

SAMENVATTING (SUMMARY IN DUTCH)**Ontwerp van een Methodologie voor Vrijgavebesluiten voor Software:
Zijn de Cijfers Daadwerkelijk van Belang?****1. Inleiding**

Het eerste hoofdstuk van dit proefschrift begint met een citaat van Brooks (1975), die schrijft: *'Complexiteit is waar we mee te maken hebben en complexiteit is wat ons beperkingen oplegt'*. Of, zoals Beizer (1990) het formuleert: *'Software complexiteit groeit tot aan de grenzen van ons vermogen om die complexiteit aan te kunnen'*. Dit blijkt waar te zijn. In deze studie wordt vastgesteld dat softwareontwikkeling veel onzekerheden met zich meebrengt, voortkomend uit verschillende bronnen. Voorbeelden zijn: prestatie, doorlooptijd, ontwikkelingskosten, technologie, markt en organisatie. Dit compliceert in aanzienlijke mate de voorspelbaarheid van de ontwikkeling van softwareproducten in het algemeen en het besluit tot marktintroductie in het bijzonder. Marktintroductie, of het besluit tot vrijgave, is het onderwerp van onderzoek in dit proefschrift. Voor veel softwarefabrikanten, met name diegene actief in massamarkten, is het een besluit dat niet of nauwelijks ongedaan gemaakt kan worden. Een vrijgavebesluit van software kan gezien worden als een afweging tussen vroege vrijgave om de voordelen van een vroege marktintroductie te verzilveren en uitstel van productvrijgave om functionaliteit toe te voegen en/of de kwaliteit te verbeteren.

Het doel van deze studie is te onderzoeken hoe strategische vrijgavebesluiten voor software verbeterd kunnen worden. Een vrijgavebesluit is van strategisch belang indien de kans op grote toekomstige verliezen voor de softwarefabrikant en/of de klanten/gebruikers aanwezig is. De studieaanpak bestaat uit twee hoofdstappen. 1) Bestaande theorie is bestudeerd en verkennende casusstudies zijn uitgevoerd. 2) De verkregen resultaten zijn gebruikt om een methodologie te ontwerpen met twee basisvereisten: a.) De methodologie moet een softwarefabrikant in staat stellen de verschillende van belang zijnde aspecten van software vrijgavebesluiten te begrijpen, en b.) De mogelijkheid dient geboden te worden de sterktes en zwaktes op dit gebied vast te stellen om zo een instrument ter identificering van verbeteringsgebieden te bieden. De noodzaak om strategische vrijgavebesluiten voor software te verbeteren is behandeld in Hoofdstuk 1. Vastgesteld is de toenemende impact van software op de maatschappij, de toenemende complexiteit van softwareproducten en het toenemende belang van strategische vrijgavebesluiten voor software. In Deel 1, hoofdstukken 3 en 4, worden de resultaten van de Verkenningsfase beschreven, bestaande uit de bestudering van bestaande theorie en zeven verkennende casusstudies. Op basis van de verkregen resultaten wordt de **Release Decision Methodology** voor strategische vrijgavebesluiten voor software ontworpen in Deel 2, hoofdstukken 5 tot en met 10. De methodologie is gebaseerd op drie stijlen van besluitvorming, namelijk maximaliserend, optimaliserend en tevredenstellend gedrag. In de **Release Decision Methodology** worden verschillende procesgebieden geïdentificeerd en in detail uitgewerkt. Deel 3, hoofdstuk 11, beschrijft de resultaten van de Testfase, waarin een tweede serie van casusstudies uitgevoerd wordt om de veronderstelde beschrijvende en beoordelende eigenschappen van de methodologie te valideren in praktijkomgevingen.

In dit hoofdstuk worden de primaire en secundaire onderzoeksvragen opnieuw bekeken in sectie 2, terwijl de externe validiteit van de methodologie besproken wordt in sectie 3. Vervolgens worden de onderzoeksfilosofie, -aanpak en -strategie opnieuw beschouwd in sectie 4. Suggesties voor vervolgonderzoek worden geïdentificeerd in sectie 5, waarna afsluitende opmerkingen aangaande de ondertitel van dit proefschrift in sectie 6 worden gemaakt.

2. Onderzoeksvragen en Onderzoekresultaten

In deze sectie worden de antwoorden op de vier secundaire onderzoeksvragen, zoals gesteld in hoofdstuk 5 samengevat, en de bevindingen ten aanzien van de primaire onderzoeksvraag, zoals gesteld in hoofdstuk 1, gegeven.

2.1 1^e Secundaire Onderzoeksvraag

Hoe kan de afweging van marktintroductie van een softwareproduct worden gemodelleerd?

In hoofdstuk 6, met maximaliserend gedrag als uitgangspunt, is de NPVI-methode gepresenteerd, gebaseerd op bestaande modellen uit de halfgeleiderindustrie gecombineerd met een methode voor de vergelijking van verschillende ontwikkelingsstrategieën voor software gebaseerd op NCW-calculaties. De methode is op maat gemaakt voor softwarevrijgavebesluiten maar heeft een algemeen karakter, zodat de toepasbaarheid niet beperkt is tot softwarevrijgavebesluiten. De gepresenteerde methode kan gebruikt worden voor de economische waardering van verschillende vrijgavealternatieven door het vaststellen van de verschillen tussen een test- en een basisstrategie. De methode kan desgewenst worden uitgebreid met bijvoorbeeld flexibiliteit zoals de 'time-to-build'- en 'growth'-opties (zie hoofdstuk 6). Gebruik van de methode is niet beperkt tot specifieke fabrikanttypen. Externe en interne condities onder welke een softwarefabrikant opereert, zullen de markt- of vraagkarakteristieken bepalen en dus de verwachte kosten en baten beïnvloeden. De onderliggende methode wordt niet beïnvloed.

De NPVI-methode heeft na de definitie in hoofdstuk 6 weinig aandacht gekregen. Eén of meer software fabrikantomgevingen werden gezocht om de methode toe te passen in commerciële omgevingen met de aanwezigheid van veel concurrentie en een middelhoog tot hoog aantal klanten. Echter, bij de twee fabrikanten die aanvankelijke interesse toonden, was de onderzoeker op dat moment werkzaam als adviseur. Zoals besproken in hoofdstuk 2 was het besluit genomen geen onderzoek te verrichten bij softwarefabrikanten waar de onderzoeker actief was of recent actief was geweest. Nader onderzoek naar de praktische toepasbaarheid van de NPVI-methode wordt aanbevolen (sectie 5).

2.2 2^e Secundaire Onderzoeksvraag

In welke mate kan een optimaal informatieniveau vastgesteld worden voor het software vrijgave besluitvormingsproces?

In hoofdstuk 7 wordt het begrip maximaliserend gedrag verder onderzocht. In plaats van aan te nemen dat besluitnemers over al de relevante informatie beschikken, wordt informatie beschouwd als een variabele die een prijs heeft in tijd en geld. Een besluitnemer wordt geconfronteerd met het probleem dat, naast het bepalen van vraag- en aanbodfuncties, een afweging nodig is tussen kosten en baten van zoeken naar informatie. Dit leidt tot optimaliserend gedrag in plaats van maximaliserend gedrag, echter de conclusie is dat het verschil marginaal is omdat het primaire doel maximalisatie van winst blijft. Het optimum waar de maximale nettowaarde wordt bereikt, wordt beïnvloed door veel verschillende factoren [productkarakteristieken, toegepast ontwikkelingsproces, gebruikte technologie, beschikbare mensen] en een softwarefabrikant wordt geconfronteerd met problemen bij het nauwkeurig bepalen van dit punt, als voorbeeld 'infinite regress'. Andere complicerende factoren zijn het gebrek aan bewezen betrouwbaarheidsmodellen voor software met een voorspellend karakter, en de complexe relaties tussen de betrokken parameters. Om te kunnen optimaliseren moeten aannames over de realiteit worden gemaakt, vaak leidend tot simplificaties. In een praktische context zullen softwarefabrikanten daarom zoeken naar een kosteffectieve zone in plaats van het optimum, omdat in de praktijk dit punt noch vooraf noch achteraf nauwkeurig kan worden bepaald.

De tweede serie van casusstudies geeft aan dat het mogelijk is een kosteffectieve zone te identificeren. In één casusstudie was de beschikbare informatie dicht bij de kosteffectieve zone. In een andere casusstudie beweerden informanten dat bepaalde herhalingstests overbodig waren, omdat zij er niet toe bijdroegen het informatieniveau met betrekking tot de geïmplementeerde functionaliteit en stabiliteit van het product te verhogen. In deze casusstudie was een voordeel van het project de beschikbaarheid van relatief stabiele productvereisten en de mogelijkheid testresultaten te vergelijken met resultaten van een bestaand product. Dit maakte sterke uitspraken over de betrouwbaarheid van het product en het informatieniveau mogelijk. Echter, in alle casusstudies kon de zone alleen vastgesteld worden in kwalitatieve termen en niet in kwantitatieve termen. Verder onderzoek naar mechanismen om deze zone nauwkeuriger vast te stellen wordt aanbevolen (sectie 5).

2.3 3^e Secundaire Onderzoeksvraag

Welke effecten resulterend uit individueel en groepsgedrag spelen een rol in het software vrijgave besluitvormingsproces?

In hoofdstuk 8 worden conclusies getrokken ten aanzien van effecten voortkomend uit individueel en groepsgedrag in het besluitvormingsproces rondom softwarevrijgave. Intra-individuele conflicten komen voort uit het begrip ‘bounded rationality’ en leiden tot tevredenstellend gedrag. De besluitvormingsstrategie van onderhandeling is het best toepasbaar voor strategische vrijgavebesluiten voor software. Het komen tot een besluit tot vrijgave komt goed overeen met de kenmerken van een ‘interacting’ groepstype. De karakteristieken van effectieve groepen zoals beschreven door McGregor (1960) worden van belang geacht. De voorgestelde besluitregel is consensus, omdat een belangrijk criterium draagvlak voor de besluitimplementatie is. Met betrekking tot de politieke aspecten van vrijgavebesluiten voor software zijn de verschillende vormen van macht in besluitvorming afgebeeld op de processen en strategieën zoals beschreven door Stokman *et al.* (2000). Het is beargumenteerd dat een hoge aanwezigheid van ‘management of meaning’- en een lage aanwezigheid van ‘challenge’- en ‘exchange’-processen en -strategieën de voorkeur verdient bij strategische vrijgavebesluiten voor software. Een hoge aanwezigheid van ‘management of meaning’-processen en -strategieën houdt in, dat mogelijke verschillen in posities, of aspiratieniveaus, teruggedrukt worden door de acceptatie van overtuigende informatie. Verschillende bronnen van conflict zijn besproken, waarbij er twee belangrijk zijn voor vrijgavebesluiten voor software, namelijk de onderlinge afhankelijkheid tussen individuen of afdelingen, en het divergeren van doelstellingen. De conclusie is dat de beschikbaarheid van een gemeenschappelijke ontwikkelingsstrategie, geaccepteerd door alle belanghebbenden een belangrijke factor is in het terugdringen van de waarschijnlijkheid van de aanwezigheid van deze bronnen van conflict.

De geïdentificeerde aspecten zijn impliciet geïntegreerd in de methodologie. Op deze wijze zijn zij behandeld tijdens de tweede serie van casusstudies met focus op de besluitvormingstheorie van Stokman *et al.* (2000), ook toepasbaar op het besluitvormingsproces van strategische vrijgavebesluiten voor software. In één casusstudie leidde de onderlinge afhankelijkheid tussen twee belanghebbenden tot controversiële standpunten en daarom werd één belanghebbende van het besluitvormingsproces uitgesloten. De verantwoordelijkheid voor besluitimplementatie werd overgedragen aan een speciaal team, omdat de uitgesloten belanghebbende niet bereid was het vrijgavebesluit te implementeren. Het besluitvormingsproces zelf werd gekarakteriseerd door de aanwezigheid van ‘challenge’-processen en -strategieën vanwege onvoldoende informatie. In de andere twee casusstudies werd het besluitvormingsproces gekarakteriseerd door de aanwezigheid van ‘management of meaning’-processen en -strategieën vanwege een informatieniveau dichtbij of binnen de kosteffectieve zone. Andere gevalideerde karakteristieken van het besluitvormingsproces zijn een besluitvormingsstrategie gebaseerd op onderhandeling, en een ‘interacting’ groepstype met consensus als besluitregel.

2.4 4^e Secundaire Onderzoeksvraag

Welke aspecten zijn belangrijk om de kans op een succesvolle implementatie van een besluit tot softwarevrijgave te verhogen?

Betreffende de implementatieaspecten van een besluit tot softwarevrijgave zijn de volgende conclusies getrokken in hoofdstuk 9. Het succes van een besluit wordt mede bepaald door een goede implementatie van het genomen besluit. Belangrijke geïdentificeerde aspecten voor de implementatie zijn de erkenning dat vooraf een budget gereserveerd moet worden voor correctieve acties en dat de implementatie van het besluit nauwlettend in de gaten moet worden gehouden om zeker te stellen dat de daadwerkelijke uitkomst dicht ligt bij de verwachte besluituitkomst voordat het projectteam ontslagen wordt van haar verplichtingen en de productverantwoordelijkheid wordt overgedragen [‘single-loop learning’]. Een evaluatie van het besluit na de officiële discharge van ontwikkelingsverantwoordelijkheden en de overdracht van product-verantwoordelijkheid is een vereiste voor elke softwarefabrikant die zijn vaardigheden wil verbeteren [‘double-loop learning’]. De evaluatie dient zich niet te beperken tot het besluitvormingsproces of de uitkomst van het besluit zelf, maar behelst behalve deze aspecten de hele projecthistorie. Door het identificeren van sterktes, zwaktes en mogelijke punten van verbetering kan het geheugen van de organisatie vergroot worden voor gebruik in toekomstige projecten.

De geïdentificeerde aspecten zijn geïntegreerd in de methodologie. Op deze wijze zijn zij gevalideerd tijdens de tweede serie casusstudies. De reservering van een onderhoudsbudget en het in de gaten houden van de ingebruikname van het product zijn bevestigd als zijnde belangrijke aspecten. In twee casusstudies waren correctieve acties nodig om discrepantie tussen de verwachte en daadwerkelijke uitkomst te elimineren. Slechts in één casusstudie was het project officieel ontslagen en vond een projectevaluatie plaats, hoewel er geen bewijs werd gevonden dat de resultaten beschikbaar zijn gesteld voor toekomstig gebruik. Dit is een tekortkoming omdat ‘goede projecten een geheugen hebben’. In deze casusstudie, waar in principe alle procesgebieden succesvol waren geïmplementeerd, zou een formele waardering een instrument zijn geweest succesfactoren te identificeren. Een overweging zou geweest kunnen zijn gehanteerde werkwijzes uit het project op te nemen in het gestandaardiseerde ontwikkelingsproces, hierbij toekomstige projecten in staat stellend hen te implementeren en op deze wijze het vermogen van de organisatie te verbeteren.

2.5 Primaire Onderzoeksvraag

In dit onderzoek worden de dimensies van het besluitvormingsprobleem van vrijgave van een softwareproduct onderzocht aan de hand van de beschikbare ‘body of knowledge’, aangevuld met een onderzoek naar de huidige manier van werken in softwarefabrikantomgevingen. De verkregen resultaten leiden tot de volgende definitie van een strategisch vrijgavebesluit voor software:

Een strategisch vrijgavebesluit voor software is de keuzefunctie in een collectief besluitvormingsproces van bestuurders, die het besluit nemen om een softwareproduct over te brengen van de ontwikkelingsfase naar operationeel gebruik met de aanwezigheid van potentiële grote toekomstige verliezen voor de softwarefabrikant en/of de klanten, inclusief de aanwezigheid van hoge kosten om het vrijgavebesluit ongedaan te maken. Het is een niet-routinematig besluit en kent normalerwijs een langetermijnhorizon.

De resultaten zijn gecombineerd met theorieën van verschillende disciplines en gebruikt om een methodologie voor te stellen om vrijgavebesluiten voor software te structureren. De methodologie, bestaande uit vier procesgebieden, is gevalideerd in drie casusstudies in een praktische context, waarbij het beschrijvende karakter van de methodologie naar voren kwam.

Indien het informatieniveau in het besluitvormingsproces toeneemt, hierbij onzekerheid terugdringend, zullen de ontwikkelingskosten voor vrijgave toenemen als gevolg van testen, en de onderhoudskosten na vrijgave zullen waarschijnlijk afnemen. Vanuit een besluitvormingsperspectief zal de aanwezigheid van ‘management of meaning’-processen en -strategieën toenemen en de aanwezigheid van ‘challenge’-processen en -strategieën afnemen.

Het is in dezelfde drie casusstudies gevalideerd dat de methodologie de mogelijkheid biedt het succes van een strategisch vrijgavebesluit voor software vast te stellen en te identificeren welke verbeteringen tot een hogere kans op succes leiden. Met name in de eerste casusstudie had de succesvolle implementatie van de eerste twee procesgebieden van de methodologie de organisatie kunnen behoeden voor het vrijgeven van een product dat zo slecht onderhoudbaar bleek, dat later het besluit is genomen het hele product opnieuw te ontwikkelen. De methodologie biedt een instrument de kans op succes van strategische vrijgavebesluiten voor software te verhogen.

Indien alle procesgebieden succesvol worden geïmplementeerd, zullen de kwaliteit van het besluituitkomst en de kwaliteit van de besluitimplementatie in de optimale zone liggen. Beneden deze zone zal de onzekerheid hoog zijn en waarschijnlijk leiden tot ‘challenges’ tussen de belanghebbenden, terwijl boven deze zone de kosten van additionele informatie economisch waarschijnlijk niet rendabel zijn. De verwachting is dat informatie binnen de optimale zone de waarschijnlijkheid vergroot dat de gestelde doelen worden gehaald. Dit beoordelende karakter van de methodologie stelt een softwarefabrikant in staat op pro-actieve wijze te kiezen voor succes door de geformuleerde procesgebieden te implementeren.

De conclusie is dat de primaire onderzoeksvraag zoals geformuleerd in hoofdstuk 1 van dit proefschrift, *‘Hoe kunnen strategisch vrijgavebesluiten voor software worden verbeterd?’* bevredigend is beantwoord.

3. Externe Geldigheid van de Methodologie

De methodologie is gevalideerd in overeenkomstige softwarefabrikantomgevingen waar softwareproducten voor intern gebruik worden ontwikkeld. De methodologie laat echter geen specifieke aspecten zien voor softwarefabrikanten. De karakteristieken van een specifieke softwarefabrikant beïnvloeden de gekozen ontwikkelings- en marktintroductiestrategie, maar niet de methodologie. De productspecifieke markt- en productvereisten beïnvloeden het vereiste informatieniveau, maar niet de methodologie. Alle uitgewerkte procesgebieden benodigen correcte implementatie, onafhankelijk van de karakteristieken van de softwarefabrikant en de mate waarin de procesgebieden worden geïmplementeerd volgt uit de specifieke omstandigheden. Daarom bestaan er geen belangrijke obstakels de methodologie in overeenkomstige of andere softwarefabrikantomgevingen toe te passen.

De methodologie is ontworpen voor strategische vrijgavebesluiten voor software, een vereiste gesteld in hoofdstuk 1, hetgeen de reden is om Harrison’s (1987) ‘Process Model’ als referentiemodel te adopteren in plaats van het ‘Organizational Model’. De methodologie stelt zeker dat alle relevante belanghebbenden, verschillende perspectieven vertegenwoordigend, actief betrokken worden voor een project wordt gestart [in de oriënteringsfase] en betrokken blijven tot het product goed functioneert in zijn operationele omgeving. Deze benadering maakt het delen van kennis tussen de belanghebbenden mogelijk, en wanneer problemen ontstaan zijn alle perspectieven vertegenwoordigd voor het evalueren van een alternatieve richting. Indien strategische waarde minder aanwezig is, neemt de noodzaak voor een formeel besluitvormingsproces af, en de betrokkenheid van hoger management is niet strikt noodzakelijk. Indien de methodologie beschouwd wordt voor meer routinematige vrijgavebesluiten, dient voor de implementatie van elk procesgebied nagegaan te worden hoe voldoende toegevoegde waarde wordt geleverd en of de betrokkenheid van hogere

managementniveaus noodzakelijk is. Indien dit wordt meegenomen kan de methodologie ook gebruikt worden voor vrijgavebesluiten voor software zonder strategische waarde.

Gebruik van de methodologie is niet noodzakelijkerwijs beperkt tot vrijgavebesluiten voor software alleen. Hoewel de methodologie ontworpen is voor strategische vrijgavebesluiten voor software heeft het een algemeen karakter. De aandacht gaat uit naar het besluitvormingsproces, specifiek aandacht gevend aan het definiëren en beheren van de besluitcriteria, de definitie en het verzamelen van informatie benodigd in het besluitvormingsproces, en de implementatie en evaluatie van het vrijgavebesluit. Dit zijn algemene aspecten van besluitvorming en het gebruik van de methodologie voor andere besluiten tijdens productontwikkeling kan overwogen worden, samen met een eventuele herziening van de uitwerking van de procesgebieden.

Een beschouwing van de methodologie laat geen software-specifieke aspecten zien. Echter, de afwezigheid van transparantie betreffende doel en kwaliteit van software enerzijds en de verificatie- en validatieproblemen met software anderzijds, vormen twee bronnen van onzekerheid en zijn twee sterke argumenten om een methodologie te adopteren, met name indien het vrijgavebesluit van strategisch belang is. In andere engineeringdisciplines waar productontwikkeling plaatsvindt, kunnen onzekerheid en strategische waarde van het besluit ook aanwezig zijn, met name in gevallen waar nieuwe producten worden ontwikkeld en geïntroduceerd in nieuwe of bestaande markten. Dit geeft aan dat de methodologie van belang kan zijn buiten het gebied van softwareproductontwikkeling. Nader onderzoek op dit gebied is nodig om sterkere uitspraken te kunnen doen (sectie 5).

4. Beschouwing van de Gekozen Methode van Onderzoek [filosofie, benadering, strategie]

In deze sectie worden de gekozen onderzoeksfilosofie, -benadering en -strategie nogmaals beschouwd:

1. *Onderzoeksfilosofie.* Zoals beschreven in hoofdstuk 2 kan dit onderzoek niet éénduidig geclassificeerd worden als of positief/realistisch of interpretatief. In deze studie is een gestructureerde aanpak gevolgd, waarbij gekeken is naar feiten en oorzaken van gedrag. Dit is een karakteristiek van een positieve onderzoeksfilosofie. Aan de andere kant is bevestigd in de casusstudies, dat het moeilijk is betrouwbare kwantitatieve informatie betreffende ontwikkelde producten en de gevolgde processen te krijgen. Reden is het gebrek aan overeenstemming over softwaremetingen en gebrek aan volwassenheid in software-engineering. Het was bijvoorbeeld vaak moeilijk, zo niet onmogelijk, de oorspronkelijk geplande doorlooptijd en ontwikkelingskosten te achterhalen, of de actuele doorlooptijd en ontwikkelingskosten, en een indicatie van de verwachte kosten voor correctief onderhoud.
2. *Onderzoeksbenadering.* De onderzoeksbenadering wordt geclassificeerd als inductief (zie hoofdstuk 2), omdat een methodologie ontworpen is op basis van de verkregen resultaten uit relevante theorie en verkennende casusstudies, terwijl feiten verzameld werden op kwalitatieve wijze in plaats van kwantitatieve wijze (Saunders *et al.* 2003, pp.86-87). Gebrek aan volwassenheid ten aanzien van metingen in software-engineering zou het moeilijk gemaakt hebben het aantal steekproeven van voldoende omvang uit te voeren om conclusies te generaliseren (Saunders *et al.* 2003, p.87). Aan de andere kant zijn er enige conclusies getrokken ten aanzien van de externe geldigheid van de methodologie, zoals samengevat in sectie 3. Door het volgen van een inductieve benadering wordt de methodologie niet beschouwd als de enig mogelijke verklaring voor het beschrijven en beoordelen van strategisch vrijgavebesluiten voor software. Het is waarschijnlijk dat deze methodologie verder uitgebreid en verfijnd kan worden.
3. *Onderzoeksstrategie.* Casusstudies als onderzoeksstrategie bieden een goede mogelijkheid om vrijgavebesluiten voor software in een praktische context te bestuderen met als primair criterium het gebrek aan onderzoeksresultaten betreffende het

onderzoeksobject. Een belangrijk vereiste is het gebruik van meerdere bewijsbronnen; in dit onderzoek: interviews, vragenlijsten en documentatie. De geretourneerde vragenlijsten waren vaak niet volledig ingevuld of verschillende informanten interpreteerden vragen op verschillende wijze. De interviews en documentatie zijn gebruikt om de informatie volledig te maken en onjuiste interpretaties te verwijderen. De interviews worden met name als belangrijk beschouwd. Door het creëren van een klimaat van wederzijds vertrouwen werd waardevolle informatie verkregen, met name betreffende de posities van verschillende belanghebbenden in het besluitvormingsproces. Indien vragenlijsten als alternatieve onderzoeksstrategie waren gebruikt, is het niet zeker of deze informatie had kunnen worden verkregen. Bovendien, zoals eerder vermeld, waren geretourneerde vragenlijsten vaak niet volledig ingevuld of verschillende informanten interpreteerden vragen op verschillende wijze. De gebruikte criteria voor de casusstudies waren succesvol in de zin dat de resultaten uit alle uitgevoerde casusstudies gebruikt konden worden. De casusstudies hebben veel tijd in beslag genomen. Verscheidene organisaties gaven in eerste instantie aan belangstelling te hebben aan het onderzoek deel te nemen, maar trokken zich terug na verkennende besprekingen. De meeste deelnemende organisaties moesten meerdere keren worden bezocht: voorbereiding van de casusstudie, interviews die niet altijd in dezelfde periode gepland konden worden (met als gevolg extra reizen), en de goedkeuring en presentatie van de resultaten. Wat was de toegevoegde waarde van de casusstudies? In de eerste plaats zijn veel aspecten binnen de methodologie afgeleid van de resultaten van de casusstudies uit de Verkenningfase (zie procesgebieden *'Release Definition'* en *'Release Information'*). In de tweede plaats hebben de resultaten van de casusstudies de onderzoeker ondersteund bij het ontwerpen van de methodologie door voorbeelden uit de praktijk ter beschikking te hebben.

5. Suggesties voor Vervolgonderzoek

De gepresenteerde multidisciplinaire benadering van strategische vrijgavebesluiten voor software is een poging deze besluiten te beschrijven en een instrument aan softwarefabrikanten te bieden verbeteringsgebieden te identificeren. Deze studie biedt ruimte voor vervolgonderzoek in dit belangrijke aandachtsgebied. Tijdens het onderzoek zijn acht punten van specifiek belang geïdentificeerd voor vervolgonderzoek, zoals hieronder beschreven:

1. *Verder onderzoek naar de volledigheid van de methodologie.* In hoofdstuk 11 is de volledigheid van de methodologie aan de orde gesteld met casusstudie J als referentie. In deze casusstudie waren alle relevante procesgebieden naar tevredenheid geïmplementeerd. De terugkoppelsessie met de betrokken projectleden en een terugblik op de methodologie bracht geen nieuwe inzichten aan het licht. De conclusie is echter dat vanwege het beperkte aantal casusstudies additioneel onderzoek nodig is in overeenkomstige en andere softwarefabrikantomgevingen om de volledigheid van de methodologie nader te verkennen.
2. *Toepassing van de NPVI-methode in een commerciële omgeving.* Eén van de oorspronkelijke doelstellingen in dit onderzoek was het demonstreren van de mogelijkheid een economisch model te definiëren voor de evaluatie en vergelijking van verschillende vrijgavealternatieven. Hiertoe is de NPVI-methode gedefinieerd. Zoals verklaard in sectie 2 zijn er geen omgevingen gevonden om de toepasbaarheid van deze methode in een praktische context te valideren. Verder onderzoek zou uitgevoerd kunnen worden om de potentiële voordelen vast te stellen in een praktische context. Dit kan mogelijk leiden tot verdere uitbreidingen en/of verfijningen van de methode, bijvoorbeeld door integratie van de 'time-to-build'- en 'growth'-opties (zie hoofdstuk 6).
3. *Mechanismes om de kosteffectieve zone van informatieperfectie te bepalen.* In dit onderzoek wordt de kosteffectieve zone geïntroduceerd voor informatieperfectie (hoofdstuk 7). Beneden de kosteffectieve zone is de marginale waarde van extra

informatie hoger dan de marginale kosten, boven de kosteffectieve zone zijn de marginale kosten hoger dan de marginale waarde van deze extra informatie. Het concept van een kosteffectieve zone is kwalitatief gebruikt in dit onderzoek, maar verder kwantitatief onderzoek op dit gebied kan waardevol voor softwarefabrikanten zijn, omdat het hen in staat zal stellen betere afwegingen te maken wanneer zij geconfronteerd worden met vrijgavebesluiten: doorgaan met testen of het product vrijgeven? Dit is een moeilijk aspect om te onderzoeken, echter men zou zich kunnen richten op metingen om betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid te evalueren afhankelijk van de aanwezige risico's [een uitbreiding op het werk van Rae and Robert (1995)].

4. *Factoren die de aspiratieniveaus van geïdentificeerde belanghebbenden beïnvloeden.* De aanwezigheid van onzekerheid als gevolg van onvolledige en onbetrouwbare informatie en cognitieve beperkingen aan de ene kant en de aanwezigheid van bronnen van conflict aan de andere kant kunnen tot gevolg hebben dat belanghebbenden in een vrijgavebesluit verschillende aspiratieniveaus hebben, zoals besproken in hoofdstuk 8. In dit onderzoek is deels tijd besteed aan het identificeren van factoren die de verschillende aspiratieniveaus van geïdentificeerde belanghebbenden beïnvloeden. Omdat hier echter niet expliciet aandacht aan was besteed tijdens de verkennende casusstudies, was er onvoldoende bewijs beschikbaar onderbouwde uitspraken te doen. Nader onderzoek op dit gebied kan mogelijk meer inzicht verschaffen in de potentiële oorzaken voor verschillen in aspiratieniveaus, hetgeen kan bijdragen aan het reduceren of zelfs elimineren van deze verschillen.
5. *Modellen om de mate van betrouwbaarheid voor vrijgave en de onderhoudsinspanning na vrijgave te voorspellen.* In dit onderzoek is herhaaldelijk benadrukt dat softwarefabrikanten geconfronteerd worden met serieuze problemen wanneer zij trachten uitspraken te doen over de productbetrouwbaarheid voor vrijgave en de verwachte onderhoudskosten na vrijgave, gebaseerd op de betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid van het product. De toepasbaarheid van bestaande theorie is beperkt (hoofdstuk 3) en de verkennende casusstudies geven aan dat dit inderdaad een problematisch gebied is (hoofdstuk 4). Dit bemoeilijkt de vaststelling van de kosteffectieve zone, met name voor grotere en complexere softwareproducten. Dit probleemgebied is al decennia bekend, maar er is geen oplossing naar voren gekomen die een breed draagvlak geniet. De 'traditionele' ontwikkelingsmethodes zijn niet in staat hier mee om te gaan, hetgeen mogelijk impliceert dat door toenemende onzekerheid de vrijgaveafweging moeilijker wordt in de nabije toekomst. Het zou waardevol kunnen zijn, hoewel ambitieus, onderzoek te verrichten op het gebied van totaal nieuwe ontwikkelingsmethodes met als doel deze onzekerheid te elimineren of in ieder geval terug te dringen en daarmee te komen tot geïnformeerde onzekerheid in de besluitvorming in plaats van een hoge mate van onzekerheid.
6. *Onderzoek naar de mogelijke correlatie tussen besluitkarakterisering van vrijgavebesluiten voor software en de mate van procesvolwassenheid.* In hoofdstuk 4 wordt naar voren gebracht of er een correlatie bestaat tussen besluittype en procesvolwassenheid. Zal een hogere procesvolwassenheid een niet-routinematige besluittype veranderen in een routinematig besluit? Motivatie zou kunnen zijn de verbeterde grip op het ontwikkelingsproces. De beschikbaarheid van historische data zou sterkere voorspellingen ten aanzien van betrouwbaarheid mogelijk moeten maken door het gebruik van methodes als COQUALMO (Chulani 1999) en Orthogonal Defect Classification (Chillarege *et al.* 1992) en benaderingen als Bayesian nets (Fenton en Neil 2001) en Goal Structuring Notation (Kelly 1998), zie hoofdstuk 3. De verkennende casusstudies gaven geen antwoord op deze vraag, maar het zou interessant kunnen zijn te onderzoeken of hogere procesvolwassenheid hiertoe leidt. Indien ja, dan zou dit een sterk argument opleveren om te investeren in procesverbetering. Een gerelateerd aspect is hoe hogere procesvolwassenheid de kosteffectieve zone beïnvloedt. In hoofdstuk 10 wordt beargumenteerd dat hogere volwassenheid mogelijk leidt tot een minder onzekere en goedkopere kosteneffectieve zone en dat besluitvorming in toenemende mate

gebaseerd wordt op overtuigende informatie. Het kan interessant zijn dit verder te onderzoeken, omdat ook dit een sterk argument zou opleveren voor procesverbetering.

7. *Toepasbaarheid van de methodologie in andere engineeringomgevingen.* Bij het bespreken van de externe geldigheid van de methodologie is aan de orde gesteld of de geldigheid van de methodologie buiten het domein van software engineering reikt. Deze vraag is onbeantwoord gebleven. Het kan waardevol zijn verder in te gaan op deze vraag teneinde een bevredigend antwoord te vinden. Via vervolgonderzoek kan worden geïdentificeerd in welke mate andere engineeringdisciplines hun voordeel zouden kunnen doen met deze methodologie, en of er mogelijk belangrijke verschillen bestaan.
8. *Integratie met theorieën over andere fasen uit de life-cycle.* In de life-cycle benadering van software producten worden theorieën en ondersteunende methodes, methodologieën en technieken ontwikkeld om efficiënte en effectieve ontwikkeling en onderhoud van softwareproducten te optimaliseren gedurende de hele life-cycle; van strategische planning, tot ontwikkeling, tot exploitatie en tot 'end-of-life'-besluiten (Berghout 2002). Belangrijke recente publicaties zijn:
 - Op het gebied van strategische planning:
'Evaluation of information system proposals: design of a decision support method' (Berghout 1997);
 - Op het gebied van ontwikkeling:
'Product focused software process improvement' (Solingen 2000);
 - Op het gebied van exploitatie:
'The Alignment of Operational ICT' (Klompé 2003).

Een richting voor toekomstig onderzoek zou kunnen zijn de integratie van de verschillende theorieën in één coherente theorie die de hele life-cycle beslaat. Dit zou kunnen geschieden door middel van een stapsgewijze benadering, bijvoorbeeld door in eerste instantie de relatie van de in dit proefschrift voorgestelde methodologie te onderzoeken met andere theorieën.

6. Slotopmerkingen

De ondertitel van dit proefschrift is *'Zijn de cijfers daadwerkelijk van belang?'* Uiteraard zijn ze van belang. Het identificeren van cijfers en het ontwikkelen van modellen om de cijfers te interpreteren zou een prominente plaats moeten innemen in het onderzoek binnen de vakgebieden Informatie Systemen (IS) en Software Engineering (SE). In het algemeen zullen softwarefabrikanten alleen investeren in nieuwe softwareproducten indien de verwachte nettocontantewaarde van hun investeringen positief is. Dit is geldig zowel voor softwarefabrikanten die hun producten verkopen aan externe klanten als voor softwarefabrikanten die investeren in softwareproducten [informatie technologie] om de efficiëntie en/of effectiviteit van hun interne organisatie te verbeteren.

In een praktische context is echter de vaststelling van het optimale vrijgavemoment vanuit een kwantitatief, financieel perspectief moeilijk, zo niet onmogelijk vanwege de aanwezigheid van complete onzekerheid in tegenstelling tot zekerheid of geïnformeerde onzekerheid (hoofdstuk 4). Er zijn drie bronnen van onzekerheid:

- ❖ De huidige stand op het gebied van software-engineeringstechnologie is zodanig dat het op voorspelbare wijze bouwen van softwarecomponenten en -producten met voorspelbaar gedrag eerder uitzondering dan regel is. Hoewel nieuwe innovaties beschikbaar zijn of zullen komen is hun toepassing in de software-industrie vooralsnog uiterst beperkt.
- ❖ Informatie heeft een prijs in tijd en geld, hetgeen besluitnemers dwingt een afweging te maken tussen de kosten en baten van additionele informatie.

- ❖ Besluitnemers vereenvoudigen de reële wereld, omdat zij niet kunnen ontkomen aan de diverse psychologische krachten die individueel gedrag beïnvloeden. In combinatie met de mogelijke aanwezigheid van bronnen van conflict kunnen verschillende belanghebbenden verschillende aspiratieniveaus ervaren. Daarom is ‘tevredenstellend’ gedrag, waarbij besluitnemers consensus trachten te vinden en kiezen voor een voor alle betrokken acceptabel vrijgavealternatief, een goede karakterisering van het besluitvormingsproces tot softwarevrijgave zoals gevonden in de bestudeerde omgevingen.

De focus van deze studie is het benaderen van vrijgavebesluiten voor software van enerzijds een kwantitatief, economisch perspectief en anderzijds een kwalitatief perspectief betreffende de besluitvorming. Meer belangstelling voor cijfers door valide informatie [inclusief historische data] te verzamelen om verschillende vrijgavealternatieven te kunnen vergelijken en te evalueren [bijvoorbeeld aan de hand van de gepresenteerde NPVI-methode] en de resultaten te bespreken met de besluitnemers, is belangrijk om onzekerheden terug te dringen naar meer acceptabele niveaus, zodat verschillen in aspiratieniveaus van belanghebbenden in het besluitvormingsproces worden teruggebracht of geëlimineerd. Dit is een belangrijke bijdrage om onzekerheid terug te dringen, en situaties waarin mensenlevens op het spel staan te minimaliseren. Dit geldt met name voor softwareproducten waarvoor betrouwbaarheid, veiligheid en zekerheid belangrijke niet-functionele vereisten zijn.

De resultaten van dit onderzoek bieden softwarefabrikanten een instrument dat hen in staat stelt hun software vrijgaveproces te begrijpen, te beoordelen en te verbeteren. Succesvolle adoptie van de methodologie vereist echter dat softwarefabrikanten de kosteffectieve zone bereiken; een zone waarbinnen cijfers zinvol zijn en overtuigend kunnen worden gebruikt geïnformeerde besluitvorming te ondersteunen. Het is waarschijnlijk dat onzekerheid toe zal nemen vanwege almaar toenemende softwareomvang, en de afwezigheid van substantiële verbeteringen in foutpotenties en verwijderefficiëncies (er worden relatief meer fouten veroorzaakt en minder fouten gevonden indien de softwareomvang toeneemt). Zonder de beschikbaarheid en succesvolle adoptie van methoden ter verbetering van de softwareproductiviteit en software kwaliteit, zal het moeilijker worden voor softwarefabrikanten software vrijgavesucces te bereiken. In zo'n situatie is het waarschijnlijk dat het besluitvormingsproces rondom vrijgave gedomineerd wordt door een hoge aanwezigheid van ‘challenge’-processen en -strategieën en dat de cijfers in toenemende mate incompleet en onbetrouwbaar zullen worden: ze zijn nog steeds van belang maar hebben minder waarde en zullen waarschijnlijk terzijde worden geschoven, leidend tot besluitvorming op basis van intuïtie in plaats van besluitvorming gebaseerd op cijfers.