

Server-virtualisatie

Afstudeerscriptie

Masc ICT BV

Afstudeerder:	R.F.A Hammen	Docentbegeleider:	Dhr. J. Nijman
Studentnummer:	1518676	Bedrijfsbegeleider:	Dhr. H. Steur
Opleiding: Informatica:	Systeembeheer voltijd	Versie:	1.00
Opleidingsinstituut:	Hogeschool Utrecht	Status:	Definitief
Geheimhouding:	N.V.T.	Datum:	14-12-2009

Voorwoord

Het document dat voor u ligt is mijn afstudeerscriptie. Deze scriptie heb ik geschreven op basis van een server-virtualisatie project dat ik heb uitgevoerd voor Masc ICT te Nijmegen. Deze scriptie is de afronding van mijn opleiding 'Hbo-informatica: systeembeheer voltijd' welke ik volg aan de Hogeschool Utrecht.

Virtualisatie is een vakgebied wat mij erg aan spreekt. De mogelijkheden en gevolgen van virtualisatie zijn erg belangrijk voor bedrijven. Het idee dat (server-) virtualisatie een grote impact heeft op de manier waarop omgesprongen wordt met ICT, is juist gebleken. Dit sterkt mij in het idee dat dit onderwerp geschikt is als afstudeer opdracht. Ik vindt dan ook dat de vergaarde informatie voor mij, Masc ICT, en anderen die deze scriptie lezen een verrijking van kennis en inzicht met zich mee brengt.

Hoewel het mijn voorkeur had bleek het niet mogelijk de scriptie dubbelzijdig af te drukken. Ik heb dit bij Masc ICT onder de aandacht gebracht en gevraagd bij vervanging een printer aan te schaffen die wel dubbelzijdig kan printen om zo het milieu te ontlasten.

Verder wil ik dit graag gebruiken om alle medewerkers van Masc ICT te bedanken voor hun hulp, advies en begrip.

Specifiek wil ik graag Gijs Ruijs, hij is Accountmanager van Masc ICT, bedanken voor zijn hulp en het structureren van mijn scriptie. Hans Steur, Algemeen Directeur van Masc ICT en bedrijfsbegeleider voor de vele overlegmomenten, zijn inzichten in projectmanagement en de eerlijke feedback die dit project naar een hoger plan hebben geholpen. Tot slot wil ik ook Jan Nijman, Afstudeerbegeleider Hogeschool Utrecht, bedanken voor zijn feedback en visie. Zijn begeleiding heeft mij gestimuleerd om mijn afstudeerwerk dusdanig op te zetten dat het universeler gebruikt kan worden.

Ik hoop dat het lezen van de scriptie u net zoveel plezier en kennis oplevert als het maken ervan bij mij heeft gedaan.

Met vriendelijke groet,

Roel Hammen

Nederasselt, December 2009

Management samenvatting

Het doel van dit project is om onderbouwde keuzes te maken op het gebied van server-virtualisatie. Dit stelt Masc ICT in staat op een pragmatische wijze een professionaliseringsslag door te voeren op het gebied van server-virtualisatie en dienstverlening in het algemeen.

Na afronding van de strategische en tactische onderzoeken is duidelijk geworden dat in de huidige situatie een professionaliseringsslag gewenst is. Dit om beter te kunnen voldoen aan de eisen en wensen van de huidige klanten en aan die van de nieuwe doelgroep ondernemingen met 50+ werknemers. Aan de hand van dit onderzoek is vastgesteld dat het datacentrum van BIT in Ede de beste opties heeft voor het centraal hosten van services. Dit komt door de hoge uptime garanties op stroom en infrastructuur die op de andere Masc ICT locaties niet geboden kunnen worden.

Uit het klantenonderzoek is gebleken dat het onderbrengen van de klanten in klantencategorieën zinvol was om een overzichtelijker beeld te krijgen van de wensen en eisen van klanten. Drie categorieën zijn hiervoor gebruikt. Hierbij is ook rekening gehouden met de nieuwe doelgroep die Masc ICT wil aanspreken. Per categorie is bepaald welke eisen en wensen er gesteld worden aan de ICT-voorzieningen. Belangrijkste eis is de beschikbaarheid van diensten.

Door de verschillende virtualisatievormen in kaart te brengen werd niet alleen een beeld geschetst van de mogelijkheden, maar ook gekeken of aanvullende virtualisatietechnieken meegenomen moesten worden in het onderzoek. Hoewel andere virtualisatietechnieken interessant zijn voor Masc ICT, is gebleken dat het niet zinvol was om deze technieken mee te nemen in dit onderzoek. Verder onderzoek naar bijvoorbeeld applicatie-virtualisatie in een apart project zou wel zinvol zijn voor Masc ICT.

Server-virtualisatie stelt Masc ICT in staat diensten aan te bieden met een hogere beschikbaarheid, flexibiliteit en schaalbaarheid. Hoewel niet elke situatie geschikt is om gevirtualiseerd te worden, is het zinvol om daar waar mogelijk systemen te virtualiseren.

Opslag is een belangrijk onderdeel van een virtualisatie-oplossing. Ondersteunend onderzoek voor een opslag project dat binnen Masc ICT liep heeft uitgewezen dat een iSCSI SAN oplossing de beste oplossing is voor een virtualisatieopstelling van Masc ICT. Het aanschaffen van een NAS is noodzakelijk om het SAN geen single point of failure te laten zijn. Op deze NAS wordt een back-up gemaakt van de SAN data. Wanneer de SAN onverhoopt problemen geeft en data verloren gaat, kan het data verlies tot een minimum beperkt worden. De aanbevelingen uit dit onderzoek zijn overgenomen bij het opslagproject.

De verschillende architecturen die onderzocht zijn in dit onderzoek hebben allen voor- en nadelen. Er is geen standaardoplossing aan te wijzen die altijd past bij de klant. De voordelen van een hosted omgeving zijn duidelijk, maar niet de enige goede oplossing. In sommige gevallen is deze oplossing zelfs niet toegestaan in verband met regelgeving.

De infrastructuur die nodig is voor het succesvol uitrollen van virtualisatie oplossingen is uitgewerkt in [hoofdstuk 6.6 virtualisatie infrastructuur](#).

Met behulp van het klantenonderzoek is gekeken welke server-virtualisatie technieken noodzakelijk zijn om te voldoen aan de gestelde eisen. Uit dit onderzoek is gebleken dat live migratie en high availability samen met centraal beheer de belangrijkste technieken waren. Energiebesparing heeft een minder hoge prioriteit, al zal deze factor in de toekomst zeker een hoge(re) prioriteit krijgen.

De kwantificering van de klantenbehoefte is gebruikt in de pakketkeuze. Op basis van vooraf vastgestelde punten zijn de pakketten van drie server-virtualisatie leveranciers (VMware, Microsoft en Citrix) vergeleken. In dit onderzoek is duidelijk geworden dat VMware ESX(i) de beste oplossing is voor Masc ICT en haar klanten. Voor de hypervisor moet een bedrag van € 20,40 per VM per maand betaald worden. Hoewel dit niet de goedkoopste oplossing blijkt, is de volwassenheid van het product en ondersteunende organisatie belangrijk. Verder biedt VMware functies die de andere leveranciers pas recentelijk of helemaal niet aanbieden. De managementlaag van VMware (vCenter) zal geïmplementeerd moeten worden om gebruik te kunnen maken van functies als live migratie en high availability, de kosten hiervan zijn € 266,90 per maand per datacentrum. Voor implementatie van de VMware oplossing is het noodzakelijk om twee personen een VCP-certificering te laten behalen. Ook een VSP-certificaat is noodzakelijk. In een hosted omgeving is het verplicht om gebruik te maken van het huurmodel van VMware. In dit model worden maandelijkse kosten in rekening gebracht voor de gebruikte licenties. Dit stelt Masc ICT in staat om door de nieuwste software te gebruiken, uitsluitend te betalen voor de gebruikte licenties, kosten eenvoudig door te berekenen aan klanten, met lage initiële kosten te virtualiseren.

De [business case](#) die is uitgewerkt in hoofdstuk 7.3 is positief. De toename in beschikbaarheid, schaalbaarheid en flexibiliteit zijn onmisbaar om te voldoen aan de eisen van de huidige klanten en de nieuwe doelgroep, nu en in de toekomst.

De operationele fase van het project zal worden uitgewerkt voor de verdediging bij de afstudeercommissie om verdere onderbouwing te leveren voor de eerdere bevindingen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
1.1	Bedrijfsprofiel	1
1.2	Positie binnen het bedrijf	2
2	Het afstudeerproject	2
3	Relatie met andere projecten	2
3.1	Vooronderzoek server-virtualisatie	2
3.2	Opslagoplossing.....	3
4	Procesgang	3
4.1	Projectmanagement	3
4.2	Projectfasen	3
4.3	Bevindingen procesgang.....	4
5	Huidige situatie.....	5
5.1	Klanten.....	5
5.2	Masc ICT	5
5.3	Bevindingen huidige situatie	8
6	Strategische fase	8
6.1	De klantencategorieën	8
6.2	Virtualisatievormen	11
6.3	Server-virtualisatie.....	12
6.4	Opslag	17
6.5	Architecturen.....	21
6.6	Virtualisatie infrastructuur	24
6.7	Bevindingen strategisch niveau	26
7	Tactische fase	26
7.1	Kwantificeren behoefte	27
7.2	Pakketkeuze.....	29
7.3	Business case	44
7.4	Bevindingen tactisch niveau	46
8	Operationeel	47
9	Conclusie	47
10	Geraadpleegde literatuur	48
11	Overzicht vergelijkingen	50
12	Overzicht figuren	50
13	Overzicht tabellen	51
14	Verklarende woordenlijst	52
15	Overzicht losse bijlagen.....	53

Documentbeheer

Gecontroleerd door : Hans Steur

Paraaf Gecontroleerd : **PARAAF VERWIJDERD**

Goedgekeurd door : Hans Steur

Paraaf goedgekeurd : **PARAAF VERWIJDERD**

Configuratiebeheer

Versie	Status	Datum	Auteur	Aangebrachte wijzigingen
0.01	Concept	20-04-2009	Roel Hammen	N.V.T.
0.02	Concept	09-11-2009	Roel Hammen	Initiatie fase verder verwerkt.
0.03	Concept	10-11-2009	Roel Hammen	Begonnen strategische fase in te voegen.
0.04	Concept	14-11-2009	Roel Hammen	Verwerken Strategische fase.
0.05	Concept	15-11-2009	Roel Hammen	Revisie spelfouten en tekstuele aanpassingen.
0.06	Concept	26-11-2009	Roel Hammen	Uitbreiden strategische fase.
0.07	Concept	01-12-2009	Roel Hammen	Lay-out aanpassingen.
0.08	Concept	01-12-2009	Roel Hammen	Invoegen tactische fase.
0.09	Concept	02-12-2009	Roel Hammen	Tactische fase beperkt tot essentie.
0.10	Concept	03-12-2009	Roel Hammen	Lay-out tactische fase aangepast.
0.11	Concept	06-12-2009	Roel Hammen	Feedback Hans Steur verwerkt .
0.12	Concept	07-12-2009	Roel Hammen	Tabellen omgezet in afbeeldingen.
0.13	Concept	08-12-2009	Roel Hammen	Feedback verwerkt van Jan Nijman.
0.14	Concept	08-12-2009	Roel Hammen	Feedback verwerkt van Hans Steur.
0.15	Concept	09-12-2009	Roel Hammen	Revisie op teksten.
0.16	Concept	10-12-2009	Roel Hammen	Verwerken feedback uitwerken conclusie en management samenvatting.
1.00	Definitief	14-12-2009	Roel Hammen	Layout aangepast

Distributie lijst

Versie	Datum	Namen
0.01	20-04-2009	Roel Hammen
0.02	10-11-2009	Hans Steur
0.07	01-12-2009	Jan Nijman
0.12	07-12-2009	Hans Steur
0.13	08-12-2009	Gijs Ruijs, Jan Nijman, Bert Buitenhuis
0.15	09-12-2009	Gijs Ruijs
1.00	15-12-2009	Examen commissie

1 Inleiding

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) worden in een toenemend tempo steeds belangrijker voor zowel bedrijven als voor particulieren. ICT wordt steeds vaker gezien als een 'commodity' goed. Verwacht wordt dat informatie altijd en overal beschikbaar is via verschillende communicatiekanalen. Om aan deze toenemende behoefte van beschikbaarheid te voldoen werd vaak veel geld geïnvesteerd in server oplossingen die dubbel werden uitgevoerd, of in serverclusters geplaatst werden. Dit betekende een grote investering in hardware die in veel gevallen niet efficiënt werd benut.

De druk vanuit het bedrijfsleven om ICT-middelen efficiënter in te gaan zetten, is de laatste jaren, mede door de kredietcrisis, sterk toegenomen. Door gebruik te maken van (server-) virtualisatie technieken zijn (grote) ondernemingen erin geslaagd de betrouwbaarheid van hun diensten te vergroten, efficiënter om te gaan met de ICT-middelen en een flexibelere infrastructuur te hebben die een grotere schaalbaarheid biedt. Server-virtualisatie technieken dringen ook steeds verder door in het MKB-segment. Dit komt door een betere toegankelijkheid en betaalbaarheid van deze technieken. Voor Masc ICT is het van belang om te kijken naar de mogelijkheden die server-virtualisatie biedt, zowel voor intern gebruik als voor haar klanten. Door dit project is het voor Masc ICT mogelijk om onderbouwde keuzes te maken op het gebied van server-virtualisatie. Dit stelt Masc ICT in staat op een pragmatische wijze een professionaliseringsslag door te voeren op het gebied van server-virtualisatie en dienstverlening in het algemeen. Gekeken is naar de verschillende niveau's; strategisch tactisch en operationeel. Deze niveaus vormen de rode draad in mijn scriptie. Op het eind van deze scriptie is een verklarende woordenlijst opgenomen. Voor de bronvermelding is gekozen voor de ISO 690 numerieke verwijzing standaard. Iedere bron uit de bronvermelding heeft een uniek nummer. Aan dit nummer zal gerefereerd worden als informatie uit de specifieke bron gebruikt is. Een overzicht van de apart aangeleverde bijlagen is terug te vinden aan het eind van de scriptie.

1.1 Bedrijfsprofiel

Om een beeld te krijgen van de werkzaamheden van Masc ICT en de doelstellingen die gesteld zijn, is een bedrijfsprofiel uitgewerkt. Deze informatie is nuttig voor het scheppen van een beeld van waar Masc ICT staat en waar het naar toe wil. Masc is een bedrijf dat in 2009 haar 15^e verjaardag heeft gevierd. In februari 2009 is Masc opgesplitst in twee bedrijven; Masc Software BV en Masc ICT BV. De systeembeheeronderdelen van Masc zijn ondergebracht bij Masc ICT BV. Op deze manier wil Masc de beheersbaarheid van de groei van beide businessunits versterken. De nieuwe manager die hiervoor is aangesteld is verantwoordelijk voor de verdere verbetering en uitbreiding van Masc ICT.

De missie van Masc ICT BV zit verwerkt in de naam van het bedrijf; Masc staat voor: 'maatwerk, service en continuïteit'. Masc heeft het volgende motto: "Masc is een partner-in-business ". Dit past bij de algemene slagzin 'extending your reach', namelijk door mee te denken met de klanten en hen werk uit handen te nemen ontstaat er een partnership voor de langere termijn. Masc ICT biedt haar klanten een totale ICT-ontzorgingsoplossing, waardoor zij zich kunnen focussen op hun corebusiness.

De nadruk van de activiteiten ligt op de services op het gebied van kantoorautomatisering en ISP. De levering van verwante hardware en software en het geven van advies en aansturing middels projectmanagement zijn nevenactiviteiten. Zo is Masc ICT in staat een totaalpakket van services te bieden aan de klant. Hieronder een kort overzicht van de diensten die Masc ICT biedt:

1. ISP; leveren van domeinnamen en internetaansluitingen.
2. Servicedesk; problemen die gemeld worden door de klant worden vastgelegd en opgelost.
3. Hard- en software; het leveren van hard- en software.
4. Systeembeheer; configureren en onderhouden van hard- en software.
5. Netwerkbeheer; opzetten en onderhouden van totale netwerk oplossingen voor klant.
6. Technisch applicatiebeheer; uptime optimaliseren bijvoorbeeld door middel van updates.
7. Werkplekbeheer; het meedenken met klanten over de inrichting van de desktopsystemen.

Met deze diensten richt Masc ICT zich op het MKB-segment. Op dit moment bestaat 90% van de klanten uit micro-ondernemingen. Masc ICT heeft als doelstelling zich meer te gaan toeleggen op klanten met ± 50 werkplekken. Meer informatie over de verschillende categorieën en bijbehorende behoeften is terug te vinden in [hoofdstuk 6.1 De klantencategorieën](#).

Bij alle activiteiten onderscheidt Masc ICT zich door haar pragmatische aanpak.

1.2 Positie binnen het bedrijf

Tijdens mijn opleiding Mbo-systeembeheer heb ik mijn afrondende stage gelopen bij Masc. Vanaf die tijd heb ik geregeld gewerkt voor Masc als bijbaan. Voor ik begon aan mijn afstudeerstage had ik een oproepcontract bij Masc ICT. Bij Masc ICT werken op dit moment vijf mensen met elk een gedegen systeembeheerkennis en specialisaties op bepaalde gebieden. Het overige personeel ondersteunt op financieel vlak, algemene kantoorwerkzaamheden en accountmanagement.

Tijdens mijn afstudeerperiode heb ik een virtualisatie-opdracht uitgevoerd. Hoewel ik dit in opdracht van Masc ICT heb gedaan, ben ik geen deel gaan uitmaken van het operationele gedeelte van Masc ICT. Dit heeft mij in staat gesteld om me volledig te richten op de opdracht. De functie die ik bij Masc ICT heb vervuld is omschreven als ICT-consultant.

2 Het afstudeerproject

Om een beeld te geven van de opdracht waarop de scriptie is gebaseerd, is het afstudeerproject uitgewerkt. Masc ICT herkent dat er bij de doelgroep die Masc ICT bedient (het MKB) een toename is in de afhankelijkheid van de ICT-infrastructuur. Gevolg daarvan is dat de gestelde eisen aan deze infrastructuur steeds hoger worden. Om te kunnen blijven voldoen aan de eisen die het MKB stelt, is besloten een project op te starten dat de mogelijkheden van (server) virtualisatie gaat bekijken.

Na de afronding van dit project moet het voor Masc ICT mogelijk zijn, om met behulp van ondersteunende documenten, een professionalisering van haar virtualisatiediensten door te voeren. Door een professionelere virtualisatie oplossing wordt het ook mogelijk voor Masc ICT om algemene dienstverlening te verbeteren. Zo kan er een betere SLA (service level agreement) aangeboden worden aan klanten. Ook wil Masc ICT door deze opdracht een beeld krijgen van de eisen en wensen die klanten stellen aan de ICT-infrastructuur van de onderneming.

3 Relatie met andere projecten

Het project intro server-virtualisatie heeft de basiskennis gebracht aan Masc ICT en bevat de bevindingen van dit project en de visie voor het implementeren van server-virtualisatie tot nu toe. Het 'opslagproject' heeft gedeeltelijk parallel gelopen aan dit project, opslag is een belangrijk onderdeel van server-virtualisatie vandaar dat vanuit het virtualisatie-onderzoek adviezen zijn gegeven aan het 'opslagproject' en vice versa.

3.1 Vooronderzoek server-virtualisatie

Voordat deze opdracht werd gegeven was er een klein onderzoek gedaan naar server-virtualisatie. Hierbij is op basis van een testopstelling gekeken naar de mogelijkheden van ESXi 3.0. Op deze testomgeving is een aantal aspecten uitgewerkt met betrekking tot Back-up, monitoren, systeemeisen en performance. In dit project is in het totaal 72 uur gestoken. Op basis van dit onderzoek is besloten om servers van klanten één op één te virtualiseren. Hiermee wordt bedoeld dat op één fysieke machine één virtuele machine gaat draaien.

3.2 Opslagoplossing

Masc ICT heeft behoeften aan een centrale opslagoplossing. Om te voldoen aan deze behoeften is een project gestart met als doel te bepalen welke opslagoplossingen er zijn, welke oplossing het meest geschikt is voor Masc ICT en welk product het beste aansluit op de eisen en wensen van Masc ICT. Dit onderzoek is naast het onderzoek naar server-virtualisatie gehouden en heeft gebruik gemaakt van de adviezen die gegeven zijn op basis van het deelonderzoek [opslag](#) van deze scriptie.

4 Procesgang

Het beheersbaar houden van een project is de sleutel tot succes. Door goed projectmanagement en een duidelijke fasering is dit mogelijk gebleken. Dit hoofdstuk biedt inzicht in de opbouw van het project en de redenen waarom faseringen zijn gehanteerd en onderzoeken zijn uitgevoerd.

4.1 Projectmanagement

Bij dit project is gebruik gemaakt van de projectmanagementmethode **Prince2**. Prince2 is op een pragmatische wijze ingezet, zodat Prince2 een hulpmiddel is gebleken. Zonder teveel administratieve ballast. Uiteindelijk is er gebruik gemaakt van Project Initiatie Document (PID), highlight rapportages, fase afrondingsrapporten, afwijkingsrapport en het plan van aanpak. Prince2 heeft bijgedragen aan een gestructureerde manier van werken en rapporteren.

Het **PID** document is uitgewerkt om het project te definiëren. Het vormt de basis van het beheren en beoordelen van de verschillende fases van het project. De wekelijkse **Highlight rapportages** zijn gebruikt om de stuurgroep op de hoogte te houden van de voortgang van het project. Bij problemen is gebruik gemaakt van een afwijkingsrapport. Met **fase-afrondingsrapporten** is een overzicht gegeven van de voortgang tot dan toe. Bij problemen is de stuurgroep geïnformeerd met behulp van een afwijkingsrapport. In het **afwijkingsrapport** is voldoende informatie is bijgevoegd om de stuurgroep de kans te geven bij te sturen in het project als zij dat nodig vinden. In het PID is de rode draad van het project vastgelegd. Hierin zijn de verschillende fases uitgewerkt en per fase bepaald wat uitgevoerd moest worden. De **work breakdown structure** is een belangrijk onderdeel van dit plan en is bijgevoegd in de bijlagen.

4.2 Projectfases

Het project is in fases opgedeeld om de beheersbaarheid te vergroten. **Opstarten van het project:** fase waarin het goedkeuren van de afstudeeropdracht centraal heeft gestaan. In de **Initiatie fase:** is het PID uitgewerkt. Hierna is de 'uitvoerende fase' van het project begonnen. Om dit uitvoerende deel overzichtelijk en beheersbaar te houden werken wordt er met drie fases gewerkt namelijk: Strategisch, Tactisch en Operationeel.

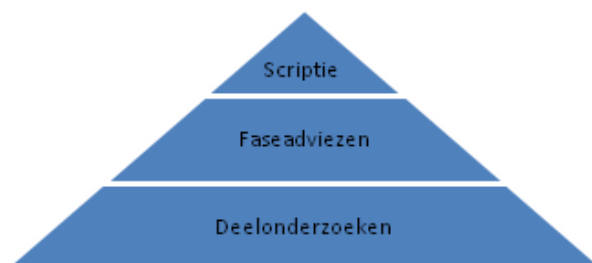
Tijdens de **Strategische fase** is gekeken naar de huidige situatie, klanten en klantencategorieën, virtualisatievormen, opslag en architecturen. Omdat dit project is gestart om [klanten](#) een betere dienstverlening te kunnen aanbieden is het van belang om eerst hun behoefte in kaart te brengen. Om naar een eindresultaat te komen moet eerst gekeken worden wat de Ausgangssituation is. Daarom is in [hoofdstuk 5 de huidige situatie](#) in kaart gebracht. Op basis van dit deelonderzoek is een beeld gegeven van de klanten en eigen locaties van Masc ICT. De verschillende [virtualisatievormen](#) zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6.2 om een overzicht te geven van de mogelijkheden van virtualisatie. Door de verschillende virtualisatievormen te benoemen, is het mogelijk geweest om te kijken of er andere virtualisatie vormen meegenomen moesten worden in het project. [Opslag](#) bleek erg belangrijk onderdeel van een virtualisatie opstelling. Daarom is er meer tijd geïnvesteerd dan geraamd was om te bepalen wat een passende opslagoplossing is voor Masc ICT is uitgewerkt in hoofdstuk 6.4. Verschillende [Architecturen](#) zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6.5 om inzicht te verschaffen in de mogelijke oplossingen die geboden kunnen worden. Deze vijf deel onderzoeken zijn vervolgens verwerkt een advies

strategisch niveau. Dit advies is een samenvatting van alle deelonderzoeken en kan door het management gebruikt worden als ondersteuning van strategische beslissingen.

In de **Tactisch fase** zijn vier deelonderzoeken uitgevoerd: kwantificering klantenbehoefte, pakketkeuze, businesscase. Deze deelonderzoeken zijn verwerkt in het advies tactisch niveau. Met het tactisch advies kan Masc ICT een beoordelen welke virtualisatie technieken van belang zijn om te voldoen aan de klanten behoeften. Dit kan op basis van de bevindingen van het deelonderzoek uitgewerkt in hoofdstuk 7.1 [kwantificeren klantenbehoefte](#). In het deelonderzoek [pakketkeuze](#) verwerkt in hoofdstuk 7.2 word een virtualisatie leverancier geadviseerd. De [businesscase](#) uitgewerkt in hoofdstuk 7.3 verschaft Masc ICT inzicht in de kosten/baten verhouding. Per deelonderzoek en fase advies zijn aanbevelingen gedaan. In de tactische fase zijn de deadlines overschreden. Belangrijkste redenen hiervoor waren problemen met de licentie modellen van de verschillende leveranciers. Omdat er geen marges meer waren door het uitlopen van eerdere fases was het nodig om een afwijkingsrapport op te stellen. Hierin is beschreven wat de reden was van de overschrijding, de opties die er waren, en de aanbeveling. De operationele fase is buiten de scriptie gehouden. Zowel Masc ICT als de schoolbegeleider zijn akkoord gegaan met deze aanbeveling. Het volledige afwijkingsrapport bijgevoegd als bijlage.

Operationeel niveau: Op operationeel niveau was het de bedoeling om een proof of concept op te zetten. Dit proof of concept zou dan gebruikt worden om de bevindingen uit eerdere fases te onderbouwen. De gegevens, verzameld in dit deelonderzoek, zouden worden meegenomen in een globaal advies operationele fase. Het is de bedoeling het operationele niveau alsnog uit te voeren in de tijd na de scriptie en voor de afstudeerzitting.

Een extra reden om drie fases in te bouwen in het 'uitvoerende' deel van het project is dat op die manier gestructureerd toegewerkt kan worden naar de scriptie. De verschillende deelonderzoeken worden verwerkt in fase rapporten. Deze rapporten worden verwerkt in de scriptie. Op deze manier is het mogelijk geweest stapsgewijs de documenten steeds meer tot de essentie te beperken. In figuur 4-1 is de globale opzet weergegeven. Een aantal deelonderzoeken leid tot een fase advies. De verschillende faseadviezen worden



Figuur 4-1 Scriptie opbouw

verwerkt in de scriptie. Elk document heeft zijn eigen doel en doelgroep. Zo zijn de fase adviezen bedoeld voor Masc ICT om onderbouwde virtualisatie beslissingen te nemen. De scriptie is een overzicht voor de examencommissie om een beeld te geven van de onderzoeken en bijbehorende conclusies. De deelonderzoeken

liggen aan de basis van elk van de bovenliggende documenten.

Tot slot is er nog een **Afrondingfase** ingebouwd. In deze fase is het de bedoeling om de presentaties uit te werken voor de personeelsleden van Masc ICT en de presentatie voor de afstudeercommissie voor de bereiden. De kennisoverdracht wordt verzorgd in deze fase van het project. Het inleveren van de bedrijfsbeoordeling is belangrijk in deze fase omdat dit een verplicht document is voor het afstuderen. Het evalueren van het project en het uitwerken van de vervolg acties wordt in deze fase gedaan. Tot slot wordt het project als geheel wordt gesloten.

4.3 Bevindingen procesgang

Met behulp van de Prince2 methodiek is het gelukt om het project beheersbaar te houden. Door het uitlopen van met name de deelonderzoeken: huidige situatie (ontbreken netwerktekeningen) en pakketkeuze (licentie onderzoek), is het niet mogelijk gebleken de operationele fase te verwerken in de scriptie. In overleg met de stuurgroep is besloten de kwaliteit leidend te maken. Een toepasselijke uitspraak die hierop van toepassing is:

‘De beste stuurlui durven het roer om te gooien.’ door het project op tijd bij te sturen is het gelukt om kwalitatief hoogstaande adviezen te leveren waarmee Masc ICT zeer tevreden is.

5 Huidige situatie

De huidige situatie is in kaart gebracht om zo de startpositie weer te geven. Hieronder zijn de verschillende locaties in kaart gebracht, van waaruit Masc ICT haar diensten aanbiedt, namelijk Oranjesingel 66 en 73 in Nijmegen en het datacentrum van BIT in Ede. Ook wordt kort de back-up DNS-server en de klantensituatie beschreven. Deze informatie is onder andere van belang om een gewenste situatie te schetsen. Zo heeft informatie uit dit hoofdstuk bijgedragen aan het maken van de keuze van waaruit hosting het best geleverd kan worden. De huidige situatie draagt dus bij aan het schetsen van het totaalbeeld van de Ausgangssituation naar de gewenste situatie.

5.1 Klanten

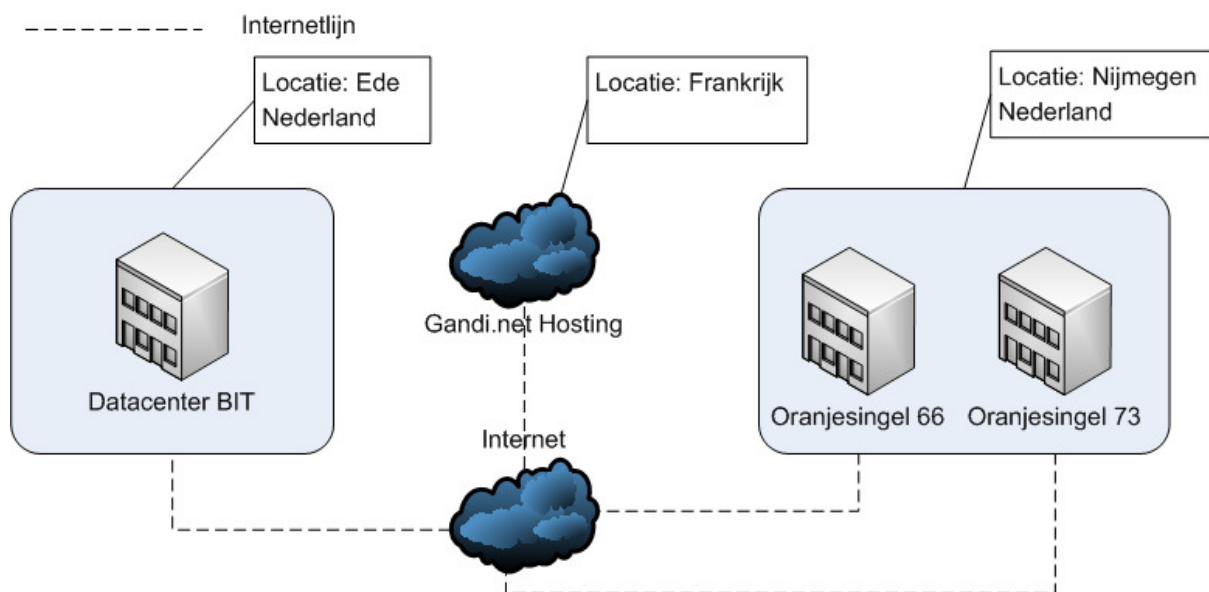
Masc ICT heeft ± 100 klanten, ongeveer 90% van deze klanten bestaat uit kleine tot zeer kleine bedrijven uit het microsegment. De verschillende [categorieën](#) die zijn gehanteerd worden in hoofdstuk 6.1 verder uitgewerkt. In het algemeen kan gesteld worden dat klanten van Masc ICT de behoefte hebben aan ICT-ontzorging.

Veel klanten hebben een eigen fysieke server, die lokaal gehost wordt. Deze machines draaien in veel gevallen een Small Business editie van Windows-server. Deze servers leveren in de regel e-mail, file sharing en/of centrale back-upmogelijkheden. Ook worden vaak databases en branchespecifieke software gehost. Branchespecifieke software wordt niet direct door Masc ICT ondersteund, wel kan gevraagd worden om met behulp van de leverancier te zoeken naar een oplossing.

5.2 Masc ICT

Masc ICT zelf maakt gebruik van zowel gevirtualiseerde als traditionele serveropstellingen. Deze servers staan op drie verschillende locaties namelijk; het datacentrum van BIT in Ede, Oranjesingel 66 (O66) en Oranjesingel 73 (O73) te Nijmegen. De verschillende locaties zijn weergegeven in het hoofdstuk [bedrijfsprofiel](#).

De netwerktekeningen uitgewerkt in dit deelonderzoek zijn opgenomen in de documentatie van Masc ICT en zijn terug te vinden in de bijlage huidige situatie, achter in dit document. Op basis van deze uitwerking is bepaald welke locatie het meest geschikt is voor hosting. figuur 5-1 geeft een overzicht van de verschillende locaties van Masc ICT.



Figuur 5-1 Geografische locaties Masc ICT

5.2.1 DNS back-up

Om een goede uptime te realiseren voor de DNS-services van Masc ICT is ervoor gekozen om een Virtual Private Server (VPS) te huren. Deze server wordt gehost door Gandi.net en staat in Frankrijk. Dit zorgt voor een aanzienlijke geografische scheiding van de rest van het netwerk. De enige functie die deze server vervult is het vormen van een back-up voor de Masc DNS-services.

5.2.2 Huidige situatie Oranjesingel 73 Nijmegen

Ongeveer tegelijk met de oprichting in februari 2009 van Masc ICT BV zijn zowel Masc ICT als Masc Software overgegaan naar een nieuw pand. Dit nieuwe pand (O73) is op loopafstand van het oude pand (O66). Op deze nieuwe locatie zijn twee fysieke x86 servers ingericht, een derde server wordt op korte termijn ingericht als Masc ICT-server. Momenteel werken zowel Masc Software als Masc ICT op de VM1, welke draait op de Mascserver29. Dit is overigens de enige VM die draait op de Mascserver29.

Op de server genaamd 'VMware Firewall' staan twee VM's, waarvan alleen de Firewall VM daadwerkelijk draait. De trafic shaper is op dit moment uitgeschakeld omdat zich stabiliteitsproblemen voordeden. Masc heeft er voor gekozen om de productieomgeving van Masc Software en de data van Masc ICT lokaal te hosten.

De ruimte waar op dit moment de servers draaien, is gedeeltelijk aangepast om deze onder te kunnen brengen. Er is echter nog geen serverrack geplaatst en er is ook geen patchpaneel aanwezig. Door de aanstaande sluiting van O66 (februari 2010), komen er twee 42U serverracks vrij. Zeker is al dat één 42U serverrack in de serverruimte op O73 ingericht zal worden. Ook wordt er een airco-unit geplaatst voor een betere temperatuursregulering. Momenteel is de serverruimte niet optimaal ingericht voor het onderbrengen van servers. Met de geplande aanpassingen zal deze ruimte daarvoor wel geschikt worden. Wel zal de omgeving, ook na de verbeteringen minder geschikt blijven dan de omgeving zoals die in Ede is opgezet. Door het doorvoeren van deze aanpassingen ontstaat er een omgeving waarin eigen servers lokaal gehost kunnen worden. Uptimes van 99,9% per jaar zoals deze door Bit worden aangeboden, blijven echter een utopie voor de eigen lokale serveromgeving. Om tot een acceptabel niveau te komen zijn er al wel twee ADSL-lijnen aangesloten. De uptime garantie die geboden wordt op SDSL-lijnen, is tot op heden niet aanwezig. De SDSL-lijn van O66 wordt verhuisd op het moment dat O66 uitgefaseerd is.

5.2.3 Huidige situatie Oranjesingel 66 Nijmegen

Oranjesingel 66 is het bedrijfspand van waaruit Masc ICT tot april 2009 opereerde. Sinds Masc is verhuisd naar Oranjesingel 73 zijn nog slechts twee ruimtes in gebruik. Dit zijn het magazijn en de serverruimte. Het is de bedoeling dat Masc ICT ook deze laatste twee ruimtes gaat verlaten. De huidige prognose is dat in februari 2010 het pand volledig wordt opgeleverd. Momenteel worden er tien fysieke X86 servers ondergebracht op O66. Deze servers moeten dus voor februari 2010 elders ondergebracht worden.

De serverruimte is toereikend ingericht met temperatuurregulering, stroomvoorziening redundante internetverbinding, serverracks en patchpanelen.

Op dit moment is het nog onduidelijk waar welke servers naar toe zullen gaan bij de uitfasering van O66. Er wordt gekeken naar mogelijkheden van consolidatie en het uitfaseren van bepaalde servers.

5.2.4 Beschikbaarheidsafspraken

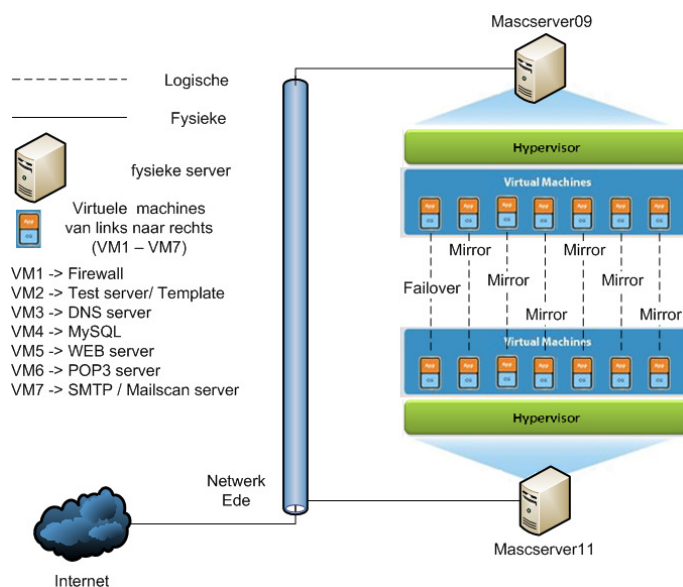
Op dit moment heeft Masc ICT geen duidelijke (standaard) afspraken over beschikbaarheid gemaakt met haar klanten. Het is voor Masc ICT van belang om wel deze te gaan vastleggen in bijvoorbeeld een SLA (Service Level Agreement). Dit schept voor zowel Masc ICT als haar klanten een beter beeld van wat er van elkaar verwacht wordt. Dit kan veel onaangename situaties voorkomen indien er incidenten plaatsvinden. Door te investeren in de continuïteit van diensten, kunnen nieuwe SLA afspraken gemaakt worden met klanten. Doordat klanten een dienst afnemen met een hoger continuïteit kunnen aangepaste prijsafspraken gemaakt worden. Extra investeringen, gedaan voor verbetering van de dienstverlening, kan op die manier worden doorbelast aan de verschillende klanten.

5.2.5 Huidige situatie Ede

Masc ICT huurt momenteel een half serverrack in een datacenter van BIT BV te Ede. Hier staan diverse servers. Deze worden gebruikt door Masc ICT (intern) zelf en voor de webhosting voor klanten (extern). De switches en servers in het serverrack in Ede zijn allemaal eigendom van Masc ICT. Door de uptime garanties van 99,9% per jaar op de BIT-infrastructuur en een gegarandeerde 99,99 % per maand uptime op de stroomvoorziening, is er een solide basis voor het hosten van services. Het rack wordt via het BIT-netwerk verbonden met het internet. Door de uptime garanties (stroom, netwerk) die in het datacenter geboden worden, wordt er een goede basis voor het hosten van services geboden. Gebruikte bronnen: [9] [10][28].

5.2.5.1 Virtualisatie in Ede

In het datacentrum in Ede draait een virtuele opstelling van Masc ICT. Deze opstelling is weergegeven in figuur 5-2. De opstelling bestaat uit twee fysieke X86 servers. Op deze machines draaien zes virtuele machines. Elke virtuele machine verzorgt een dienst en wordt op beide fysieke systemen uitgevoerd. Van de twee identieke virtuele machines draait er één actief. De andere is passief, deze dient als back-up voor het geval de actieve VM uitvalt. Omdat de fysieke server 'Mascserver09' meer resources heeft, zijn er meer VM's als actief ingesteld, namelijk VM's 1, 4, 5 en 7. De VM's 3 en 6 draaien actief op 'Mascserver11'. Passieve servers hebben minder resources toegewezen gekregen om zo deactieve processen zo soepel mogelijk te laten lopen. VM 2 draait niet.



Figuur 5-2 Schematisch overzicht virtualisatie oplossing Ede

Deze opstelling is opgezet na een toegenomen behoefte aan continuïteit. Voor het doorvoeren van deze virtualisatieslag draaiden de DNS, MySQL, Web- en Mailservices samen op één traditionele opstelling. De downtime die ontstond als één van deze services vastliep of als deze een herstart nodig had, was onacceptabel. Daarom is ervoor gekozen deze services te splitsen.

Om de servers in een failover-opstelling te kunnen zetten, wordt gebruik gemaakt van het opensource programma DRBD. De manier waarop DRBD werkt, lijkt het meest op een netwerkgebaseerde Raid 1 opstelling. Het DRBD-systeem is toegepast op VM's 2 t/m 7. Op VM1 draait een failover mechanisme van het Linux OS (pfSence) zelf. Bron: [27].

Heartbeat is een opensource-programma dat wordt gebruikt om met behulp van keep-alive berichten te bepalen welke virtuele machine actief is en welke de back-up rol vervult. Bij het ontbreken van keep-alive berichten neemt de back-up machine deze dienstverlening over. Geraadpleegde bron:[26]

5.3 Bevindingen huidige situatie

In de huidige situatie draaien er **veel fysieke servers**. De eerste stappen op weg richting virtualisatie zijn gezet, al zal een **professionaliseringsslag** op het gebied van virtualisatie nog veel verbeteringen opleveren. Uitwerking van de verschillende verbeteringen is ondergebracht in het hoofdstuk 6.3 [server-virtualisatie](#). In het **datacenter in Ede** is een **zeer professionele infrastructuur** aangelegd waar Masc ICT zoals gezegd gebruik van maakt. De gegarandeerde drie negens (99,9% per jaar) maken dit tot een **betrouwbare omgeving** van waaruit klanten bediend kunnen worden. De serverruimte-inrichting op O73 laat tot nu toe te wensen over en zal zelfs na de genoemde verbeteringen niet de zekerheid bieden die als die van het datacenter in Ede. Met het **uitfaseren** van **O66** zal er besloten moeten worden wat de bestemming wordt van deze servers. Virtualisatie kan hier zeker aan bijdragen, bijvoorbeeld door middel van **server-consolidatie**. Server-consolidatie is het plaatsen van meerdere besturingsystemen op een fysieke host. Hierdoor wordt het aantal fysieke machines teruggebracht. Meer uitleg over server-consolidatie is opgenomen in [hoofdstuk 6.3 server-virtualisatie](#). Het ontbreken van beschikbaarheidsafspraken met klanten is een aandachtspunt voor Masc ICT.

6 Strategische fase

In de strategische fase zijn verschillende deelonderzoeken uitgevoerd. Zo is er onderzoek gedaan naar klanten en de verschillende categorieën waarin zij zijn verdeeld. Omdat server-virtualisatie de virtualisatie vorm is waar dit project over gaat is dit verder uitgewerkt in een apart hoofdstuk 6.3 Ook is bekeken in welke fase server-virtualisatie zich bevindt en is een antwoord gegeven op de vraag of server-virtualisatie een hype is.

6.1 De klantencategorieën

In het klantenonderzoek is besloten gebruik te maken van categorisering. Dit maakt het eenvoudiger de behoeften van de huidige klanten en de klanten uit de nieuwe doelgroep in kaart te brengen. Per klantencategorie zijn de behoeften getoetst aan een vast aantal punten. Uitkomsten van dit onderzoek zijn gebruikt om de pakketeisen op te stellen en een geschikte architectuur te kiezen naar de doelgroepen van Masc ICT. Hierbij zijn het huidige klantenbestand en de gestelde doelstellingen als basis gebruikt. Daaruit is naar voren gekomen dat alle klanten van Masc ICT onder het MKB-segment vallen. Dit zijn bedrijven tot 250 medewerkers en een maximale omzet van 50 miljoen euro. Omdat binnen dit segment grote verschillen bestaan in bijvoorbeeld behoeftes en financiële armslag, is een verdere onderverdeling gemaakt. Uiteindelijk is ervoor gekozen om de verdeling zoals deze door de Europese Unie wordt aangehouden te gebruiken zoals is weergegeven in zie Tabel 6-1. Bij het opzetten van de klanten categorieën is gebruik gemaakt van de volgende bronnen: [30], [34]

#	Naam	Medewerkers	Jaarlijkse omzet of het jaarlijks balanstotaal
1.	Micro	< 10	< 2 miljoen Euro
2.	Klein	10 t/m 50	< 10 miljoen Euro
3.	Middegroot	50 t/m 250	Omzet 50 miljoen Euro Jaarlijks balanstotaal 43 miljoen Euro

Tabel 6-1 Categorie definities

Als wij kijken naar het huidige klantenbestand van Masc ICT, dan blijkt dat 90% van de klanten zich in het microsegment bevindt. De overige 10% vallen onder het segment 'Klein'. De doelgroepmarkt van Masc ICT is het segment 'ondernemingen MKB met ± 50 medewerkers'. Dit segment zit eigenlijk tussen de categorieën 'Klein' en 'Middelgroot' in. Het is belangrijk te kijken naar de eisen van een middelgrote onderneming. Op het moment dat kleine bedrijven uitgroeien tot middelgrote, dan wil Masc ICT blijven voldoen aan hun behoefte. In de strategische overwegingen wordt hier rekening mee gehouden. Masc ICT ziet deze groei meteen als een kans.

Om in kaart te brengen wat de verschillende klantencategorieën aan eisen stellen en aan wensen hebben, is gebruik gemaakt van gegevens uit adviesrapporten van Masc ICT, Quickscans en Internetonderzoeken. Informatie verzameld uit deze bronnen is aangepast op de situatie van de klanten van Masc ICT. Per doelgroep zijn een aantal vaste parameters gedefinieerd namelijk; Prestaties, Beschikbaarheid, Schaalbaarheid, Beveiliging, Ondersteuning en Back-up. Tabellen 6.3, 6.4, 6.5 bevatten deze parameters en geven een beeld de behoefte per categorie. Om deze behoeften te kwantificeren is er een getal toegekend van 1 tot 5. Hierbij geeft 1 een lage prioriteit weer en 5 een hoge prioriteit. LET OP; er is alleen gekeken naar het MKB-segment. Daar is de prioriteitsverdeling overigen ook op ingesteld. Bron: [1], [4], [5].

6.1.1 Micro-onderneming

	Omschrijving	Belang
Prestaties	Prestaties van de ICT-infrastructuur moeten aanvaardbaar zijn. Geen harde eisen vaak gevoelsmatig.	2
Beschikbaarheid	De ICT-infrastructuur moet altijd werken. Om dit te realiseren is het prijskaartje vaak te hoog. Wel wordt er gestreefd naar een betere uptime.	2
Schaalbaarheid	Kleine groei in behoeften kan makkelijk worden verzorgd	2
Beveiliging	Het afschermen van bepaalde (financiële) data wordt als noodzakelijk ervaren. Het opzetten van bijvoorbeeld een DMZ vaak als overkill.	2
Ondersteuning	Op het moment dat er problemen zijn moet er ondersteuning komen. Een persoonlijke benadering is zeker voor deze categorie van groot belang.	4
Back-up	Belangrijke reden van professionalisering op ICT gebied. Het besef dat het bedrijf in grote problemen is zonder zijn data. Meestal d.m.v. tapes.	4

Tabel 6-2 Prioriteitsschema Micro-onderneming

Hoewel deze kleinere bedrijven vaak een relatief klein budget hebben voor ICT, willen zij voor het maken van een professionaliseringsslag toch gebruik maken van de diensten van Masc ICT. De bestaande ICT-infrastructuur moet worden opgewaardeerd naar een betrouwbaar platform dat de corebusiness ondersteunt. Door gebruik te maken van centraal beheer en preventief onderhoud kunnen er vaak grote stappen gezet worden in het voldoen van de klantbehoefte. Back-ups zijn redelijk tastbaar en de noodzaak van een goede back-up is relatief eenvoudig uit te leggen aan klanten.

6.1.2 Kleine onderneming

	Omschrijving	Belang
Prestaties	Prestaties moeten worden gewaarborgd, ook bij grotere lasten op de ICT-infrastructuur.	3
Beschikbaarheid	Er is een behoefte aan een constant beschikbare ICT-infrastructuur. Er is een bereidheid te investeren om deze beschikbaarheid te verwezenlijken.	3
Schaalbaarheid	Bij bedrijven met een omvang van minimaal tien tot een maximum van 50 personen is er een groeiend bewustzijn. In dit type ondernemingen moet er gekeken worden of de keuzes die hier gemaakt zijn ook in de toekomst haalbaar zijn. Hier is schaalbaarheid een belangrijke factor in.	3
Beveiliging	Er wordt beter bekeken welke data vertrouwelijk is en wie inzicht in deze data mag hebben. Bij de grotere kleine onderneming zal zelfs een beveiligingsbeleid van kracht zijn.	3
Ondersteuning	Kleine onderneming zijn bereid te betalen voor snelle ondersteuning en eisen deze dan ook wanneer zij deze nodig vinden. Bij een calamiteit wordt directe actie verwacht.	2
Back-up	De behoefte om data gedurende langere tijd terug te kunnen halen is aanzienlijk groter dan bij kleinere bedrijven. Tapes zijn de meest gebruikte media om back-ups naar weg te schrijven. Voor het snel terugzetten van data worden vaak ook diskback-ups (naar NAS)gedraaid.	4

Tabel 6-3 Prioriteitsschema Kleine onderneming

Kleine ondernemingen hebben vaak naast beschikbaarheid een grotere behoefte aan schaalbaarheid dan micro-ondernemingen. Doordat het aantal gebruikers sneller kan toe- of afnemen, moet de ICT-infrastructuur zo zijn ingericht dat het kan blijven voldoen aan deze mogelijke wijzigingen. De behoefte aan een goede back-upstrategie is ook hier aanwezig. Bij deze klantencategorie zie je wel een toename van het belang van beveiliging.

6.1.3 Middelgrote onderneming

	Omschrijving	Belang
Prestaties	Prestaties moeten worden gewaarborgd ook bij grotere lasten op de ICT-infrastructuur.	4
Beschikbaarheid	Er is een behoefte aan een constant beschikbare ICT-infrastructuur. Er is een bereidheid te investeren om deze beschikbaarheid te verwezenlijken.	5
Schaalbaarheid	Door het aantal mensen dat binnen dit soort bedrijven (kan) werken, is schaalbaarheid van het grootste belang. Ook belastingspieken op bijvoorbeeld grote websites moet kunnen worden opgevangen.	5
Beveiliging	Het risico op financiële (en imago) schade zijn groot. Het is daarom belangrijk dat de data goed beschermd wordt.	5
Ondersteuning	Middelgrote ondernemingen hebben budget voor IT. Ondersteuning en advies kan worden ingekocht met dit budget. Er wordt dan ook verwacht dat er een professionele organisatie staat die de ondersteuning verzorgt. Dit type bedrijven kan een groter ondersteuningswindow verwachten dan kleine ondernemingen. Bij een calamiteit, wordt directe actie verwacht.	4
Back-up	Back-ups van data zijn noodzaak. Zeker financiële gegevens en e-mail. Vaak wordt er een back-up gedraaid naar een extern opslagcentrum. Ook zijn op het bedrijf zelf back-ups aanwezig voor het snel terugplaatsen van data. Tape back-ups worden ook nog wel gebruikt.	5

Tabel 6-4 Prioriteitsschema Middelgrote onderneming

De belasting en afhankelijkheid van de ICT-infrastructuur zijn in deze categorie niet alleen het grootst, maar ook een essentieel onderdeel van de continuïteit van de onderneming. De hoge kosten die gepaard gaan met het falen van de ICT-infrastructuur, zorgen ervoor dat er een groot budget nodig is om dit falen zo goed mogelijk te reduceren en daar waar mogelijk uit te sluiten.

Beveiliging is voor dit soort bedrijven van een groot belang. De schade door het lekken van data is groot. Zeker de schade aan het imago van het bedrijf is iets waar dit soort bedrijven zich tegen willen beschermen. Al kan het wel voor komen dat er gewerkt moet worden aan de “security awareness” bij deze bedrijven.

6.1.4 Bevindingen ten aanzien van klanten

Uit het deelonderzoek klanten is gebleken dat het **onderverdelen in categorieën zinvol** is, omdat veel klanten uit de vastgestelde categorieën **vergelijkbaar** zijn. Het onderverdelen in klantencategorieën heeft als voordeel dat er op een abstracter niveau gekeken kan worden naar de behoeften die klanten hebben. Dit gaf **meer overzicht** en was **eenvoudiger** te verwerken in verdere documenten. Dit neemt niet weg dat elke klant een **persoonlijke benadering** vereist omdat elke situatie specifieke uitdagingen kent.

6.2 Virtualisatievormen

Om een beeld te geven van de verschillende virtualisatievormen zijn de resultaten van het vooronderzoek 'virtualisatievormen' hieronder verwerkt. Daarbij wordt ook uitgelegd wat deze vormen betekenen. Met dit onderzoek is bekeken of andere virtualisatievormen betrokken moesten worden in dit project. En welke technieken in de toekomst wellicht interessant zijn/worden voor Masc ICT. Gebruikte bronnen [7], [13].

1. Applicatie-virtualisatie

Bij Applicatie-virtualisatie wordt de applicatie op het workstation beschikbaar gesteld zonder dat het op het OS geïnstalleerd is. Dit is mogelijk door de applicatie los te koppelen van het OS. Applicaties worden centraal in 'packages' onderhouden wanneer aangevraagd worden ze naar de desktop gestuurd waar de applicatie direct beschikbaar is in een eigen afgeschermd omgeving. Voordeel hiervan is o.a. dat meerdere versies van applicaties naast elkaar gedraaid kunnen worden

2. Opslag-virtualisatie

Er wordt een transparant doorgeefluik opgezet tussen servers en centrale opslag. De servers halen data op bij dit doorgeefluik (gateway) zonder zich verder te interesseren waar deze data wordt opgeslagen op de centrale opslag. Goed voor grotere en heterogene opslagomgevingen.

3. Desktop-virtualisatie

Dit is het aanbieden van een volledige werkplek (OS en applicaties) via het netwerk. Applicaties en OS worden op een centrale server gedraaid in een persoonlijke virtuele machine (VM) en onderhouden. Gebruikers krijgen een persoonlijke omgeving die benaderd kan worden vanaf elk eindstelsel.

4. Presentatie-virtualisatie

In deze architectuur worden applicatiepresentatie en verwerking van gegevens gescheiden. De applicatie wordt volledig op een centrale locatie geïnstalleerd en beheerd. Bij het starten van de applicatie wordt een verbinding gestart met de centrale locatie, waarna alleen beeldscherm-informatie, toetsenbordaanslagen en muisbewegingen uitgewisseld worden. Een voorbeeld waarmee dit gerealiseerd kan worden is Microsoft Terminal Services.

5. Server-virtualisatie

Server-virtualisatie vormt de kern van dit project. Bij server-virtualisatie worden het besturingsstelsel en daarop draaiende applicaties losgekoppeld van de fysieke hardware. Een server die op deze manier is losgekoppeld wordt een gevirtualiseerd stelsel genoemd, en wordt vaak aangeduid als VM (Virtual Machine). Doordat een VM niet meer verbonden is aan een fysieke server wordt het mogelijk deze machine te verplaatsen tussen fysieke servers. In [hoofdstuk 6.3 server-virtualisatie](#) wordt verder ingegaan op de mogelijkheden van server-virtualisatie.

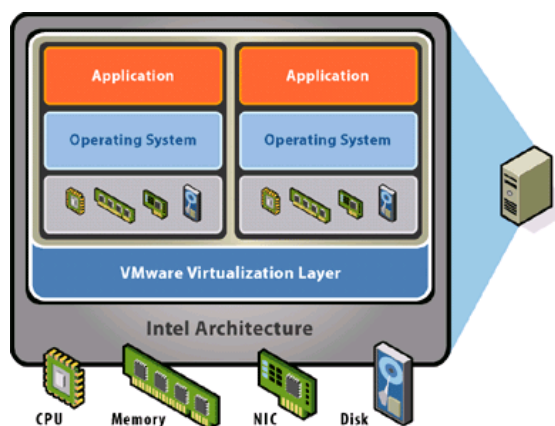
Door dit deelonderzoek uit te voeren is gebleken dat dit project zich uitsluitend moet richten op server-virtualisatie. In een later stadium is het wellicht wel verstandig om te gaan kijken naar de mogelijkheden een aantal andere virtualisatievormen, waaronder applicatie-virtualisatie en presentatie-virtualisatie. In de bijlagen Virtualisatie vormen vind je meer informatie over. In het volgende hoofdstuk wordt er dieper ingegaan op de mogelijkheden van server-virtualisatie. Deze bevindingen zijn van belang om de behoeften van de klanten te koppelen aan virtualisatietechnieken die kunnen voorzien in deze behoefte.

6.3 Server-virtualisatie

Server-virtualisatie verder uitgewerkt omdat deze techniek de kern is van dit onderzoek. De mogelijkheden die server-virtualisatie biedt, zijn van belang om een koppeling te maken tussen de voordelen van virtualisatie en de behoeften van de klanten.

Bij server-virtualisatie is een aantal punten van belang. Ten eerste wordt de traditionele server opzet (een besturingsysteem per fysieke machine) overboord gegooid, zie hoofdstuk opbouw virtuele machine. Dit biedt de mogelijkheid efficiënter om te gaan met de beschikbare resources. Verder zorgt server-virtualisatie voor hardwareonafhankelijkheid wat betekent dat het niet langer uitmaakt op welke fysieke hardware een besturingsysteem draait. Met geavanceerde virtualisatietechnieken is het mogelijk om een hogere beschikbaarheid te realiseren (high availability), flexibeler om te gaan met resources en een hogere schaalbaarheid te bieden. Om dit alles mogelijk te maken wordt een virtualisatielaag (de hypervisor) geplaatst tussen de fysieke hardware en virtuele hardware. Meer hierover in het onderdeel: opbouw virtuele machine.

Opbouw virtuele machine



Figuur 6-1 Schematisch overzicht virtuele server
(Bron: VMware)

Een virtuele machine is opgebouwd uit een aantal lagen. Aan de hand van de figuur 6-1 op deze pagina zullen de verschillende lagen worden behandeld.

Een virtuele machine heeft een fysieke machine nodig om op te draaien. De berekeningen van virtuele machines wordt uitgevoerd door de fysieke hardware.

De volgende laag is de kern van virtualisatie. Deze laag heet de hypervisor. In de afbeelding, gebaseerd op de virtualisatie-technieken van VMware, wordt deze laag aangeduid als VMware Virtualization Layer. De hypervisor is in essentie een doorgeefluik tussen de fysieke hardware (de onderste laag uit het figuur 6-1) naar de virtuele hardware (de derde laag).

De virtuele hardware is een set virtuele resources die worden toegekend aan een besturingsysteem. En bestaat uit één of meer CPU's, een hoeveelheid werkgeheugen, één of meer virtuele netwerkkaarten en opslagruimte. Deze virtuele hardware wordt aangeboden aan een besturingsysteem.

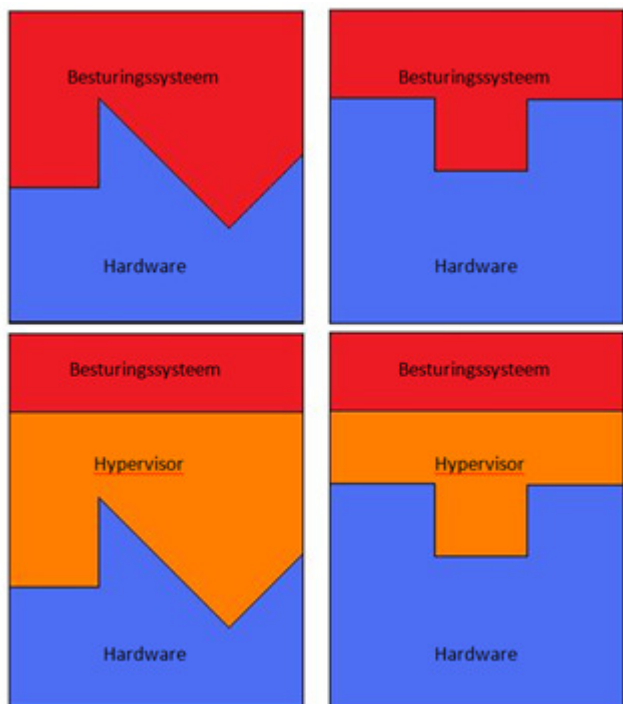
Dit besturingsysteem ziet niet of deze hardware virtueel of fysiek is. Het besturingsysteem spreekt de virtuele hardware op dezelfde wijze aan als het fysieke hardware zou doen. Bij virtualisatie wordt de installatie van het besturingsysteem weggeschreven naar één bestand. Al kan er ook gekozen worden om dit bestand te laten onderverdelen in andere gewenste blokgrotes, biedt het wegschrijven van besturingsysteem + applicaties naar één bestand als voordeel dat het verplaatsen van een virtuele machine (VM) eenvoudiger en overzichtelijker wordt, zoals je ook kunt lezen bij [high availability](#).

Opdrachten die de virtuele hardware ontvangt van het besturingsysteem worden doorgegeven aan de hypervisor die deze vertaald naar commando's voor de fysieke hardware. Als de opdracht is uitgevoerd, wordt het resultaat via de hypervisor en de virtuele hardware teruggegeven aan het besturingsysteem.

Tot slot draaien er op een besturingsysteem net als in een traditionele opstelling applicaties. Deze communiceren via het besturingsysteem met de onderliggende lagen.

Hardwareonafhankelijkheid

De hypervisor laag zorgt o.a. voor hardware onafhankelijkheid. Aan de hand van figuur 6-2 licht ik het begrip hardwareonafhankelijkheid verder toe. De bovenste twee abstracte afbeeldingen geven traditionele



opstellingen weer. Hierbij zie je twee verschillende hardware machines met daarop een besturingssysteem geïnstalleerd. De hardware die vast staat, bepaalt de vorm waarmee het besturingssysteem wordt geïnstalleerd. Deze vorm maakt het onmogelijk om een besturingssysteem op andere hardware te plaatsen. Zo kan het rode deel van linksboven niet op de hardware van rechtsboven draaien.

De onderste twee afbeeldingen geven een gevirtualiseerd systeem weer. De oranje laag tussen het besturingssysteem is de hypervisor.

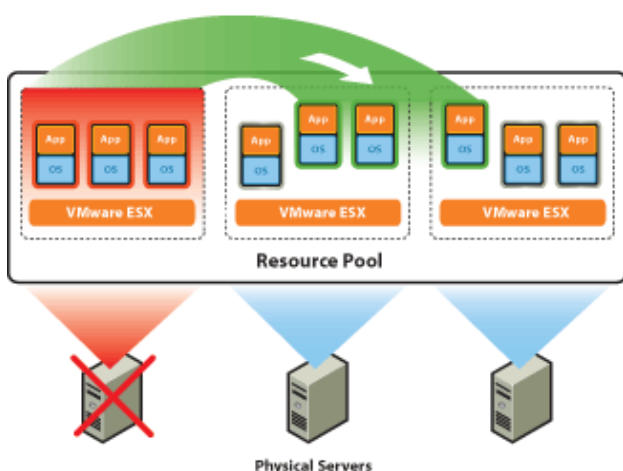
De hypervisor neemt aan de hardware zijde de juiste vorm aan zodat de virtualisatie laag optimaal kan samenwerken met de hardware. Aan de kant van het besturingssysteem wordt een generiek systeem gesimuleerd. Het besturingssysteem ziet dus een soort universeel systeem. Op dit universele systeem past het besturingssysteem zich aan. Doordat elke

Figuur 6-2 Hardwareonafhankelijkheid

hypervisor van dezelfde fabrikant op een zelfde generiek systeem aan het besturingssysteem presenteert, is het mogelijk om van de ene fysieke machine naar de andere over te stappen zonder dat daar aanpassingen voor gedaan hoeven te worden. Het verplaatsen van een besturingssysteem tussen twee verschillende fysieke machines is alleen mogelijk met de hardwareonafhankelijkheid die virtualisatie biedt. De verschillende virtualisatiepakketten stellen wel hun eisen aan de hardware waarop de virtualisatiepakketten draaien. De ondersteuning is echter erg breed. Om zeker te weten dat de hardware compatible is, hebben de fabrikanten lijsten gemaakt met de door hun geteste en goed bevonden systemen.

High availability en live migratie

Door de hardwareonafhankelijkheid die bereikt wordt met server-virtualisatie is het mogelijk om systemen te

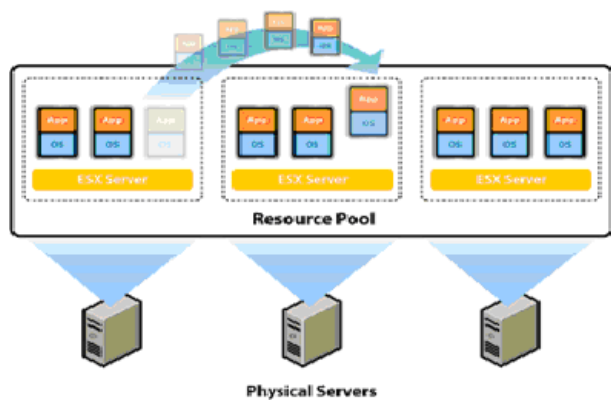


verplaatsen van de ene fysieke machine naar de andere. Twee manieren waarop dit gebeurt zijn Live migratie en high availability. Met **live migratie** kan een actieve VM worden verplaatst naar een andere fysieke server zonder dat er voor de cliënt een waarneembare downtime plaatsvindt. Deze techniek kan gebruikt worden voor (handmatige) loadballancing, maar ook bij onderhoudswerkzaamheden. In dat geval worden alle VM's zonder downtime verplaatst naar de andere fysieke machines waardoor de Services geboden blijven en er tijdens reguliere tijden gewerkt kan worden aan serveronderhoud. **High availability** is bedoeld om VM's bij falen van een

Figuur 6-3 High availability (Bron: VMware)

fysieke machine automatisch over te laten nemen door een andere fysieke host. Dit is uitgebeeld in figuur 6-3. Voor beide functionaliteit is wel een centrale opslag noodzakelijk van de VM bestanden. Bron: [21]

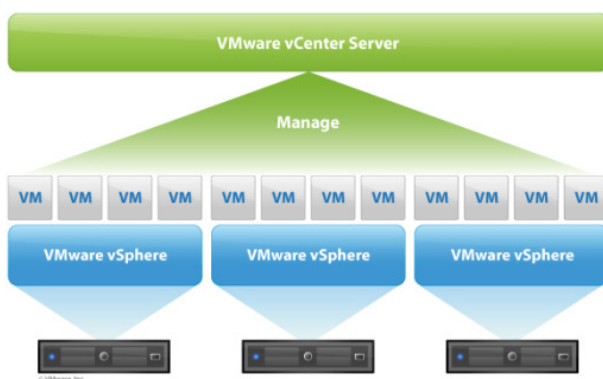
Resource pool



Figuur 6-4 Dynamic load-balancing (Bron: VMware)

Doordat VM's verschoven kunnen worden tussen fysieke machines wordt het mogelijk om de verbonden fysieke machines als een resourcepool te gaan gebruiken. Deze techniek is weergegeven in figuur 6-4 en houdt in dat er gekeken wordt naar de belasting van de verschillende VM's, om vervolgens uit de groep fysieke machines de beste optie te kiezen per VM. Het voordeel hiervan is dat de beschikbare capaciteit optimaal benut wordt. Wanneer één fysieke machine het druk heeft en andere machines niet (of minder), dan wordt er een deel van de werkbelasting (VM's) overgeheveld naar een andere host. Bron [14].

Centraal beheer



Figuur 6-5 Centraal beheer (Bron: VMware)

Naast dat er minder fysieke servers nodig zijn met virtualisatie, bieden de verschillende leveranciers van de virtualisatie ook mogelijkheden om centraal beheer van de verschillende fysieke en virtuele servers mogelijk te maken. Op die manier kan er veel tijd bespaard worden op het monitoren en proactief handelen met betrekking tot serverbeheer. Als voorbeeld is de management opzet VMware afgebeeld in figuur 6-5. Bron: [21]

Conversies fysiek naar virtueel (P2V) Virtueel naar fysiek (V2P)

Om de overgang van fysiek naar virtueel te vereenvoudigen hebben Microsoft, VMware en Citrix programma's ontwikkeld om traditionele server opstellingen om te vormen naar virtuele machines. De overstap van fysiek naar virtueel wordt ook vaak aangeduid als P2V conversie (naar het Engelse Physical to Virtual). Ook Virtual to Physical (V2P) behoort tot de mogelijkheden en dient achter de hand gehouden te worden als back-up strategie. Bron [17].

Energiebesparing

Server-virtualisatie kan op verschillende manieren bijdragen aan een reductie in het stroomverbruik. Doordat meerdere servers worden samengevoegd op één fysieke machine, wordt op een aantal manieren energiebesparingen behaald. Allereerst is er een kleiner aantal fysieke machines dat draait en dat bespaard stroom. Maar ook de energie die nodig is om temperaturen te reguleren, wordt drastisch teruggedrongen. Sommige virtuele omgevingen zijn zelfs zo intelligent dat bepaald kan worden of er bij een teruglopende werkbelasting zelfs fysieke machines in stand-by geplaatst kunnen worden. Wanneer nodig, worden de fysieke machines weer uit stand-by gehaald en actief ingezet in de resourcepool om een optimale werkverdelingen te bewerkstelligen.

Energy Savings — The Hidden Benefit of Virtualization

Non-Virtualized: Assume 7% Growth Rate, 15% Performance — 4 Year Life Cycle

Year 1 Racks	Utilization	Servers	Images	Year 1 Energy
60	60%	2,040	2,040	\$1,515,395
Year 4 Racks	Utilization	Servers	Images	4 Year Total
74	60%	2,499	2,499	\$6,728,267

Virtualized: Assume 7% Growth Rate, 7 Instances per server

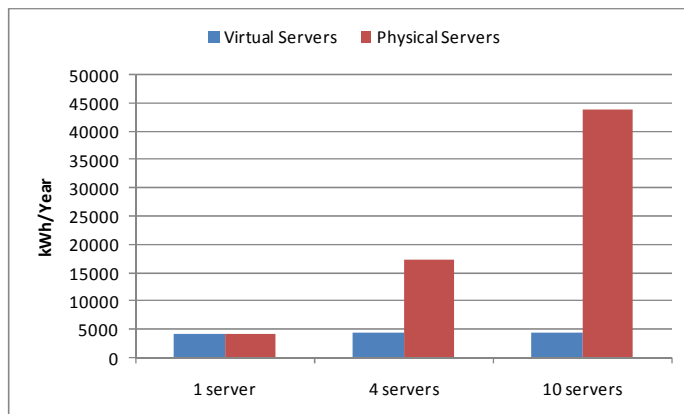
Year 1 Racks	Utilization	Servers	Images	Year 1 Energy
9	60%	291	2,040	\$272,862
Year 4 Racks	Utilization	Servers	Images	4 Year Total
11	60%	357	2,499	\$1,211,492

Total Energy Savings: **(\$5,516,775)**
 Overall Savings (after Server & VM costs): **(\$2,644,893)**
 Floor Space Savings – **2,820 Square Feet**
 Potential Storage Growth = **819TB**

© 2008 Gartner, Inc.

Gartner

Figuur 6-6 Energie besparing d.m.v. server-virtualisatie (Bron Gartner)



Figuur 6-7 Energie verbruik I.C.M. server conciliatie (Bron Microsoft)

Onderzoeken van Gartner laten een aanzienlijke energiebesparing zien. Wat Gartner in dit onderzoek ook heeft meegenomen is de ruimte nodig om een server-omgeving onder te brengen. Hoewel uitgegaan wordt van een erg grote omgeving en vloeroppervlak, kan er op kleinere schaal ook gekeken worden naar ruimte die bespaart wordt in een bepaald serverrack. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in figuur 6-6. Bron [8].

In onderzoek van Microsoft is terug te vinden dat aanzienlijke energiebesparingen gedaan kunnen worden met behulp van server-virtualisatie. In dit onderzoek is te lezen dat het stroomverbruik minmaal toeneemt ondanks een toename in het aantal VM's dat op de fysieke machines draait. Het figuur 7-7 geeft de resultaten van het onderzoek grafisch weer. Bron [11].

6.3.1 Overzicht voor en nadelen server-virtualisatie

Voordelen van server-virtualisatie voor Masc ICT en haar klanten komen naar voren in een toenemende mate van flexibiliteit en continuïteit. Dit kan worden bereikt door technieken als hardwareonafhankelijkheid en live migratie. Besparing van ruimte en geld is mogelijk, doordat het aantal fysieke machines terug gebracht kan worden. Door de werklast door een kleiner aantal fysieke machines te laten uitvoeren, worden ook de energiekosten teruggebracht. Centraal beheer betekend voor Masc ICT een betere grip op de omgevingen die worden onderhouden.

Nadeel van server-virtualisatie is dat niet alle hardware en software wordt ondersteund. Ook het aantal ondersteunde besturingsystemen is per virtualisatie pakket verschillend. De extra laag die wordt geïmplementeerd betekend voor Masc ICT ook meteen een extra laag die uitgerold en beheerd moet worden. Ook is een zekere overhead van deze extra laag onvermijdelijk, de overhead is per besturingsysteem en applicatie anders. Sommige licentiemodellen van softwareleveranciers staan het niet toe om software virtueel te draaien. Bron [18].

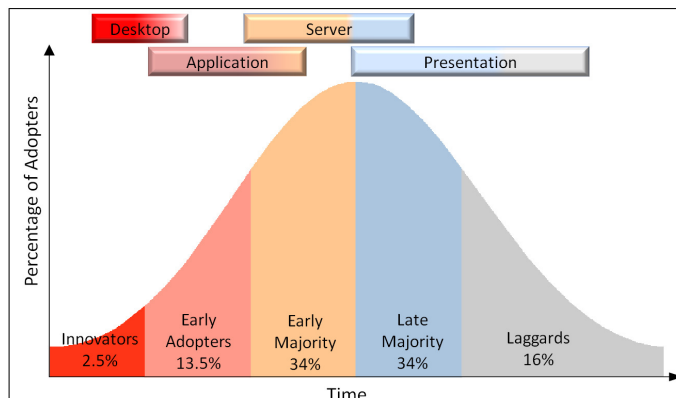
6.3.2 Overwegingen server-virtualisatie

Uit onderzoek van Gartner is gebleken dat bedrijven die starten met server-virtualisatie dit in eerste instantie doen om de kosten van server hardware, stroom en het datacenter terug te dringen. Uit onderzoek blijkt echter dat bedrijven die langer met server-virtualisatie werken als voordelen vooral toename in flexibiliteit en snelheid en de kwaliteit van services noemen.

Omdat er altijd onvoorziene problemen voorkomen, moet er een oplossing zijn om terug te gaan naar een traditionele opstelling. Hiervoor zijn 'Virtual to Physical' (V2P) programma's beschikbaar. Met deze oplossingen kunnen virtuele machines omgezet worden naar traditionele opstellingen. Een V2P programma kan gebruikt worden als back-upstrategie voor het geval een virtualisatie niet loopt zoals gepland.

"Server-virtualisatie is ongetwijfeld de meest toegepaste vorm van virtualisatie tot nu toe. VMware heeft het concept op de Intel markt geïntroduceerd en is marktleider. Naast VMware zijn Citrix en Microsoft hard bezig om zich een plaats in deze markt te verwerven. De oplossingen zijn in essentie gelijk." **Bron: Qurius Virtualisatie oplossingen.**

6.3.3 Tijdslijn virtualisatie

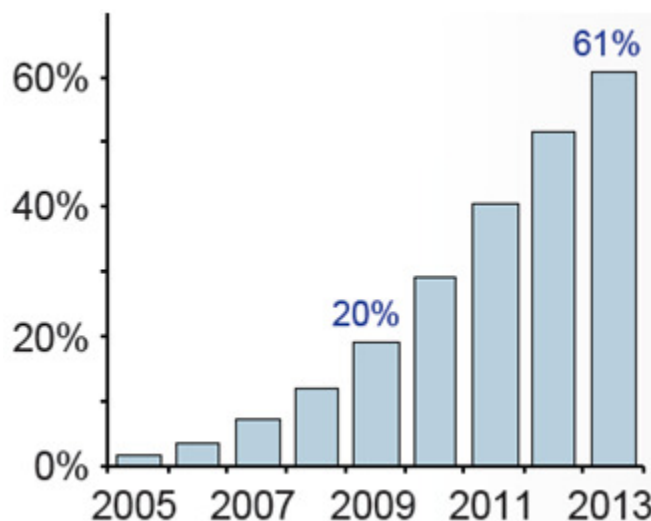


Figuur 6-8 Implementatie virtualisatie technieken (Bron: computable)

cWaar bevindt de markt zich op dit moment op het gebied van virtualisatie? In het bijgevoegde figuur 6-8 is dit weergegeven van verschillende virtualisatievormen.

Hierin is terug te zien dat server-virtualisatie steeds meer door de massa omarmt wordt in plaats van door 'the select few'.

Andere virtualisatietechnieken als applicatie- en dekstopvirtualisatie zijn nog niet zo ver in dit model. Bron:[19].



Figuur 6-9 Verwachting procentuele werkbelasting afgehandeld door VM's (Bron: Gartner)

Verwachtingen van Gartner wijzen er op dat virtualisatie -technieken de komende jaren ook sterk omarmt zullen worden door het MKB. Gartner gaat er in haar voorspellingen van uit dat in 2013 61% van de werkbelasting van x86 servers afgehandeld gaat worden door virtuele machines, tegen een percentage van 20% in 2009. figuur 6-9 is een afbeelding uit een Gartner presentatie die deze trend zichtbaar maakt. Bron: [8].

6.3.4 Bevindingen virtualisatievormen

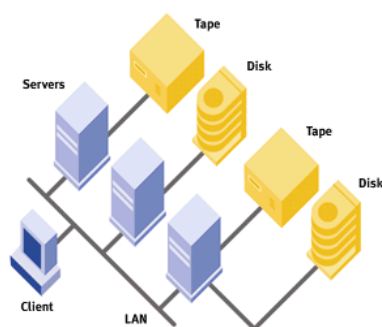
Server-virtualisatie biedt **veel voordelen** voor Masc ICT en haar klanten, vooral op het gebied van **flexibiliteit** en **beschikbaarheid**. Een **centrale opslag is onvermijdelijk** in een omgeving waarin geavanceerde technieken als live migratie ingezet wordt. In het hoofdstuk [kwantificeren van behoeften](#) is te lezen dat deze techniek inderdaad nodig is om te voldoen aan de klantbehoeften. Virtualisatietechnieken als applicatie-virtualisatie kunnen ook snel interessant worden voor Masc ICT met de vraag naar Terminal Server oplossingen van klanten. **Het zomaar gaan gebruiken van 'alle' vormen van virtualisatie is echter niet verstandig**. Zo is desktop virtualisatie waarschijnlijk de komende tijd nog een brug te ver voor Masc ICT. Verder is het altijd zo dat er per situatie gekeken moet worden of en op welke wijze virtualisatietechnieken toegepast kunnen worden.

6.4 Opslag architecturen

Uit [hoofdstuk 6.3 server-virtualisatie](#) komt naar voren dat centrale opslag een must voor bepaalde virtualisatietechnieken. In het deelonderzoek opslag architecturen is gekeken naar de mogelijkheden en beperkingen van de verschillende opslagmethoden. Behandelende technieken zijn: DAS, NAS, SAN. Dit deelonderzoek is als advies meegenomen in het onderzoek (binnen Masc ICT) naar de beste opslagoplossing voor het datacentrum in Ede. Voor dit onderdeel van het onderzoek is gebruik gemaakt van advies van hardwareleveranciers (DELL en SUN), de uitkomsten van de performance monitoring die is uitgevoerd bij Masc ICT en een literatuuronderzoek naar de opslagmogelijkheden.

6.4.1 De technieken

Bij virtualisatie worden gehele serversystemen teruggebracht tot enkele bestanden. Deze bestanden bevatten de instellingen van een machine, het besturingsysteem, de data, en de applicaties. Een hoge beschikbaarheid van deze bestanden is dan ook essentieel. Voor de opslag van deze en andere data is onderzoek gedaan naar een drietal opslagtechnieken: DAS, NAS, SAN. Om gebruik te kunnen maken van geavanceerde virtualisatie technieken, is het nodig om gebruik te maken van een centrale opslag mogelijkheid. Dit is gebleken uit de volgende bronnen [15], [23], [35]. **DAS** staat voor Direct-Attached Storage. DAS betekent zoveel als een direct aangesloten opslagmedium zoals afgebeeld in figuur 6-10. Dit is de traditionele manier van opslag. Niet geschikt dus als centrale opslag door beperkte schaalbaarheid en het gebrek aan centraal beheer. Tabel 6-5 geeft een overzicht van de voor en nadelen van Direct-Attached Storage. DAS is ongeschikt door het Decentrale karakter.

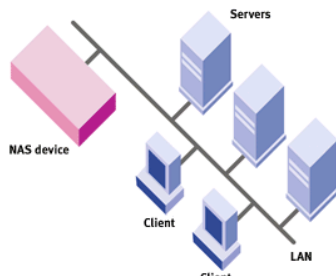


Figuur 6-10 DAS

Voordelen	Nadelen
• Relatief goedkoop • Simpel te implementeren	• Decentrale opslag • Geen centraal beheer • Beperkte schaalbaarheid • Performance • Betrouwbaarheid

Tabel 6-5 Voor en nadelen DAS

NAS Staat voor Network-Attached Storage en is een centraal opslagsysteem op basis van file level technieken. Een NAS is een server met als primaire / enige doel het delen van data en wordt aangestuurd door een besturingsysteem dat speciaal voor dit doel is ontworpen. En het werkt met traditionele netwerkprotocollen als TCP/IP waardoor het eenvoudig inpasbaar is in het bestaande netwerk. De implementatie in een bestaande architectuur is weergegeven in figuur 6-11. De file level benadering van een NAS maakt het minder geschikt voor de opslag van gevirtualiseerde servers. Een overzicht van de voor- en nadelen is gegeven in Tabel 6-6.

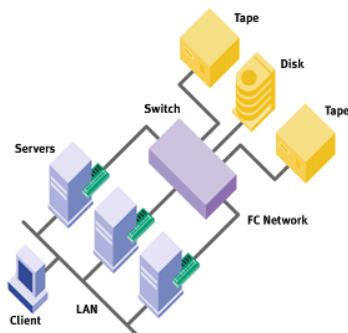


Figuur 6-11 NAS opstelling

Voordelen	Nadelen
• Efficiënt delen van data • Simpel te implementeren • Centraal beheer • integreren in bestaand netwerk	• File level • Belast LAN • Lagere performance

Tabel 6-6 Voor en nadelen NAS

SAN Staat voor Storage Area Network. Vorm van centrale opslag dat functioneert op blok niveau. Gebruikt SCSI vaak als communicatie protocol. SAN wordt fysiek of logisch gescheiden van overig LAN verkeer. Er zijn twee type SAN's namelijk: FC en iSCSI, dit is verderop uitgewerkt. Uit de verzamelde informatie is gebleken dat het zinvol is om data weg te schrijven op block level en voorbeeld hiervan is database data. Een SAN oplossing biedt deze mogelijkheid in tegenstelling tot een NAS oplossing (die op file niveau opereert). Het fysiek scheiden van het SAN brengt met grote belasting ook performance voordelen met zich mee. Het is dus wenselijk het opslagverkeer fysiek te scheiden van de rest van het netwerk. Al is het ook mogelijk te werken met een logisch gescheiden netwerk bijvoorbeeld door gebruik te maken van Vlan's. Een SAN architectuur is weergegeven in figuur 6-12. Een overzicht van de voor en nadelen van een SAN is te vinden in Tabel 6-7.



Figuur 6-12 SAN opstelling

Voordelen	Nadelen
• Block level toegang • Centraal beheer • Ontziet overige LAN onderdelen • Beste prestaties • Grote schaalbaarheid	• Aparte infrastructuur naast LAN • Relatief kostbaar • Extra protocol naast TCP

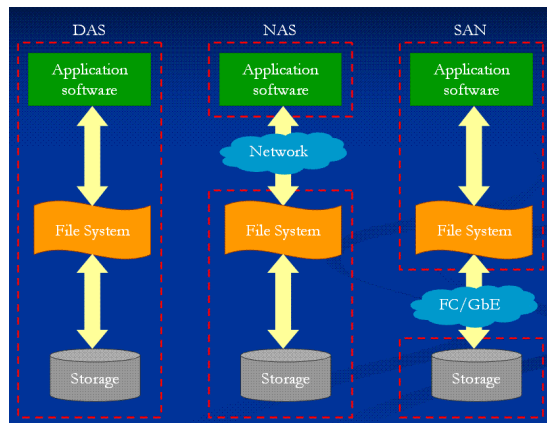
Tabel 6-7 Voor en Nadelen SAN

FC SAN staat voor Fibre Channel SAN. Dit zijn SAN oplossingen aangesloten met glasvezel. Voordelen hiervan zijn een high performance netwerk en gegarandeerde bandbreedten. Nadelen zijn hoge kosten van netwerkapparatuur, hoge kosten per GB/TB. Kennis is vereist van zowel glasvezel en FCP protocol.

iSCSI SAN, een goedkopere oplossing dan glasvezel SAN. Een iSCSI SAN wordt aangesloten met UTP verbindingen. Dit resulteert in lagere doorvoersnelheden wat geen probleem hoeft te zijn omdat harde schijven vaak de bottleneck zijn van centrale opslagoplossingen. Wordt als geschikter aangemerkt voor meerdere kleinere servers. Voordelen van een iSCSI SAN zijn; lagere aanschaffkosten in vergelijking tot glasvezel SAN oplossingen, maakt gebruik van traditionele hardware- en netwerktechnieken. Nadelen zijn de vereiste kennis van het iSCSI protocol, gebrek aan gegarandeerde bandbreedte, de lagere bandbreedte dan glasvezeloplossingen.

Blok- VS Filelevel

Bij de verschillende opslagvormen zijn twee niveaus te onderscheiden waarop data wordt weggeschreven namelijk Block level en File level. Een architectuur overzicht van de verschillende opslag oplossingen is gegeven



Figuur 6-13 Block- VS Filelevel (Bron: tumteerasak)

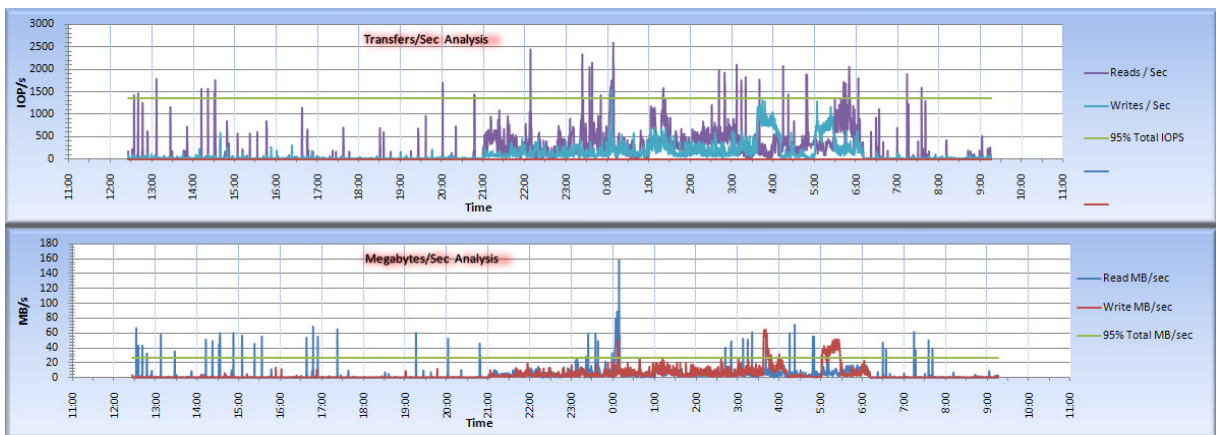
delen op File level. I/O opdrachten worden verstuurd/ontvangen en dan pas door het filesysteem van de centrale opslag verwerkt, dit kost meer tijd. Voor de centrale opslag opstelling is het van groot belang snelle betrouwbare harde schijven te gebruiken. Harde schijven zijn in veel gevallen de bottleneck van de opstelling. Gebruik van high performance SAS schijven is dan ook aan te bevelen. Voor meer informatie over het onderzoek naar opslagmogelijkheden zie bijlage opslag mogelijkheden

in figuur 6-13. **Block level** dat ook wel als 'low level' wordt getypeerd is een techniek die het beheer van het filesysteem neerlegt bij het besturingsysteem dat de I/O opdracht wil laten uitvoeren. Dit wordt gedaan door DAS en SAN opstellingen. Als data wordt aangeboden op Block-level denk het besturingsysteem dat de opslag direct is aangesloten. Voordeel is dat I/O acties sneller uitgevoerd kunnen worden.

Bij **File level** wordt het file systeem door de opslag hardware geregeld. Besturingsystemen weten dat de opslag door anderen wordt beheerst en niet direct is aangesloten. NAS en Windwos shares zijn voorbeelden van

6.4.2 Monitoring

Bij het zoeken naar een passende opslag architectuur is het noodzakelijk om te weten wat er voor performance nodig is. Om dit in kaart te brengen is er bij Masc ICT een I/O meting gedaan. Resultaten zoals deze zijn weergegeven in figuur 6-14 zijn aangeleverd aan Dell om een advies te krijgen over een geschikte opslag unit.



Figuur 6-14 I/O performance meting

Daaruit kwam naar voren dat 15.000 RPM (15k) SAS schijven nodig waren in een Raid configuratie. Door data weg te schrijven naar verschillende harde schijven wordt een snelheidswinst geboekt. Verder zorgt een dergelijke Raid opstelling voor data- en prestatiebehoud bij het uitvallen van harde schijven.

6.4.3 Huren opslagruimte

Het huren van centrale opslag is ook een optie die beoordeeld is. Het datacentrum van BIT in Ede biedt centrale opslag aan. BIT brengt eenmalig € 200,- in rekening, verder zijn de volgende opties mogelijk:

- Maandprijs € 47,50 eerste 10 GB, € 27,50 elke volgende 10 GB (1 NetApp)
- Maandprijs € 67,50 eerste 10 GB, € 47,50 elke volgende 10 GB (2 NetApp)

Aanvullend adviseert BIT een extra switchpoort hiervoor af te nemen:

- Maandprijs extra 100 Mbit/s switchpoort € 70,-
- Maandprijs extra 1 Gbit/s switchpoort € 470,-

Het kostenplaatje voor ±één terabyte (1020 GB) aan opslag is weergegeven in Tabel 6-8.

Wat	Kosten	Eenheid
1 ^{ste} 10 GB x 47,50	€ 47,50	Per Maand
Volgende 101 x 10 Gb x 27,50	€ 2777,50	Per Maand
1 Gbit switchpoort	€ 470,00	Per Maand
Totaal	€ 3.259,00	Per Maand
Totaal	€ 39.540,00	Per Jaar

Tabel 6-8 Overzicht Huren centrale opslagruimte

De kosten die BIT in rekening brengt voor de centrale opslag die niet redundant is uitgevoerd, zijn zo hoog dat dit geen reële optie is. Dit is bevestigd door het project dat is uitgevoerd om een geschikte opslagoplossing te adviseren. Bron: [28].

6.4.4 Samenvatting opslagtechnieken

Om gebruik te maken van de voordelen die virtualisatie biedt, is het noodzakelijk om een **centrale opslag** te verwezenlijken. De voordelen van het wegschrijven van data op Blockniveau zijn duidelijk. Het direct benaderen van opslagruimte op Blockniveau levert snelheidswinst op. Daarom is het advies er ook op gericht om voor een **SAN** oplossing te kiezen. Het verschil in investeringskosten tussen een Fiber Chanel SAN en een ISCSI SAN is zo groot dat (in combinatie met de bevindingen van het monitoren van de performance en het gebrek aan kennis op het gebied van glasvezel) er geadviseerd wordt om voor een **ISCSI SAN** te kiezen. Deze SAN zou dan gevuld moeten worden met **SAS harde schijven**. Het zou ideaal zijn als het SAN **fysiek gescheiden** wordt van de rest van het netwerk. De huidige situatie zou op basis van de performance monitoring resultaten voldoende performance moeten hebben met 10K SAS schijven. Maar zoals ook DELL aangeeft is het kostentechnisch waarschijnlijk beter om voor **15K SAS schijven** te gaan. Zeker ook oog op de verwachte groei. Hoewel deze minder prestaties leveren dan de FC disk, kunnen SAS schijven voldoen aan de verwachte belasting. Uit onderzoek is verder naar voren gekomen dat het redundant uitvoeren van SAN onderdelen van hoge mate bepalend is voor de uptime en daarmee het succes in een centrale opslag. Een geografisch gescheiden back-up locatie zou goed zijn voor de continuïteit in geval van calamiteiten. Zelfs een opslag met lagere performance zou al een goede aanvulling zijn op de centrale SAN opslag. Het is dan ook te adviseren een **back-up unit** te plaatsen om de data van het SAN te back-uppen. Een **NAS** zou geschikt kunnen zijn voor deze rol.

6.4.5 Uitkomst opslagproject

Het advies uit dit onderzoek is meegenomen door de projectgroep belast met het uitzoeken van de beste opslagoplossing van Masc ICT. Het advies is volledig opgevolgd, daarbij is in overleg met de hardwareleveranciers gekozen voor de MD3000i SAN van DELL. Door de afhankelijkheid van de centrale opslag is het belangrijk om een back-up locatie te hebben van deze opslag. Deze locatie hoeft niet dezelfde performance te hebben als de live omgeving, de kosten hiervan zijn te hoog op dit moment. Daarom is het advies gegeven een NAS systeem op te zetten waarop de SAN data 'geback-up' wordt. Mocht de SAN falen en de data verloren gaan, kan deze na reparatie of vervanging worden teruggezet. Het zou ideaal zijn als deze NAS op een fysiek andere locatie (rack) wordt geplaatst.

6.5 Architecturen

Met de wensen van de klant en de mogelijkheden van de verschillende 'Masc' locaties, is gekeken welke oplossing het best aansluit op de behoefte van de klant én die van Masc ICT. Hieronder worden de verschillende opties uitgewerkt om zo een beeld te geven van de verschillende mogelijkheden.

Uit het hoofdstuk [Server-virtualisatie](#) blijkt dat server-virtualisatie direct een bijdrage kan leveren aan de prestaties, beschikbaarheid en schaalbaarheid van een ICT-omgeving. De manier waarop virtualisatie wordt aangeboden (lokaal, vanuit een datacentrum, traditioneel of een mix) is hierbij een belangrijke keuze.

Uit de inventarisatie van de [klantenbehoeften](#) kun je concluderen dat klanten willen dat de ICT-infrastructuur 'gewoon' werkt. Dit hangt sterk samen met de ICT-ontzorging waarnaar zij op zoek zijn. Wel moeten de kosten en baten goed in verhouding zijn. De businesscase hangt af van de specifieke situatie van de klant.

6.5.1 Type oplossingen

Hosted omgeving

Veel klanten van Masc ICT blijken op zoek te zijn naar totale ICT-ontzorging. Een hosted server/service is hiervoor een passende oplossing. Virtualisatie maakt het eenvoudiger voor Masc ICT om een betrouwbare hosted omgeving op te zetten. Van de voordelen op het gebied van schaalbaarheid en continuïteit kunnen zowel Masc ICT als haar klanten profiteren.

Lokale hosting

Er zijn bedrijven die om verschillende redenen niet willen dat services extern gehost worden. Dit kan verschillende oorzaken hebben waaronder:

- Wetgeving verbied het.
- Gevoel controle uit handen te geven.
- Het (nog) ontbreken van vertrouwen in vertrouwelijkheid van de hosted omgeving.
- Afhankelijkheid van Internet vormt een te grote bedreiging.

Hosted Virtual Private Server (VPS)

Voor zowel Masc ICT als haar klanten biedt server-virtualisatie grote voordelen. Om echter gebruik te maken van deze voordelen moet er wel op een centrale locatie een virtualisatieomgeving worden ingericht.

Klanten krijgen een virtual private server (VPS) toegewezen. Op deze VPS worden de services ingericht zoals dit ook zou gebeuren bij een traditionele opstelling. Het verschil is wel dat deze diensten worden aangeboden middels internet. Dit heeft twee kanten:

1. De afhankelijkheid van internet neemt toe.
2. De services zijn te benaderen vanaf elke locatie met internet.

Voordelen van een centraal draaiende VPS is dat er met behulp van virtualisatietechnieken een hogere uptime, schaalbaarheid en kostenreductie kan worden behaald. Door de toegenomen afhankelijkheid van het internet is een hosted VPS niet altijd de juiste oplossing. Per businesscase zal er dan ook gezocht moeten worden naar de juiste oplossing.

Lokale Virtual Private Server

Ondanks de voordelen die een hosted VPS biedt, zal er altijd per situatie gekeken moeten worden naar de wenselijkheid van deze opzet. Een andere optie is om toch vast te houden aan een locale server.

Een overweging hierbij is de afhankelijkheid van een internetverbinding. Hoewel voor diensten als e-mail altijd een internetverbinding nodig is, zijn voor het draaiend houden van bijvoorbeeld kassasystemen ook lokale oplossingen mogelijk. Daarom is het goed mogelijk dat in gevallen waarbij de corebusiness van de klanten bedreigd wordt (dit zijn onacceptabele risico's) er gekozen wordt voor een lokaal draaiende VPS. Een ander argument is dat de klant de servers fysiek op locatie wil hebben / houden. Dit kan uit o.a. beveiligings- of privacyoogpunt het geval zijn. Het gevoel dat met hosted servers de controle verloren gaat is een niet te onderschatten factor in het maken van de keuze services lokaal of extern te gaan aanbieden. Hiermee kunnen voordelen die voortkomen uit hardwareonafhankelijkheid benut blijven, zonder dat de afhankelijkheid van o.a. het internet vergroot worden.

Traditionele server

In niet alle gevallen is het aan te bevelen om een server te virtualiseren. Zo zijn er nog altijd softwareleveranciers die geen ondersteuning bieden wanneer hun software in een virtuele omgeving wordt opgezet. Ook zijn bij applicaties die werken met timestamps komt het vaak voor dat er problemen optreden. In deze gevallen is het dan ook niet te adviseren om te werken met gevirtualiseerde omgevingen.

Hybride omgevingen

Doordat elke omgeving zijn eigen specificatie aspecten heeft en de verschillende eerder genoemde opties voor- en nadelen hebben, is het heel goed mogelijk dat er een hybride oplossing in elkaar gezet moet worden om de klanten de beste oplossing te bieden. Zo kan het zijn dat er bepaalde corebusiness-applicaties lokaal gehost blijven, zij het met behulp van virtualisatie of in een traditionele opzet, terwijl andere services gehost gaan worden vanuit het datacentrum in Ede. Er moet per situatie bekeken worden wat de beste oplossing is. Dit kan op serverniveau gesplitst worden maar ook op dienstenniveau. Het laatste is aanbevolen omdat op die manier het meeste inzicht wordt gecreëerd in de behoefte en afwegingen en daardoor de beste oplossing. Voor dit hoofdstuk is bron [20] veel geraadpleegd.

Bevindingen architecturen

Door een centrale opstelling kunnen ook de ondersteuning en beveiliging worden verbeterd. Het maken van snapshots verbetert de back-up mogelijkheden. Hoewel er een initiële investering nodig is kunnen de kosten worden terugverdiend door o.a. besparingen op hardware en energie. Wel moet in ogenschouw genomen worden dat er ook situaties zijn waarin server-virtualisatie niet gewenst is. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld een Microsoft Terminal Services omgeving. Het is dan ook essentieel om in te zien dat niet elke situatie met eenzelfde oplossing bediend is. Het klakkeloos virtualiseren en in het datacentrum plaatsen van servers zou een grove fout zijn. Per server/service moet gekeken worden of het verstandig is om te virtualiseren en of een lokale of hosted oplossing niet toch het beste is. Ook een hybride omgeving behoort duidelijk tot de mogelijkheden. Het lokaal blijven hosten van specifieke services kan met het oog op beschikbaarheid en performance een goede oplossing zijn, de afhankelijkheid van internet wordt op deze manier namelijk drastisch teruggedrongen.

6.5.2 Do's en dont's

server-virtualisatie is niet voor alle omgevingen een oplossing. De ondersteuning van besturingsystemen is beperkt. Per leverancier zijn lijsten beschikbaar waarop aangegeven wordt welke besturingsysteem wel en niet ondersteund worden. Dit is ook opgenomen in het onderdeel [pakketkeuze](#) dat verderop uitgewerkt wordt. Het is aan te bevelen alleen besturingsystemen te virtualiseren die op de ondersteunde besturingsystemen lijst aanwezig zijn.

Applicatieleveranciers geven in specifieke gevallen geen ondersteuning als de applicatie draait op een gevirtualiseerd systeem. Hetgeen niet betekent dat deze applicaties ook niet draaien op gevirtualiseerde systemen. Het is echter af te raden om applicaties die niet ondersteund worden te installeren op gevirtualiseerde systemen.

Diensten als file en print sharing, directory services, gateways/controllers, web applicaties, reporting en servers met een hoge I/O belasting.

Bij applicaties als ERP, Terminal Services, Java platform enterprise editions applicaties, en applicaties met die hoge bandbreedte vereisen of gebruikt worden voor load testing zijn minder geschikte virtualisatie kandidaten.

Er zijn ook algemene taken en applicaties die beter niet gevirtualiseerd kunnen worden. Dit hangt vaak samen met een hoge I/O belastingen. Voorbeelden hiervan zijn databases, e-mail, 'modernized applications' (herschreven of geportte legacy applicaties.) applicaties.

Nieuwe applicaties worden vaak zo gebouwd dat ze beter geschikt zijn voor virtuele omgevingen, zo is het aantal I/O's bij Exchange 2010 drastisch terug gedrongen. Bron: [8].

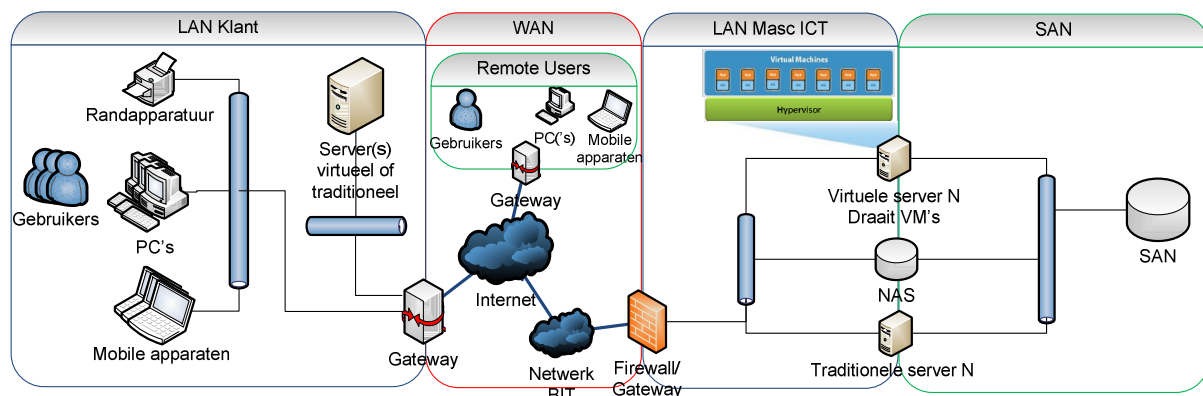
6.6 Virtualisatie infrastructuur

Uit onderzoek is gebleken dat klanten uit de verschillende [klantencategorieën](#) voordeel kunnen halen uit een gevirtualiseerde serveromgeving. Door op een centrale betrouwbare locatie de verschillende servers/services te gaan hosten kan er optimaal gebruik gemaakt worden van het efficiëntere gebruik van resources. Door het centraal voeren van services kunnen ook de kosten voor het opzetten van een high availability omgeving gedeeld worden met verschillende klanten. Uit de analyse van [hoofdstuk 5: huidige situatie](#) is gebleken dat het datacentrum van BIT in Ede de beste locatie is voor het hosten van servers voor klanten. Om een overzicht te geven van de gewenste situatie zoals deze is voortgekomen in de onderzoek, zijn een logische en fysieke infrastructuur uitgewerkt. Beide situaties worden verduidelijkt door behulp van een afbeelding.

6.6.1 Logische infrastructuur

De logische tekening is bijgevoegd om een schematisch overzicht te geven van de verschillende gebruikte componenten in de opstelling. Op basis van deze logische situatie is een fysieke situatie uitgewerkt in het volgende hoofdstuk. Dit geeft een beeld van de impact van de verschillende architecturen. In de figuren 6-15 en 6-16 wordt uitgegaan van een hybride omgeving. Hiervoor is gekozen omdat bij een hybride omgeving alle aspecten aan bod komen.

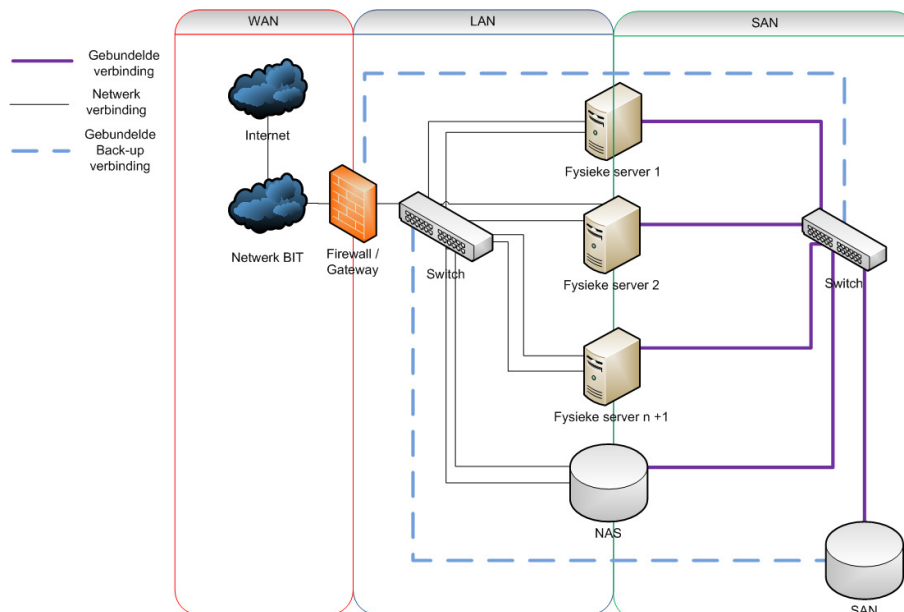
Hieronder zien we een logische weergave van een gewenste hybride omgeving. Klanten hebben in hun eigen omgeving eindsystemen staan die gebruikt worden door de medewerkers. Omdat in deze situatie een kritieke service systeem draait, is er voor gekozen komen dit systeem te gaan hosten vanaf een lokale server. Overige services als E-mail en filesharing zijn overgenomen door servers op het datacentrum in Ede. Gebruikers die van buiten of op kantoor gebruik willen maken van de bedrijfservices kunnen deze services benaderen via het internet. In figuur 6-15 is het logisch ontwerp weergegeven. Dit ontwerp is gebaseerd op een hybride omgeving omdat in dit type omgeving alle facetten naar voren komen.



Figuur 6-15 Logisch ontwerp hybride situatie

6.6.2 Fysieke infrastructuur

De fysieke uitwerking van de infrastructuur geeft een beeld van de opstelling met alle verbindingen die daar voor nodig zijn. De fysieke infrastructuur is weergegeven in figuur 6-16 als ondersteuning van de tekst. De fysieke situatie per klant kan sterk verschillen. Daarom is alleen de fysieke opstelling aan de kant van de Masc ICT locatie in kaart gebracht. Bij het hosten van services moet er gestreefd worden naar een zo hoog



Figuur 6-16 Fysiek ontwerp gewenste situatie BIT

mogelijke beschikbaarheid. Daarom wordt geadviseerd hosted servers/services te gaan verzorgen vanuit het datacentrum in Ede (BIT). Dit heeft als voordeel dat de SLA afspraken met BIT gebruikt kunnen worden om de continuïteit te waarborgen. Nu verder met de daadwerkelijke inrichting. Achter een centrale Firewall, die ook als gateway naar het WAN functioneert, staat de switch die het

dataverkeer tussen de servers onderling naar klanten afhandelt. Het verkeer van en naar de centrale opslag loop via een fysiek gescheiden SAN. Om een zo goed mogelijke redundantie aan te brengen lopen er back-up lijnen tussen het SAN en het overige LAN. Het bundelen van telkens twee verbindingen op het SAN komen de prestaties ten goede. In totaal heeft de SAN unit vier netwerkverbindingen nodig. De NAS opstelling wordt ingericht als back-up van het SAN en dient ook vier netwerkaansluitingen te hebben. Op het moment dat de data onverhoopt verloren gaat kan op een vervangend of gerepareerd model de data worden teruggezet. De fysieke servers hebben minimaal vier netwerkaansluitingen:

- Drac (Dell remote access controller) verkeer afhandelen.
- Dataverkeer tussen servers en voor services naar buiten toe.
- Eén gebundelde verbinding (twee aansluitingen) voor het verbinden met het SAN.

6.7 Bevindingen strategisch niveau

In deze fase van het project is naar voren gekomen dat:

- Server-virtualisatie **voordelen** biedt op het gebied van **flexibiliteit, beschikbaarheid** en **hardware- en energiekosten**.
- **Centrale opslag** is een must om de voordelen van virtualisatietechnieken zoals live migratie te benutten.
- Het **datacentrum van BIT in Ede** is de beste locatie voor het **centraal hosten** van (virtuele) servers/services.
- Er geen algemeen kloppend advies gegeven kan worden over de beste architectuur. Deze is verschillend per businesscase. (veranderen als standaard oplossing is uitgewerkt)
- Als Masc ICT meer gaat doen met Terminal Services is het aan te raden te kijken naar de mogelijkheden van applicatie-virtualisatie.
- Zoals naar voren komt in het hoofdstuk 6.5.2 [do en dont's](#) is **niet elke server/applicatie** geschikt voor virtualisatie.

Klanten hebben veel baat bij het gebruiken van virtualisatietechnieken, omdat de beschikbaarheid en **flexibiliteit** van hun omgeving zo wordt vergroot. Echter zal er **per situatie bepaald** moeten worden welke architectuur het beste past bij de **businesscase**. Niet elke situatie is gebaat bij een centrale hosting in het datacentrum. Het advies is om per klant, server en service de betreffende situatie apart te bekijken.

Om gebruik te maken van de uitgebreide mogelijkheden die **server-virtualisatie** biedt bij het **efficiënter** gebruik maken van resources, het tot stand brengen van **hogere beschikbaarheid** en energiebesparing, is het noodzakelijk om een **centrale opslag** te realiseren. Uit onderzoek is gebleken dat een **iSCSI SAN** oplossing met **SAS harde schijven** de beste kosten/baten verhouding oplevert. Wel wordt er geadviseerd het SAN fysiek te scheiden van het overige LAN. Verder is een **NAS ter back-up** van de SAN data aan te bevelen.

Om een zo betrouwbaar mogelijke dienst te kunnen bieden is het aanbevolen om **hosting** vanuit het **datacentrum in Ede** te laten plaatsvinden. Hierdoor kan er gebruik gemaakt worden van de SLA afspraken gemaakt met BIT.

Zeker omdat Masc ICT zich wil gaan richten op het bedienen van grotere ondernemingen, zal er gebruik gemaakt moeten worden van server-virtualisatie om aan de bijbehorende behoefte te voldoen. Onderzoek in de tactische fase toont aan welke server-virtualisatietechnieken hiervoor nodig zijn.

Virtualisatievormen buiten server-virtualisatie kunnen worden gebruikt om de dienstverlening van Masc ICT uit te breiden en verbeteren.

7 Tactische fase

In de tactische fase is met behulp van bevindingen uit de strategische fase en verder onderzoek invulling gegeven aan het kwantificeren van klantenbehoefte, pakketkeuze en de businesscase. Het kwantificeren van de klantenbehoefte gebeurt op basis van de bevindingen uit de [klantencategorieën](#) uit hoofdstuk 6.1. Door de klantenbehoefte te [kwantificeren](#) in hoofdstuk 7.1 is bepaald welke server-virtualisatietechnieken nodig zijn. De pakketkeuze is bedoeld om de beste leverancier en pakket te kiezen. Bij de pakketkeuze is gebruik gemaakt van de gekwantificeerde klantenbehoefte om de juiste afweging te maken. De Businesscase geeft aan dat het zinvol is server-virtualisatie te implementeren. Deze is gebaseerd op de bevindingen van de [pakketkeuze](#) en het [opslag](#) deelonderzoek.

7.1 Kwantificeren behoefte

In de strategische fase is er gekeken naar een aantal punten waaronder prestaties, beschikbaarheid, back-up en beveiliging. Vervolgens is per server-virtualisatie techniek/eigenschap bekeken hoe groot het belang van deze techniek/eigenschap is bij de eerder genoemde punten. Het kwantificeren van het belang van een bepaalde techniek is weergegeven aan de hand van een schaal van 1 t/m 5. Hierbij geeft 1 een laag belang weer en 5 een hoog belang. Voorbeeld; het belang converteren van P2V is groot met het oog op de schaalbaarheid, daarom heeft P2V een hoog cijfer in de rij schaalbaarheid.

	hardware onafhankelijkheid	High availability	Toekennen van resources	P2V conversies	Energy besparing	Live- migratie	efficiënter gebruik van resources	Centraal- beheer
Prestaties			5		1		4	
Back-up								5
Schaalbaarheid	3			4	2			
Beveiliging								3
Ondersteuning				3				4
Beschikbaarheid	5	4				4		

Tabel 7-1 Techniek impact

In de bovenstaande tabel is het belang van een techniek voor specifieke eisen en wensen weergegeven. Om een beeld te vormen van het belang van specifieke technieken is de onderstaande tabel ingevuld. Deze tabel werkt met de volgende formule:

waarde= Cijfer techniek impact X Belang klanten categorie.

Rekenvoorbeeld: De categorie middelgroot heeft de hoogste prioriteit toegekend aan beschikbaarheid (5).

High availability is belangrijk voor de beschikbaarheid van diensten, daarom is een waarde 4 toegekend.

Door * 4 uit te rekenen wordt de eerste waarden van high availability bepaald (=20). Om een indicatie te geven of dit hoog of laag is, wordt per techniek het maximaal aantal punten aangegeven boven in de tabel.

	hardware onafhankelijkheid (Max 40)	High availability (Max 20)	Toekennen van resources (Max 25)	P2V conversies (Max 35)	Energie besparing (Max 15)	Live- migratie (Max 20)	efficiënter gebruik van resources (Max 20)	Centraal beheer (Max 60)
Micro	6+10=16 (40%)	8 (40%)	10 (40%)	8+6=14 (40%)	2+4=6 (40%)	8 (40%)	8 (40%)	20+9+8=37 (62%)
Klein	9+15=24 (60%)	12 (60%)	15 (60%)	12+6=18 (51%)	3+6=9 (60%)	12 (60%)	12 (60%)	20+12+8=40 (66%)
Middelgroot	15+25=40 (100%)	20 (100%)	25 (100%)	20+12=32 (91%)	4+10=14 (93%)	20 (100)	16 (80%)	25+15+16=56 (93%)
Totaal	70 (58%) (max 120)	40 (33%) (Max 60)	70 (93%) (Max 75)	64 (61%) (Max 105)	29 (64%) (Max 45)	40 (67%) (Max 60)	36 (60%) (Max 60)	133 (64%) (Max 180)

Tabel 7-2 Belang server-virtualisatie mogelijkheden

Met dit maximum wordt de totaalscore omgezet naar een relatief getal.

Masc ICT heeft als doelstelling zich meer te gaan richten op ondernemingen met ± 50 werknemers.

Omdat dit de grens is tussen de categorieën 'Klein' en 'Middelgroot' is met het oog op schaalbaarheid gekozen de eisen van 'Middelgroot' aan te houden. De verschillende oplossingen moeten dan ook in staat zijn te voldoen aan de eisen van de categorie middelgroot.

Uit de voorgaande Tabellen 7-1 en 7-2 kan worden afgelezen dat functies als centraal beheer, hardwareonafhankelijkheid en het toekennen van resources belangrijk zijn voor klanten van Masc ICT. Energiebesparing is, hoewel in toenemende mate van belang, nog niet aangemerkt als erg belangrijk. Om een overzicht te krijgen van de verschillende prioriteiten is de 'Tabel Wenselijkheid mogelijkheden' bijgevoegd. Deze tabel is ingevuld met behulp van de totaalscores van de tabel Belang server-virtualisatie mogelijkheden.

1. Primair is totaal score vanaf 50 punten
2. Secundair totaal score tussen de 30 en 50
3. Tertiair score onder de 30.

	Primair	Secundair	tertiair
Hardware onafhankelijkheid	X		
High availability		X	
Toekennen van resources	X		
P2V conversies	X		
Energie besparing			X
Live-migratie		X	
Efficiënter gebruik van resources		X	
Centraal beheer	X		

Tabel 7-3 Wenselijkheid mogelijkheden

7.1.1 Bevindingen kwantificeren behoeften

Klanten van Masc ICT hebben baat bij de voordelen die virtualisatie biedt, klanten hebben hier echter geen boodschap aan, ze willen dat er aan hun behoefte wordt voldaan. Het hoe en waarom is daarbij van ondergeschikt belang. Wel belangrijk om te erkennen is dat virtualisatie een middel is geen en geen doel op zich. Klanten willen een grote continuïteit en een infrastructuur dat voldoet aan de wensen van nu, en aan die van de toekomst. Dat Masc ICT virtualisatie inzet om dit mogelijk te maken is voor de klant doordoor niet belangrijk. Belangrijk is een kosteneffectieve oplossing te bieden welke aansluit bij de behoefte. Bij de keuzes die gemaakt worden is het van belang om rekening te houden met de eisen van de nieuwe strategische doelgroep (±50 werknemers)

7.2 Pakketkeuze

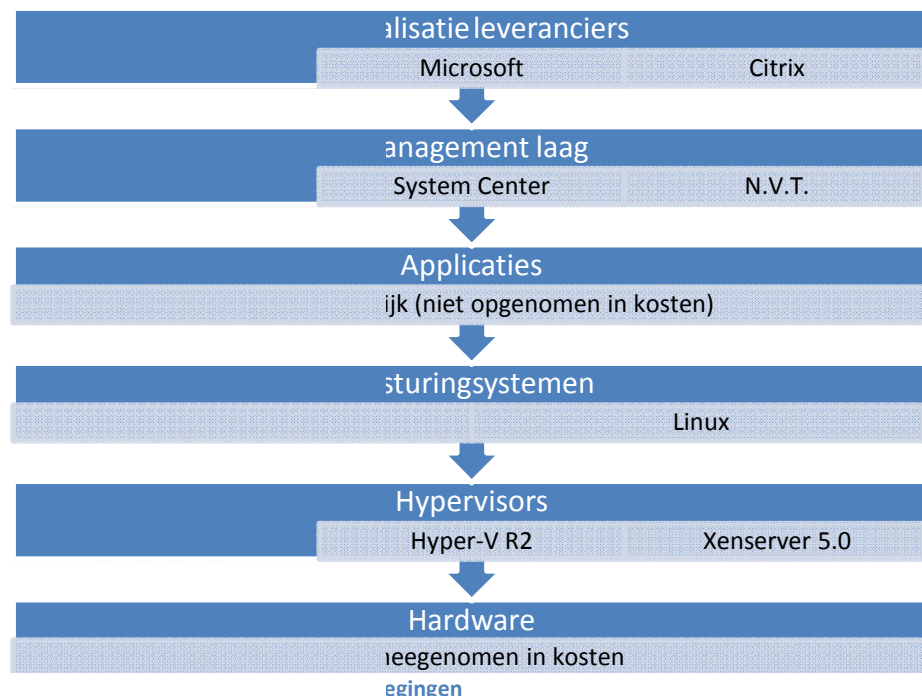
Op basis van de gekwantificeerde klantenbehoefte is gekeken naar de eisen die gesteld worden aan de verschillende pakketten. In dit hoofdstuk zijn de afwegingen tussen de verschillende leveranciers en pakketten vastgelegd. Een overzicht van de verschillende onderdelen is weergegeven in figuur 7-1. De drie eerder geselecteerde leveranciers bieden elk een 'bare metal' server-virtualisatieoplossing aan. Dit betekent dat de virtuele systemen zonder tussenkomst van een host besturingsysteem worden gedraaid. De hypervisor draait dus direct op de hardware. Een ander onderdeel van virtualisatieoplossingen zijn de managementtools. Deze zijn nodig om geavanceerde technieken als live migratie te coördineren.

De kosten van hardware zijn buiten de vergelijking te houden. De best geschikte hardware is afhankelijk van bijvoorbeeld het aantal VM's die gehost worden. Er zijn teveel variabelen om hier een goed antwoord op te kunnen geven. Om de Total Cost of Ownership (TCO) te bepalen kan het best een consultancy bureau of virtualisatie leverancier worden benaderd. Zij hebben eigen pakketten waarmee ze per situatie een aantal opties kunnen geven.

Bij de berekening van de Windows besturingsysteem licentiekosten zijn aannames gedaan ten aanzien van hardware. Er is een aantal verschillende rekenvoorbeelden gegeven gebaseerd op andere CPU aantallen.

De verschillende fabrikanten hebben elk een aantal pakketvormen. De verschillende pakketvormen hebben een eigen doelgroep en kostenplaatje. Voor een goede vergelijking zijn per fabrikant de beste pakketten geselecteerd. Deze opties zijn onderling vergeleken. Daaruit is het pakket naar voren gekomen dat het best past bij Masc ICT en haar klantenkring. De pakketkeuze is onderbouwd door het vergelijken van informatie van verschillende leveranciers, website's, fora en seminars die bezocht zijn. Het bijgevoegde figuur 7-1 geeft een overzicht van de onderzochte onderdelen.

Algemeen gebruikte bronnen voor dit hoofdstuk zijn: [2], [13], [14], [36] en [39].



7.2.1 Beoordelingscriteria

Alle pakketten en leveranciers zijn beoordeeld op basis van vooraf vastgestelde criteria:

- kosten
- beheersbaarheid
- functionaliteiten
- prestatie
- betrouwbaarheid
- ondersteuning
- verkoopbaarheid

Deze criteria zijn in overleg met Masc ICT opgesteld. Ook is gekeken naar eerdere onderzoeken binnen dit project, bijvoorbeeld het onderzoek [klantencategorieën](#) (hoofdstuk 6.1) uit te de [strategische fase](#).

7.2.2 De leveranciers in het kort

VMware ESX(i)

VMware is de fabrikant en marktleider op het gebied van server-virtualisatie. De 'bare metal' server-virtualisatie wordt tot stand gebracht door middel van VMware ESX(i) product. VMware biedt een totaal-oplossing met alle mogelijkheden die server-virtualisatie op dit moment te bieden heeft. VMware heeft een gratis instaplicentie die kan worden uitgebreid met enkele betaalde licenties, welke weer toegang bieden tot meer geavanceerde virtualisatietechnieken. VMware is sinds 2004 onderdeel van de EMC Corporation.

Visie: VMware gaat ervan uit dat bijna alle servers virtueel zullen gaan draaien. Ook opslag- en netwerkkapaciteit zullen in een virtuele omgeving gaan opereren.

Microsoft Hyper-V

Hyper-V is het server-virtualisatie platform van Microsoft. Hoewel Microsoft vrij laat in de bare metal virtualisatie is ingestapt, is een duidelijke opmars te zien. Op dit moment heeft Microsoft de tweede positie in marktaandeel. Microsoft Hyper-V wordt geleverd als onderdeel van Microsoft Server 2008. In Microsoft Server 2008 R2 is een aantal nieuwe features opgenomen die de concurrentiepositie van Microsoft aanzienlijk heeft verbeterd. De verwachting is dan ook dat het marktaandeel van Microsoft de komende tijd zal blijven stijgen.

Visie: Microsoft gaat ervan uit dat ongeveer 50% van de servers gevirtualiseerd gaan draaien, dit betekent dat 50% van de servers traditioneel wordt ingericht. Bronnen: [25] en [31].

Citrix Xen

Dit pakket heeft het laagste marktaandeel van de drie vergeleken pakketten. Het is een opensource server virtualisatie pakket dat in 2007 is overgenomen door Citrix. Sinds de overname staat het server virtualisatie pakket bekend als Xenserver. Dit pakket wordt grotendeels gratis aangeboden. Voor uitgebreidere features zijn wel betaalde licenties nodig. Gebruikte bronnen: [36], [14], [38].

Visie: Citrix wil een product bieden met grote schaalbaarheid en een veilige opensource engine die in toenemende mate de industriestandaard wordt.

Marktaandeel

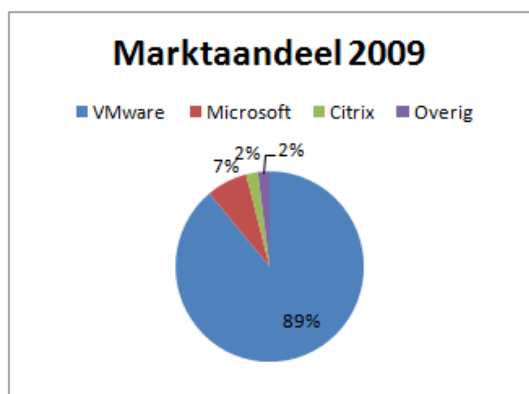
Over de marktaandelen van de gekozen leveranciers zijn verschillende gegevens naar buiten gebracht. De onderlinge verschillen in de resultaten zijn groot. Dit komt vooral door de manier van meten. De meetmethoden worden dan ook door de fabrikanten aangevochten. Vooral het aantal implementaties van Microsoft producten is onduidelijk. Doordat Microsoft Hyper-V levert met elke Windows Server 2008 licentie, kan het marktaandeel niet precies worden bepaald. In dit project is ervoor gekozen om gebruik te maken van de cijfers zoals deze door Gartner naar buiten zijn gebracht.

Op het symposium ITExpo 2009 heeft Gartner de volgende cijfers gepresenteerd:

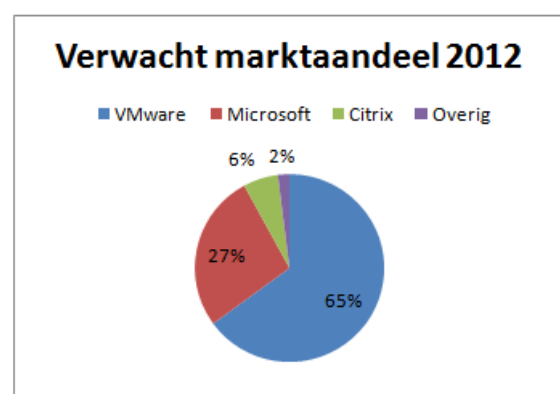
18% van de server werkbelasting draait op gevirtualiseerde machines. De verwachting is dat volgend jaar 28% van de werkbelasting wordt verricht door gevirtualiseerde servers, in 2012 wordt een toename verwacht tot bijna 50%.

De laatste jaren hebben vooral grote ondernemingen server-virtualisatie technieken omarmd. Op dit moment heeft VMware een marktaandeel van 89%. Microsoft heeft een 7% marktaandeel en Citrix 2% zie figuur 7-2.

Tot 2012 ziet Gartner een grote groeiemarkt in het MKB. Zij nemen aan dat Microsoft zich goed kan profileren op deze markt. De verwachting is dan ook dat het marktaandeel van VMware zal teruglopen naar 65%, terwijl de aandelen van Microsoft en Citrix respectievelijk zullen groeien naar 27% en 6%. De verwachting is dat verschillende leveranciers van server-virtualisatiesoftware zich zullen onderscheiden op het gebied van prijs en functies. Gartner denkt wel dat veel bedrijven zullen kijken naar één grote vraag: kies ik voor VMware of Microsoft?!



Figuur 7-2 Marktaandeel 2009 (Bron: Gartner)



Figuur 7-3 Verwacht Marktaandeel 2012 (Bron: Gartner)

Hieronder volgt een overzicht per leverancier. Bij elke leverancier word gekeken naar de hypervisor en management laag. Tot slot wordt van elke leverancier de bevindingen uitgewerkt. Bron: [33].

7.2.3 Microsoft

Het bare metal virtualisatie pakket van Microsoft heet Hyper-V. In dit onderzoek is uitgegaan van Hyper-V van Microsoft Server 2008 R2. Deze versie is gelanceerd tijdens een seminar waarbij ik aanwezig was: namelijk Technet_live op 08-10-2009. De versie is van belang omdat er veel nieuwe functionaliteiten zijn toegevoegd aan deze nieuwe release, zoals live migratie en high availability . Deze nieuwe release heeft Microsoft tot een geloofwaardige speler gemaakt in de server-virtualisatie wereld.

Hypervisor

Microsofts hypervisor heet Hyper-V en wordt gratis meegeleverd met Windows server 2008 licenties. Hyper-V is een rol die geactiveerd wordt op het moment dat Windows Server 2008 is geïnstalleerd. Microsoft hanteert een andere architectuur in zijn pakketten dan de andere leveranciers. Er wordt namelijk gebruik gemaakt van een 'Root partitie': dit is de partitie die als eerste opgezet wordt. Dit is de enige partitie met directe toegang tot de hardware. De 'child partities' communiceren door de 'root' heen. De virtuele omgeving is zo stabiel als het besturingssysteem van de root partitie. Dit is een groot nadeel van deze opstelling.

Microsoft Hyper-V Server is de hypervisorlaag. Deze mist naast de grafische interface ook punten als Dynamic Data Center. Op basis van de verzamelde informatie is de vergelijking 7-1 gemaakt. Hierin valt af te lezen welke pakketten Microsoft aanbiedt en welke het meest geschikt is voor Masc ICT.

	Microsoft Hyper-V server 2008 R2	Windows server 2008 R2 Standard	Windows Server 2008 R2 Enterprise	Windows Server 2008 R2 Datacenter
hardware onafhankelijkheid	X	X	X	X
High availability	X		X	X
Dynamisch toekennen van resources	X		X	X
P2V conversies	X	X	X	X
Energie besparing	X		X	X
Live-migratie	X		X	X
efficiënter gebruik van resources	X	X	X	X
Centraal beheer	X	X	X	X

Vergelijking 7-1 Pakket vergelijk Microsoft

Management

System Center is het managementsysteem van Microsoft. Twee versies zijn beschikbaar:

1. Microsoft System Center vier VM's op één systeem.
2. Microsoft System Center datacenter oneindig aantal VM's.

Verder is er een licentie nodig per machine die beheerd wordt met System Center.

Er zijn verschillende soorten managementlicenties:

1. Enterprise oneindig aantal VM's op één fysieke server.
2. Workgroup voor maximaal vijf fysieke hosts.
3. Cliënt voor desktopsystemen.

Groot voordeel van System Center is dat het niet alleen de VM's kan monitoren, maar ook de fysieke machines kan bekijken. Tevens kan er op applicatieniveau gekeken worden naar de verschillende machines. Het beheren van een heterogene omgeving behoort tot de mogelijkheden.

Bevindingen Microsoft

Na contact met de licentieleverancier, is gebleken dat de enige manier om legaal te hosten aan derden, een SPLA licentieovereenkomst is. Dit is verder uitgewerkt bij het hoofdstuk 7.2.6 [kosten](#).

De enterprise en datacenter licenties bieden beide de vereiste functies. Het verschil tussen deze twee oplossingen zit hem in de mogelijkheden die de licenties bieden. Enterprise mag vier keer virtueel en één keer fysiek geïnstalleerd worden. De keuze is afhankelijk van de opstelling waarin de VM's gaan draaien. Dit is verder uitgewerkt bij [kosten](#). De managementoplossing van Microsoft is erg goed en uitgebreid.

7.2.4 VMware

VMware heeft verschillende pakketten. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende leveranciers, wordt gekeken welke van de oplossingen het beste past bij Masc ICT en haar klanten. Dit wordt gedaan op basis van de eerder gekwantificeerde klant behoeften (zie hoofdstuk 7.1). Hieronder een overzicht van de mogelijkheden zoals deze gepresenteerd worden door VMware.

Hypervisor

VMware heeft verschillende pakketopties voor ESX(i). Middels internetonderzoek is gekeken hoe goed de verschillende pakketten aansluiten op de eisen en wensen van zowel Masc ICT als haar klanten.

De onderstaande tabel 7-2 maakt de uitkomst inzichtelijk:

	ESXi singel server	Essentials	Essentials plus	Standaard	Advanced	Enterprise	Enterprise Plus
hardware onafhankelijkheid	X	X	X	X	X	X	X
High availability			X	X	X	X	X
Dynamisch toekennen van resources						X	X
P2V conversies	X	X	X	X	X	X	X
Energie besparing						X	X
Live-migratie					X	X	X
efficiënter gebruik van resources	X	X	X	X	X	X	X
Centraal beheer		X	X	X	X	X	X

Vergelijking 7-2 Pakket vergelijk VMware

Management

De VMware managementlaag heet vCenter server. Deze laag coördineert de verschillende hostmachines. vCenter is nodig om gebruik te maken van functies als live migratie en high availability.

Van vCenter zijn twee versie te verkrijgen:

1. **vCenter server standaard** (geen limiet aan aantal hosts)
2. **vCenter Server Foundation** (maximaal drie esx hosts)

Er zijn verschillende uitbreidingen op vCenter Server. De kosten/baten-afweging is bij deze uitbreidingen echter negatief.

Bevindingen VMware

Het Enterprise-pakket zal in 2010 komen te vervallen en wordt dan ook niet meegenomen.

Het Enterprise-pluspakket is het enige pakket dat voldoet de eisen, het Advanced-pakket is ook meegenomen.

Hierbij kunnen niet-dynamische resources worden toegekend of kan er worden voldaan aan de energiebesparingsvraag. Toch kan er een betere kosten/batenverhouding ontstaan. Het kan ook zo zijn dat een bedrijf eerst kiest voor een advanced licentie om later (als er een schaalvergroting heeft plaatsgevonden) over te gaan naar het Enterprise-pakket. Beide pakketten zijn meegenomen voor verder onderzoek.

Bij VMware waren twee virtualisatie hypervisoroplossingen die overwogen moesten worden:

- **Advanced:** versie mist energiebesparing en dynamisch toekennen van resources.
- **Enterprise plus:** versie die alle functionaliteiten bevat, kosten/baten-afweging moet later verder uitgewerkt worden.

Voor de managementlaag is de **vCenter server standaard** oplossing het meest geschikt. Hiermee kunnen oneindig veel Vm's beheerst worden. De extra opties die bij het vCenter geleverd worden, leveren op dit moment geen positieve bijdrage. In het [huurmodel](#) van VMware is Standaard dan ook de enige optie.

7.2.5 Citrix

Zoals beschreven in de visie van Citrix Xen, wil Citrix met Xenserver een product bieden met grote schaalbaarheid en een veilige opensource engine die in toenemende mate de industriestandaard wordt. In het onderzoek is gekeken naar de verschillende pakketten van Xenserver. Bij de bevindingen is uitgewerkt welk pakket het best past bij Masc ICT en waarom.

Hypervisor

Door de verschillende pakketten van Xenserver weg te zetten tegen de eisen en wensen die eraan gesteld worden, was het mogelijk de onderstaande Vergelijkingstabel 7-3 in te vullen:

	Xenserver	Essentials for XenServer, Enterprise	Essentials for XenServer Platinum
hardware onafhankelijkheid	X	X	X
High availability		X	X
Dynamisch toekennen van resources		X	X
P2V conversies	X	X	X
Energie besparing		X	X
Live-migratie	X	X	X
efficiënter gebruik van resources	X	X	X
Centraal beheer		X	X

Vergelijking 7-3 Pakket vergelijk Citrix

Management

Het licentiemodel van Citrix is anders opgezet dan die van de andere twee leveranciers. Xenserver biedt een groot aantal diensten gratis aan. Voor de meer geavanceerde opties is echter een licentie nodig, daar zitten overigens de managementkosten al bij in. Management geschiedt op basis van de XenCenter administrator console. Deze kan op elk cliëntsysteem worden gezet en verbinding maken met een server of resourcepool. Op elke Xenserver worden de gegevens van de resourcepool bijgehouden. Dit zorgt ervoor dat er geen externe database nodig is en er vanuit elke cliënt ingelogd kan worden en de opstelling beheerd kan worden.

Bevindingen Citrix

Zowel het Essentials Enterprise als het Platinum Pakket voldoen aan de gestelde eisen en wensen. De extra functionaliteiten welke het Platinum Pakket biedt zijn (nog) niet nodig voor Masc ICT. Het Enterprise Essentials Pakket van Citrix levert de beste kosten/baten-verhouding op. Bij het huurmodel van Citrix is het echter alleen mogelijk om de **Platinum** uitvoering te gebruiken. Er zijn dan geen extra managementlicenties nodig. Uit overleg met de licentieleverancier is gebleken dat Citrix als enige leverancier de mogelijkheid biedt om zowel het huurmodel als het traditionele model te gebruiken. Bij [kosten](#) is verder uitgewerkt wat de beste optie is.

7.2.6 Virtualisatie licentie Kosten

Er zijn verschillende licentievormen beschikbaar bij elke leverancier. In het traditionele model worden er vooraf licenties gekocht, tegen een eenmalige uitgave. Er zijn echter ook modellen waarbij een licentie per maand 'gehuurd' wordt. Deze modellen maken het mogelijk om kosten rechtstreeks door te berekenen aan klanten; ook is de initiële investering minder groot.

Traditioneel model

Om een goed advies te kunnen geven is het belangrijk een goed onderbouwde kosten/baten-verhouding neer te leggen. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de verschillende kostenplaatjes van de oplossingen. De pakketten, zoals genoemd in eerdere hoofdstukken, worden in vergelijking 7-4 naast elkaar gezet.

Leverancier	Pakket	Hypervisor kosten	Management kosten
Microsoft	Enterprise	€ 0,-	€ 725,- Per machine
	Datacenter	€ 0,-	€ 725,- Per machine
VMware	Advanced	€ 1.492,40 per processor	€ 3.316,90 Per datacenter
VMware	Enterprise	€ 1.910,60 per processor	€ 3.316,90 Per datacenter
Citrix	Enterprise	€ 0,-	€ 1400,- per fysieke server

Vergelijking 7-4 Kosten vergelijking leveranciers

* Ervan uitgaand dat er minimaal één microsoft VM draait op de server.

Uit de bovenstaande tabel is af te lezen dat er zeer uiteenlopende kosten zijn verbonden aan de verschillende leveranciers. Ook de opbouw van de kosten verschilt sterk per leverancier. De Citrix-oplossing heeft veruit het eenvoudigste licentie model. Het licentiemodel van Microsoft is lastig te achterhalen. Uiteindelijk is dit met hulp van de leverancier duidelijk geworden. De kosten die Citrix in rekening brengt zijn het laagst. De kosten voor de VMware oplossingen liggen het hoogst.

Het verschil in kosten tussen de VMware Advanced en Enterprise pakketten is aanzienlijk.

De licentieleverancier van Masc ICT heeft gewezen op de end-user licence agreement (EULA) van Microsoft en VMware. Daarin staat beschreven dat het hosten voor klanten alleen is toegestaan met speciale licenties. Dit zijn [huurlicenties](#) die in het volgende hoofdstuk worden opgenomen. Citrix biedt de keuze tussen het traditionele of huurmodel.

Huurmodel

Wanneer er zoals bij Masc ICT het geval is services verkocht/verhuurd worden aan derden is het nodig om met een huurmodel te gaan werken. Dit is bij zowel VMware als Microsoft opgenomen in de End-user licence agreement (EULA). Citrix biedt de keuze tussen een traditioneel model of een huurmodel. Voordelen van een huurmodel zijn dat er geen hoge kosten vooraf betaald hoeven te worden en er uitsluitend betaald moet worden wat er gebruikt wordt. Nadeel is wel dat de licenties niet in eigendom komen, en dat er telkens een maandelijks bedrag betaald moet worden. Bij langdurig gebruik lopen de kosten hoger op dan de traditionele kosten. Volgens de licentieleverancier is huren de enige mogelijkheid voor Masc ICT, wanneer gebruik gemaakt wordt van gedeelde Microsoft of VMware virtualisatie voor derden. Er moet bij deze huurovereenkomsten ook gehost worden vanuit de serviceprovider. Plaatsing bij klanten is geen optie met het huurmodel.

Een dergelijk model wordt toegepast op meerdere producten, bijvoorbeeld bij muziekverkoop. Bij aankoop van een CD mag deze zo vaak afgeluisterd worden door de eigenaar als hij of zij wil. Als dezelfde muziek gedraaid wordt in een openbare gelegenheid zoals een café, moet per keer dat het nummer gedraaid wordt, betaald worden. Bronnen gebruikt voor het onderbouwen van de huurmodellen: [12], [16],[22], [24],[36], [37], [38]. De licentie modellen begrijpen en hierin bondig inzicht te geven bleek een van de lastigste opgaven van dit project.

Citrix

Citrix Service Provider programma is de naam van het Citrix huurprogramma. Als Masc ICT gebruik wil maken van het huurmodel moeten twee personen opgeleid worden tot CCA niveau. Meer hierover in het hoofdstuk [training](#). Citrix biedt als enige leverancier de keuze tussen het huur- en traditioneel model voor het hosten aan derden.

Kosten opbouw

Citrix heeft één licentieopbouw in zijn huurmodel: € 7,55 per virtuele machine per maand.

VMware

VMware heeft een eigen programma voor het huren van licenties, genaamd VMware Service Provider Program ofwel VSP.

De minimale contractuur is 12 maanden vanaf de datum van uitrollen door de serviceprovider. De licentie zal automatisch verlengd worden met één jaar tenzij er minimaal 30 dagen voor aflopen van het contract opgezegd wordt door de serviceprovider.

Om mee te mogen doen aan het VMware programma moet er een VCP VMware Certified Professional en CSP Certified sales professional aanwezig zijn bij Masc ICT. Meer hierover in het hoofdstuk [training](#) bronnen: [6] en [16].

Kostenopbouw

Bij het partnership programma van VMware is het zo dat je gebruik maakt van een abonnement. De abonnementen staan in het figuur 7-4 Kostenmodel VMware. Aan elke licentie is een aantal punten gekoppeld. Zo kost de advanced hypervisor 24 punten (per VM), de Enterprise versie 36 (per VM) en de managementlaag 314 punten (per Datacenter). Om de kosten te berekenen moeten de punten van de benodigde licenties worden opgeteld bijvoorbeeld:

14 VM's op advanced + management = $(14 * 24) + 314 = 650$ punten.

Het bedrag dat betaald moet worden voor het aantal punten hangt af van het abonnement dat wordt afgesloten. Bij het abonnement van 360 punten zijn de eerste 360 punten € 302,40. Elk punt boven de 360 kost € 0,85. Rekenvoorbeeld: $650 - 360 = 290$. Eerste 360 = € 302,40, overige punten = $290 * 0,85 = 246,50$, totaal $302,40 + 246,50 = € 548,90$ per maand.

Een hoger abonnement drukt de kosten per punt. Wel moet een minimaal aantal punten worden afgenomen. Als het aantal punten onder het aantal abonnementspunten komt moet toch de standaardprijs betaald worden. Bij een abonnement van 360 punten is dit € 302,40.

In het figuur Kosten model VMware zijn alle abonnementen en prijzen terug te vinden.

SKU	Point minimum	Product description	Minimum spend (point related)	Required Partnerstatus
VSPP-360-RENT	360	VSPP Monthly Rental - Minimum 360 pts or 10 eVM	€ 302,40	Professional Partner
VSPP-360-1-RENT	1	VSPP 360 Monthly Rental overage charges	€ 0,85	
VSPP-1800-RENT	1,800	VSPP Monthly Rental - Minimum 1800 pts or 50 eVM	€ 1,320,90	Professional Partner
VSPP-1800-1-RENT	1	VSPP 1800 Monthly Rental overage charges	€ 0,73	
VSPP-3600-RENT	3,600	VSPP Monthly Rental - Minimum 3600 pts or 100 eVM	€ 2,289,54	Enterprise Partner
VSPP-3600-1-RENT	1	VSPP 3600 Monthly Rental overage charges	€ 0,64	
VSPP-10800-RENT	10,800	VSPP Monthly Rental - Minimum 10,800 pts or 300 eVM	€ 6,340,27	Enterprise Partner
VSPP-10800-1-RENT	1	VSPP 10800 Monthly Rental overage charges	€ 0,58	
VSPP-18000-RENT	18,000	VSPP Monthly Rental - Minimum 18,000 pts or 500 eVM	€ 9,686,53	Enterprise/Premier Partner
VSPP-18000-1-RENT	1	VSPP 18000 Monthly Rental overage charges	€ 0,54	

Product point score								
	36	24	10	314	16	94	47	110
Points Commitment	Enterprise Plus per VM	Advanced per VM	Standard per VM	vCenter Standard	View Premier*	Vcenter Lab Manager per CPU*	Vcenter Chargeback per CPU*	Vcenter Site Recovery Manager per CPU* **
360	€ 30,60	€ 20,40	€ 8,50	€ 266,90	€ 13,60	€ 79,90	€ 39,95	€ 93,50
1,800	€ 26,28	€ 17,52	€ 7,30	€ 229,22	€ 11,68	€ 68,62	€ 34,31	€ 80,30
3,600	€ 23,04	€ 15,36	€ 6,40	€ 200,96	€ 10,24	€ 60,16	€ 30,08	€ 70,40
10,800	€ 20,88	€ 13,92	€ 5,80	€ 182,12	€ 9,28	€ 54,52	€ 27,26	€ 63,80
18,000	€ 19,44	€ 12,96	€ 5,40	€ 169,56	€ 8,64	€ 50,76	€ 25,38	€ 59,40

VSPP Partner Levels		
Professional Partner	Enterprise Partner	Premier Partner
1x VSP 1x VCP	2x VSP 2x VCP	5x VSP 5x VCP

* Only available on request and approval by VMware

** Only available on request and approval by VMware and for VMware Enterprise and Premier Partners

Figuur 7-4 Kosten model VMware (Bron Insight)

Microsoft

Microsoft Services Provider License Agreement (SPLA) is een licentieprogramma dat serviceproviders (Masc ICT) de mogelijkheid biedt om hosting te verzorgen op basis van maandelijkse huur. Op deze manier kunnen eindgebruikers bediend worden, zonder vooraf grote kosten te maken.

"The SPLA offerings are the only Microsoft licensing program that gives you the rights to license specific Microsoft software for hosting to your customers." (Bron: [24]) info licencing options).

Er is geen certificering nodig om aan deze licentievorm mee te doen. Op dit moment neemt Masc ICT al SPLA licenties af voor verschillende webservern die gehost worden voor klanten.

Kostenopbouw

De kosten van de verschillende oplossingen zijn van belang voor de uiteindelijke pakketkeuze en de businesscase. Daarom is in dit deel van deze scriptie gekeken naar verschillende licentiekosten die gemaakt worden. Zoals bij elk van de virtualisatie opstellingen heeft de Microsoft oplossing te maken met licentiekosten van besturingssystemen. Bij Microsoft is het echter zo dat de hypervisor geïntegreerd zit in het besturingssysteem Windows Server 2008. Deze rol wordt gratis aangeboden. Feit is wel dat er een Windows 2008 licentie aangeschaft moet worden. In veel gevallen is dit geen probleem, alleen wanneer er andere besturingssystemen worden opgezet dient toch een licentie aangeschaft te worden om de hypervisor rol uit voeren. Uitzondering hierop is de Hyper-V server. Hyper-V server heeft geen grafische interface maar biedt verder de benodigde functionaliteiten. De managementkosten voor elke machine die beheerd wordt (virtueel of fysiek) bestaat uit een vast bedrag.

Kosten overzicht

Leverancier	Pakket	Hypervisor kosten	Management kosten
Microsoft	Hyper-V Server	€ 0,-	Enterprise € 19,95 per VM per maand
Microsoft*	Enterprise	€ 0,-	Enterprise € 19,95 per VM per maand
Microsoft*	Datcenter	€ 0,-	Enterprise € 19,95 per VM per maand
VMware**	Advanced	€ 20,40 per VM per maand	vCenter Standard € 266,90 per datacenter per maand
VMware**	Enterprise	€30.60 per VM per maand	vCenter Standard € 266,90 per datacenter per maand
Citrix	Essentials Platinum	€ 0,-	€ 7,55 per vm per maand

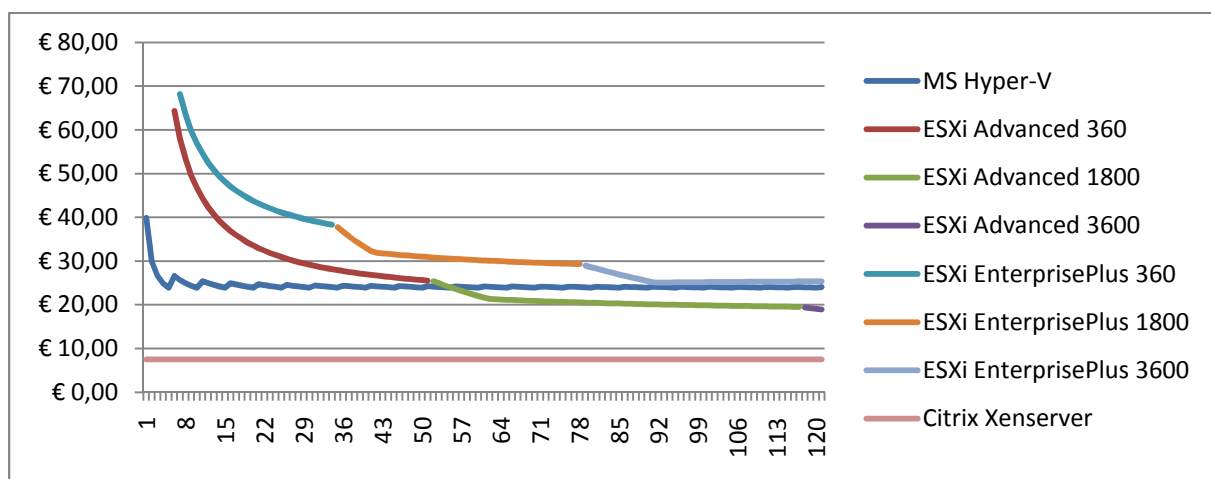
Figuur 7-5 Algemeen kosten overzicht * Er van uitgaand dat er minimaal één microsoft VM draait op de server.
** Uitgaande van een abonnement van 360 punten

7.2.7 Overzicht virtualisatie kosten

Bij het in kaart brengen van de kosten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen: [3], [6], [12], [16], [21], [22], [24], [32], [37], [38]. Er waren veel bronnen nodig om een goed beeld te krijgen van de kosten.

Deze grafiek (7-6) brengt de virtualisatie **kosten per VM per Maand** in kaart. Hierin is af te lezen wat schaalvergroting doet met de kosten per VM. Hierbij is gerekend met de beste abonnementoplossing van VMware. Er kan dus ook bepaald worden welk abonnement het meest geschikt is voor het aantal VM's.

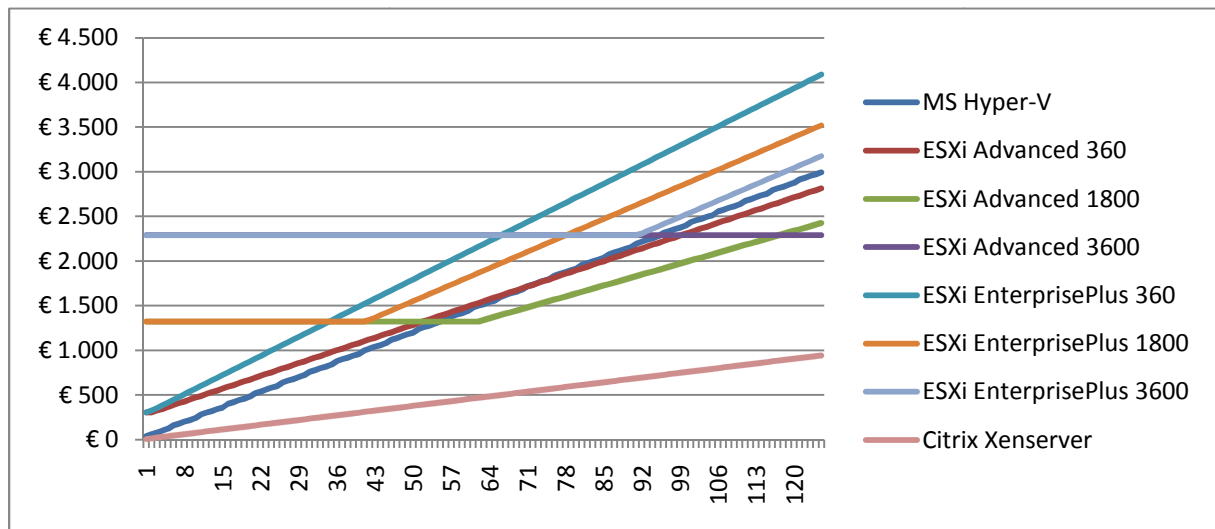
Verticaal: virtualisatiekosten per VM per maand, **horizontaal:** totaal aantal VM's



Figuur 7-6 Overzicht virtualisatie kosten per VM (vijf VM's per host)

Figuur 7-6 is af te lezen dat de VMware oplossing duur is bij de eerste VM's maar steeds dichterbij de prijs van Hyper-V komt. De advanced versie is zelfs goedkoper op het moment dat er 50 VM's gehost worden. De hoge initiële kosten van VMware zijn te wijten aan de hoge management kosten die per datacenter betaald worden. XenServer is veruit de goedkoopste oplossing.

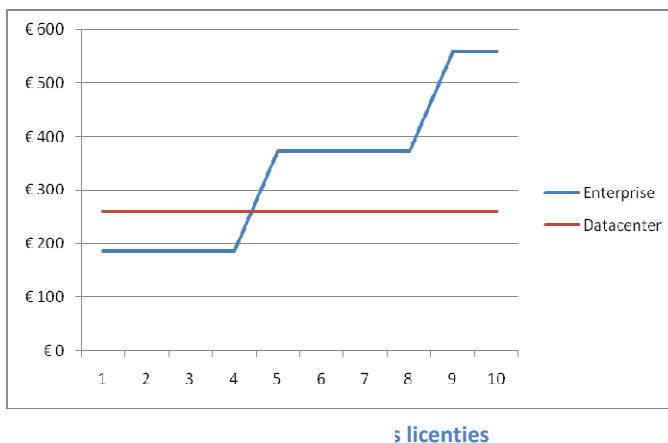
Het figuur 7-7 worden weergegeven voor het aantal machines die draaien. In deze grafiek kunnen de totale virtualisatiekosten voor een aantal VM's worden afgelezen. **Verticaal:** huur prijzen per maand. **Horizontaal:** het aantal VM's.



Figuur 7-7 Virtualisatie kosten per pakket

Figuur 7-7 geeft weer waar de snijpunten van de diverse opties liggen. De abonnementsstructuur van VMware is duidelijk terug te zien. Een bepaald bedrag blijft gehandhaaft (zoals er onder de bundel prijs gebleven word) daarna gaat de prijs omhoog. Deze grafiek kan dus helpen bepalen wanneer het voordelig is over te stappen op een ander abonnement. De evenredige kosten van XenServer worden duidelijk weergegeven met de paarse lijn.

7.2.8 Windows licenties

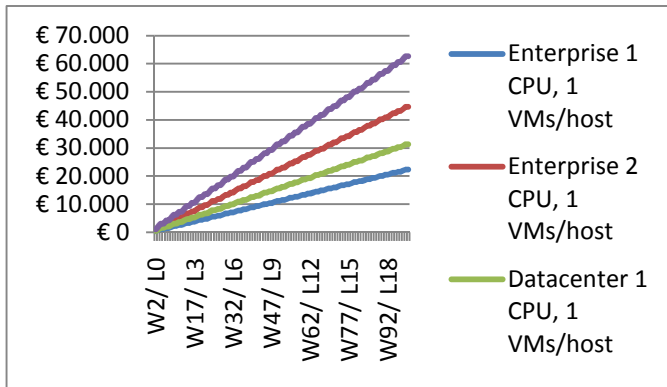


De windows licenties van Microsoft server 2008 zijn zo ingedeeld dat, bij de enterprise licentie vier virtuele en één fysieke machine mogen draaien op één fysieke machine. Bij de datacenter editie mag een onbeperkt aantal virtuele machines draaien op één fysieke machine. Dit betekent dat er een omslagpunt zit in de keuze voor enterprise of datacenter. Dit omslagpunt wordt in figuur 7-8 weergegeven in de grafiek. Dit ligt bij vier Windows 2008 VM's per host. **Verticaal:** huur prijs per maand per CPU, **horizontaal:** aantal VM's per host.

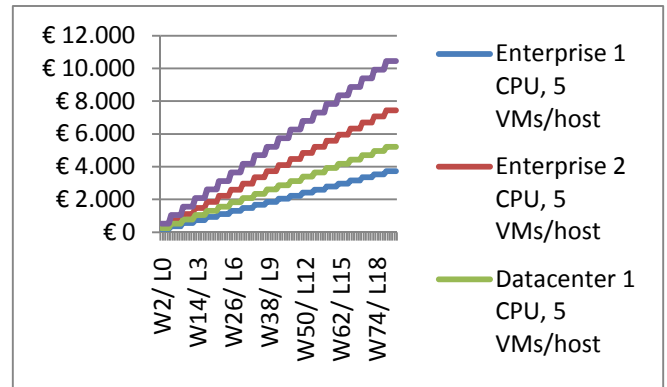
Infomatie afkomstig uit bron [31]

Omdat de licentiekosten per besturingsysteem ook afhankelijk zijn van het aantal CPU's, worden hieronder een aantal figuren (7-9, 7-10, 7-11, 7-12) weergegeven met daarin de totale Windows licentie kosten voor een bepaalde opstelling. Deze grafieken geven een goed beeld van de invloed van het aantal VM's per host.

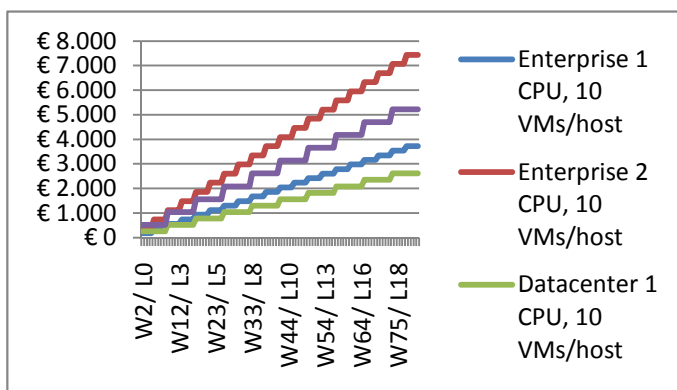
Verticaal: huur kosten per maand, **horizontaal:** fictieve opstelling (W=Windows VM L = Linux VM verhouding 4:1)



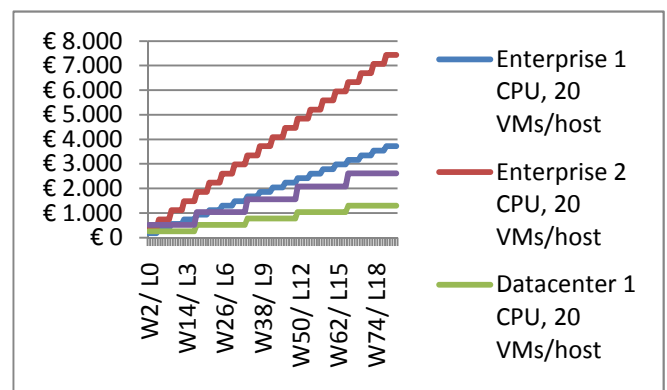
Figuur 7-9 OS licentie kosten één VM per host



Figuur 7-10 OS licentie kosten vijf VM's per host



Figuur 7-11 OS licentie kosten tien VM's per host



Figuur 7-12 OS licentie kosten 20 VM's per

Uit de bovenstaande tabellen is af te lezen dat er OS licentiekosten verdubbelen met een verdubbeling van het aantal CPU's. met CPU's worden gevulde sockets bedoeld het is dus wel gunstig meer cores op een CPU te hebben. het draaien van zo veel mogelijk VM's op één CPU socket heeft ook een positieve uitwerking op de OS licentie kosten per VM. De tabellen kunnen gebruikt worden om een keuze te maken tussen een Windows server 2008 Enterprise of datacenter editie.

Bevindingen besturingsysteem kosten

De licentiekosten voor de besturingsystemen zijn een groot onderdeel van de totale kosten voor een virtualisatie oplossing. Uitgaande van de **aanname** dat op **elke host minimaal één windows server 2008** systeem draait kan er een goede vergelijking gemaakt worden tussen de kosten van de verschillende leveranciers. Nu volgen de overwegingen voor het aanschaffen van besturingsysteem licenties voor een virtuele omgeving. Het licentiemodel van Microsoft voor het hosten van servers aan derden heet **SPLA**. Dit model berekent de **prijzen op basis van het aantal CPU's (gevulde sockets) dat een host heeft**. Afhankelijk van de licentie wordt bepaald hoeveel instanties mogen draaien. Bij enterprise vier VM's en één fysieke instantie, bij datacenter één fysiek oneindig virtuele instanties. Er is gekeken waar het **omslagpunt** ligt tussen de twee varianten namelijk: **tussen de vier en de vijf VM's per host**. Voor een host met **dubbel zo veel CPU's** moet ook **dubbel zoveel betaald** worden. **De kosten voor de besturingsystemen vormen een groot deel van de totale kosten**. Dit is terug te vinden in het hoofdstuk [Windows licenties](#).

Virtualisatie kosten virtuele omgeving

Er zijn twee licentie typen te onderscheiden bij elke leverancier:

1. Het traditionele model waar licenties gekocht worden.
2. Het huur model waarin maandelijks betaald wordt voor de gebruikte licenties.

Voor het hosten is huren de enige legale optie bij Microsoft en VMware. Citrix biedt de keuze tussen traditioneel of huur. Het is echter aantrekkelijker om te huren wanneer dit licentie technisch is toegestaan. Het huren van licenties is uitsluitend toegestaan vanuit een locatie, beheerd door de provider (Masc ICT). Het traditionele model is dan ook uitgewerkt voor het geval klanten zelf een virtualisatie opstelling willen op locatie. Of als er één of meerder hosts ingericht worden voor één klant.

De licentie modellen van de verschillende virtualisatie leveranciers zijn opgebouwd uit twee onderdelen:

1. De kosten voor de virtualisatielaag (hypervisor)
2. De kosten voor de managementlaag.

Kosten technisch gezien is **Citrix** absoluut de goedkoopste. Het licentiemodel is overzichtelijk en er is een evenredige toename in de kosten. De hypervisor laag is gratis en de management laag is te huren tegen een vast lage prijs per VM.

Microsoft: Uitgaande van de aanname dat er per host minimaal één Windows server 2008 VM draait is de virtualisatielaag gratis. Gezien het huidige serverpark is deze aanname aannemelijk. Verdere kosten worden in rekening gebracht per machine die beheerd wordt. De virtualisatiekosten per VM zijn aanzienlijk hoger dan die van Citrix. In vergelijking met de oplossingen van VMware is de microsoft oplossing goedkoper dan de advanced versie tot 55 VM's. Het omslagpunt met de enterprise licentie van VMware ligt boven de 120 VM's en is niet nader onderzocht.

VMware licentiemodel waarin gewerkt wordt met abonnementen. Dit maakt het licentiemodel lastig om te doorgronden. Met behulp van figuur in dit hoofdstuk zijn de omslagpunten per abonnement in kaart gebracht. De licentiekosten van VMware zijn tot 55 VM's de hoogste uit de vergelijking. Daarna zakt de advanced versie onder de virtualisatiekosten per VM van hyper-V.

7.2.9 Training

Bij het implementeren van een server-virtualisatie omgeving is het van belang een goede productkennis te hebben. Dit is noodzakelijk om op een professionele en pragmatische manier te kunnen werken en diensten aan te bieden. Hoewel server-virtualisatie verschillende voordelen met zich meebrengt, moet er wel een extra laag geïmplementeerd worden in de ICT infrastructuur. Deze nieuwe virtualisatielaag moet worden ontworpen, ingericht en onderhouden. Hiervoor is speciale kennis nodig die door middel van training en ervaring moet worden verkregen. Citrix en VMware verplichten zelfs een aantal certificaten voordat er aan het huurmodel mag worden deelgenomen.

Citrix stelt de eis dat twee personen in een bedrijf dat gebruik maakt van het huurprogramma het CCA certificaat bezitten. Dit is ook het advies dat vanuit dit onderzoek wordt gegeven.

Citrix heeft verder nog drie andere certificeringen: advanced administrator CCAA, architect CCIA en de Engineer (CCEE/CCEA). Hoewel niet direct noodzakelijk, is het te aan te bevelen om op termijn een CCAA gecertificeerd personeelslid in dienst te hebben. Dit kan met de verwachte schaalvergroting een nuttige aanvulling zijn op het verplichte CCA certificaat.

VMware eist dat minimaal één VMware certified professional (VCP) aanwezig is. Tevens moet één iemand in bezit zijn van een certified sales professional (CSP) certificaat. Het is wenselijk om twee personen het VCP certificaat te laten behalen. Dit verkleint de afhankelijkheid van specifieke medewerkers. Ook kunnen deze werknemers samenwerken om een verdere professionalisering tot stand te brengen.

VMware heeft nog een tweede technisch certificaat, namelijk: VMware Certified Design Expert (VCDX). Dit certificaat is op dit moment nog niet nodig. Wel kan het zijn dat dit in de toekomst een goede aanvulling is op het VCP certificaat.

De VSP training bestaat uit een aantal modules die online gevolgd kunnen worden. Aan het einde van elke module doe je een test. Na alle verplichte modules gehaald te hebben ben je VSP.

Microsoft stelt (nog) geen eisen aan het opleidingsniveau van deelnemers aan het huurmodel. Wel is het verstandig om met een gedegen kennis server-virtualisatie te implementeren en onderhouden. Het advies is dan ook om het Microsoft Certified Technology Specialist (MCTS), Windows Server Virtualization, Configuration (70-652) certificaat door twee medewerkers te laten halen.

Voor trainingen is gekeken naar twee trainingsbureaus Global Knowledge en de Xpert Training Group (XTG).

XTG

XTG is door Citrix aangesteld als Citrix Authorized Training Center (CALC). Deze status verzekert de goede kwaliteit van de trainingen en het lesmateriaal.

Xpert Training Group is per 15 januari 2009 officieel Microsoft Certified Partner for Learning Solutions (CPLS). Xpert Training Group biedt officiële Microsoft virtualisatietrainingen aan. Deze status garandeert dat de training voldoet aan eisen die Microsoft stelt aan haar trainingen.

XTG is het eerste VMware Authorized Training Center (VATC) in Nederland. Inmiddels hebben zij enkele duizenden mensen opgeleid voor de VMware Certified Professional (VCP) certificering. Bron[40].

Global Knowledge

Global Knowledge is de grootste onafhankelijke aanbieder van IT-opleidingen op de Europese markt. Ze zijn VMware Authorized Training Centre (VATC), Microsoft Certified Partner for Learning Solutions (CPLS) ook bieden ze Citrix opleidingen aan.

Voor meer informatie waaronder een trainingsoverzicht per instelling is terug te vinden in de bijlage pakketkeuze. Bron [29].

Bevindingen training

Training van personeel is een must om een goede dienstverlening te kunnen bieden. Hieronder in figuur 7-4 een overzicht van de verschillende kosten per virtualisatie leverancier. Geadviseerd wordt dan ook om deze bedragen te reserveren voor trainingen. De onderstaande certificeringen bieden allemaal een professionele opzet. Kosten van het Microsoft certificaat zijn het laagst en biedt als bijkomend voordeel dat punten, verdiend met deze opleiding, meegerekend worden in het Microsoft partnerprogram.

	Dagen	Kosten	Certificating	Total 2 personen
Citrix	4	€ 2.190,-	CCA	€ 4.380,-
VMware	5	€ 3.245,-	CSP	€ 6.490,-
VMware	3	€ 0,-	VSP (online certificering)	€ 0,-
Microsoft	3	€ 1.295,-	Implementing and Managing Windows Server 2008 Hyper-V	€ 2590,-

Tabel 7-4 Trainingskosten (Bron XTG)

7.2.10 Score tabel Masc

Wegingsfactor * Cijfer = Waarde Totaal = Som van kolom	wegingsfactor (1-5) 1=laag 5 = hoog	Vmware		Citrix		Microsoft	
Criteria		Functionaliteit (1-5) 1=slechtste 5 = Beste	Totaal Score (1-5)	Functionaliteit (1-5) 1=slechtste 5 = Beste	Totaal Score (1-5)	Functionaliteit (1-5) 1=slechtste 5 = Beste	Totaal Score (1-5)
Kosten:		1,75	25	4,25	71	2,5	40
Eenmalige kosten	5	1	5	5	25	3	15
Huur kosten	5	1	5	5	25	2	10
Contractsduur	3	2	6	2	6	2	6
Prijmodel	3	3	9	5	15	3	9
Gebruikersgemak:		4,8	37	3,3	31	3,8	40
Scholing	4	3	12	4	16	5	20
Gemak van beheer	5	5	25	3	15	4	20
Functionaliteiten:		4,9	211	3,3	142	3,6	157
Prestaties	5	5	25	3	15	4	20
Volledigheid	3	5	15	4	12	3	9
Flexibiliteit	4	5	20	4	16	3	12
Back-up	5	5	25	3	15	4	20
Schaalbaarheid	5	5	25	4	20	4	20
Beveiliging	4	5	20	3	12	4	16
Beschikbaarheid	5	5	25	3	15	3	15
Hardware ondersteuning	5	5	25	3	15	4	20
Migratie	4	4	16	4	16	4	16
Betrouwbaarheid	3	5	15	2	6	3	9
Ondersteuning:		4,3	114	3,6	90	3,8	93
Maker	3	5	15	3	9	4	12
Partners	4	5	20	5	20	3	12
Leverancier	5	5	25	4	20	5	25
Communicatie	3	5	15	3	9	4	12
Bereikbaar voor MKB	5	2	10	4	20	4	20
Professionaliteit	4	5	20	3	12	3	12
Certificering	3	3	9	3	9	5	15
Organisatie		4,9	132	2,8	73	3,8	99
Transparantie	3	4	12	5	15	3	9
Presentatie	2	5	10	4	8	3	6
Gerenomeerde businesspartners	2	5	10	2	4	5	10
Tijdigheid	3	5	15	3	9	4	12
Meedenken	4	5	20	3	12	2	8
Pro-activiteit	4	5	20	2	8	4	16
Marktaandeel	4	5	20	1	4	4	16
Referenties	3	5	15	3	9	4	12
Verkoopbaarheid	2	5	10	2	4	5	10
Totaal			519		391		429

Vergelijking 7-5 Score tabel

Op basis van informatie van de virtualisatie-, licentie-, hardwareleveranciers en seminars is de bijgevoegde tabel ingevuld. Hieruit is af te lezen dat VMware het beste uit de bus komt.

De **wegingsfactoren** zijn in overleg met Masc ICT vastgelegd. En geven de waarden aan per onderdeel.

De **functionaliteit** wordt ingeschaald van 1 t/m 5

(1= laag 5= hoog) deze waarde geeft aan hoe goed de leverancier scoort per criterium.

De **dikgedrukte** punten zijn de gemiddeldes en totalen per onderdeel.

Totaal score is de wegingsfactor * functionaliteit. Alle totaal scores opgeteld geven het totaal per leverancier (onder aan pagina)

7.2.11 Bevindingen pakketkeuze

Elke leverancier heeft punten die voor en tegen hen spreken. **Citrix** heeft een **duidelijk licentiemodel**, waarmee tegen **lage prijzen** virtualisatie omgevingen opgezet kunnen worden. **Microsoft** heeft een **goede management tool** die buiten hyper-v VM's ook de mogelijkheid biedt om VMware's vCenter aan te sturen; **effectief** dus het **beheer** te voeren over een **heterogene omgeving**. De Microsoft management tool heeft als voordeel dat op applicatieniveau gekeken kan worden naar de verschillende machines die beheerd worden. **VMware** met zijn **jarenlange ervaring** en grote **marktaandeel**, biedt de **meest volwassen pakketten** aan die op dit moment te verkrijgen zijn. **De nieuwste functionaliteiten** die niet of pas zeer recent in concurrerende pakketten te vinden zijn heeft VMware al langere tijd op de markt. Voorbeelden hiervan zijn fault tolerance, memory overcommit,

Dit gezegd hebbende en afgaande op onderzoek op leverancierwebsites, fora en uit seminar bezoeken is de conclusie dat VMware met zijn **volwassen productlijn** en **brede ondersteuningsmogelijkheden** het best uit de bus komt. Kostentechnisch is het op dit moment nog niet rendabel om gebruik te gaan maken van het enterprise plus pakket. De voordelen die dynamische resource ballancing en distributed power management bieden zijn op dit moment niet groot genoeg om de enterprise plus licentie te kiezen. De voordelen van deze technieken zullen opnieuw bekeken moeten worden als schaalvergroting heeft plaatsgevonden en de beheersbaarheid onder druk komt te staan.

Het advies is dan ook om **VMware vSphere** te gaan gebruiken als virtualisatie platform. Op dit moment is het gebruik van het **advanced pakket** de beste afweging tussen kosten en baten. Voor het beheren van de omgeving is het gebruik van **VMware vCenter** een must. Deze afbeelding beeldt de functionaliteiten uit van de enterprise plus versie. De functies DRS en Distributed switches worden niet geboden in advanced mode.

Bij VMware is het wel verplicht om een **VCP** en **VSP** in het bedrijf te hebben. Dit is eerder uitgewerkt in het hoofdstuk [training](#).

7.3 Business case

De essentie van de business case zoals deze bij Masc ICT is neergelegd is verwerkt in de scriptie. Dit is gedaan om een beeld te geven van de kosten/ baten van het advies die gegeven zijn aan Masc ICT.

In dit overzicht wordt een beeld gegeven van de Business Case zoals deze gepresenteerd is naar Masc ICT.

De volledige Business case is bijgevoegd als bijlage.

7.3.1 Doel

Masc ICT heeft zich als doelgesteld om met behulp van een pragmatische aanpak een professionaliseringsslag door te voeren onder andere op het gebied van virtualisatie. Met dat doel voor ogen is dit onderzoek uitgevoerd. Met behulp van de adviezen uit dit onderzoek, kan Masc ICT haar dienstverlening verbeteren door de flexibiliteit en beschikbaarheid te vergroten.

7.3.2 Redenen om te virtualiseren

Het is aan te bevelen om de adviezen uit het virtualisatie onderzoek over te nemen om te kunnen blijven voldoen aan de eisen en wensen die Masc ICT en haar klanten stellen aan de ICT infrastructuur.

Virtualisatie technieken kunnen bijdragen om te voldoen aan deze eisen.

Zeker bij de grotere ondernemingen (±50 werkplekken) waar Masc ICT zich op wil gaan richten, biedt virtualisatie grote voordelen bij het inrichten van een ICT infrastructuur die aansluit bij de gestelde eisen en wensen.

Virtualisatie is here to stay. Grotere ondernemingen werken al geruime tijd met (server-) virtualisatie technieken. De response uit dit segment is erg positief. Onderzoeksbureaus zien grote mogelijkheden voor MKB ondernemingen. Ook virtualisatie leveranciers gaan zich steeds meer richten op het MKB segment. Server-virtualisatie is geen hype maar een techniek die volwassen aan het worden is.

7.3.3 De mogelijkheden

In het advies is gekeken naar een aantal architecturen om te bekijken welke hiervan het beste aansluit op de eisen en wensen van de klant:

- Traditionele opstellingen
- Hosted virtuele servers
- Lokale virtuele servers
- Hybride omgevingen

Vervolgens is gekeken naar drie virtualisatie leveranciers die voorafgaand aan het project zijn vastgesteld namelijk:

1. Citrix
2. Microsoft
3. VMware

Per leverancier is gekeken welk pakket het best aansluit bij de gestelde eisen en wensen.

7.3.4 Architecturen

Klanten kunnen veel voordeel hebben bij een hosted omgeving. Met behulp van server-virtualisatie kan Masc ICT eenvoudiger een hosted omgeving opzetten. Hosting is echter niet altijd de beste oplossing. Het komt voor dat klanten de services niet in een extern beheerd centraal datacentrum willen of mogen onderbrengen, of omdat de privacy (nog) niet vertrouwd wordt.

Locale virtualisatie is ook mogelijk. Hierbij moet wel het traditionele licentiemodel gevolgd worden.

Niet elke omgeving is geschikt om gevirtualiseerd te draaien, voorbeelden hiervan zijn terminal server omgevingen en pakketten die gebruik maken van nauwkeurige timestamping.

Per situatie zal er gekeken moeten worden welke mogelijkheid het beste is. De eisen die klanten stellen kunnen gebruikt worden om de beste oplossing aan te bieden.

7.3.5 Leveranciers

De drie bekeken leveranciers bleken elk in staat te voldoen aan de gestelde wensen en eisen.

In het advies is gekozen voor een VMware oplossing. VMware biedt de meest volwassen oplossing, heeft zichzelf al jaren bewezen op de markt en zowel het huidige onderzoeken als de verwachte marktontwikkeling plaatst VMware als marktleider. Ook biedt VMware momenteel technieken aan die andere leveranciers niet hebben. Een voorbeeld hiervan is fault tolerance.

7.3.6 Verwachten voordelen

De voordelen die het uitvoeren van de adviezen met zich meebrengt, presenteren zich op verschillende manieren. Zo biedt het Masc ICT de mogelijkheid om zich compliant aan de licentie overeenkomsten op te stellen, zonder vooraf grote investeringen te doen in licenties. Het licentiemodel dat gekozen is maakt het mogelijk om eenvoudig de licentiekosten door te berekenen naar de verschillende klanten.

Met de beschikbaarheid, flexibiliteit en schaalbaarheid die server-virtualisatie biedt, wordt het voor Masc ICT mogelijk om beter in te spelen op de eisen en wensen van de huidige, maar ook op de toekomstige klanten.

Door te hosten vanuit een centraal datacentrum wordt het mogelijk voor klanten om een schaalbaarheid, beschikbaarheid en flexibiliteit te verkrijgen die in de eigen omgeving vaak niet haalbaar is. Het huren van licenties voorkomt tevens een grote investering vooraf. Een service "any time, anywhere" hosten wordt mogelijk met het leveren van diensten vanuit een datacenter en het correct uitrollen van server-virtualisatie technieken. Onderhoud aan fysieke machines kan onder werktijden gepland worden. De VM's worden dan tijdelijk overgeschakeld naar andere fysieke hosts, waardoor de beschikbaarheid gegarandeerd wordt en het onderhoud zonder problemen of tijdsdruk uitgevoerd kan worden.

7.3.7 Risico's

Het toepassen van server-virtualisatie betekent dat er een extra laag wordt toegevoegd aan de ICT infrastructuur. Deze virtualisatielaag (ook wel de hypervisor genoemd) moet worden geïmplementeerd, onderhouden en begrepen door de werknemers van Masc ICT die zich bezig houden met het operationeel beheer van servers.

De volgende risico's kunnen zich voordoen:

- Kennis tekort om de virtualisatielaag te beheersen.
- Het theoretische karakter van dit project kan er voor zorgen dat de bevindingen afwijken van de praktijk.
- De afhankelijkheid van internet is groot, wat risico's met zich meebrengt op het niveau van internet.
- De afhankelijkheid van de centrale opslag kan een risico zijn voor de continuïteit van de services die geleverd worden, als het een single point of failure is.

7.3.8 Kosten

Wat	Investering
Hardware kosten SAN+2 servers	€ 15.200,- of gedurende 2 jaar € 634,- per maand
Back-up centrale opslag	± € 4.000,-
Virtualisatie kosten per VM per jaar	€ 360,-
Training 2 personen	€ 6.490,-
Totaal	26050,- euro

7.3.9 Investeringsraming

Dit onderdeel valt buiten de scope van het onderzoek. Dit is in overleg met de stuurgroep zo afgesproken. In een vervolgproject moet daar verder aandacht aan besteed worden. Dan wordt ook bepaald of het professionaliseringsproject gestart wordt.

7.4 Bevindingen tactisch niveau

Bij het kwantificeren van de klantbehoeften is gebleken dat technieken met betrekking tot **schaalbaarheid en beschikbaarheid het meest belangrijk** zijn voor de klanten van Masc ICT. Dit is meegenomen in de pakketkeuze. Bij de pakketkeuze is gekeken naar de beste opties per leverancier. Het bleek dat **VMware en Microsoft erg gecompliceerde licentie modellen** hanteren. Citrix heeft een eenvoudiger model en is veruit de goedkoopste oplossing. VMware heeft de duurste oplossing maar heeft dan ook het meest volwassen product, meeste functionaliteiten en het grootste marktaandeel. Microsoft heeft de beste managementtool ook geschikt voor het monitoren van fysieke systemen en hybride omgeving van ESX(i) en Hyper-V. het marktaandeel van Microsoft stijgt snel en met de nieuwe release van Hyper-V zijn veel belangrijke functionaliteiten toegevoegd. Voor **Masc ICT** is het met het oog op professionaliteit en functionaliteit (zeker naar de toekomst toe) **verstandig** om in zee te gaan met VMware. Op dit moment levert het **VMware advanced pakket** de beste **kosten/baten verhouding**. Later kan er besloten worden om te upgraden naar de enterprise plus versie om gebruik te kunnen maken van extra functionaliteiten zoals het dynamisch toekennen van resources en een verbetering in energie management. Als managementtool is VMware vCenter nodig. Dit alles zal op basis van het huurmodel afgenomen moeten worden als er gehost wordt aan derden. Hierbij moet er gehost worden vanuit het een 'eigen' datacentrum, vandaar dat voor het lokaal virtualiseren het traditionele model is uitgewerkt. Ook hierbij is het te adviseren om een VMware product uit te rollen om op deze manier de beste ondersteuning te kunnen bieden. Om deel te mogen nemen moet er één sales professional aanwezig zijn één VMware professional. De business case heeft een positieve kosten baten verhouding opgeleverd. Op basis hiervan is het aan te raden dat Masc ICT verder gaat met het uitrollen van VMware producten.

8 Operationeel

Zoals beschreven in de procesgang is de operationele fase van het project niet meegenomen in de scriptie. In overleg met de stuurgroep is besloten deze fase naar achteren te schuiven. Alleen dan was het mogelijk om de strategische en tactische fase uit te werken op het afgesproken niveau.

9 Conclusie

In dit project zijn de **huidige situatie, klantbehoeften en virtualisatiemogelijkheden uitgewerkt**. De uitgewerkte overwegingen geven Masc ICT inzicht in deze onderwerpen. De uitwerking van de huidige situatie met de daarbij behorende **netwerktekeningen** zijn direct **opgenomen in de officiële documentatie** van Masc ICT. De resultaten uit het onderzoek naar klantbehoeften worden gebruikt voor het aansturen van het bedrijf.

Adviezen aan Masc ICT geven aan dat gebruik van server-virtualisatie bijdraagt aan een **toename van de beschikbaarheid, flexibiliteit en schaalbaarheid**, punten die uit eerder onderzoek van belang bleken te zijn voor de klanten van Masc ICT. Deze beschikbaarheid van diensten zou vastgelegd moeten worden in **SLA's**. Een **centrale opslag** is essentieel voor de virtualisatie-opstelling omdat dit noodzakelijk is voor het gebruik van virtualisatietechnieken als high availability en live migratie. Deze technieken worden gebruikt om een grotere beschikbaarheid te kunnen bieden, één van de eisen van de verschillende klanten categorieën. Uit onderzoek is gebleken dat een **iSCSI SAN** de beste kosten/baten-afweging oplevert. Een goedkopere NAS zal geplaatst moeten worden om een betaalbare back-up oplossing te hebben voor het geval er problemen ontstaan op het SAN.

Als virtualisatieleverancier is **VMware** de beste optie. Door de **volwassen- en compleetheid** van de pakketoplossing is VMware de beste partner voor Masc ICT. Het **advanced pakket in combinatie met de VMware vCenter** managementoplossing biedt Masc ICT de beste oplossing.

Bij het hosten aan derden is het verplicht om gebruik te maken van het **huurmodel** van VMware. In dit model wordt er **maandelijks betaald** voor de licenties die in gebruik zijn. Grote initiële kosten kunnen op deze manier voorkomen worden. Het **doorberekenen** van **kosten** aan klanten is in dit licentiemodel **eenvoudig**. Een extra voordeel dat dit licentiemodel met zich meebrengt, is dat er altijd gewerkt kan worden met de **nieuwste versies** van producten. Voor de **VMware advanced hypervisorlaag** wordt een bedrag van **€ 20,40 per VM per maand** in rekening gebracht. Voor het **vCenter** moet **€ 266,90 per maand per datacenter** betaald worden. Belangrijke voorwaarden voor deelneming aan het huurmodel zijn dat: er **één VCP en VSP**-certificaat aanwezig moet zijn en dat er vanuit een **datacentrum** van de **provider** wordt **gehost**. Het **traditionele model** moet gebruikt worden als er bij klanten (op locatie) virtualisatie-oplossingen geplaatst worden. Bij het traditionele model zijn **aanzienlijke initiële investeringen** nodig in de virtualisatielicentie. Wanneer er één of meerdere hosts ingezet worden voor één klant kan er ook gekozen worden voor een traditioneel licentiemodel. Indien **toegestaan** is het aan te bevelen gebruik te maken van het **huurmodel**.

Om op een professioneel niveau diensten aan te kunnen bieden op basis van server-virtualisatie technieken is het nodig om **voldoende kennis** in huis te hebben. Daarom is het verstandig om twee **medewerkers de VCP - certificering** te laten halen. Op die manier is de **afhankelijkheid** van specifieke medewerkers minder en kunnen de getrainde medewerkers **elkaar ondersteunen**.

Dit project heeft gebracht wat door Masc ICT verlangd werd namelijk; de mogelijkheid om onderbouwde keuzes te maken op het gebied van (server-)virtualisatie. Hierdoor kan op een pragmatische wijze een professionaliseringsslag worden doorgevoerd, niet alleen op het gebied van server-virtualisatie maar voor de dienstverlening in het algemeen.

10 Referenties

1. **Texiwill.** Info wat wil het MKB t.a.v. Virtualisatie. *virtualizationpractice*. [Online] augustus 11, 2009. [Cited: oktober 20, 2009.] <http://www.virtualizationpractice.com/blog/?p=924>.
2. **Nicolai, Sumner Lemon en James.** Info over VMware en microsoft. *Website Channelworld*. [Online] oktober 23, 2009. [Cited: november 4, 2009.] <http://channelworld.nl/internationaal/16657/with-hyper-v-r2--microsoft-sets-its-sights-on-vmware.html>.
3. **Macpherson, Sholto.** Info Virtualisation CPU pricing. *Website ChannelWeb*. [Online] 20 november 2009. [Citaat van: 26 november 2009.] <http://www.crn.com.au/News/160966,virtualisation-vendors-reconsider-per-cpu-pricing.aspx>.
4. **ICT, Masc.** *Quickscans Masc ICT*. Nijmegen : sn, 2009.
5. —. *Adviesrapporten Masc ICT*. Nijmegen : sn, 2009.
6. **Dverma.** *VSPP SALES AGREEMENT*. Apeldoorn : Insight Enterprises Netherlands B.V., 2009.
7. **Dubie, Denise.** Info voor- en nadelen desktop virtualisatie. *Website networkworld*. [Online] networkworld, juni 18, 2009. [Cited: oktober 1, 1.] <http://www.networkworld.com/news/2009/061809-desktop-virtualization.html>.
8. **Dawson, Philip.** Info How to Reduce Cost and Improve Efficiency with Virtualization. *Website Gartner*. [Online] 27 juni 2009. [Citaat van: 20 oktober 2009.] http://imagesrv.gartner.com/pdf/reduce_cost_and_improve_efficiency_with_virtualization.pdf.
9. **BIT.** *SLA internet toegang versie 29-01-2008 (3)*. Ede : BIT, 2009.
10. —. *SLA Colocatie BIT 2 NL*. Ede : Bit, 2009.
11. **Microsoft Corporation.** *Windows Server 2008 Power Savings*. s.l. : Microsoft, 2008.
12. **VMware.** *VSPP Service Provider Guide _EMEA_ 2009 6 17 09.pdf*. hillview : VMware, 2009.
13. **Chappell, David. Chappell & Associates.** *Virtualization for windows: A technology overview*. sl : Microsoft, august 2008.
14. **Citrix.** Technical and commercial comparison of Citrix XenServer and VMware. *Website Citrix*. [Online] augustus 2009. [Citaat van: 20 november 2009.] http://www.citrix.com/%2Fsite%2Fresources%2Fdynamic%2Fsalesdocs%2FXS_vs_VMware_comparison.pdf.
15. **Peter van der Torn en Robbie Huijsmans. Qurius Infrastructure Solutions.** *Storage binnen een Virtuele Infrastructuur*. sl : Qurius , juni 2008.
16. **Insight.** *Insight VSPP vSphere Pricing 2009.pdf*. s.l. : Insight, 2009.
17. **VMware.** Informatie P2V. *Website VMware*. [Online] [Citaat van: 13 november 2009.] http://www.vmware.com/support/v2p/doc/V2P_TechNote.pdf.
18. Info voor en nadelen virtualisatie. *Website btquarterly*. [Online] Q1 2007. [Citaat van: 30 september 2009.] <http://www.btquarterly.com/?mc=pros-cons-virtualization&page=virt-viewresearch>.
19. **dr. Hans ten Berge .** Info Virtualisatie volgende big battle. *Website computable*. [Online] 02 augustus 2009. [Citaat van: 18 november 2009.] http://www.computable.nl/artikel/ict_topics/virtualisatie/3011817/2333390/virtualisatie-volgende-big-battle.html.
20. Info virtualisatie oplossingen. *Website Archsys*. [Online] Archsys. [Citaat van: 30 september 2009.] http://www.archsys.nl/page_1184225460875.html.

21. **VMware.** Info Virtualisatie management VMware. *website VMware*. [Online] 2009. [Citaat van: 15 november 2009.] <http://www.vmware.com/products/vcenter-server/>.
22. **Microsoft.** Info virtualisatie calculator. *Website Microsoft*. [Online] november 2009. [Citaat van: 15 November 2009.] http://www.microsoft.com/windowsserver2003/howtobuy/licensing/calc_2.htm.
23. Info Storage. *SearchStorage*. [Online] 02 December 2005 . [Citaat van: 10 oktober 2009.] http://searchstorage.techtarget.com/expert/KnowledgebaseAnswer/0,289625,sid5_gci1150562_mem1,00.html.
24. **Microsoft.** Info over SPLA. *Website microsoft*. [Online] [Cited: november 23, 2009.] <http://www.microsoft.com/serviceproviders/licensing/spla.mspix> .
25. —. Info over Hyper-V server 2008 R2. *Website van Microsoft*. [Online] [Citaat van: 15 november 2009.] <http://www.microsoft.com/hyper-v-server/en/us/>.
26. Info over Heartbeat. *Website High Availability*. [Online] [Cited: september 23, 2009.] <http://www.linux-ha.org/>.
27. Info over DRBD. *Website DRBD*. [Online] [Citaat van: 23 September 2009.] <http://www.drbd.org/>.
28. **BIT.** Info over datacentrum Ede. *Website van BIT*. [Online] [Citaat van: 16 oktober 2009.] <http://www.bit.nl/>.
29. **Globel Knowledge.** Info Opleidingsaanbod Globel Knowledge. *Website van Globel Knowledge*. [Online] [Citaat van: 23 november 2009.] <http://www.globalknowledge.nl/Default.aspx?page=476&searchtext=&classcode=&techtype=20&class=Alle&tech=Virtualisation>.
30. Info MKB indeling. *Website Eu lex europa*. [Online] [Citaat van: 24 september 2009.] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/nl/oj/2003/l_124/l_12420030520nl00360041.pdf.
31. Info Microsoft virtualisation. *Website Microsoft*. [Online] Microsoft, 2009. [Citaat van: 25 september 2009.] <http://www.microsoft.com/virtualization/default.mspix>.
32. **Microsoft.** Info licensing options Microsoft. *Microsoft*. [Online] [Cited: november 23, 2009.] <http://www.microsoft.com/licensing/licensing-options/spla-program.aspx>.
33. **Ellen Messmer.** Info Gartner marktaandeelen virtualisatie. *Website techworld*. [Online] oktober 20 , 2009. [Cited: november 20, 2009.] 4.
34. Info Europa. *Website Europa*. [Online] [Citaat van: 24 September 2009.] http://europa.eu/legislation_summaries/enterprise/business_environment/n26026_nl.htm.
35. Info DAS, NAS, SAN. *Website Viglen*. [Online] Viglen. [Cited: oktober 07, 2009.] <http://www.viglen.co.uk/StorageGroup2/solutions.aspx>.
36. **Citrix.** Info Citrix XenServer. *website Citrix*. [Online] [Citaat van: 18 november 2009.] <http://www.citrix.com/English/ps2/products/feature.asp?contentID=1686939>.
37. —. *Citrix_Service_Provider_Program_Guide_May2009.pdf*. s.l. : Citrix, 2009.
38. —. *Citrix_Service_Provider_FAQ_May_2009.pdf*. s.l. : Citrix, 2009.
39. **VMware.** info VMware. *website VMware*. [Online] november 20, 2009. www.vmware.com.
40. **XTG.** *XTG trainingen* . sl : XTG, 2009.

11 Overzicht vergelijkingen

Vergelijking 7-1 Pakket vergelijk Microsoft.....	32
Vergelijking 7-2 Pakket vergelijk VMware.....	33
Vergelijking 7-3 Pakket vergelijk Citrix.....	34
Vergelijking 7-4 Kosten vergelijking leveranciers.....	35
Vergelijking 7-5 Score tabel	43

12 Overzicht figuren

Figuur 4-1 Scriptie opbouw	4
Figuur 5-1 Geografische locaties Masc ICT	5
Figuur 5-2 Schematisch overzicht virtualisatie oplossing Ede.....	7
Figuur 6-1 Schematisch overzicht virtuele server (Bron: VMware).....	12
Figuur 6-2 Hardwareonafhankelijkheid.....	13
Figuur 6-3 High availability (Bron: VMware)	13
Figuur 6-4 Dynamic load-balancing (Bron: VMware)	14
Figuur 6-5 Centraal beheer (Bron: VMware).....	14
Figuur 6-6 Energie besparing d.m.v. server-virtualisatie (Bron Gartner)	15
Figuur 6-7 Energie verbruik I.C.M. server conciliatie (Bron Microsoft).....	15
Figuur 6-8 Implementatie virtualisatie technieken (Bron: computable).....	16
Figuur 6-9 Verwachting procentuele werkbelasting afgehandeld door VM's (Bron: Gartner)	16
Figuur 6-10 DAS opstelling	17
Figuur 6-11 NAS opstelling	18
Figuur 6-12 SAN opstelling	18
Figuur 6-13 Block- VS Filelevel (Bron: tumteerasak)	19
Figuur 6-14 I/O performance meting	19
Figuur 6-15 Logisch ontwerp hybride situatie.....	24
Figuur 6-16 Fysiek ontwerp gewenste situatie BIT	25
Figuur 7-1 Overzicht pakketkeuze afwegingen	29
Figuur 7-2 Marktaandeel 2009 (Bron: Gartner)	31
Figuur 7-3 Verwacht Marktaandeel 2012 (Bron: Gartner)	31
Figuur 7-4 Kosten model VMware (Bron Insight).....	37
Figuur 7-6 Overzicht virtualisatie kosten per VM (vijf VM's per host)	38
Figuur 7-5 Algemeen kosten overzicht.....	38
Figuur 7-7 Virtualisatie kosten per pakket	39
Figuur 7-8 Omslagpunt kosten Windows licenties.....	39
Figuur 7-9 OS licentie kosten één VM per host.....	40
Figuur 7-10 OS licentie kosten vijf VM's per host	40
Figuur 7-11 OS licentie kosten tien VM's per host	40
Figuur 7-12 OS licentie kosten 20 VM's per host	40

13 Overzicht tabellen

Tabel 6-1 Categorie definities	8
Tabel 6-2 Prioriteitsschema Micro-onderneming	9
Tabel 6-3 Prioriteitsschema Kleine onderneming	9
Tabel 6-4 Prioriteitsschema Middelgrote onderneming	10
Tabel 6-5 Voor en nadelen DAS	17
Tabel 6-6 Voor en nadelen NAS	18
Tabel 6-7 Voor en Nadelen SAN	18
Tabel 6-8 Overzicht Huren centrale opslagruimte	20
Tabel 7-1 Techniek impact	27
Tabel 7-2 Belang server-virtualisatie mogelijkheden	27
Tabel 7-3 Wenselijkheid mogelijkheden	28
Tabel 7-4 Trainingskosten (Bron XTG)	42

14 Verklarende woordenlijst

Begrip	Omschrijving
Host	Fysieke machine waarop één of meerdere besturingsystemen draaien
SLA	Service Level Agreement is een overeenkomst van afspraken tussen twee partijen
VM	Virtuele Machine waarop een service draait.
O66	Oranjesingel 066, Nijmegen. Oude locatie Masc ICT.
O73	Oranjesingel 073, Nijmegen. Nieuwe locatie Masc ICT.
BIT	Hosting provider BIT te eden. Voorziet Masc ICT van datacenter in Ede.
Downtime	Periode waarin een systeem niet naar behoren functioneert.
Uptime	Periode waarin een systeem naar behoren functioneert.
DNS	Domain Name System is een systeem dat de vertaling maakt tussen domeinnaam en IP-adres .
SQL	Structured Query Language is een gestandaardiseerde taal die gebruikt wordt voor databases.
DMZ	Demilitarized Zone is een gedeelte van het netwerk wat toegankelijk is vanaf het Internet (de buitenwereld) .
Microsoft Terminal Services	Systeem wat gebruikt wordt voor thuiswerkers, waar gebruikers op in kunnen loggen en gebruik kunnen maken van alle services van het bedrijfsnetwerk.
I/O	Input/Output is communicatie tussen fysieke of virtuele systemen
Raid	Redundant Array of Independent Disks is een benaming van verschillende methodieken voor een opslagsysteem.
Drac	Dell remote access controller is een controller van Dell, waarmee fysieke servers beheerd (aan- en/of uitschakelen van systeem) kunnen worden
OS	Operating system is een Engelse benaming voor besturingssysteem voorbeelden hiervan zijn Windows server2008, Windows 7 of Linux Ubuntu.
Failover	Bij een fysieke storing wordt een systeem zonder downtime overgezet naar ander fysiek systeem.
Open source	Programmatuur die in productie en ontwikkeling vrije toegang geeft tot de bronmaterialen van het eindproduct.
Hypervisor	Virtualisatie laag die het mogelijk maakt meerdere besturingsystemen de draaien op één fysieke machine.
P2V	Physical to virtual, converteren van fysieke naar virtuele machine.
V2P	Virtual to physical, converteren van virtuele naar fysieke machine.
MKB	Midden klein bedrijf, organisaties met de omvang van maximaal 250 medewerkers.
GB	Gigabyte(1.000.000.000 bytes), Is een eenheid van informatie (opslag) wat gebruikt wordt door een besturingssysteem.
TB	Terabyte(1.000.000.000.000 bytes), Is een eenheid van informatie (opslag) wat gebruikt wordt door een besturingssysteem.
UTP	Unshielded twisted pair, traditionele netwerk kabel. Veel toegepast in huidige ICT infrastructuur.

15 Overzicht losse bijlagen

1. PID;
2. Afwijkingsrapport;
3. Huidige situatie;
4. Klanten categorieën;
5. Virtualisatie vormen;
6. Opslag architecturen;
7. Kwantificeren klanten behoeften;
8. Business case;
9. Pakketkeuze.