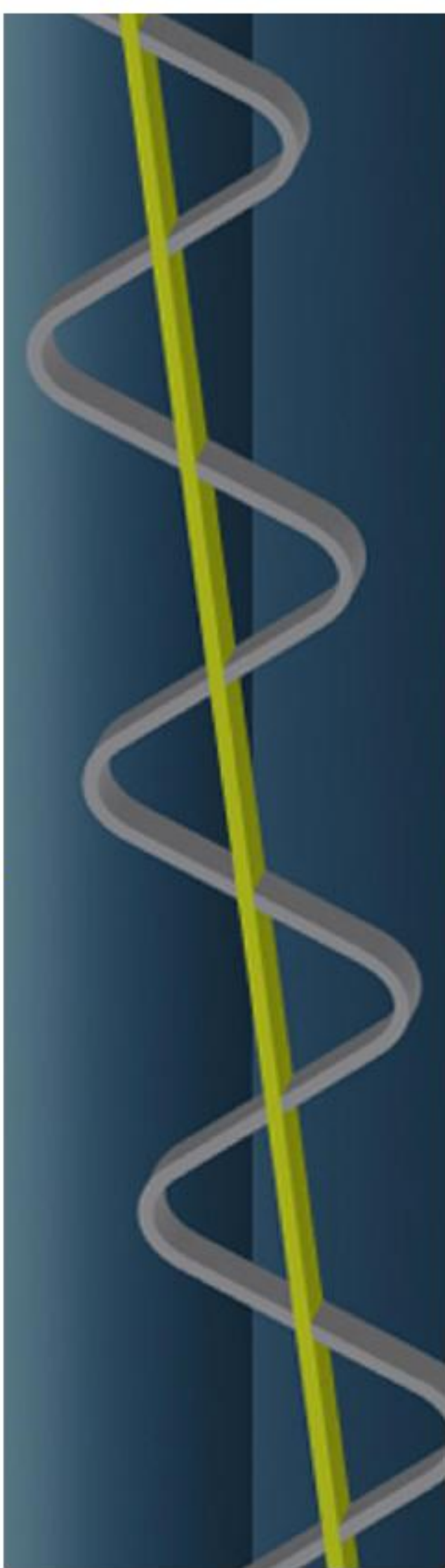


CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN THEORY: A SOLUTION TO THE E-COMMERCE NIGHTMARE



**De impact van consumentenretouren
op het bullwhip effect**



Titel:

Closed loop supply chain theory: A solution to the e-commerce nightmare

Ondertitel:

De impact van consumentenretouren op het bullwhip effect

Afstudeerbegeleider: dr. M. Bijvank

Meelezer: dr. E.A. Van der Laan

Naam: Gregory Kenson

Studentnummer: 180641

E-Mail: greggy101@hotmail.com

Opleiding: Rotterdam School of Management, Parttime Master Bedrijfskunde

Datum: 16-10-2014

Het auteursrecht van deze afstudeerscriptie berust bij Gregory Kenson.

Het gepresenteerde werk is origineel en er zijn geen andere bronnen gebruikt, dan degenen waarnaar verwezen wordt in de tekst en die genoemd zijn bij de referenties. De inhoud van deze afstudeerscriptie is geheel voor de verantwoordelijkheid van de auteur.

De RSM is slechts verantwoordelijk voor de onderwijskundige begeleiding en aanvaardt in geen enkel opzicht verantwoordelijkheid voor de inhoud.

Managementsamenvatting

Om aan de vraag van consumenten naar goederen te voldoen wordt er binnen logistieke ketens aan voorraadbeheer gedaan. Voorraadbeheer heeft als doel om te voorzien in het behalen van een minimale servicegraad. Een servicegraad wordt uitgedrukt als een verhouding tussen de bestelhoeveelheden door klanten ten opzichte van de mogelijkheid van een bedrijf om aan die vraag te voldoen. Aangezien de vraag naar producten onderhevig is aan een bepaalde willekeur moet een bedrijf inspelen op de verwachte vraag met vraagvoorspellingen. Hierdoor ontstaat het bullwhip effect. Dit is een fenomeen dat door diverse onderzoekers onderzocht is en aangeeft dat er een onbalans bestaat in de variatie van de consumentenvraag en de variatie van de bestelhoeveelheden stroomopwaarts in de logistieke keten. Dit zorgt ervoor dat niet de juiste voorraadhoeveelheden aanwezig zullen zijn om aan de consumentenvraag te kunnen voldoen. Er zijn momenten dat er een voorraadtekort of juist een –overschot is.

In de e-commerce branche zijn retourpercentages hoog. Consumentenretouren binnen de e-commerce kunnen leiden tot een maatschappelijk probleem mits dit niet snel wordt aangepakt. Overproductie zal leiden tot economische verspilling van grond- en hulpstoffen.

Met dit onderzoek wordt getoetst hoe het best met de retourinformatie en retouren stroom omgegaan kan worden.

Het doel is dat de voorraad die door de retouren ontstaat, leidt tot de minste verspilling in de gehele supply chain.

De onderzoeksvraag van deze thesis luidt:

“Wat is de impact van her-inzetbare retouren op voorraadniveaus in de gehele logistieke keten?”

Om deze vraag te beantwoorden zijn de volgende hypotheses opgesteld en door middel van simulatie getoetst.

- **H1:** Een hoog retourpercentage leidt tot een versterkend bullwhip effect.
- **H2:** Lange levertijden leiden tot het versterken van het bullwhip effect in een supply chain waar rekening gehouden wordt met retouren.
- **H3:** Door in een voorraadbeheersproces rekening te houden met retouren kunnen voorraadniveau's verlaagd worden.
- **H4:** Als de retouren meer stroomopwaarts in de keten ontvangen worden, verhoogd dit het voorraadniveau van de schakels stroomafwaarts in de keten.
- **H5:** Het bullwhip effect neemt af naarmate de retouren op een locatie eerder in de keten ontvangen worden.

Het versturen van consumentenretouren naar de retailer leidt tot de grootste voorraadverlaging voor alle schakels in een logistieke keten waarbij er rekening gehouden wordt met direct her-inzetbare retouren.

De voorraadverlaging wordt gerealiseerd vanaf de schakel die rekening houdt met retouren. Her-inzetbare retouren hebben invloed op voorraadniveaus in de gehele logistieke keten.

Het totale voorraadniveau in de gehele logistieke keten is altijd hoger indien er geen rekening gehouden wordt met direct her-inzetbare retouren.

Er is aan de hand van de onderzoeksresultaten niet eenduidig vast te stellen of levertijden effect hebben op het bullwhip effect.

Doordat de laatste schakel in de voorwaartse logistieke keten zijn bestelhoeveelheden verlaagd, omdat hij rekening houdt met retouren, daalt de gemiddelde ordergrootte stroomopwaarts in de keten. Het gevolg hiervan is dat het bullwhip effect daalt. De retailer profiteert het meest van de situatie om de retouren zelf in zijn voorraadbeheerstrategie op te nemen. Als hij dit niet doet blijft het bullwhip effect voor hem gehandhaafd en moet hij meer investeren in voorraad. Of deze investering in voorraad voor de retailer economische gevolgen heeft is echter geheel afhankelijk van de leveringsvoorwaarden gemaakt tussen leverancier en afnemer.

De belangrijkste oorzaak volgens de theorie over het ontstaan van het bullwhip effect is het gebrek aan delen van de vraaginformatie stroomopwaarts de logistieke keten. Deze definitie dient voor een logistieke keten met het fenomeen direct her-inzetbare retouren aangescherpt te worden. Hierbij dient de vraag vervangen te worden door de netto-vraag.

“Zijn consumentenretouren wel de echte nachtmerrie van de e-commerce?”

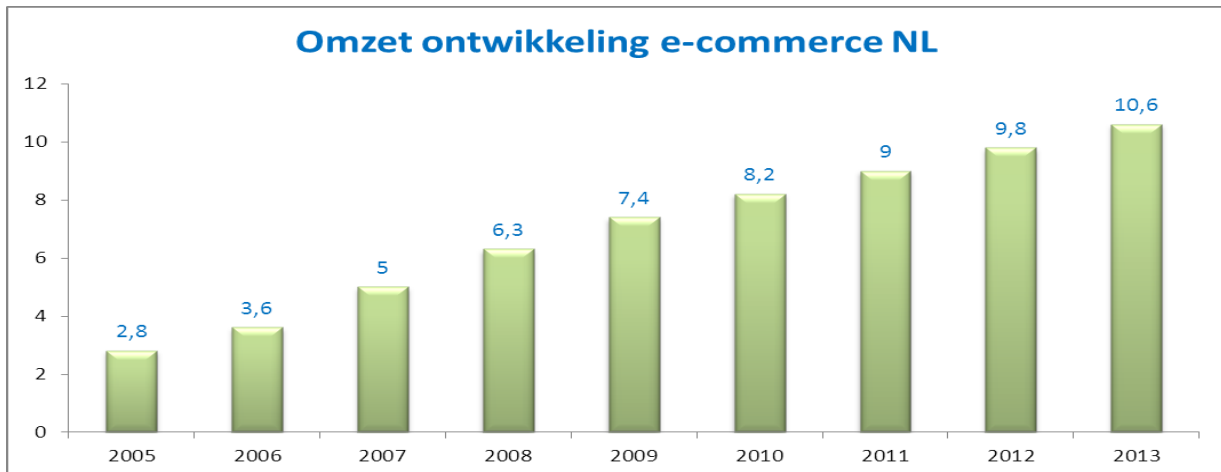
Inhoud

Managementsamenvatting.....	2
1 Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding	7
1.2 Probleemstelling en onderzoeksvragen.....	8
1.3 Relevantie (bijdrage aan theorie en praktijk)	9
1.4 Opbouw.....	9
2 Theoretisch kader	10
2.1 Bullwhip Effect	10
2.2 Closed loop supply chain management	13
2.3 Bullwhip effect binnen Closed Loop Supply Chain Management	17
3 Onderzoeksmethodologie.....	20
3.1 Theoretische concepten	20
3.2 Conceptueel model	21
3.3 Afbakening	24
3.3.1 Aannames	24
3.3.2 Input-, beslissings- en outputvariabelen.....	26
3.4 Simulatiemethode als onderzoeksinstrument.....	26
4 Dataverzameling	28
4.1 Samenstelling dataset.....	28
4.2 Analyse dataset.....	29
4.2.1 Verkoopinformatie.....	30
4.2.2 Retourinformatie	31
5 Voorraadbeheer.....	34
5.1 Karakteristieken van het model.....	34
5.2 Beschrijving voorraadbeheersysteem.....	35
5.3 Retouren	36
5.3.1 Bepalen van de retouraantallen	36
5.3.2 Bepalen retourmomenten	37
5.4 Base-stock voorraadbeheerstrategie.....	37
5.5 Output van het model.....	39
5.6 Notaties.....	40
6 Resultaten analyse.....	41
6.1 Simulatie ontwerp.....	41

6.2	Resultaten in relatie tot het bullwhip effect.....	43
6.3	Resultaten in relatie tot de voorraadniveaus	50
7	Discussie en conclusie.....	54
7.1	Conclusie.....	54
7.2	Limitaties.....	55
	Nawoord	56
8	Bronnen.....	57
	Bijlagen.....	60

1 Inleiding

E-Commerce is een snelgroeiende markt in Nederland en de rest van de wereld. In figuur 1 is te zien dat vanaf 2005 tot en met 2013 de omzet van Nederlandse organisaties, actief in de e-commerce, gestegen is van 2,8 miljard naar 10,6 miljard euro.



Figuur 1 Omzetontwikkeling in miljarden Euro's Bron Thuiswinkel

Ten opzichte van de klassieke handelskanalen zijn er, naast enkele overeenkomsten, flinke verschillen. Bij e-commerce vindt het verkoopproces plaats op afstand. Consumenten kunnen het product niet fysiek zien, voelen of proberen. Dit leidt vaak tot een verkeerd besluit. (Mostard et al., 2004)

Het grootste verschil tussen de klassieke retail en e-commerce is het aantal retouren. (Vlachos & Dekker, 2003) Dit heeft voornamelijk te maken met de volgende oorzaken:

- Er is bij e-commerce weinig persoonlijk contact tussen verkoper en klant.
- De afnemers in de e-commerce kunnen de gewenste producten niet voelen.
- Afnemers van bijvoorbeeld schoeisel en kleding willen de gewenste goederen graag eerst passen. In klassieke retail gebeurt het passen op de plek waar de paskamer en de voorraad van deze producten is. Binnen de e-commerce is dit niet mogelijk.
- De mogelijkheid tot het (gratis) per post retourneren van gekochte goederen.

Deze verkoopbenadering leidt tot gigantische retour aantallen die kunnen oplopen tot wel $\pm 50\%$ van de verkochte goederen. (ING, 24 december 2013) Om de consument te beschermen is er ook een wet met de benaming 'kopen op afstand', die de consument 14 dagen zichttermijn en 14 dagen de tijd geeft om goederen terug te zenden. (Thuiswinkel, 30 juni 2011)

Op basis van deze wetgeving zou de verkoper pas minimaal na 28 dagen zeker weten of zijn producten daadwerkelijk verkocht zijn. Het is daarom aannemelijk dat het gemak en de bescherming van thuiswinkelen uiteindelijk leidt tot grootschalige verspilling van onze schaarse grondstoffen en uiteindelijk tot economische verspilling. Consumenten kopen meer dan nodig is en in veel gevallen is het gratis retourneren een mogelijkheid die binnen de e-commerce aan de consument wordt aangeboden. Dit laatste kan de overvloedige vraag stimuleren.

1.1 Aanleiding

Consumenten retouren binnen de e-commerce kunnen leiden tot een maatschappelijk probleem mits dit niet snel wordt aangepakt. Overproductie zal leiden tot economische verspilling van grond- en hulpstoffen.

Om aan de vraag van consumenten naar goederen te voldoen wordt er binnen logistieke ketens aan voorraadbeheer gedaan. Voorraadbeheer heeft als doel om te voorzien in het behalen van een minimale servicegraad. Een servicegraad wordt uitgedrukt als een verhouding tussen de bestelhoeveelheden door klanten ten opzichte van de mogelijkheid van een bedrijf om aan die vraag te voldoen. Een hoge servicegraad vereist in logistieke ketens, die vanuit voorraad leveren vaak een hoge investering in voorraad. Deze servicegraad kan per keten verschillen en is afhankelijk van de organisatie doelstellingen. Als niet voldaan kan worden aan de vraag naar producten spreekt men van nee verkopen. Nee verkopen leidt tot omzetverlies aan concurrenten die gelijksoortige producten van hetzelfde merk aanbieden. (Verbeke et al., 1998) Daarom stellen bedrijven vaak hoge servicegraad doelstellingen. Deze hoge servicegraad niveaus gaan vaak gepaard met hoge voorraadmogelijkheden en in veel gevallen ook met hoge voorraadrisico's. Ook bedrijven actief in de e-commerce hebben servicegraad doelstellingen. Consumenten die goederen afnemen in de e-commerce kopen vanaf een beeldscherm producten, met een aannemelijke kans dat zij deze goederen nog niet eerder fysiek gezien of gevoeld hebben. Het risico dat hierbij aanwezig is, is dat consumenten gedane aankopen retourneren. Op het gebied van voorraadbeheer binnen de e-commerce ontstaat de complexiteit om rekening te houden met deze consumentenretouren, omdat deze weer inzetbaar kunnen zijn als voorraad. Bedrijven die te maken hebben met consumentenretouren en die voorraadrisico's willen beperken, waarbij een minimale servicegraad behaald wordt, hebben voorraadbeheer modellen nodig die hen hierbij ondersteunen. De vraag naar producten is in deze modellen van belang maar ook hoe binnen deze modellen moet worden omgegaan met consumentenretouren.

Aangezien de vraag naar producten onderhevig is aan een bepaalde willekeur moet een bedrijf inspelen op de verwachte vraag met vraagvoorspellingen. Hierdoor ontstaat het bullwhip effect. Dit is een fenomeen dat door diverse onderzoekers onderzocht is en aangeeft dat er een onbalans bestaat in de variatie van de consumentenvraag en de variatie van de bestelhoeveelheden stroomopwaarts de logistieke keten. Dit zorgt ervoor dat niet de juiste voorraadhoeveelheden aanwezig zullen zijn om aan de consumentenvraag te kunnen voldoen. Er zijn momenten dat er een voorraadtekort of juist een –overschot is. In deze onderzoeken, waar in hoofdstuk 2.1 dieper op ingegaan wordt, staat de vraag van de consument centraal en hoe de partners in de ketens hiermee omgaan.

Er is met betrekking tot het bullwhip effect veel onderzoek gedaan. De meeste onderzoeken zijn gericht op het aantonen of het bullwhip effect echt bestaat. (Lee et al., 1997; Chen et al., 2000; Chatfield et al., 2004) Het delen van verkoopinformatie is één van de belangrijkste middelen om het bullwhip effect te reduceren of tegen te gaan.

Het delen van verkoopinformatie in een supply chain, die actief is in de e-commerce, zou gegeven het aankoopgedrag van de consumenten juist leiden tot een versterking van het bullwhip effect stroomopwaarts in de supply chain. Consumenten retourneren bijvoorbeeld binnen de kledingbranche immers bijna 50% van hun aankopen bij Zalando, één van Europa's grootste online retailers. (ING, 24 december 2013) Met zulke gigantische retouraantallen is het aannemelijk dat

deze goederen opnieuw in de keten aangeboden worden. Het is dan ook de hoogste tijd om te kijken hoe het best met de retourinformatie of retouren stroom omgegaan kan worden, zodanig dat de extra vraag naar retourvoorraad die er ontstaat, leidt tot de minste verspilling in de gehele supply chain.

In deze thesis gaat de aandacht uit naar de invloed van consumentretouren in de e-commerce supply chain. Met dit onderzoek tracht ik te concluderen hoe binnen de e-commerce consumentenretouren kunnen leiden tot lagere (of hogere) voorraadniveaus in de gehele supply chain. Het doel is om te adviseren over de omgang met consumentenretouren om de voorraad in de totale logistieke keten te verkleinen en daarmee verspilling tegen te gaan. Na het onderzoeken van deze invloed wordt een advies uitgebracht over een verbeterde omgang met consumentenretouren om het bullwhip effect te beperken.

1.2 Probleemstelling en onderzoeksvragen

Om meer inzicht te verkrijgen in de theorie van het bullwhip effect en het optimaliseren van voorraadhoogtes in de totale logistieke keten luidt de hoofdvraag in dit onderzoek:

“Wat is de impact van her-inzetbare retouren op voorraadniveaus in de gehele logistieke keten?”

Dit wordt onderzocht met de volgende deelvragen:

- Wat is de invloed van de locatie, waar consumentenretouren naartoe gestuurd worden in de keten, op de hoogte van voorraadniveaus?

Er zal onderzocht worden of het retourneren naar diverse schakels stroomopwaarts in de keten kan leiden tot een algehele voorraadverlaging in de keten en welke schakel in de keten de meeste voorraad zal moeten houden om aan een minimale servicegraad te voldoen.

- Naar welke schakel, stroomopwaarts in de keten, kunnen de consumentenretouren het best teruggestuurd worden om het bullwhip effect te beperken?

Bij deze tweede deelvraag wordt gekeken naar de voorraadhoogte per schakel in de keten.

Er zal onderzocht worden of het retourneren naar diverse schakels in de stroomopwaartse keten kan leiden tot een algehele voorraadverlaging in de keten. Bijvoorbeeld van consument naar retailer, of van consument naar distributeur of nog verder de keten stroomopwaarts tot aan de producent. Zie figuur 2 voor de opties die onderzocht zullen worden. Waar P staat voor de producent, D voor de distributeur, R voor de retailer en C voor de consument.



Figuur 2 Reverse supply flow in de logistieke keten.

Het structureel terughalen van goederen die reeds aan consumenten geleverd zijn en weer stroomopwaarts de logistieke keten in gaan, wordt in het logistieke vakgebied gestoeld onder de paraplu van reverse logistics of closed loop supply chain management. Het zijn twee termen waarvan het vakgebied hetzelfde is. Hierover volgt meer in hoofdstuk 2.2.

1.3 Relevantie (bijdrage aan theorie en praktijk)

Met dit onderzoek tracht ik te bepalen welke impact consumentenretouren hebben op voorraad in de volledige logistieke keten. Daarmee wil ik een bijdrage leveren aan de theorie over het beperken van het bullwhip effect in de keten. Met deze scriptie draag ik bij aan wetenschappelijk onderzoek binnen het supply chain domein over het fenomeen bullwhip effect. Ik doe een poging om te tonen dat de discussie met betrekking tot het bullwhip effect wellicht uitgebreid moet worden met de impact van retouren die opnieuw ingezet worden als voorraad in de keten.

Naast de impact van retouren op het bullwhip effect in de supply chain tracht ik ook in kaart te brengen welke weg de goederen die de consument retour stuurt dienen te gaan. Terug de logistieke keten in en een bijdrage te leveren aan de theorie van closed loop supply chain management.

Ten slotte wil ik praktisch inzicht verschaffen welke acties noodzakelijk zijn om onnodige verspilling te voorkomen.

1.4 Opbouw

Deze thesis start met het theoretisch kader waar toelichting gegeven wordt op literatuur omtrent het bullwhip effect en de closed loop supply chain management. Na het toelichten van deze begrippen volgt een overzicht van theorie over het bullwhip effect binnen closed loop supply chain management.

Na het theoretisch kader volgt een hoofdstuk met de onderzoeksmethodologie. Deze start met de theoretische concepten. Vervolgens wordt het conceptuele model getoond. De hypotheses, afbakening en aannames geven de scope van dit onderzoek weer.

Als onderzoeksinstrument wordt gebruik gemaakt van diverse simulaties van verschillende variabelen, deze worden in hoofdstuk 3 benoemd.

De dataverzameling, de analyse van deze data en een beschrijving van het voorraadbeheersysteem volgen in hoofdstuk 4 en 5. De resultaten worden in hoofdstuk 6 weergegeven. De hypotheses, die vooraf gesteld zijn, worden door de resultaten verworpen of aangenomen.

Tenslotte volgt de conclusie met het antwoord op de onderzoeksvraag en een opsomming van de limitaties.

2 Theoretisch kader

Dit hoofdstuk bevat de theoretische achtergrondinformatie over drie onderzoeksgebieden binnen operations management. Het betreft de volgende 3 onderzoeksgebieden:

- Het bullwhip effect (Hoofdstuk 2.1)
- Closed loop supply chain management (Hoofdstuk 2.2)
- Bullwhip effect binnen closed loop supply chain management (Hoofdstuk 2.3)

Deze informatie is gebaseerd op eerder onderzoek dat is uitgevoerd naar de drie genoemde gebieden in de supply chain. Per onderdeel zal een definitie beschreven worden en worden aangegeven welke factoren een belangrijke rol spelen in deze theorieën.

2.1 Bullwhip Effect

Het bullwhip effect is een bekend fenomeen in de supply chain literatuur. Dit fenomeen ontstaat als de variabiliteit van de bestelde hoeveelheden tussen de verschillende schakels in de keten stroomopwaarts (van retailer naar producent) toeneemt. Door de fluctuerende vraag van orders binnen een bevoorradingsketen wordt de indruk gewekt dat de variabiliteit van de orderhoeveelheden toeneemt in de opeenvolgende schakels. Een verandering in de aankopen van klanten aan het begin van de keten zorgt voor grotere schommelingen verder in de keten. (Metters, 1997)

Een synoniem voor het bullwhip effect is het whiplash-, opslinger- of Forrester effect. In deze scriptie wordt dit fenomeen Bullwhip genoemd en wordt er gebruik gemaakt van de volgende definitie:

“Het toenemen van de variabiliteit van bestelde hoeveelheden in de opeenvolgende schakels in een keten.” (Lee et al., 1997)



Figuur 3 Bullwhip effect

Figuur 3 toont een grafische weergave van het Bullwhip effect. Het toont de bestelaantallen, geplaatst door alle schakels in de keten, die ieder in dezelfde periode plaatsgevonden hebben. (Chatfield & Pritchard, Returns and the bullwhip effect, 2013) Deze auteurs wijten het bullwhip effect aan onjuiste voorspellingen, aankopen in batches, prijsfluctuaties en rantsoenering. Bij vervolgonderzoeken, onder andere van (Bhattacharya & Bandyopadhyay, 2011), worden zelfs 18 oorzaken genoemd. Zij noemen ook miscommunicatie, capaciteitslimieten, organisatieprocessen en de levertijden. Daarnaast maken ze een verschil tussen operationele oorzaken en gedragsoorzaken.

Gedrag dat het bullwhip effect veroorzaakt is bijvoorbeeld gebrek aan training van personeel, angst om niet te verkopen en het negeren van vertraging bij het bestellen. (Bhattacharya & Bandyopadhyay, 2011)

Er zijn sinds het bestaan van dit fenomeen vele onderzoeken gedaan die diverse factoren hebben onderzocht die invloed hebben op het ontstaan van het Bullwhip effect. Adenso-Diaz et al.(2012) hebben van de meest belangrijke factoren een samenvatting gemaakt met referenties naar deze onderzoekers. Dit is in tabel 1 uitgewerkt.

Tabel 1 literatuur over factoren die het bullwhip effect beïnvloeden in een voorwaartse keten (Adenso-Diaz et al., 2012)

Factor	Literatuur
<i>Erratic human behavior</i>	Sterman (1989), Wu and Katok (2006)
<i>Parameters correcting inventory and WIP</i>	Sterman (1989), Paik and Bagchi (2007) Dejonckheere et al. (2003), Disney et al. (2004), Disney and Towill (2003)
<i>Safety stock policy</i>	Lee et al. (1997), Geary et al. (2006)
<i>Delivery time delays (lead times)</i>	Sterman (1989), McCullen and Towill (2002), Towill (1997), Paik and Bagchi (2007), Geary et al. (2006), Chatfield et al. (2004), Moyaux et al. (2007)
<i>Demand forecasting technique</i>	Lee et al. (1997), Metters (1997), Zhang (2004)
<i>Order batching policy</i>	Lee et al. (1997), Moyaux et al. (2007), Su and Wong (2008), Potter and Disney(2006)
<i>Information sharing</i>	Geary et al. (2006), Chatfield et al. (2004) Moyaux et al. (2007) Fiala (2005) Ouyang, 2007, Cannella and Ciancimino (2011), Paik and Bagchi (2007), Holweg and Bicheno (2002)
<i>Lack of synchrony</i>	Lee et al. (1997), Holweg and Bicheno (2002)
<i>Number of links in the chain</i>	Lee et al. (1997), McCullen and Towill (2002), Paik and Bagchi (2007)
<i>Variable demand/price policies</i>	Metters (1997), Lee et al. (1997), Ouyang and Daganzo (2008), Zhang (2004), Luong and Phien (2007)
<i>Operation capacity constraints</i>	Metters (1997), Paik and Bagchi (2007)

Er zijn veel oorzaken voor het bullwhip effect. In dit onderzoek is het doel een advies uit te brengen over het beperken van het bullwhip effect dat veroorzaakt wordt door retourstromen. Bij het tegengaan van het bullwhip effect dient eerst begrepen te worden hoe de retourstromen invloed hebben op de bullwhip. Vervolgens kan gekeken worden hoe dit te verbeteren is.

Lee et al. (1997) noemen drie categorieën om het bullwhip effect tegen te gaan. Het betreft hier:

- Het delen van informatie.
 - De vraaginformatie dient regelmatig gedeeld te worden vanuit de laagste schakel in de keten tot aan het begin van de keten bij de producent.
- De afstemming binnen de gehele keten.
 - Het coördineren van de prijsbepaling, het transport, voorraadplanning en eigenaarschap tussen de opeenvolgende schakels in de keten.
- Operationele efficiëntie.
 - Dit refereert aan activiteiten die leiden tot het reduceren van kosten en levertijden. (Lee et al., 1997)

Schematisch zien deze oorzaken, en de categorieën om het bullwhip effect tegen te gaan, eruit zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Framework for supply chain coordination initiatives, gebaseerd op Lee et al (Lee et al., 1997)

<i>Bullwhip oorzaken:</i>	Delen van informatie	Afstemming binnen gehele keten	Operationele efficiëntie
<i>Onjuiste voorspellingen</i>	Systeemdynamiek begrijpen Gebruik van point of sale data Electronic data interchange (EDI) Internet Computer assisted ordering (CAO)	Vendor managed inventory (VMI) Korting bij het delen van informatie Consument direct	Levertijd reductie Echelon based inventory control
<i>Aankopen in batches</i>	Electronic data interchange Internet ordering	Korting voor volledige truck ladingen Leveringsafspraken Consolidatie Uitbesteden van logistieke activiteiten	Reductie in vaste kosten bij bestellingen via EDI of e-commerce Computer gestuurde bestellingen
<i>Prijsfluctuaties</i>		Continue herbevoorradsingsprogramma Every day low costs	Every day low price Activity-based costing
<i>Rantsoenering</i>	Delen van verkoop-, capaciteit- en voorraad informatie	Toewijzing op basis van historische verkoopgegevens	

In vervolgonderzoek wordt aandacht besteed aan het beperken van het bullwhip effect door de vraaginformatie tussen de schakels beschikbaar te stellen. In dit onderzoek wordt verondersteld dat de retouren geen significante invloed hebben op het bullwhip effect. Binnen deze onderzoeken wordt veelal uitgegaan van een two-stage model. Dit houdt in dat er voorraadtransacties plaatsvinden tussen twee schakels in de keten. Het onderzoek van Chatfield en Pritchard (2013) veronderstelt dat retouren wel degelijk van invloed zijn op het versterken van het bullwhip effect. Dit tonen ze aan door onderzoek te doen naar deze aanname in een two-stage model en een multi-stage model. Ze tonen aan dat bij een two-stage model retouren weinig invloed hebben op het bullwhip effect. In een multi-stage model hebben ze echter wel significante invloed op het versterken van het bullwhip effect. (Chatfield & Pritchard, Returns and the bullwhip effect, 2013)

Samenvattend is er veel theorie over het bullwhip effect geschreven door een scala aan wetenschappers. Zij tonen aan dat het fenomeen bestaat en welke oorzaken hier aan ten grondslag liggen. Vervolgens is er onderzocht hoe het bullwhip effect gereduceerd kan worden. De aanname in het merendeel van deze onderzoeken is dat retouren geen significante invloed hebben op het versterken van het bullwhip effect. Deze aanname blijkt juist te zijn bij two-stage modellen. Recent onderzoek van Chatfield & Pritchard (2013) toont aan dat retourstromen bij een multistage model wel een significante invloed hebben op het bullwhip effect.

2.2 Closed loop supply chain management

Closed loop supply chains zijn logistieke ketens waarbij manufacturing en remanufacturing simultaan plaats vinden (Van der Laan et al., 1995). Voor het remanufacturing deel worden gebruikte consumentengoederen teruggehaald uit de markt, die via de voorwaartse logistiek de consument hebben bereikt. Het doel van deze goederenstroom is om deze goederen weer de logistieke keten in te sturen en te verwerken (recyclen). Dit is een onderdeel van reverse logistics ofwel closed loop supply chain management (CLSCM). Beide begrippen worden anders geparafraseerd, maar hebben betrekking op hetzelfde. Ter illustratie worden daarom beide definities in dit hoofdstuk besproken.

Reverse logistics wordt gedefinieerd als: ***“Het geheel van logistieke activiteiten om producten of materialen te verzamelen, ontmantelen en herstellen om de waarde of vernietiging te waarborgen.”*** (Rogers & Tibben-Lembke, 1999)

CLSCM kan worden gedefinieerd als: ***“Het ontwerpen en beheersen van logistieke recycle processen met als doel, het maximaal herwinnen van waarde uit goederen die aan het einde van hun technische levensduur zijn en verzameld worden. In dit proces zijn vaak de aantallen, tijdstippen en de staat waarin de goederen ontvangen worden moeilijk voorspelbaar.”*** (Atasu, 2008)

Naast deze definitie van CLSCM geeft Atasu in dit artikel aan dat er binnen de CLSCM vier verschillende wetenschapsstromen zijn. Deze stromen verschillen van elkaar vanwege de verschillende focus die zij bezitten. Het betreft de volgende wetenschapsstromen / categorieën:

1. De stroom industrial engineering en operational research legt de focus op het voorspellen van retouraantallen, voorraadbeheer en reverse logistics network design.
2. De stroom design legt de focus op de levensduur van een product, product acquisitie management en duurzame keuzes. Deze stroom wil duurzaamheid, retouraantallen en de levenscyclus van een product combineren.

3. De stroom strategy legt de focus op strategische concurrentie vraagstukken zoals het wel of niet voeren van original equipment manufacturer. Daarmee wil de organisatie haar core business behouden en voorkomen dat er producenten met low cost items de markt op gaan.
4. De stroom behavioral legt de focus op het gedrag van consumenten en de waarde perceptie van ge(re)conditioneerde producten door bedrijven en consumenten. (Atasu, 2008)

Onderzoeken die een belangrijke rol spelen in de eerste stroom zijn Fleischmann et al (2001) waarin onderzocht wordt wanneer en of het verstandig is om de voorwaartse goederenstroom en de closed loop supply chain (CLSC) met elkaar te integreren. Een belangrijke conclusie is dat de geografische ligging van de afzetmarkt en de goederenlocatie bepalend kan zijn.

Ander belangrijk onderzoek dat binnen de eerste stroom past, is dat van Toktay et al. (2000), dat een bijdrage levert aan de theorie hoe voorraadbeheer uit te voeren in geval van dual sourcing¹ strategieën binnen een closed loop supply chain (CLSC). In dit onderzoek is er sprake van een integratie tussen de voorwaartse en stroomopwaartse supply chain. Zij concluderen dat een accurate inschatting van de retouraantallen en de momenten in de tijd dat deze retouren ontvangen worden, kunnen leiden tot significante kostenbesparingen.

Volgens Toktay et al.(2000) hebben Van der Laan et al.(1995) geconcludeerd dat veel onderzoekers op het gebied van herproduceren, meestal belangrijke beslissingsinformatie over het hoofd gezien hebben. Het betreft hier informatie zoals levertijden, fysiek beschikbare voorraad (on hand) en opbrengsten. De meeste onderzoekers hebben volgens Toktay et al. (2000) namelijk gebruik gemaakt van aannames die ervan uitgaan dat er een relatie is tussen de statistische eigenschappen van de voorwaartse- en de retourstroom. Om niet dezelfde aannames te maken, hebben Toktay et al.(2000) ervoor gekozen om binnen een queuing netwerk op zoek te gaan naar deze statistische relatie tussen de voorwaartse- en de retourstroom. Voor het inrichten van een rendabel CLSC binnen een queuing netwerk is het volgens Toktay et al. (2000) van belang dat er een accurate voorspellingsmethode aanwezig is voor zowel de vraag naar producten als de verwachte retouraantallen en retouromomenten. Zij geven aan dat de productlevenscyclus hierbij ook essentieel is om te kennen. De methode die Toktay et al. (2000) hebben ontwikkeld is complex vanwege onwetendheid van de retouraantallen en het onbekende tijdstip waarop deze retouren terugkomen.

Volgens Atasu (2008) heeft nog een onderzoek een belangrijke bijdrage geleverd aan de eerste stroom. Dit betreft het onderzoek door Van der Laan et al (1999), waarin onderzocht is hoe het best omgegaan kan worden met retouren als er sprake is van een dual sourcing strategie binnen een CLSC. De auteurs hebben onderzoek gedaan naar de impact van push² en pull³ binnen de CLSC en de impact hiervan op de voorraad. Een belangrijke bepalende factor hierbij is de hoogte van de kosten voor het houden van voorraad. Kortom, ze bepalen wanneer het beste moment is om retouren te verwerken tot gereed product.

¹ Dual sourcing strategie houdt in dat er meerdere mogelijkheden zijn voor het aanwenden van voorraad ter verspreiding van risico en het verminderen van transportkosten tussen diverse regio's. (Simchi-Levi, 2010)

² Push strategie houdt in dat het gaat om producten met een hoge afname zekerheid, hier wordt de strategie op aangepast. (Simchi-Levi, 2010)

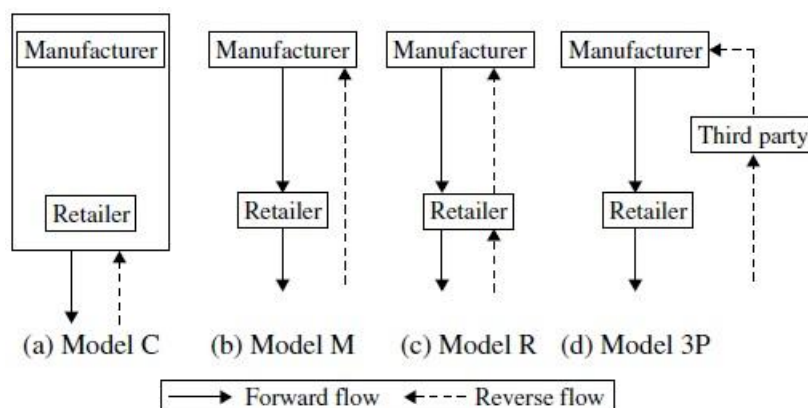
³ Pull strategie houdt in dat het gaat om producten met een hoge afname onzekerheid, hier wordt de strategie op aangepast. (Simchi-Levi, 2010)

De tweede stroom van Atasu (2008) is de design stroom. Deze stroom legt de focus op de levensduur van een product, product acquisitie management en duurzame keuzes. Deze stroom wil duurzaamheid, retouraantallen en de levenscyclus van een product combineren.

Het eerste onderzoek dat een belangrijke rol speelt in de tweede stroom is dat van Geyer et al. (2007). Zij demonstreren dat een zorgvuldige coördinatie van de productiekostenstructuur noodzakelijk is om de retourkosten, de productlevenscyclus en deugdelijke onderdelen tegen zo laag mogelijke kosten te re-conditioneren.

Een tweede onderzoek binnen deze design stroom is van Guide et al (2003). In dit artikel is er binnen CLSCM aangetoond dat effectief herstelmanagement van retouren simultaan plaats dient te vinden vanuit diverse perspectieven, te weten de vraag naar het product, de kosten voor re-conditionering en het terugkopen of werven van gebruikte goederen.

Het onderzoek van Savaskan et al. (2004) is van belang binnen de designstroom doordat er onderzocht wordt welke schakel in de CLSC de retouren moet verzamelen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een supply chain met twee schakels, te weten een fabrikant en retailer. In dit onderzoek staat de rentabiliteit van diverse retour ophaalmogelijkheden centraal. Er wordt gekeken wat de impact is op de rentabiliteit als de fabrikant, de retailer of een onafhankelijke derde partij de retouren ophaalt. Figuur 4 geeft de diverse retourmodellen weer die door Savaskan et al. (2004) zijn onderzocht. Van deze scenario's blijkt dat de retailer het best de retouren kan verzamelen, vervolgens de fabrikant en als laatst de onafhankelijke partij.



Figuur 4 Retour ophaal scenario's (Savaskan et al. 2004)

De overige twee stromen van Atasu (2008) (strategy en behavioral) worden niet verder uitgediept, omdat deze minder relevant zijn binnen deze scriptie.

Het onderzoek van Atasu (2008) geeft een framework van de vier categorieën en welke theorie er de afgelopen jaren ontwikkeld is op het CLSCM gebied. Atasu benoemt dat deze weergave subjectief is, aangezien de indeling in categorieën en de genoemde artikelen door de onderzoekers zelf zijn gekozen. Het overzicht wordt weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 CLSC Analytic Research with a Business Economics Focus (Atasu, 2008)

	Focus	Onderzoek
	• <i>Industrial Engineering / Operational research</i>	Van der Laan et al. (1999), Toktay et al. (2000), Fleischmann et al. (2001)
	• <i>Design</i>	Geyer et al. (2007), Guide et al. (2003), Savaskan et al. (2004), Guide et al. (2006)
	• <i>Strategy</i>	Majumder and Groenevelt (2001), Ferguson and Toktay (2006), Deboet al. (2005), Deboet al. (2006), Atasu et al. (2008)
	• <i>Behavioral</i>	Ferguson et al. (2006), Guide and Li (2007)

In de vier wetenschapsstromen van CLSCM speelt informatie een cruciale rol. Het ontbreken hiervan, waardoor toekomstige retouren lastig bepaald kunnen worden, wordt gezien als een complexiteit in de huidige voorspellingsmethoden.

De Brito en Van der Laan (2009) hebben onderzocht wat voor informatie nodig is om toekomstige retouren te bepalen. Deze informatie is volgens hen vaak niet toereikend of onbetrouwbaar. Het betreft dan informatie over de aantallen retouren, de kwaliteit van de geretourneerde producten en het tijdstip waarop de goederen geretourneerd worden. Dit onderzoek focust zich daarom op de impact van imperfecte informatie met betrekking tot de retouren binnen het vakgebied voorraadbeheer. In dit onderzoek is de impact van imperfecte informatie binnen een CLSC op de voorraad gemeten. Hier zijn vier verschillende voorspellingsmethoden voor gebruikt die ieder andere informatie tot zijn beschikking heeft. De informatiebehoefte van de vier methoden is in tabel 4 verwerkt. Hierbij is te zien dat de methodes B, C en D veel overeenkomsten hebben en dat A zeer beperkte informatie gebruikt. Methode A gaat er namelijk vanuit dat er een correlatie is tussen de levertijd van retouren en de levertijd van gevraagde goederen. De methodes B, C en D doen dit niet, door uit te gaan van een kans dat goederen wel of niet geretourneerd worden.

Tabel 4 Informatiebehoefte per methode (Brito en Van der Laan, 2009)

	Methodes			
<i>Informatiebehoefte</i>	A	B	C	D
<i>Gemiddelde en variantie per vraagperiode</i>	X	X	X	X
<i>Algemene kans dat goederen geretourneerd worden</i>	X			
<i>De kans dat een product binnen een bepaald tijdsperiode geretourneerd wordt</i>		X	X	X
<i>Gerealiseerde vraag naar producten gedurende een bepaalde periode</i>		X	X	X
<i>Gerealiseerde retouren van producten gedurende een bepaalde periode</i>			X	
<i>Gerealiseerde retouren van een gegeven vraag naar producten gedurende een bepaalde periode</i>				X

De analyse toont aan dat, in het geval van imperfecte informatie, de methode die de meeste informatie gebruikt niet per definitie de meest optimale resultaten oplevert. Methode B is volgens de Brito en Van der Laan (2009) de meest robuuste methode en ook de meest gangbare. De verschillen tussen de methodes B; C en D zijn minimaal. Om gebruik te maken van methodes C of D zouden bedrijven moeten investeren in dure IT systemen en het rendement daarvan zou niet opwegen tegen de investering. De Brito en Van der Laan (2009) tonen aan dat de impact van imperfecte informatie kan leiden tot significante voorraadkosten, zelfs in geval van kleine onnauwkeurigheden van de gekozen parameters. (de Brito en Van der Laan, 2009)

In de literatuur van reverse logistics wordt er vooral gesproken over het retour halen van goederen die door de consument al gebruikt zijn. Binnen de e-commerce zijn het voornamelijk goederen die nog in nieuwe staat verkeren. Er zijn verschillende oorzaken te benoemen waardoor producten retour komen. Naast seizoensgebonden producten heeft ook de prijs van een product invloed op het aantal retouren. Een prijsverhoging van een product kan leiden tot een verlaging van het aantal retouren doordat de vraag daalt. Het blijft echter complex om dit te voorspellen. Het kan ook leiden tot een verhoging van het aantal retouren als de waarde perceptie van de consument niet klopt. Consumenten zijn eerder geneigd om hoog geprijsde artikelen te retourneren als ze er niet tevreden over zijn dan laag geprijsde artikelen. (Anderson et al., 2006)

Samenvattend krijgt CLSCM een steeds grotere rol binnen het supply chain management domein door de toename van direct inzetbare goederen, binnen de e-commerce, die retour zijn gekomen. Daarnaast komt er steeds meer aandacht voor het milieu en voor acties tegen verspilling door de schaarste aan grondstoffen. Retouren hebben invloed op de voorraad. Het gevolg is dat het vakgebied voorraadbeheer meer rekening dient te houden met toekomstige retourstromen om verspilling te voorkomen. Door de gigantische retourstroom vind ik het aannemelijk dat een e-commerce supply chain ook past binnen de theorie van CLSCM.

2.3 Bullwhip effect binnen Closed Loop Supply Chain Management

Het fenomeen bullwhip effect in de voorwaartse supply chain is op diverse manieren door veel wetenschappers onderzocht. Het bullwhip effect in de closed loop supply chain is nog maar beperkt onderzocht.

Onderzoek naar het bullwhip effect in de closed loop supply chain houdt in dat de goederen die stroomafwaarts richting de consument gaan ook weer stroomopwaarts kunnen gaan richting de producent. En daarna kunnen de goederen ook weer verkocht worden aan de consument. Door de opmars van e-commerce en de bijbehorende retourstroom van goederen is het belangrijk dat dit fenomeen binnen closed loop supply chain onderzocht wordt. (Adenso-Diaz et al., 2012)

Producten die retour komen hebben invloed op de voorraadmiveaus op het moment dat zij retour komen. Hierdoor hebben deze retourproducten ook invloed op het reeds aanwezige bullwhip effect dat in een keten aanwezig is. Volgens onderzoek van Mitra (2006) is er beperkt onderzoek gedaan naar inventory management systemen (IMS⁴) waar rekening wordt gehouden met retourstromen. Als het al onderzocht is dan is het gedaan voor enkelvoudige locaties in een logistieke keten (ook wel enkelvoudige echelons genaamd).

⁴ Inventory management systemen(IMS) methodes om voorraad planning te beheersen en te sturen.

Dit betekent dat er alleen rekening gehouden wordt met de voorraadniveaus tussen een schakel en de eindklant, maar niet met een product waarvan de logistieke keten uit meerdere schakels bestaat alvorens het product bij de consument terecht komt. Dan is er sprake van een multi-echelon systeem.

Het is gebruikelijk dat IMS veronderstellen dat de vraag en retouren onafhankelijk van elkaar zijn. Deze aanname is redelijkerwijs aannemelijk als de gemiddelde tijd alvorens een product geretourneerd wordt (ook wel retourtijd genaamd) groter is dan de tijd die tussen twee achtereenvolgende bestelmomenten zit. Er zijn veel IMS modellen die gebruikt worden in de voorwaartse logistiek, maar de meeste modellen houden geen rekening met producten die retour uit de markt komen. Het onderzoeksdoel van Mitra (2006) was om bij te dragen aan de theorie van IMS indien er sprake is van reverse logistics. Hierbij wordt er rekening gehouden dat reeds verkochte goederen die retour kunnen komen weer ingezet worden als verkoopbare voorraad. Doordat de retouren alleen niet voldoende zijn om aan de volledige vraag te voldoen, worden er ook nieuwe producten besteld of geproduceerd. Voorraad kan dus via twee stromen aangewend worden (dual sourcing) en dit maakt voorraadbeheer complexer. Vooral de moeilijke voorspelbaarheid van de retouren is de grootste uitdaging. Mitra (2006) concludeert dat ook de moeilijke voorspelbaarheid in een multi echelons model, voorraadbeheer complex maakt. Door de hoge mate van onzekerheid van de retouren blijft het echter ingewikkeld om binnen een multi echelon systeem rekening te houden met deze stroom. (Mitra, 2006)

Door Zhou en Disney (2006) wordt er rekening gehouden met closed loop supply chain management om het bullwhip effect te meten. Zij concluderen dat het bullwhip effect versterkt wordt als er geen retouren zijn. Dit is de conclusie nadat zij de parameter "retouraantallen" en de parameter "remanufacturing levertijden" hebben toegevoegd aan de berekening om het bullwhip effect te meten. Zij concluderen dat het bullwhip effect juist afneemt naarmate het retourpercentage toeneemt bij een hoge variatie in de vraag.

Ze tonen ook aan dat logistieke ketens die gebruik maken van het inzetten van herbruikbare goederen minder last hebben van het bullwhip effect, dan logistieke ketens waarin dit niet gedaan wordt. Bij kortere retourtijden zien ze een kleinere impact op het bullwhip effect. Dus volgens Zhou en Disney (2006) wordt het bullwhip effect kleiner als de retouraantallen groter worden en hebben langere retourtijden een versterkende invloed op het bullwhip effect.

Vervolgonderzoek van Huang en Wang (2008) geeft andere bevindingen aan. Zij doen een soortgelijk onderzoek als Zhou en Disney (2006), waarbij ze 4 echelons onderzoeken. Zij concluderen dat het bullwhip effect in de reverse supply chain altijd groter is dan in voorwaartse supply chain en dat het onafhankelijk is van de retourpercentages. Zij concluderen ook dat het bullwhip effect wel degelijk toeneemt als de tijd om goederen te recyclen toeneemt en dat de recycletijd onafhankelijk is van de levensduur van verkochte goederen.

In het onderzoek van Adenso-Diaz et al. (2012), wordt middels een experiment aangetoond dat de factoren die benoemd zijn in tabel 2 ook in de reverse supply chain significante invloed hebben op het toenemen van het bullwhip effect. Uitzondering daarin is het bestellen in vaste bestelhoeveelheden en vaste trends in de vraag naar producten. Ook de invloed van het retourpercentage op het bullwhip effect in de reverse supply chain is onderzocht. Hierbij is gebleken dat retourpercentages minder significant zijn dan andere factoren die het bullwhip effect kunnen

beïnvloeden. Ze hebben wel aangetoond dat door de afhankelijkheid van het retourpercentage het bullwhip effect stijgt of daalt. Adenso-diaz et al. (2012) concluderen dat bij hoge retourpercentages het bullwhip effect versterkt wordt en bij lage retourpercentages het bullwhip effect gedempt wordt. Het verschil in de hoogte van de retourpercentages is volgens Adenso-diaz et al. (2012) de verklaring voor het verschil in de conclusies van Huang en Wang (2008) en van Zhou en Disney (2006).

In sectie 2.1 is beschreven welke factoren impact hebben op het bullwhip effect. De complexiteit waarmee de voorwaartse logistieke keten te maken heeft in de CLSC maakt het beheersen van het bullwhip effect niet simpeler. Van der Laan et al. (1995) geven aan dat de complexiteit in een CLSC toeneemt vanwege, een complexere logistieke structuur, ingewikkelde interactie mechanismen, meerdere goederenstromen die allen leiden tot de noodzaak van een gesofisticeerdere aanpak. Door deze additioneel complexiteit binnen CLSC is het beheersen van het bullwhip effect in deze logistieke keten een grotere uitdaging.

Samenvattend is het binnen het vakgebied voorraadbeheer in CLSC een uitdaging om robuuste modellen te ontwikkelen, waarbij er ook rekening gehouden dient te worden met dual sourcing. De huidige modellen zijn complex en vinden hun oorsprong in de voorwaartse supply chain waarin voornamelijk gepland wordt op basis van vraagvoorspellingen en de te produceren aantallen zeker zijn. CLSCM is erg afhankelijk van diverse factoren, zoals onzekerheid met betrekking tot retouren, het design van het retourproces, productlevenscycli en strategische vraagstukken of ondernemingen wel of geen CLSCM toe moeten passen. Vooral de onzekerheid met betrekking tot retouraantallen en -momenten spelen een belangrijke rol in de complexiteit van deze modellen. Het lijkt erop dat een aantal onderzoekers erin geslaagd is om modellen te ontwikkelen die enige houvast bieden om voorspellingen te doen op basis van imperfecte informatie. Bijvoorbeeld modellen waar de informatie over aantallen, kwaliteit en/of de tijd waarop de goederen retour komen ontbreekt of onvolledig is.

In het volgende hoofdstuk volgt een beschrijving van de onderzoeksmethode om een advies uit te brengen over omgang met retouren zodat het bullwhip effect verminderd kan worden.

3 Onderzoeksmethodologie

In dit hoofdstuk wordt de methodologie beschreven die gebruikt wordt om de onderzoeksvragen te beantwoorden die in hoofdstuk 1 beschreven zijn. In sectie 3.1 worden de voor dit onderzoek relevante theoretische concepten toegelicht. Vervolgens wordt in sectie 3.2 het conceptueel model toegelicht. In sectie 3.3 de afbakening waarbij de relevant zijnde input- beslissingsvariabelen en output waarden beschreven zijn en de aannames die gedaan worden binnen dit onderzoek. En in sectie 3.4 wordt de gebruikte onderzoeksmethode toegelicht.

3.1 Theoretische concepten

Het doel van dit onderzoek is om de onderzoeksvraag te beantwoorden zoals die in hoofdstuk 1.2 omschreven is:

“Wat is de impact van her-inzetbare retouren op voorraadniveaus in de gehele logistieke keten?”

Dit wordt onderzocht met de volgende deelvragen:

- Wat is de invloed van de locatie waar consumentenretouren naar gestuurd worden in de keten op de hoogte van voorraadniveaus?

Er zal onderzocht worden of het retourneren naar diverse schakels stroomopwaarts in de logistieke keten kan leiden tot een algehele voorraadverlaging in de keten en welke schakel in de keten de meeste voorraad zal moeten houden om aan een minimale servicegraad te voldoen.

- Naar welke schakel, stroomopwaarts in de keten, kunnen de consumentenretouren het best teruggestuurd worden om het bullwhip effect te beperken?

Bij deze tweede deelvraag wordt gekeken naar de voorraadhoogte per schakel in de keten.

Deze onderzoeksvraag vloeit voort uit eigen interesse op het gebied van methodes die gebruikt worden ten behoeve van voorraadbeheer en is in dit geval specifiek gericht op voorraadbeheermethodes die ook rekening houden met direct her-inzetbare consumentenretouren.

Een bekend fenomeen binnen het vakgebied van voorraadbeheer is het bullwhip effect. Dit fenomeen is binnen de theorie in zowel de voorwaartse- als de stroomopwaartse logistieke keten bestudeerd op het bestaan en de factoren die een belangrijke rol spelen om het bullwhip effect te beperken. Binnen closed loop supply chains wordt er steeds meer onderzoek gedaan naar voorraadbeheermodellen die rekening houden met retouren, omdat in de samenleving de noodzaak voor duurzaamheid steeds belangrijker wordt. Bedrijven zien ook dat integratie van re-manufacturing activiteiten binnen de bestaande bedrijfsvoering kan leiden tot concurrentievoordelen.

Dit onderzoek is niet gericht op bedrijven die actief zijn binnen de closed loop supply chain, maar bedoeld voor bedrijven waar retouren ontstaan door verkopen via het internet. Hierbij ontstaat de situatie dat de retouren ook direct weer inzetbaar zijn voor de verkoop. Het retourproces bij internetbedrijven is minder complex dan het geval is binnen de closed loop supply chain. De voorraadbeheermodellen die toegepast worden binnen de closed loop supply chain zijn wel bruikbaar voor bedrijven die actief zijn op het gebied van internetverkopen die te maken hebben met consumentenretouren. Zowel closed loop supply chain als deze internetbedrijven hebben te maken met twee bevoorradingsstromen (dual sourcing); voorraad uit nieuwe productie en voorraad die voortvloeit uit consumentenretouren of retouren die ontstaan door recycling. Door de mate van onzekerheid van de retourenstroom wordt er van uitgegaan dat deze vergelijkbaar is met die binnen

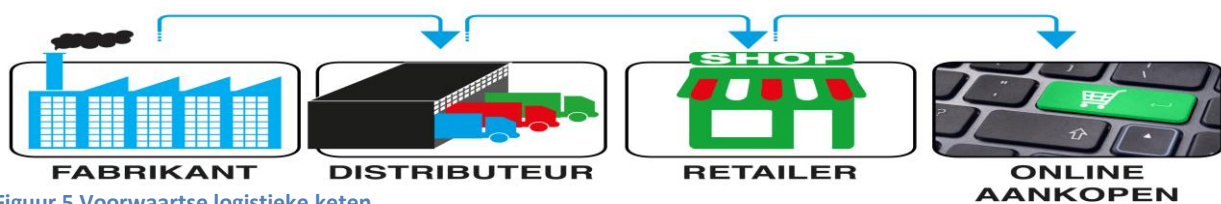
closed loop supply chain. Verder is het retourproces bij internetbedrijven minder complex dan binnen de closed loop supply chain, omdat de retouren binnen een maximale periode geretourneerd moeten worden en het proces niet afhankelijk is van de levensduur van producten. Vandaar blijven producten die aan het einde zijn van hun levensduur buiten beschouwing in deze thesis.

3.2 Conceptueel model

Alvorens het conceptueel model te presenteren wordt eerst een definitie gegeven van het begrip levertijden en retourtijden in dit onderzoek. Tevens wordt een beeld geschetst hoe de logistieke keten eruit ziet.

Retourtijd is de tijd dat consumentenretouren stroomopwaarts in de logistieke keten onderweg zijn inclusief de tijd die nodig is om de retouren weer in de voorraad op te nemen.

Levertijd wordt in dit onderzoek gedefinieerd als de tijd die nodig is om voorraad gereed product te produceren of geleverd te krijgen inclusief eventuele transporttijd. In dit onderzoek gaat het om een logistieke keten waarbij een fabrikant produceert en voorraad aanlegt. Een distributeur die op zijn beurt bij de fabrikant voorraad gereed product bestelt voor zijn magazijn, waaruit hij weer bestellingen levert aan de retailer. Ook de retailer heeft voorraad gereed product in zijn winkel, om aan de vraag van de online consument te kunnen voldoen. In figuur 5 is een grafische weergave van de voorwaartse logistieke keten te zien.



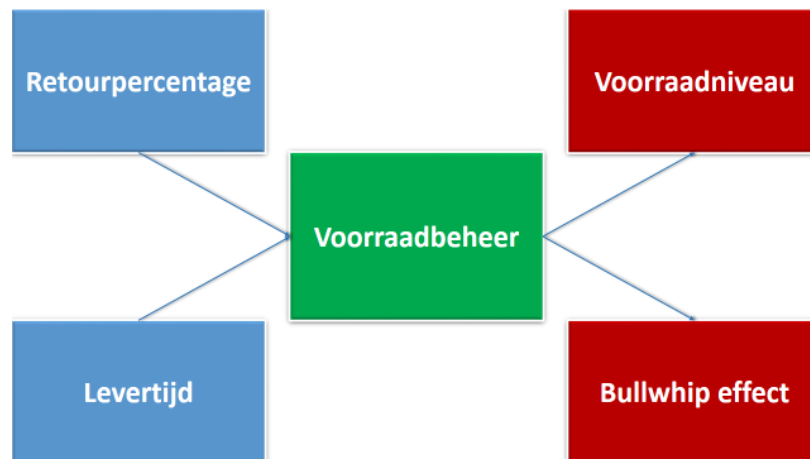
Figuur 5 Voorwaartse logistieke keten

Verder wordt er in dit onderzoek van uitgegaan dat consumentenretouren afkomstig zijn uit online aankopen en dat deze retouren ook weer in de voorraad opgenomen worden voor toekomstige verkoop. Hiermee zijn wij weer terug bij de onderzoeksvraag en deelvragen zoals eerder besproken.

Om de vragen te beantwoorden worden in dit onderzoek relaties onderzocht tussen diverse variabelen. Het betreft hier de volgende relaties:

- De relatie tussen consumentenvraag en consumentenretouren en de invloed hiervan op het bullwhip effect bij een dual sourcing logistieke keten.
- De relatie tussen levertijden en de invloed hiervan op het bullwhip effect gegeven dat er rekening gehouden wordt met retouren.
- De relatie tussen consumentenvraag en consumentenretouren en de invloed hiervan op het voorraadniveau bij een dual sourcing logistieke keten.
- De relatie tussen levertijden en de invloed hiervan op het voorraadniveau gegeven dat er rekening gehouden wordt met retouren.

Deze relaties zijn weergegeven in figuur 6, en vormen het conceptueel model.



Figuur 6 Conceptueel model

De hieruit voortvloeiende hypothesen zijn:

- **H1:** Een hoog retourpercentage leidt tot een versterkend bullwhip effect.

Toelichting **H1:**

Volgens Adenso-Diaz et al.(2012) is de hoogte van het retourpercentage van invloed op het bullwhip effect. Zhou en Disney (2006) concluderen dat indien er geen retouren zijn het bullwhip effect versterkt wordt. Huang en Wang (2008) concluderen dat in reverse supply chains het bullwhip altijd versterkt wordt door retouren, ongeacht het retourpercentage.

Door binnen dit onderzoek te testen met verschillende retourpercentages zal er bekeken worden welke van deze theorieën bevestigd of verworpen wordt.

- **H2:** Lange levertijden leiden tot het versterken van het bullwhip effect in een supply chain waar rekening gehouden wordt met retouren.

Toelichting **H2:**

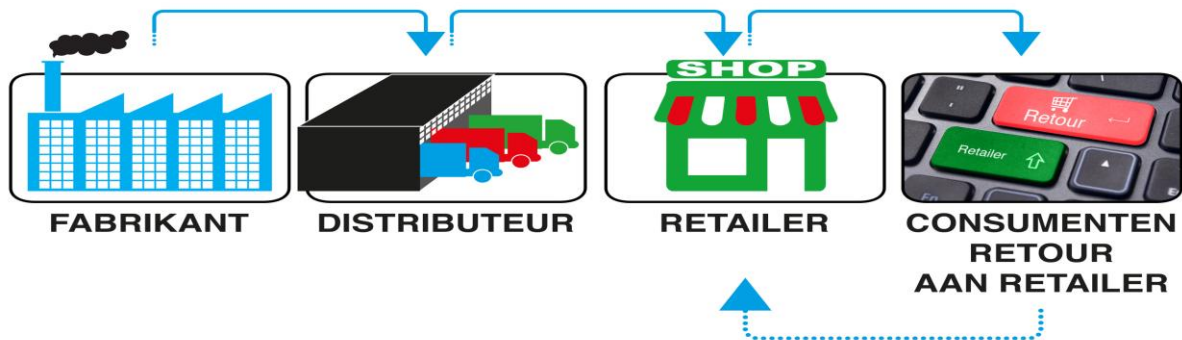
De verwachting is dat bij langere levertijden er meer onzekerheid is in het voorraadbeheersingsproces. In de voorwaartse logistiek zijn levertijden bepalend voor de gemiddelde voorraadniveaus. Doordat de onzekerheid van de retouren toegevoegd is in dit proces kan dit leiden tot een grotere vraagvariatie stroomopwaarts de logistieke keten, met als gevolg een toename van het bullwhip effect.

- **H3:** Door in een voorraadbeheersproces rekening te houden met retouren kunnen voorraadniveau's verlaagd worden.
- **H4:** Als de retouren meer stroomopwaarts in de keten ontvangen worden, verhoogd dit het voorraadniveau van de schakels stroomafwaarts in de keten.
- **H5:** Het bullwhip effect neemt af naarmate de retouren op een locatie eerder in de keten ontvangen worden.

Toelichting **H5:** De verwachting is dat hoe eerder er rekening gehouden wordt met retouren in de reverse supply chain hoe kleiner het bullwhip effect is.

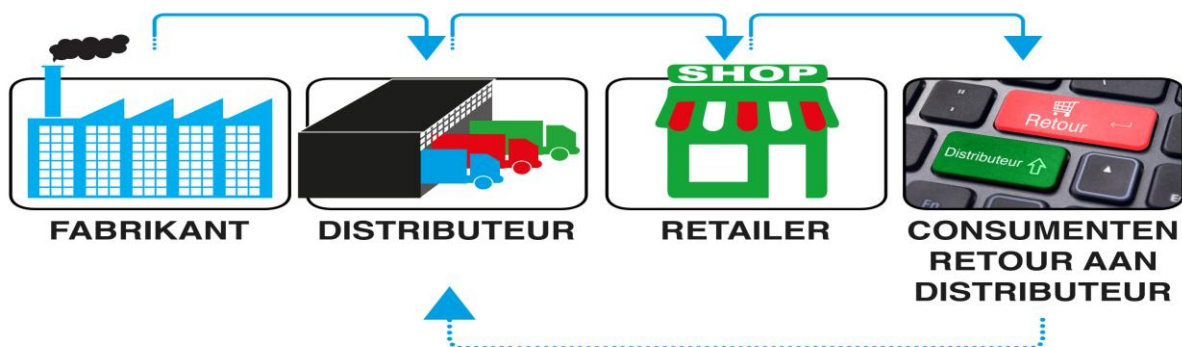
Om de genoemde hypothesen te testen zullen er 4 scenario's onderzocht worden:

- **Scenario 1:** Testen wat de impact is op het bullwhip effect en het voorraadniveau als er geen rekening gehouden wordt met retouren in het voorraadbeheer proces. Uitgangspunt is dat de logistieke goederen flow alleen voorwaarts plaatsvindt, zoals geïllustreerd in figuur 5.
- **Scenario 2:** Testen wat de impact is op het bullwhip effect en het voorraadniveau als er rekening gehouden wordt dat consumentenretouren teruggestuurd worden naar de retailer. Figuur 7 is een grafische weergave van de voorwaartse flow en de retourstroom die daarbij plaatsvindt.



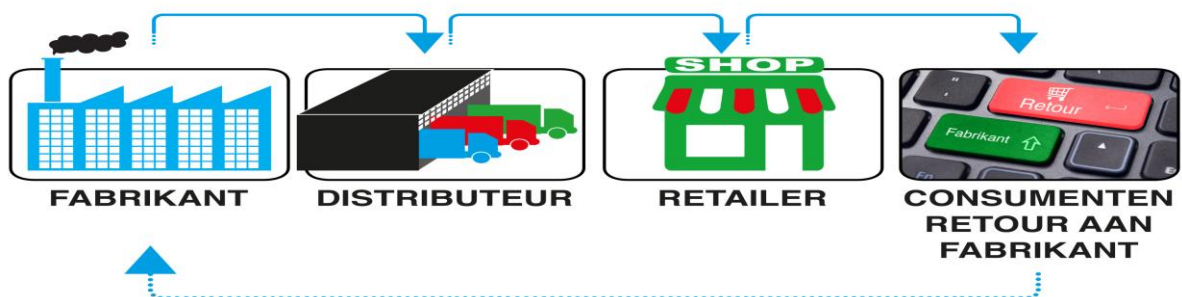
Figuur 7 Scenario 2 Consumentenretouren aan retailer

- **Scenario 3:** Testen wat de impact is op het bullwhip effect en het voorraadniveau als er rekening gehouden wordt dat consumentenretouren teruggestuurd worden naar de distributeur. Zie figuur 8.



Figuur 8 Scenario 3 Consumentenretouren aan distributeur

- **Scenario 4:** Testen wat de impact is op het bullwhip effect en het voorraadniveau als er rekening gehouden wordt dat consumentenretouren teruggestuurd worden naar de fabrikant. Zie figuur 9



Figuur 9 Scenario 4 Consumentenretouren aan fabrikant

3.3 Afbakening

In deze sectie worden zowel de aannames als de input-, beslissings- en outputvariabelen beschreven die gebruikt worden om het conceptueel model te toetsen.

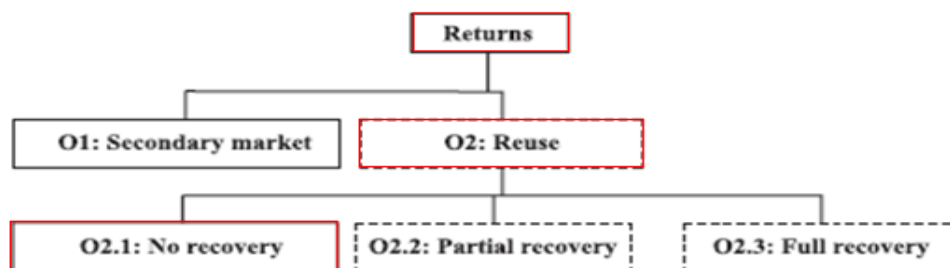
3.3.1 Aannames

In deze scriptie gaat het om direct her-inzetbare retouren. De producten die retour komen zijn dus nog niet gebruikt en er is geen reparatie of re-manufacturing nodig alvorens de producten weer als verkoopbare voorraad aanwendbaar zijn. Bij terugkomst in een schakel van de keten kan het product weer opgenomen worden in de voorraad eindproducten die direct te verkopen zijn. Volgens Vlachos et al.(2003) kunnen goederen die retour komen diverse wegen bewandelen. De wegen die goederen kunnen bewandelen zijn:

- Dat de goederen op de tweedehands markt verkocht worden of hergebruikt worden.
- Als de goederen hergebruikt worden, zijn er ook nog drie opties mogelijk
 - Er is geen herstel nodig en de producten kunnen direct verkocht worden.
 - Er zijn gedeeltelijk herstelactiviteiten nodig om het product weer in verkoopbare voorraad op te nemen.
 - De producten dienen volledig hersteld te worden.

Voor deze scriptie wordt ervan uitgegaan dat consumentenretouren in aanmerking komen voor hergebruik en dat ze geen herstel nodig hebben. Zie in figuur 10 de weg die consumentenretouren kunnen bewandelen.

Deze route zal steeds leiden naar een andere schakel in de keten zodat het product vanaf daar weer direct ingezet kan worden. Het herstellen van retouren valt buiten de scope van dit onderzoek.



Figuur 10 Options for handling returns (Vlachos, D., 2008)

In deze scriptie wordt uitgegaan van een logistieke keten waarbij er één fabrikant is die levert aan één distributeur en één retailer die zijn goederen afneemt bij de distributeur. De consument neemt zijn goederen af bij de retailer via internet aankopen. Binnen deze logistieke keten wordt aangenomen dat klanten geen orders kunnen plaatsen bij de retailer, indien de goederen niet beschikbaar zijn. Deze vraag gaat dan verloren. Verder stroomopwaarts in de logistieke keten zullen orders die niet geleverd kunnen worden in backorder gaan.

Het op voorraad nemen van voorraad gereed product verschilt per schakel in de keten en is afhankelijk van de tijd die nodig is om nieuwe producten te produceren (de levertijd) maar ook afhankelijk van de geschatte tijd die nodig is dat goederen retour komen van consumenten (de retourtijd). Online aankopen bieden de consument het recht om binnen 14 dagen kenbaar te maken of afgezien wordt van de verkoop. Daarnaast is er nog de mogelijkheid om er nog eens 14 dagen over te doen om de goederen te retourneren. Ondernemers zijn verplicht zich te houden aan deze

minimale wettelijke periode. Er zijn zelfs bedrijven die 100 dagen de tijd geven om goederen te retourneren en af te zien van de verkoop. Consumenten kunnen hun retouren versturen naar een door de retailer vooraf bepaalde plaats stroomopwaarts in de logistieke keten.

Er wordt verder van uitgegaan dat de schakels in de keten een base stock-level- voorraadbeheer systeem hanteren, waarbij rekening gehouden kan worden met mogelijke consumentenretouren. Het base stock level principe zal in hoofdstuk 5 nader toegelicht worden.

De productietijd om goederen op voorraad te nemen neemt stroomvoorwaarts in de logistieke keten af. De levertijd voor de fabrikant van voorraad gereed product, de levertijd voor de distributeur en de levertijd voor de retailer zijn allemaal vooraf vastgesteld en niet variabel. De retourtijd van consumentenretouren en de verwachte consumentenretouraantallen zullen ingeschat worden op basis van historische consumentenretour gegevens. Deze historische retourinformatie is verstrekt door een bedrijf dat actief is binnen de e-commerce en voornamelijk elektronica en witgoed verkoopt. De details over deze data zullen in hoofdstuk 4 verder toegelicht worden.

De methode die gebruikt wordt om retouren te voorspellen is methode B die door de Brito en Van der Laan(2009) als meest robuuste methode beschreven is. Meer over deze methode wordt in het hoofdstuk 5 verder uitgewerkt.

Er wordt ook de aanname gemaakt dat de consumentenvraag bepaald wordt op basis van historische afzetgegevens die verstrekt zijn door het zelfde bedrijf dat eerder benoemd is en in hoofdstuk 4 verder toegelicht zal worden. Gekochte goederen mogen in veel gevallen, kosteloos geretourneerd worden. Het serviceniveau voor alle schakels in de keten is bepaald op minimaal 95% In tabel 5 is een samenvatting van de aannames verwerkt.

Tabel 5 Samenvatting aannames

Omschrijving	Aannames
<i>Schakels in de logistieke keten</i>	De logistieke keten bestaat uit één Fabrikant die levert aan één distributeur en die weer levert aan één retailer
<i>Klantorderverwerking indien goederen niet beschikbaar zijn</i>	Orders die door de consument bij de retailer besteld worden geannuleerd en zijn nee verkopen.
	Orders tussen de schakels in de logistieke keten gaan in backorder.
<i>Retourtijden consumenten</i>	Er is een maximale tijd van 5 weken dat consumenten goederen mogen retourneren.
	Worden ingeschat op basis van historische afzetgegevens. Zie hoofdstuk 4
<i>Locatie consumentenretouren</i>	Consumenten versturen retouren naar een door de retailer vooraf bepaalde schakel in de logistieke keten. Zie scenario's 2, 3 en 4 in sectie 3.2

<i>Consumenten retouraantallen</i>	Worden voorspeld op basis van methode B (Zie hoofdstuk 5) en kunnen niet meer zijn dan de verkopen van de voorliggende periode.
<i>Levertijden nieuwe producten</i>	Levertijden verschillen per schakel in de keten en zijn vooraf bepaald en niet variabel
<i>Bestelmoment (moment dat voorraadniveaus aangevuld worden)</i>	Is afhankelijk van de levertijd van nieuwe producten en de voorspelde verwachte retourtijd. Dit zal per schakel in de logistieke keten verschillen.
<i>Voorraadbeheer model</i>	De schakels in de logistieke keten hanteren allen het base-stock-level voorraadbeheer systeem, uitgebreid met het rekening houden dat er retouren zijn die opnieuw ingezet worden als voorraad.
<i>Productietijd</i>	De productietijd neemt stroomafwaarts de logistieke keten af.
<i>Servicegraad</i>	Alle schakels in de logistieke keten hanteren een servicegraad van $\geq 95\%$, waarbij het serviceniveau gedefinieerd is als het percentage vraag waarnaar direct voldaan kan worden met de beschikbare voorraad.

3.3.2 Input-, beslissings- en outputvariabelen

Input die nodig is voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag zijn voorspelde:

- Consumentenretouraantallen
- Consumenten retourtijden
- Consumentenvraag naar gereed product

De beslissingsvariabele wordt het bepalen van het juiste moment van bestellen om aan de vraag te blijven voldoen en van nee verkopen te voorkomen. De output variabelen die gemeten zullen worden zijn, voorraadniveaus en het bullwhip effect.

3.4 Simulatiemethode als onderzoeksinstrument

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden wordt gebruik gemaakt van Excel, waarbij er een simulatiemodel opgebouwd wordt. Dit wordt gedaan met behulp van Visual Basic for Applications. Er wordt om kansverdelingen te bepalen gebruik gemaakt van @Risk. Dit is een tool die met behulp van Excel in staat is om risicoanalyses uit te voeren. Hierbij worden de mogelijke uitkomsten en de kans dat deze zich voordoen berekend met behulp van iteraties. Het simulatiemodel wordt uitgevoerd met verschillende scenario's waarbij de ingevoerde gegevens worden aangepast. Dit wordt verder toegelicht in het hoofdstuk 6.

Bij de simulatie worden de volgende parameters ingezet:

- Bestelmoment

- Productie- of levertijd nieuwe items
- Retourtijd consumentenretouren(Stochastische variabele)
- Retouraantallen (stochastische variabele)
- Vraag (stochastische variabele)
- Service graad (output)
- Bullwhip effect (output)
- Gemiddelde voorraad (output)

Deze simulatie wordt uitgevoerd waarbij consumenten goederen retourneren aan één van de volgende schakels: producent, distributeur of retailer.

Voor het toetsen van de hypothesen zal eerst getoetst worden wat het voorraadniveau is en zal het bullwhip effect berekend worden indien er geen rekening gehouden wordt met consumentenretouren. De uitkomst hiervan zal dienen als een benchmark om vervolgens de uitkomsten van de verschillende benoemde scenario's te vergelijken met de benchmark. De stochastische variabelen zullen na het bepalen van de resultaten van scenario 1 vastgezet worden en als vaste variabelen toegepast worden in de scenario's daarna. Dit is noodzakelijk om appels met appels te vergelijken. Om de hypothesen te testen wordt namelijk het vergelijk gemaakt met de situatie indien er geen rekening gehouden wordt met retouren.

4 Dataverzameling

Een bedrijf dat actief is in de e-commerce heeft ten behoeve van dit onderzoek data beschikbaar gesteld. Dit bedrijf is vooral actief op het gebied van consumenten elektronica en huishoudelijke artikelen. De data is beschikbaar gesteld ten behoeve van dit onderzoek en er zal eerst goedkeuring verleend moeten worden door de eigenaar van deze informatie alvorens deze te gebruiken voor toekomstig onderzoek. Gezien de gevoelige aard van de verstrekte informatie wenst dit bedrijf anoniem te blijven binnen dit onderzoek.

In dit hoofdstuk zal in sectie 4.1 de samenstelling van de dataset toegelicht worden. In sectie 4.2 wordt aandacht besteed aan de analyse van de verkoop- en retourgegevens. Het doel van deze dataset is om te achterhalen welke verdelingen voor de vraagpatroon evenals voor de retourprocessen (zowel retouraantallen alsmede retourtijden) gebruikelijk zijn in de praktijk.

4.1 Samenstelling dataset

De dataset bestaat uit informatie van diverse webwinkels, die door deze organisatie aangestuurd worden. De aangeleverde dataset betreft een periode gemeten van april 2013 tot en met jun 2014. De dataset bestaat uit informatie van zowel het verkoopproces als het retourproces op ordernummer niveau. Door de link tussen beide typen data te leggen, kan er een inschatting gemaakt worden van het aantal dagen dat het duurt voordat consumentenretouren weer stroomopwaarts de logistieke keten zijn ingegaan.

Tabel 6 geeft een beschrijving van de beschikbaar gestelde informatie met betrekking tot de verkopen, waarbij ieder data veld kort omschreven is.

Tabel 6 verkoopinformatie web shops

<i>Data veld</i>	<i>Dataomschrijving</i>
<i>Shopnaam</i>	Web shop waar het product verkocht is
<i>Ordernummer</i>	Verkoopordernummer
<i>Orderdatum</i>	De datum waarop de verkoop plaats gevonden heeft
<i>Factuurdatum</i>	De datum waarop het product gefactureerd is
<i>Naam</i>	Naam van de afnemer
<i>Postcode</i>	Postcode waar het product geleverd is
<i>Plaats</i>	Plaats waar het product geleverd is
<i>ShippingCosts</i>	Transportkosten voor een betreffende order, die door de consument betaald worden.
<i>Vervoerder</i>	De vervoerder die de verkooporder bezorgd heeft
<i>ProductAmount</i>	Het aantal verkochte eenheden van het item
<i>Productnaam</i>	Productomschrijving van verkochte item
<i>Inkoopprijs</i>	Inkoopprijs van het product
<i>Verkoopprijs</i>	Verkoopprijs van het product
<i>Marge</i>	De gerealiseerde marge op het product
<i>Categorie</i>	Omschrijving van de productgroep waarbinnen een artikel valt

De retourinformatie is geen volledig geautomatiseerd proces. Het registreren van deze data op ordernummer niveau gebeurt handmatig. Hierdoor is er een kans op vervuiling in de data. De Brito en Van der Laan (2009) hebben aangegeven dat organisaties weinig betrouwbare of bruikbare data hebben. Mede om deze redenen hebben zij onderzoek gedaan naar de impact van imperfecte versus perfecte informatie binnen retourprocessen. Hierbij zijn er diverse ontwikkelde modellen getoetst op robuustheid. Ook Toktay(2003) heeft onderzoek gedaan naar diverse modellen waar retouren voorspeld worden. Op basis van de gevonden literatuur is er in hoofdstuk 5 een keuze gemaakt voor de voorspelmethode die gebruikt wordt in dit onderzoek. Het model dat het meest robuust blijkt te zijn bij imperfecte informatie, zal in hoofdstuk 5 toegelicht worden. Ondanks de gedetailleerde dataset wordt ervan uitgegaan dat het hier imperfecte informatie betreft, omdat de data wellicht fouten bevat die door menselijke invoer tot stand zijn gekomen.

Tabel 7 geeft een beschrijving van de beschikbaar gestelde informatie met betrekking tot de consumentenretouren, waarbij ieder data veld kort omschreven is.

Tabel 7 consumentenretouren

Data veld Dataomschrijving

<i>SHOP</i>	Web shop waar het product verkocht is
<i>STATUS</i>	Geeft de retourstatus aan, dit is een kenmerk om in het retourproces te volgen in welke fase de afhandeling van de retouren zich bevindt
<i>DATUM STATUS</i>	De datum waarop de retourstatus geüpdate is
<i>Referentie</i>	Een referentienummer dat de data bron gebruikt om een retourproduct administratief te volgen
<i>Merk</i>	Het merk van het retour gekomen product
<i>Type</i>	Een artikelomschrijving van het retour gekomen product
<i>Datum Ingenomen</i>	De datum waarop de retouren daadwerkelijk ontvangen zijn
<i>Serienummer</i>	Serienummer van het artikel dat retour komt
<i>Ordernummer</i>	Order waar dit artikel in het verleden op uitgeleverd is (verkoopordernr)
<i>Ingenomen door (verkoper)</i>	De naam van de medewerker die het retour gekomen artikel in ontvangst heeft genomen
<i>Opmerking</i>	Een veld om additionele opmerkingen toe te voegen
<i>Inkoopprijs</i>	Inkoopprijs van het product
<i>Datum online geplaatst</i>	Datum waarop de goederen weer online geplaatst zijn

4.2 Analyse dataset

Alvorens de data te gebruiken is er een betrouwbaarheidstest gedaan. Bij deze test is bekeken of de informatie die in de velden verwacht werd er ook daadwerkelijk in zit. Tijdens het bestuderen van de dataset blijkt dat de data niet volledig is in zowel de verkoopinformatie als de retouren informatie. Er is gebleken dat er informatie in bepaalde velden stond die er niet in thuis hoorde volgens de verwachtingen zoals in tabel 7 weergegeven. De onvolledige data wordt niet in dit onderzoek meegenomen. Alleen data die voldoet conform de verwachtingen van tabel 7 wordt gebruikt voor dit onderzoek.

4.2.1 Verkoopinformatie

Om een idee te krijgen van de verdeling voor het vraagpatroon, is gekeken naar de verkoopinformatie. Er zit echter wel een bias in deze info, omdat er geen informatie beschikbaar is over de daadwerkelijke vraag, maar enkel over de verkochte aantallen. Tijdens interviews met de projectmanager, werkzaam bij de data verstrekker, is aangegeven dat de afzetgegevens representatief zijn voor de consumentenvraag.

Deze verkoopinformatie is per webshop aangeleverd. Uit controle van de data blijkt dat diverse velden niet juist ingevuld zijn. Als een record niet voldoet aan de omschrijving zoals beschreven is in tabel 6, dan wordt deze verwijderd uit de data set. Het aantal verkooprecords dat verwijderd is, is gelijk aan 47.799 op een totaal van 325.561 beschikbare records.

Normaal gezien is het logisch om een analyse uit te voeren op de meest belangrijke items uit het productaanbod. Hiervoor wordt gekeken naar de afzetvolumes per productcategorie en hoeveel dit heeft bijgedragen aan de totaal afzet. Uit nadere analyse van de datarecords is gebleken dat dit bedrijf onderscheid maakt tussen 164 verschillende categorieën. Een overzicht van deze categorieën staat in bijlage I.

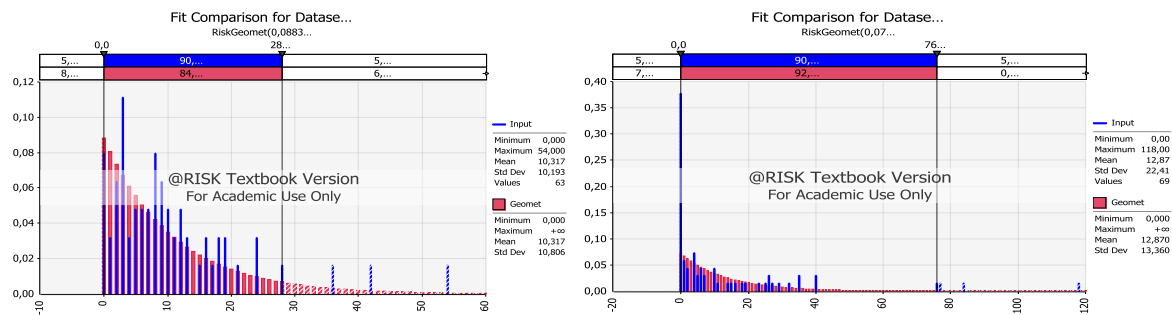
Met behulp van de artikelomschrijvingen en de diverse web shops zijn hoofdcategorieën gecreëerd, waarin deze 164 subcategorieën geplaatst kunnen worden. Een voorbeeld is het plaatsen van Microsoft Xbox en Sony Playstation onder de hoofdgroep Consoles. Hiermee is het aantal groepen gereduceerd naar 91 hoofdcategorieën. Voor een overzicht hiervan zie Bijlage II. Dit is een subjectieve selectie, desondanks moet dit voldoende zijn voor het doel waarvoor deze informatie gebruikt wordt (namelijk een beeld te krijgen van de verdeling van het vraagpatroon).

In Figuur 11 is te zien dat 16% van de categorieën ongeveer 80% van de afzet invult en 84% van de categorieën de resterende 20%. Voor een compleet overzicht hiervan zie ook Bijlage II. Het blijkt dat de hoofdcategorie TV's een belangrijke groep is binnen het aanbod. Maar liefst 14,57% van de afzet in de meetperiode is afkomstig uit die groep. Doordat de dataset heel veel informatie bevat en er in dit onderzoek uitgegaan wordt van slechts één artikel in de logistieke keten, is er voor gekozen om de negen bestverkopende TV's te selecteren. In Bijlage III is een overzicht waarin per type TV te zien is wat de totaal afzet over de periode april 2013 tot en met juni 2014 geweest is.

Gehercodeerde categorieën inclusief totaal afzet apr 2013 -Apr 2014				
# Categorieën	Gehercodeerde Categorie	Afzet per categorie	Afzet per Cat vs totaal	Cumulatieve bijdrage per categorie
1	TV's	43347	14,57%	14,57%
2	Espresso machines	26910	8,69%	23,26%
3	BBQ accessoires	27172	8,33%	31,59%
4	TV accessoires	25074	8,12%	39,71%
5	Ontkalken en reinigen	25432	7,83%	47,54%
6	Koffiebonen	25537	6,58%	54,12%
7	Games	13036	4,56%	58,69%
8	Wasmachines	11443	4,11%	62,80%
9	Stofzuigers	11374	4,05%	66,85%
10	Muurbeugels	14854	3,52%	70,37%
11	BBQ afdekhoes	6470	2,31%	72,69%
12	Decoder	5971	2,05%	74,74%
13	TV-Kabels	6129	2,04%	76,78%
14	Wasdroger	5304	1,90%	78,68%
15	Dienstvervoer	4777	1,72%	80,40%

Figuur 11 Beknopte weergave ABC analyse

De wekelijkse vraagpatronen van de gekozen televisies zijn gefit aan de hand van de Geometrische-, Weibull-, Gamma-, Log-Normale- en Negatief Binomiale verdeling. Aan de hand van de Pearson's chi-squared test is per TV bepaald welke distributie het best past. De verdeling die het beste past is afhankelijk van de data. Uit de resultaten blijkt dat indien de data veel weken bevat waarin er geen verkopen plaats gevonden hebben de gamma verdeling het best past. Anders past een geometrische verdeling beter. Zie Figuur 13 voor de testresultaten. Ter illustratie in figuur 12 waarbij men links de verdeling van de LG42LA6208 en rechts die van de Philips. 32PFL3008 ziet. De LG wordt het beste benaderd door een Geometrische verdeling en de Philips door de Gamma verdeling.



Figuur 12. Het vraagpatroon van de LG 42LA6208 links en van de Philips 32PFL3008 rechts.

	LG 42LA6208	Philips 32PFL3008	Philips 32PFL3258	Samsung UE32EH5300	Samsung UE32F5000	Samsung UE32F5500	Samsung UE40EH6030	Samsung UE46ES8000	Samsung UE46F6500
Gemiddelde	9,70	13,25	8,76	15,43	21,16	9,39	12,09	8,24	10,94
Standaard deviatie	10,18	22,63	12,73	20,67	16,52	8,67	22,81	12,87	20,53
Kans op 0 fit	0,13	0,36	0,15	0,34	0,12	0,09	0,09	0,52	0,28
Geometrisch	0,42	0,00	0,19	0,00	0,02	0,15	0,12	0,00	0,00
Weibull	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gamma	0,11	0,46	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,10
Log- Normaal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Negatief binomiaal	0,42	0,00	0,19	0,00	0,00	0,15	0,12	0,00	0,00

Figuur 13. P waarden voor de chi-kwadraat test dat de verdeling voor de verkoopaantallen uit een bepaalde theoretische verdeling komen. verkoop info 9 TV's.

Op basis van deze uitkomsten wordt er in deze scriptie gebruik gemaakt van een geometrische verdeling en zal er in hoofdstuk 6 getoetst worden of de Gamma verdeling leidt tot andere uitkomsten. Nu de verdeling, de gemiddelde vraag en standaard deviatia bekend is moet er nog onderzocht worden van welke verdeling er sprake is wat betreft de retourtijd indien gegeven dat een TV retour komt. Dit wordt in de volgende sectie besproken.

4.2.2 Retourinformatie

Er is eerder beschreven dat het retourverwerkingsproces een handmatig proces is. In dit proces worden handmatig informatielijsten bijgehouden in Excel. Door de hoeveelheid informatie die geregistreerd dient te worden, ontstaat er een kans dat informatie verkeerd geregistreerd is. Na een controle van de retourgegevens zijn er enkele menselijke vergissingen ontdekt. Het betreft bijvoorbeeld vergissingen, zoals het registreren van een retour ontvangstdatum die plaats vindt voor de datum dat een product daadwerkelijk verkocht is, hierdoor kan een negatieve retourtijd berekend worden. Ook met de registratie van ordernummers is het niet altijd even nauwkeurig

verlopen. Om inzicht te verkrijgen in het distributiepatroon van de consumentenretourtijden is het noodzakelijk geweest om onvolledige data records uit de dataset te verwijderen evenals de data records met vergissingen. Met betrekking tot de retouren zijn er twee variabelen die onderzocht dienen te worden: de retourtijden en de retouraantallen

4.2.2.1 Retourtijden

Nadat alleen de bruikbare records geselecteerd zijn, is er een koppeling gemaakt met de verkoopinformatie die in de vorige sectie beschreven is. De verkoopdatum is via het verkoopordernummer gekoppeld aan de retourdatum. Door het verschil te berekenen tussen deze twee is het aantal retourdagen per order bepaald. De meest logische stap in het bepalen van de verdeling voor de retourtijden, zou zijn om de data te bestuderen van de 9 bestverkopende televisietoestellen. Echter uit de data blijkt dat TV's niet vaak geretourneerd worden. Hierdoor ontstaat een situatie dat er te weinig informatie beschikbaar is om een representatief patroon voor de retourtijden te definiëren. Om toch tot een verdeling voor de retourtijd te komen is ervoor gekozen om op basis van de hoofdcategorie TV's een verdeling in de retourtijd te bepalen. Hess en Mayer (1997) suggereren dat geaggregeerde data op product familie niveau goed gebruikt kan worden om patronen waar te nemen als de data op artikel niveau niet toereikend is.

In Figuur 14 is de frequentie van de waargenomen retourtijden geïllustreerd voor de hoofdcategorie TV's. Aan de hand van deze frequenties wordt een discrete empirische kansverdeling geconstrueerd, voor de kans dat een retour terugkomt in een bepaalde periode, gegeven dat deze retour komt. Deze kans staat gelijk aan het aantal waargenomen retouren in de desbetreffende periode, gedeeld door het totaal aantal waarnemingen. Eén periode heeft een duur van 1 week, de kansen (Pwaarden) zijn te vinden in figuur 14. De retouren die na 5 weken terugkomen worden beschouwd als willekeur, samen 1.8% van de retouren, en worden buiten beschouwing gelaten. Daarom is de kansverdeling voor de retourtijden genormaliseerd alvorens zij gebruikt kunnen worden.

retourtijd (weken)	retourtijd (dagen)	kansverdeling retourtijd	kansverdeling retourtijd genormaliseerd obv 5 perioden
1	1-7	46,63%	90,4%
2	8-14	34,48%	66,9%
3	15-21	10,67%	20,7%
4	22-28	4,27%	8,3%
5	29-35	1,97%	3,8%
6	36-42	0,16%	
7	43-49	0,49%	
8	50-..	1,15%	

Figuur 14 Distributie fit van het aantal dagen voor een TV retour

4.2.2.2 *Retouraantallen*

Voor het bepalen van de retouraantallen zal er geen gebruik gemaakt worden van de dataset, omdat de retourpercentages van deze organisatie onder het industrie-gemiddelde liggen. Om deze reden zal gebruik gemaakt worden van retourpercentages die gemiddeld gezien voorkomen in de consumentenelektronica. Op basis van onderzoek, dat uitgevoerd is door Accenture(2011), is geconstateerd dat dit gemiddelde op 10% ligt en de verschillende uitkomsten variëren tussen de 8% en 20%.

Voor de simulatie zal gebruik gemaakt worden van een retourpercentage van 10%. Dit retourpercentage wordt naar aanleiding van het onderzoek van Accenture als representatief aangenomen voor de industrie. 10% lijkt weinig, maar de marges op de producten zijn volgens dit onderzoek heel laag en het is van belang om slim om te gaan met retouren, vooral omdat ze voor 95% her-inzetbaar zijn. Om H1 te kunnen beantwoorden is het noodzakelijk om met meerdere retourpercentages te simuleren. Daarom zullen ook de retourpercentages van 25%, 50% en 75% gebruikt worden tijdens de simulatie. Ondanks dat het niet reëel is voor de elektronica industrie, is het wel noodzakelijk om een bijdrage te kunnen leveren aan de theorie over de hoogte van retouren en de impact hiervan op het bullwhip effect. Verder zijn er ook webshops denkbaar die te kampen hebben met retourpercentages tussen 50% en 60% denk hier bijvoorbeeld aan Zalando zoals eerder benoemd in deze scriptie.

Samenvattend zal er bij latere stappen in dit onderzoek, uitgegaan worden van een geometrisch distributiepatroon voor de vraag en een empirische verdeling voor de retourtijd. Tijdens de simulatie zullen verschillende waarden gebruikt worden voor de verwachte vraag, de levertijden en de retourpercentages. Deze waarden zijn geïnspireerd op waarden die waargenomen zijn in de praktijk, zoals beschreven is in dit hoofdstuk.

5 Voorraadbeheer

Als met 100% zekerheid voorspeld kon worden wat er in een logistieke keten verkocht wordt dan weet iedere schakel in de keten hoeveel voorraad er aangelegd moet worden. Hierdoor is er geen sprake van een verminderde servicegraad (nee verkopen) of een voorraadoverschot. De realiteit is echter dat de vraag naar goederen onderhevig is aan sterke willekeur van de consument. Hierdoor kan er een sterke vraagvariatie ontstaan die leidt tot het bullwhip effect. Nog complexer wordt deze situatie als de onzekerheid van consumentenretouren een rol speelt in de beschikbaarheid van goederen.

Binnen logistieke ketens speelt het maken van trade-offs met betrekking tot voorraadbeheer een fundamentele rol. Het voorraadniveau dient minimaal te zijn vanwege de voorraadkosten, het dient echter ook altijd voldoende te zijn om aan de minimale servicegraad te voldoen.

Voorraadbeheerders zoeken continu de balans tussen beschikbare voorraad en servicegraad. Eén van de voorraadbeheerstrategieën is het werken met base-stocklevels. Zo'n strategie wordt in de praktijk veel gebruikt door zijn eenvoud en is om die reden ook gekozen om te gebruiken in dit onderzoek.

Base-stock level is een voorraadbeheer methode die ingesteld is op basis van de verwachte vraag. Deze verwachte vraag naar producten heeft betrekking op de periode die ligt tussen de momenten waarop voorraadbeheer wordt uitgevoerd (oftewel de review periode) alsmede op de verwachte levertijden. Het base-stock niveau moet aan de vraag kunnen voldoen gedurende de levertijd plus een review periode. Omdat er in dit onderzoek rekening gehouden wordt dat consumentenretouren weer in de beschikbare voorraad opgenomen zullen worden is dit een parameter die toegevoegd moet worden aan de base-stocklevel strategie.

In dit hoofdstuk zal het model beschreven worden waarbij voorraadbeheer gedaan moet worden vanuit twee aanleverstromen. De voorwaartse stroom en de retour stroom zullen samengevoegd worden, met als doel een model te maken dat een bedrijf kan helpen de balans te vinden tussen voorraadrisico en servicegraad waarbij rekening gehouden wordt met de willekeurige vraag en de onzekerheid van retouren.

5.1 Karakteristieken van het model

De karakteristieken van het model in dit onderzoek zijn:

- De logistieke keten bestaat uit een fabrikant, distributeur en een retailer. De retailer kan in deze keten niet rechtstreeks voorraad inkopen bij de fabrikant, maar moet terecht bij de distributeur die zijn voorraad aanschaft bij de fabrikant. Er wordt maar één product in de logistieke keten verkocht.
- Alle schakels in de keten maken gebruik van base-stock levels.
- Periodiek wordt er bijbesteld bij leveranciers, de tijd tussen twee bestelmomenten is de review periode.
- Bestelaantallen voor de distributeur en de retailer of productieaantallen voor de fabrikant, gaan tot een maximum voorraadniveau dat vooraf bepaald wordt op basis van de verwachte vraag die mogelijk optreedt tussen het review moment en de eerstvolgende levertermijn. In dit besluitvormingsproces dient er ook rekening gehouden te worden met de kans dat er retouraantallen gedurende de review periode ontvangen kunnen worden. In dit proces wordt er rekening gehouden met de retourstroom.

- De levertermijn verschilt per schakel in de keten. Stroomvoorwaarts neemt de levertermijn af. De fabrikant heeft een langere levertijd aan de distributeur, dan de distributeur aan de retailer.
- De levertijd van de bestelhoeveelheden is constant.
- Indien de fabrikant of distributeur niet kan voldoen aan de vraag van de volgende schakel in de keten, dan gaat het gedeelte van de vraag dat niet leverbaar is in back order. Deze backorders worden bij de volgende levertermijn uitgeleverd mits de voorraad op dat moment wel toereikend is. Indien de retailer niet aan de vraag van de consument voldoet, dan geldt dat als een gemiste verkoop. De retailer houdt geen backorders aan en de vraag gaat verloren.
- Er kunnen consumentenretouren ontstaan waarvan vooraf bepaald is waar ze in de logistieke keten geretourneerd worden. Consumentenretouren kunnen dan slechts bij één schakel in de logistieke keten geretourneerd worden.
- De retourtijd van consumentenretouren is variabel en is empirisch verdeeld.
- Consumentenretour aantallen zijn vooraf bepaalde percentages die in absolute waarden niet groter kunnen zijn dan de som van de verkopen van de achterliggende periode.
- De bestelaantallen zijn integer, evenals de consumentenvraag. Met integer wordt bedoeld dat er alleen gehele getallen mogelijk zijn.
- De consumentenvraag is geometrisch verdeeld.
- Alle schakels in de keten hanteren een gewenste servicegraad van 95%.

5.2 Beschrijving voorraadbeheersysteem

Binnen deze logistieke keten vindt er een voorwaartse- en een retourgoederenstroom plaats. Doordat consumentenretouren weer in de beschikbare voorraad van de voorwaartse stroom worden opgenomen dient bij het voorraadbeheer hier rekening mee gehouden te worden. In het model worden de consumentenretouren toegevoegd aan de beschikbare voorraad op het moment dat de voorraadstanden worden bijgewerkt in voorbereiding op het bepalen van de bestelaantallen.

De volgende acties vinden plaats om de beschikbare voorraad op peil te houden:

1. Aan het begin van een periodieke review worden goederen geleverd die in het verleden besteld zijn om de voorraadniveaus aan te vullen.
2. Eventuele backorders worden vervuld met de reeds geleverde goederen.
3. Iedere schakel in de logistieke keten bepaalt de hoeveelheid producten die besteld moeten worden met behulp van de base-stock levels en de voorraadniveaus.
4. Gedurende de periode vindt er consumentenvraag plaats bij de retailer.
5. Aan het eind van de periode vinden eventuele consumentenretouren plaats.

In het voorraadmodel wordt onderscheid gemaakt tussen twee type voorraad: (i) het voorraadniveau bestaat uit de beschikbare voorraad van producten die fysiek aanwezig zijn minus eventuele backorders en retouren uit de vorige periode (ii) de voorraadpositie bestaande uit de fysiek beschikbare voorraad plus alle orders die in het verleden zijn besteld maar nog niet zijn geleverd minus eventuele backorders en plus de retouren uit de vorige periode.

De fysiek beschikbare voorraad van schakel i aan het begin van periode t na ontvangst van een bestelhoeveelheid van de leverancier (dat is, de vorige schakel in de keten) wordt aangegeven met IL_t^i . Deze hoeveelheid is gebaseerd op de hoeveelheid die aanwezig was in de vorige periode (IL_{t-1}^i) minus de vraag waaraan voldaan is in de vorige periode (bestaande uit backorders en nieuwe vraag) plus de geleverde bestelhoeveelheid en eventuele retouren:

$$IL_t^i = (IL_{t-1}^i - BO_{t-2}^i - D_{t-1}^i)^+ + QR_{t-1}^i + Q_{t-L}^i$$

waarbij $A^+ = \max(A, 0)$, BO_{t-1}^i zijn de backorders die nog uitstaan aan het eind van periode t , D_t^i is de vraag naar producten bij schakel i in periode t , Q_t^i is de hoeveelheid goederen die besteld zijn door schakel i in periode t en QR_t^i is de hoeveelheid goederen die retour zijn gekomen bij schakel i aan het eind van periode t . Dit houdt in dat Q_{t-L}^i gelijk staat aan de hoeveelheid goederen die L perioden in het verleden zijn besteld ten opzichte van periode t , dus dit is de hoeveelheid die geleverd wordt aan het begin van periode t .

De hoeveelheid producten die uitstaan als backorders aan het eind van periode t wordt gegeven door:

$$BO_t^i = \begin{cases} (BO_{t-1}^i + D_t^i - IL_t^i)^+ & i > 1 \\ 0 & i = 1 \end{cases}$$

Verder geldt dat de vraag bij schakel $i > 1$ (D_t^i) gelijk is aan de bestelhoeveelheid van schakel $i - 1$ (Q_{t-1}^{i-1}) en de vraag bij de retailer (D_t^1) volgt een geometrische verdeling. Het bepalen van de retouraantallen wordt uitgelegd in een volgende sectie, evenals de bestelhoeveelheden.

De voorraadpositie bestaat naast het voorraadniveau ook uit alle producten die reeds besteld maar nog niet geleverd zijn. Deze hoeveelheid wordt aangeduid met IP_t^i voor schakel i aan het begin van periode t voordat er besteld wordt:

$$IP_t^i = \begin{cases} IP_{t-1}^i + Q_{t-1}^i - D_{t-1}^i + QR_{t-1}^i & i > 1 \\ (IP_{t-1}^i + Q_{t-1}^i - \min\{D_{t-1}^i, IL_{t-1}^i\})^+ + QR_{t-1}^i & i = 1 \end{cases}$$

De hoeveelheid vraag waar vervolgens aan voldaan wordt door schakel i in periode t , is gelijk aan :

$$QP_t^i = \min(D_t^i, (IL_t^i - BO_{t-1}^i)^+)$$

In deze logistieke keten zijn de orderlevertijden LP^i per schakel gelijk aan de reviewperiode van een week vermenigvuldigd met de aangegeven aantallen per schakel i . De reviewperiode L^i is vooraf bepaald en constant.

5.3 Retouren

In de closed loop supply chain theorie zijn door Kelle en Silver (1989) 4 methoden ontwikkeld om retouren mee te nemen in het voorraadbeheersingsproces. In 2009 hebben de Brito en Van der Laan onderzocht welke van deze methodes het meest robuust is. In dit onderzoek zal gebruik gemaakt worden van deze robuuste methode. Deze methode maakt gebruik van discrete p-waarden die de retouraantallen en momenten bepalen.

5.3.1 Bepalen van de retouraantallen

Zoals eerder beschreven in sectie 1.2.2 wordt de aanname gedaan dat de retourpercentages bekend zijn. De kans dat het product wordt geretourneerd na i perioden wordt aangegeven met p_i . De maximale periode waarin een product geretourneerd kan worden, is aangeduid met n . Let op dat

als $i=1$, dan wordt het product geretourneerd aan het eind van de periode waarin het verkocht is. De kans dat een product geretourneerd wordt, kan als volgt worden berekend:

$$kans\ op\ retour = \sum_{i=1}^n p_i$$

5.3.2 Bepalen retourmomenten

In sectie 4.2.2.1 is historische data gebruikt om te toetsen welke kansverdeling de retourmomenten volgen. Er is gekozen om een empirische kansverdeling te gebruiken, aangezien producten meestal geretourneerd worden binnen 5 weken. Als gevolg hiervan zijn er slechts 5 datapunten en is het beter om een empirische verdeling te gebruiken. Een product dat verkocht is in periode t heeft kans p_i dat het geretourneerd wordt in periode $t + i - 1$. Dit betekent dat het aantal producten dat geretourneerd wordt in periode t (QR_t^i) afhangt van alles dat verkocht is in de perioden $t - n + 1, \dots, t$. Om precies te zijn, met kans p_5 wordt een product dat verkocht is in periode $t - 4$ geretourneerd aan het eind van periode t , met kans p_4 wordt een product dat verkocht is in periode $t - 3$ geretourneerd aan het eind van periode t , ..., met kans p_1 wordt een product dat verkocht is in periode t geretourneerd aan het eind van periode t .

5.4 Base-stock voorraadbeheerstrategie

Iedere schakel in de logistieke keten hanteert dezelfde voorraadbeheerstrategie. Dit is de base-stock level zoals die beschreven is in de inleiding van hoofdstuk 2. Indien de gewenste voorraadpositie S_t^i bij schakel i op tijdstip t lager is dan de base stock level inclusief de verwachte retouraantallen, vindt er een bestelling plaats bij schakel i om de voorraad aan te vullen tot het gewenste base stock level. Bij elke review periode wordt er een nieuw basestock level bepaald. Dit gebeurt op basis van de netto vraag gedurende de levertijd plus review periode ($ND_{L+R,t}^i$):

$$ND_{L+R,t}^i = D_{L+R}^i - QR_{L+R,t}^i$$

waarbij D_{L+R}^i de vraag is gedurende de levertijd plus review periode en $QR_{L+R,t}^i$ is de hoeveelheid producten die geretourneerd wordt tijdens deze periode.

Om precies te zijn, het base stock niveau S_t wordt dusdanig gezet zodat deze voldoende is om aan een fractie α van de netto vraag te voldoen:

$$1 - \frac{E[(ND_{L+R,t}^i - S_t)^+] - E[(ND_{L,t}^i - S_t)^+]}{E[D_R^i]} \geq \alpha$$

Om deze fractie te berekenen wordt de netto vraag benaderd door een normale kansverdeling. De gemiddelde netto vraag is gelijk aan

$$E[ND_{L+R,t}^i] = E[D_{L+R}^i] - E[QR_{L+R,t}^i]$$

en de variantie van de netto vraag is gelijk aan

$$Var[ND_{L+R,t}^i] = Var[D_{L+R}^i] + Var[QR_{L+R,t}^i]$$

De gemiddelde vraag en variantie van de vraag wordt gegeven door:

$$E[D_{L+R}^i] = (L + R)E[D^i]$$

en

$$Var[D_{L+R}^i] = (L + R)Var[D^i]$$

De verwachte hoeveelheid producten die retour komen bij schakel i in de periode $t, \dots, t + L$ hangt gedeeltelijk af van de hoeveelheid producten die verkocht zijn in de perioden $t - n + 1, \dots, t - 1$ en de producten die verkocht worden in de perioden $t, \dots, t + L$. De eerste hoeveelheid is reeds bekend op tijdstip t maar de tweede hoeveelheid is nog onbekend aangezien het toekomstige vraag betreft. Hiervoor geldt nu (Kelle & Silver, 1989) en (Brito en Van der Laan, 2009)

$$E[QR_{L+R,t}^i] = \sum_{i=\max\{1,t-n+1\}}^{t-1} d_i \left(\sum_{j=t-i+1}^{\min\{n,t+L+1-i\}} p_j \right) + \sum_{i=t}^{t+L} E[D^i] \left(\sum_{j=1}^{t+L+1-i} p_j \right)$$

De eerste term is het verwachte aantal producten dat geretourneerd wordt afkomstig uit verkopen die gerealiseerd zijn voor periode t en de tweede term uit toekomstige verkopen. Voor het gemak is er uitgegaan van $n \geq L$ (m.a.w. ieder product dat verkocht wordt gedurende de levertijd kan ook geretourneerd worden in ieder van de perioden tijdens de levertijd, zij het met een bepaalde kans afhankelijk van de periode).

Naast de verwachte hoeveelheid producten dat geretourneerd wordt, moet ook de variantie bekend zijn. Hiervoor geldt:

$$Var[QR_{L+R,t}^i] = \sum_{i=\max\{1,t-n+1\}}^{t-1} d_i \left(\sum_{j=t-i+1}^{\min\{n,t+L+1-i\}} p_j \right) \left(1 - \sum_{j=t-i+1}^{\min\{n,t+L+1-i\}} p_j \right) + \sum_{i=t}^{t+L} \left\{ Var[D^i] \left(\sum_{j=1}^{t+L+1-i} p_j \right)^2 + E[D^i] \left(\sum_{j=1}^{t+L+1-i} p_j \right) \left(1 - \sum_{j=1}^{t+L+1-i} p_j \right) \right\}$$

Door bovenstaande formules te gebruiken, hebben we een uitdrukking voor de gemiddelde netto vraag en de variantie hiervan. Door de aanname te maken dat de netto vraag een gamma verdeling volgt, kunnen we de waarde van S_t^i bepalen door op zoek te gaan naar de kleinste waarde waarvoor:

$$1 - \frac{E[(ND_{L+R,t}^i - S_t)^+] - E[(ND_{L,t}^i - S_t)^+]}{E[D_R^i]} \geq \alpha$$

waarin de waarde van α overeenkomt met de gewenste service graad.

De bestelhoeveelheden zullen als volgt bepaald worden:

$$Q_t^i = \max(S_t^i - IP_t^i, 0)$$

Voor schakels stroomafwaarts ten opzichte van de schakel waar goederen naartoe teruggestuurd worden, geldt dat $E[QR_{L+R,t}^i] = Var[QR_{L+R,t}^i] = 0$. Voor deze schakels is het base-stock niveau eenvoudig te bepalen. Echter voor schakels stroomopwaarts is dit complexer. Deze schakels moeten ook rekening houden met het feit dat er stroomafwaarts goederen worden teruggestuurd, omdat deze schakel minder eenheden gaat bestellen. Voor deze schakels wordt de waarde van $E[ND_{L+R,t}^i]$ en $Var[ND_{L+R,t}^i]$ geschat door de waarden uit het verleden tijdens de simulatie te nemen.

5.5 Output van het model

Om te meten in welke mate doelstellingen gerealiseerd worden zullen de metingen plaats vinden op het vlak van de servicegraad, de gemiddelde voorraadhoogte en het bullwhip effect aan het eind van iedere simulatie per schakel.

De service graad luidt:

$$\beta' = \frac{QP_t^i}{Q_t^i}$$

Gemiddelde voorraadhoogte per schakel i in de keten:

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [(IL_t^i - BO_{t-1}^i - D_t^i)^+ + QR_t^i]$$

Het bullwhip effect:

$$\frac{\text{Ordervariantie}^i}{\text{Vraagvariantie}^i} = \frac{Var_{Q_t^i}^i}{Var_{D_t^1}^i}$$

5.6 Notaties

In deze sectie is een samenvatting van de diverse notaties die binnen dit voorraadbeheer model toegepast worden.

Notatie Omschrijving

μ	De gemiddelde vraag per periode.
p_i	De kans op retouren
IL_t^i	De fysiek beschikbare voorraad van schakel i aan het begin van periode t na ontvangst van een bestelhoeveelheid van de leverancier (vorige schakel in de keten).
BO_t^i	De backorders die nog uitstaan in periode t .
D_t^i	De vraag naar producten bij schakel i in periode t .
Q_t^i	De hoeveelheid goederen die besteld zijn door schakel i in periode t .
QR_t^i	De hoeveelheid goederen die retour zijn gekomen bij schakel i aan het eind van periode t .
LP	Orderlevertijden.
IP_t^i	De producten die reeds besteld maar nog niet geleverd zijn. Deze hoeveelheid wordt aangeduid met voor schakel i aan het begin van periode t voordat er besteld wordt.
IL_t^i	De fysiek beschikbare voorraad van schakel i aan het begin van periode t na ontvangst van een bestelhoeveelheid van de leverancier (vorige schakel in de keten).
p_R	De kans dat goederen retour komen.
p_k	Geeft de kans weer dat een product na periode K retourkomt.
QP_t^i	De hoeveelheid vraag waar aan wordt voldaan.
k	Veiligheidsfactor ten behoeve van veiligheidsvoorraad.
S_t^i	De gewenste voorraadpositie bij schakel i op tijdstip t .
ND	De netto vraag, dit is de vraag naar goederen minus de retouren.
β'	De servicegraad, de mate waarin voldaan kan worden aan de vraag naar goederen.
δ	De gemiddelde voorraadhoogte.

6 Resultaten analyse

In dit hoofdstuk worden de simulatie resultaten besproken. In sectie 6.1 wordt er een gedetailleerdere uitleg gegeven van de simulatie. In sectie 6.2 worden de simulatieresultaten besproken in relatie tot het bullwhip effect en in Sectie 6.3 de resultaten in relatie tot de voorraadniveaus.

6.1 Simulatie ontwerp

De aanleiding voor dit onderzoek is om te achterhalen waar in de logistieke keten consumentenretouren het best naar toe gestuurd kunnen worden. Om deze vraag te beantwoorden zijn er een twee parameterwaarden gemeten. De hoogte van het bullwhip effect en de gemiddelde voorraadhoogte per schakel in de keten.

Alle twee parameters beïnvloeden het resultaat van een ondernemer. Het bullwhip effect raakt alle schakels in de keten, doordat er onnodige voorraad aangelegd of geproduceerd wordt. De hoogte van de voorraad legt echter een bepaald beslag op de liquiditeit van een onderneming en een risico op incurante goederen in de toekomst.

Uit de literatuurstudie blijkt dat diverse oorzaken ten grondslag liggen aan het bullwhip effect. De verwachting is dat de hoogte van retourpercentages en langere levertijden van invloed kunnen zijn op het bullwhip effect. Er is in dit onderzoek ook verondersteld dat er een relatie bestaat tussen de hoogte van de retouren en de voorraadniveaus en ook dat er wellicht een relatie bestaat tussen de hoogte van levertijden en de voorraadniveaus gegeven een logistieke keten waarbij er rekening gehouden wordt met retouren.

Tijdens iedere simulatie zullen een aantal parameter-waarden worden getoetst om te zien wat het gevolg is voor de gemiddelde voorraadniveaus en het bullwhip effect onder gelijkblijvende service. Door de servicegraad (redelijk) constant te houden, is het mogelijk om de verschillende scenario's met elkaar te kunnen vergelijken. Dit betekent dat er base-stock niveaus bepaald worden zoals beschreven in Sectie 5.4, waarbij de waarde van α (de servicegraad in het model) aangepast wordt, zodat de servicegraad tijdens de simulatie (redelijk) constant blijft. Er is voor gekozen om de servicegraad (gedefinieerd als fill rate, ofwel het percentage van de vraag waar direct aan voldaan kan worden met voorraad dat fysiek direct aanwezig is) gelijk te stellen aan 95%.

Om te toetsen of er een relatie is tussen de hoogte van het retourpercentage en het bullwhip effect, zijn er diverse scenario's bestudeerd:

1. Allereerst is naar een scenario gekeken waarbij retouren geen rol spelen. In dit eerste scenario geldt dus $p_i = 0$ zodat een product nooit geretourneerd zal worden. Er is gekozen voor een geometrische vraagverdeling met een gemiddelde van 10 eenheden per periode. De levertijd naar de fabrikant is 4 perioden, van de fabrikant naar de distributeur is 2 perioden en van de distributeur naar de retailer is 1 periode. De simulatieresultaten worden gegenereerd door een gemiddelde te nemen over 10 simulatieruns, waarbij een run bestaat uit 100 warmup periode en 1000 simulatie perioden.

Voor de overige simulaties wordt uitgegaan van dezelfde opzet voor de simulatie, tenzij anders vermeld. Daarom wordt dit eerste scenario gebruikt als benchmark en wordt aangeduid met S1.

2. Het tweede scenario houdt rekening met consumentenretouren van de consument naar de retailer. Hierbij zijn er drie simulaties gedraaid waarbij gevarieerd is met de hoogte van de retourpercentages. Zoals uitgelegd in sectie 4.2.2 is de verhouding tussen de retourpercentages per week hetzelfde. Allereerst zal er een scenario gedraaid worden waarbij $\sum_i p_i = 0.1$. Dit komt overeen met een retourpercentage van 10% en dit scenario wordt aangeduid met S2.A. Hierna wordt gebruik gemaakt van 25% bij scenario S2.B, 50% bij scenario S2.C en van 75% bij scenario S2.D.
3. Het derde scenario is vergelijkbaar met het tweede, echter bij het derde scenario gaan de consumentenretouren niet meer naar de retailer maar naar de distributeur. Ook hierbij zal gevarieerd worden met dezelfde retourpercentages als bij scenario 2, maar nu bij de distributeur. Dit leidt tot scenario S3.A met een retourpercentage van 10%, scenario S3.B met een retourpercentage van 25%, scenario S3.C met 50% en scenario S3D met 75%.
4. Het vierde scenario is vergelijkbaar met het tweede en derde, echter bij het vierde scenario gaan de consumentenretouren niet meer naar de retailer of de distributeur, maar naar de fabrikant. Hier gelden weer dezelfde retourpercentages van 10% (scenario S4.A), 25% (scenario S4.B), 50% (scenario S4.C) en 75% (scenario S4.D).

De uitkomsten die hieruit volgen worden in sectie 6.2 beschreven.

Om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen langere levertijden en het bullwhip effect, in een supply chain die rekening houdt met consumentenretouren, zijn er diverse scenario's gedraaid waarbij er gevarieerd is met de levertijden.

De volgende scenario's worden bestudeerd:

1. Evenals scenario S1, wordt eerst gekeken naar een supply chain zonder retouren. In dit scenario bedraagt de levertijd naar de fabrikant 2 perioden, van de fabrikant naar de distributeur duurt slechts 1 periode en van de distributeur naar de retailer is ook 1 periode. Dit scenario wordt aangeduid als scenario S5.
2. Om te toetsen wat de impact is van de levertijden op de keten met retourstromen, wordt ook gekeken naar een scenario waarin consumenten goederen retour kunnen sturen naar de distributeur, gegeven de levertijden uit scenario S5. Hier geldt wederom dat de retourpercentages overeenkomen met 10% (scenario S6.A), 25% (scenario S6.B), 50% (scenario S6.C) en 75% (scenario S6.D).
3. Er zijn ook simulaties getoetst, waarbij alleen de levertijd van de fabrikant verlaagd is. Hiervoor is er eerst een nieuwe benchmark getoetst zonder retouren (S7). De levertijden die hierbij gelden zijn voor de fabrikant 2 perioden en de levertijden voor de retailer en de distributeur zijn ongewijzigd en zijn respectievelijk 1 en 2 perioden. De retourpercentages zijn wederom scenario's met 10% (scenario S8.A), 25% (scenario S8.B), 50% (scenario S8.C) en 75% (scenario S8.D). Hierdoor kunnen de scenario's S1, S3, S5, S6, S7 en S8 onderling met elkaar vergeleken worden.

Als laatst wordt gekeken wat de invloed van de vraagverdeling is op de impact van retourstromen op de logistieke keten:

1. Evenals scenario 1 en scenario 5, wordt eerst gekeken naar een supply chain zonder retouren. In dit scenario bedraagt de levertijd naar de fabrikant 4 perioden, van de fabrikant

naar de distributeur 2 perioden en van de distributeur naar de retailer 1 periode (evenals scenario 1). Echter de vraagverdeling betreft nu een gamma verdeling met een gemiddelde van 10 eenheden en een variantie van 20 eenheden. Dit scenario wordt aangeduid als scenario S9. Dit betreft een toetsing met een kleine standaard afwijking.

2. Om te toetsen of er een verschil is tussen een gamma verdeling met een grote standaard afwijking ten opzichte van een kleine standaard afwijking, worden er ook simulaties gedraaid waarbij de gemiddelde vraag gehandhaafd is op 10 eenheden met een variantie van 400. Net als bij voorgaande simulaties wordt er eerst een benchmark bepaald (scenario S15). En wordt er getoetst wat de impact is van verschillende retourpercentages. De retourpercentages, waarmee getoetst wordt zijn 10% (scenario S16A), 25% (scenario S16B) en 50% (scenario S16C). De resultaten van deze toetsen worden vergeleken met de scenario's S1, S3, S9, S10.
3. Om te toetsen wat de impact is van de vraagverdeling op de keten met retourstromen, wordt ook gekeken naar een scenario waarin consumenten goederen retour kunnen sturen naar de distributeur. Hier geldt wederom dat de retourpercentages overeenkomen met 10% (scenario S10.A), 25% (scenario S10.B), 50% (scenario S10.C) en 75% (scenario S10.D). Hierdoor kunnen de scenario's S1, S3, S9 en S10 onderling met elkaar vergeleken worden.
4. Bij alle eerder genoemde simulaties zijn de fill rates vastgezet op $\pm 95\%$. Om te toetsen of de hoogte van de fill rate een rol speelt bij de ontwikkeling van het bullwhip effect of de voorraadniveaus zijn er nog enkel simulaties die noodzakelijk zijn. Hierbij zijn de fill rates vast gezet op 85% (scenario S11) en is gevarieerd met de retourpercentages, 10% (scenario S12.A), 25% (scenario S12.B), 50% (scenario S12.C) en 75% voor (scenario S12.D).
5. Er is ook getoetst hoe de parameterwaarden reageren als de fill rate op $\pm 90\%$ staat. Hiervoor is er wederom eerst een benchmark getoetst met 0% retouren (S13). Vervolgens is er voor dit scenario getoetst met retourpercentages van 10% (scenario S14.A), 25% (scenario S14.B) en 50% (scenario S14.C).

Om de invloed van retourpercentage van 75% te meten is ± 10 uur nodig. Om deze reden is het niet mogelijk om voor de simulaties S14 en S16 de juiste parameterwaarden te kalibreren.

In de volgende secties worden de resultaten besproken van de verschillende simulaties.

6.2 Resultaten in relatie tot het bullwhip effect

De 3 factoren die wellicht impact hebben op het bullwhip effect in dit onderzoek zijn:

- Retourpercentages
- Retourlocatie
- Levertijden

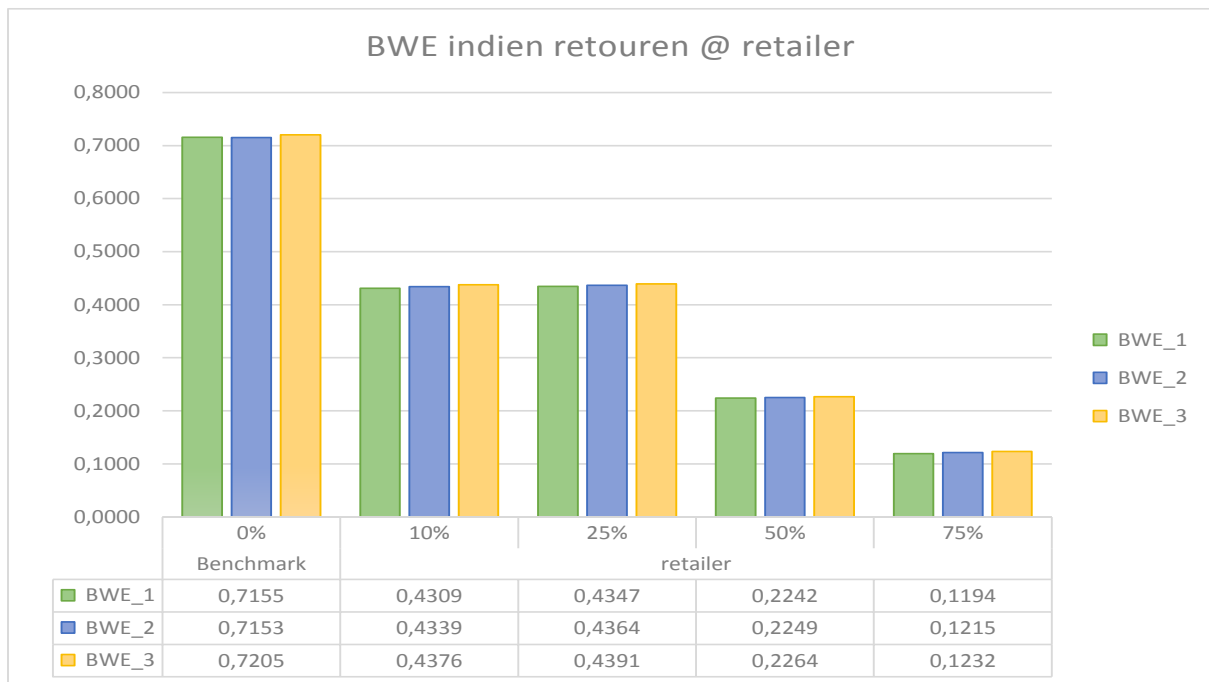
In deze sectie zullen de hypothesen besproken worden die gemeten worden aan de output variabele bullwhip effect. De volgorde waarin dit besproken wordt is H1 vervolgens H5 en als laatst H2.

H1: Een hoog retourpercentage leidt tot een versterkend bullwhip effect.

Om H1 te beantwoorden zijn eerst de resultaten per retourlocatie in de logistieke keten bekeken en is tevens gevarieerd met de retourpercentages.

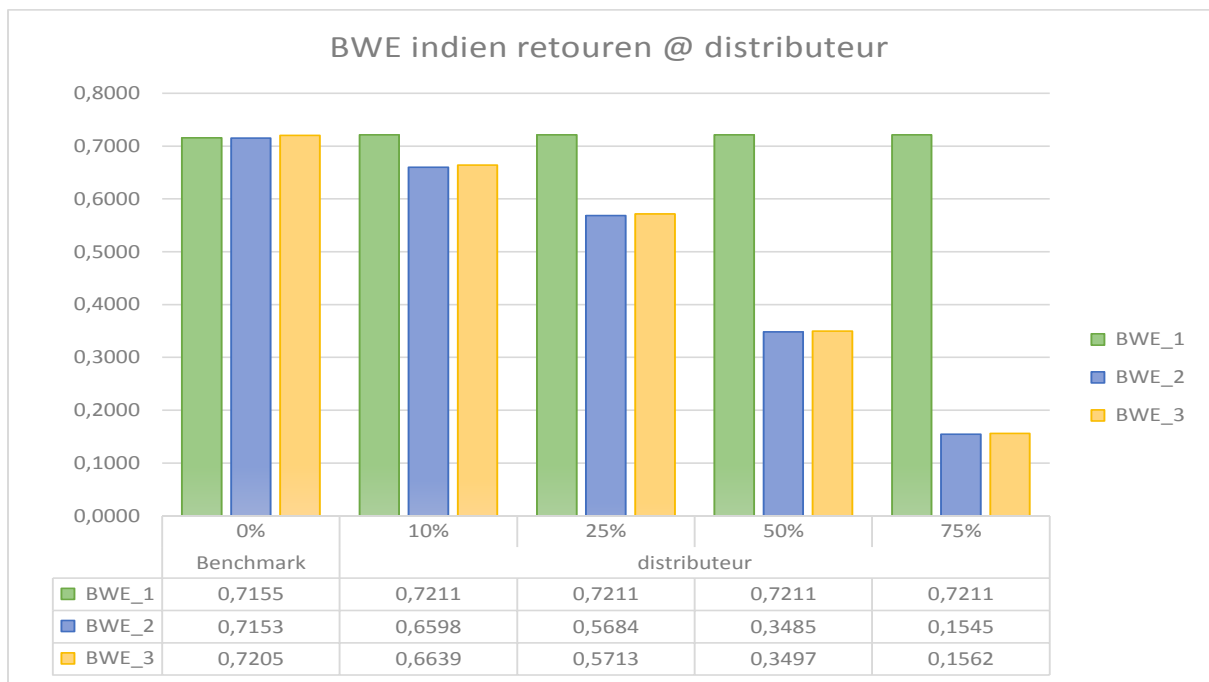
In de grafieken wordt het bullwhip weergegeven, hierbij staat BWE_1 als de uitkomsten voor het bullwhip effect bij de retailer, BWE_2 voor de distributeur en BWE_3 voor de fabrikant.

In figuur 15 is het resultaat te zien wat de impact is van retouren en retour percentages indien deze naar de retailer verstuurd worden. Dit zijn de resultaten van simulaties S1 en S2.A tot en met S2.D. Hierin is te zien dat het BWE ten opzichte van de benchmark, bij alle retourpercentages afneemt. Naarmate het retourpercentage toeneemt, daalt ook het bullwhip effect voor alle schakels in de keten.

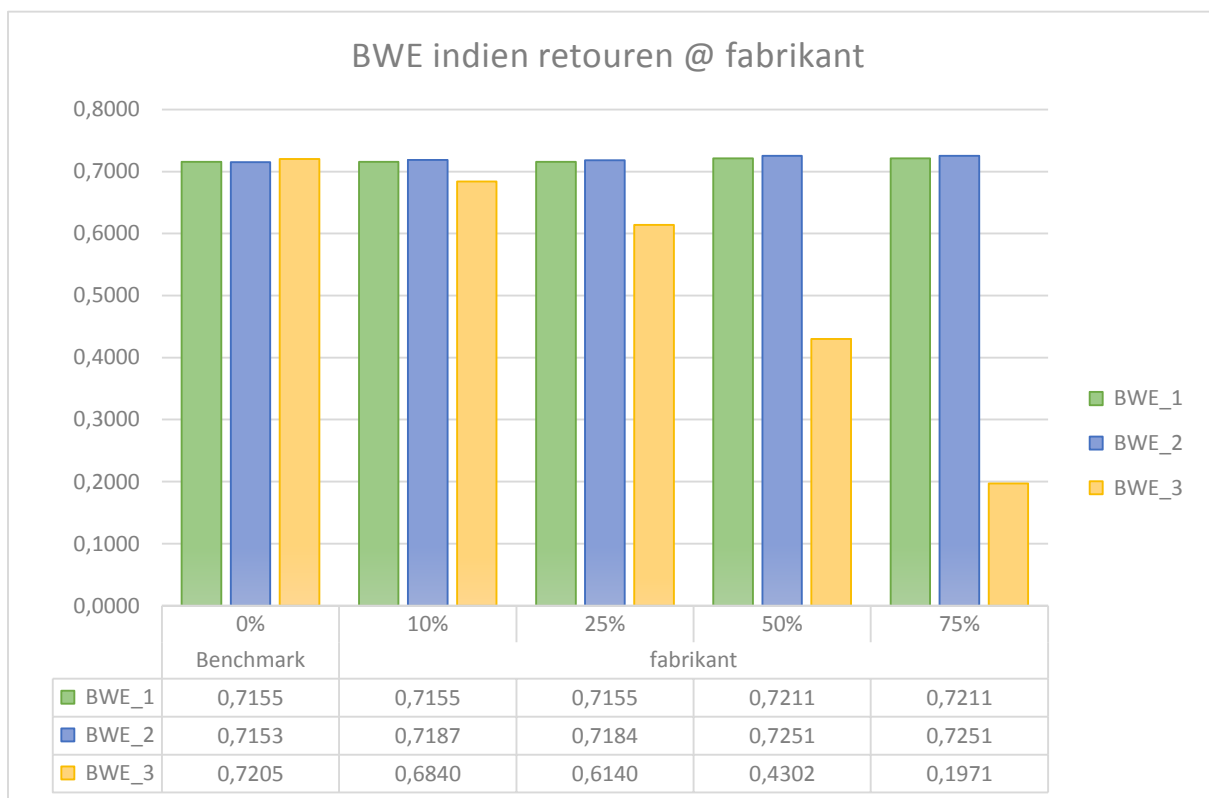


Figuur 15. Ontwikkeling bullwhip effect indien retouren ontvangen bij retailer

De resultaten indien de retouren naar de distributeur verstuurd worden zijn in figuur 16 weergegeven (scenario's S1 en S3.A-D) en in figuur 17 zijn de resultaten te zien indien de retouren verstuurd worden naar de fabrikant (scenario's S1 en S4.A-D). In beide gevallen worden de resultaten vergeleken ten opzichte van de benchmark. We zien dat bij zowel de distributeur als de fabrikant het bullwhip effect afneemt, naarmate het retourpercentage toeneemt. Dit gebeurt vanaf de schakel die de retouren ontvangt en daarna verder stroomopwaarts de logistieke keten. Hierover meer bij het bespreken van de resultaten ter beantwoording van H5.



Figuur 16. Ontwikkeling bullwhip effect indien retouren ontvangen bij distributeur



Figuur 17. Ontwikkeling bullwhip effect indien retouren ontvangen bij fabrikant

Samenvattend kan geconcludeerd worden, dat naarmate het retourpercentage toeneemt het bullwhip effect afneemt. Hiermee kan de theorie van Huang en Wang (2008) dat in reverse supply chains het bullwhip altijd versterkt wordt door retouren, ongeacht het retourpercentage, binnen de context van dit onderzoek niet bevestigd worden. De theorie van Adenso-Diaz et al.(2012) dat de hoogte van het retourpercentage van invloed is op het bullwhip effect is binnen dit onderzoek juist wel. Ook de theorie van Zhou en Disney (2006) wordt binnen dit onderzoek bevestigd dat in een supply chain met retouren het bullwhip effect altijd afneemt. In de resultaten is te zien dat het bullwhip effect namelijk daalt naarmate het retourpercentage toeneemt.

Om H5 te beantwoorden is per getoetst retourpercentage gevarieerd met de locaties, waarbij de resultaten wederom vergeleken worden ten opzichte van de benchmark.

H5: Het bullwhip effect neemt af naarmate de retouren op een locatie eerder in de keten ontvangen worden.

In figuur 18 is de impact van de retourlocaties op het bullwhip effect bij diverse retourpercentages geïllustreerd. Hieruit kan geconcludeerd worden dat H5 bevestigd wordt. Er wordt aangetoond dat het bullwhip effect in de gehele logistieke keten het sterkst afneemt, indien de retouren bij de retailer ontvangen worden. Zoals eerder vermeldt is waargenomen dat het bullwhip effect daalt vanaf de schakel die de retouren ontvangt en daarna verder stroomopwaarts de logistieke keten.



Figuur 18. Impact retourlocaties op het bullwhip effect

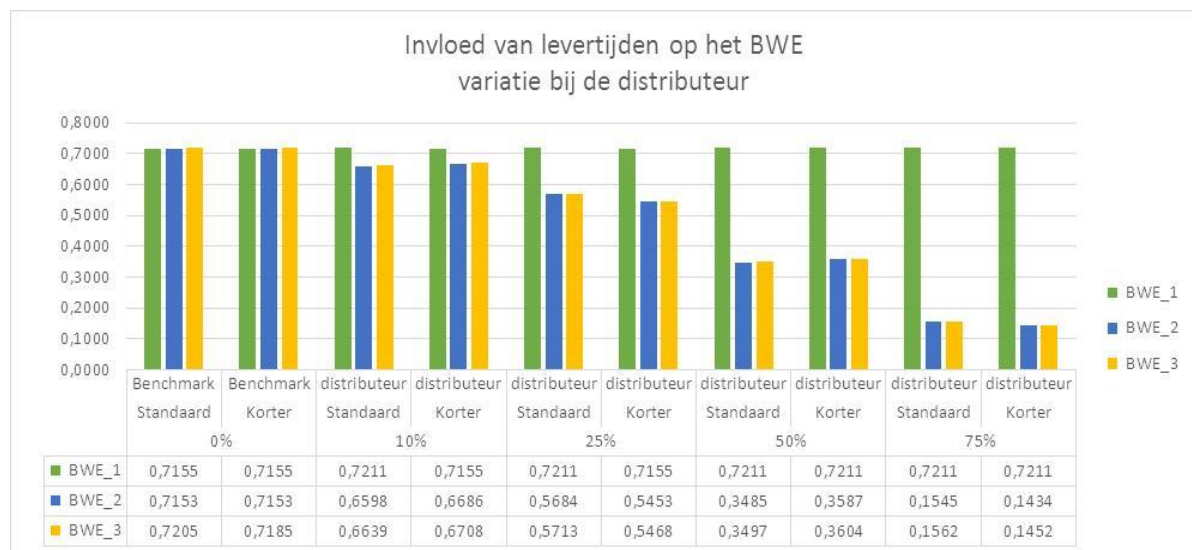
Samenvattend kan vastgesteld worden dat in een logistieke keten waarbij er sprake is van closed loop supply chain management, het bullwhip effect het best verlaagd kan worden als de retouren van consumenten goederen naar de retailer gaan.

In de voorwaartse logistieke keten ontstaat het bullwhip effect doordat elke schakel in de keten zijn inkoop of productie aantallen baseert op basis van de vraag van de volgende schakel. Dit begint dus bij de retailer. Dit verklaart in dit onderzoek dat het bullwhip effect het sterkst daalt, als de retailer

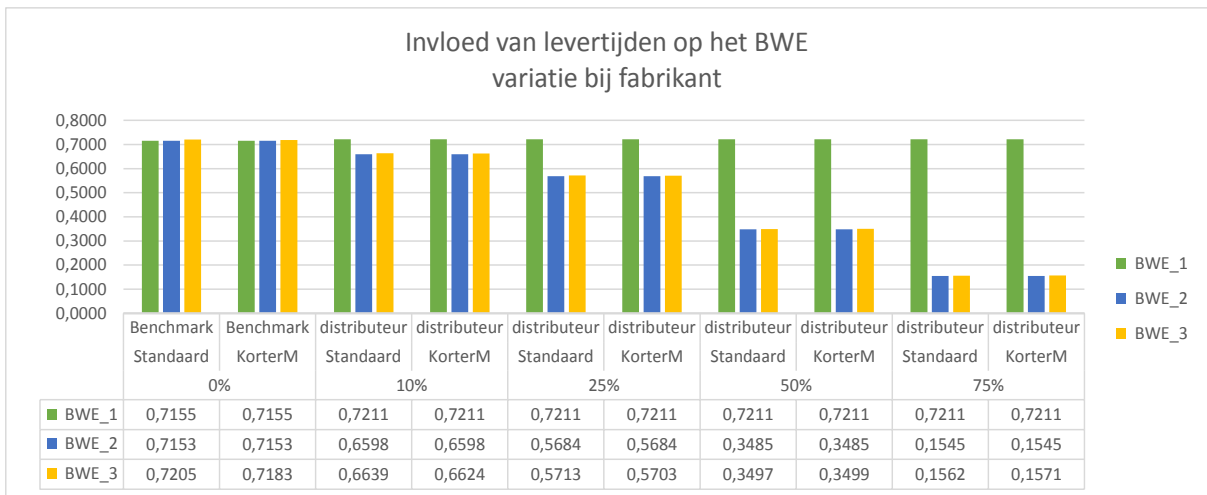
de direct her-inzetbare retouren ontvangt. De retailer bestelt namelijk lagere hoeveelheden, omdat hij rekening houdt met een netto vraag en dat vertaalt zich weer stroomopwaarts de logistieke keten in.

H2: Lange levertijden leiden tot het versterken van het bullwhip effect in een supply chain waar rekening gehouden wordt met retouren.

Om deze hypothese te toetsen is het noodzakelijk om bij de schakels die de consumentenretouren ontvangen te variëren met de levertijden. Dit is gedaan bij de distributeur in de simulaties S5, S6.A tot en met S6.D deze resultaten worden vergeleken met S1, S3.A tot en met S3.D waarin de levertijden groter waren. In Figuur 19 worden de langere levertijden aangegeven als standaard en de levertijden uit de simulaties S5 en S6.A tot en met S6.D als korter. De figuur toont ook aan dat er niet eenduidig vast te stellen is welke impact levertijden op het bullwhip effect hebben bij de distributeur. Bij de retourpercentages 10% en 50% zien we dat het BWE juist toeneemt en bij 25% en 75% juist afneemt bij een kortere levertijd. Dezelfde toets is gedaan door in de simulaties S7 en 8 te variëren met de levertijd voor de fabrikant. De resultaten hiervan staan in Figuur 20. Ook hieruit blijkt dat er geen eenduidigheid vast te stellen is. Om deze reden kan H2 in dit onderzoek niet aangenomen worden.

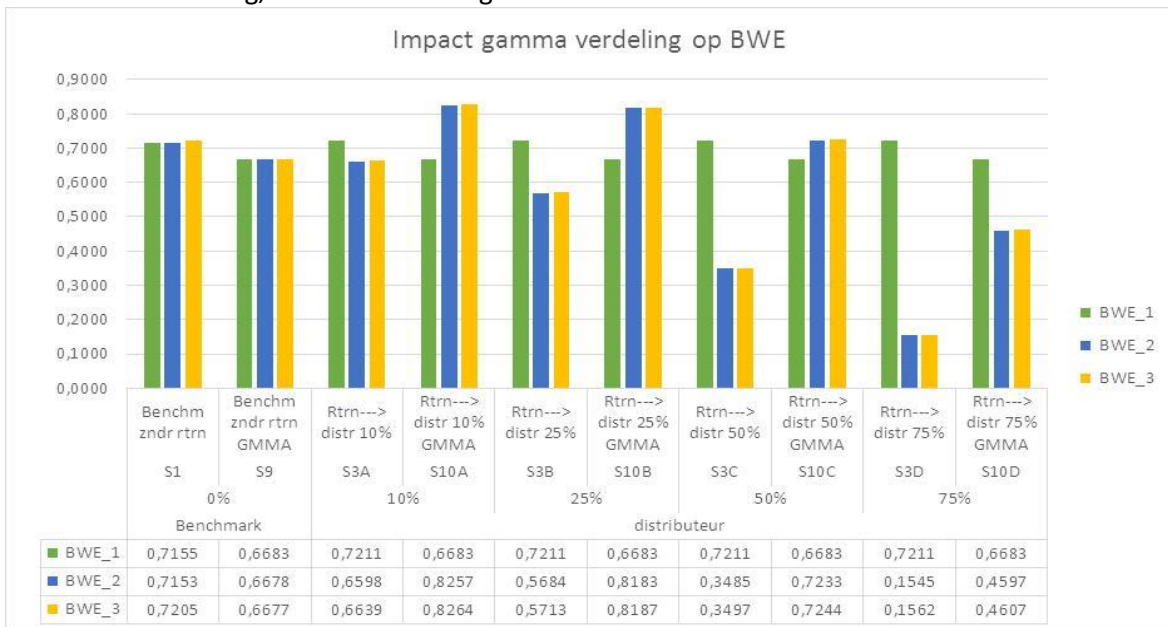


Figuur 19. Invloed van levertijden op het bullwhip effect bij distributeur. Standaard komt overeen met scenario's S1 en S3.A-D, terwijl korter overeenkomt met scenario's S5 en S6.A-D.

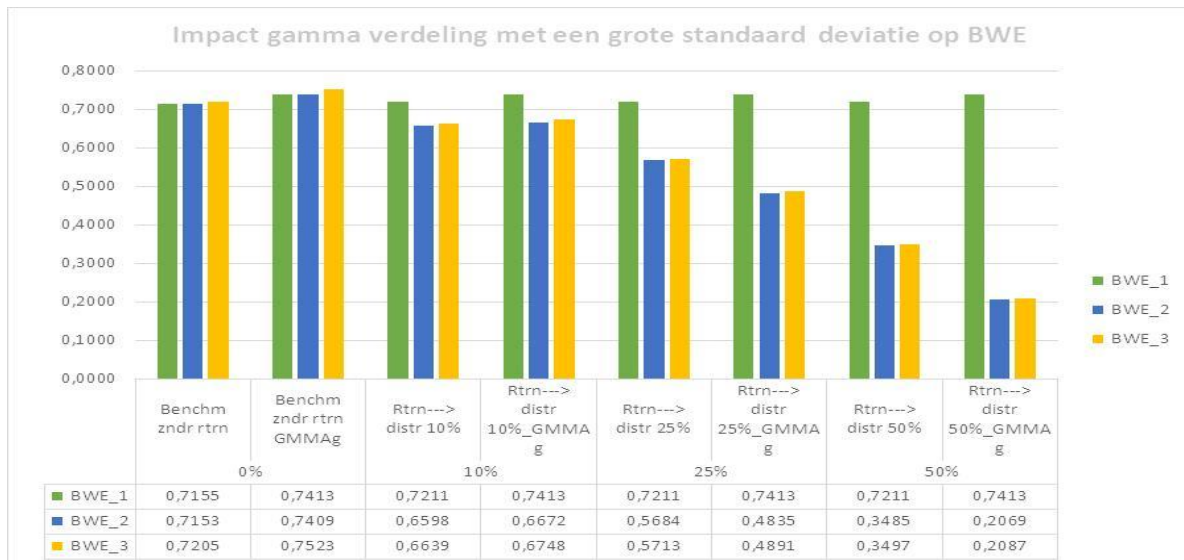


Figuur 20. Invloed van levertijden op het bullwhip effect bij fabrikant. Standaard komt overeen met scenario's S1 en S3.A-D, terwijl korter overeenkomt met scenario's S7 en S8.A-D.

Uit de data verzameling is gebleken dat er verschillende vraagverdelingen mogelijk zijn. Om deze reden zijn er nog enkele simulaties bestudeerd, zodat vastgesteld kan worden of de resultaten zoals eerder in deze sectie besproken ook geldig zijn bij een consumentenvraag die de gamma verdeling volgt. De simulaties S9 en S10 zijn vergeleken met de simulaties S1 en S3. De resultaten hiervan zijn geïllustreerd in figuur 21. Hieruit blijkt dat de hoogte van het retourpercentage een soort gelijke invloed heeft als bij een geometrisch verdeelde vraag. Er is te zien dat bij een lager retourpercentage het bullwhip effect eerst toeneemt ten opzichte van de benchmark en naarmate het retourpercentage stijgt het bullwhip effect afneemt. Wat ook af te lezen uit de grafiek is dat ook bij een gamma verdeling het bullwhip effect daalt vanaf de schakel die rekening houdt met retouren. Een mogelijke verklaring voor de verhoging ten opzichte van de benchmark is de kleinere standaard deviatie van de vraag, hiervoor is vervolg onderzoek vereist.



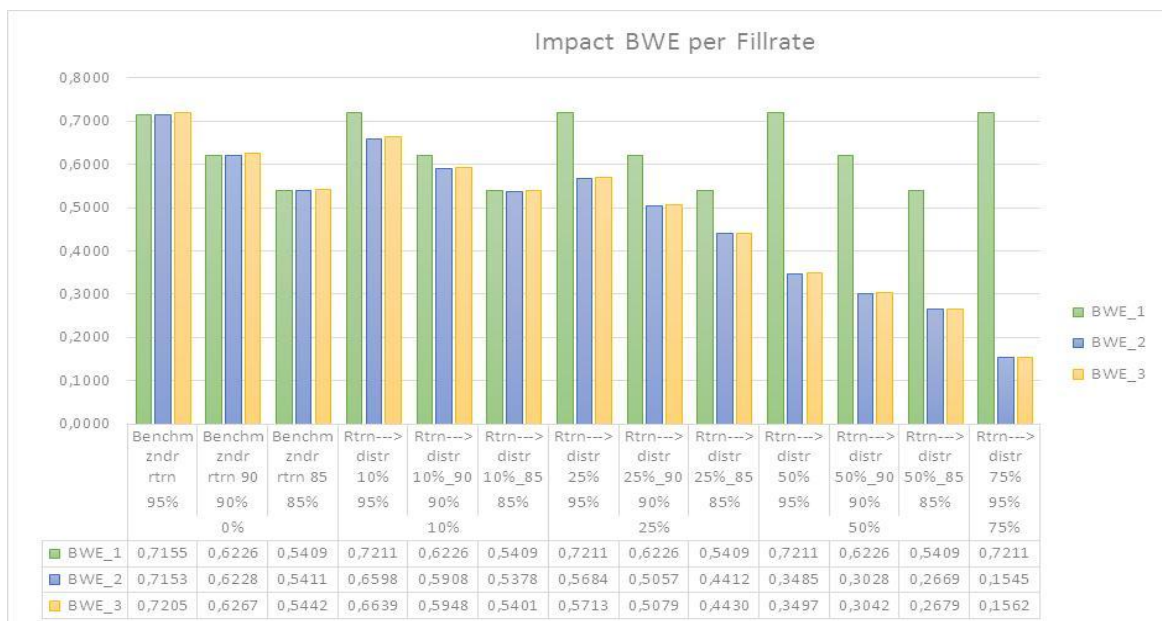
Figuur 21. Invloed van gamma vraagverdeling op het bullwhip effect bij distributeur



Figuur 22. Invloed van gamma vraagverdeling op het bullwhip effect bij distributeur indien grote standaard deviatie

Er is ook een toets gedaan indien er een grotere standaard deviatie is bij de gamma verdeling. De resultaten hiervan zijn getoond in figuur 22. De conclusie is dat ook bij een gamma verdeling met een grote standaard deviatie, het BWE daalt vanaf de schakel die in de logistieke keten rekening houdt met retouren. Tot zover is gemeten wat de impact op het BWE is indien de vraag varieert of dat er sprake is van een andere vraagverdeling met diverse standaard deviaties en de locatie waar de retouren naar toe gaan. Bij al deze toetsen is er uitgegaan van een fillrate van $\pm 95\%$.

Naar aanleiding van de resultaten die tot nu toe redelijk eenduidig zijn is er ook bekeken of er een andere waarneming gedaan wordt indien er met de fillrate gevarieerd wordt met fillrates van 85% en 90%. De resultaten worden vergeleken met de uitkomsten die gerealiseerd zijn onder een fillrate van 95%. De resultaten hiervan zijn in figuur 23 verwerkt. Hieruit is af te lezen dat ongeacht de verschillende gekalibreerde fillrates die plaatsvinden, de conclusie blijft dat het bullwhip effect daalt naarmate de retourpercentages toenemen en ook vanaf de schakel in de keten die rekening houdt met de retouren.



Figuur 23. Invloed van bullwhip effect bij diverse fillrate

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat binnen dit onderzoek er een relatie is tussen een geometrische en gamma vraagverdeling en het bullwhip effect, waarbij de hoogte van de retourpercentages een positieve invloed heeft op het verlagen van het bullwhip effect. Tevens blijkt dat gegeven deze twee vraagverdelingen de locatie waar de goederen het best aan geretourneerd kunnen worden de eerste schakel in de reverse supply chain is. In dit onderzoek is dit de retailer. Dan is namelijk het hoogst haalbare resultaat mogelijk om het bullwhip effect te beperken. Er moet verder onderzoek gedaan worden om te bepalen voor welke vraagverdelingen deze theorie ook geldt. Uit dit onderzoek blijkt deze theorie niet volledig toepasbaar is op een vraagverdeling, zoals de gamma verdeling waarbij er sprake is van een grote variantie ten opzichte van de gemiddelde vraag. Om te verklaren waarom de theorie afwijkt voor een andere vraagverdeling is er vervolg onderzoek noodzakelijk.

6.3 Resultaten in relatie tot de voorraadniveaus

De 3 factoren die wellicht invloed hebben op voorraadniveaus in dit onderzoek zijn:

- Retourpercentages
- Retourlocatie
- Levertijden

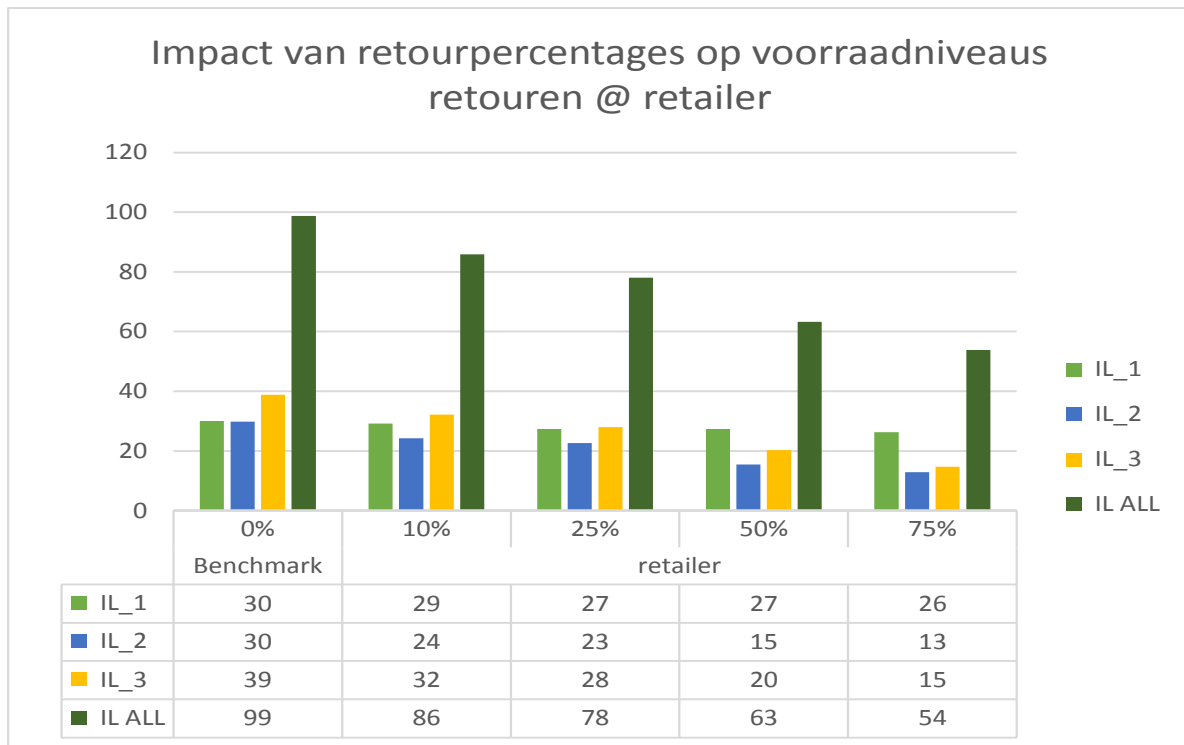
In deze sectie zullen de hypotheses besproken worden die gemeten worden aan de output variabele voorraad niveaus. De volgorde waarin dit besproken wordt is H3 vervolgens H4.

H3: Door in een voorraadbeheersproces rekening te houden met retouren kunnen voorraadniveau's verlaagd worden.

Om H3 te beantwoorden zijn net als in sectie 6.2 eerst de resultaten per retourlocatie in de logistieke keten bekeken en is er gevarieerd met de retourpercentages om te toetsen wat het effect hiervan is op de voorraadniveaus.

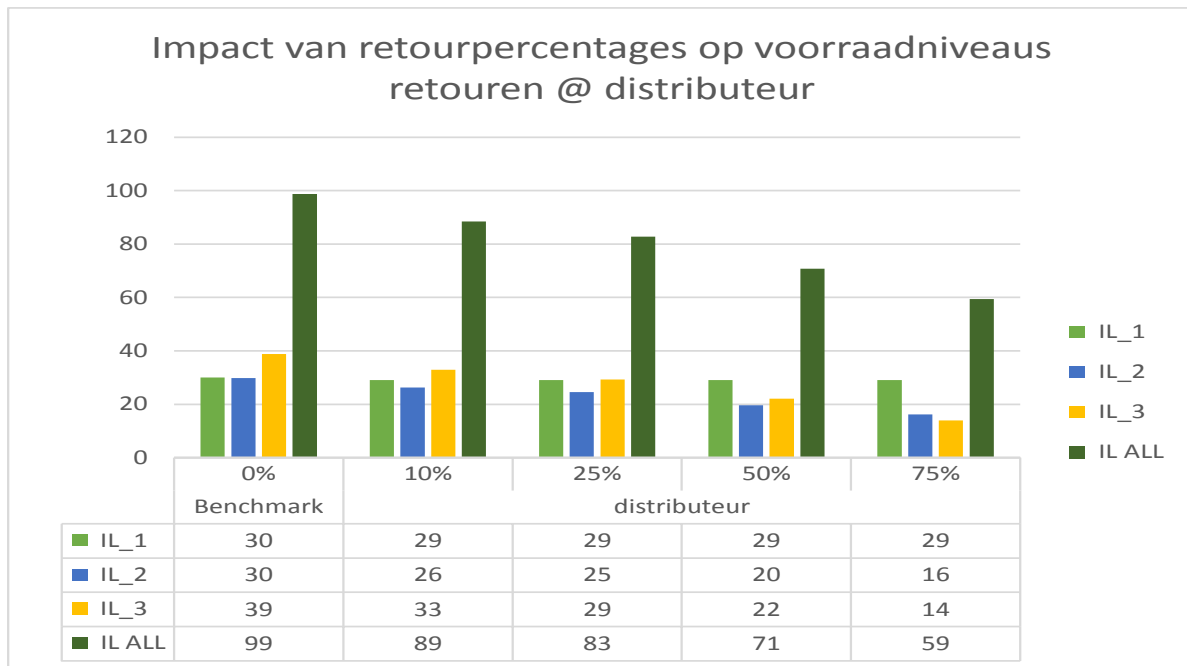
In de grafieken wordt het voorraadniveau weergegeven als IL_1 als het voorraadniveau bij de retailer, IL_2 voor de distributeur en IL_3 voor de fabrikant en IL ALL is de som van de gemiddelde voorraadniveaus van alle schakels in de keten.

In figuur 23 is de impact van retourpercentages op de voorraadniveaus weergegeven, indien de retouren terug gaan naar de retailer. De resultaten worden hierbij vergeleken ten opzichte van een logistieke keten zonder retouren. Het betreft hier een vergelijking van de resultaten van simulaties S1 en S2.A tot en met S2.D.

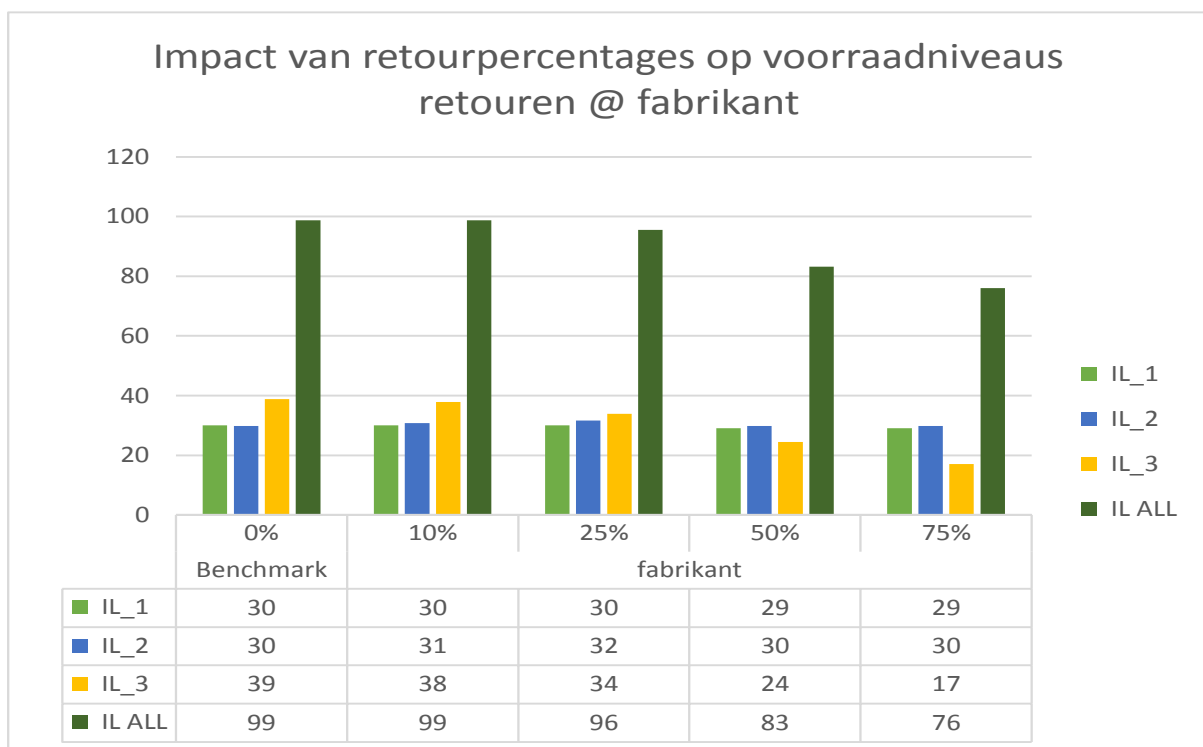


Figuur 23. Impact retourpercentages op voorraadniveaus indien retouren naar de retailer

Hierin is te zien dat het totale voorraadniveau in de gehele logistieke keten altijd hoger is indien er geen rekening gehouden wordt met direct her-inzetbare retouren. Dit fenomeen is ook zichtbaar als de retouren naar andere schakels in de keten geretourneerd worden. (zie Figuur 24 en 25). In figuur 24 zijn de resultaten te zien indien de gevarieerde retourpercentages retour gaan naar de distributeur(S3.A tot en met S3D vs. S1) en in figuur 25 indien de retouren terug gaan naar de fabrikant(S4.A tot en met S4D vs. S1). In alle gemeten situaties blijkt dat naarmate het retourpercentage toeneemt de totaal gemiddelde voorraad in de gehele keten afneemt. De resultaten tonen ook aan dat de voorraadniveaus dalen vanaf de schakels in de keten die rekening houden met de retouren. De verklaring hiervoor is dat bij het bepalen van de base-stocklevels rekening gehouden wordt met de retouren. Gevolg is dat de bestelmomenten uitgesteld worden ten opzichte van een situatie waarbij er geen rekening gehouden wordt met retouren. Hoe hoger de retour aantallen des te langer het bestelmoment uitgesteld kan worden. Dit effect werkt door naar de leveranciers die stroomopwaarts in de logistieke keten zitten.



Figuur 24. Impact retourpercentages op voorraadniveaus indien retouren naar de distributeur

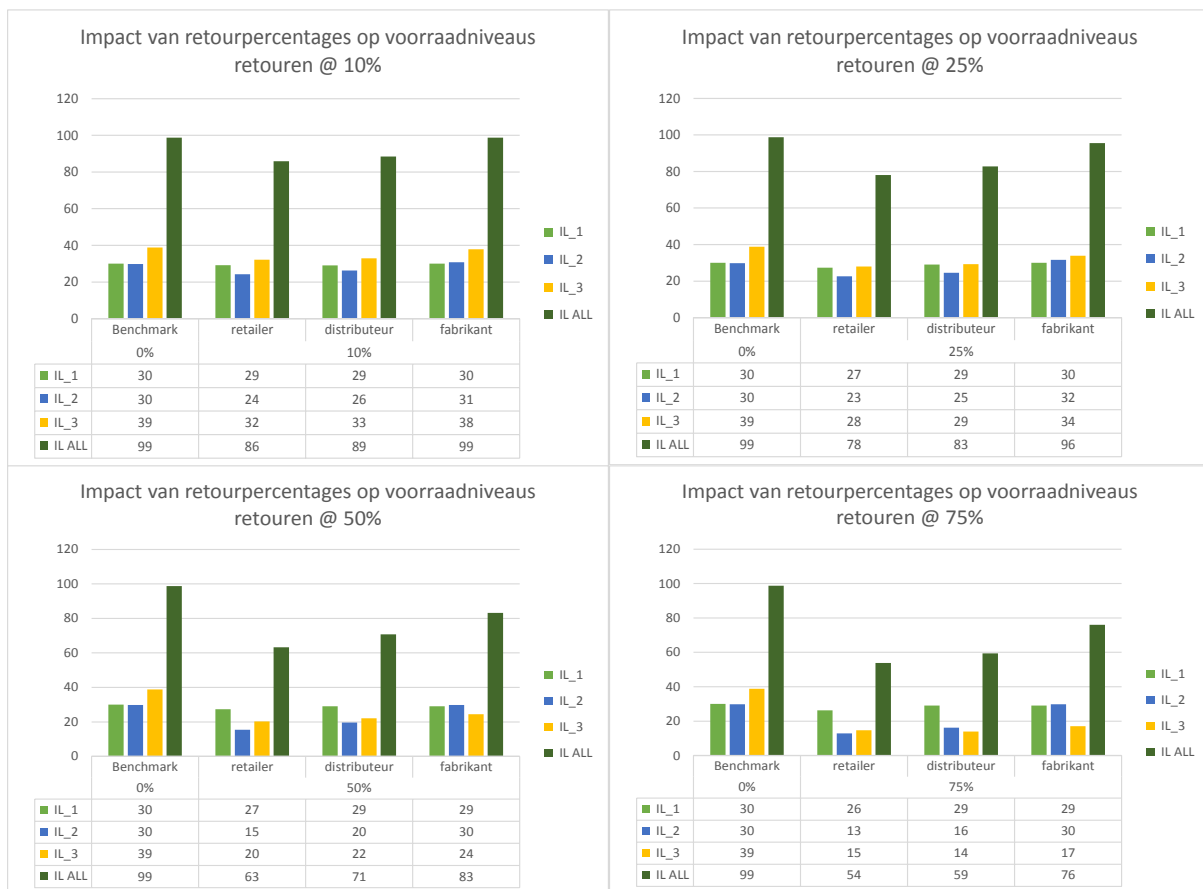


Figuur 25. Impact retourpercentages op voorraadniveaus indien retouren naar de fabrikant

- Samenvattend blijkt dat binnen dit onderzoek de hoogte van retourpercentages een positieve invloed heeft op voorraadniveaus voor de gehele logistieke keten en dat logistieke ketens zonder retouren altijd hogere voorraadniveaus hebben. Nu vastgesteld is dat retourpercentages van invloed zijn, rest nog de toetsing van H4.

H4: Als de retouren stroomopwaarts in de keten ontvangen worden verhoogd dit het voorraadniveau van de schakels voorwaarts in de keten.

Om H4 te toetsen is nu gevarieerd met de locatie waar consumenten hun goederen naar toe kunnen retourneren. Hierbij is gebruik gemaakt van de resultaten van de simulaties die ook gebruikt zijn om H3 te toetsen. De resultaten hiervan worden getoond in Figuur 26.



Figuur 26. Impact retourlocaties op voorraadniveaus

Uit de resultaten blijkt dat het versturen van de retouren aan de retailer de beste keuze is indien de doelstelling is om de voorraadniveaus voor alle schakels in de keten te verlagen. Indien de retailer consumentenretouren terug in de logistieke keten opneemt, kan dit afhankelijk van het retourpercentage leiden tot een aanzienlijke voorraad verlagings in de gehele logistieke keten.

Samenvattend leidt het versturen van consumentenretouren naar de retailer tot de grootste voorraadverlaging voor alle schakels in een logistieke keten waarbij er rekening gehouden wordt met direct her-inzetbare retouren. Door de resultaten van H3 en H4 te combineren is net als bij het bullwhip effect te zien dat de voorraadverlaging gerealiseerd wordt vanaf de schakel die rekening houdt met retouren.

7 Discussie en conclusie

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen van dit onderzoek besproken. In 7.1 wordt de conclusie getoond, deze is gebaseerd op de resultaten. Vervolgens worden in 7.2 limitaties beschreven met advies voor vervolgonderzoek.

7.1 Conclusie

Dit onderzoek is begonnen met de volgende onderzoeksvraag:

“Wat is de impact van her-inzetbare retouren op voorraadniveaus in de gehele logistieke keten?”

Om deze vraag te beantwoorden zijn er uiteindelijk twee parameterwaarden gebruikt, het bullwhip effect en de gemiddelde voorraadniveaus per logistieke schakel in de keten.

De impact van direct her-inzetbare retouren is gekoppeld aan de hoogte van het retourpercentage en de plaats in de logistieke keten waar deze retouren naar toe gestuurd kunnen worden. Daarnaast is er ook onderzocht wat de impact is van levertijden op het bullwhip effect en voorraadniveaus en of er een verschil is tussen de output van een gamma en een geometrische verdeling.

De resultaten van de genoemde parameters zijn bepaald met behulp van een simulatie. De input voor de simulatie is gebaseerd op empirische data uit eerder onderzoek en empirische data verstrekt door een e-commerce bedrijf welke actief is op het gebied van consumenten elektronica. Hieruit vloeit een geometrische en een gamma vraagverdeling voort. Deze geometrische vraag is verwerkt in een base-stocklevel voorraadbeheer strategie, gecombineerd met een methode die gebruikt wordt om retouren te voorspellen in de closed loop supply chain management.

Uit dit onderzoek blijkt dat direct her-inzetbare retouren het best geretourneerd kunnen worden aan de schakel die het eerst in aanraking komt met de consumenten vraag. Het blijkt namelijk dat de voorraadniveaus en het bullwhip effect voor iedere schakel in de keten daalt, vanaf de schakel in de logistieke keten die rekening houdt met retouren.

Er is aan de hand van de onderzoeksresultaten niet eenduidig vast te stellen of levertijden effect hebben op het bullwhip effect.

Doordat de laatste schakel in de voorwaartse logistieke keten zijn bestelhoeveelheden verlaagd, omdat hij rekening houdt met retouren, daalt de gemiddelde ordergrootte stroomopwaarts in de keten. Het gevolg hiervan is dat het bullwhip effect daalt. De retailer profiteert het meest van de situatie om de retouren zelf in zijn voorraadbeheerstrategie op te nemen. Als hij dit niet doet blijft het bullwhip effect voor hem gehandhaafd en moet hij meer investeren in voorraad. Of deze investering in voorraad voor de retailer economische gevolgen heeft is echter geheel afhankelijk van de leveringsvoorwaarden gemaakt tussen leverancier en afnemer.

De belangrijkste oorzaak volgens de theorie over het ontstaan van het bullwhip effect is het gebrek aan delen van de vraaginformatie stroomopwaarts de logistieke keten. Deze definitie dient voor een logistieke keten met het fenomeen direct her-inzetbare retouren aangescherpt te worden. Hierbij dient de vraag vervangen te worden door de netto-vraag.

Daarnaast blijkt dat binnen dit onderzoek de hoogte van retourpercentages een positieve invloed heeft op voorraadniveaus voor de gehele logistieke keten en dat logistieke ketens zonder retouren altijd hogere voorraadniveaus hebben. De resultaten tonen ook aan dat de voorraadniveaus dalen

vanaf de schakels in de keten die rekening houden met de retouren. Dit wordt verklaard, doordat bij het bepalen van de base-stocklevels rekening gehouden wordt met de retouren. Gevolg is dat de bestelmomenten uitgesteld worden ten opzichte van een situatie waarbij er geen rekening gehouden wordt met retouren. Hoe hoger de retour aantallen des te langer het bestelmoment uitgesteld kan worden. Dit effect werkt door naar de leveranciers stroomopwaarts in de logistieke keten.

7.2 Limitaties

Dit onderzoek kent een aantal limitaties.

Ten eerste zijn retouren die niet direct her-inzetbaar zijn buiten beschouwing gebleven. Het is denkbaar dat hier een andere logistieke keten voor ingericht moet worden doordat de retailer bijvoorbeeld goederen ontvangt die hersteld moeten worden bij de fabrikant. Hierdoor zouden meerdere schakels in de keten simultaan rekening moeten houden met elkaars retouren.

Daarnaast staan de retourpercentages vast. Voor een compleet beeld zou dit ook getoetst moeten worden met variabele waarden.

De variabelen in dit onderzoek zijn vooraf bepaald en in de setting wordt van bepaalde condities uitgegaan. Dit zorgt ervoor dat de resultaten anders kunnen zijn bij andere condities.

De stochastische variabelen zijn bepaald op basis van empirische data waarin diverse kansverdelingen voor de vraag toepasbaar waren. Vanwege de beperkte doorlooptijd van dit onderzoek is alleen de geometrische verdeling uitgebreid getoetst. Er is slechts 1 test uitgevoerd met een gammaverdeling. Uit deze test blijkt dat er andere relaties bestaan tussen de plaats waar de retouren naartoe gaan en de hoogte van retourpercentages op het bullwhip effect en de gemiddelde voorraadniveaus in de keten.

Er is in dit onderzoek verondersteld dat alle schakels dezelfde voorraadbeheerstrategie volgen.

Als vervolgonderzoek raad ik het volgende aan:

- Toets de impact van direct herinzetbare retouren met meerdere kansverdelingen.
- Breid de logistieke keten uit met meer schakels, bijvoorbeeld meerdere retailers.
- Toets de impact van retourpercentages en retourlocaties indien de consumentenretouren niet direct inzetbaar zijn, maar herstelactiviteiten stroomopwaarts nodig zijn.
- Wat is de impact van direct her-inzetbare retouren, als er per schakel in de keten een andere voorraadbeheer strategie gevolgd wordt.

“Zijn consumentenretouren wel de echte nachtmerrie van de e-commerce?”

Nawoord

Deze scriptie is geschreven door Gregory Kenson, student aan de Erasmus Universiteit in Rotterdam en werkzaam als manager inventory control bij Hallmark Cards Nederland B.V. Het is niet alleen een scriptie om de opleiding af te ronden, maar ook een belofte aan mijn ouders.

Tijdens de opleiding koos ik Supply Chain and Operational Excellence als verdiepingvak. Dit veelzijdige vak krijgt met de opkomst en grootschaligheid van de e-commerce branche een extra dimensie. Door de verandering in dienstverlening van diverse retailers en de enorm hoge retourpercentages raakte ik geïntrigeerd door de invloed van deze retouren op de voorraden in de gehele keten.

Met deze thesis wil ik organisaties inspireren om te zorgen voor een optimaal voorraadbeheer door rekening te houden met retouren en daardoor verspilling tegen te gaan.

De colleges van mijn afstudeercoach Marco Bijvank inspireerden me om literatuuronderzoek te combineren met de kracht van simulatie als onderzoeksmethode. Deze methode beheerst Marco tot in de puntjes en hij heeft mij uitstekend geholpen om dit onderzoek te kunnen uitvoeren. Zelfs vanuit Canada en tot diep in de nacht!

Mijn meeleezer Erwin van der Laan is zeer bekend met het onderzoeksgebied en heeft me waardevolle inzichten over retouren en reverse logistics verstrekt. Erwins enthousiasme en professionaliteit zijn ook mijn scriptie ten goede gekomen.

Mijn collega Corinne heeft haar creativiteit ingezet voor een prachtig voorblad en opmaak van deze thesis. En mijn neefje Ryan die samen met mij lange nachten heeft doorgetrokken om het enthousiasme erin te houden.

Ik wil bovengenoemde personen graag hartelijk bedanken voor alle input, aandacht en hulp.

En last but not least mijn dank aan Jared die heel veel geduld en begrip heeft getoond en quality time heeft ingeleverd, zodat deze scriptie binnen de deadline opgeleverd is.

Gregory Kenson

8 Bronnen

- Accenture. (2011). A "Returning Problem" Reducing the Quantity and Cost of Product. p. 6.
- Adenso-Diaz, B., Moreno, P., Gutierrez, E., & Lozano, S. (2012). An analysis of the main factors affecting bullwhip in reverse supply chains. *International Journal of Production Economics*, 917-928.
- Anderson, E., Hansen, K., Simester, D., & Wang, L. (2008). How are Demand and Returns related? *Northwestern University*.
- Atasu, A. (2008). Product Reuse Economics in Closed-Loop Supply Chain Research. *Production and Operations Management*, 483-496.
- Bhattacharya, R., & Bandyopadhyay, S. (2011). A review of the causes of bullwhip effect in a supply chain. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 1245-1261.
- Brito, M.P. de, & Laan, E.A. van der. (2009). Inventory control with product returns: The impact of imperfect information. *European Journal of Operational Research*, 85-101.
- Chatfield, D., & Pritchard, A. (2013). Returns and the bullwhip effect. *Transportation Research*, 159-175.
- Chatfield, D., Kim, J., Harrison, T., & Hayya, J. (2004). The Bullwhip Effect. Impact of Stochastic Lead Time, Information Quality, and Information Sharing: A Simulation Study. *Production and Operations Management*, 340-353.
- Chen, F. (1999). Decentralized Supply Chains Subject to Information Delays. *Management Science*, 1076-1090.
- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information. *Management Science*, 436-443.
- Coppinni, M., Rossignoli, C., Rossie, T., & Strozzi, F. (2010). Bullwhip effect and inventory oscillations analysis using the beer game model. *International Journal of Production Research*, 3943-3956.
- Croson, R., & Donohue, K. (2002). Experimental economics and supply chain management. *Interfaces*, 74-82.
- Fleischmann, M. (1997). Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research*, 1-17.
- Geyer, R., Atasu, A., & Wassenhove, L. (2007). The Economics of Remanufacturing under Limited Component Durability and Finite Product Life Cycles. *Management Science*, 88-100.
- Guide, V. J., Teunter, R., & Wassenhove, L. (2003). Matching Demand and Supply to Maximize Profits from Remanufacturing. *Manufacturing & Service Operations Management*, 303-316.
- Huang, L., & Wang, Q. (2008). The bullwhip effect in the closed loop supply chain. *Fuzhou University*.

- ING. (24 december 2013). *30 procent online aankopen gaat retour*. Opgehaald van ING nieuws en persberichten:
http://www.ing.nl/nieuws/nieuws_en_persberichten/2013/12/in_het_nieuws_30_procent_online_aankopen_gaat_retour.aspx
- Kelle, P., & Silver, E. (1989). Forecasting the returns of reusable containers. *Journal of Operations Management*, 17-35.
- Laan, E. V., Dekker, R., & Salomon, M. (1995). *Production planning and inventory control for remanufacturable durable products*. Rotterdam: Erasmus Universiteit.
- Lee, H., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, 93-102.
- Metters, R. (1997). Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*, 89-100.
- Mitra, S. (2006). Analysis of two-echelon inventory system with returns. *Omega*, 106-115.
- Mostard, J., Koster, R. d., & Teunter, R. (2005). The distribution-free newsboy problem with resalable returns. *International journal of production economics*, 329-342.
- Rogers, D., & Tibben-Lembke, R. (1999). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Pittsburgh: Reverse Logistics Executive Council.
- Savaskan, R., Bhattacharya, S., & Wassenhove, L. (2004). Closed-Loop Supply Chain Models with Product Remanufacturing. *Management Science*, 239-252.
- Simchi-Levi, D. (2010). *Operations Rules*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Sterman, J. (1989). Modeling managerial behaviour: Misperceptions of feedback in a dynamic decision-making environment. *Management Science*, 321-339.
- Thuiswinkel. (2014). *Omzet online winkelen in Nederland*. Opgehaald van Thuiswinkel:
<http://www.thuiswinkel.org/nederlandstalig/1-website/-nieuw/over-thuiswinkel.org/feiten-cijfers/thuiswinkel-markt-monitor-/thuiswinkelen/omzet-online-winkelen-in-nederland>
- Thuiswinkel. (30 juni 2011). *Webwinkels hoeven pas terug te betalen na ontvangst producten*. Opgeroepen op mei 15, 2014, van www.thuiswinkel.org:
<http://www.thuiswinkel.org/webwinkels-hoeven-pas-terug-te-betalen-n-ontvangst-producten>
- Thuiswinkel. (30 juni 2011). *Webwinkels hoeven pas terug te betalen na ontvangst producten*. Opgeroepen op mei 15, 2014, van www.thuiswinkel.org:
<http://www.thuiswinkel.org/webwinkels-hoeven-pas-terug-te-betalen-n-ontvangst-producten>
- Toktay, L., Wein, L., & Zenios, S. (2000). Inventory Management of Remanufacturable Products. *Management Science*, 1412-1426.

- Verbeke, W., Ferris, P., & Thurik, R. (1998). Consumer response to the preferred brand out-of-stock situation. *European Journal of Marketing*, 1008-1028.
- Vlachos, D., & Dekker, R. (2003). Return handling options and order quantities for single period products. *European Journal of Operational Research*, 38-52.
- Zhou, L., & Disney, S. (2006). Bullwhip and inventory variance in a closed loop supply chain. *OR Spectrum*, 127-149.

Bijlagen

Bijlage I	Product categorieën
Bijlage II	ABC Analyse
Bijlage III	Afzet Informatie TV's

Bijlage 1

Gehercodeerde Hoofdcategorieën	
Categorie dataset	Her codering Categorie
4 All	4 All
Actua	Actua
Afstandsbediening	Afstandsbedieningen
Afstandsbedieningen	Afstandsbedieningen
Airco	Airco's
Audio	Audio
Aardgasbarbeque	BBQ
Actie1	BBQ
Barbecue accessoires	BBQ accessoires
Barbecue afdekhoes	BBQ afdekhoes
Betonnen barbecues	BBQ Beton
Elektrische barbecue	BBQ electrisch
Gasbarbecue	BBQ gas
Inbouw	BBQ gas
Houtskoolbarbecue	BBQ Houtskool
Weber GBS Systeem	BBQ Houtskool
Rookoven	BBQ rookoven
Barbecueroosters	BBQ roosters
Beamers	Beamers
Beertenders	Beertenders
Blu-ray speler	Blu-ray speler
Buitenkeuken	Buitenkeuken
Cafetieres	Cafetieres
A	Checken in data
Clack & Go	Clack & Go
Clack & Go 4x4 en SUV	Clack & Go
Clack & Go Pro Tech	Clack & Go
Consoles	Consoles
Gaming	Consoles
Microsoft Xbox	Consoles
Nintendo	Consoles
Sony	Consoles
Sony Playstation	Consoles
Spel Console	Consoles
Digitale-decoder	Decoder
DienstVervoerder	Dienstvervoer
Condensdrogers	Drogers condens
DVD-recorder	DVD
DVD-spelers	DVD
Portable DVD-speler	DVD
Easy Grip	Easy Grip
Easy Grip 4x4	Easy Grip
A Modo Mio	Espresso machines
Dolce Gusto	Espresso machines
Espresso capsules	Espresso machines
Espressomachine	Espresso machines
Piston machines	Espresso machines
Tassimo	Espresso machines

Gadgets	Gadgets
Games	Games
Gemalen koffie	Gemalen Koffie
Hogedrukreiniger	Hogedrukreiniger
Home Cinema-sets	Home cinema-sets
installatieservice	Installatieservice
Airfryer	Keuken
Bakplaten	Keuken
Blender	Keuken
Foodprocessor	Keuken
Funcooking	Keuken
Handmixers	Keuken
Keukenapparaten	Keuken
Keukenapparatuur	Keuken
Keukenmixer	Keuken
Sapcentrifuge	Keuken
SlowJuicer	Keuken
Staafmixer	Keuken
Amerikaanse koelkast	Koelkasten
Koelkast	Koelkasten
Inbouwkoelkasten	Koelkasten inbouw
Koel vriescombinatie	Koelkasten koelvries
Koffie cups machines	Koffie machines
Koffiezetapparaat	Koffie machines
Koffie test pakketten	Koffie overig
Koffie	Koffiebonen
Koffiebonen	Koffiebonen
koffie cups	Koffie cups
koffiebonenmachines	Koffiemachines
Koffiemolen	Koffiemolen
Kook Cursus	Koken overig
Kook Boeken	Kookboeken
Kookboeken	Kookboeken
Koptelefoons	Koptelefoons
Kruimeldief	Kruimeldief
Top 10 Kruimeldief	Kruimeldief
Maggi Trak 4x4 en SUV	Maggi trak
Maggi Trak Auto	Maggi trak
Maggi Trak Sport	Maggi trak
Magnetron accessoires	Magnetron accessoires
Solomagnetrons	Magnetrons
Combimagnetrons	Magnetrons Combi
Inbouwramen	Magnetrons inbouw
Mediastreamer	Mediastreamer
Melkopschuimer	Melkopschuimer
Monitoren	Monitoren
Muurbeugels	Muurbeugels
Nespresso machine	Nespresso machines
Nordic Star	Nordic
LosseOnderdelen	Onderdelen

Onderdelen	Onderdelen
Ontkalken en reinigen	Ontkalken en reinigen
Opruimkelder	Opruimkelder
Overige	Overige
PC	PC
Receivers	Receivers
Senseo	Senseo
Smartphones	Smartphones
46 inch	Sneeuwkettingen
4x4, SUV, MPV	Sneeuwkettingen
Personenauto	Sneeuwkettingen
RapidMatic V5	Sneeuwkettingen
REX-TR 4x4 en SUV	Sneeuwkettingen
Ring Matik-S	Sneeuwkettingen
Servo	Sneeuwkettingen
Servo SUV 4x4	Sneeuwkettingen
sneeuwkettingen	Sneeuwkettingen
Snox	Sneeuwkettingen
The One	Sneeuwkettingen
Vrachtwagen	Sneeuwkettingen
Weisstech 9	Sneeuwkettingen
XS-9	Sneeuwkettingen
Soundbars	Soundbars
Bluetooth speakers	Speakers Bluetooth
Robotstofzuiger	Stofzuigers
Steelstofzuiger	Stofzuigers
Stofzuiger	Stofzuigers
Stofzuigerzakken	Stofzuigers accessoires
Stoomreiniger	Stoomreinigers
iPad	Tablets
Tablets	Tablets
Terrasverwarming	Terrasverwarming
Tuinhaard	Terrasverwarming
Vuurkorven	Terrasverwarming
Terrasverwarming accessoires	Terrasverwarming accessoires
Thee	Thee
Accessoires	TV accessoires
DVB-C	TV accessoires
TV-DVD Combi	TV-DVD Combi
TV-Kabels	TV-Kabels
TV-meubels	TV-meubels
< 55 cm	TV's
100 tot 120 m3	TV's
20 inch	TV's
22 inch	TV's
24 inch	TV's
32 inch	TV's
40 inch	TV's
Full-HD-TV	TV's
LCD-TV	TV's

LED-TV	TV's
OLED	TV's
Plasma-TV	TV's
UHD-TV	TV's
Vaatwasser	Vaatwassers
Verhuur	Verhuur
Living Color	Verlichting
Wake-Up Lights	Verlichting
Vrieskast	Vrieskasten
Vrieskist	Vrieskasten
Wasdroger	Wasdroger
Wasdroog_combinatie	Wasdroog_combinatie
10kg	Wasmachines
Wasmachine	Wasmachines
Wasmiddel	Wasmiddel
Waterkokers	Waterkokers

Bijlage 2

Gehercodeerde categorieën inclusief totaal afzet apr 2013 - Apr 2014					
# Categorieën	% Categorie	Gehercodeerde Categorie	Afzet per categorie	Afzet per Cat vs totaal	Cumulatieve bijdrage afzet per categorie
1		TV's	43347	14,57%	14,57%
2		Espresso machines	26910	8,69%	23,26%
3		BBQ accessoires	27172	8,33%	31,59%
4		TV accessoires	25074	8,12%	39,71%
5		Ontkalken en reinigen	25432	7,83%	47,54%
6		Koffiebonen	25537	6,58%	54,12%
7		Games	13036	4,56%	58,69%
8		Wasmachines	11443	4,11%	62,80%
9		Stofzuigers	11374	4,05%	66,85%
10		Muurbeugels	14854	3,52%	70,37%
11		BBQ afdekhoes	6470	2,31%	72,69%
12		Decoder	5971	2,05%	74,74%
13		TV-Kabels	6129	2,04%	76,78%
14		Wasdroger	5304	1,90%	78,68%
15		Dienstvervoer	4777	1,72%	80,40%
16		BBQ Houtskool	5242	1,62%	82,02%
17		Nespresso machines	3586	1,04%	83,06%
18		Vaatwassers	2529	0,90%	83,97%
19		Home cinema-sets	2512	0,89%	84,86%
20		Melkopschuimer	2467	0,87%	85,74%
21		Stofzuigers accessoires	2705	0,84%	86,58%
22		Blu-ray speler	2461	0,82%	87,40%
23		Koelkasten koelvries	2197	0,78%	88,18%
24		Audio	2383	0,76%	88,94%
25		Soundbars	2128	0,75%	89,69%
26		TV-DVD Combi	2233	0,75%	90,44%
27		Buitenkeuken	1862	0,67%	91,10%
28		Consoles	2041	0,66%	91,76%
29		BBQ gas	1508	0,54%	92,30%
30		Sneeuwkettingen	1452	0,51%	92,81%
31		BBQ roosters	1501	0,48%	93,28%
32		Wasmiddel	1570	0,48%	93,76%
33		Senseo	1297	0,46%	94,22%
34		DVD	1255	0,43%	94,66%
35		Terrasverwarming	1310	0,43%	95,09%
36		Koelkasten	1175	0,42%	95,50%
37		Koffie machines	1090	0,39%	95,89%
38		Keuken	969	0,35%	96,24%
39		Magnetrons Combi	839	0,30%	96,54%
40		Kookboeken	960	0,30%	96,83%
41		Koptelefoons	670	0,24%	97,07%
42		Wasdroog_combinatie	652	0,23%	97,31%
43		Tablets	681	0,23%	97,53%
44		Actua	505	0,18%	97,71%
45		BBQ elektrisch	507	0,18%	97,89%
46		Monitoren	543	0,18%	98,07%
47		Onderdelen	527	0,17%	98,24%
48		Afstandsbedieningen	483	0,17%	98,40%

Gehercodeerde categorieën inclusief totaal afzet apr 2013 - Apr 2014				
# Categorieën	% Categorie	Gehercodeerde Categorie	Afzet per categorie Afzet per Cat vs totaal	Cumulatieve bijdrage afzet per categorie
49	Vriestkasten	457	0,16%	98,57%
50	Cafetieres	414	0,15%	98,71%
51	Koffiemolen	336	0,12%	98,83%
52	Waterkokers	295	0,10%	98,94%
53	Magnetrons	242	0,09%	99,03%
54	Speakers Bluetooth	235	0,08%	99,11%
55	Receivers	201	0,07%	99,18%
56	Mediastreamer	199	0,07%	99,25%
57	TV-meubels	184	0,07%	99,32%
58	Hogedrukreiniger	160	0,06%	99,38%
59	Easy Grip	160	0,06%	99,43%
60	Maggi trak	154	0,06%	99,49%
61	Gadgets	140	0,05%	99,54%
62	Kruimeldief	137	0,05%	99,59%
63	4 All	137	0,05%	99,64%
64	Stoomreinigers	126	0,05%	99,68%
65	Terrasverwarming accessoires	130	0,04%	99,73%
66	Gemalen Koffie	202	0,04%	99,77%
67	Clack & Go	109	0,04%	99,80%
68	Koffiecupps	98	0,03%	99,83%
69	Magnetron accessoires	80	0,03%	99,86%
70	BBQ rookoven	61	0,02%	99,88%
71	Airco's	54	0,02%	99,90%
72	Nordic	53	0,02%	99,92%
73	BBQ	71	0,01%	99,93%
74	Opruimkelder	28	0,01%	99,94%
75	Smartphones	26	0,01%	99,95%
76	Magnetrons inbouw	22	0,01%	99,96%
77	Verhuur	19	0,01%	99,97%
78	Koelkasten inbouw	19	0,01%	99,98%
79	Beertenders	15	0,01%	99,98%
80	Beamers	12	0,00%	99,99%
81	Koffiemachines	8	0,00%	99,99%
82	Overige	6	0,00%	99,99%
83	Verlichting	5	0,00%	99,99%
84	BBQ Beton	5	0,00%	99,99%
85	Koffie overig	4	0,00%	100,00%
86	Checken in data	3	0,00%	100,00%
87	Thee	3	0,00%	100,00%
88	Drogers condens	2	0,00%	100,00%
89	Koken overig	2	0,00%	100,00%
90	Installatieservice	2	0,00%	100,00%
91	PC	1	0,00%	100,00%

Bijlage 3

# Verkochten TV's Apr 2013 - apr 2014		
Cat	Hercodering	Aantal
	Samsung UE32F5000	1418
	Samsung UE32EH5300	1034
	Philips 32PFL3008	888
	Samsung UE40EH6030	810
	Samsung UE46F6500	733
	LG 42LA6208	650
	Samsung UE32F5500	629
	Philips 32PFL3258	587
	Samsung UE46ES8000	552
	Samsung UE39F5000	538
	Samsung UE46F8000	535
	Samsung UE40EH5300	479
	Sony KDL-42W655	464
	LG 32LN5403	460
	Samsung UE40F6500	453
	Samsung UE19F4000	434
	Samsung UE22F5000	379
	Samsung UE40F6510	371
	Philips 32PFL4258	367
	LG 32CS460	363
	Samsung UE40F5500	330
	Sony KDL-32W655	328
	Samsung UE40F6400	326
	Philips 32PHK4309	317
	Samsung UE46F6510	311
	Sony KDL-32R420	307
	Samsung UE32F4510	295
	Samsung UE32EH5000	283
	LG 42LN5404	282
	Samsung UE40F6200	275
	Samsung UE46EH5300	273
	Samsung UE40ES8000	272
	Samsung UE32EH4000	267
	Samsung UE32EH6030	266
	Philips 32PFL4508	249
	Salora 32LED8115CDW	244
	Samsung UE40F7000	240
	Samsung UE28F4000	237
	Samsung UE40F8000	236
	Samsung UE32F6510	234
	Samsung UE22F5410	233
	Philips 32PFL3517	223
	Philips 42PFL4007	218
	Samsung UE22F5400	213
	Salora 32LED8100C	211
	Sony KDL-40R470	209
	Samsung UE40EH5000	208
	Philips 46PFL4208	201

Verkochte TV's Apr 2013 - apr 2014

Cat Hercooding	Aantal
Philips 42PFL6008	198
LG 50PN6504	195
Samsung UE55F8000	190
Philips 42PFL5028K	190
Samsung UE32F4500	185
Sony KDL-42W805	183
Philips 22PFL4208	179
Philips 39PFL4208	176
Philips 40PFL4508	169
Samsung UE46F6400	166
Philips 32PFL3088	165
Philips 46PFL3208	164
Philips 40PFL3088	163
Salora LED2426FHDVXII	162
LG 42LN5708	157
Salora 32LED8105CD	152
LG 42LM640S	151
Samsung UE40F5000	149
Toshiba 32L2333	148
LG 32LA6208	148
LG 47LA6208	148
Sony KDL-47W805	146
Samsung UE55F6510	146
Philips 55PFL7007	146
Samsung UE46F5500	145
Samsung UE42F5000	145
LG 26LK336C	143
Samsung UE46F7000	140
Samsung UE40F6100	138
Philips 47PFL6007	137
Panasonic TX-P42ST60E	137
Samsung UE46F6320	134
Philips 46PFL7007	134
Samsung UE46EH6030	133
Salora LED2426FHDVXWHII	129
Samsung UE32F6400	129
Philips 32PFL3208	123
Sony KDL-50W805	119
Salora 26LED7115	119
Philips 42PFL7008	119
Samsung UE55F6500	115
Philips 42PFL3208	115
Panasonic TX-L32E6E	114
LG 42LA7408	110
Toshiba 32L4333DG	108
LG 55LA6208	108
LG 32LN5404	108
Samsung PS43F4500	107
Panasonic TX-P50GT60E	107
Philips 55PFL4508K	106

Verkochte TV's Apr 2013 - apr 2014

Cat Hercooding	Aantal
Samsung UE46F6100	105
Toshiba 39L2333	104
Panasonic TX-L42E6E	104
Philips 47PFL5028	101
Sony KDL-32R410	100
Philips 47PFL7008	100
LG 42PN4503	100
Philips 32PFL5507	98
Samsung UE40ES6800	97
LG 22LT360C	97
Philips 60PFL6008	96
Thomson 19HU5253 Zwart	94
Samsung UE32F5700	92
LG 37LS5600	92
Salora LED1926DVX	91
Samsung UE40F6320	90
Philips 47PFL6008	90