apparatuur.

Antwoord 5b) “Hoe hoog zijn de besparingen door het gebruik van RFID?”:

[zie paragraaf 7.2]

Voor het antwoord op deze sub-deelvraag wordt verwezen naar tabel 8 en tabel 9 van paragraaf 7.2.

Antwoord 5c) “Waar worden de RFID besparingen in de keten gemaakt?”:

[zie paragraaf 7.4]

Directe besparingen door het gebruik van RFID worden in het laatste gedeelte van de supply chain bij de retailer verwacht. Indien de voorraadinformatie en verkoopinformatie in de supply chain gedeeld wordt, kan de producent hier ook van profiteren. Dit is echter niet noodzakelijk en heeft meer afspraken en zeer uitgebreide communicatie infrastructuur nodig. De retailer (verkoper) heeft in principe dus meer profijt van de RFID technologie dan de producent.

Antwoord 5d) “Hoe moeten deze kosten en besparingen verrekend worden?”:

[zie paragraaf 7.4]

De kosten van de RFID tags en het aanbrengen van de RFID tags gebeurt naar alle waarschijnlijkheid bij de productie van de producten. In dit deel van de supply chain worden dus ook alle kosten gemaakt met betrekking tot de RFID tags. Dit terwijl de grootste besparingen elders in de keten verwacht worden (bij de verkoper / retailer). Voor dit dilemma tussen de verschillende plaatsen in de supply chain, waar de kosten en de besparingen gemaakt worden, dienen nog goede afspraken en extra investeringen voor gemaakt te worden.

7.6 Samenvatting hoofdstuk 7

De besparingen door het gebruik van RFID worden op meerdere plaatsen in de keten gemaakt. In dit hoofdstuk worden de besparingen geïdentificeerd en wordt getracht een indicatie te geven van de grootte van deze besparingen en waar deze besparingen in de supply chain plaatsvinden. De beschrijving van deze besparingen zijn verdeeld naar locatie en naar activiteit. De besparingen in de locaties worden verdeeld naar de fysieke locaties in de supply chain: de fabriek, het DC en de winkel.

Activiteiten waar besparingen door het gebruik van RFID behaald kan worden voor de locaties fabriek en het DC, zijn: Aankomst Goederen, Lezen van magazijn stelling, Orderpicking DC, Orderpicking Fabriek, Productieproces Fabriek, Retouren en garantie, Preventie Derving, Derving voedselwaren, Delen van product~ en voorraadinformatie in de supply chain, Uitgaande Goederen, Vervanging bestaande (oude) apparatuur.

Activiteiten waar besparingen door het gebruik van RFID behaald kan worden voor de locatie winkel, zijn: Aankomst Goederen, Berging operaties, Actieve merchandising in de winkel & Marketing, Lezen van het winkelschap, Kassa handelingen en zelf service kassa's, Retouren en garantie, Preventie Derving, Derving voedselwaren, Delen van product~ en voorraadinformatie, Vervanging bestaande (oude) apparatuur.

Naast de directe besparingen die behaald kunnen worden, hebben de besparingen ook invloed op de waarde van het bedrijf door onder andere het verlagen van het werkkapitaal.

8 Kosten – Besparingen Analyse RFID

In de voorgaande hoofdstukken zijn de kosten en de eventuele besparingen van het gebruik van de RFID technologie in kaart gebracht. In dit hoofdstuk wordt een kosten – besparingen analyse gemaakt om een investeringsvraagstuk te vergemakkelijken. Hier wordt alleen een formule opgesteld naar de kritische kostprijs van de RFID tag voor de investeringsbegroting. Met deze formule kan een bedrijf, na het invullen van de gevraagde waarden, bepalen bij welke prijs van de RFID tag, ze de technologie moeten gaan gebruiken. Hierbij wordt dan antwoord gegeven op het grootste vraagstuk die in de literatuur over RFID voorkwam: *tot welke prijs moet de RFID tag dalen om rendabel of winstgevend toegepast te worden?*

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op sub-deelvraag 5e) “Hoe laag dienen de kosten van de RFID techniek te zijn, voor winstgevende toepassingen?”. Met dit hoofdstuk wordt het derde gestelde doel van het onderzoek behaald: *“Het ontwikkelen van een algemene formule van de kosten en besparingen van het gebruik van RFID, waarmee de kritische kostprijs van de RFID tag berekend kan worden”*.

8.1 Berekening break – even punt kosten RFID tag

In deze paragraaf wordt een algemene rekenformule opgesteld om het break – even punt van de kostprijs van de RFID tag te berekenen. Alle kosten en besparingen worden teruggeleid naar gemiddelden per product.

Bij de verkopen van een product wordt in het algemeen winst gemaakt. De absolute grootte van deze winst voor een bedrijf is: het absolute bedrag dat men op een product verdient (winstmarge) maal het aantal verkochte producten (hoeveelheid). In formulevorm wordt dit weergegeven in vergelijking (1):

$$\text{Winst} = \text{Hoeveelheid} * \text{Winstmarge} \quad (1)$$

Indien een RFID chip aan het product geplaatst wordt (zonder dat er hiermee extra investeringen of besparingen mee gemaakt of behaald worden) gaat dit in beginsel ten koste van de winstmarge:

$$\text{Winst} = \text{Hoeveelheid} * (\text{Winstmarge} - \text{kostprijs RFID tag}) \quad (2)$$

Belangrijk in dit verhaal zijn de stijging van omzet, besparingen, investeringen, onderhoud en afschrijvingskosten. Aangenomen wordt dat door het gebruik van de RFID technologie er meer verkocht wordt van de producten. De oorzaken van deze omzetsijgingen zijn onder andere door het tegengaan van out-of-stocks, minder voorraadinspecties, diefstal en andere derving. Voor de gedetailleerde beschrijvingen van besparingen door omzetsijging wordt terugverwezen naar hoofdstuk 7. De formule voor de nieuwe totale winst van een bedrijf rekening houdend met extra verkopen, wordt dan (3):

$$\text{Winst} = \text{Hoeveelheid} * (\text{Winstmarge} - \text{kostprijs RFID tag}) + \text{Hoeveelheid} * \text{Extra verkopen} * (\text{Winstmarge} - \text{kostprijs RFID tag})$$

In formule (3) is alleen het onderdeel Extra Verkopen een percentage. De andere onderdelen hebben absolute waarden. Deze formule is ook met symbolen te beschrijven (3):

$$W = Q * (W_m - K_{tag}) + Q * Q_x * (W_m - K_{tag})$$

Met:

W	=	Winst (in €)
Q	=	Hoeveelheid verkochte producten (Quantity) (in aantal producten)
W _m	=	Winstmarge op het product (in €)
K _{tag}	=	Kostprijs RFID Tag (in €)
Q _x	=	Percentage extra verkopen (in %)

Daarnaast zijn er ook andere besparingen die met het gebruik van RFID behaald kunnen worden, maar die minder direct als percentage van de totale omzet toe te schrijven zijn. Deze besparingen komen onder andere door het verlagen van de veiligheidsvoorraden en besparingen door snellere handelingen. Voor de rekenformule die opgesteld is, moeten deze totale besparingen gedeeld worden door het aantal producten (plus de extra verkopen) om de besparing per product te verkrijgen. In de formule worden deze extra besparingen (in euro's) aangegeven met het symbool **B**. Daarnaast moeten de investeringskosten en onderhoudskosten zoals die in hoofdstuk 6.1 besproken zijn (behalve de kosten van de RFID tags), meegenomen worden in de formule. De investeringskosten hebben een afschrijvingsperiode van een **A** aantal jaren. Naast deze afschrijvingen moet er ook onderhoud gepleegd worden. De formule voor de investeringskosten wordt dan geschreven als:

$$\text{Investeringskosten per jaar} = (\text{Investeringskosten} * (1 + \text{onderhoudspercentage})^{\text{afschrijvingsperiode}}) / \text{afschrijvingsperiode}$$

En herschreven met de gebruikte en nieuwe symbolen wordt dit:

$$\text{Investeringskosten per jaar} = (I * (1 + Ond)^A) / A$$

Met:

I	=	Investeringskosten (in €)
Ond	=	Onderhoudspercentage (in %)
A	=	Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)

De nieuwe algemene totale formule voor de totale winst behaald met RFID wordt dan:

$$W = (Q * (W_m - K_{tag})) + (Q * Q_x * (W_m - K_{tag})) + B - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{A} \quad (4)$$

Aangezien het introduceren van deze techniek niet ten koste van de winst mag gaan en zelfs winst moet opleveren, wordt vergelijking (4) gelijkgesteld aan vergelijking (1) om het break-even punt te vinden. Dit geeft de volgende vergelijking:

$$Q * W_m = (Q * (W_m - K_{tag})) + (Q * Q_x * (W_m - K_{tag})) + B - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{A} \quad (5)$$

Verder oplossen van deze vergelijking geeft:

$$W_m = W_m - K_{tag} + (Q_x * W_m) - (Q_x * K_{tag}) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A} \quad (6)$$

$$K_{tag} * (1 + Q_x) = (Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A} \quad (7)$$

en uiteindelijk:

$$K_{tag} = \frac{(Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A}}{1 + Q_x} \quad (8)$$

De vergelijking (8) geeft de relatie tussen de kosten van de tag, het percentage van de toename in verkoop, de winstmarge van het product, de overige besparingen en de investeringskosten weer. **Met deze vergelijking is het mogelijk om verschillende investeringsvraagstukken te berekenen.** Met deze formule is een antwoord verkregen op deelvraag 3: “Het ontwikkelen van een algemene formule van de kosten en besparingen van het gebruik van RFID, om de kritische kostprijs van de RFID tag te berekenen”.

Met deze formule is het dus mogelijk om te bepalen voor welke kostprijs van een RFID tag de RFID technologie voor een bedrijf winstgevend kan worden.

Hierbij dient wel in de berekeningen meegenomen te worden dat de kostprijs van de RFID tag (zoals die in vergelijking (8) is weergegeven) verlaagd kan worden door het feit dat de RFID tag de (huidige) antidiefstal tag kan vervangen en dat de initiële aanschafprijs gedeeld kan worden met anderen in de keten, zoals leveranciers of producenten.

8.2 Analyse formule kritieke kostprijs

8.2.1 Invloed gemiddelde verkoopprijs

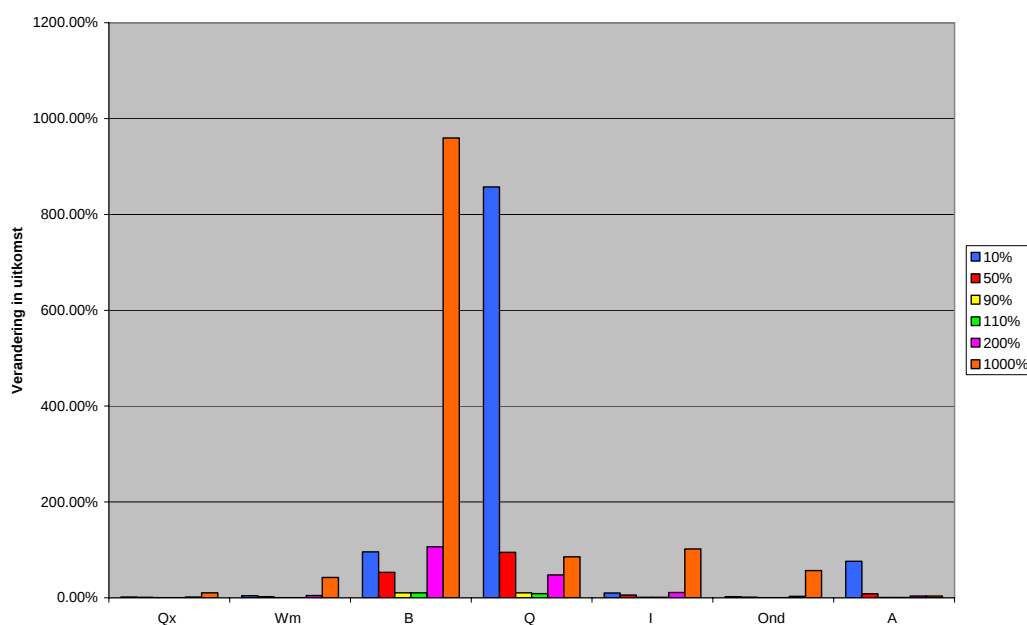
Een belangrijke parameter in dit verhaal is de gemiddelde verkoopprijs van de producten die verkocht worden. Deze heeft namelijk direct invloed op de winstmarge van het product (W_m). Indien een RFID systeem geïmplementeerd wordt, zijn de investering (I) en extra besparingen (B) onafhankelijk van de verkoopprijs van het product. De totale investering (I) in readers, IT infrastructuur en software voor een bedrijf dat een bepaald aantal producten (stel X) per jaar verkoopt, is niet duurder dan voor een bedrijf dat ook X aantal producten verkoopt, maar tegen een tienvoudige verkoopprijs (doordat de producten duurder zijn). Dit geldt ook voor de extra besparingen (B) die behaald kunnen worden met het gebruik van het RFID systeem. Indien

aangenomen wordt dat het percentage extra verkopen (Q_x) door het gebruik van het RFID systeem voor beide bedrijven gelijk zijn, is de kostprijs van de RFID tag voornamelijk afhankelijk van de winstmarge (W_m) per product. Deze winstmarge is direct afhankelijk van de verkoopprijs. Producenten en winkeliers die relatief duurdere producten verkopen, hebben een hogere kritieke kostprijs van de RFID tag (*ceteris paribus*). Hierdoor is het gebruik van RFID voor deze bedrijven eerder rendabel en worden de behaalde extra winsten door het gebruik van RFID hoger bij lage kostprijzen van de RFID tag.

8.2.2 Gevoeligheid parameters

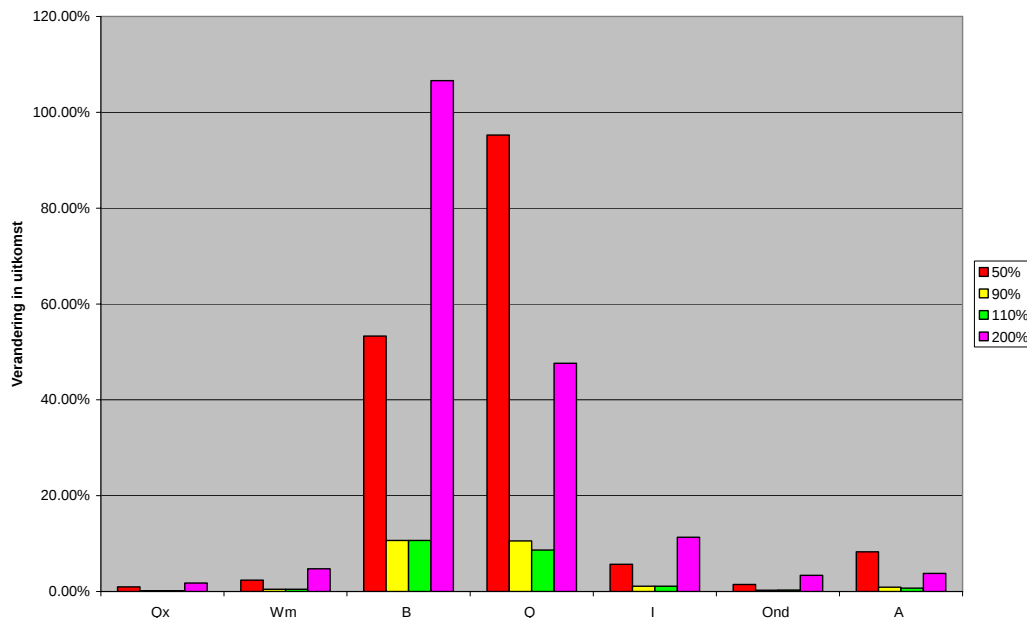
Indien echter de formule geanalyseerd wordt met gevalideerde cijfers van de HEMA volgt echter dat andere parameters een sterke invloed hebben op de uitkomst van het geheel. In het geval van de HEMA dat in paragraaf 9.2 is uitgewerkt werd ook de gevoeligheid van de uitkomst op een verandering van de parameters van de opgestelde formule geanalyseerd. In deze gevoeligheidsanalyse werden de effecten op de uitkomst van een verandering van 1 parameter (waarbij de andere parameters niet veranderd werden) geanalyseerd. De parameters werden veranderd met een percentage van: 10% verhoging (=110% scenario); een verlaging van 90% (=10% scenario); een halvering van de waarde (=50% scenario); een verdubbeling (=200% scenario) en een vertienvoudiging (=1000% scenario). Er werd hier onder andere naar het effect van extreme waarden gekeken en naar het effect van reële veranderingen (110% scenario).

In figuur 48 wordt weergegeven wat een verandering van één parameter met een bepaald percentage voor invloed heeft op de uitkomst van de RFID tagprijs. Hierbij zijn absolute waarden gebruikt [*absolute waarden betekend dat in het geval van een negatieve uitkomst deze als een positieve waarde weergegeven wordt*]. Uit figuur 48 blijkt dat voornamelijk de parameters B en Q, respectievelijke Extra Besparingen en Totale Verkopen, erg veel invloed op de uitkomst hebben bij extreme waarden (waarde maal 10% en waarde maal 1000%).



figuur 48: Gevoeligheidsanalyse: invloed parameter op uitkomst formule (extreme waarden)

Indien deze extreme waarden weggelaten wordt kan beter de invloed op een reëlere verandering onderzocht worden. In figuur 49 zijn alleen de scenario's met een halvering en verdubbeling van de waarde (50% en 200% scenario) en een verandering van plus of min 10% (90% en 110% scenario) weergegeven). Hieruit blijkt weer dat voornamelijk de parameters B en Q, respectievelijke Extra Besparingen en Totale Verkopen, erg veel invloed op de uitkomst hebben.



figuur 49: Gevoeligheidsanalyse: invloed parameter op uitkomst formule (2)

Een belangrijke conclusie hierin is dat de formule gevoelig is voor de extra besparingen (B) en het aantal producten (Q) dat verkocht wordt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat schaalgroottes in dit verhaal belangrijk zijn en dat extra besparingen meer invloed hebben op het geheel dan de extra producten (Qx) die men kan verkopen met het RFID systeem. Dit is belangrijk omdat het percentage van beide parameters Extra Besparingen (B) en extra verkopen (Qx) nagenoeg gelijk zijn ten opzichte van de totale omzet! Uit de analyse naar de gevoeligheid van de parameters volgt dat de kritieke kostprijs van de RFID tag het meest gevoelig is voor veranderingen in de parameters Extra Besparingen (B) en de Hoeveelheid verkochte producten (Q).

8.3 Beantwoording deelvraag onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de sub-deelvraag 5e):

Antwoord (5e) “Hoe laag dienen de kosten van de RFID techniek te zijn, voor winstgevende toepassingen?”: [zie paragraaf 8.1]

De kostprijs van de RFID tag voor een winstgevende business case is voor elk bedrijf en elke situatie verschillend. De winst die een bedrijf kan behalen met het gebruik van RFID is afhankelijk van de volgende formule:

$$K_{tag} = \frac{(Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A}}{1 + Q_x}$$

Met:

K _{tag}	=	Kostprijs RFID Tag (in €)
Q _x	=	Percentage extra verkopen (in %)
W _m	=	Winstmarge op het product (in €)
B	=	Extra besparingen (in €)
Q	=	Hoeveelheid verkochte producten (Quantity) (in aantal producten)
I	=	Investeringskosten (in €)
Ond	=	Onderhoudspercentage (in %)
A	=	Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)

8.4 Samenvatting hoofdstuk 8

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op sub-deelvraag 5e) “Hoe laag dienen de kosten van de RFID techniek te zijn, voor winstgevende toepassingen?”. Hiervoor is een formule opgesteld. Aan de hand van deze formule kan elk bedrijf met een RFID investeringsvraagstuk bepalen bij welke kostprijs van de RFID tags het winstgevend is, om deze technologie toe te passen. De afweging om de RFID technologie op productniveau toe te passen, is afhankelijk van verschillende onderdelen. Dit zijn onder andere de investeringskosten, de besparingen en de kosten van de RFID tag.

De formule die opgesteld is in dit onderzoek is de volgende:

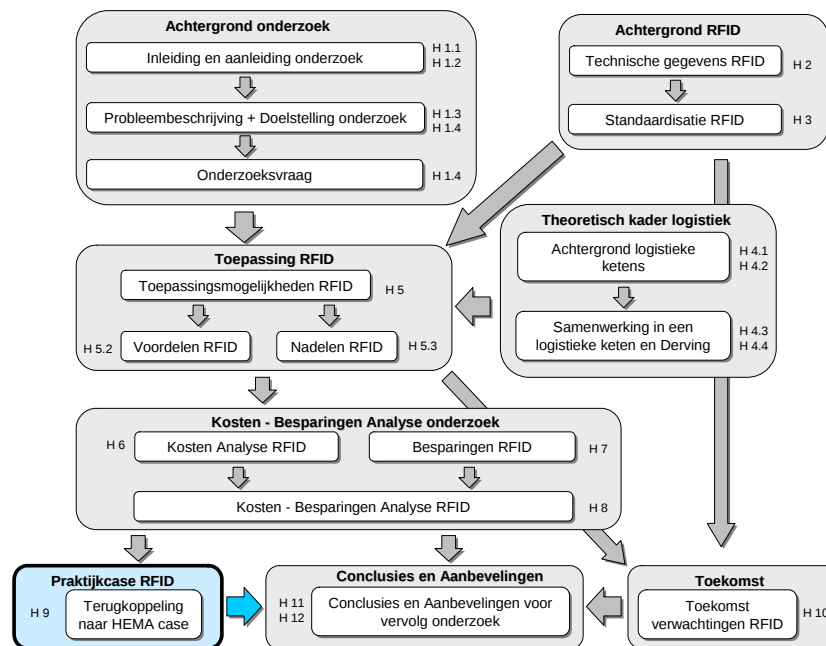
$$K_{tag} = \frac{(Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A}}{1 + Q_x}$$

Met:

K _{tag}	=	Kostprijs RFID Tag (in €)
Q _x	=	Percentage extra verkopen (in %)
W _m	=	Winstmarge op het product (in €)
B	=	Extra besparingen (in €)
Q	=	Hoeveelheid verkochte producten (Quantity) (in aantal producten)
I	=	Investeringskosten (in €)
Ond	=	Onderhoudspercentage (in %)
A	=	Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)

De kostprijs van de RFID tag voor een winstgevende business case is voor elk bedrijf en elke situatie verschillend. Uit de formule blijkt dat producenten en winkeliers die relatief duurdere producten verkopen, een hogere kritieke kostprijs van de RFID tag hebben (ceteris paribus). Hierdoor is het gebruik van RFID voor deze bedrijven eerder rendabel en worden de behaalde extra winsten door het gebruik van RFID hoger bij lage kostprijzen van de RFID tag. Echter uit de analyse naar de gevoeligheid van de parameters volgt dat de kritieke kostprijs van de RFID tag het meest gevoelig is voor veranderingen in de parameters Extra Besparingen (B) en de Hoeveelheid verkochte producten (Q).

Praktijkcase berekening RFID



figuur 50: Overzicht opbouw onderzoek – Praktijkcase HEMA

9 Praktijkcase gebruik RFID

In dit hoofdstuk worden de bevindingen van het rapport gevalideerd en teruggekoppeld naar de opdrachtgever van het onderzoek: de HEMA. Het is echter niet mogelijk om de gestelde formule uit hoofdstuk 8 te valideren met cijfers uit de praktijk. Dit omdat er geen ervaringen of voorbeelden van dergelijke RFID cases zijn gemaakt of openbaar zijn.

In dit hoofdstuk worden drie cases uitgewerkt: Case 1 in paragraaf 9.1 is een fictief voorbeeld van een producent genaamd Arfit. Hier wordt dus voor de producent berekend wat de kritieke kostprijs van de RFID tag is. Voor de retailer wordt de HEMA als voorbeeldcase gebruikt in paragraaf 9.2. Dit is dus een voorbeeldcase met werkelijke waarden van een bedrijf voor het gebruik van RFID op productniveau.

Aangezien op dit moment de betrouwbaarheid van de RFID technologie te laag is om rendabel toe te passen, is er voor gekozen om ook een case uit te werken die op korte termijn al rendabel en technisch haalbaar is. Tevens is voor deze case de huidige RFID techniek betrouwbaar genoeg om toe te kunnen passen. Deze 3^e case gaat over het gebruik van RFID op ladingdrager niveau (rolcontainers en dollies) bij de HEMA en is uitgewerkt in paragraaf 9.3.

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen 6a) “In welke processen van de HEMA kunnen besparingen gemaakt worden met RFID?” en 6d) “Hoe ver moeten de vaste en variabele kosten dalen om RFID efficiënt toe te passen?”.

9.1 Case 1: Fictieve voorbeeld producent, RFID op productniveau

Als rekenvoorbeeld wordt voor een fictieve producent voorgerekend wat de kritische kostprijs van de RFID tags is. Hiervoor wordt de formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld en de kosten en besparingen die respectievelijk in hoofdstuk 6 en 7 zijn opgesteld, voor gebruikt. De fictieve producent is een grote speler op de Nederlandse markt en produceert consumentenproducten (bijvoorbeeld shampoos) voor de retail markt (FMCG). Het fictieve bedrijf in dit voorbeeld wordt Arfit genoemd.

In dit voorbeeld wordt er dus van uitgegaan dat het om slechts één land gaat, om de complexiteit van het voorbeeld te verkleinen. De producent Arfit heeft 1 fabriek met magazijn dat als distributiecentrum fungeert. Arfit produceert en verkoopt jaarlijks 20 miljoen producten met een gemiddelde verkoopprijs van € 5,00. De winstmarge per product wordt geschat op 5% en is dus €0,25. Aangenomen wordt dat er gemiddeld 750 producten op een pallet verpakt staan en dat er gemiddeld 25 pallets per vrachtwagen vervoerd worden. Dit komt neer op 1.067 vrachtwagenritten per jaar. Bij Arfit werken 10.000 Full Time Employees (FTE), die ieder € 30.000 per jaar kosten.

9.1.1 Besparingen door het gebruik van RFID

Arfit wil RFID gebruiken om:

- de problemen met de diefstal terug te dringen,
- het aantal personeel te verminderen in het productieproces, orderpickproces en laadproces bij de uitgaande goederen,
- het voorkomen van laadfouten,
- de besparingen door de out-of-stock situaties in de winkel tegen te gaan,
- het verminderen van de veiligheidsvoorraden, en
- de omzet te verhogen door nieuwe en verbeterde marketingtoepassingen door RFID

In de formule zoals die opgesteld is in paragraaf 8.1 kunnen de besparingen opgedeeld worden in besparingen door omzetsijging (Q_x) en directe besparingen die niet direct gerelateerd zijn aan het aantal verkochte producten (B). In tabel 12 en tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de besparingen en waarden die in dit voorbeeld behaald kunnen worden. De meeste besparingen zijn in dit rapport reeds gekwantificeerd in hoofdstuk 7. Voor de andere besparingen die niet in dat hoofdstuk zijn gekwantificeerd, worden onder tabel 12 en tabel 13 de aannames daarvan behandeld.

Extra Verkopen: (door omzetsijging)		
Diefstal preventie	0,745 %	Zie paragraaf 7.2.4
Marketing	3,000 %	Zie paragraaf 7.1.2
Out-of-Stock	3,000 %	Zie paragraaf 7.2.7
Totale extra verkopen (Qx)	6,745 %	van de omzet

tabel 12: Besparingen Arfit door omzetsijging

Extra besparingen:		
naam besparing	omschrijving	waarde
Aankomst goederen	n.v.t.	0
Lezen magazijn stellingen	n.v.t.	0
Order picking	1% minder personeel (zie paragraaf 7.1.1)	€ 3.000.000
Productieproces		
Preventie diefstal	0,745 % extra omzet	Zie tabel 12
Derving voedselwaren	n.v.t.	0
Delen voorraadinfo in SC:		–
Marketing toepassingen	3% extra omzet	Zie tabel 12
Minder veiligheidsvoorraad	0,05 % vd omzet (zie paragraaf 7.2.5)	€ 459.000
Uitgaande goederen:		–
sneller ID bij UG	7 min. / vrachtwagen	€ 3.000
voorkomen laadfouten	1% * # vrachtwagens * € 150	€ 1.600
Besparing out-of-stock	1% * # vrachtwagens * € 1500 / 40	€ 400
Out-Of-Stock in winkel tegengaan	3% verbetering = meer omzet	Zie tabel 12
Totale Extra Besparingen (B)		€ 3.464.000
(Percentage B van de omzet)		3,464 %

tabel 13: Totale extra besparingen Afrit

Aannames:

Er wordt hier een besparing verwacht bij de afdeling uitgaande goederen, door snellere identificatie van de producten en het voorkomen van laadfouten. Uit een studie bij de HEMA die in paragraaf 9.3 (paragraaf 9.3.5.1) wordt besproken komt dat er gemiddeld 7 minuten per vrachtwagen tijdswinst behaald kan worden. Indien deze 7 minuten afzetten tegen het aantal uren dat een FTE per jaar werkt, zijn jaarsalaris en het aantal vrachtwagens, komt men in dit geval op een besparing van € 3.000 euro (afgerond naar boven). Dit is een relatief klein bedrag aangezien er in dit voorbeeld gemiddeld slechts 4 vrachtwagens per dag geladen worden.

Naast de besparingen die in tabel 12 en tabel 13 genoemd zijn, kan er zich ook nog een besparing voordoen doordat de huidige antidiefstal tag op een product vervangen kan worden door een RFID tag, aangezien de RFID tag deze functie ook in zich heeft. In dit voorbeeld wordt uitgegaan van de schatting dat een huidige antidiefstal tag € 0,05 kost en dat 25% van de goederen uitgerust zijn met zo'n tag. Een andere besparing die zich voor kan doen is dat de gehele kosten van de RFID tag niet door de producent alleen gedragen hoeft te worden. Aangenomen wordt dat de producent Arfit 25% van de kostprijs van de RFID tag kan verhalen op zijn klanten.

9.1.2 Kosten RFID systeem voor Arfit

Het RFID systeem dat de producent Arfit wil installeren en gebruiken brengt ook bepaalde kosten met zich mee. Deze kosten worden onder andere besproken in hoofdstuk 6 van dit rapport. Zoals in paragraaf 7.2.10 reeds besproken is, wordt er aangenomen dat de investeringen in de RFID scanners in de investering op nul gezet kan worden, doordat dit een investering is die toch gemaakt moest worden zonder het gebruik van het RFID systeem. Het overzicht van de kosten voor het RFID systeem voor de producent Arfit staan weergegeven in tabel 14.

Overzicht Kosten RFID investering:				
	aantal	kostprijs p. stuk	kosten	opmerking
RFID Readers constructies	10	€ 7.000,00	€ 70.000,00	
Vervanging Readers constr.	10	- € 3.500,00	- € 35.000,00	(<i>vervanging bestaande app.</i>)
RFID handheld readers	20	€ -	€ -	(<i>vervanging bestaande app.</i>)
Reader controller / Host PC	3	€ 2.000,00	€ 6.000,00	
Middleware	1	€ 75.000,00	€ 75.000,00	
Servers	1	€ 150.000,00	€ 150.000,00	
IT Infrastructuur	40	€ 400,00	€ 16.000,00	
Implementatiekosten	1	€ 300.000,00	€ 300.000,00	
Software	1	€ 4.000,00	€ 4.000,00	
Integratie WMS / ERP	1	€ 20.000,00	€ 20.000,00	
(Onderhoud)	-	10 %	€ -	
Totale Investering			€ 606.000,00	

tabel 14: Totale kosten RFID systeem Afrit

9.1.3 Berekening kritieke kostprijs RFID tag

Indien wordt aangenomen dat de afschrijving van de investering 3 jaar is en het onderhoud 10% per jaar, zijn de parameters van de formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld als volgt:

Kostprijs RFID Tag (in €)	Ktag	
Percentage extra verkopen (in %)	Qx	6,745 %
Winstmarge op het product (in €)	Wm	€ 0,25
Extra besparingen (in €)	B	€ 3.464.000,00
Hoeveelheid verkochte producten	Q	20.000.000
Investeringskosten (in €)	I	€ 606.000,00
Onderhoudspercentage (in %)	Ond	10 %
Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)	A	3

tabel 15: Parameters formule kritieke kostprijs RFID tag, Arfit

Uit deze berekening komt dat voor dit fictieve bedrijf de kritieke kostprijs van de RFID tag **€ 0,237** oftewel **23,7 eurocent** is. Indien RFID tags op de markt beschikbaar zijn die aan deze prijs voldoen zal het bedrijf met haar toepassingen quitte lopen. Geen extra winst en geen extra verlies wordt er dan gemaakt. In de onderstaande tabel 16 staat een overzicht hoeveel een bedrijf winst of verlies maakt bij een bepaalde prijs van de RFID tag.

Ktag =	Winst bij tagprijs	Winststijging
€ 0.30	€ 1,339,033-	-27%
€ 0.24	€ 0	0 %
€ 0.15	€ 1,863,317	37%
€ 0.10	€ 2,930,767	59%
€ 0.05	€ 3,998,217	80%
€ 0.01	€ 4,852,177	97%

tabel 16: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld fictief bedrijf Arfit

Uit tabel 16 kan dus geconcludeerd worden dat bij een huidige kostprijs van een RFID tag van € 0,30 dit voor het fictieve bedrijf Arfit een extra kostenpost van 1,3 miljoen euro is. Echter als de kostprijs daalt naar € 0,24 per stuk, kan de techniek al rendabel toegepast worden. Indien de tagprijs zelfs zakt naar de beoogde € 0,05 kan dit een winst opleveren van 4 miljoen euro (wat een winststijging is van 80 %). Indien de prijs nog verder daalt, is de te verwachten winst door het gebruik van RFID nog vele malen groter.

9.2 Case 2: HEMA, RFID op productniveau

Voor de retailer wordt de HEMA als voorbeeldcase gebruikt deze paragraaf. Dit is dus een voorbeeldcase met werkelijke waarden van een bedrijf voor het gebruik van RFID op productniveau. Dit is echter geen voorbeeldcase voor alleen een retail bedrijf (filiaal) aangezien de HEMA ook een distributiecentrum heeft. Aangezien de meeste retail bedrijven (zoals supermarktketen Albert Heijn of Warenhuis Bijenkorf) ook een distributiecentrum hebben, waar de verschillende producten geconsolideerd en verdeeld worden, geeft dit dus een waargetrouwe beschrijving. In deze paragraaf wordt de kritische kostprijs van de RFID tag voor de HEMA berekend. Hiervoor wordt de formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld en de kosten en besparingen die in hoofdstuk 6 en 7 zijn opgesteld, voor gebruikt.

De HEMA is een groot warenhuis in Nederland, België en Duitsland. Naast gebruiksvoorwerpen en kleding verkoopt de HEMA ook voedsel, zoals voorverpakte vleeswaren en banket. Deze eetwaren vormen slechts een deel van de omzet van de HEMA en worden vanuit een aparte locatie naar de filialen getransporteerd. Deze voedselstroom valt buiten de beschouwing van deze case. In deze case heeft de HEMA 1 distributiecentrum in Utrecht van waaruit zij haar 322 filialen in de genoemde landen bevoorraadt. 45 % van deze filialen is in handen van ondernemers die de HEMA formule als franchiser gebruiken. De totale HEMA verkoop jaarlijks 306 miljoen producten met een gemiddelde verkoopprijs van € 3,00. De winstmarge per product wordt is 4,2 %. Per jaar worden er 21.598 vrachtwagenritten naar de filialen gemaakt om deze te bevoorraden. Bij de HEMA werken 6.000 Full Time Employees (FTE) in de eigen vestigingen en aangenomen

wordt dat er in de franchise vestigingen ook nog eens 4.900 FTE's werken. Deze 10.900 FTE's kosten ieder € 30.000 per jaar aan loonkosten.

9.2.1 Besparingen door het gebruik van RFID

In deze case wordt aangenomen dat de HEMA wil RFID gebruiken om:

- de problemen met de diefstal terug te dringen,
- het aantal personeel te verminderen in het laadproces bij de uitgaande goederen en bij de aankomst van de goederen in het DC en in het filiaal,
- het voorkomen van laadfouten,
- de besparingen door de out-of-stock situaties in de winkel tegen te gaan,
- het verminderen van de veiligheidsvoorraden,
- de omzet te verhogen door nieuwe en verbeterde marketingtoepassingen door RFID,
- het vervangen van voorraadinspecties, en
- het verminderen van personeel in de filialen.

In de formule zoals die opgesteld is in paragraaf 8.1 kunnen de besparingen opgedeeld worden in besparingen door omzetsijging (Qx) en directe besparingen die niet direct gerelateerd zijn aan het aantal verkochte producten (B). In tabel 12 en tabel 13 wordt een overzicht gegeven van de besparingen en waarden die in dit voorbeeld behaald kunnen worden. De meeste besparingen zijn in dit rapport reeds gekwantificeerd in hoofdstuk 7. Voor de andere besparingen die niet in dat hoofdstuk zijn gekwantificeerd, worden onder tabel 12 en tabel 13 de aannames daarvan behandeld.

Extra Verkopen: <i>(door omzetsijging)</i>		
Diefstal preventie	1,118 %	Zie paragraaf 7.2.4
Marketing	3,000 %	Zie paragraaf 7.1.2
Out-of-Stock	3,000 %	Zie paragraaf 7.2.7
Totale extra verkopen (Qx)	7,118 %	<i>van de omzet</i>

tabel 17: Besparingen HEMA door omzetsijging

Extra besparingen:		
<u>naam besparing</u>	<u>omschrijving</u>	<u>waarde</u>
Aankomst goederen DC	15 min / vrachtwagen	€ 87.000
Lezen magazijn stellingen	n.v.t.	0
Uitgaande goederen		
sneller ID bij UG	7 min. / vrachtwagen	€ 42.000
voorkomen laadfouten	1% * # vrachtwagens * € 150	€ 32.397
Aankomst goederen Filiaal	7 min / vrachtwagen	€ 42.000
Besparing out-of-stock	1% * # vrachtwagens * € 1500 /30	€ 8.099
Minder out-of-stock	3% omzetstijging	
Voorraadinspecties	0,304% vd omzet	€ 2.790.720
Minder kassapersoneel	10% personeel minder	€ 29.100.000
Preventie diefstal	1,118 % extra omzet	
Derving voedselwaren	n.v.t.	0
Delen voorraadinfo in SC		
Marketing toepassingen	3% extra omzet	
Minder veiligheidsvoorraad	0,05 % vd omzet	€ 459.000
Totale Extra Besparingen (B)		€ 32.561.216,00
(Percentage B van de omzet)		3,547 %

tabel 18: Totale extra besparingen HEMA

Aannames:

Er wordt hier een besparing verwacht bij de afdeling uitgaande goederen, door snellere identificatie van de producten en het voorkomen van laadfouten. Uit een studie bij de HEMA die in paragraaf 9.3 (paragraaf 9.3.5.1) wordt besproken komt dat er gemiddeld 7 minuten per vrachtwagen tijdswinst behaald kan worden. Indien deze 7 minuten afzetten tegen het aantal uren dat een FTE per jaar werkt, zijn jaarsalaris en het aantal vrachtwagens, komt men in dit geval op een besparing van € 171.000 euro (afgerond naar boven).

Er wordt in dit onderzoek uitgegaan van een besparing van 10% op het personeel. Echter door de nieuwe techniek kunnen zeer veel menselijke handelingen bespaard worden, zoals de tussentijdse voorraadcontroles en kassahandelingen. Schatting is dat dit een besparing van zelfs 20% personeel kan opleveren. Voor dit onderzoek wordt echter uitgegaan van een milde besparing van 10%.

Naast de besparingen die in tabel 12 en tabel 13 genoemd zijn, kan er zich ook nog een besparing voordoen doordat de huidige antidiefstal tag op een product vervangen kan worden door een RFID tag, aangezien de RFID tag deze functie ook in zich heeft. In dit voorbeeld wordt uitgegaan van de schatting dat een huidige antidiefstal tag € 0,05 kost en dat 25% van de goederen uitgerust zijn met zo'n tag. Een andere besparing die zich voor kan doen is dat de gehele kosten van de RFID tag niet door de producent alleen gedragen hoeft te worden. Aangezien de HEMA alleen eigenmerk artikelen verkoopt kan de HEMA de kosten van de RFID tag niet met derden delen.

9.2.2 Kosten RFID systeem voor HEMA

Het RFID systeem dat de HEMA wil installeren en gebruiken brengt ook bepaalde kosten met zich mee. Deze kosten worden onder andere besproken in hoofdstuk 6 van dit rapport. Zoals in

paragraaf 7.2.10 reeds besproken is, wordt er aangenomen dat de investeringen in de RFID scanners in de investering op nul gezet kan worden, doordat dit een investering is die toch gemaakt moest worden zonder het gebruik van het RFID systeem. Daarnaast dienen wel investeringen gemaakt te worden voor de RFID antennes op de winkelschappen, aangezien deze niet voor een ander vorige technologie in de plaats komen. Het overzicht van de kosten voor het RFID systeem voor de HEMA staan weergegeven in tabel 19. In deze tabel worden de kosten die gemaakt worden in het DC en de kosten die gemaakt worden in de filialen gesplitst.

Overzicht Kosten RFID investering:				
	Aantal	Kostprijs p. stuk	Kosten	Opmerkingen
DC:				
RFID Readers constructies	24	€ 7,000.00	€ 168,000.00	
Vervanging Readers constr.	24	€ 3,500.00-	€ 84,000.00-	(vervanging bestaande app.)
RFID handheld readers	40	€ -	€ -	(vervanging bestaande app.)
Reader controller / Host PC	3	€ 2,000.00	€ 6,000.00	
Middleware	1	€ 75,000.00	€ 75,000.00	
Servers	1	€ 150,000.00	€ 150,000.00	
IT Infrastructuur	26	€ 400.00	€ 10,400.00	
Implementatiekosten	1	€ 300,000.00	€ 300,000.00	
Software	1	€ 4,000.00	€ 4,000.00	
Integratie WMS / ERP	1	€ 20,000.00	€ 20,000.00	
(Onderhoud)	-	10 %	€ -	
Totale kosten DC:			€ 649,400.00	
Filialen:				
RFID Readers	1,288	€ 200.00	€ 257,600.00	
RFID handheld readers	322	€ 3,500.00	€ 1,127,000.00	
RFID Readers	1,288	€ 200.00-	€ 257,600.00-	(vervanging bestaande app.)
RFID handheld readers	322	€ 3,500.00-	€ 1,127,000.00-	(vervanging bestaande app.)
RFID Smart Shelves	19,320	€ 200.00	€ 3,864,000.00	
Reader controller / Host PC	322	€ 2,000.00	€ 644,000.00	
Middleware	-	€ 75,000.00	€ -	
Servers	1	€ 150,000.00	€ 150,000.00	
IT Infrastructuur	20,930	€ 100.00	€ 2,093,000.00	
Implementatiekosten	1	€ 300,000.00	€ 300,000.00	
Software	322	€ 2,000.00	€ 644,000.00	
Integratie WMS / ERP	322	€ 20,000.00	€ 6,440,000.00	
(Onderhoud)	-	10 %	€ -	
Totale kosten filialen:			€ 14,135,000.00	
Totale Investering			€ 14,784,400.00	

tabel 19: Totale kosten RFID systeem HEMA

9.2.3 Berekening kritieke kostprijs RFID tag

Indien wordt aangenomen dat de afschrijving van de investering 3 jaar is en het onderhoud 10% per jaar, zijn de parameters van de formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld als volgt:

Ktag	Kostprijs RFID Tag (in €)	
Qx	Percentage extra verkopen (in %)	7.118%
Wm	Winstmarge op het product (in €)	€ 0.13
B	Extra besparingen (in €)	€ 32,561,216.25
Q	Hoeveelheid verkochte producten	306,000,000
I	Investeringskosten (in €)	€ 14,784,400.00
Ond	Onderhoudspercentage (in %)	10%
A	Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)	3

tabel 20: Parameters formule kritieke kostprijs RFID tag, HEMA

Uit deze berekening komt dat voor de HEMA de kritieke kostprijs van de RFID tag **€ 0,100** oftewel **10,0 eurocent** is. Indien RFID tags op de markt beschikbaar zijn die aan deze prijs voldoen zal het bedrijf met haar toepassingen quitte lopen. Geen extra winst en geen extra verlies wordt er dan gemaakt. In de onderstaande tabel 21 staat een overzicht hoeveel een bedrijf winst of verlies maakt bij een bepaalde prijs van de RFID tag.

Ktag =	Winst bij tagprijs	Winststijging
€ 0.50	€ 131,046,990-	-340%
€ 0.40	€ 98,268,882-	-255%
€ 0.30	€ 65,490,774-	-170%
€ 0.25	€ 49,101,720-	-127%
€ 0.20	€ 32,712,666-	-85%
€ 0.16	€ 19,961,710-	-52%
€ 0.15	€ 16,323,612-	-42%
€ 0.10	€ 0	0%
€ 0.09	€ 2,096,843	5%
€ 0.05	€ 16,454,496	43%
€ 0.01	€ 29,565,740	77%

tabel 21: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld HEMA

Uit tabel 21 kan dus geconcludeerd worden dat bij een huidige kostprijs van een RFID tag van € 0,30 dit voor de HEMA een extra kostenpost van bijna 65 miljoen euro is. Echter als de kostprijs daalt naar € 0,05 per stuk, kan dit een winst opleveren van € 16,5 miljoen euro (wat een winststijging is van 43 %). Indien de prijs nog verder daalt, is de te verwachten winst door het gebruik van RFID nog vele malen groter.

Indien bij de aannames uitgegaan wordt van een besparing op het personeel van 20% in plaats van 10% stijgt de kritische kostprijs van de RFID tag zelfs naar 18,9 eurocent.

9.2.4 Scenario HEMA: gefaseerde invoer RFID op productniveau

De invoer van het RFID systeem zoals die hierboven is beschreven kan niet van de ene op de andere dag ingevoerd worden. Ook is het niet mogelijk om direct alle producten van een RFID tag te voorzien. Daarom is er een tussen scenario opgesteld om te bepalen wat de afhankelijkheden van het systeem zijn.

In paragraaf 8.2 werd reeds uiteengezet dat verkopers van relatief duurdere producten meer winst kunnen behalen met het gebruik van RFID dan verkopers van relatief goedkopere producten (ceteris paribus). Aangezien de gemiddelde verkoopprijs van het totale assortiment van de

HEMA niet te veranderen is, is het wel mogelijk om een gedeelte van het assortiment te voorzien van een RFID tag. Hieronder wordt berekend wat dit voor invloed heeft op de kritieke kostprijs van de RFID tag.

Aangenomen wordt dat alleen de duurdere producten van de HEMA vanaf € 15,00 en duurder worden uitgerust met een RFID tag, en dat dit percentage producten 10% van het gehele assortiment is. De totale investering in readers, IT infrastructuur en software (I) zijn bijna hetzelfde als in het oorspronkelijke scenario. Indien slechts 10% van het assortiment wordt uitgerust met de RFID tags, dient ook slechts 10% van de winkelschappen met RFID antennes uitgerust te worden. Dit geeft een besparing op de totale investeringen van 36%. Verder wordt aangenomen dat in het geval van de HEMA de duurdere producten juist meer profijt hebben van de extra verkopen en extra besparingen die door het RFID systeem behaald kunnen worden. Hierdoor volgt dat 25% van de extra verkopen en 25% van de extra besparingen behaald worden door de genoemde 10% van het assortiment dat uitgerust wordt met een RFID tag.

Indien deze gegevens verwerkt worden in de formule die opgesteld is in paragraaf 8.1 komt daar uit dat de kritieke kostprijs van de RFID tag omhoog gaat naar **16,1 eurocent**. Vergeleken met de kritieke kostprijs van **10,0 eurocent** in het oorspronkelijke scenario met 100% van het assortiment, is dit een verhoging van 6,1 cent. Het overzicht van de te behalen winst bij 10% van het assortiment uitgerust met een RFID tag, staat vermeld in tabel 22.

Ktag =	Winst bij tagprijs	Winststijging
€ 0.50	€ 10,554,906-	-55%
€ 0.40	€ 7,440,453-	-39%
€ 0.30	€ 4,326,001-	-22%
€ 0.25	€ 2,768,774-	-14%
€ 0.20	€ 1,211,548-	-6%
€ 0.16	€ 0	0%
€ 0.15	€ 345,678	2%
€ 0.10	€ 1,902,905	10%
€ 0.09	€ 2,096,001	11%
€ 0.05	€ 3,460,131	18%
€ 0.01	€ 4,705,912	24%

tabel 22: Overzicht winst bij tagprijs voorbeeld HEMA

In tabel 23 worden beide scenario's uit tabel 21 en tabel 22 naast elkaar weergegeven:

Ktag =	Winst bij 100%	Winst bij 10%
€ 0.50	€ 131,046,990-	€ 10,554,906-
€ 0.40	€ 98,268,882-	€ 7,440,453-
€ 0.30	€ 65,490,774-	€ 4,326,001-
€ 0.25	€ 49,101,720-	€ 2,768,774-
€ 0.20	€ 32,712,666-	€ 1,211,548-
€ 0.16	€ 19,961,710-	€ -
€ 0.15	€ 16,323,612-	€ 345,678
€ 0.10	€ -	€ 1,902,905
€ 0.09	€ 2,096,843	€ 2,096,843
€ 0.05	€ 16,454,496	€ 3,460,131
€ 0.01	€ 29,565,740	€ 4,705,912

tabel 23: Scenario RFID bij de HEMA 100% en 10% vergeleken

Uit tabel 23 kan geconcludeerd worden dat het invoeren van RFID op het gehele assortiment bij een hoge kostprijs van de RFID tag onverstandig is. Beter is het dus om eerst de duurdere producten RFID uit te rusten met een RFID tag, en later pas (als de prijs van de RFID tag voldoende is gedaald) de rest van het assortiment. Het omslagpunt wanneer de HEMA over moet gaan van 10% van het assortiment voorzien naar 100% voorzien ligt bij de **9,4 eurocent** per stuk.

Indien bij de aannames uitgegaan wordt van een besparing op het personeel van 20% in plaats van 10% stijgt de kritische kostprijs van de RFID tag zelfs naar 39,5 eurocent.

9.3 Case 3: HEMA, RFID op ladingdragerniveau

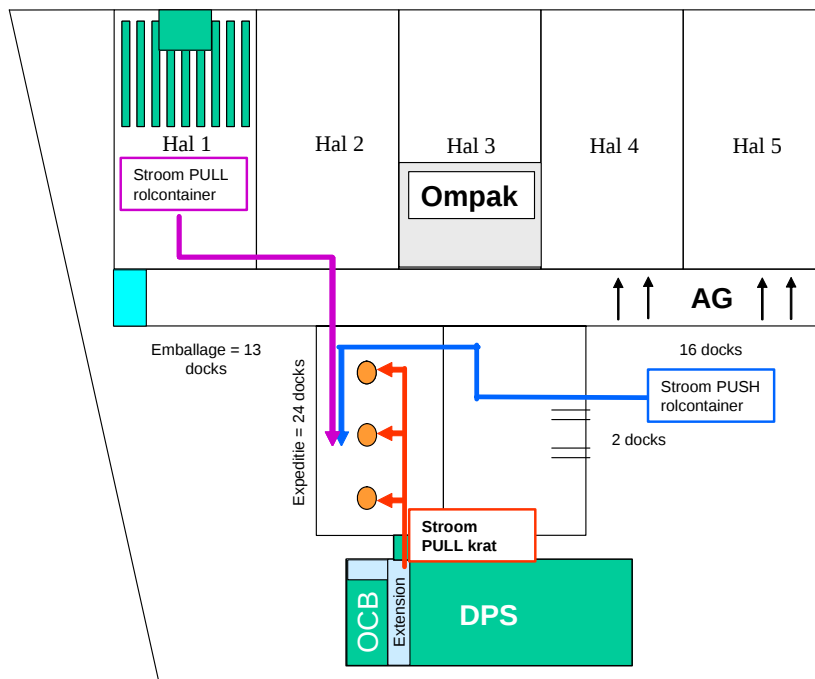
In deze paragraaf wordt het project van de RFID toepassing op ladingdragerniveau uiteengezet. Hier is in samenwerking met leveranciers van RFID toepassingen een businesscase opgesteld voor het huidige gebruik van RFID op ladingdragerniveau. Het verschil met de rest van het onderzoek is dat bij deze case de kostprijzen van de RFID tags en apparatuur uit offertes zijn verkregen en geen aannames zijn. De genoemde tagprijs van € 0,75 is een speciale en robuuste RFID tag met de toepassing van een barcode.

Er wordt in deze case uitgegaan van een verbetering van de bestaande processen op de Uitgaande Goederen (UG) afdeling. Op deze afdeling worden alle rolcontainers en dollies die getransporteerd moeten worden naar de filialen, verzameld en in een wissellaadbak geladen. Sporadisch worden er ook pallets en displays (complete kartonnen actieschappen) vervoerd. De aantallen van deze pallets en displays is wel groot, maar in verhouding tot de rolcontainers en dollies weer klein. Het proces van de uitgaande goederen op rolcontainers en dollies naar de winkels en als emballage terug, is een gesloten systeem. Hierdoor is het mogelijk om het gehele proces te beheersen. Bij een RFID tag op palletniveau bij de Aankomst Goederen, is de ontvanger afhankelijk van de leverancier. Voor de HEMA winkels is in dit verhaal het HEMA Distributiecentrum haar eigen leverancier.

Deze paragraaf is als volgt opgebouwd: In paragraaf 9.3.1 wordt een beschrijving gegeven van de huidige situatie in het DC van de HEMA. Hier worden niet alle processen van het DC besproken, maar alleen de processen die belangrijk zijn of te maken hebben met de UG afdeling of de RFID case die in deze paragraaf besproken wordt. In paragraaf 9.3.2 worden de huidige processen en taken van de laders op de UG afdeling behandeld. Deze processen worden weer gebruikt in paragraaf 9.3.5 bij de besparingen door het RFID systeem. In paragraaf 9.3.3 wordt het systeem beschreven van de huidige processen, alleen dan uitgerust met een nieuw RFID systeem. In paragraaf 9.3.4 wordt de koppeling tussen de RFID tag op de ladingdrager en de gegevens in het Warehouse Management Systeem (WMS) behandeld. In paragraaf 9.3.5 worden de besparingen die behaald kunnen worden met het RFID systeem (zoals die in paragraaf 9.3.3 beschreven is) geïdentificeerd. Deze besparingen kunnen verdeeld worden in de procestijden, de besparingen in de laadfouten en in de out-of-stock in de winkels. In paragraaf 9.3.6 worden de kosten van het systeem opgesomd, waarna in paragraaf 9.3.7 de kosten en de besparingen naast elkaar worden gezet om de investering te beoordelen.

9.3.1 Inleiding: Huidige situatie HEMA DC

In deze paragraaf wordt een beschrijving gegeven van de huidige situatie en de huidige processen in het distributiecentrum van de HEMA. Binnen deze processen wordt alleen het laadproces van de vrachtwagens bij de uitgaande goederen geanalyseerd, aangezien hier op dragerniveau de meeste kostenbesparingen verwacht worden.



figuur 51: Schematische huidige weergave DC HEMA

In figuur 51 is een schematisch overzicht van de huidige situatie van het DC van de HEMA in Utrecht Lage Weide. Hier worden drie stromen onderscheiden met producten die gereed zijn om naar de winkels vervoerd te worden:

- De 1^e stroom zijn de producten in kratten die door de winkels besteld worden (Pull goederen). Deze kratten worden automatisch gestapeld en op karretjes met wielen geplaatst (zie figuur 52). Deze karretjes worden dollies genoemd. Meestal heeft het personeel van de HEMA het ook over dollies, als men gestapelde kratten met een dolly bedoelt. Dit stapelen gebeurt dicht bij de expeditie deuren op de Uitgaande Goederen afdeling (UG). De stapelaars zijn in figuur 51 als oranje ovalen weergegeven. Deze stroom wordt vanaf de onderkant uit de DPS en OCB weergegeven in het rood.
- De 2^e stroom zijn de producten in rolcontainers die door de winkels besteld worden (Pull goederen). Deze producten zijn of te groot of te kostbaar of te gevaarlijk (zoals oplosmiddelen) om in een krat te vervoeren. Deze goederen worden in hal 1 verzameld en in een rolcontainer gestopt (zie figuur 53). Na het verzamelen van de goederen in hal 1, wordt een bestemmingskaart uitgeprint en op de rolcontainer bevestigd. Op deze bestemmingskaart staan gegevens als het filiaalnummer, de tijd dat de order bij de Uitgaande Goederen moet zijn en bij welke expeditiedeur (zie figuur 54). Ook staat hier een uniek barcodenummer op, zodat de rolcontainers uniek te traceren zijn. In het systeem kan dan bijvoorbeeld opgezocht worden, welke producten in een rolcontainer zitten.
- De 3^e stroom zijn de producten in rolcontainers met actie artikelen die niet door de winkels besteld worden, maar die de winkels verplicht zijn om af te nemen (Push goederen). Deze

rolcontainers worden op dit moment nog verdeeld in een apart distributiecentrum. De rolcontainers die gereed zijn in het aparte DC worden getransporteerd naar het centrale DC en staan daar tijdelijk totdat de opdracht komt om deze naar de Uitgaande Goederen te verplaatsen (zie figuur 55). Op dit moment hebben de rolcontainers van de push goederen weliswaar een uniek barcodenummer, maar valt er niet te achterhalen wat er precies in elke rolcontainer zit. Het is wel te achterhalen wat er precies in een batch rolcontainers zit. Daarom moet een batch altijd als geheel naar de winkels getransporteerd worden, anders ontstaan er problemen met de vrachtbrieven.

Volgens een vooropgesteld plan worden de winkels aangeleverd. Aan de hand van dit plan wordt ook een laadplan gemaakt, zodat verspreidt over de dag wissellaadbakken worden geladen. De HEMA heeft 160 eigen wissellaadbakken. Van tevoren wordt bepaald welke bak naar welk filiaal of filialen gaat. Deze wissellaadbakken worden meestal een halve dag van tevoren geladen en tijdelijk op de parkeerplaats gezet, om eventuele uitloop door storingen op te kunnen vangen. Wissellaadbakken die voor 12:00 geladen zijn, worden dezelfde dag nog vervoerd en wissellaadbakken die na 12:00 geladen zijn, worden de volgende dag vervoerd. Ook fungeren de wissellaadbakken als tijdelijke voorraadruimte, aangezien in het DC zelf te weinig plaats is om alle rolcontainers op te slaan. Volgens het laadplan worden de dollies met kratten en de rolcontainers naar de laadvloer van de UG gebracht.



figuur 52: Foto stapelaar van kratten bij Uitgaande Goederen



figuur 53: Foto orderpicking proces hal 1, rolcontainers pull

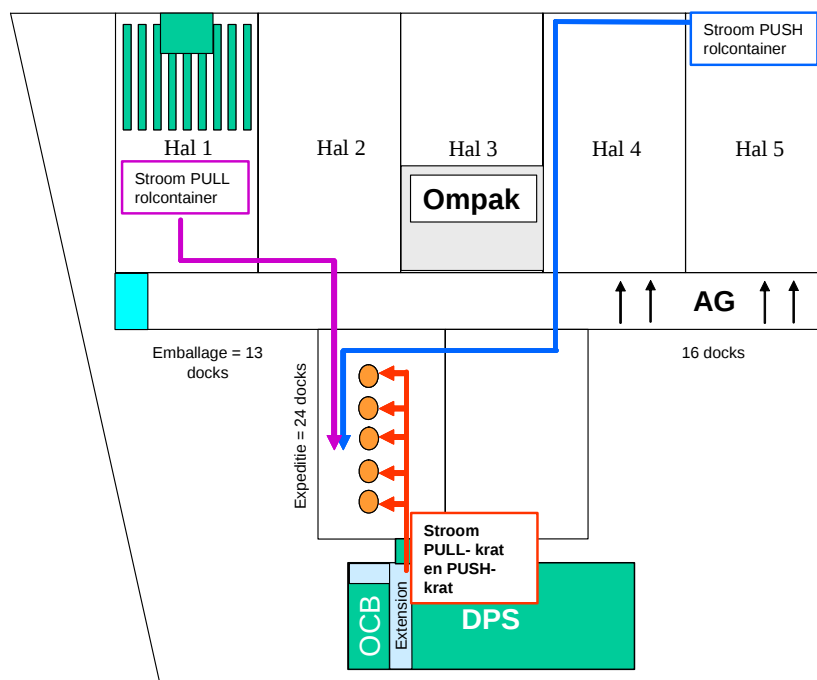


figuur 54: Voorbeeld bestemmingskaart rolcontainer (pull)



figuur 55: Foto tijdelijke buffer voor de push rolcontainers in het DC

Op dit moment zijn er plannen om het distributiecentrum te verbouwen om het extra distributiecentrum het Veem (waar nu de push artikelen verdeeld worden) samen te voegen met het centrale distributiecentrum Lage Weide. Bij deze verbouwing wordt ook rekening gehouden met de jaarlijkse groei van het bedrijf. Elk jaar worden weer vele nieuwe HEMA filialen geopend in binnen en buitenland. In deze verbouwingsplannen worden kleine push artikelen ook in kratten verdeeld. Het verdeelproces van de rolcontainers push zal dan plaats vinden op de plaats van hal 5. Het aantal stapelaars wordt uitgebreid van 3 naar 5. Dit toekomstige DC is in grote lijnen weergegeven in figuur 56.

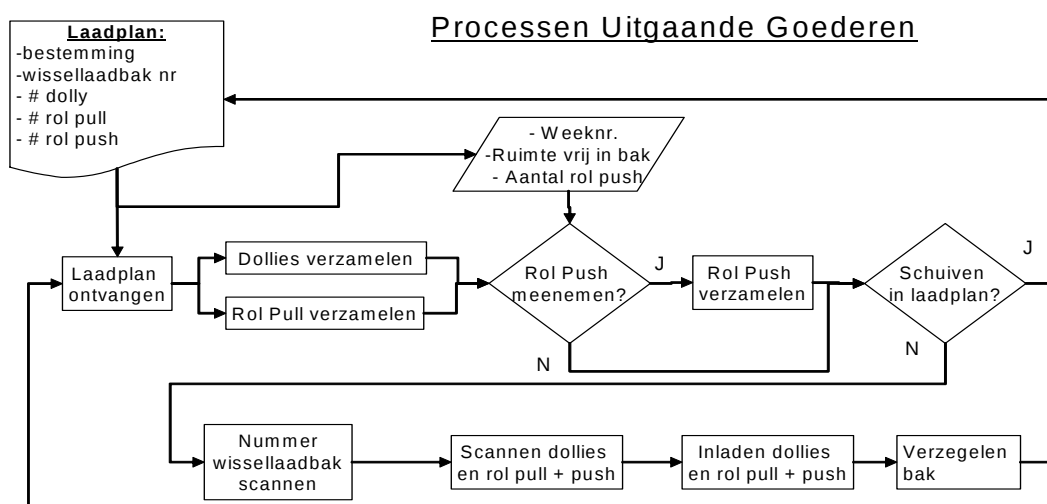


figuur 56: Schematische weergave toekomstige situatie DC HEMA

9.3.2 Processen laders Uitgaande Goederen

Voor de taken van de laders op de uitgaande goederen (UG) afdeling zijn de laders afhankelijk van verschillende andere afdelingen. Deze andere afdelingen worden zo goed mogelijk op de UG afdeling afgestemd. In figuur 57 zijn de processen van de laders op de UG afdeling in een data flow diagram weergegeven. Elke lader is verantwoordelijk voor het laden van 2 of 3 expeditiedeuren (ook wel dockdeuren genoemd). In totaal zijn er 24 dockdeuren. Van tevoren is door de afdeling planning een laadplan opgesteld, wanneer welk filiaal wordt geladen. In deze planning staat ook vermeld, bij welke expeditiedeur het filiaal in een lege wissellaadbak geladen wordt. Er kunnen meerdere filialen in 1 wissellaadbak geladen worden. Dit staat allemaal in het laadplan die de laders van de UG krijgen. Op dit laadplan zien zij ook uit hoeveel rolcontainers en dollies een zending bestaat.

Als de medewerker van de UG afdeling het laadplan ontvangt, gaat hij de verzending verzamelen. De rolcontainers en dollies worden dan tijdelijk voor de dockdeur geplaatst. Bij dit verzamelen wordt hij geassisteerd door medewerkers die volgens het tijdschema rolcontainers pull uit hal 1 halen. In een wissellaadbak kunnen standaard 31 rolcontainers en dollies. De rolcontainers pull en dollies pull moeten verplicht meegegeven worden met de verzending. Daarnaast hebben de medewerkers UG de kans om rolcontainers push mee te geven als er nog ruimte over is in de wissellaadbak. Deze push goederen moeten alleen wel voor het moment dat de acties in de winkel begint, verzonden zijn naar de winkels. Als duidelijk is uit hoeveel ladingdragers pull de verzending bestaat, kan gekeken worden hoeveel rolcontainers push er nog zijn. Aan de hand hiervan kan bepaald worden of deze rolcontainers nog meegenomen kunnen worden in de verzending. Aangezien in het systeem *op dit moment* niet is bijgehouden welke artikelen in welke rolcontainer precies aanwezig zijn, moet de batch rolcontainers push in zijn geheel meegenomen worden. Als een hele batch niet in de wissellaadbak er bij past, maar een gedeelte wel, mag deze hele batch niet mee, dus ook niet een gedeelte. Dit is bepaald omdat er anders problemen met de leveringsbon filiaal kunnen optreden en er een groot aantal manco – surplus meldingen vanuit de filialen komen, waarvan de medewerkers op het DC niet kunnen zien, of deze wel of niet gegrond zijn.



figuur 57: Processen Uitgaande Goederen

Als de order te groot is geworden, door een verandering in het geplande en werkelijke aantal rolcontainers en dollies, of omdat de rolcontainers push verplicht mee genomen moeten worden

omdat een actie begint, moet er in het laadplan geschoven worden. Er wordt dan gekeken of er bij een andere filiaalzending plaats is om nog een (gehele) zending mee te nemen. Deze filialen liggen dan wel in de buurt van elkaar, zodat een chauffeur voor Groningen niet ook nog naar Maastricht moet rijden.

De eerste stap die een medewerker van de UG doet na het ontvangen van de laadopdracht is het verzamelen van de goederen. Als dit verzamelen klaar is en het laadplan eventueel is aangepast, wordt de barcode van de wissellaadbak gescand. Hiermee vindt dan een controle plaats door de medewerker UG of de juiste wissellaadbak voor staat. Hierna worden de verzamelde dollies en rolcontainers ter controle gescand. Hierdoor weet men bijna zeker dat er geen dollies of rolcontainers vergeten worden. Op de scanner van de medewerker UG wordt aangegeven hoeveel rolcontainers of dollies nog gescand moeten worden volgens het laadplan. Ook wordt door dit scannen de uiteindelijke laadbrief opgesteld. Naast het scannen van de dollies en rolcontainers wordt het aantal bakken geteld op de rolcontainers en dollies. Deze aantallen worden met de hand op een papieren laadbrief geschreven. Ook het aantal rolcontainers en het aantal dollies wordt hier met de hand op geschreven. Naast rolcontainers en dollies worden er sporadisch ook pallets en displays vervoert naar de winkels. Deze worden niet gescand maar ook op de vrachtbrief geschreven.

Zodra alle goederen in de wissellaadbak geladen zijn, vindt er een elektronische verzegeling van de wissellaadbak plaats. Door het verzegelen van de deur van de wissellaadbak verschijnt er een code op een display. Deze verzegelingscode wordt ook op de vrachtbrief geschreven. Bij het uitladen van de wissellaadbak verschijnt deze code weer en wordt gecontroleerd door de medewerker van de winkel. Hierdoor kan het ontvangend personeel controleren of de wissellaadbak tussendoor open is geweest, en eventueel uit gestolen is. Als dit proces klaar is, wordt de wissellaadbak gereed gemeld en wordt deze tijdelijk op de parkeerplaats gezet. Hierna begint het laadproces opnieuw voor een nieuwe levering.

9.3.3 Beschrijving RFID systeem

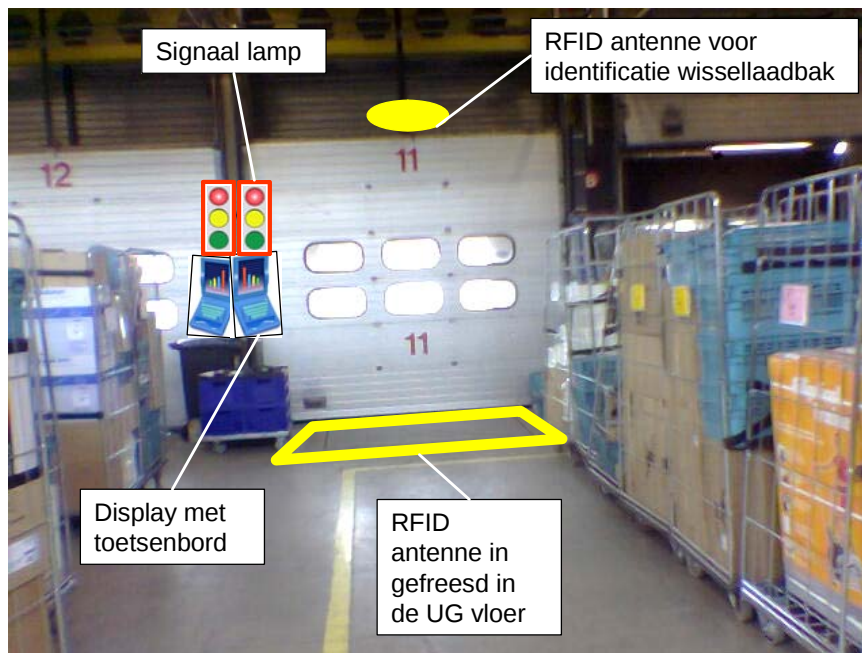
In hoofdstuk 7 zijn de mogelijkheden voor besparingen door het gebruik van RFID, weergegeven. In deze case wordt getracht deze besparingen te behalen, door middel van het toepassen van een RFID systeem. Voor deze RFID case gaat men uit van RFID tags op de ladingdragers rolcontainers en dollies bij de Uitgaande Goederen. De besparingen die genoemd worden in tabel 8 in paragraaf 7.1.1 zijn:

1. Snellere identificatie bij vertrek goederen + Verdwijnen van handelingen
2. Mogelijkheid voor automatische identificatie
3. Voorkomen telfouten en laadfouten
4. Identificatie in ongunstige omgevingen

Tevens zijn er aan de winkerkant ook besparingen te halen, namelijk (uit tabel 9 in paragraaf 7.1.2): Reduceren Out of Stock

In deze case bij de HEMA wordt primair gezocht naar besparingen op punten 1, 2, 3 en 5. Punt 4 is niet van toepassing bij de HEMA. Door het voorzien van alle rolcontainers en dollies van een RFID tag met uniek nummer is het mogelijk om een koppeling in het WMS systeem van de geplande ladingdragers met dit RFID nummer te maken. Door RFID antennes te plaatsen bij alle dockdeuren is het mogelijk om de ladingdragers automatisch te scannen. Hierdoor is het mogelijk om besparingspunten 1 en 2 te behalen. Door deze antenne vlak voor de dockdeur in de vloer te frezen, is het mogelijk om laadfouten te voorkomen. In figuur 58 is hier een voorbeeld van

gegeven. Het is dan niet meer nodig voor de medewerkers op de UG vloer om de rolcontainers en dollies apart met een barcodescanner te scannen.



figuur 58: Voorbeeld dockdeur uitgaande goederen uitgerust met nieuw RFID systeem

Naast de RFID antenne die in de vloer is gefreesd is het systeem ook uitgerust met een antenne om de wissellaadbak die voorzien is van een RFID tag, te identificeren. Ook is er een display met toetsenbord aanwezig en een signaallamp. Op deze display kan de medewerker alle benodigde informatie zien. Hierdoor beschikt hij direct over de meest actuele gegevens, hoeveel rolcontainers pull, rolcontainers push en dollies hij nog kan verwachten. Op basis hiervan kan hij eerder inspelen op eventuele veranderingen en kunnen laadplannen eerder aangepast worden. Ook hoeft de papieren laadbrief niet meer handmatig ingevoerd te worden in het systeem. Door middel van het systeem kan dit direct digitaal doorgezonden worden. Ter controle is een signaal lamp gegeven. Als een medewerker per ongeluk de verkeerde rolcontainer of dolly in de wissellaadbak wil zetten, gaat er een rode lamp aan en eventueel een toeter af, waardoor de medewerker direct deze fout kan herstellen. Hierdoor kunnen de laadfouten voorkomen worden. Door middel van het toetsenbord kan de medewerker nog handmatig enkele uitzonderingsgevallen invoeren. Het is dan ook mogelijk om de digitale verzegelingscode hier op in te voeren.

9.3.4 RFID tag en identificatie in het WMS systeem

In figuur 59 is een voorbeeld gegeven van een plaatje wat op een rolcontainer of dolly geplaatst kan worden. Dit geheel bestaat uit een RFID tag met een uniek nummer. Dit unieke nummer is ook als barcodenummer visueel weergegeven. Daarnaast zijn de laatste 6 cijfers van het unieke nummer duidelijk weergegeven op het geheel, voor controle werkzaamheden. Hierdoor heeft elke ladingdrager een eigen uniek nummer en zijn deze zodanig ook uniek te identificeren. Dit gehele plaatje kan door middel van schroeven, bouten of klinknagelen aan de zijkant van een dolly of onderste gedeelte van een rolcontainer bevestigd worden. Deze oplossing is dus een oplossing die

meerdere malen gebruikt kan worden. De levensduur van deze plaatjes met RFID tag wordt geschat op 10 jaar.



figuur 59: Voorbeeld RFID tag op ladingdrager

Door het gebruik van RFID tags op de ladingdragers is het mogelijk om deze automatisch te kunnen identificeren. Het uniek kunnen identificeren wordt op dit moment reeds gedaan door middel van unieke barcodes die op de bestemmingskaarten worden geprint. Het voordeel van deze koppeling met de RFID tag is, dat als er elders in het proces de papieren bestemmingskaart kwijt raakt, nog steeds te achterhalen valt wat de bestemming en inhoud van de rolcontainer is.

Koppeling nummer op bestemmingskaart met RFID nummer rolcontainer:

Op dit moment wordt het verzamelproces of verdeelproces in de rolcontainers pull in hal 1 door middel van barcode scanners gedaan. Er wordt dan een willekeurige lege rolcontainer gepakt en door middel van de scanner producten verzameld of verdeeld. Als de rolcontainer vol is of de orderpicker is klaar met de opdracht voor een filiaal, wordt deze rolcontainer via de scanner in het systeem als gereed gemeld. Vervolgens wordt er door de orderpicker een bestemmingskaart uitgeprint en aan de rolcontainer bevestigd. Het systeem weet nu dat de rolcontainer gereed is en welke producten er in de desbetreffende rolcontainer zitten (alleen bij pull). De koppeling tussen het unieke barcodenummer op de bestemmingskaart en het unieke nummer op de RFID tag kan zeer gemakkelijk worden gemaakt. Aangezien het RFID nummer ook als een barcode visueel op de rolcontainer zichtbaar is, kan de orderpicker aan het begin van de opdracht de RFID tag scannen door het barcodenummer van deze tag te scannen. Hierdoor wordt met een simpele handeling de koppeling gemaakt tussen het RFID nummer van de rolcontainer en de order. Dit RFID nummer van de rolcontainer kan dan later op de bestemmingskaart worden geprint, in plaats van een ander (willekeurig) uniek nummer. Op deze manier is dan de koppeling gemaakt tussen het RFID nummer en de gegevens van de inhoud van de rolcontainer.

Koppeling barcodenummer kratten met RFID nummer dolly:

Bij het verzamelproces in de kratten, heeft elk blauw krat een uniek barcodenummer. Op dit moment is er een goed lopend systeem met deze barcodes voor alle 255.000 kratten. Deze kratten worden bij de Uitgaande Goederen gestapeld. Het systeem weet dan welke kratten samen gebundeld zijn, voor 1 filiaal. Bij het stapelen van de kratten worden deze voorzien van een dolly (een ijzeren frame met wieltjes). Vlak voor het stapelen worden de kratten voorzien van een extra (tijdelijke) sticker waarop onder andere staat vermeld: de bestemming (filiaal nummer), de geplande expeditiedeur (dockdeur) en het serienummer van de dolly in de order voor het filiaal. Aan de hand van dit serienummer (bijvoorbeeld dolly 3 van 10) kan de lader op de UG vloer zien welke dolly het is en hoeveel er nog gepland staan aan te komen. Het kan echter voorkomen dat

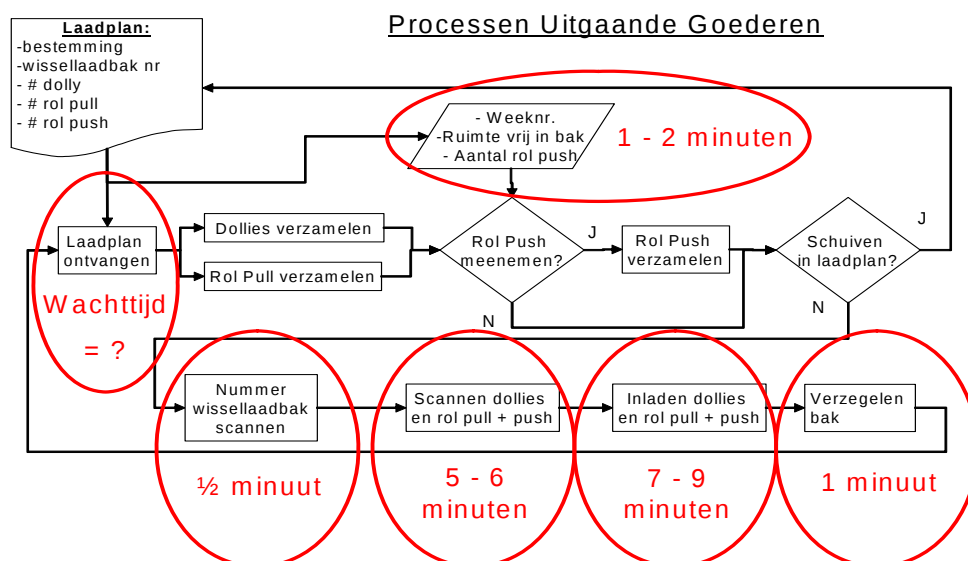
het werkelijke aantal dollies afwijkt van de planning. Het serienummer kan dan bijvoorbeeld 11 van 10 zijn. Zodra een L van laatste op de sticker vermeld staat, weet de lader pas dat het de laatste dolly van de batch is. Dit afwijken van het aantal geplande kratten, kan gebeuren doordat het aantal goederen dat gepland is om in de kratten te passen, tegen of meevalt. Dit aantal is meestal al wel van tevoren in het systeem bekend, maar niet bij de laders op de UG vloer, doordat er nog geen actief systeem aanwezig is, die de veranderingen doorgeeft aan de laders. Zodra een dolly met gestapelde kratten uit de stapelaar komt wordt het barcodenummer van een krat gescand. Aangezien het systeem weet welke kratten samengevoegd zijn, weet het systeem door het scannen van dit ene krat welke kratten gereed zijn. Door het scannen van de dolly aan het eind van de stapelaar, wordt in het systeem gemeld dat deze dolly op de UG vloer is. Door een RFID scanner naast deze barcodescanner te plaatsen is het mogelijk om in het systeem het RFID nummer op de dolly te koppelen met de kratten op de dolly. Op deze manier is dan de koppeling gemaakt tussen het RFID nummer en de gegevens van de inhoud van de dolly.

9.3.5 Besparingen RFID systeem

De besparingen die behaald kunnen worden met het RFID systeem worden verdeeld in de besparingen in de procestijden op de uitgaande goederen afdeling, de besparingen door het tegengaan van laadfouten (herstellen van fouten), besparingen door het out-of-stock gaan in winkels en extra besparingen.

9.3.5.1 Besparing procestijden UG

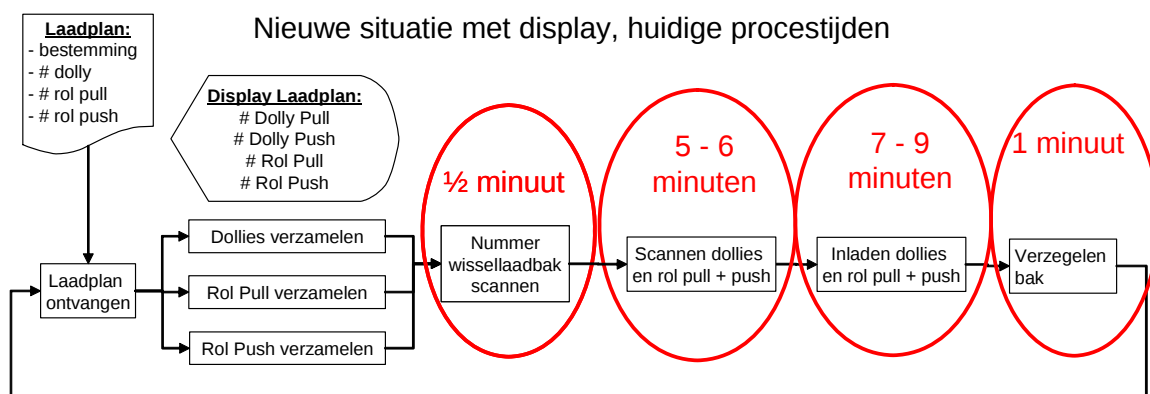
In figuur 57 werd reeds een beschrijving gegeven van de huidige werkprocessen van de werknemers op de UG vloer. In figuur 60 zijn deze processen gekwantificeerd en aangegeven in de ovals. Deze tijdsduren zijn verkregen door gesprekken met medewerkers op de UG vloer en niet door metingen. Deze metingen zijn niet verricht aangezien dit te veel tijd zou kosten, en het hier om een globale schatting gaat. Gemiddeld is een medewerker 1 uur bezig met het gehele proces van een order compleet afhandelen. Indien het werk dat toelaat kan de medewerker 3 wissellaadbakken tegelijkertijd afhandelen in 2 uur.



figuur 60: Huidige processen UG gekwantificeerd

Door het invoeren van het RFID systeem zoals het in paragraaf 9.3.3 beschreven is, is het mogelijk om van tevoren op een display een overzicht van het laadplan te krijgen. Hierdoor gaat het data flow diagram van de processen van de UG veranderen. Dit nieuwe overzicht is in figuur 61 gegeven. Doordat het aantal dollies eerder bekend is bij de medewerker is het mogelijk om een extra tijdswinst te behalen. Deze is echter op dit moment niet te kwantificeren. Deze tijdswinst wordt in figuur 60 als wachttijd aangegeven, aangezien de medewerker in de huidige situatie moet wachten voordat duidelijk is hoeveel ladingdragers het precies worden. Pas als dit bekend is, kan hij de rest van zijn processen daar op aanpassen.

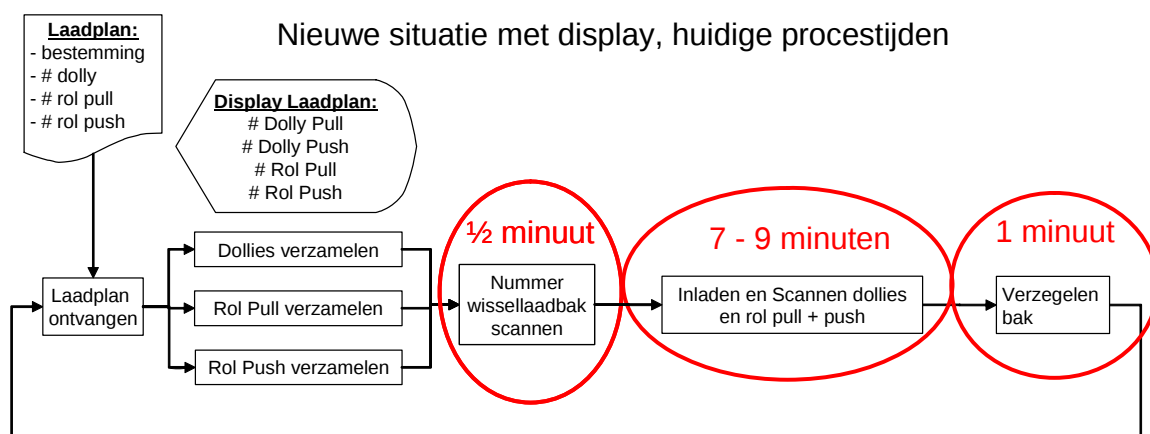
Processen Uitgaande Goederen



figuur 61: Processen UG met display, huidige procestijden

Indien het RFID systeem wordt gebruikt voor de ladingdragers is het mogelijk om het scannen van die ladingdragers automatisch plaats te laten vinden. Zodra een medewerker een rolcontainer over de antenne rijdt om in de wissellaadbak te laden, wordt de rolcontainer gescand en gecontroleerd. In figuur 62 is dit systeem in de werkprocessen van de medewerkers UG verwerkt.

Processen Uitgaande Goederen



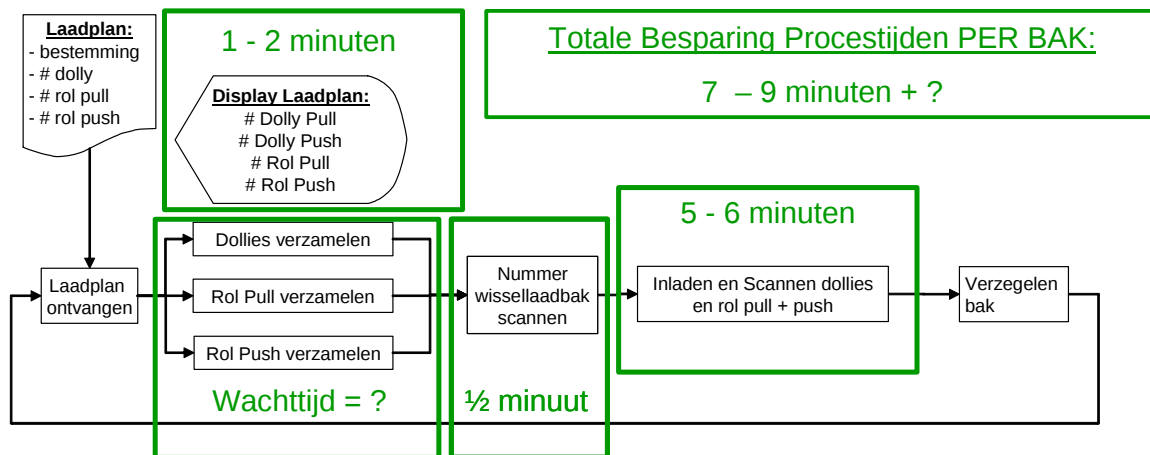
figuur 62: Processen UG met display, nieuwe procestijden

In figuur 63 is een overzicht gegeven van de besparingen in tijdsduur die behaald kan worden met dit RFID systeem. De totale besparing die behaald kan worden in tijdsduur is totaal tussen de 6,5 en de 8,5 minuut per wissellaadbak. Hierboven werd al vermeld dat de tijdswinst die een medewerker kan behalen doordat hij eerder kan zien hoeveel rolcontainers en dollies hij precies

kan verwachten, niet kwantificeerbaar is. De tijdwinst in wachttijd wordt dus aangegeven met een vraagteken.

Processen Uitgaande Goederen

Nieuwe situatie met display, huidige procestijden



figuur 63: Besparingen processen UG met RFID systeem

De besparing van dit systeem op de doorlooptijden van dit huidige proces, zijn 11% tot 14%. Hieronder wordt een berekening gemaakt van de totale besparingen per dag:

- Totale besparing procestijden per wissellaadbak = **6,5 tot 8,5 minuut (+ ?)**
- Gemiddeld aantal wissellaadbakken per dag = (totale aantal per jaar / aantal dagen per jaar) = (21598 / 260) = **83 wissellaadbakken per dag**
- Totale besparing procestijden per dag = 83 * (6,5 tot 8,5) = 540 tot 706 minuten per dag = **9 tot 12 uur**
- 9 tot 12 uur per dag * 5 dagen = 45 tot 60 uur per week.

45 tot 60 uur besparing per week betekent een besparing van **1,5 à 2 full time employee (FTE) per jaar**. Op jaarbasis betekent dit dus een besparing van € 45.000 tot € 60.000 op jaarbasis.

Indien echter gekeken wordt naar een oplossing om de capaciteit te vergroten zonder het aantal dockdeuren aan te passen, dan geldt de volgende berekening:

- Met de RFID oplossing kan men **7,57 tot 7,77** bakken per werknemer per dag laden i.p.v. **6,92** per werknemer in de huidige situatie
- De totale capaciteit met hetzelfde aantal werknemers = **91 à 93** bakken per dag in plaats van **83**
- Toename capaciteit = **8 à 10** bakken per dag (+ **11%**)
- Ruimte voor groei = **30 à 39** meer winkels (t.o.v. 322 filialen nu) zonder veranderingen laadvloer UG of aantal medewerkers.

9.3.5.2 Besparing laadfouten

In de huidige situatie vinden er bij de HEMA zeer weinig laadfouten plaats. Het is echter zeer moeilijk om deze fouten te achterhalen. In totaal werden er in 2004 slechts 67 meldingen gemaakt op 50.015 filiaal aanleveringen. Het aantal keren dat er dus iets fout geladen wordt is dus 0,13 % of 1 op de 745 wissellaadbakken. Meestal worden deze meldingen met de volgende filiaallevering opgelost. De winkels geven meestal alleen door als er rolcontainers of dollies te weinig geleverd zijn. Als er te veel geleverd is, kan het voorkomen dat een filiaal dit onbewust niet opmerkt en dus gratis goederen heeft ontvangen. Het is echter moeilijk te achterhalen of dit zo is. Daarbij kan in het verzamelen en verdeelproces ook fouten ontstaan zijn.

Het kwantificeren van laadfouten door de UG medewerkers is moeilijk. Wel is het zo dat met een gemiddelde verkoopwaarde van de inhoud van een rolcontainer of dolly van rond de € 1479 het wel erg belangrijk is, dat dit proces goed verloopt. Het is onduidelijk wat het totale bedrag dat jaarlijks aan manco / surplus wordt afgeboekt. De 67 meldingen van 2004 hebben al een gemiddelde waarde van bijna € 99.112. Bij de 67 meldingen is het onbekend of dit door toedoen van de medewerker op de UG vloer gebeurt of door toedoen van de chauffeur gebeurt, bij het uitladen van de rolcontainers. Als een chauffeur meerdere filiaalleveringen in 1 rit heeft kan het voorkomen dat een rolcontainer bij het verkeerde filiaal geleverd wordt. Meestal lost de chauffeur dit zelf op door heen en weer te rijden, of de filialen lossen het op door zelf heen en weer te rijden.

Verwacht wordt dat het aantal fouten in de toekomst met de huidige manier van werken gaat toenemen. Dit omdat in de toekomst een groei van het aantal filialen wordt verwacht en daardoor meer goederen geladen moeten worden, over hetzelfde aantal expeditiedeuren. Hierdoor wordt het op de UG vloer nog drukker waardoor de kans op fouten kan toenemen.

Bij het herstellen van de fout als een rolcontainer naar een verkeerd filiaal is vervoerd, zijn waarschijnlijk 3 mensen van een half uur tot een uur in de weer om een fout te verwerken of te herstellen. Dit zijn namelijk de medewerkers van het filiaal waar de rolcontainer mist, de medewerker op het DC van de klachtenservice die uit moet zoeken waar de rolcontainer dan wel is en de medewerker van het filiaal waar de desbetreffende rolcontainer naar toe verzonden is. De kosten voor de laadfouten is dus $3 \text{ medewerkers} * 1 \text{ uur} * \text{uurloon} * \text{aantal meldingen} = 3 * 1 * 50 * 67 = € 10.050$.

9.3.5.3 Besparing out of stock

Doordat de goederen bij het verkeerde filiaal afgeleverd worden of kwijt raken, heeft het filiaal dat de goederen niet heeft ontvangen een probleem. Aangezien een winkel niet elke dag beleverd wordt, duurt het gemiddeld 2,8 dagen voordat de fout zonder speciale ritten hersteld kan worden. Ondanks dat er een veiligheidsvoorraad in de winkel aanwezig is, raken hierdoor producten in de winkel op, zodat deze niet aan de klant verkocht kan worden (zie ook paragraaf 4.2). De inkomstenderving die een winkel hierdoor misloopt wordt geschat op de 50% van de waarde van de gemelde producten in de ladingdragers. Voor de HEMA is dit dus $50\% \text{ maal het aantal meldingen maal gemiddelde waarde van de ladingdrager} = 50\% * 67 * € 1479 = € 49.556$ per jaar.

9.3.5.4 Extra Besparing

Naar alle waarschijnlijkheid zijn er door het systeem nog extra besparingen te behalen. Deze zijn echter in het onderzoek nog niet naar voren gekomen. Deze extra besparingen dienen tijdens een vervolgonderzoek geïdentificeerd en gekwalificeerd worden.

9.3.5.5 Overzicht Besparingen

De totale besparingen naar aanleiding van de besparingen die in deze paragraaf besproken zijn, zijn de volgende:

Besparing procestijden UG	= € 60.000 per jaar
Besparing laadfouten (fout herstellen)	= € 10.050 per jaar
Besparing out-of-stock	= € 49.556 per jaar
Extra besparingen	= niet kwantificeerbaar
Totale besparing per jaar	= € 119.606 per jaar

9.3.6 Kosten RFID systeem

De kosten voor het RFID systeem op ladingdrager niveau geschetst is worden hieronder uiteengezet. De kosten voor dit systeem zijn schattingen gemaakt door 2 leveranciers van RFID systemen: Capturetech en Trolleytrack, en een leverancier van RFID tags: Inotec. Deze twee leveranciers hebben al veel ervaringen bij implementaties van RFID projecten in Nederland. De schattingen van beide leveranciers voor de kosten komen nagenoeg met elkaar overeen. Aangezien de kostenopbouw van de leveranciers betrouwbaar wordt behandeld, wordt deze niet weergegeven in dit rapport. De kostenonderdelen van het uitrusten van een dockdeur met een RFID zoals beschreven is in paragraaf 9.3.3 zijn:

- kosten materiaal en installatie dockdeur met RFID readers, display en programmering van bijbehorende software
- kosten RFID tag met bevestigingsomhulsel voor de ladingdragers
- kosten RFID tags voor de wissellaadbakken
- kosten voor het aanbrengen van de RFID tags op ladingdragers
- kosten voor het aanbrengen van de RFID tags op wissellaadbakken
- De kosten voor het uitvoeren van een dockdeur volgens het beschreven systeem, zijn ongeveer **€ 7000**. Deze kosten bestaan dan uit de materiaalkosten voor de RFID reader met antenne, de controllers, de servers, de displays, interface, softwarekosten van de readers en displays en managementkosten. Voor de kosten van RFID installaties bij de stapelaars wordt een schatting van **€ 1000** per stapelaar gemaakt. De totale kosten voor de installatie voor de dockdeuren en stapelaars is $€ 7000 * 24 \text{ dockdeuren} + € 1000 * 5 \text{ stapelaars} = € 168.000 + € 5.000 = \text{€ } 173.000$.
- Voor de kosten van de RFID tag uitgerust met barcode wordt een schatting gemaakt van € 0,75 per tag. Een omhulsel om de tag aan de rolcontainer of dolly te bevestigen kost nog een extra € 0,80 per ladingdrager. De schatting van de totale kosten voor de RFID tag met omhulsel is dan **€ 1,55** per ladingdrager. De kosten voor de RFID tags op de wissellaadbakken worden geschat op **€ 20** per stuk. De totale RFID tag kosten voor de 30.000 ladingdragers is dan **€ 46.625** en voor de 160 wissellaadbakken is dan **€ 3.200**.
- De kosten voor het aanbrengen van de RFID tags op de ladingdragers wordt geschat op **€ 1,50** per ladingdrager en **€ 3,75** per wissellaadbak. De totale kosten voor het aanbrengen van de RFID tags zijn dan **€ 45.000** en **€ 600**. Deze kosten zijn als volgt geschat:

Kosten installateurs	€ 15 per uur	€ 15 per uur
Aantal installateurs	5 installateurs	5 installateurs
Aanbrengen per uur	15 RFID tags per uur	5 RFID tags per uur
Werkweek	36 uur	36 uur
Aantal ladingdragers	30.000 rolcontainers en dollies	160 wissellaadbakken
Tijd aanbrengen	2.000 uur	32 uur
Duur project	3,7 weken	0,18 weken
Kosten aanbrengen totaal	€ 30.000	€ 480
Kosten aanbrengen per ladingdrager	€ 1,00	€ 3,00 per wissellaadbak

tabel 24: Rekenvoorbeeld aanbrengen RFID tags

De totale investeringskosten voor het RFID systeem worden dan:

Kosten installatie dockdeuren + stapelaars	€ 173.000
Kosten RFID tag ladingdragers	€ 46.625
Kosten aanbrengen RFID tag ladingdrager	€ 30.000
Kosten RFID tag wissellaadbak	€ 3.200
Kosten aanbrengen RFID tag wissellaadbak	€ 480
Totale investeringskosten RFID systeem	€ 253.305

De onderhoudskosten worden geschat op **10%** van de investeringskosten per jaar. De levensduur van de RFID tags wordt geschat op 10 jaar.

9.3.7 Kosten – Besparingen overzicht RFID systeem

Nu de totale investeringen en de besparingen bekend zijn, bepaald worden of de investering haalbaar is. Het overzicht van de totale kosten en besparingen is weergegeven in tabel 25 op de volgende pagina. Hierin zijn de volgende waarden belangrijk:

- Besparingen per jaar = € 119.606
- Totale investeringskosten = € 253.305
- Terugkerende kosten per jaar = € 25.331

Uit dit overzicht komt dat de Netto Contante Waarde van de investering **€ 225.977** is. De interne rentevoet van deze investering is **28,99 %** en de investering is terugverdiend in **3,32 jaar**. Een goede investering dus, aangezien men normaal een interne rentevoet voor een investering van minimaal 15% vereist voordat men een investering doet.

Periode Jaar	0 2005	1 2006	2 2007	3 2008	4 2009	5 2010	6 2011	7 2012	8 2013	9 2014	10 2015
(Netto) opbrengsten											
Besparing FTE	€ 0	€ 30,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000	€ 60,000
Besparing laadfout	€ 5,025	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050	€ 10,050
Besparing out of stock	€ 24,778	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556	€ 49,556
Total Benefits	€ 0	€ 59,803	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606	€ 119,606
jaar	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Eenmalige kosten											
Kosten installatie dockdeuren + stapelaars	€ 173,000										
Kosten RFID tag ladingdragers	€ 46,625										
Kosten aanbrengen RFID tag ladingdrager	€ 30,000										
Kosten RFID tag wissellaadbak	€ 3,200										
Kosten aanbrengen RFID tag wissellaadbak	€ 480										
Totaal eenmalige kosten	€ 253,305	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Herhalende kosten											
Terugkerende kosten (onderhoud) €25,331		€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331
Totaal herhalende kosten	€ 0	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331
Totale kosten	€ 253,305	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331	€ 25,331
Netto kasstroom	-253,305	34,473	94,276	94,276	94,276	94,276	94,276	94,276	94,276	94,276	94,276
Cumulatieve opbrengsten	-	59,803	179,409	299,015	418,621	538,227	657,833	777,439	897,045	1,016,651	1,136,257
Cumulatieve kosten	253,305	278,636	303,966	329,297	354,627	379,958	405,288	430,619	455,949	481,280	506,610
Cumulatieve cash flow	-253,305	-218,833	-124,557	-30,282	63,994	158,270	252,545	346,821	441,096	535,372	629,647

tabel 25: Totale kosten – besparingen analyse RFID op ladingdrager niveau

9.4 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de subdeelvragen 6a) tot en met 6d):

Antwoord 6a) “In welke processen van de HEMA kunnen besparingen gemaakt worden met RFID?”:

[zie paragrafen 9.2 en 9.3]

In dit onderzoek zijn twee scenario’s opgesteld voor het gebruik van RFID. Er werd bepaald dat de HEMA zowel op productniveau als op rolcontainerniveau besparingen en winsten kan behalen.

Antwoord 6b) “Wat voor investeringen dienen er door de HEMA gemaakt te worden voor invoering van RFID?”:

[zie paragrafen 9.2.2 en 9.3.6]

De investeringen in de RFID technologie zijn afhankelijk van het niveau waarop men RFID gaat gebruiken (productniveau of ladingdragniveau) en de mate van implementatie van dat niveau. Indien namelijk niet de gehele investering gemaakt wordt voor het RFID systeem, is natuurlijk de investering zelf lager. De totale investeringen voor productniveau en voor ladingdragniveau zijn € 14,8 miljoen en €253.000. Voor de beschrijvingen hiervan wordt terugverwezen naar respectievelijk paragraaf 9.2.2 en paragraaf 9.3.6.

Antwoord 6c) “Hoe hoog zijn de besparingen die verwacht kunnen worden?”:

[zie paragrafen 9.2.3 en 9.3.5]

Ook de besparingen die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID zijn afhankelijk van het niveau waarop men RFID gaat gebruiken (productniveau of ladingdragerniveau) en de mate van implementatie van dat niveau. Indien namelijk niet de gehele investering gemaakt wordt voor het RFID systeem, is natuurlijk de besparing zelf lager. De totale besparingen voor productniveau en voor ladingdragerniveau die verwacht worden zijn € 16,5 tot € 29,6 miljoen en €200.000 per jaar. Voor de beschrijvingen hiervan wordt terugverwezen naar respectievelijk paragraaf 9.2.3 en paragraaf 9.3.5.

Antwoord 6d) “Hoe ver moeten de vaste en variabele kosten dalen om RFID efficiënt toe te passen?”:

[zie hoofdstuk 9]

In dit onderzoek is een formule opgesteld waarvan naar alleen de uitkomst van de variabele kosten van de RFID tagprijs wordt gekeken. Aangenomen wordt dat de vaste kosten niet veel verder gaan dalen, ten opzichte van de variabele kosten. Voor de HEMA dient de kostprijs van de RFID tag te dalen tot onder de 10,0 eurocent om winstgevend toegepast te kunnen worden. Indien er besloten wordt om eerst de duurdere producten te voorzien van een RFID tag, dan dient de kostprijs van de RFID tag te dalen tot onder de 16,1 eurocent om winstgevend toegepast te kunnen worden.

9.5 Samenvatting hoofdstuk 9

In dit hoofdstuk worden de bevindingen van het rapport gevalideerd en teruggekoppeld naar de opdrachtgever van het onderzoek: de HEMA. Hier worden 3 cases uitgewerkt: een fictief voorbeeld van het gebruik van RFID op productniveau voor een producent, een voorbeeldcase voor een retailer op productniveau waar de cijfers van de HEMA voor gebruikt zijn, en een case voor het gebruik op ladingdragers met een toepassing voor de HEMA. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de sub-deelvragen 6a) “In welke processen van de HEMA kunnen besparingen gemaakt worden met RFID?” en 6d) “Hoe ver moeten de vaste en variabele kosten dalen om RFID efficiënt toe te passen?”.

Voor de eerste voorbeeldcase wordt een fictieve producent gebruikt die een grote speler is op de Nederlandse markt. Deze produceert consumentenproducten voor de retail markt (FMCG). De formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld en de kosten en besparingen die respectievelijk in hoofdstuk 6 en 7 zijn opgesteld, worden voor deze case gebruikt. Aangenomen wordt dat het bedrijf RFID wil gebruiken om: de problemen met de diefstal terug te dringen, het aantal personeel te verminderen in het productieproces, orderpickproces en laadproces bij de uitgaande goederen, het voorkomen van laadfouten, de besparingen door de out-of-stock situaties in de winkel tegen te gaan, het verminderen van de veiligheidsvoorraden, en de omzet te verhogen door nieuwe en verbeterde marketingtoepassingen door RFID. Uit deze berekening komt dat voor dit fictieve bedrijf de kritieke kostprijs van de RFID tag **€ 0,237** oftewel **23,7 eurocent** is. Bij een huidige kostprijs van een RFID tag van € 0,30 dit voor het fictieve bedrijf een extra kostenpost van 1,3 miljoen euro is. Indien de tagprijs zakt naar de beoogde € 0,05 kan dit een winst opleveren van 4 miljoen euro (wat een winststijging is van 80 %). Indien de prijs nog verder daalt, is de te verwachten winst door het gebruik van RFID nog vele malen groter.

Voor de tweede voorbeeldcase wordt de HEMA als voorbeeld gebruikt. Wederom worden de formule die in paragraaf 8.1 is opgesteld en de kosten en besparingen die respectievelijk in hoofdstuk 6 en 7 zijn opgesteld, worden voor deze case gebruikt. Het gaat hier om het gebruik van RFID in het distributiecentrum in Utrecht en haar 322 filialen in Nederland, België en Duitsland. De gemiddelde verkoopprijs van de HEMA is € 3,00. In deze case wordt aangenomen dat de HEMA wil RFID gebruiken om: de problemen met de diefstal terug te dringen, het aantal personeel te verminderen in het laadproces bij de uitgaande goederen en bij de aankomst van de goederen in het DC en in het filiaal, het voorkomen van laadfouten, de besparingen door de out-of-stock situaties in de winkel tegen te gaan, het verminderen van de veiligheidsvoorraden, de omzet te verhogen door nieuwe en verbeterde marketingtoepassingen door RFID, het vervangen van voorraadinspecties, en het verminderen van personeel in de filialen. Uit deze berekening komt dat voor de HEMA de kritieke kostprijs van de RFID tag **€ 0,100** oftewel **10,0 eurocent** is. Bij een huidige kostprijs van een RFID tag van € 0,30 is dit voor de HEMA een extra kostenpost van bijna 65 miljoen euro. Echter als de kostprijs daalt naar € 0,05 per stuk, kan dit een winst opleveren van € 16,5 miljoen euro (wat een winststijging is van 43%). Indien bij de aannames uitgegaan wordt van een besparing op het personeel van 20% in plaats van 10% stijgt de kritische kostprijs van de RFID tag zelfs naar **18,9** eurocent.

De invoer van het RFID systeem zoals die hierboven is beschreven kan niet van de ene op de andere dag ingevoerd worden. Ook is het niet mogelijk om direct alle producten van een RFID tag te voorzien. Daarom is er een tussen scenario opgesteld voor een gefaseerde invoer, om te bepalen wat de afhankelijkheden van het systeem zijn. Aangenomen wordt dat in dit scenario alleen de duurder producten van de HEMA vanaf € 15,00 en duurder worden uitgerust met een RFID tag, en dat dit percentage producten 10% van het gehele assortiment is. Wel zijn de besparingen geen 10% maar 25%. Uit de berekening voor dit scenario komt dat voor de HEMA de kritieke kostprijs van de RFID tag **€ 0,161** oftewel **16,1 eurocent** is. Indien bij de aannames uitgegaan wordt van een besparing op het personeel van 20% in plaats van 10% stijgt de kritische kostprijs van de RFID tag zelfs naar **39,5** eurocent.

Geconcludeerd kan worden dat het invoeren van RFID op het gehele assortiment bij een hoge kostprijs van de RFID tag onverstandig is. Beter is het dus om eerst de duurder producten RFID uit te rusten met een RFID tag, en later pas (als de prijs van de RFID tag voldoende is gedaald) de rest van het assortiment. Het omslagpunt wanneer de HEMA over moet gaan van 10% van het assortiment voorzien naar 100% voorzien ligt bij de **9,4 eurocent** per RFID tag.

Voor de derde voorbeeldcase wordt wederom de HEMA als voorbeeld gebruikt, alleen dit keer voor het voorbeeld van het gebruik van RFID op ladingdragerniveau. Voor het uitwerken van deze derde case is gekozen omdat op dit moment de betrouwbaarheid van de RFID technologie te laag is om rendabel toe te passen. Hierdoor is er voor gekozen om ook een case uit te werken die op korte termijn al rendabel en technisch haalbaar is. Het verschil met de rest van het onderzoek is dat bij deze case de kostprijzen van de RFID tags en apparatuur uit offertes zijn verkregen en geen aannames zijn. De genoemde tagprijs van € 0,75 is een speciale en robuuste RFID tag met de toepassing van een barcode.

Er wordt in deze case uitgegaan van een verbetering van de bestaande processen op de Uitgaande Goederen (UG) afdeling. Op deze afdeling worden alle rolcontainers en dollies die getransporteerd moeten worden naar de filialen, verzameld en in een wissellaadbak geladen. In deze case wordt aangenomen dat de HEMA wil RFID gebruiken om: snellere identificatie bij vertrek goederen + Verdwijnen van handelingen, mogelijkheid voor automatische identificatie, voorkomen telfouten en laadfouten, en reduceren Out-of-Stock situaties in de filialen.

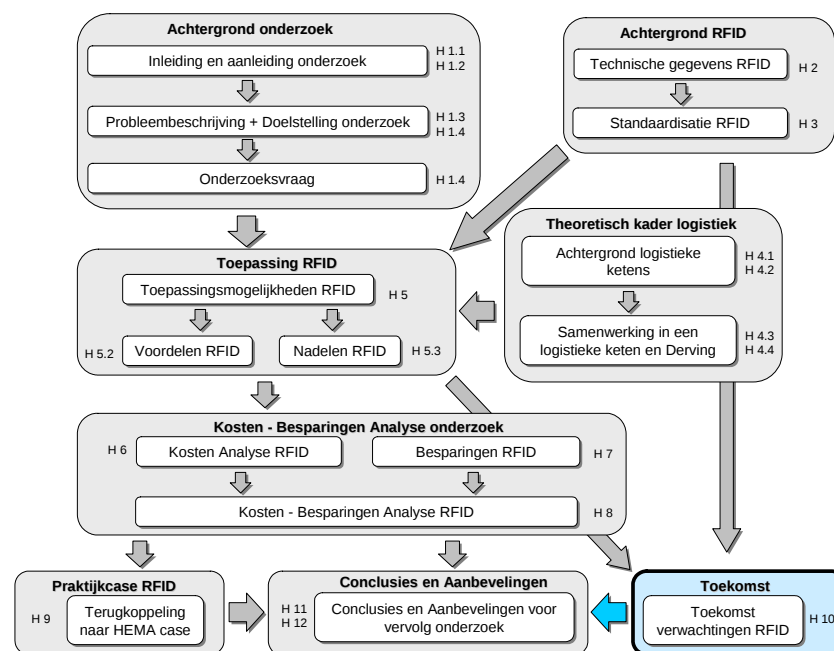
Het gestelde RFID systeem bestaat uit de ladingdragers die voorzien zijn van een RFID tag met een uniek identificatienummer, een antenne bij de laaddeur en een display met signaallamp bij de

laaddeur. Hierdoor kan de medewerker van de afdeling uitgaande goederen alle handelingen ondervangen, fouten voorkomen en sneller te werk gaan. Door deze snellere manier van werken kan per wissellaadbak 6,5 tot 8,6 minuut bespaard worden, wat overeenkomt met 9 tot 12 uur per dag. Dit betekent een besparing van 1,5 à 2 voltijd medewerkers per jaar. Daarnaast biedt het systeem ook ruimte voor een verhoging van de huidige capaciteit met 11%. Andere besparingen kunnen behaald worden in de vermindering van de kosten door laadfouten en out-of-stock situaties. De totale investeringskosten bedragen ruim € 250.000 en de besparingen per jaar zijn bijna € 120.000, met terugkerende kosten van ruim € 25.000 per jaar. Uit de berekening komt dat de Netto Contante Waarde van de investering € 225.977 is. De interne rentevoet van deze investering is 28,99 % en de investering is terugverdiend in 3,32 jaar.



Toekomst

In dit deel van het rapport worden de toekomstverwachtingen van de RFID technologie en het gebruik van RFID behandeld. De bevindingen uit dit hoofdstuk worden gebruikt in de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 11 en 12. Voor dit deel van het rapport worden de bevindingen en gegevens uit de delen Achtergrond RFID en Toepassingen RFID gebruikt (zie ook figuur 64).



figuur 64: Overzicht opbouw onderzoek – Kosten / Besparingen analyse onderzoek

10 Toekomstverwachtingen RFID

In dit hoofdstuk worden de toekomstverwachtingen met betrekking tot RFID behandeld. In paragraaf 10.1 worden de toekomstverwachtingen van de kosten van de RFID onderdelen aan bod. Hier komen dus voor veel onderdelen waar in hoofdstuk 6 de kosten zijn besproken, de verwachtingen aan bod. Hierna wordt in paragraaf 10.3 om een compleet beeld te schetsen van de toekomst-verwachtingen met betrekking tot de RFID technologie de Hype Cycle van het onderzoek en adviesbureau Gartner behandeld. In deze paragraaf wordt gesteld dat de RFID technologie op dit moment een positieve hype doormaakt, maar waar binnenkort weinig aandacht aan besteed wordt, doordat de verwachtingen die op dit moment geschapen zijn, niet waargemaakt kunnen worden. Paragraaf 10.4 is gewijd aan samenwerkingsmogelijkheden in een logistieke keten. Hier wordt een aantal vernieuwende theorieën met betrekking tot RFID en de toekomst voor RFID behandeld. Deze nieuwe theorie wordt voortgeborduurd op een bestaande theorie. In paragraaf 10.5 wordt uiteengezet welke grote bedrijven op dit moment bezig zijn met RFID (pilot) projecten en wat de ervaringen van deze bedrijven daarmee zijn. In paragraaf 10.7

wordt het hoofdstuk afgesloten met een samenvatting. De gegevens en conclusies uit dit hoofdstuk worden gebruikt in de conclusies en aanbevelingen in de hoofdstukken 11 en 12.

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de sub-deelvragen: 7a) “Wat zijn de toekomst verwachtingen ten opzichte van de variabele en vaste kosten?” en 7b) “Welke bedrijven zijn al begonnen met een (pilot) project?”.

10.1 Toekomstverwachtingen kosten RFID

In deze paragraaf worden de toekomstverwachtingen van de kosten van de RFID technologie zoals die in paragraaf 6.1 aan bod zijn gekomen behandeld. Hierin worden onder andere verwachtingen en trend analyses van verschillende (gerenommeerde) onderzoeksbureau's weergegeven.

10.1.1 RFID Tags

Uit verschillende studies van het Auto-ID Centre is gebleken dat de prijs van een RFID tag zal moeten dalen naar 5 cent om rendabel of winstgevend toegepast te kunnen worden ¹. Deze tags kosten tegenwoordig (begin 2005) tussen de 25 en 30 eurocent per stuk. Er zijn verschillende trendanalyses gemaakt door verschillende adviesbureaus over hoe de kosten van de RFID tags waarschijnlijk gaan dalen. In deze trendanalyses wordt erg hoopvol uitgekeken naar de sterke daling naar de beoogde 5 cent per stuk. Nadat gebleken is dat de trends die de vele adviesbureaus rond 2002 – 2003 hebben gemaakt, geheel onjuist waren, heeft geen bureau zich meer gewaagd aan dergelijke voorspellingen. Er wordt in deze paragraaf wel voorspellingen gegeven, maar deze zijn dus niet meer correct. Hieronder volgt een aantal van deze studies gemaakt door gerenommeerde onderzoek en consultantbureaus:

In een presentatie van MIT' gegeven in februari 2003 wordt een verwachte prijsdaling weergegeven voor de komende jaren weergegeven (tabel 26).

(IC) Chip	Antenne	Assemblage	Verwerking	Totale Kosten	Wanneer?
20 cent	5 cent	5 cent	20 cent	50 cent	2001
10 cent	5 cent	5 cent	10 cent	30 cent	2003 ?
2 cent	1 cent	1 cent	1 cent	5 cent	2005 ??
0.5 cent <i>Plastic?</i>	0.1 cent <i>Geprint?</i>	0.1 cent	0.3 cent	1 cent	2010 ???

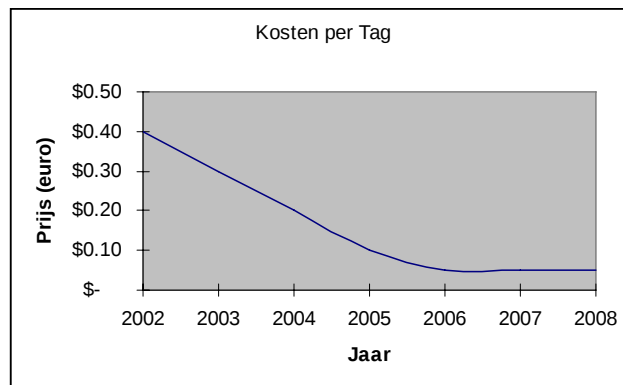
tabel 26: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door MIT' ²

Het Auto-ID Centre heeft ook een verwachting van de prijsdaling van RFID Tags. De kosten staan weergegeven in tabel 27 en figuur 65:

¹ EPCglobal website, *An in-depth look at the new network*

² Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03, sheet 36



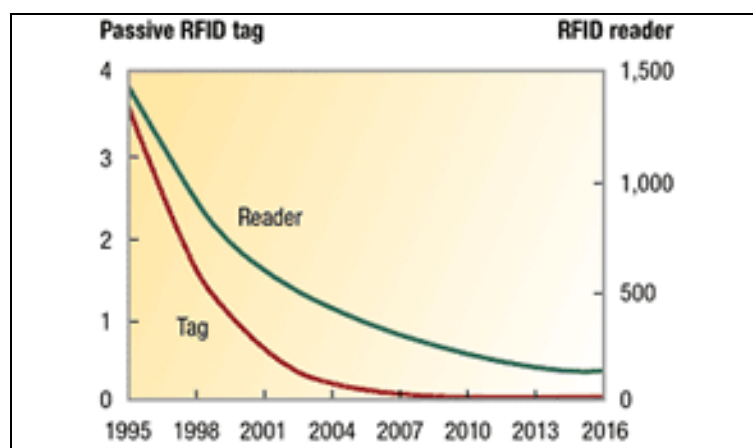


figuur 65: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Centre

Jaar	Kosten per Tag	
2002	\$	0.40
2003	\$	0.30
2004	\$	0.20
2005	\$	0.10
2006	\$	0.05
2007	\$	0.05
2008	\$	0.05

tabel 27: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Centre ¹

Een studie van het consultant bureau McKinsey in opdracht van het Auto-ID Centre ² geeft weer hoe de verwachting is van de kostprijs van tags en readers (figuur 66). Een soortgelijke studie van consultant bureau Accenture in opdracht van het Auto-ID Centre geeft weer hoe de verwachte prijsdaling naar 5 dollarcent zal verlopen, indien een gemiddelde of een zeer snelle grootschalige implementatie plaatsvindt (figuur 67) ³.



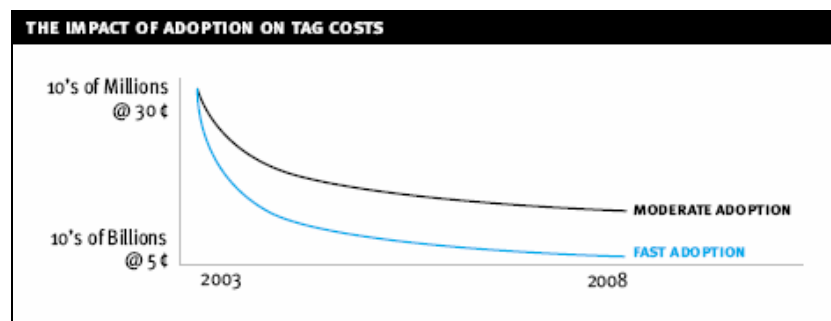
figuur 66: Verwachtte prijsdaling RFID tags en readers, McKinsey Analyse

¹ Auto-ID Calculator: http://archive.epcglobalinc.org/howtoadopt_roi.asp

² Niemeyer, A., M.H. Pak, S.E. Ramaswamy, *Smart tags for your supply chain*, The McKinsey Quarterly, 2003 Number 4

³ Dunlap et al, *If you build it, they will come: EPC Forum Market Sizing Analysis*, USA, Massachusetts: Accenture and Auto-ID Centre, 1-02-'03, page 6





figuur 67: Verwachte prijsdaling bij gemiddelde of snelle grootschalige implementatie

Na recente gesprekken met leveranciers van RFID tags zoals Inotec en CaptureTech en consultants zoals LogicaCMG en Atos Consulting, moet deze data helaas bijgesteld worden. De dalende trend in de prijs is gebaseerd op een productie van miljarden tags per jaar. Volgens een studie van adviesbureau Capgemini wordt de beoogde kostprijs van € 0,05 per tag pas behaald als er 30 miljard RFID tags per jaar geproduceerd worden. Deze grote aantallen blijven voorlopig echter uit, doordat er nog geen grootschalige toepassingen van de RFID techniek op product niveau is. Een order voor een logistieke oplossing op productniveau van 100.000 tags in Nederland is al een enorme order, die tot dusverre niet of nauwelijks geplaatst is. De verwachting van RFID tag leverancier Inotec is dat de kostprijs van de tag de komende 7 jaar niet onder de 15 eurocent zal dalen. Dit heeft te maken met het feit dat er minimaal drie verschillende bedrijven betrokken zijn bij het produceren van de tag: de chipproducent, de antenne producent en installateur van de chip, en het bedrijf dat zorgt voor de toepasbaarheid. Voor een overzicht van de verschillende onderdelen van een RFID tag, wordt terugverwezen naar tabel 26 en naar figuur 10 in paragraaf 2.2.1: “Onderdelen RFID Tag“. Dit installeren of op maat maken van de RFID tags voor de gewenste toepassingen, kan het verwerken van de tag in een (barcode)sticker zijn, of misschien zelfs het verwerken van de RFID chip in een plastic omhulsel om aan een rolcontainer (Hoogvliet) of bierfust (Heineken) te bevestigen. Hierbij hebben we dus te maken met drie productieprocessen, drie winstmarges en twee maal transport tussen de bedrijven.

Kostenverhoudingen RFID productie

Naar aanleiding van tabel 6 op pagina 86 en tabel 26 op pagina 146, is in tabel 28 aangegeven wat de verwachtingen van de verhoudingen zijn van de verschillende RFID tag onderdelen en hoe deze gaan verlopen in de toekomst. Aangezien deze tabel door MIT een aantal jaren geleden is opgesteld, is deze niet meer actueel en niet meer accuraat. De verwachtingen in de laatste kolom wanneer het tijdstip is wanneer de gestelde kosten bereikt worden, is niet meer juist. Hierover verderop in de paragraaf meer over.

(IC) Chip	Antenne	Assemblage	Verwerking	Totale Kosten	Wanneer?
40%	10%	10%	40%	100%	2001
35%	15%	15%	35%	100%	2003
40%	20%	20%	20%	100%	2005
48%	10%	13%	29%	100%	2010
40%	15%	15%	30%	100%	Verdeling gemiddeld

tabel 28: Indicatie verhoudingen kosten producenten RFID tags ¹

¹ Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03, sheet 36



Vernieuwingen in technologie van de productiemethoden van RFID tags

Door verder onderzoek en nieuwe doorbraken in de technologie is het mogelijk om productiemethoden en productietechnieken te verbeteren. Ook andere technieken uitgevonden in andere industrieën kunnen interessant zijn voor de RFID technologie. Het verkleinen van de RFID chips ¹, of het vervangen van de grondstof van de chip, of verdere nieuwe uitvindingen kunnen de prijs van de chip verlagen. Op dit moment worden de antennes op een kostbare manier gefabriceerd door middel van zuren die op een koperen plaatje geplaatst worden, en zo de niet gewenste tussenstukken weghalen. Er zijn echter nieuwe technieken op komst die op dit moment nog in de kinderschoenen staan, maar die veelbelovend zullen zijn om de kosten van de productie van tags sterk te verminderen. Een voorbeeld van deze technologische doorbraak is het printen van metalen via de inktjet methode. Omdat vloeibare metalen andere eigenschappen hebben dan inkt, is het zeer moeilijk om metalen te printen. Sinds kort is dit echter wel mogelijk ² ³. Het gaat hier om een methode om geleidende conductieve inkt met een precisie van een geavanceerde inktjet printer op een ander materiaal, zoals papier, te drukken. Hierdoor is het mogelijk om een aantal bewerkingsschappen in de productie van een RFID tag over te slaan. Op dit moment worden de RFID chip en de RFID antenne apart geproduceerd. Hierbij dient de chip precies op de aansluitingen van de antenne gepositioneerd te worden en vervolgens bevestigd. Met de nieuwe techniek van het conductieve printen is dit niet meer nodig. In dat geval kan de chip op bijvoorbeeld een verpakking bevestigd worden, waarna een speciale printer de antenne rechtstreeks op de verpakking print. Hierdoor kunnen de verwerkingskosten van de RFID tag fors omlaag.

Deze technologie is op dit moment nog in een beginfase. Er zijn al wel bedrijven die gepubliceerd hebben dat zij deze printers kunnen leveren voor de productie van losse RFID tags, maar doordat de ordergroottes nog klein zijn, is de verdere uitontwikkeling hiervan nog uitgebleven.

Andere technologische doorbraken zijn er ook. De grondstoffen van de RFID chip zijn tegenwoordig van silicium gemaakt, maar alternatieve grondstoffen zoals synthetische polymeren en speciale kristallen zijn misschien nog goedkoper ⁴. Niet alleen voor de chip maar ook voor de andere grondstoffen van de RFID tag zijn er vele onderzoeken bezig en worden doorbraken gemaakt ⁵. Deze vernieuwingen in de productiemethoden van RFID tags, hebben naar alle waarschijnlijkheid ook een positief effect op het milieu. Zoals in paragraaf 5.4 reeds vermeld is, zullen de huidige RFID tags van silicium en koper een negatief effect hebben op het milieu door de zware metalen. Door de nieuwe productietechnieken en grondstoffen, is het mogelijk dit probleem te ondervangen.

Achtergrond voor daling kostprijs RFID tag

Aangezien de daling van de kostprijs van de RFID tag in dit onderzoek een belangrijke issue is, wordt dit onderdeel verder behandeld in paragraaf 10.2. Hier worden de achtergronden voor de dalingen van de kostprijs van de RFID tag in behandeld en wordt een verwachting gegeven van de ontwikkelingen hierin.

Conclusie

¹ EPCglobal website, *An in-depth look at the new network*

² Swedberg, C., *Label printer promises fail-safe tags*, RFID Journal: January 2005 edition

³ Collins, J., *Meco uses plating to cut antenna cost*, RFID Journal: March 2005 edition

⁴ Collins, J., *New Tags Use Diodes, Not Chips*, RFID Journal: December 2004 edition

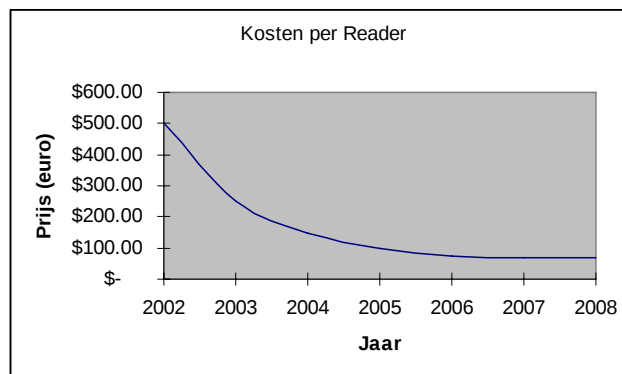
⁵ O'Conner, M.C., *New Materials Emerge for making tags*, RFID Journal: May 2005 edition



Wat de kostprijs van de RFID tag in de toekomst precies gaat doen is onbekend. Wel staat vast dat de kostprijs elk jaar daalt. Waar de kostprijs van de RFID tag uiteindelijk op lange termijn (10 jaar) uitkomt, is nog onbekend en is afhankelijk van de technische doorbraken en de bestelde (geproduceerde) aantallen RFID tags, waardoor de kostprijs daalt door schaalvoordelen.

10.1.2 RFID Readers, Multiplexers en Antennes

In figuur 66 werd reeds al een verwachting van het McKinsey gegeven van de prijsdaling van de verschillende RFID readers. Echter is het onduidelijk over welke soort readers het hier gaat. Het Auto-ID Centre heeft ook een verwachting van de prijsdaling van RFID Readers. De kosten staan weergegeven in tabel 29 en figuur 68:



figuur 68: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Center¹

Jaar	Kostprijs RFID Reader
2002	\$ 500.00
2003	\$ 250.00
2004	\$ 150.00
2005	\$ 100.00
2006	\$ 75.00
2007	\$ 70.00
2008	\$ 70.00

tabel 29: Trendverwachting in kostprijs van RFID tags door Auto-ID Center ²

De gestelde kostprijzen van de readers zoals die hierboven weergegeven staan, zijn op dit moment verouderd en niet reëel. Verwacht wordt dat de kostprijs van de readers wel zal dalen, maar niet in het tempo zoals hierboven aangegeven staat. Daarnaast is bij deze trendlijn waarschijnlijk rekening gehouden met een grote invoering en gebruik van RFID in 2004, terwijl anno 2005 dit nog steeds niet zo is. Daarnaast is de prijs van een reader ook afhankelijk van de specificaties en toepassing van de reader. Het is dus erg moeilijk om aan te geven wat de toekomstige prijs van een reader wordt. De huidige prijs van een reader werd in paragraaf 6.1.2 al gegeven en zit tussen de € 1.500 en de € 2.500. Verwacht wordt dat deze kosten op de middellange termijn naar € 1.000 gaan.

¹ Auto-ID Calculator: http://archive.epcglobalinc.org/howtoadopt_roi.asp

² Auto-ID Calculator: http://archive.epcglobalinc.org/howtoadopt_roi.asp



10.1.3 Reader Controller / Host PC

Zoals in paragraaf 6.1.3 al is aangegeven is een reader controller is eigenlijk een normale computer die speciaal is geprogrammeerd om de RFID readers aan te sturen. De prestaties van personal computers zijn in de afgelopen jaren enorm verbeterd, terwijl de prijzen nauwelijks gedaald zijn. Voor de RFID toepassingen wordt dus verwacht dat gebruikers van RFID in de toekomst snellere computers kunnen gebruiken, voor het aansturen van de readers. Hierdoor dalen de kosten voor de reader controller iets, maar niet significant. De prestaties stijgen echter wel.

10.1.4 Middleware (software)

Op dit moment is de RFID technologie erg nieuw. Daarbij zijn grootschalige RFID projecten nog niet in gebruik. Ondanks dat sommige bedrijven zoals SAP, Oracle, Microsoft en IBM middleware systemen hebben ontwikkeld om te kunnen communiceren met hun WMS en ERP systemen, worden deze nog niet op grote schaal toegepast. In de toekomst is dit wel het geval. Dan zijn ook alle programmeerfouten en hindernissen overwonnen. Een standaard pakket voor FMCG en Retail bedrijven is dan waarschijnlijk ontwikkeld. Hierdoor is de aankoop en gebruikslicentie van de middleware systemen naar alle waarschijnlijkheid enorm gedaald. Hoe hoog de kosten daarvoor dan zijn, is niet te zeggen.

10.1.5 Servers

Voor de toekomstverwachting van de Servers wordt een gelijke trend verwacht als die voor de Reader Controller of Host PC in paragraaf 10.1.3. Want ook hier geldt dat de prestaties van computer servers in de afgelopen jaren enorm verbeterd zijn, terwijl de prijzen nauwelijks gedaald zijn. Voor de RFID toepassingen wordt dus verwacht dat gebruikers van RFID in de toekomst snellere computers kunnen gebruiken, voor het opslaan van gegevens en het delen van die gegevens. Hierdoor dalen de kosten voor de server iets, maar niet significant. De prestaties stijgen echter wel.

10.1.6 Infrastructuur, aanbrengen en afstemmen installaties

Door leereffecten door het veelvuldig aanbrengen en afstemmen van systemen en infrastructuur, wordt de tijd die een installateur daar mee bezig is, aanzienlijk korter. Echter door invloeden als inflatie wordt verwacht dat de genoemde kosten in paragraaf 6.1.6 gelijk blijven of iets stijgen stijgen ten opzichte van de huidige kosten.

10.1.7 Software en integraties

Door leereffecten door het veelvuldig schrijven of aanpassen van software, wordt de tijd die een programmeur daar mee bezig is, aanzienlijk korter. Echter door invloeden als inflatie wordt verwacht dat de genoemde kosten in paragraaf 6.1.7 gelijk blijven of iets stijgen stijgen ten opzichte van de huidige kosten.

10.1.8 Onderhoud en afschrijvingen

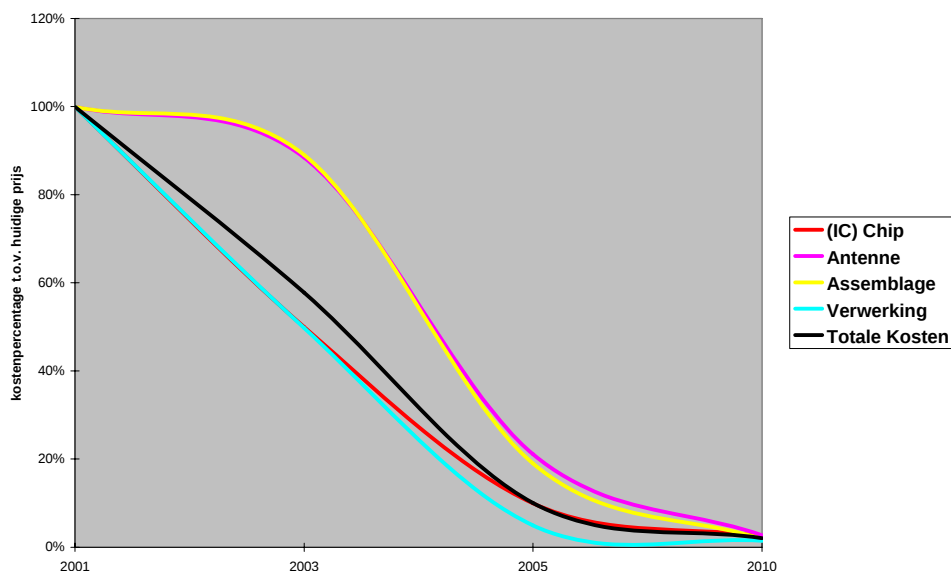
In paragraaf 6.1.8 werd reeds aangegeven dat aangenomen werd dat de onderhoudskosten voor de hardware per jaar 10 % van de investeringskosten zijn. Er wordt niet verwacht dat dit

percentage verandert. Ook wordt er niet verwacht dat het afschrijvingstermijn van 3 jaar gaat veranderen in de toekomst.

10.2 Achtergrond voor daling kostprijs RFID tag

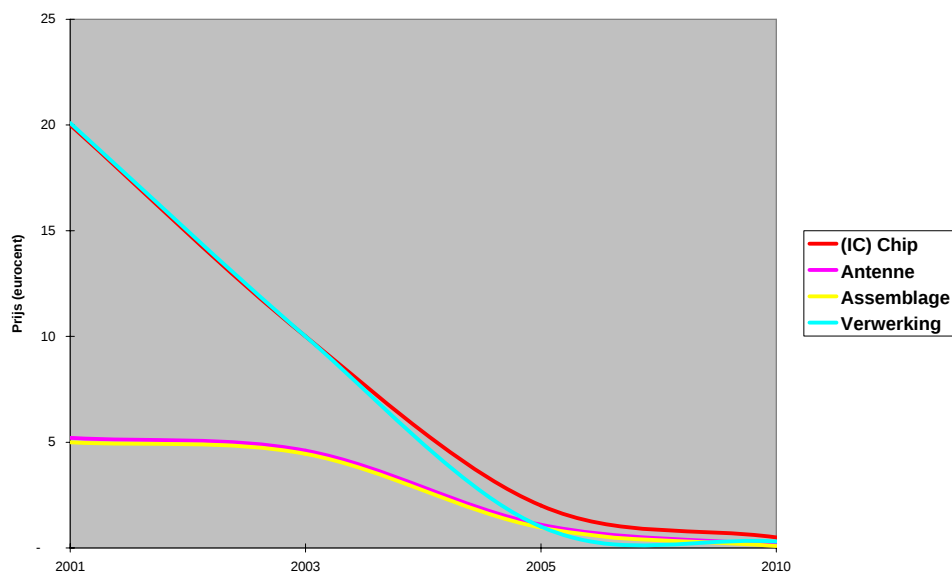
In paragraaf 10.1.1 is reeds en opzet gegeven voor de toekomstverwachting van de kostprijs van de RFID tag. Aangezien in paragraaf 10.1 te weinig ruimte is voor grondige analyses is de analyse verplaatst naar deze paragraaf. In deze paragraaf worden de achtergronden voor de dalingen van de kostprijs van de RFID tag behandeld en wordt een verwachting gegeven van de ontwikkelingen hierin.

Naar aanleiding van de waarden uit tabel 26 zijn figuur 69 en figuur 70 opgemaakt. In figuur 69 staat weergegeven wat de verwachting is van S. Datta, onderzoeker naar RFID bij MIT¹, naar de dalingen van de kostprijzen van de verschillende RFID onderdelen. Hieruit blijkt dat de grootste dalingen in kostprijs in de verwerking en de kostprijs van de (IC) chip te verwachten zijn. In figuur 70 zijn de waarden uit tabel 26 zo weergegeven dat de percentuele daling per periode is weergegeven. Hieruit blijkt dat de daling van de kosten van de antenne en assemblage van de RFID tag later verwacht worden dan de kosten van de chip en de verwerking van de onderdelen van de RFID tag. In deze paragraaf wordt onderzocht of de opgestelde verbanden en trends ook daadwerkelijk deze dalingen in de toekomst gaan volgen en waar deze dalingen van afhankelijk zijn.



figuur 69: Trendlijnen onderdelen productie RFID tag

¹ Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03, sheet 36



figuur 70: Verloop kostendaling RFID tag onderdelen

In paragraaf 10.1.1 werd reeds besproken dat verschillende analisten verwachten dat de kostprijs van de RFID tag gaat dalen. In deze paragraaf worden de achtergronden van die dalingen behandeld. Een daling van de kostprijs van een technisch product zoals de RFID tag wordt meestal bepaald door de volgende factoren:

1. Besparingen door schaalvoordelen (economies of scale)
2. Leereffecten in productietechnieken en productiemethoden
3. Technologische doorbraken
4. Besparingen door toepassingsvoordelen (economies of scope)

In de volgende paragrafen worden deze factoren nader toegelicht.

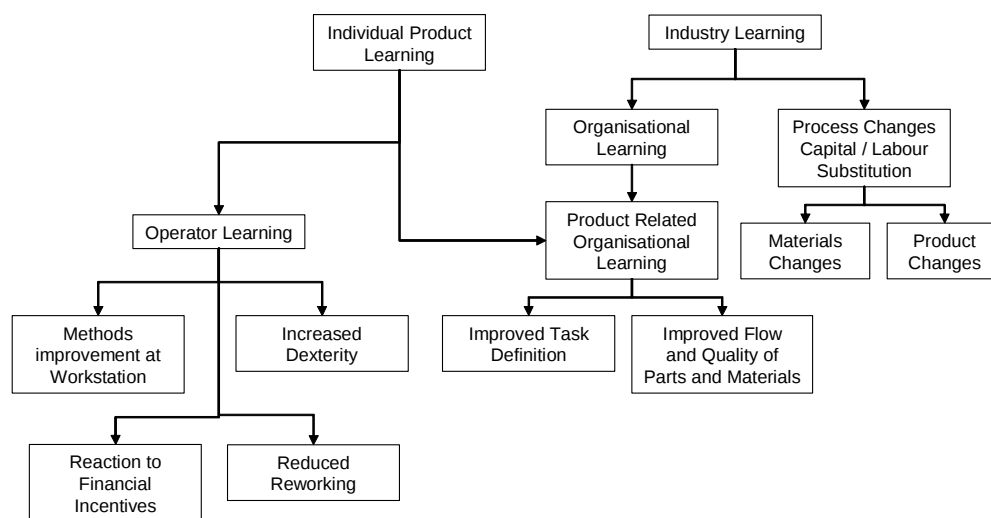
10.2.1 Besparingen door schaalvoordelen

Een belangrijke besparing bij een productiebedrijf zijn de schaalvoordelen. Doordat bedrijven met grotere productievolumes de vaste kosten (voor bijvoorbeeld het ontwerp) over meerdere producten kunnen verdelen is, dalen de gemiddelde vaste kosten ¹. Aangenomen dat de gemiddelde variabele kosten gelijk blijven, betekent dit dat de gemiddelde kosten per product lager worden, bij het produceren van grotere volumes. Indien de RFID tags in grotere volumes geproduceerd gaan worden, betekent dit dus dat de kostprijs van de RFID tag omlaag kan. Helaas is dit effect niet eindeloos. Er kunnen namelijk ook extra kosten optreden door het vergroten van de productiegrootte. Dit is met normale investeringen op te vangen, waarna de schaalvoordelen weer rendabel en winstgevend worden. Er is echter een productiegrootte waarbij dit effect niet meer optreedt. Vanaf dit punt wordt door economen aangeduidt als diseconomies of scale. In welke mate deze schaalvoordelen optreden en wat hun grootte hiervan is, is onbekend aangezien geen gedetailleerde gegevens van RFID tag producerende bedrijven voorhanden zijn.

¹ Png, I., *Managerial Economics*, Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Publishers, 1998, 2nd edition

10.2.2 Leereffecten

Eén van de grote voordelen die in een productie gerealiseerd kan worden, is het afloopverschijnsel, economisch beter bekend als het leereffect, learning curves of learning by doing¹. Het blijkt namelijk dat bij repeterend werk ieder volgende product minder tijd kost dan het voorgaande. Er zijn verschillende factoren die bijdragen aan het leereffect. Voorbeelden van factoren zijn: organisatieverbetering, invoering van kleine hulpmiddelen en machines, ontwerpverbeteringen, productiemethode verbeteringen, inspielen van de werkers op elkaar, routinetoename van de werknemers, het reduceren van fouten in de machines, etc. In figuur 71 staan verschillende factoren en de interacties tussen elkaar weergegeven.



figuur 71: Interactie tussen het leereffect met het product en in de industrie²

Het begrip leereffect is al vele decennia oud en werd voor het eerst omschreven door Thorndike in 1898 en Thurstone in 1919. Een goede economische beschrijving hiervan werd echter pas in 1936 door Wright gegeven³. Hij ontdekte als eerste dat de benodigde tijd om een vliegtuig te maken beschreven kon worden met een afnemende functie en het totale aantal vliegtuigen van hetzelfde type dat daarvoor al gemaakt was⁴. Het leereffect werd populair in de jaren 70 voor managers nadat de Boston Consulting Group in 1972 stelde dat het leereffect als een planning tool gebruikt kon worden door managers⁵.

De curve van dit leereffect wordt ook wel de leercurve genoemd. De meest voorkomende vorm van de relatie tussen input en output per product is de functie: $y = a \cdot x^{-b}$. Waarbij y de kosten zijn voor het x -de product; x het cumulatieve aantal producten geproduceerd; a de kosten voor het produceren van het eerste product en b de voortgangsratio is. Een veel voorkomende aanname is een voortgangsratio van 20%. Dit betekent dat de kosten van een product met 20% afnemen bij een verdubbeling van het aantal geproduceerde producten. Door het leereffect en de leercurve

¹ Bikker, H., W. ten Haaf, *Industriële organisatie A deel 1*, Delft: faculteit Ontwerp, Constructie en Productie, september 2003

² Towill, D.R., *Forecasting Learning Curves*, North-Holland: International Journal of Forecasting 6 (1990) 25-38

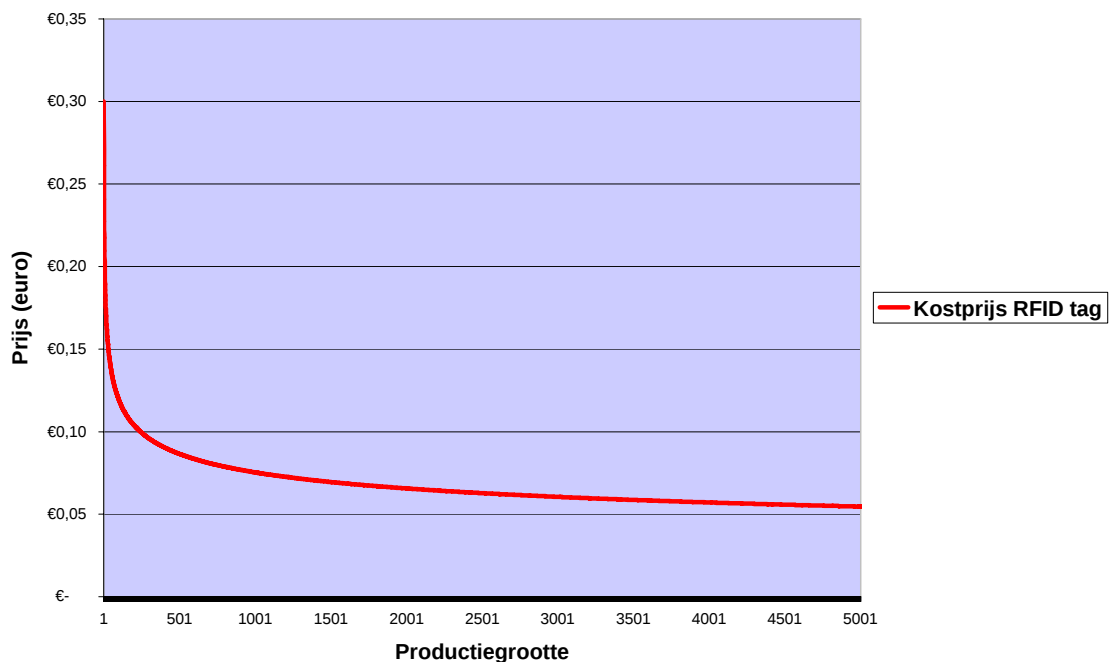
³ Wright, T.P., *Factors Affecting the Cost of Airplanes*, Journal of the Aeronautical Sciences, 3 (1936): 122-128

⁴ Arrow, K.J., *The economic implications of learning by doing*, The review of Economic Studies, Vol. 29, No.3 (Jun.,1962), 155-173

⁵ Gruber, H., *The learning curve in the production of semiconductor memory chips*, Applied Economics, 1992, edition 24, 885-894

nemen de gemiddelde productiekosten af ¹. Een ander bijkomend effect dat economen hierbij noemen is dat het eerste bedrijf dat substantiële grootte en ervaring met het produceren van een product heeft, een zeer groot voordeel heeft op bedrijven die later beginnen met het produceren van het desbetreffende product. Doordat de laatkomers door de gehele leercurve heen moeten en het eerste bedrijf al veel verder in de leercurve is, zullen deze laatkomers het eerste bedrijf nooit meer inhalen ¹.

In figuur 72 is de basisformule van het leereffect ingevoerd voor de kostprijsberekening van de RFID tag. Deze leercurve geeft al aan dat er een enorme productiegrootte moet zijn om de productiekosten van de RFID tag door alleen het leereffect te kunnen laten dalen. Hieruit blijkt dat de leercurve naar een limiet neigt te gaan. In het geval van een beginprijs € 0,30 is dat de beoogde € 0,05. De kostprijs van de RFID tag door het leereffect zal dan naar een € 0,05 gaan bij een productiegrootte die 5.000 maal hoger is dan de huidige grootte.



figuur 72: Leercurve RFID tag

Aangezien de RFID technologie nog in de kinderschoenen staat is het onbekend wat het effect van de leercurve of het leereffect is op de productie van de RFID tags. Een soortgelijke technologie is de semi-conductor geheugen chips die bijvoorbeeld in computers gebruikt worden. Deze technologie bestaat al langer en met betrekking tot de leercurve is daar al wel onderzoek naar gedaan, door Gruber in 1992 ². In de chipindustrie is niet zozeer de kostprijs, maar meer de vergroting van het geheugen belangrijk. Hierbij treedt de wet van Moore op dat de geheugencapaciteit van chips elke 18 maanden verdubbeld. De kosten van de chips is voornamelijk gebaseerd op de prijs van silicium (en dus ook de gebruikte hoeveelheid). Technologische uitvindingen maken het mogelijk om het ontwerp dunner te maken, waardoor er

¹ Shepherd, W.G., *The economics of industrial organization*, 4th edition, USA, New Jersey: Prentice Hall, 1997

² Gruber, H., *The learning curve in the production of semiconductor memory chips*, Applied Economics, 1992, edition 24, 885-894

minder silicium gebruikt kan worden en de geheugencapaciteit niet zozeer afhangt van de grootte van de chip. De ratio van bruikbare chips die uit een wafer gehaald kunnen worden (de *yield*) komt met ervaring. Het leereffect treedt hier duidelijk op. Gruber deed onderzoek naar het leereffect voor drie verschillende geheugenchips: de EPROM, DRAM en de SRAM chips. Naar aanleiding van zijn onderzoek en statistische controle, bleek dat het leereffect alleen bij de EPROM chips op te gaan. In tabel 30 is een overzicht van de conclusies van zijn onderzoek gegeven. Hieruit blijkt dat niet alleen het leereffect belangrijk is voor de kostprijsdaling maar ook andere effecten.

	EPROM	DRAM	SRAM
Economies of scale		X	
Learning curve	X		
Generation age		X	X

tabel 30: Uitkomst onderzoek Gruber naar de invloed van kostprijsdaling van geheugenchips ¹

Conclusie

Een belangrijke conclusie die Gruber in zijn paper maakt is dat de grootte van de markt een belangrijke determinant is voor de snelheid van het leereffect. In een markt die klein is treedt het leereffect nauwelijks op aangezien het leereffect over een langere periode uitgesmeerd dient te worden om de gewenste productiegrootte te kunnen behalen. In het geval van de RFID technologie blijkt dat de kostprijs van de RFID tag doorslaggevend is voor het grootschalige gebruik van de technologie. Het is echter niet mogelijk om het verschil tussen de schaalvoordelen (economies of scale) en het leereffect te bepalen ².

10.2.3 Technologische doorbraken

Door technologische doorbraken in productiemethodes en –technieken is het mogelijk om de kostprijs van de RFID tag te laten dalen. Door deze technologische doorbraken is het eventueel mogelijk om nieuwe productiemethoden zoals het printen van de RFID antenne te gebruiken, of nieuwe grondstoffen zoals polymeren kristallen te gebruiken in plaats van silicium chips. Dergelijke uitvindingen kunnen bijdragen aan het dalen van de kostprijs van de RFID tag, doordat hierdoor de gemiddelde variabele kosten kunnen dalen.

10.2.4 Besparingen door toepassingsvoordelen (economies of scope)

De vierde besparing die zich voor kan doen is door het gebruik van producten of productonderdelen voor andere toepassingen dan oorspronkelijk bedoelt is. Deze besparing staat ook wel beter bekend onder de engelse term: economies of scope. Door het gebruik van RFID tag onderdelen voor andere toepassingen dan de RFID tag, kunnen besparingen gemaakt worden. Doordat de productie bij een fabriek verhoogd wordt kunnen weer andere besparingen zoals de schaalvoordelen die in paragraaf 10.2.1 besproken zijn en de leereffecten die in paragraaf 10.2.2 besproken zijn. Bijvoorbeeld het gebruik van de (IC) chip op de RFID tag die in een andere product gebruikt kan worden, zoals bijvoorbeeld een telefoon of een rekenmachine. Een ander voorbeeld kan zijn dat de productiemethode die gebruikt wordt voor het printen van

¹ Gruber, H., *The learning curve in the production of semiconductor memory chips*, Applied Economics, 1992, edition 24, 885-894

² Towill, D.R., *Forecasting Learning Curves*, North-Holland: International Journal of Forecasting 6 (1990) 25-38

antennes van de RFID tags, weer gebruikt kan worden voor bijvoorbeeld het printen van speciale visitekaartjes of logo's op telefoons. Dit is dan speciaal omdat hiermee metaal wordt geprint in plaats van inkt. Zo zijn er nog vele andere nieuwe toepassingen te bedenken die bij kunnen dragen tot de kostendaling van de RFID tag.

10.2.5 Effect van de factoren kostenbesparingen op de onderdelen van de RFID tag

Zoals besproken is bestaan de kosten van de RFID tag uit de volgende onderdelen: de chip, de antenne, de assemblage en de verwerking. In deze paragraaf wordt gekeken welke besparingen verwacht kunnen worden bij de RFID onderdelen.

(IC) Chip

Op dit moment is het aandeel van de chip in de totale kosten van de RFID tag 40%. Een kostenbesparing op dit onderdeel heeft dus grote invloed op de prijsdaling van de RFID tag. De markt van de productie van chips wordt op dit moment door twee zeer grote elektronica producenten gedomineerd: Philips en Texas Instruments. Zij maken reeds chips voor verschillende elektronica, waaronder ook voor RFID tags. Aangezien de technologie door andere markten wordt beheerst zijn de verwachtingen dat dit enigszins positief kan uitpakken voor de RFID technologie. Door het gebruik van de productie van chips ook voor andere toepassingen dan alleen RFID zorgt ervoor dat er besparingen verwacht worden door schaalvoordelen, leereffecten en besparingen door toepassingsvoordelen. Er zijn al wel geluiden van technologische doorbraken op het gebied van de chips voor de RFID tags, maar of deze tot een extra kostenbesparing leiden is de vraag.

Antenne

Op dit moment is het aandeel van de antenne in de totale kosten van de RFID tag 10%. Een kostenbesparing op dit onderdeel heeft dus een kleine invloed op de prijsdaling van de RFID tag. Op dit moment zijn er veel verschillende (kleine) bedrijven die antennes produceren. Door het relatief kleinschalige gebruik van RFID is de productie van deze antennes zeer klein. Hierdoor heeft deze industrie nog geen extra voordelen van potentiële besparingen kunnen genieten. Indien de vraag naar RFID tags echter hard toeneemt wordt verwacht dat de productie van de antennes besparingen maakt door schaalvoordelen, leereffecten, technologische doorbraken en besparingen door toepassingsvoordelen. Voornamelijk van de technologische doorbraken wordt veel verwacht (zoals het conductieve printen van de antennes).

Assemblage

Op dit moment is het aandeel van de assemblage in de totale kosten van de RFID tag 10%. Een kostenbesparing op dit onderdeel heeft dus een kleine invloed op de prijsdaling van de RFID tag. Het assembleren en het verwerken van wordt meestal door eenzelfde bedrijf gedaan. Bij het assembleren wordt de chip op de antenne gepositioneerd en gemonteerd. Aangezien het door de grootte van de onderdelen over zeer precies werk gaat, komt hier veel bij kijken. Investerings in dure machines die dit precies kunnen positioneren zijn hiervoor nodig. Verwacht wordt dat doordat (net als bij de verwerking) het hier over kleine bedrijven gaat, die niet gemakkelijk dergelijke grote investeringen kunnen maken. Indien de vraag naar RFID tags echter hard toeneemt wordt verwacht dat de productie van de antennes besparingen maakt door leereffecten en technologische doorbraken. Voornamelijk van de technologische doorbraken wordt veel verwacht.

Verwerking

Op dit moment is het aandeel van de verwerking in de totale kosten van de RFID tag 40%. Een kostenbesparing op dit onderdeel heeft dus een grote invloed op de prijsdaling van de RFID tag. Met de verwerking wordt het verwerken van de geassembleerde chip en antenne in een toepassing bedoeld. Deze verwerking wordt meestal gedaan door een bedrijf dat ook de chips en de antennes assembleert. Aangezien bij de verwerking vele wensen zijn van klanten, zoals een barcodesticker of het verwerking van de RFID tag in een prijslabel, is het zeer moeilijk om deze kosten te laten dalen. Indien de vraag naar RFID tags echter hard toeneemt wordt verwacht dat de productie van de antennes besparingen maakt door schaalvoordelen, leereffecten, technologische doorbraken en toepassingsvoordelen. De toepassingsvoordelen worden op dit moment al gedaan door een barcode sticker gecombineerd met een RFID tag te produceren. Door bijvoorbeeld de nieuwe techniek van het conductieve printen van de antennes is het niet meer noodzakelijk om de chip op de antenne te assembleren en te verwerken. De RFID tag kan zo meteen op de verpakking of de ompakdoos verwerkt worden.

10.2.6 Conclusie

In onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van de verwachtingen van kostenbesparingen die behaald kunnen worden op de verschillende RFID onderdelen. Het is onduidelijk wat de kwantitatieve uitkomst van de besparingen gaan zijn. Wel is duidelijk dat de verschillende besparingen een gecombineerd of versterkend effect op de totale besparingen van een onderdeel van de RFID tag hebben. De meest duidelijke externe indicatoren die aankomende kostenbesparingen aangeven, zijn voornamelijk de technologische doorbraken. Ook fusies of overnames van belangrijke producerende bedrijven, zijn indicatoren dat er eventuele schaalvoordelen behaald kunnen worden. Aangezien de RFID tag markt zeer competitief is, worden er bij deze technologische doorbraken en samenwerkingsverbanden veelal bekendmakingen van gedaan. Nieuwsbrieven van RFID georiënteerde bladen, zoals het RFID Journal, publiceren hier geregeld mee.

	Schaalvoordelen	Leereffecten	Technologische Doorbraken	Toepassingsvoordelen
(IC) Chip	X	X		X
Antenne	X	X	X	X
Assemblage		X	X	
Verwerking	X	X	X	X

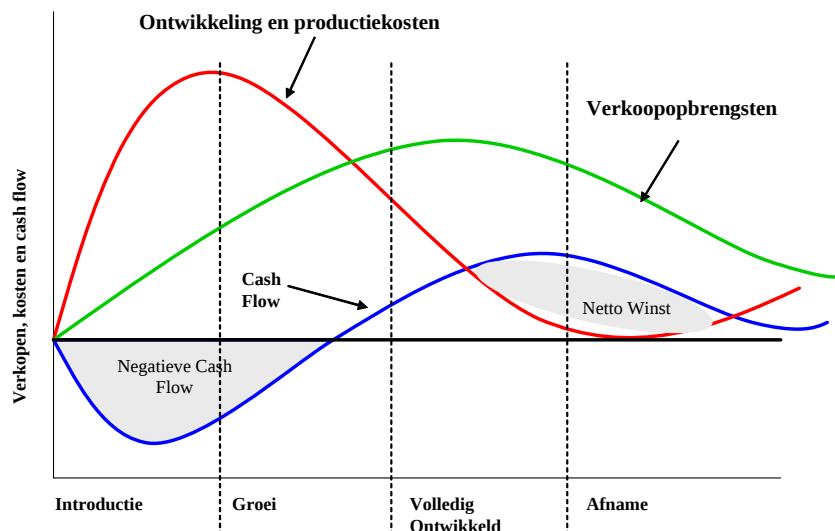
tabel 31: Overzicht verwachte effect kostenbesparingen op RFID onderdelen

10.3 Toekomstverwachtingen n.a.v. Gartner's Hype Cycle

In deze paragraaf wordt de Hype Cycle van consultant bureau Gartner besproken. Dit bureau heeft deze curve bedacht, opgesteld en past deze toe op verschillende onderwerpen. De RFID technologie is een van de onderwerpen die zij behandelen. Daarnaast is de hype cycle een standaard tool, waardoor zelf conclusies gemaakt kunnen worden, aan de hand van deze tool. Na de algemene introductie van de hype cycle wordt deze in paragraaf 10.3.2 toegepast op de RFID technologie. Aan het eind van dit stuk worden conclusies getrokken aan de hand van de toepassing van RFID op deze curve.

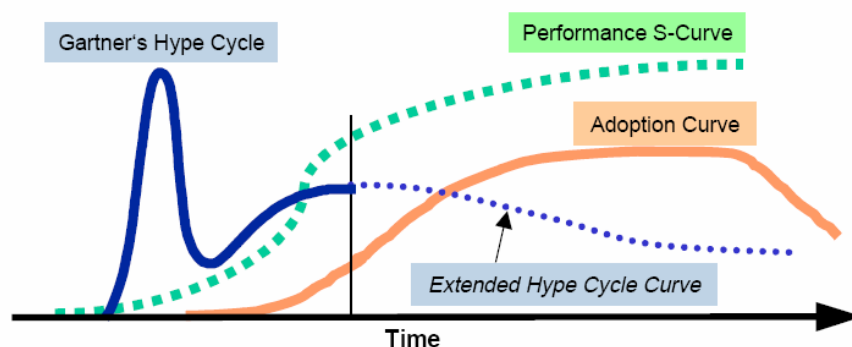
10.3.1 Introductie Gartner's Hype Cycle

In de literatuur is een opmerkelijk stuk te vinden over de toekomstverwachtingen van technologieën en RFID in het bijzonder: Gartner's Hype Cycle ¹. De hype cycle werd in 1995 geïntroduceerd en is een nieuwe techniek om modellen van de levenscyclus van technologieën te beschrijven. Andere voorbeelden van modellen die de levenscyclus en evolutie van een technologie beschrijven zijn de *Performance S-Curve* en de *Adoption Curve*. Een andere curve die veelal gebruikt wordt voor de levenscycles van een product of technologie, is de product lifecycle curve. Deze product lifecycle curve is weergegeven in figuur 73.



figuur 73: Product life cycle ²

De Hype Cycle geeft een extra dimensie aan deze genoemde modellen. Niet de beschrijving van de levensweg en de evolutie van de technologie, maar de houding van de mens bij de introductie van een nieuwe technologie wordt hiermee beschreven. In figuur 74 wordt het verschil tussen de modellen weergegeven.



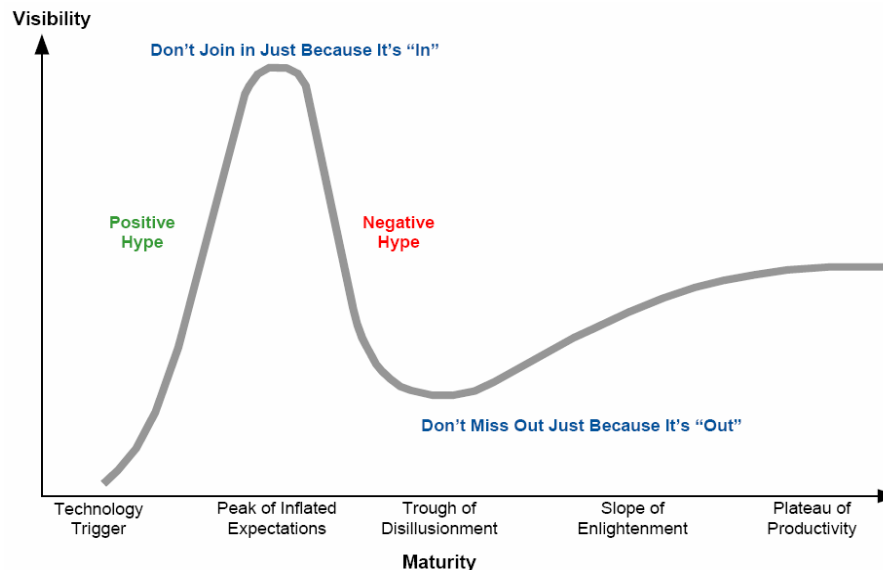
figuur 74: Verschillende life cycle modellen ¹

De Hype Cycle van de Gartner Research Group (een advies bureau), is het resultaat van vele onderzoeken naar de introductie van technologieën en kan voor het begrijpen van de evolutie van bijna alle technologieën toegepast worden. In figuur 75 is een voorbeeld gegeven van de

¹ Fenn, J., A. Linden, *Understanding Gartner's Hype Cycle*, Gartner Research: 30-05-'03

² Heizer, Jay and Barry Renden, "Principles of Operations Management, 4th ed., Prentice Hall, 2001, page 134-136

Hype Cycle. Hierin wordt verondersteld dat een technologie eerst een groeifase van een positieve hype en daarna een negatieve hype doormaakt. In figuur 76 worden de verschillende fases van de Hype Cycle nog uitgebreider weergegeven.

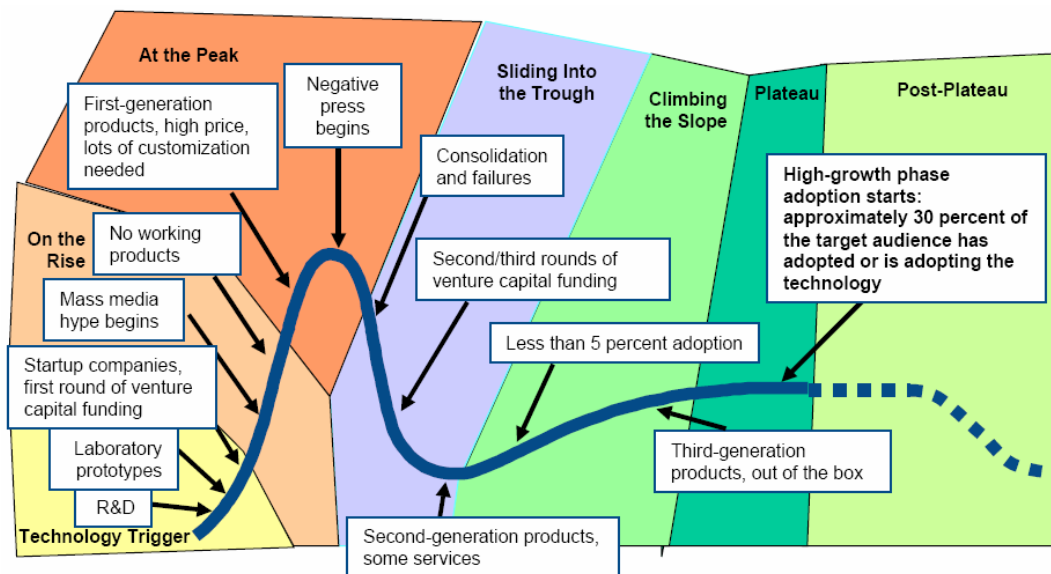


figuur 75: Voorbeeld Hype Cycle van Gartner ¹

Beschrijving proces door de Hype Cycle:

In de eerste fase van de technologie *trigger* is er nog weinig over het product bekend. De technologische doorbraak, demonstraties en persberichten zorgen ervoor dat de interesse voor het product sterk groeit. De verwachtingen van deze techniek zijn erg groot. Aangezien er nog weinig tot geen ervaringen met deze techniek zijn, zijn er ook nog geen tegensprekende ervaringen van deze verwachtingen. Pas op het moment dat de top van de verwachtingen (Peak of Inflated Expectations) bereikt wordt, ziet men in dat de technologie de geschapen verwachtingen niet kan waarmaken. Hier ontstaat dan een negatieve hype, waardoor de interesse in het product sterk afneemt. Pas wanneer de techniek zich weer bewezen heeft (in het punt: Trough of Disillusionment), vindt er weer een groei van de technologie plaats (in de Slope of Enlightenment). Aan het begin van deze groei past slechts 5% van het totale marktsegment deze technologie toe. Als de technologie het begin van het productiviteitsplateau bereikt past ongeveer 30% van het totale marktsegment deze technologie toe. Het plateau representeert het begin van een grootschalige toepassing wanneer de technologie zich volledig bewezen heeft en geaccepteerd is. Na het productiviteitsplateau is de Hype voorbij. Desalniettemin kan de techniek zelf dan nog steeds toegepast worden en winst mee worden gemaakt (zie ook de verschillen tussen de curven in figuur 74). Niet alle technologieën maken hetzelfde traject door de hype cycle door. Sommige technologieën sterven een vroege dood en maken het einde van de hype cycle niet meer mee. Ook doorlopen de technologieën de hype cycle niet even snel, of even heftig als de rest.

¹ Fenn, J., A. Linden, *Understanding Gartner's Hype Cycle*, Gartner Research: 30-05-'03



figuur 76: Verschillende fases van Gartner's Hype Cycle ¹

10.3.2 Toepassing van de Hype Cycle op RFID

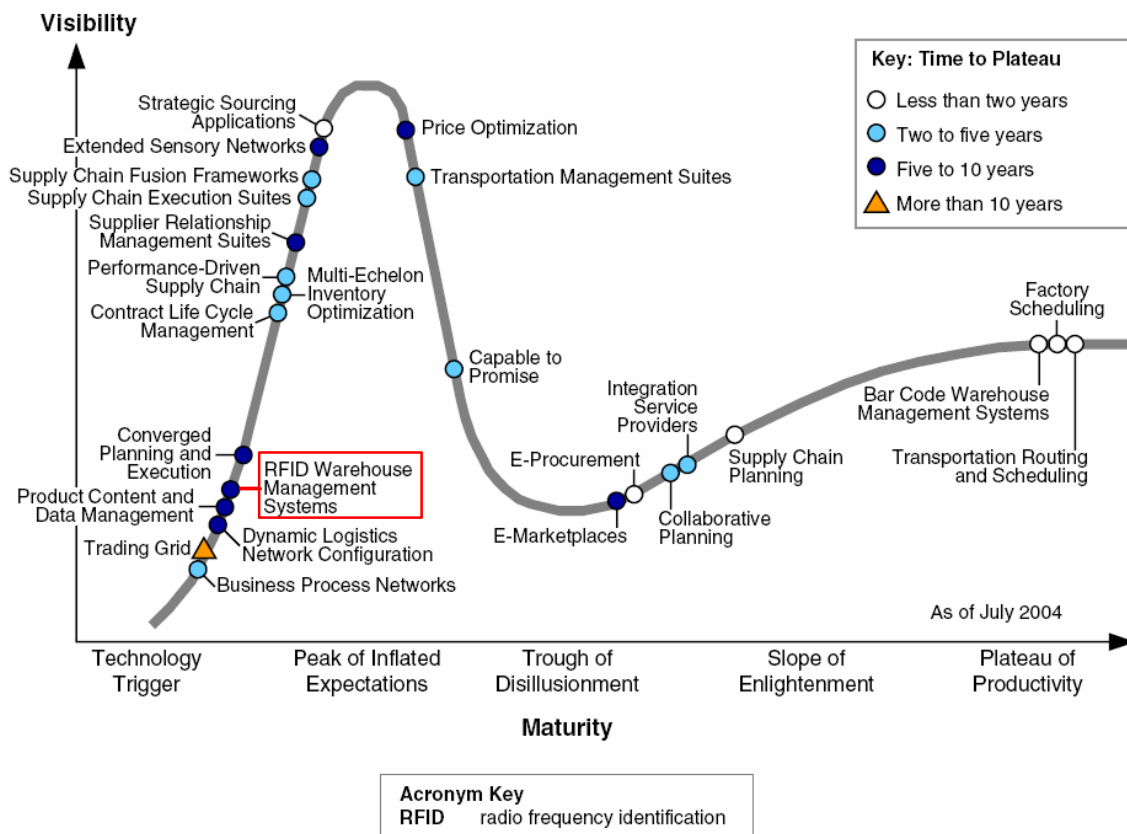
Bij het toepassen van de Hype Cycle op de nieuwe technologie RFID geldt dat deze technologie nog steeds in de opbouwende fase is. In figuur 77 worden verschillende technologieën die in de logistiek en supply chain management gebruikt (kunnen), worden weergegeven. Dit is een analyse van het onderzoeksbureau Gartner uit 2004 ².

Uit deze hype cycle kan men opmaken dat RFID Warehouse Management Systems (WMS) in juli 2004 nog een periode van groeiende hype doormaakt. Als deze positie van de technologie van RFID WMS vergeleken wordt met de fases van de hype curve die weergegeven zijn in figuur 76, kan geconcludeerd worden dat deze technologie in de fase van de massa media hype zit.

- o De beschrijving van analist Jeff Woods van Gartner bij RFID Warehouse Management Systems (WMS) in de hype curve van 2004 is ²:
 “Weinig bedrijven maken nu grote winsten met RFID, en de meeste verkopers hebben slechts een vaag idee wat een RFID WMS is. De impact van deze systemen maken *high-volume* warehouses en distributiecentra mogelijk om de logistieke kosten te reduceren. De verwachte voordelen van deze techniek zijn groot, en kunnen nieuwe horizontale en verticale toepassingen mogelijk maken. Dit resulteert in grotere omzet en hogere winsten voor bedrijven. Tegenwoordig wordt de technologie door slechts 1% van de markt toegepast. Het duurt nog 5 tot 10 jaar voordat het productiviteitsplateau bereikt wordt.”

¹ Fenn, J., A. Linden, *Understanding Gartner's Hype Cycle*, Gartner Research: 30-05-'03

² Drobik, A., A. Kyte, B. Lheureux, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management*, 2004, Gartner Research: 08-07-'04



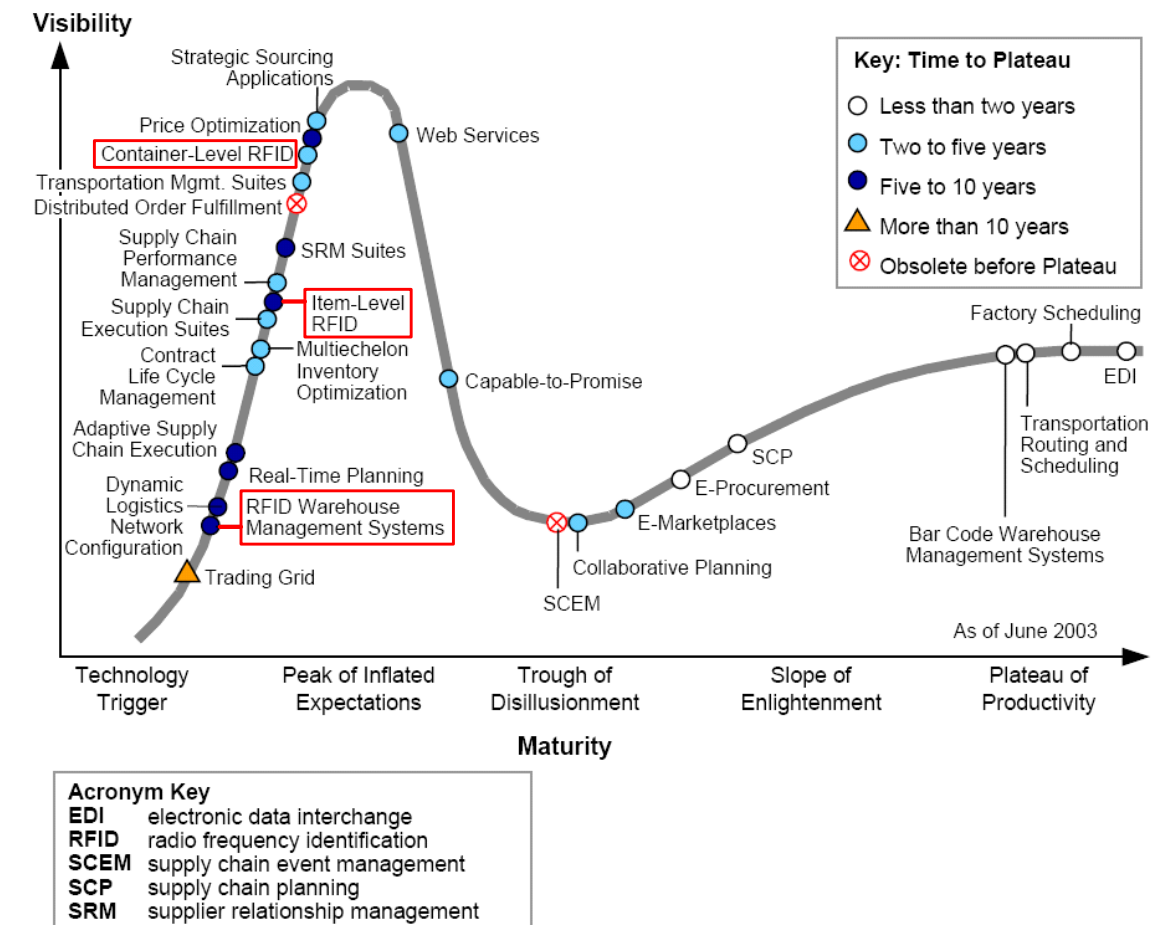
figuur 77: Gartner's Hype Cycle voor Supply Chain Management, 2004 ¹

Wat opvalt als de uitkomsten van de analyses van 2004 in figuur 77 vergeleken worden met de uitkomsten van de analyses gemaakt in 2003 in figuur 78 (op de volgende pagina), is dat "Item-Level RFID" en "Container-Level RFID" niet terugkomen in de studie van 2004, terwijl ze wel genoemd worden in de studie van 2003. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat er in 2004 geen analyse is gemaakt naar deze gebieden, en niet zozeer dat deze technieken vroegtijdig overleden zijn.

- o De beschrijving van analist Jeff Woods van Gartner bij Container-Level RFID in de hype cycle curve van 2003 (zie figuur 78) is ²:
"RFID op container niveau zoals pallets, dozen of zeecontainers wordt op dit moment al mondjesmaat gebruikt. Vooral op zeecontainers wordt door sommige bedrijven al RFID gebruikt. Door de sterk groeiende internationale handel en douane voorschriften wordt het gebruik van de technologie verder gestimuleerd. De voorschriften van grote winkelketens (zoals Wal-Mart) dragen bij aan het feit dat ook op andere landingdragers (zoals pallets, rolcontainers en dozen) het gebruik van de technologie verder gestimuleerd wordt. De voordelen worden gezocht in het verminderen van arbeidskosten, het verbeteren van voorraadprecisie en het verlagen van veiligheidsvoorraden. Het duurt nog 2 tot 5 jaar voordat het productiviteitsplateau bereikt wordt."

¹ Drobik, A., A. Kyte, B. Lheureux, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management, 2004*, Gartner Research: 08-07-'04

² Peterson, K., D. Hope-Ross, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management, 2003*, Gartner Research: 06-06-'03



figuur 78: Gartner's Hype Cycle voor Supply Chain Management, 2004 ¹

- o De beschrijving van analist Jeff Woods van Gartner bij Item-Level RFID in de hype curve van 2003 (zie figuur 78) is ²:
“RFID op item niveau wordt op dit moment zeer summier gebruikt in proefprojecten. De gebruikers laten weten dat er nog veel problemen in verschillende gebieden zijn, zoals technische betrouwbaarheid, geen standaard en hoge kosten. De verwachte voordelen zijn groot. Bedrijfsprocessen moeten wel radicaal anders ingericht worden om de autonome tracking en tracing in de supply chain en data synchronisatie aan te kunnen. Het duurt nog 5 tot 10 jaar voordat het productiviteitsplateau bereikt wordt.”
- o De beschrijving van analist Jeff Woods van Gartner bij RFID Warehouse Management Systems van 2003 door is nagenoeg hetzelfde als in 2004.

¹ Peterson, K., D. Hope-Ross, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management, 2003*, Gartner Research: 06-06-'03

² Peterson, K., D. Hope-Ross, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management, 2003*, Gartner Research: 06-06-'03

10.3.3 Conclusie toekomst RFID n.a.v. de Hype Cycle

Uit de analyse van het adviesbureau Gartner kan geconcludeerd worden dat de RFID technologie op dit moment nog aan een positieve hype onderhevig is, zoals ook al gesteld werd in de introductie van dit onderzoek in hoofdstuk 1. RFID gebruikers moeten zich er bewust van zijn, dat er nog een negatieve hype van RFID aan gaat komen. Het moment dat de negatieve hype begint (in het punt van desillusie) wordt eind 2006 verwacht ¹. Geschat wordt dat de helft van de RFID projecten die in 2004 zijn gestart mislukt zijn in 2007. Ondanks de overgewaardeerde kracht van de technologie is Gartner op de lange termijn wel positief over RFID. “Het duurde 20 jaar voordat bedrijven effectief barcode gegevens in operational management gebruikten. Met RFID zal het niet zó lang duren als bij de barcode, voordat het grootschalig toegepast gaat worden, maar wordt er ook een lange tijd verwacht.” Men moet hierbij niet vergeten dat Wal-Mart al vanaf de jaren 1990 met RFID bezig is.

10.4 Toekomstverwachting in de logistieke bedrijfsvoering door RFID

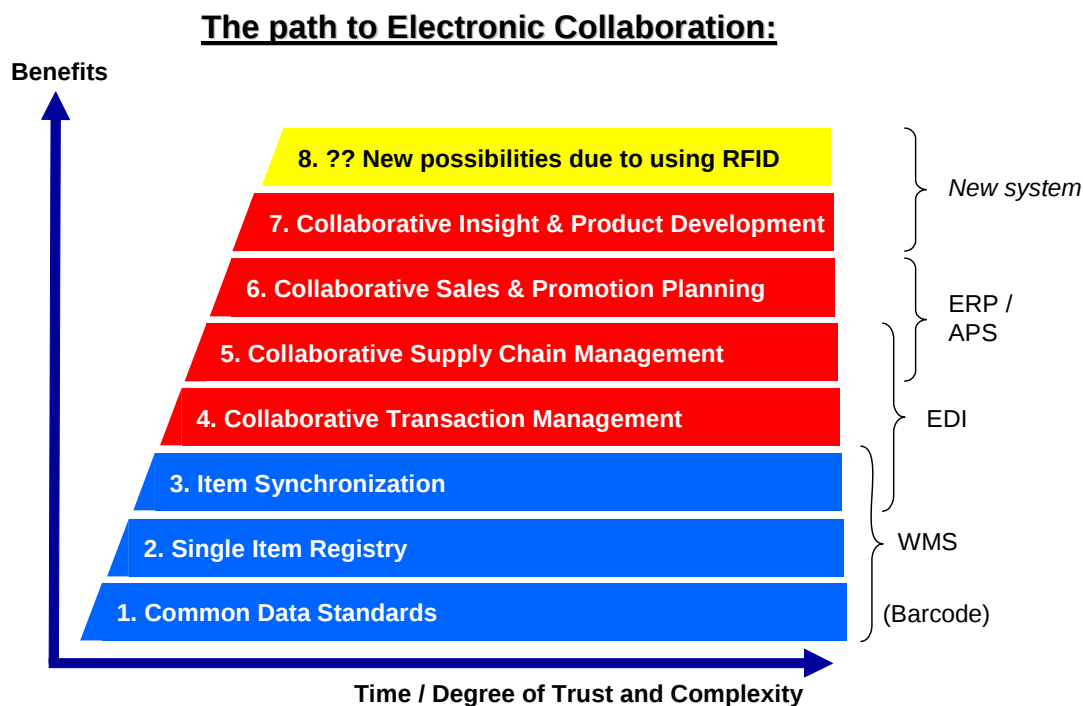
Uit de vorige paragrafen kan geconcludeerd worden dat er tijdens de dagelijkse logistieke bedrijfsvoering verschillende logistieke problemen ontstaan. Problemen die voorkomen zijn het aanhouden van hoge veiligheidsvoorraden, onverkoopbare producten, verkeerde leveringen, out-of-stocks, onduidelijkheid over de daadwerkelijke klantenvraag en onduidelijkheid over de daadwerkelijke voorraden in de keten. Uit enkele logistieke theorieën komt naar voren dat vele problemen opgelost kunnen worden door beter inzicht in de daadwerkelijke klantenvraag, inzicht in de voorraden in de keten, betere keten afstemming en betere operationele efficiëntie. Hiervoor is een goede samenwerking in de logistieke keten met de verschillende onderdelen en bijbehorende bedrijven noodzakelijk. Niet alleen de samenwerking tussen bedrijven, maar ook de samenwerking met verschillende onderdelen van bedrijven is hiervoor noodzakelijk. In deze paragraaf wordt de (elektronische) samenwerking binnen bedrijven en tussen de bedrijven in een supply chain behandeld. Hierin wordt onder andere behandeld dat het verbeteren van bedrijfsprocessen door samenwerking steeds moeilijker wordt naarmate meer verbeteringen nagestreefd worden. Ook worden de toepassingen van RFID hierin en een nieuwe theorie die uitgewerkt is aan de hand van een oude theorie, gepresenteerd.

Om inzicht te hebben in de juiste voorraadhoogtes en bestellingen in de supply chain, is communicatie tussen interne en externe afdelingen en bedrijven noodzakelijk. Ook is het voor een optimale bedrijfsvoering noodzakelijk om inzicht te hebben in de processen waar men mee werkt. Aan de hand van opgestelde prestatie indicatoren kan men meten of de gestelde processen in werkelijkheid ook functioneren zoals ze in theorie opgesteld zijn. Om verbeteringen aan te kunnen brengen en inzicht te verkrijgen in de processen zijn er verschillende theorieën en bijbehorende software pakketten bedacht. Deze kunnen zowel alleen intern als intern en extern georiënteerd zijn.

Voor interne en externe communicatie en samenwerking binnen een bedrijf en tussen bedrijven, is het noodzakelijk dat alle partijen dezelfde doelen hebben en daarvoor dezelfde middelen aanwenden om deze doelen te bereiken. Consultancy bureau A.T. Kearney heeft een model opgesteld welk pad men moet doorlopen om tot elektronische samenwerking te komen binnen

¹ Woods, J., *Management update: Prepare for RFID Disillusionment*, Gartner Research: 07-07-'04

de supply chain ¹. Dit model is in dit onderzoek verder uitgewerkt. Dit bewerkte model is weergegeven in figuur 79. Hier zijn voor de duidelijkheid aan de rechterkant ook de verschillende software systemen weergegeven die kunnen bijdragen aan het bereiken van een bepaald niveau. Het gestelde niveau 8 in figuur 79 is nog nieuw en komt aan het eind van deze paragraaf verder aan de orde.



figuur 79: Conceptueel model van de stadia van elektronische samenwerking, bewerkt naar A.T.Kearney (2002) ²

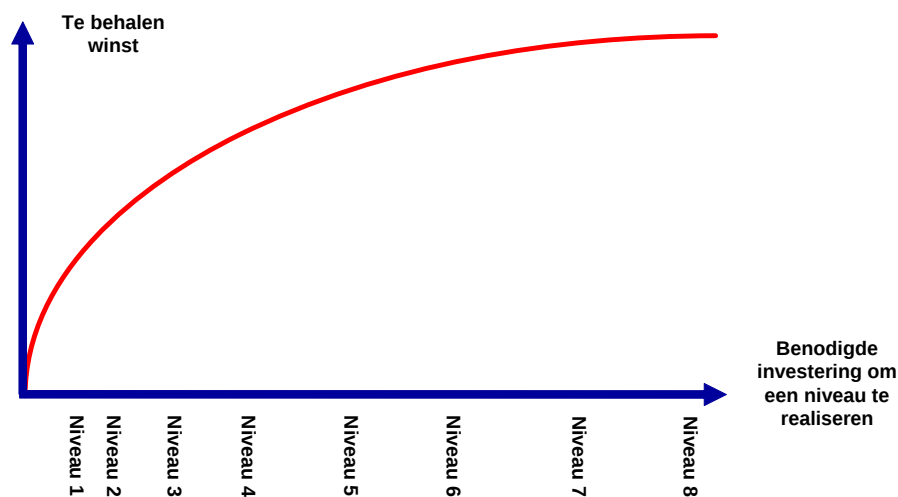
Ad figuur 79) ERP = Enterprise Resource Planning ; APS = Advanced Planning & Scheduling ; EDI = Electronic Data Interchange ; WMS = Warehouse Management System

In figuur 79 worden verschillende niveau's van elektronische samenwerking gegeven. Er wordt hier van elektronische samenwerking gesproken aangezien samengewerkt wordt volgens deze technieken via computers en een internet of EDI achtige omgeving. Om van een bepaald niveau hogerop te komen, is het meestal noodzakelijk om het vorige niveau grondig te beheersen, wil de volgende verbetering succesvol zijn. Het gezegde "De laatste loodjes wegen het zwaarst" gaat ook voor dit model op. In het begin van de implementatie bij niveau 1 zijn met weinig moeite veel winst te behalen (bijvoorbeeld uitleverbetrouwbaarheid van 80% naar 90%). Deze winst geldt dan als nettowinstpercentage van de omzet van één of meerdere bedrijven. Echter hoe verder gestegen wordt in samenwerking en optimalisatie, hoe meer moeite het kost om een winst te behalen, en hoe minder winst verkregen kan worden (ten opzichte van de winst behaald in de afzonderlijke onderste niveau's). De eerste verbeteringen zijn door ervaringen in andere bedrijven, standaard pakketten en erkende en afgesproken standaarden, gemakkelijk te realiseren. De onderstaande figuren geven dit verhaal van de toenemende inspanningen en de afnemende

¹ Uitgewerkt n.a.v.: A.T. Kearney, GMA-FMI Trading Partner Alliance, *Action Plan to Accelerate Trading Partner Electronic Collaboration*, 2002

² In dit onderzoek verder uitgewerkt naar aanleiding van bron: A.T. Kearney, GMA-FMI Trading Partner Alliance, *Action Plan to Accelerate Trading Partner Electronic Collaboration*, 2002

rendementen grafisch weer. Naar aanleiding van het onderzoek is in figuur 80 weergegeven hoeveel winst in theorie te behalen is, per niveau. De te behalen niveaus in figuur 80 zijn de niveaus die in figuur 79 zijn weergegeven. Hoe gespecialiseerder te werk gegaan wordt (hoe hoger het niveau) hoe minder winst relatief behaald kan worden. Echter indien nog ‘slechts’ 1% van de totale omzet meer winst behaald kan worden, kan dit nog steeds een zeer groot bedrag zijn. Bij een grote onderneming met een omzet van ruim 1 miljard euro (zoals de HEMA) is dit al 10 miljoen euro dat bespaard kan worden. De laatste niveau’s kosten echter zeer veel meer inspanning om gerealiseerd te worden. Bedrijven moeten op elk niveau voor zichzelf bepalen of dan de kosten nog wel opwegen tegen de baten.



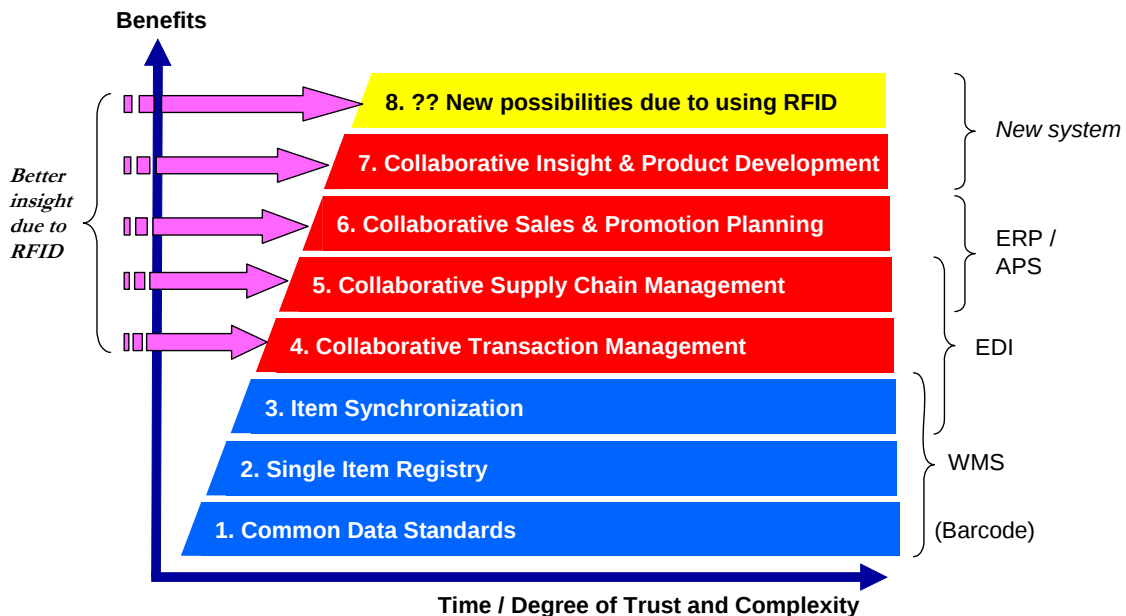
figuur 80: Behaalbare winst en benodigde investering per geïmplementeerd niveau

Voordelen door RFID:

In de zoektocht naar nieuwe verbeteringen van de bedrijfsvoering, zoals die in het begin van deze paragraaf besproken zijn, zijn er vele manieren om de gestelde doelen te bereiken. De gestelde niveau’s zijn dan ook de gewenste doelen die met probeert te bereiken. Het gebruik van RFID kan een positief effect hebben op de mogelijkheden en de investeringen of inspanningen om bepaalde niveau’s te bereiken. In figuur 81 wordt aangegeven dat het gebruik van RFID een positief effect kan hebben op het bereiken van niveau 4 tot en met 7. Inzichten en openheid verkregen door het gebruik van RFID bieden nieuwe kansen voor samenwerking met verschillende afdelingen en / of verschillende schakels in de logistieke keten.

Een zeer belangrijke conclusie uit deze analyse van het onderzoek is dat RFID niet als een doel gezien moet worden maar als een middel om een hoger doel te bereiken.

The path to Electronic Collaboration:



WMS = Warehouse Management System

EDI = Electronic Data Interchange

ERP = Enterprise Resource Planning

APS = Advanced Planning & Scheduling

figuur 81: Conceptueel model van de stadia van elektronische samenwerking ¹

Het gebruik van RFID en de RFID standaarden kan dan als een motor werken, waardoor de laatste samenwerkingsniveaus met minder inspanningen verkregen kunnen worden. Met deze elektronische samenwerking op hoog niveau kunnen de gestelde problemen zoals die in hoofdstuk 4.2 aan bod zijn gekomen oplossen of verminderen. Ik verwacht dat het gebruik van RFID de deur naar nieuwe samenwerkingsmogelijkheden die nu nog niet bekend zijn, zal openen. Hierbij wordt een parallel getrokken met de ontwikkeling van de auto. Zoals in figuur 82 ook is weergegeven leek de eerste auto (middelste plaatje) enorm veel op zijn voorganger, de paard en wagen. Ondertussen lijkt de huidige auto (rechts) nog weinig op het oorspronkelijke model, door vele innovaties en vooruitgangen. De huidige auto is dan ook vele generaties verder dan de oorspronkelijke auto.



figuur 82: Evolutie van paard en wagen naar huidige auto

¹ In dit onderzoek verder uitgewerkt naar aanleiding van bron: A.T. Kearney, GMA-FMI Trading Partner Alliance, *Action Plan to Accelerate Trading Partner Electronic Collaboration*, 2002

Naar verwachting wordt RFID eerst in de huidige bedrijfsvoering processen gebruikt ter vervanging van de oude processen. Ook wordt een verbetering van bestaande processen verwacht. Als de RFID techniek grootschalig is ingevoerd wordt door middel van evolutie van bestaande processen of zelfs door revolutie een nieuwe toepassing verwacht (nummer 8 in figuur 81) en wordt verwacht dat door nieuwe generaties RFID technologieën de toepassingen veranderen.

Een verandering in de huidige logistieke bedrijfsvoering wordt ook verwacht. Door de RFID technologie is het voor logistieke planners zeer eenvoudig om track & trace toe te passen. Doordat de producent van een product kan zien wat de voorraadhoogtes in de keten zijn kan hij hierop reageren. Verschillende bewerkingsstappen in de keten zoals die nu uitgevoerd worden, zoals opslag in regionale of lokale DC's zijn niet meer nodig. Het beheersen van de keten door een third party logistic provider (3PL) of een forth party logistic provider 4PL gaat waarschijnlijk meer in rol spelen in de logistieke processen. Deze taken van de 3PL of 4PL kunnen ook uitgevoerd worden door een producent, die de keten beheerst voor zijn producten. Dit kan echter ook een derde partij zijn, zoals een agent of vervoerder, die deze taken op zich neemt. Deze agents beheerst dan voor 1 producent de keten, inclusief productieplanning, voorraadplanning en transportplanning. Ook is in dit geval gecombineerd vervoer van de verschillende producenten naar de supermarkt mogelijk, zodat de bevoorrading flexibeler gedaan kan worden. Per rit wordt dan gekeken welke producten op dat moment noodzakelijk zijn om bijgevuld te worden. Hierdoor kan het productassortiment uitgebreid worden met de huidige beschikbare schappen, doordat de voorraden laag en flexibel kunnen zijn, omdat de voorraadhoogtes real-time gemeten worden.

10.5 Ervaringen van bedrijven met RFID pilot projecten

Op dit moment zijn er verschillende grote en kleine bedrijven bezig met RFID (pilot) projecten met logistieke toepassingen. Hierin is de gigantische Amerikaanse supermarktketen Wal-Mart voornamelijk de aanjager van de interesse naar RFID toepassingen. Andere supermarktketens die ook bezig zijn met RFID (pilot) projecten zijn Metro, Ahold, Hoogvliet en Marks & Spencer. Daarnaast zijn nog producenten als Unilever, Procter & Gamble, Sara Lee, Sony en Philips bezig met proeven. Voor deze producenten wordt het voor een groot deel opgelegd door de supermarktketens. Andere locale projecten zijn luchthavens zoals Schiphol en Tokio en de bloemenveilingen onder andere in Aalsmeer.

In deze paragraaf wordt zeer kort de ervaringen van verschillende RFID (pilot) projecten behandeld. Het gaat hier om voorlopers die een visie hebben om de RFID techniek te gebruiken in de logistiek in de fast moving consumer goods en retail bedrijven. Het gaat hier dus niet om bestaande technieken zoals toegang en identificatiepasjes of RFID tags voor het identificeren van dieren. Het accent van het onderzoek ligt echter niet bij dit onderdeel. Daarom worden de ervaringen van deze bedrijven summier uiteengezet. De Future Store van Metro wordt naar aanleiding van een georganiseerde excursie naar de Future Store, in paragraaf 10.5.2 uitgebreider behandeld dan de rest van deze paragraaf 10.5.

10.5.1 Wal-Mart

Het Amerikaanse Wal-Mart is met een omzet van \$ 285 miljard en een nettowinst van \$ 10 miljard in 2004 het grootste detailhandelsconcern ter wereld.

Wal-Mart verwacht \$ 8 miljard te kunnen besparen door de invoering van RFID en het EPCglobal netwerk in hun operatie. Het grootste deel (\$ 6,7 miljard) moet komen van het terugdringen van menselijke handelingen die nu nog nodig zijn voor het scannen van barcodes. Andere besparingen wil het concern halen uit het terugdringen van lege schappen (out of stock) van \$ 600 miljoen, het terugdringen van administratieve fouten en fraude (\$ 575 miljoen), het beter kunnen tracken en traceren van de ruim 1 miljard pallets die ze jaarlijks verplaatsen (\$ 300 miljoen) en het verbeteren van het inzicht in de goederenstromen (\$ 180 miljoen). Uiteindelijk is het doel om de klantgerichtheid te vergroten door producten goedkoper aan te kunnen bieden en de beschikbaarheid van producten te vergroten.

Door het besluit van Wal-Mart om RFID in haar logistieke processen te gaan gebruiken is de interesse naar RFID wereldwijd enorm toegenomen. Wal-Mart is hier al vanaf de jaren 1990 mee bezig. In 2002 deelde Wal-Mart mee dat alle leveranciers alle producten met een RFID tag moesten aanleveren. Door technische problemen, hoge kosten en organisatorische problemen, heeft men deze doelen uiteindelijk bijgesteld naar RFID op palletniveau. Later is dit verder bijgesteld en moesten de 100 grootste leveranciers vanaf 1 januari 2005 alle aangeleverde producten op palletniveau voorzien van een RFID tag. Vanaf 2006 moeten alle leveranciers van Wal-Mart hun aangeleverde producten op palletniveau voorzien van een RFID tag. Op dit moment voldoen de meeste leveranciers van de 100 wel aan de eis, maar doen zij zelf nog weinig met de toepassingsvoordelen die RFID kan opleveren voor hun interne processen.

Wal-Mart is zeer enthousiast over de mogelijkheden van het gebruik van RFID. De topman van Wal-Mart liet echter weten dat zij de komende 10 tot 15 jaar geen grootschalige toepassingen van producten uitgerust met een RFID tag verwachten. Dit door technische problemen die eerst opgelost dienen te worden, door de kostprijs van de techniek en de invoering van RFID bij de leveranciers van Wal-Mart.

10.5.2 Metro

De Metro groep is een grote supermarktketen in Duitsland. Metro is begonnen met de formule die in Nederland bekend is onder de naam Makro. Deze Nederlandse Makro winkels zijn eigendom van Metro. Daarnaast heeft Metro ook winkelformules die voor iedereen toegankelijk zijn onder de naam Kaufhoff. Er zijn daar in Duitsland 133 van. In Duitsland zijn in de Kaufhoff vergelijkbare producten als in de grotere Metro (Makro) te koop, alleen dan zijn de talrijke winkels voornamelijk op kleinere schaal dan de grote Metro.

De Metro groep voert RFID stap voor stap in. De Roll-out startte in november 2004 met 20 leveranciers en een beperkt aantal DC's en winkels Metro Cash&Carry, Real en Kaufhof. Geleidelijk moeten hier andere leveranciers, DC's en winkels aan toegevoegd worden. In het eerste stadium wordt gewerkt met RFID-tags op verzend- en handelseenheden. Het branchebrede gebruik van RFID op productniveau laat waarschijnlijk nog een jaar of 5 op zich wachten. Metro verwacht grote winsten te kunnen boeken door een grotere nauwkeurigheid en efficiency van het proces (en hierdoor besparingen op handarbeid te boeken) en doordat verschillende processen simultaan gedaan kunnen worden¹.

¹ Loo, M. van der, *Bezint eer ge begint*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2005, pagina 21

Future Store

Metro heeft samen met verschillende producenten het initiatief genomen om de winkel van de toekomst te bouwen. Dit project begon als een tijdelijk project van 3 maanden om mensen te laten zien welke toepassingen er in de winkel van de toekomst verwacht konden worden. Op dit moment is het project al anderhalf jaar aan de gang en worden er dagelijks rondleidingen gegeven aan belangstellenden. Op 30 maart heb ik samen met 3 geïnteresseerden van de HEMA en mijn begeleidende docent van de TU Delft, een bezoek gebracht aan deze Future Store van Metro in Rheinberg in Duitsland.

Deze winkel is volledig operationeel en wordt dus als normale winkel gebruikt door de verschillende inwoners van Rheinberg. Deze al bestaande winkel is voor deze gelegenheid omgebouwd en aangepast aan het winkelconcept van de toekomst. Naast het normale winkelen kunnen de bezoekers van de winkel gebruikmaken van de verschillende nieuwe extra toekomstfuncties die de winkel te bieden heeft. Naast de verschillende nieuwe technologieën wordt er ook gebruik gemaakt van RFID toepassingen. De RFID technologie speelt hier dus niet als enige een hoofdrol in de winkel. Voorbeelden van de technologische toekomst toepassingen zijn:

- een interactief computerscherm op de winkelwagen, de Personal Shopping Assistant (zie figuur 83)
- digitale prijskaartjes op de schappen: Deze prijzen kunnen in het kantoor door middel van een computer via Wifi aangepast worden (zie figuur 84)
- de interactieve weegschaal met digitale camera voor productherkenning
- een interactief systeem voor aanduiding van wijnen: Hier wordt op een terminal een wijn uitgekozen op basis van smaak of streek. Op deze terminal kan ook informatie over de wijn opgevraagd worden. Tevens kan een projectiesysteem de plaats aanduiden van de gekozen wijn op de vloer voor het schap waar die wijn in staat. Als de terminal niet gebruikt wordt, kan dit systeem ook voor reclame toepassingen gebruikt worden (figuur 85)
- interactieve reclame schermen met behulp van RFID: Zodra een product met een RFID tag van een schap wordt gehaald, wordt er een kort reclame filmpje over dat product op het scherm boven het schap afgespeeld om de keuze van de klant te vergemakkelijken.
- meetsystemen voor voorraadtellingen door middel van RFID op ladingdrager niveau: Alle pallets die aankomen bij de future store vanuit het DC zijn voorzien van een RFID tag. Doordat de pallets bij aankomst langs een reader komen, kan de voorraadhoogte in het magazijn automatisch aangepast worden. Ook een reader tussen het magazijn en de winkelvloer, zorgt er voor dat bijgehouden wordt hoeveel producten nog in het magazijn aanwezig zijn, en hoeveel op de winkelvloer (zouden moeten zijn).
- meetsystemen voor voorraadtellingen door middel van RFID op product niveau: Onder andere Gillette scheermesjes en Pantene shampoo werken mee met een RFID proef op productniveau. De producten van deze merken zijn voorzien van een RFID tag. In de winkel zijn de schappen voorzien van RFID readers. Hierdoor kan het winkelpersoneel continue zien hoeveel producten aanwezig zijn in de schappen. Zodra de voorraadhoogte onder de gestelde minimale voorraad komt, wordt een personeelslid gewaarschuwd en wordt het desbetreffende product bijgevuld. In figuur 86 en figuur 87 zijn twee voorbeelden van deze producten gegeven.

Naast Future Store in Rheinberg heeft Metro in juli 2004 ook een onderzoekscentrum in Neuss gebouwd. Hier worden verschillende RFID toepassingen ontworpen en getest. Metro wil deze RFID toepassingen zo snel mogelijk in de praktijk kunnen gebruiken. De meeste van deze toepassingen op ladingdrager niveau worden al in de winkels en distributiecentra gebruikt.



figuur 83: Voorbeeld Personal Shopping Assistent op winkelwagen (Future Store)



figuur 84: Voorbeeld digitale prijskaarten (Future Store)



figuur 85: Voorbeeld reclameprojectie op de vloer (Future Store)



figuur 86: Voorbeeld antenne op schapniveau bij Gillette Scheepmesjes (Future Store)



figuur 87: Voorbeeld Pantene shampoo met RFID tag (Future Store)

10.5.3 Ahold

Topman Anders Moberg gaf tijdens de ECR-conferentie in Brussel in mei 2004 aan dat Ahold per jaar voor één tot twee miljard euro aan derving heeft, door diefstal, fraude en verlies van goederen ¹. Volgens de European Theft Barometer loopt de FMCG en Retail industrie hierdoor per jaar 24 miljard euro mis ². Als deze derving gehalveerd wordt, zal de winst in de bedrijven met ongeveer 30% toenemen. Dit is voor Ahold een goede reden om de mogelijkheden van RFID tegen derving te onderzoeken. Ahold geeft aan dat zij in 2004 wil beginnen met 4 proeven om RFID op dragerniveau te testen en in te voeren in Nederlandse distributiecentra ³. De RFID-coördinator van Ahold voorziet voor 2009 nog geen RFID toepassingen bij individuele producten, en geeft aan dat dit misschien nog langer gaat duren.

10.5.4 Hoogvliet

Het distributiecentrum van de Nederlandse supermarktketen Hoogvliet in Alpen aan de Rijn heeft in 2001 besloten om gefaseerd een RFID-systeem in te voeren ⁴. Dit RFID systeem wordt ingevoerd door het bedrijf Trolleytrack en bestaat uit het voorzien van de rolcontainers van Hoogvliet met een laagfrequente (LF) RFID tag. De reden voor Hoogvliet om het RFID systeem in te voeren was om laadfouten tegen te gaan en om de kosten voor out-of-stock in de winkels

¹ Wiersma, T., Moberg: *Ahold verliest miljarden door shrinkage*, Emerce: 26-05-'04

² Bamfield, J., *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004

³ Heijden, T. van der, *Ahold: dit jaar 4 RFID-proeven in Nederland*, Emerce: 18-03-'04

⁴ Klaver, L., *Er gaat wel eens een rolcontainer naar een verkeerd filiaal*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 10, 2002, pagina 35

die resulteren door de laadfouten tegen te gaan. Op dit moment is men erg enthousiast over het /systeem en is Hoogvliet van plan om het RFID systeem uit te breiden naar andere delen van de organisatie.

10.5.5 Sony

In het Europese DC van Sony Logistics Europe in Tilburg is in januari 2005 begonnen met het invoeren van RFID op productniveau ¹. Door de grote concurrentie in de markt van consumentenelektronica willen zij iedere kans onderzoeken om kosten te reduceren. Ook kunnen ze hiermee tegemoetkomen aan de behoefte van marketing- en aftersales-serviceafdelingen om sommige productcategorieën op serienummer te volgen. Dit volgen is met barcodescanning ook mogelijk, maar zo arbeidsintensief dat het praktisch gezien niet haalbaar is.

10.5.6 Philips

Als mede ontwikkelaar van de huidige RFID technologie heeft Philips al meerder ervaringen met RFID. Een voorbeeld van het gebruik van RFID in haar huidige processen in de fabriek van scheerapparaten van de afdeling Domestic Appliances en Personal care (Philips DAP) in Drachten. Deze RFID implementatie is tot stand gekomen samen met het consultantbureau Atos Consulting ². In de productie van scheerapparaten werkt men volgens het Kanban systeem met de benodigde onderdelen voor de productie. Dit houdt in dat zodra onderdelen voor de productie nodig zijn, deze uit een kast gehaald worden en door een andere afdeling aangevuld worden. De onderdelen worden voorverpakt in een krat, die voorzien is van een RFID tag. Zodra een krat uit een schap wordt gehaald, gaat er automatisch een signaal naar de afdeling die verantwoordelijk is voor het aanvullen van de voorraden in dat schap. Dit RFID systeem werkt volgen het *smart shelf* principe. Een foto van dit systeem is gegeven in figuur 88.

Redenen voor Philips om het systeem in te voeren waren:

- Inefficiënte onderdelen aanvullingssysteem
- Arbeidsintensieve materiaalbestellings- en leveringsmethodes
- Grote fluctuaties in levertijden van componenten, waardoor er lange doorlooptijden en hoge veiligheidsvoorraden ontstonden
- Kostenreductie en verbeteringen doorvoeren in de interne Philips DAP logistiek

¹ Cornelissen, V., *Positieve resultaten van pilot UHF-RFID bij Sony*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2005, pagina 26

² Makkinga, J., *Improve Supply Chain Performance at Philips DAP with RFID*, Atos Consulting: Augustus 2004





figuur 88: Voorbeeld RFID Kanban systeem bij Philips DAP

10.5.7 Marks & Spencer

In 2002 is Marks & Spencer na 10 jaar onderzoek en testen, begonnen met het invoeren van RFID op hun 3,5 miljoen transport kratten ¹. In deze kratten worden de producten van M&S vervoerd en deze kratten worden hergebruikt. Per jaar verkoopt M&S 350 miljoen kledingstukken, en door de RFID toepassing weet zij precies waar elk product zich in de supply chain bevindt ².

10.6 Beantwoording deelvragen onderzoek

Uit dit hoofdstuk kan het volgende geconcludeerd worden, door het beantwoorden van de subdeelvragen 7a) en 7b):

Antwoord 7a) “Wat zijn de toekomstverwachtingen ten opzichte van de variabele en vaste kosten?” :

[zie paragraaf 10.1]

De verwachting is dat de hardware kosten van de RFID technologie gaan dalen in de toekomst. Er zijn vele voorspellingen en verwachtingen opgesteld over de uiteindelijke kostprijzen en het tijdstip van het behalen van deze kostprijzen. Doordat de eigenlijke trend achterblijft bij deze voorspellingen, durven de gerenommeerde adviesbureaus geen voorspellingen meer te maken. Het is dus onduidelijk wat de uiteindelijke trend zal zijn. De verwachting is wel dat de kosten van bijna alle hardware onderdelen (fors) gaan dalen. Door leereffecten en standaardisatie is het de

¹ Marks & Spencer, *Marks & Spencer rolls out largest supply chain application of RFID tagging in the world*, Marks & Spencer Press Release: 14-11-'02

² Marks & Spencer, *Marks & Spencer develops intelligent clothing*, Marks & Spencer Press Release: 07-04-'03

verwachting dat de implementatiekosten gaan dalen. Echter door invloeden als inflatie wordt verwacht dat de genoemde kosten gelijk blijven of iets gaan stijgen ten opzichte van de huidige kosten.

Antwoord 7b) “Welke bedrijven zijn al begonnen met een (pilot) project?”:

[zie paragraaf 10.5]

Op dit moment zijn er verschillende grote en kleine bedrijven bezig met RFID (pilot) projecten met logistieke toepassingen. Hierin is de gigantische Amerikaanse supermarktketen Wal-Mart voornamelijk de aanjager van de interesse naar RFID toepassingen. Andere supermarktketens die ook bezig zijn met RFID (pilot) projecten zijn Metro, Ahold, Hoogvliet en Marks & Spencer. Daarnaast zijn nog producenten als Unilever, Procter & Gamble, Sara Lee, Sony en Philips bezig met proeven. Voor deze producenten wordt het voor een groot deel opgelegd door de supermarktketens. Andere locale projecten zijn luchthavens zoals Schiphol en Tokio en de bloemenveilingen onder andere in Aalsmeer. De RFID projecten die in dit rapport beschreven worden zijn van Wal-Mart, Metro, Ahold, Hoogvliet, Marks & Spencer, Sony en Philips.

10.7 Samenvatting hoofdstuk 10

In dit hoofdstuk worden de toekomstverwachtingen met betrekking tot RFID behandeld. Hierin wordt zowel de toekomstverwachting van de kosten van de RFID onderdelen behandeld (die in hoofdstuk 6 reeds besproken zijn), alsmede de toekomstverwachting van de algehele RFID technologie. Bij deze laatste verwachting wordt de Hype-Cycle van het adviesbureau Gartner gebruikt. Als laatste wordt een kort overzicht gegeven van verschillende bedrijven die op dit moment bezig zijn met een RFID (pilot)project.

RFID Kosten:

RFID tag: Onderzoekers verwachten of hopen dat de prijs van de RFID tag binnen afzienbare tijd gaat dalen naar 5 eurocent of zelfs 1 eurocent per stuk. Over het tijdstip wanneer deze kostprijs behaald wordt is geen duidelijkheid. Vaststaat dat er miljarden RFID tags per jaar geproduceerd moeten worden, wil de prijs tot dat niveau dalen. Deze aantallen worden echter nog lang niet behaald. RFID tag leveranciers verwachten echter dat deze prijs op korte en middellange termijn niet onder de € 0,15 gaat dalen. Reader: dezelfde verwachtingen die men voor de RFID tag heeft gemaakt, zijn ook voor de RFID reader gemaakt. Deze zijn dus ook niet meer up-to-date of reëel. De verwachting is dat de kosten voor een RFID reader op de middellange termijn naar € 1.000 gaan. Reader Controller / Host PC: De host PC is een normale Personal Computer met speciale software. De verwachting van de PC markt is dat de prestaties enorm gaan verbeteren, terwijl de kosten nagenoeg hetzelfde blijven. Middleware: Doordat er op dit moment nog geen grootschalige RFID projecten zijn, wordt verwacht dat door leer- en schaafeffecten de kosten voor de middleware door de beschikbaarheid van standaardpakketten gaan dalen. Hoe hoog deze kosten dan zijn, valt niet te voorspellen. Servers: Voor de trend van de servers wordt dezelfde verwacht als die van de (host) PC. De verwachting hiervan is dus dat de prestaties enorm gaan verbeteren, terwijl de kosten nagenoeg hetzelfde blijven. Installatiekosten: Door leereffecten door het veelvuldig aanbrengen en afstemmen van systemen en infrastructuur, wordt de tijd die een installateur daar mee bezig is, aanzienlijk korter. Echter door invloeden als inflatie wordt verwacht dat de genoemde kosten gelijk blijven of iets gaan stijgen ten opzichte van de huidige kosten. Software en integraties: Door leereffecten door het veelvuldig schrijven of aanpassen van software, wordt de tijd die een programmeur daar mee

bezig is, aanzienlijk korter. Echter door invloeden als inflatie wordt verwacht dat de genoemde kosten gelijk blijven of iets gaan stijgen ten opzichte van de huidige kosten. Onderhoud en afschrijvingen: In paragraaf 6.1.8 werd reeds aangegeven dat aangenomen werd dat de onderhoudskosten voor de hardware per jaar 10 % van de investeringskosten zijn. Er wordt niet verwacht dat het percentage onderhoud voor de hardware van 10 % van de investeringskosten per jaar verandert. Ook wordt er niet verwacht dat het afschrijvingstermijn van 3 jaar gaat veranderen in de toekomst.

Hype Cycle:

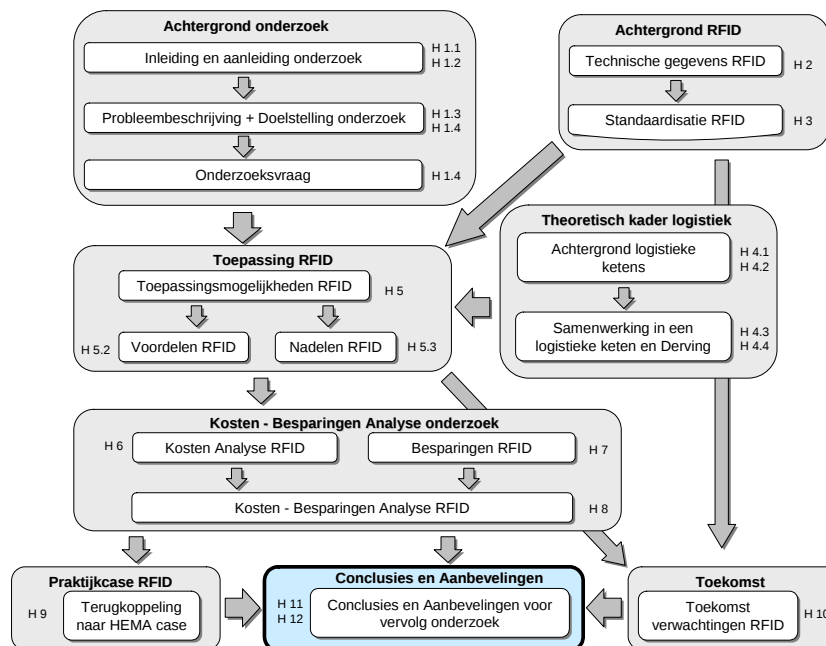
In de literatuur is een opmerkelijk stuk te vinden over de toekomstverwachtingen van technologieën en RFID in het bijzonder: Gartner's Hype Cycle. De hype cycle is een nieuwe techniek om modellen van de levenscyclus van technologieën te beschrijven. Andere voorbeelden van dergelijke beschrijvende zijn de *Performance S-Curve*, de *Adoption Curve* en de product lifecycle curve. De Hype Cycle beschrijft de houding van de mens bij de introductie van een nieuwe technologie weer. De curve is het resultaat van vele onderzoeken naar de introductie van technologieën en kan voor het begrijpen van de evolutie van bijna alle technologieën toegepast worden. Hierin wordt verondersteld dat een technologie eerst een groeifase van een positieve hype en daarna een negatieve hype doormaakt. Na deze negatieve hype zal er een productiviteitsplateau bereikt worden waarna grootschalige implementatie komt. Uit een studie van Gartner blijkt dat RFID nog steeds in de positieve hype bevindt. Gebruikers en mensen die RFID binnenkort willen implementeren moeten zich er dus op bedacht zijn, dat er binnenkort een negatieve hype zal ontstaan, aangezien de technologie de verwachtingen die nu geschapen zijn niet kan waarmaken. Het moment dat de hype haar hoogtepunt bereikt en de negatieve hype begint, wordt in eind 2006 verwacht.

Uit de problemen en situaties uit hoofdstuk 4 blijkt dat er veel problemen opgelost kunnen worden met goede communicatie. Hiervoor is een goede samenwerking in de logistieke keten met de verschillende onderdelen en bijbehorende bedrijven noodzakelijk. In dit onderzoek is een bestaand model verder uitgewerkt over welk pad men moet doorlopen om tot elektronische samenwerking te komen binnen de supply chain. Om het model te doorlopen, moet men verschillende niveaus van samenwerking behalen. Het gebruik van RFID kan een positief effect kan hebben op het bereiken van sommige niveaus. Inzichten en openheid verkregen door het gebruik van RFID bieden nieuwe kansen voor samenwerking met verschillende afdelingen en / of verschillende schakels in de logistieke keten. Een zeer belangrijke conclusie uit deze analyse van het onderzoek is dat RFID niet als een doel gezien moet worden maar als een middel om een hoger doel te bereiken. Het gebruik van RFID en de RFID standaarden kan dan als een motor werken, waardoor de laatste samenwerkingsniveaus met minder inspanningen verkregen kunnen worden. Met deze elektronische samenwerking op hoog niveau kunnen de gestelde problemen, zoals die in dit hoofdstuk aan bod zijn gekomen, oplossen of verminderen.

Op dit moment zijn er verschillende grote en kleine bedrijven bezig met RFID (pilot) projecten met logistieke toepassingen. De RFID projecten die in dit rapport beschreven worden zijn van Wal-Mart, Metro (en haar Future Store), Ahold, Hoogvliet, Sony, Philips en Marks & Spencer.

Conclusies en Aanbevelingen

In dit deel van het rapport worden de conclusies van het onderzoek gesteld en worden aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek gemaakt. Voor dit onderdeel wordt informatie uit de rest van het onderzoek / rapport gebruikt. Aangezien dit onderdeel de laatste is, wordt de informatie uit dit onderdeel niet voor een ander onderdeel gebruikt.



figuur 89: Overzicht opbouw onderzoek – Conclusies en Aanbevelingen

11 Conclusie

De conclusies van het onderzoek worden gegeven aan de hand van de beantwoording van de deelvragen die in paragraaf 1.4.5 opgesteld zijn.

11.1 Beantwoording onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag die aan het begin van het rapport in paragraaf 1.4.4 is opgesteld luidde: **“Van welke factoren is de winstgevende implementatie van RFID voor een bedrijf afhankelijk en wanneer worden deze bereikt?”**. Zoals gesteld in paragraaf 1.4.5 wordt de onderzoeksvraag beantwoord door antwoord te geven op verschillende deelvragen. Aan de hand van het onderzoek en aan de hand van deze deelvragen wordt in deze paragraaf antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. Dit wordt gedaan aan de hand van de volgende vragen:

1. Welke doelen worden nagestreefd om RFID als middel te gebruiken?
2. Welke besparingen kunnen behaald worden met het gebruik van RFID?
3. Aan welke voorwaarden moet voldaan worden om RFID winstgevend toe te kunnen passen?
4. Met welke eventuele belemmeringen en randvoorwaarden dient er rekening gehouden te worden?

11.1.1 Welke doelen worden nagestreefd om RFID als middel te gebruiken?

In de huidige logistieke bedrijfsvoering kunnen verschillende problemen zich voordoen. Een aantal voorbeelden hiervan zijn: onverkoopbare producten, verkeerde leveringen en out-of-stocks. Maar ook overproductie, het aanhouden van hoge veiligheidsvoorraden, lange doorlooptijden, verkeerde capaciteitsplanningen, slechte customer service en gemiste omzet. Een oplossing hiervoor is duidelijk en zekerheid over de hoeveelheid producten die gevraagd worden, de hoeveelheid producten die verkocht worden en het inzicht in de voorraden van de producten die op korte termijn beschikbaar zijn. Middelen hoe deze oplossingen behaald kunnen worden zijn het delen van informatie, keten afstemming en operationele efficiëntie. Door het gebruik van RFID kunnen deze middelen en oplossingen sneller en effectiever behaald worden. Andere doelen die nagestreefd kunnen worden zijn het tegengaan van onnodige inkomstendervingen. Voorbeelden van deze inkomstendervingen zijn: diefstal, namaak van producten en bederf van voeding en beperkt houdbare producten.

11.1.2 Welke besparingen kunnen behaald worden met het gebruik van RFID?

Aangezien de RFID technologie voor vele verschillende toepassingen gebruikt kan worden, zijn de besparingen die behaald kunnen worden ook talrijk. In het onderzoek worden een aantal besparingen die voor kunnen komen in de retail of FMCG industrie genoemd. De toepassingsvoordelen door het gebruik van RFID kunnen verdeeld worden in de categorieën: voordelen handelingen, voordelen inzicht voorraden, voordelen beveiliging, diefstal en derving, voordelen voeding en beperkt houdbare producten, voordelen vervanging bestaande apparatuur, en andere voordelen RFID toepassingen. Ook heeft de RFID technologie enkele voordelen boven de huidige gebruikte identificatietechnologie: de barcode. De besparingen die behaald kunnen worden kunnen uitgesplitst worden in besparingen per product en totale besparingen per bedrijf.

11.1.3 Aan welke voorwaarden moet voldaan worden om RFID winstgevend toe te kunnen passen?

Voor een winstgevende toepassing van de RFID technologie dient aan een aantal voorwaarden voldaan te worden. Allereerst dienen de eventuele belemmeringen en randvoorwaarden die in paragraaf 11.1.4 besproken worden overwonnen te worden. Daarna is het mogelijk om met een formule die in dit onderzoek is opgesteld de kritische prijs van de RFID tag te bepalen. Indien voor een specifiek bedrijf de kritische kostprijs dezelfde is als de marktprijs van de RFID tag, kan een winstgevende toepassing behaald worden. Hierbij dient dan ook rekening gehouden te worden met de gestelde doelen (paragraaf 11.1.1) en de gestelde besparingen (paragraaf 11.1.2) die behaald kunnen worden. De formule die opgesteld is in dit onderzoek is de volgende:

$$K_{tag} = \frac{(Q_x * W_m) + \frac{B}{Q} - \frac{I * ((1 + Ond)^A)}{Q * A}}{1 + Q_x}$$

Met:

K_{tag}	=	Kostprijs RFID Tag (in €)
Q_x	=	Percentage extra verkopen (in %)
W_m	=	Winstmarge op het product (in €)
B	=	Extra besparingen (in €)
Q	=	Hoeveelheid verkochte producten (Quantity) (in aantal producten)
I	=	Investeringskosten (in €)
Ond	=	Onderhoudspercentage (in %)
A	=	Afschrijvingsperiode (in aantal jaren)

11.1.4 Met welke eventuele belemmeringen en randvoorwaarden dient er rekening gehouden te worden?

Doordat de RFID technologie nog in de kinderschoenen staat, zijn er nog vele obstakels die overwonnen moeten worden. De huidige nadelen van RFID hebben te maken met de kosten van de RFID onderdelen, het inzicht in de voorraden, nadelen met betrekking tot afspraken en standaardisatie, nadelen bij implementatie, nadelen betrouwbaarheid van de apparatuur, nadelen voor het milieu en gezondheidsaspecten en nadelen met betrekking tot de privacy en beveiliging. Voor de start van de implementatie is het al wel mogelijk om te beginnen met het gebruik van RFID, maar dan dient er wel rekening gehouden te worden met deze nadelen en de eventuele impact op het bedrijf.

Nadelen kosten RFID: Op dit moment zijn de kosten van de RFID tag en de andere RFID onderdelen te duur voor grootschalige implementatie. Wanneer deze kosten dalen kan volgens de formule die opgesteld is in dit onderzoek bepaald worden wanneer het winstgevend is om de RFID technologie toe te passen.

Nadelen inzicht voorraden: Indien niet alle bedrijven in de logistieke keten gebruik maken van de RFID technologie of de gegenereerde gegevens niet compleet delen met de leveranciers en klanten in de keten, worden allemaal efficiëntie slagen niet behaald. Goede afspraken tussen klanten en leveranciers in de keten is dus belangrijk bij de grootschalig gebruik van de RFID technologie.

Nadelen afspraken / standaardisatie: Voor een grootschalige implementatie van de RFID technologie is het belangrijk dat er goede standaardisaties zijn van de techniek en over de communicatie van gegevens. Op dit moment zijn er verschillende organisaties bezig om deze standaarden te bewerkstelligen. Indien deze standaarden niet gebruikt worden, of als er meerdere standaarden zijn (bijvoorbeeld bij de frequentie van de RFID tag en reader), is de verwachting dat de grootschalige implementatie van de RFID technologie langzamer gaat. Het is dus niet noodzakelijk dat deze standaarden persé gebruikt worden voor het gebruik van RFID.

Nadelen bij implementatie: Er is nog weinig ervaring met het gebruik van RFID en de implementatie van deze techniek. Bedrijven die nu beginnen met het gebruik van RFID dienen dan ook het leerproces van de installateurs door te lopen. Bedrijven die later de techniek implementeren hebben deze opstartproblemen niet. De vroege gebruikers hebben daarentegen



een langere leercurve van het gebruik van RFID. Een leercurve die minder gemakkelijk door concurrenten ingehaald kan worden.

Nadelen apparatuur RFID: Hoewel het gebruik van RFID niet nieuw is, is de techniek nog niet geperfectioneerd. De betrouwbaarheid van de apparatuur die op dit moment behaald kan worden is ver beneden de gewenste of toelaatbare niveau voor het gebruik van RFID op productniveau. Deze problemen met de betrouwbaarheid van identificatie is op ladingdragniveau al wel voldoende. Bij het identificeren van verschillende producten met een RFID tag in een ladingdrager valt geen 100% betrouwbaarheid te behalen. Dit ligt op dit moment eerder rond de 90% identificatie van de producten. Deze nadelen van de apparatuur dienen eerst goed opgelost te worden, voordat RFID op productniveau grootschalig toegepast kan worden op het niveau dat in dit rapport geschetst wordt.

Nadelen milieu: Door de vele publicaties over de RFID technologie en de ervaringen die opgedaan zijn in het verleden met betrekking tot de nadelige gevolgen van nieuwe technologieën voor het milieu, is hier onderzoek naar gedaan. Dit onderzoek is echter zeer summier en veelal onbekend bij het publiek dat belangstelling heeft voor de RFID technologie. Voorspellingen door Nederlandse afvalexperts en Zwitserse onderzoekers geven aan dat een grootschalig gebruik van RFID tags een hoge vergroting van zware metalen in het afval tot gevolg kan hebben, sommige onderdelen van de RFID tag (zoals de antenne) bestaan uit zware metalen, zoals koper. Door de verwerking van de zware metalen (zeer fijn verwerkt) is de kans zeer groot dat deze uiteindelijk in het milieu en in het grondwater terecht komen, wat een groot negatief effect op de gezondheid kan hebben. Een ander nadeel van het gebruik van de zware metalen in de RFID tag is dat de concentratie in het afval te hoog wordt voor recycling. Hierdoor ontstaan er problemen voor de kwaliteit van de gerecyclede grondstoffen en in sommige gevallen ook voor de hoeveelheid die dan gerecycled kan worden. Van de zware metalen die gebruikt (kunnen) worden heeft koper de meeste schadelijke gevolgen. Er wordt aanbevolen dat hier nog nader onderzoek naar gedaan wordt. Indien over dit onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

Nadelen gezondheidsaspecten: Door de vele nieuwe inzichten naar het gebruik van nieuwe technologieën is er onderzoek gedaan naar de gevolgen van straling voor de gezondheid. Een voorbeeld hiervan is het effect van de mobiele telefoon op de gezondheid. De uitkomsten van deze onderzoeken zijn echter zeer jong en sluiten het verband tussen deze straling en de nadelige gevolgen niet uit, maar bevestigen deze ook nog niet. Indien RFID op productniveau grootschalig wordt toegepast kan dit zeer schadelijke gevolgen hebben voor de gezondheid. Op dit moment hebben sommige huidige technieken die gebruikt worden, zoals de antidiefstal poorten, een straling die boven de aanbevolen waarde zitten. Aangezien klanten hier slechts voor zeer korte duur aan blootgesteld worden is dit niet schadelijk. Indien bijvoorbeeld een hele winkel uitgerust wordt met RFID readers, kan dit echter wel een probleem vormen. Wat het precieze effect hiervan is, dient nog verder onderzocht te worden. Een oplossing kan zijn, om het vermogen van de readers te beperken. Indien over dit onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

Nadelen privacy en beveiliging: Door verschillende eigenschappen van de RFID technologie zijn sommige organisaties bang dat met deze technologie de privacy belangen van consumenten geschonden worden. Deze mensen zijn bang dat er bijgehouden wordt welke producten zij kopen, dat er een koppeling plaats gaat vinden tussen de specifieke producten en de

persoonsgegevens en dat zij gevolgd kunnen worden. Ook zijn zij bang dat door middel van de RFID identificatie technologie de kans op overvallen en inbraken vergroot wordt. Indien over dit onderwerp niet goed rekening gehouden wordt bij de implementatie kan dit zeer schadelijke effecten hebben voor het imago van het bedrijf.

11.2 Conclusie onderzoek

Zoals in de vorige paragrafen reeds vermeld is dienen er nog verschillende belemmeringen en randvoorwaarden overwonnen te worden om de RFID technologie winstgevend toe te kunnen passen. De verwachting is echter dat deze wel haikbaar zijn. Door de grote winsten die behaald kunnen worden met het gebruik van RFID op productniveau zal er naar alle waarschijnlijkheid grote druk ontstaan naar oplossingen voor de gestelde nadelen. Een winstgevend gebruik van RFID voor onder andere logistieke voordelen zal dus naar verwachting niet lang meer op zich laten wachten. Zeker nu uit de analyses is gebleken dat de kritische kostprijs van de RFID tag hoger is dan de prijs die in de literatuur vermeld wordt. Het systeem is dus eerder winstgevend dan men eerder gedacht had. Er zal nog veel onderzoek gedaan moeten worden om de belemmeringen en gevaren voor de toekomst op te lossen. Ook wordt er veel verwacht van technologische doorbraken voor een snelle daling van de kostprijs. Verwacht wordt dat deze factoren snel behaald gaan worden, waarna de weg voor grootschalige implementatie openligt. Vele toepassingen van RFID op korte termijn worden verwacht, zodat uiteindelijk er een efficiënt, effectief en gestroomlijnd productieproces en logistiek proces behaald kan worden. In de toekomst zal RFID in ons dagelijkse leven (veelal ongemerkt) een grote rol gaan spelen, waar we allemaal beter van worden.



12 Aanbevelingen vervolgonderzoek

In dit rapport is een begin gemaakt naar diepgaand onderzoek naar de mogelijkheden van het gebruik van RFID. Juist het complete beeld dat gegeven is van de achtergronden, de mogelijkheden en de beperkingen van de technologie is uniek. Ondanks dat het techniek zelf al vele jaren bestaat is de grootschalige (logistieke) toepassing hiervan vrij jong. Doordat het gebruik van RFID op het geschetste niveau nog in de kinderschoenen staat, zijn er nog veel onzekerheden en onduidelijkheden. Bijna dagelijks worden nieuwe technische doorbraken, innovaties, toepassingsmogelijkheden, beperkingen en randvoorwaarden ontdekt. Hierdoor komen gebruikers, producenten en ontwikkelaars van de RFID technologie steeds voor nieuwe meevallers, verrassingen en uitdagingen te staan.

Ondanks dat dit onderzoek bijna negen maanden heeft geduurd en hiervoor literatuur en ervaringen zijn gebruikt uit de afgelopen jaren, blijft dit onderzoek en de uitkomsten van het onderzoek een momentopname. In het onderzoek is aangegeven wanneer het gebruik van RFID op productniveau winstgevend is voor een bedrijf. Aanbevolen wordt dat de kosten en besparingen verder door een professioneel bureau onderzocht worden om de juiste waarden hiervan voor het bedrijf te verkrijgen. Voor de eerste verkenning kan dit rapport daar prima bij gebruikt worden. Indien de kritische kostprijs van de RFID tag voor een bedrijf is bepaald, wordt aanbevolen om de technologische ontwikkelingen op het terrein van RFID te volgen. Voornamelijk de gebieden van betrouwbaarheid van de techniek en de kosten zijn hierin belangrijk.

Indien een bedrijf wacht met implementeren tot de juiste kritische kostprijs van de RFID tag bereikt is, is het bedrijf eigenlijk al te laat. Verwacht wordt dat het implementatietraject voor grootschalig gebruik lang is. Hierdoor is het verstandig dat bedrijven die overwegen RFID te gaan gebruiken al eerder met proefprojecten op kleine schaal beginnen. Dit om de nodige ervaring en kennis in huis te halen. Op dit moment zijn de specialisten op het gebied van RFID nog schaars aangezien het aantal RFID projecten nog klein is. Als de kostprijs echter sterkt daalt en het gebruik toeneemt, wordt verwacht dat er een tekort aan RFID implementatiespecialisten gaat ontstaan ¹. Daarnaast komt ook uit de theorie van de leercurve (zie paragraaf 10.2.2) dat vroege beginners substantiële voordelen ten opzichte van laatkomers kunnen behalen en soms ook behouden ².

Belangrijke nadelen van de RFID technologie werden in hoofdstuk 5 en hoofdstuk 11 al aangegeven en hebben onder andere te maken met de gezondheidsrisico's en het milieu. Aangezien hierover geen duidelijkheid is over de gevolgen van het gebruik van RFID op beide terreinen, wordt er aanbevolen dat hier nader onderzoek naar gedaan wordt. Voornamelijk omdat de gevolgen van de risico's zeer ernstig kunnen zijn. Het afval energiebedrijf in Amsterdam heeft al aangegeven dat zij hierin zeer geïnteresseerd zijn. Door het samenwerkingsverband met de TU Delft kan een onderzoek hierin waarschijnlijk nog sneller opgestart worden.

Voor de HEMA is een indicatie gegeven van de te verwachten besparingen door het gebruik van RFID. Aanbevolen wordt om deze besparingen en het gebruik van RFID op productniveau verder te onderzoeken door een team van medewerkers, eventueel ondersteund met consultants.

¹ Roberti, M., *7 Reasons to act now*, RFID Journal: September 2003

² Shepherd, W.G., *The economics of industrial organization*, 4th edition, USA, New Jersey: Prentice Hall, 1997

De HEMA heeft hierin het voordeel dat VendexKBB als overkoepelende bedrijf een dergelijke studie voor al haar aangesloten bedrijven kan maken. Een grootschalige implementatie van RFID is immers relatief goedkoper dan een kleinschalige.

Begrippenlijst

EAN	= European Article Numbering (organisatie voor toewijzing van barcode nummers)
EDI	= Electronic Data Interchange
EEPROM	= Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EPC	= Electronic Product Code
EPCIS	= EPC Information Services
ERP	= Enterprise Resource Planning
HEMA	= Hollandse Eenheidsprijzen Maatschappij Amsterdam
HF	= High Frequency (Radio frequentie van RFID tags op 13.56 MHz)
ISO	= International Standard for Organisations (om de kwaliteit van handelingen en bedrijven te garanderen)
LF	= Low Frequency (Radio frequentie van RFID tags op 125 – 134 kHz)
LSP	= Logistic Service Provider
MRW	= Multiple Read/Write (van info op een tag)
OTP	= One Time Programmable (van info op een tag)
RFID	= Radio Frequency Identification
RTI	= Returnable Transport Items (vb: pallets, kratten of rolcontainers)
SKU	= Stock Keeping Unit
SSCC	= Serial Shipment Container Code
TDMA	= Time Division Multiple Access
UCC	= Uniform Code Council (een stichting die standaardisering bevordert)
UHF	= Ultra High Frequency (Radio frequentie van RFID tags op 860 – 930 MHz)
WMS	= Warehouse Management System
WORM	= Write Once, Read Many (van info op een tag)
Out-of-Stock	= De situatie dat een (winkel)schap leeg is, zodat de producten niet verkocht of geleverd kunnen worden. Hierdoor ontstaat er een inkomstenderving, omdat de producten niet voorradig zijn, maar wel verkocht hadden kunnen worden.
Smart Shelves	= Antennes in het winkelschap die continu de voorraden meten mbv RFID op product niveau
Derving	= geld dat onnodig is verdwenen door onzorgvuldig handelen, (winkel)diefstal, interne fraude of het verkeert bestellen van artikelen



Literatuurlijst

In de literatuurlijst is een onderscheid gemaakt tussen de gerefereerde bronnen waar direct naar vermeld wordt in de tekst en bronnen die geraadpleegd zijn. De geraadpleegde bronnen waren belangrijk voor de beeldvorming van het onderzoek, maar wordt niet naar verwezen in de tekst. Daarnaast is er bij beide literatuurlijsten een verdeling tussen niet-internet bronnen en internet bronnen gemaakt.

Gerefereerde literatuurlijst

- A.T. Kearney, GMA-FMI Trading Partner Alliance, *Action Plan to Accelerate Trading Partner Electronic Collaboration*, 2002
- Ammelrooy, P van, *Chip vervangt streepjescode. Of niet.*, Volkskrant: 06-04-'04
- Ammelrooy, P van, *Opvolger van streepjescode blijkt eenvoudig te kraken*, Volkskrant: 02-08-'04
- Arrow, K.J., *The economic implications of learning by doing*, The review of Economic Studies, Vol. 29, No.3 (Jun.,1962), 155-173
- Bamfield, J., *Key results of the European Retail Theft Barometer 2004*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004
- Bikker, H., W. ten Haaf, *Industriële organisatie A deel 1*, Delft: faculteit Ontwerp, Constructie en Productie, september 2003
- Boer, P. de, M.P. Brouwers, W. Koetzier, *Basisboek Bedrijfseconomie*, 5^e druk. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1998
- Bolte, J.F.B., M.J.N. Pruppers, *Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden* / RIVM rapport 861020007, Bilthoven: RIVM, 2004
- Centre for Retail Research, *The Shoplifter's Hit Parade Most Frequently Stolen Products*, Nottingham: Centre for Retail Research: 2004
- Chappell ea, *Auto-ID in the Box: The value of Auto-ID Technology in retail stores*, Accenture: 01-02-'03
- Chappell, G., D. Durdan, G. Gilbert, L. Ginsburg, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03
- Chappell, G., L. Ginsburg, P. Schmidt, J. Smith, J. Tobolski, *Auto-ID on Demand: The Value of Auto-ID Technology in Consumer Packaged Goods Demand Planning*, Accenture & Auto-ID Center, Cambridge, USA: 01-02-'03
- Christopher, M. and D.R. Towill, Supply chain migration from lean and functional to agile and customized (research note), Supply Chain Management: An International Journal, Vol.5, number 4, MCB University Press, 2000, pp.206-213
- Claburn, T., *The closer RFID gets to consumers, the hotter privacy issues become*, Informationweek.com: 16-02-'04
- Collins, J., *Meco uses plating to cut antenna cost*, RFID Journal: March 2005 edition
- Collins, J., *Metro Group Reaps Gains From RFID*, RFID Journal: 25-01-'05
- Collins, J., *New Tags Use Diodes, Not Chips*, RFID Journal: December 2004 edition
- Collins, J., *Tesco Picks ADT for RFID readers*, RFID Journal: 10-01-'05
- Cornelissen, V., *Positieve resultaten van pilot UHF-RFID bij Sony*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2005, pagina 26
- Coyle, J.J., E.J. Bardi, C.J. Langley jr., *The Management of Business Logistics*, 6th edition, St. Paul: West Publishing Company, 1996
- Dalsem, K. van, *Gratis shoppen met een magneet*, Nieuwe Revu: (nr. 45) 27-10-'04

- Datta S., *Real Time Data in Adaptive Supply Chain: Is it a Reality ?*, Presentation Advanced Logistics and SCM Strategies: 28-02-'03
- Dekker, W., *Handboek Bronbeveiliging*, HEMA intern: 18-06-'03
- Drobik, A., A. Kyte, B. Lheureux, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management*, 2004, Gartner Research: 08-07-'04
- EAN Nederland, *Handboek EAN-codesysteem*, Amsterdam: 2004
- Elsevier Retail, *Uitslag Retail Eindejaarsrapport*, Elsevier Retail: december 2003
- Enserink e.a., *Analyse van Complexe Omgevingen (TB211)*, Delft: Faculteit TBM, mei 2002
- Euro Pool System, *Euro Pool System investeert in tracing & tracking*, Euro Pool System: 01-09-'04
- European Parliament and EU Council, *Regulation 178/2002: General Foodlaw*, 28-01-'02
- EyeforTransport, *The next generation Transportation Management System*, Londen: maart 2004
- Fenn, J., A. Linden, Understanding Gartner's Hype Cycle, Gartner Research: 30-05-'03
- Finkenzeller, Klaus, *RFID Handbook*, 2nd edition, Great Brittan: Chichester: Wiley, 2003
- Gilbert, A., *California lawmaker introduces RFID bill*, CNET News.com: 24-02-'04
- Goor, Prof. Dr. A.R. van, Prof. Ir. W. Monhemius, Prof. Dr. Ir. J.C. Wortmann, *Poly-Logistiek Zakboekje*, Arnhem: Koninklijke PBNA, 1998
- Goossens, Lambi, *Kosten RFID beperken voorlopig toepassing*, RFIDSociety: 12-12-'03 (uit computable)
- Grocery Manufacturers of America, *Full Shelf Satisfaction: Reducing Out-of-Stocks in the Grocery Channel*, GMA: 2002
- Gruber, H., *The learning curve in the production of semiconductor memory chips*, Applied Economics, 1992, edition 24, 885-894
- Handfield, R.B. en E.L. Nichols, *Supply Chain Redesign,, Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems*, Financial Times Prentice Hall, 2002
- Heijden, T. van der, *Abold: dit jaar 4 RFID-proeven in Nederland*, Emerce: 18-03-'04
- Heizer, Jay and Barry Renden, " Principles of Operations Management, 4th ed., Prentice Hall, 2001, page 134-136
- Hollinger, R.C., J.L. Davis, *2002 National Retail Security Survey*, Gainesville, Florida USA: University of Florida
- Hughes, S., *Tagging Privacy onto RFIDs*, Privacy Laws & Business, International Newsletter: Issue 71, Jan/Feb 2004
- Klaver, L., *Gekke-koeienziekte geeft RFID vleugels*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2003
- Koninklijke VendexKBB, *Jaarverslag 2003/04*, Amsterdam: februari 2004
- Lee, H.L., V. Padmanabhan, S. Whang, *The Bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Review, Spring 1997, Volume 38, Issue 3, pp. 93-102
- LogicaCMG, *Making Waves: RFID Adoption in Returnable Packaging. RFID Benchmark Study*, Logica CMG: 2003-2004
- Logistiekkrant, *HEMA trotse winnaar Logistiek Prijs 2004*, Logistiekkrant nr 18 – 12 november 2004
- Loo, M. van der, *Bezint eer ge begint*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2005, pagina 21
- Makkinga, J., *Improve Supply Chain Performance at Philips DAP with RFID*, Atos Consulting: Augustus 2004
- Marks & Spencer, *Marks & Spencer develops intelligent clothing*, Marks & Spencer Press Release: 07-04-'03
- Marks & Spencer, *Marks & Spencer rolls out largest supply chain application of RFID tagging in the world*, Marks & Spencer Press Release: 14-11-'02
- O'Conner, M.C., *New Materials Emerge for making tags*, RFID Journal: May 2005 edition
- O'Connor, M.C., *Gen 2 Finds a Path to ISO Approval*, 18-01-'05

- Pagdin, B., Background to Marks & Spencer's business trail of RFID in its clothing supply chain, Marks & Spencer: 01-03-'04
- Peterson, K., D. Hope-Ross, J. Woods, A. White, *Hype Cycle for Supply Chain Management*, 2003, Gartner Research: 06-06-'03
- Philips Semiconductors, TAGSYS, Texas Instruments Inc., *White Paper: Item-level visibility in the Pharmaceutical Supply Chain: A Comparison of HF and UHF RFID Technologies*, Juli 2004
- Planque, J. de, *Blijven letten op derving*, Dossier Derving, bij Kontakt nr. 4, mei 2004 (intern blad HEMA)
- Png, I., *Managerial Economics*, Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Publishers, 1998, 2nd edition
- Present Press, *HEMA Distributie Centrum Utrecht*, Utrecht 2004
- RFID Journal, *RFID's Dirty Little Secret*, RFID Journal: september 2003, pagina 7
- Roberti, M., *7 Reasons to act now*, RFID Journal: September 2003
- Roberti, M., *The Fine Print*, RFID Journal: september 2003
- Roberti, M., *Wal-Mart Begins RFID Process Changes*, RFID Journal: 01-02-'05
- Shepherd, W.G., *The economics of industrial organization*, 4th edition, USA, New Jersey: Prentice Hall, 1997
- Smits, M., *Je hebt doorlopend een antenne uitstaan*, Het Financieel Dagblad: 05-02-'05
- Swedberg, C., *Label printer promises fail-safe tags*, RFID Journal: January 2005 edition
- Tijdschrift voor I&L, *RFID vervangt mensenwerk*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2003, pagina 6
- Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek, nr. 3, 2004, pagina 35
- TNO, *RFID nog ongeschikt voor toepassing bij de consument*, Nieuwsbrief TNO Telecom nr.3 2004
- Towill, D.R., *Forecasting Learning Curves*, North-Holland: International Journal of Forecasting 6 (1990) 25-38
- Verschaeve, L., G. Decat, A. Maes, *Inventarisatie van blootstellingsniveaus van niet-ioniserende elektromagnetische straling voor de bevolking in vlaanderen, literatuurstudie*, Mol: Boeretang, 2004
- Wäger, P.A., M. Eugster, L.M. Hilty, C. Som, *Smart labels in municipal solid waste – a case for the Precautionary Principle?*, Switzerland: Elsevier, 22/04/2005
- Wiersma, T., *Moberg: Abold verliest miljarden door shrinkage*, Emerce: 26-05-'04
- Wolinsky, H., P&G, *Wal-Mart store did secret test of RFID*, Chicago Sun-Times: 09-11-'03
- Woods, J., *Management update: Prepare for RFID Disillusionment*, Gartner Research: 07-07-'04
- Wright, T.P., *Factors Affecting the Cost of Airplanes*, Journal of the Aeronautical Sciences, 3 (1936): 122-128
- Yoshida J., *Euro bank notes to embed RFID chips by 2005*, EE Times: 19-12-'01

Websites:

- EPCglobal Inc, *The EPCglobal Network: Overview of Design, Benefits & Security*, 24-09-'04 (<http://www.epcglobalinc.org/news/EPCglobal%20Network%20Final%2009%2024%2004%20Final.pdf>)
- EPCglobal website, *About the centre*, <http://archive.epcglobalinc.org/aboutthecenter.asp>
- EPCglobal website, *About the technology – Applications*, http://archive.epcglobalinc.org/aboutthetech_applications.asp
- EPCglobal website, *An in-depth look at the new network*, http://archive.epcglobalinc.org/aboutthetech_indepthlook.asp
- EPCglobal website, *Frequently Asked Questions*, <http://www.epcglobalinc.org/about/faqs.html#1>



- Philips, *First broad implementation of RFID technology in European supermarkets*, http://www.semiconductors.philips.com/news/publications/content/file_1178.html, Augustus 2003
- Philips, *Success Stories*, April 2003
<http://www.semiconductors.philips.com/markets/identification/articles/success/s56/>
- www.epcglobalinc.org
- www.future-store.org

Geraadpleegde literatuur

- Accenture, *High Performance Enabled through RFID, Accenture Research on Manufacturer Perspectives*, Accenture: 2004
- Auto-ID Center, *EPC-256: The 256-bit Electronic Product Code Representation*, 01-02-'03
- Auto-ID Center, *The new network, Identify any object anywhere automatically*, Auto-ID Center: 2004
- Bagley, N., N. Pottier, *Riding the Wave of Data Synchronisation*, Unilever and GCI: Presentation 2004
- Beernink, Josten en Tielemans, *Wachten is op standaard voor RFID-tags en -readers*, CapGemini Food Magazine: Mei 2004
- Betten, *Philips verkoopt 1 mrd RFID-chips; ziet grote toekomst*, Financieel Dagblad: 25-6-'04
- Bloemenveiling Holland, *Bloemenveiling Holland wint prijs met stapelwagenidentificatie*, AgriHolland: 18-10-'01
- Claburn, T., *Tech Tools: Look for ways to protect privacy*, Informationweek.com: 16-02-'04
- Computable.nl, *Bedrijven richten Stichting RFID Nederland op*, Computable.nl: 10-06-'04
- Dohmenl, M., *RFID levert geld op*, Transport & Opslag: nr. 11 – November 2004
- Donkers, J., *Wat maakt een AIDC-project succesvol?*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2003
- Dunlap, J., G. Gilbert, L. Ginsburg, P. Schmidt, J. Smith, *If you build it, they will come: EPC Forum Market Sizing Analysis*, USA, Massachusetts: Accenture and Auto-ID Centre, 1-02-'03
- Eck, J. van, F. Marks, P. Weeda, *RFID beyond the hype*, Nolan, Norton & Co.: Maart 2004
- Elling R., B. Andeweg, J. de Jong, C. Swankhuisen, *Rapportagetechniek*, Groningen: Wolters-Noordhoff, 1994
- EPCglobal, *Guidelines on EPC for Consumer Products*,
- Food & Drink Europe, *Supermarkt van de toekomst geopend*, AgriHolland: 07-05-'03
- Global Commerce Initiative, *An Integrated View of the Global Data Synchronisation Network and the EPC Network*, september 2004
- Gross, G., *RFID users say no privacy law needed*, IDG News Service: 14-07-'04
- Hines, M., *HP debuts RFID services*, News.com: 10-05-'04
- HP, *HP initieert nieuwe mogelijkheden RFID*, Utrecht, HP: 09-06-'04
- IT Logistiek, *RFID geen alternatief voor barcode*, IT Logistiek: nr. 9, september 2004
- Joshi, Y.V., *Information Visibility and its Effect On Supply Chain Dynamics*, Boston, USA, MIT: 06-01-2000
- Klaver, L., *Waar hangt Rembrandt uit?*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2003
- Lenders, R. en Zundert, L. van, *Supply Chain Event Management (SCEM) & Visibility Software 2003*, CapGemini: 24-01-'03
- Lenders, R. en Zundert, L. van, *Warehouse Management Systems (WMS) 2002*, CapGemini: 30-05-'02
- Levensmiddelenkrant, *Metro deelt verkoopcijfers met leveranciers*, 06-08-'04

- Levhari, D., *Further implications of learning by doing*, The review of Economic Studies, Vol. 33, No.1 (Jan.,1966), 31-38
- LogicaCMG, *LogicaCMG and Airbus reach new heights in RFID*, 10-08-'04
- LogicaCMG, *Radio Frequency Identification*, LogicaCMG: 2004
- LogicaCMG, *RFID aan de vooravond van Europese doorbraak*, LogicaCMG: 15-04-'04
- Logistiek Actueel, *Topprioriteit voor RFID*, Logistiek Actueel: nummer 5, mei 2004
- Mansfield, E., *Industrial Research and Technological Innovation, An Econometric Analysis*, New York: W.W. Norton & Company, inc., 1968
- Mansfield, E., *Managerial Economics and Operations Research*, London: MacMillan, 1970
- Mansfield, E., *Research and Innovation in the modern corporation*, London: MacMillan, 1972
- Mansfield, E., *The Economics of Technological Change*, London: Longman, 1968
- Mommersteeg, M., *Goederen worden intelligent*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2003
- Nes, van de J., *RFID prachtig identificatiemiddel, maar implementatie vraagt kennis*, Tijdschrift voor Inkoop & Logistiek: nr. 3, 2004, pagina 35
- Niemeyer, A., M.H. Pak, S.E. Ramaswamy, *Smart tags for your supply chain*, The McKinsey Quarterly, 2003 Number 4
- Patterson, J., *Sun Microsystems and CapGemini Launch RFID Solution for Retail and Consumer Package Goods Companies*, CapGemini: 05-05-'04
- Perfect for People, *Perfect for People lid van de stichting RFID Nederland*, 10-06-'04
- Philips Semiconductors, *I-Code – Smart Label Technology*
- Philips Semiconductors, *Philips and IBM join forces in the RFID and smart card market place*, mei 2004
- Philips Semiconductors, *Smart Card Reader ICs – Contactless*
- Privacy Laws & Business, *Tagging Privacy onto RFIDs*, Issue 71, Jan/February 2004
- Procter & Gamble, *Frequently Asked Questions on EPC*
- Procter & Gamble, *P&G Position in Electronic Product Coding*,
- Procter & Gamble, *RFID used by P&G pioneers*, P&G: 05-05-'03
- Scharfeld, T.A., *An Analysis of the Fundamental Constraints On Low Cost Passive Radio-Frequency Identification System Design*, Boston, USA, MIT: 8-01-2001
- TransportVisie, *Tracking & Tracing niet alleen voor waardetransporten*, nr.3 juni 2004
- University of Florida, '2000 Retail Survey Report',
- USAToday, *Several consumer products to get 'tagged'*, 27-01-2003

Websites:

- Perfect for People, *General Foodlaw 2005*, http://www.perfectforpeople.nl/General_Foodlaw.html
- Perfect for People, *Investeren in RFID is een must!*, <http://www.perfectforpeople.nl/RFID.html>
- Philips, *First broad implementation of RFID technology in European supermarkets*, http://www.semiconductors.philips.com/news/publications/content/file_1178.html, Augustus 2003