

An aerial photograph of a residential neighborhood, likely 'de Hazenkamp' in Nijmegen. The buildings are arranged in a grid pattern and are painted in various colors, including shades of pink, purple, blue, and green. The streets are visible as thin lines between the buildings. The overall scene is a dense urban environment.

Glazenkamp

**Een studie naar de mogelijkheden voor introductie van
glasvezel-tot-aan-het-huis in een bestaande woonwijk,
“de Hazenkamp” te Nijmegen.**

09-02-2004

Dit rapport is een uitgave van de initiatiefgroep ‘Glazenkamp’

Colofon :

Dit rapport is in elektronisch formaat te vinden op <http://www.glazenkamp.nl>

Contactgegevens:

Dr. J.A.M. Popma, voorzitter initiatiefgroep 'Glazenkamp'

Postadres UCI, Geert Groteplein 41 6525 GA Nijmegen

Tel. 024-3617999

Email j.popma@uci.kun.nl

Overname van deze tekst of onderdelen daarvan in andere publicaties is alleen toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van initiatiefgroep Glazenkamp.

Verantwoording	5
Leeswijzer.....	6
1. Waarom het Glazenkamp-project ?.....	7
1.1. Doel van het Glazenkamp-project	7
1.2. Aanleiding voor het project	7
1.3. Waarom een kleinschalig burger-initiatief ?.....	10
1.4. Projectresultaten	11
1.5. Het project Glazenkamp: fasering	12
2. Glasvezel tot het huis, de toekomst nabij?.....	13
2.1. De vraag naar bandbreedte stijgt exponentieel.....	13
2.2. Toepassingen in relatie tot bandbreedte	14
2.2.1. De eerste ervaringen	14
2.2.2. Van consument naar leverancier.....	15
2.2.3. Toepassingen in relatie tot bandbreedte	15
2.2.4. Mogelijke toepassingen en dienstverlening: een blik naar de toekomst	17
2.3. Onvermijdelijkheid van glasvezelinfrastructuur	19
2.4. Wat moet er over zo'n netwerk heen ?	20
3. Hoe zit een ffth-netwerk in elkaar?.....	22
3.1. Wide Area networks.....	22
3.2. Metropolitan Area Networks	22
3.3. Marktplaatsen	24
3.4. Aansluitnetten	25
3.5. Glasvezels, of passieve componenten	26
3.6. Actieve componenten	26
3.7. Beheer.....	28
3.8. Kostenopbouw van een ffth-netwerk	29
3.8.1. Kostenstructuur passieve infrastructuur	30
3.8.2. Kostenstructuur actieve Infrastructuur.....	31
3.8.3. Kostenstructuur beheer	31
4. En dan ... het Glazenkamp-project.....	32
4.1. De Wijk Hazenkamp	32
4.2. Potentiële breedbandtoepassingen in de wijk Hazenkamp.....	33
4.3. Marktonderzoek	35
4.4. Ontwerp voor het Glazenkamp-netwerk	38
4.4.1. Passieve infrastructuur: ontwerp voor de Hazenkamp.....	39
4.4.2. Actieve infrastructuur: de technologie-keuze	41
4.4.3. Upstream-connectiviteit	41
4.4.4. Beveiliging	41
4.4.5. Beheer	42
4.5. Financiële uitwerking Glazenkamp-ontwerp	42
4.5.1. Passieve infrastructuur in de wijk	42
4.5.2. Actieve componenten	43
4.5.3. Kosten van upstream-connectiviteit.....	44
4.5.4. Overzicht totale investeringen per fase	44
4.5.5. Maandelijksse kosten infrastructuur per aansluiting	45
4.6. Organisatorische en juridische aspecten.....	46

4.6.1.	De rechtsvorm	46
4.6.2.	Open of gesloten netwerk.....	47
4.6.3.	Grens tussen zelfwerkzaamheid en professionele uitvoering	48
4.6.4.	Het business model	49
4.7.	Risicoanalyse.....	49
5.	Conclusies	51
6.	Bijlagen.....	53

Verantwoording

Dit rapport beschrijft de resultaten van een studie naar de mogelijkheid om – op basis van lokaal initiatief – nieuwe, op glasvezel-tot-aan-het-huis gebaseerde infrastructuur te realiseren in een bestaande woonwijk. Het rapport is opgesteld onder verantwoordelijkheid van de initiatiefgroep ‘Glazenkamp’, bestaande uit een aantal ongeduldige bewoners van de wijk Hazenkamp te Nijmegen. Het ongeduld is het gevolg van de langdurige en ongewenste onduidelijkheid over de (planning voor de) vernieuwing van de huidige koperen ‘local loop’ en de beperkingen die dat met zich meebrengt

De studie waarop dit rapport gebaseerd is, vormt een onderdeel van het plan van diezelfde initiatiefgroep, dat voorziet in een gefaseerde aanleg van een glasvezelnetwerk in de wijk. Die fasering houdt in dat, na voltooiing van dit rapport, gestart zal worden met een technische testfase op kleine schaal. Daarin zal de toe te passen technologie, zoals beschreven in dit rapport, in de praktijk beproefd worden op bruikbaarheid, beheerbaarheid etc. De daarop volgende projectfase zal een pilotfase zijn, waarin organisatie, serviceprocessen en business case verder uitgewerkt zullen worden. Tenslotte zal een implementatiefase ingegaan worden, waarin het nieuwe netwerk uitgerold kan worden over de gehele wijk.

Het rapport is daarmee de opmaat voor het Glazenkamp-project. Dat project zal steun nodig hebben van belanghebbende partijen om van de grond te komen en vervolgens tot een goed einde gebracht te kunnen worden. Het project zal uiteindelijk alleen kans van slagen hebben als er in de wijk voldoende draagvlak ontstaat voor de nieuwe infrastructuur. Dit rapport is dan ook gericht op beide doelgroepen: belanghebbende partijen en potentiële afnemers.

De studie kon uitgevoerd worden dankzij financiële steun van Gemeente Nijmegen in het kader van de breedbandproeven¹ van het Ministerie van Economische zaken, waarin Gemeente Nijmegen participeert. In dit project is tevens gebruik gemaakt van inhoudelijke en faciliterende bijdragen van SURFnet bv, Arcadis Nederland bv en het Universitair Centrum voor Informatievoorziening (UCI) van de Katholieke Universiteit Nijmegen.

De studie is uitgevoerd door de initiatiefgroep in samenwerking met Drs. R.J. Boezeman, Drs. S. Roels en Drs. L. Santema van het UCI.

Wij hopen dat de studie zal bijdragen aan de totstandkoming van nieuwe breedband-infrastructuur in Nijmegen. Tevens hopen wij dat de inzichten die in deze studie en in de nog op te starten vervolgfases van dit project worden aangedragen en uitgewerkt ook anderen zullen stimuleren om initiatieven te ontplooien, die tot de noodzakelijke ontwikkeling van breedband-infrastructuur op grotere schaal zullen leiden.

Uiteraard zijn wij allen die door middel van financiële en inhoudelijke ondersteuning aan dit project hebben bijgedragen zeer erkentelijk.

Namens de initiatiefgroep ‘Glazenkamp’

Dr. J.A.M. Popma, voorzitter

¹ Zie voor meer informatie <http://www.breedbandproeven.nl/home/index.html>

Leeswijzer

In Hoofdstuk 1 wordt aangegeven waarom het Glazenkamp-project opgestart wordt, welke doelen er nagestreefd worden en waarom de initiatiefgroep Glazenkamp voor een kleinschalige, bottom-up aanpak kiest voor de verwezenlijking van nieuwe infrastructuur in de wijk Hazenkamp.

In hoofdstuk 2 wordt de verdere ontwikkeling van breedbandnetwerken in relatie tot applicaties verder uitgewerkt, op basis waarvan de conclusie getrokken wordt dat alleen een glasvezelnetwerk tot-aan-het-huis de voor toekomstige toepassingen benodigde kwaliteit en bandbreedte kan garanderen. Kortom, het antwoord op de hamvraag naar het waarom.

Ook het derde hoofdstuk dient ter voorbereiding op de uitwerking voor Glazenkamp. In dit hoofdstuk wordt uitgewerkt hoe een ffth-netwerk opgebouwd is, en wat er allemaal bij komt kijken om zo'n netwerk te exploiteren. Dit hoofdstuk moet daarmee een technisch referentiekader bieden voor het feitelijk ontwerp.

In hoofdstuk 4 komt dan eindelijk de Hazenkamp aan bod, en wordt achtereenvolgens de lokale situatie beschreven in termen van vraag (marktonderzoek), netwerkontwerp en kosten. Ook worden organisatorische en juridische keuzes onderbouwd.

Tenslotte worden in hoofdstuk 5 de conclusies van de studie nog op een rij gezet.

Behalve een begrippenlijst is in bijlage de te gebruiken technologie nader beschreven.

1. Waarom het Glazenkamp-project ?

1.1. Doel van het Glazenkamp-project

De initiatiefgroep 'Glazenkamp' wil voor de circa 2.300 huishoudens in de Nijmeegse woonwijk Hazenkamp een breedband-netwerkinfrastructuur realiseren in de vorm van glasvezel-tot-aan-het-huis. Die infrastructuur zal wat betreft twee eigenschappen fundamenteel verschillen van bestaande infrastructuren:

- er komt een grote bandbreedte beschikbaar voor de consument, waardoor een heel scala aan nieuwe toepassingen mogelijk gaat worden
- de infrastructuur zal volledig open staan voor alle aanbieders van diensten.

Naast oplevering van een tastbaar resultaat wil de initiatiefgroep met het Glazenkamp-project in de praktijk aantonen dat een kleinschalige aanpak kan leiden tot een breedbandige, betaalbare en kwalitatief hoogwaardige infrastructuur.

1.2. Aanleiding voor het project

Sinds de liberalisering van de telecommarkt in Nederland in 1998 is er een onstuimige ontwikkeling geweest in de aanleg van nieuwe telecom-infrastructuur, zowel internationaal als nationaal. De aanleg van nieuwe infrastructuur is in Nederland vooral geconcentreerd geweest op:

- de interlokale glasvezeltrajecten
- glasvezelverbindingen tussen steden en glasvezelringen binnen de steden
- voor de verbindingen van (grotere) bedrijven, instellingen en telecommunicatieknooppunten (wijkcentrales, antennemasten, datahotels e.d.).

In deze markt van 'trunkverbindingen' is een gezonde concurrentie ontstaan, die de laatste jaren nog verder is verbeterd door de introductie van 'doe-het-zelf' concepten, waarbij instellingen en bedrijven besluiten gezamenlijk, op basis van vraagbundeling en slim graven, zogenaamde customer owned glasvezelnetwerken aan te leggen voor eigen gebruik. Een voorbeeld daarvan is het TeleMANN-initiatief van non profit instellingen in de gemeente Nijmegen. Dit voorbeeld vindt ook elders navolging.

In schrille tegenstelling tot de ontwikkeling op het gebied van de trunkverbindingen staat het tempo van de verglazing van de zogenaamde 'local loop', het uiteinde van de infrastructuur: de verbinding tussen een wijkcentrale en de woning. Andere aanduidingen voor de 'local loop' zijn de 'first mile', de 'last mile' en het 'aansluitnet'.

Van oudsher is er sprake van een slechts zwak ontwikkelde concurrentie tussen de twee bestaande aansluitnetten, te weten de koperen infrastructuren van KPN en van de kabelmaatschappijen. Deze infrastructuren zijn ooit aangelegd voor specifieke diensten (telefonie respectievelijk televisiedistributie) en zijn zo goed en zo kwaad als dat ging geschikt gemaakt voor datacommunicatie.

Uit diverse praktijkstudies is gebleken dat door de huidige marktpartijen voor de aanleg van een concurrerend aansluitnet van glasvezel vooralsnog geen aantrekkelijke business case is te maken. Dit terwijl vernieuwing van de, vaak al decennia oude, bestaande infrastructuur geen financieel haalbare kaart is voor KPN en kabelmaatschappijen wanneer zij die vernieuwing door verglazing in onderlinge concurrentie moeten realiseren².

De impasse die hierdoor is ontstaan, kan uiteindelijk een ernstige bedreiging vormen voor de dienstverlening aan de burger omdat local loop-infrastructuur geleidelijk verouderen, niet worden vervangen, alleen met lapmiddelen geschikt gehouden worden voor de doelen die zij moeten dienen en binnen enkele jaren niet meer zullen kunnen voldoen aan de steeds hogere eisen waaraan voldaan moet worden om die doelen te bereiken, met alle kostenconsequenties van dien.

De huidige, verstikkende combinatie van exploitatie van aansluitnetwerk en aanbod van diensten – dat de huidige smal- en mediabandmarkt in hoge mate karakteriseert – belemmert de ontwikkeling van nieuwe diensten en daarmee de ontwikkeling van consumentengevoel voor breedbanddiensten. Het monopolie is een sterk remmende factor bij uitstek en het kan maar in zeer beperkte mate door instanties als OPTA doorbroken worden. Waar de consument uiteindelijk een groot belang bij heeft, is een vrije markt van diensten waarin hij/zij maximale keuzevrijheid heeft. Zo'n vrije markt zal leiden tot een gedifferentieerd en dynamisch aanbod aan nieuwe breedbanddiensten. Die markt komt tot stand als het aansluitnet open wordt en tegen gelijke condities toegankelijk wordt voor alle dienstenaanbieders. Om deze open situatie te realiseren en te borgen, moet de burger en/of de overheid namens haar burgers een controlerende rol krijgen.

De overheden stellen zich passief op volgens het motto dat de telecom-markt haar werk moet doen. Dat zou mogelijk ook nog het gewenste resultaat op hebben kunnen leveren als KPN haar Deltaplan Glas tot ontwikkeling had kunnen brengen. Bedoeld plan is namelijk gericht op een open, voor ieder toegankelijk aansluitnet. KPN krijgt echter geen bijval van de kabelmaatschappijen. Deze maatschappijen stellen zich op het standpunt dat hun infrastructuur al verglaasd zijn tot op 300 meter van de huizen, maar bovendien dragen zij hun geloof in concurrentie op het aansluitnet uit. Men vergeet daarbij te melden dat die concurrentie voor een individuele burger beperkt is tot slechts twee marktpartijen – feitelijk beiden monopolisten - en daardoor zwak is ontwikkeld, dat bij geleidelijke verglazing van de laatste 300 meter toch alle stoepen open moeten en voorts dat het voor de burger een weinig aantrekkelijk perspectief is geheel afhankelijk te moeten blijven van de marktpartijen in het bestaande 'duopolie'.

Het ziet er dus naar uit dat het voorlopig toch nog aankomt op de burger. Op grond van die veronderstelling beoogt een bewonersinitiatief van de vooroorlogse woonwijk Hazenkamp in Nijmegen om voor ca. 2.300 huishoudens stapsgewijs een hoogwaardige en breedbandige ICT-infrastructuur te ontwikkelen, waarbij elk huishouden voorzien kan worden van glasvezel tot het huis: het Glazenkamp-project. Zo kunnen deze huishoudens verlost worden van hun afhankelijkheid van de huidige combinatie van marktfalen en een passieve overheid.

De initiatiefgroep 'Glazenkamp', die het project initieert, is er van overtuigd dat het een kwestie van tijd zal zijn voordat Nederland op termijn geheel voorzien zal zijn van een fijnmazige ICT-

² Als gevolg hiervan heeft KPN dan ook het Deltaplan Glas gelanceerd, dat uitgaat van samenwerking met de kabelmaatschappijen om te komen tot een dekkende fttf-infrastructuur in Nederland.

infrastructuur met glasvezel tot aan het huis - fiber to the home (ftth), of ook wel fiber from the home (ffth) - en die overtuiging is onder andere gebaseerd op het rapport van de breed samengestelde Expertgroep Breedband³.

Het is voor de initiatiefgroep dus niet zozeer de vraag of die nieuwe glasvezelinfrastructuur vanaf het huis er komt, maar wel wanneer dat het geval zal zijn. Het tempo van deze onvermijdelijke ontwikkeling zal bepaald worden meerdere factoren, te weten:

- door de ontwikkeling van het internet en de toepassing van de daarover beschikbaar komende diensten
- de nog resterende potentie van de bestaande 'mediumband' infrastructuur (kabel, ADSL, WiFi, satelliet)
- de integratiemogelijkheden van tot nu toe gescheiden infrastructuur (telefonie, TV)
- het economisch tij en tenslotte
- door de technische, organisatorische en commerciële haalbaarheid van een geheel nieuwe glasvezel-tot-de-woningen-infrastructuur.
- de mogelijkheid om bestaande diensten op termijn tegen lagere kosten te kunnen bieden.

Zowel door marktpartijen in de telecomsector als door lokale, provinciale en nationale overheden wordt volop gediscussieerd hoe de nieuwe infrastructuur tot stand kan komen. De posities die daarbij worden ingenomen, kennen twee uitersten:

- Aan het ene uiterste staat het hiervoor al geduide, huidige overheidsstandpunt dat uitsluitend de markt zijn werk zal (moeten) doen en verschillende infrastructuren met elkaar zullen concurreren. De rol van de overheid blijft beperkt tot regelgever en de rol van de burger is die van de consument. Met de keuze van de leverancier van de infrastructuur kiest de consument ook de leverancier van de diensten. Dit is ook de insteek van de meeste kabelbedrijven.
- Aan het andere uiterste wordt het standpunt gehuldigd dat een nieuwe glasvezelinfrastructuur tot in de woningen een nutsfunctie is, die geheel onder verantwoordelijkheid van de overheid dient te vallen. Concurrentie vindt dan plaats tussen de leveranciers van diensten die over de infrastructuur worden geleverd en dus niet tussen (de leveranciers van) infrastructuur. De burger controleert de overheid via het democratisch proces en heeft als consument een vrije keuze in de leveranciers van zijn diensten. Dit is de positie van enkele grote gemeenten in Nederland en van diverse onafhankelijke deskundigen.

Tussen deze uitersten is een scala van tussenposities te onderkennen. Op tal van plaatsen vinden studies plaats (bijvoorbeeld in het kader van de Breedbandproeven⁴) naar de mogelijkheid van publiek-private samenwerking, waarbij de lokale overheid een regierol op zich neemt en bijdraagt in de financiering.

Centraal in al deze plannen en studies staat doorgaans de veronderstelling dat alleen een grootschalige aanpak - tenminste op het niveau van een middelgrote gemeente, maar liefst groter - een toekomstvast resultaat kan opleveren.

³ Zie <http://www.expertgroepbreedband.nl/>

⁴ Zie <http://www.breedbandproeven.nl>

De gebruikte argumentatie voor de eis van grootschaligheid is tweeledig:

- het wordt nodig geacht om voldoende massa voor een business case te krijgen en
- de kabelhistorie heeft geleerd dat kleinschaligheid kan leiden tot gebrek aan standaardisatie en versnippering.

1.3. Waarom een kleinschalig burger-initiatief ?

De initiatiefgroep is van oordeel dat de argumentatie voor grootschaligheid geen hout meer snijdt. De initiatiefnemers van het GlazenKamp-project hebben zich tot dat oordeel laten inspireren door twee succesvolle en toekomstgerichte projecten die in Nijmegen in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd:

- Het eerste project is het TeleMANN-project dat in Nijmegen een verzameling van zogenaamde dark fiber-netwerken heeft opgeleverd, waarvan er al een aantal in gebruik zijn genomen voor afzonderlijke stadsbrede netwerken van:
 - locaties van onderwijsinstellingen;
 - gemeentelijke gebouwen;
 - studentenflats.

De basis-glasvezelinfrastructuur is door de deelnemers in het initiatief voor eigen rekening gerealiseerd. TeleMANN is voor de deelnemers van meet af aan een kosteneffectief initiatief gebleken, dat inmiddels navolging heeft gevonden in steden als Arnhem, Leeuwarden en Tilburg. Inmiddels zijn er in een groot aantal gemeenten plannen om volgens dezelfde lijnen te werk te gaan. Belangrijk daarbij is steeds gebleken dat de standaardisatie die de facto door het internet is afgedwongen (door universele toepassing van het zgn. internet Protocol) het risico van versnippering en de dreiging van een gebrek aan standaardisatie die eerder verbonden leken aan een kleinschalige aanpak heeft weggenomen.

- Het tweede project is aan TeleMANN gerelateerd en betreft de ontsluiting van de panden van de Stichting Studentenhuisvesting Nijmegen (SSHN). In dit project zijn circa 4.000 studentenkamers verspreid over 17 panden in de stad Nijmegen van nieuwe infrastructuur voorzien, gebaseerd op glasvezel naar de studentenflats. Over dat netwerk wordt nu al een internetdienst geboden met een capaciteit van 10 Mb/s voor elke student (dat is ongeveer 10 maal beter dan ADSL, kabel of WiFi, en hogere snelheden zijn nu al praktisch gezien mogelijk). De integrale kosten van dat netwerk bedragen slechts €22,- per student per maand, inclusief BTW.

Het GlazenKamp-project beschikt over goede toegang tot de kennis en ervaring die in de eerder genoemde projecten TeleMANN en Ontsluiting SSHN-locaties zijn opgedaan.

Toekomstvast infrastructuur aanleggen kan dus nu al op kleinschalige basis. Daarbij kan bovendien geconstateerd worden dat de grote marktpartijen die nu mediumband-infrastructuur (zoals kabel en ADSL) en de daarop aangeboden diensten leveren, geen van allen belangen

hebben die grootschalige investeringen rechtvaardigen. Integendeel : hoe langer de bestaande business cases opgerek kan worden, hoe beter de betreffende leveranciers dat vinden. Een dergelijke opstelling moge in het belang zijn van de betreffende marktpartij, zij werkt daarentegen remmend ten aanzien van de ontwikkeling van nieuwe infrastructuur en is dus niet in het belang van de burger.

Het bewonersinitiatief van het Glazenkamp-project stelt dat grootschaligheid geen conditio sine qua non meer is. Die stelling wil het bewonersinitiatief in de praktijk bewijzen door met een kleinschalige aanpak een snelle, betaalbare en kwalitatief hoogwaardige infrastructuur tot stand te brengen. In de uitrolscenario's van telecom operators komen kleine steden en dorpen in landelijke gebieden – zoals gebruikelijk wanneer het om telecommunicatie-infrastructuur gaat - stevast achteraan wat betreft de planning. Het voorbeeld van het Glazenkamp-project kan derhalve ook grote betekenis hebben voor deze gebieden.

1.4. Projectresultaten

Het Glazenkamp-project is een fiber-from-the-home (ffth) initiatief in de wijk Hazenkamp. De beoogde resultaten van dit project zijn als volgt gedefinieerd:

1. Realisatie van een hoogwaardig en snel netwerk op basis van glasvezel op een lokale schaal in een bestaande woonwijk. Als het project succesvol is, betekent dit dat nieuwe infrastructuur ook op relatief kleinschalige wijze, bottom-up tot stand gebracht kan worden
2. Vrij verkeer van diensten over die infrastructuur, zodat er open concurrentie tussen aanbieders van diensten ontstaat en maximale keuzevrijheid voor afname van diensten bij de consument komt te liggen.

De initiatiefgroep 'Glazenkamp' zou het ook als een belangrijk afgeleid resultaat zien als daarmee initiatieven van wijkbewoners in andere grotere steden gestimuleerd worden, en zeker ook die van burgers, lokale overheden en andere groepen/organisaties in kleinere steden en dorpen in landelijke gebieden. Het besef moet ontstaan dat belanghebbenden zelf het initiatief kunnen nemen om nieuwe infrastructuur tot stand te doen komen zodra daar behoefte aan is, en niet te hoeven wachten tot een marktpartij er klaar voor is.

De constructie van een goed business model is ook een beoogd resultaat. Het servicemodel dat bij ffth gangbaar is, wordt voor het Glazenkamp-project ook gehanteerd. Daarmee gelden de volgende uitgangspunten:

- de bewoners worden collectief eigenaar (via een door hen te controleren rechtspersoon) van het passieve deel van het aansluitnet
- de rechtspersoon contracteert een marktpartij die het actieve deel in opdracht verzorgt
- de rechtspersoon draagt ook zorg voor de verbinding tussen de wijk en een stedelijke 'marktplaats' vanwaar dienstenaanbieders zoals internet service providers (ISP's) hun diensten aan de bewoners aan kunnen bieden
- ieder huishouden is geheel vrij in het kiezen van dienstenaanbieders

- Iedere dienstenaanbieder heeft vrijelijk toegang tot de infrastructuur om via die infrastructuur diensten aan te bieden

Op basis van dit servicemodel zijn diverse businessmodellen te construeren.

Als het project succesvol is, betekent dit dat nieuwe infrastructuur ook op relatief kleinschalige wijze, bottom-up tot stand gebracht kan worden. Resultaten van het project zijn niet alleen de nieuwe infrastructuur zelf, of inzicht in de business case en in de juridische en organisatorische invulling daarvan, maar vooral de kennis en ervaring die noodzakelijk zijn om de onvermijdelijke overgang naar deze nieuwe infrastructuur ook op lokale en regionale schaal te kunnen entameren.

De resultaten van GlazenKamp zullen ook, vooral als gevolg van een heel scala aan nieuwe mogelijkheden, substantieel bijdragen aan de integratie c.q. de proliferatie van ICT in vele aspecten van de samenleving. Door de beschikbaarheid van deze breedband-infrastructuur wordt de mogelijkheid geboden om nieuwe (al dan niet commerciële) diensten aan de bewoners aan te bieden. De vele toepassingsmogelijkheden van breedband infrastructuur gebaseerd op het internet zijn overtuigend gedocumenteerd door organisaties als BTG⁵, Nederland Kennisland⁶ en EPN⁷. Deze worden daarom in dit rapport niet uitgebreid belicht. Centraal staat hier de vraag hoe de burger bevrijd kan worden van zijn afhankelijkheid van (uitblijvende) investeringsplannen van marktpartijen en (eveneens uitblijvende) initiatieven en acties van overheden.

1.5. Het project GlazenKamp: fasering

Het project kent vijf fases, waarvan de tweede (de studiefase) geleid heeft tot dit rapport.

De derde fase is een technische fase, waarin enkele tientallen woningen zijn betrokken en die gefinancierd zal worden door belanghebbende partijen en participanten in het onderzoek.

De vierde fase is de pilotfase, waarin een uitrol van glasvezel tot maximaal 400 woningen wordt voorzien. In deze fase zal met name het organisatorisch en juridisch kader verder ontwikkeld worden, en zal ook het beheermodel verder ontwikkeld moeten worden. Op basis van deze resultaten zal de business case afgerond worden.

De vijfde en laatste fase (implementatiefase) is de uitrol naar alle woningen in de wijk. Bij de start van deze fase moet de schaal zijn bereikt waarop de aanleg en exploitatie van de infrastructuur geheel op basis van kostendekkende exploitatie moet kunnen plaatsvinden.

Elke fase wordt als een op zichzelf staand deelproject in uitvoering genomen, zodra de daarvoor benodigde randvoorwaarden (financiering, ondersteuning, draagvlak etc.) ingevuld zijn.

⁵ Zie het BTG-rapport "telecommunicatieinfrastructuur, de missing link". <http://www.surfnet.nl/publicaties/missing-link.pdf>

⁶ Zie: <http://www.kennisland.nl/Kennisland/Projecten/Breedbanddiensten/index.html>

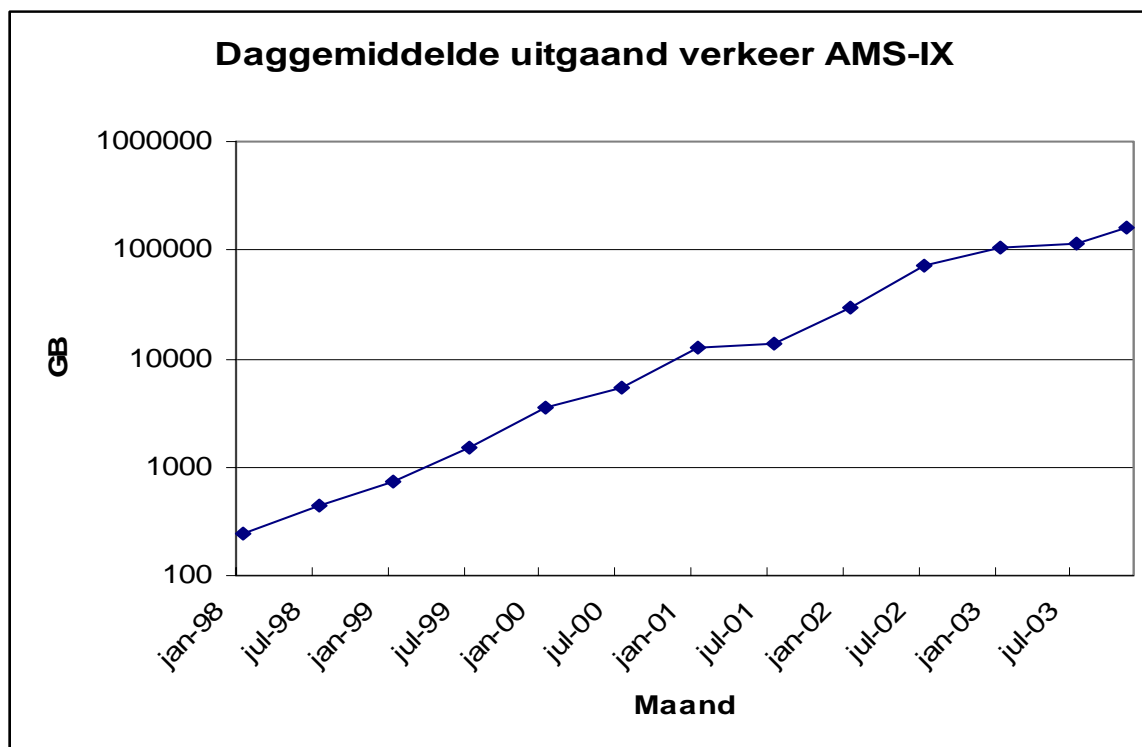
⁷ Zie: <http://www.epn.net/templates/main.asp>

2. Glasvezel tot het huis, de toekomst nabij?

In dit hoofdstuk wordt een breder kader van ontwikkelingen naar een nabije toekomst geschetst waarbinnen het Glazenkamp-project gezien moet worden.

2.1. De vraag naar bandbreedte stijgt exponentieel

Tegelijk met de groei van het aanbod aan bandbreedte neemt de vraag ernaar toe. Niet alleen de praktijk heeft dat in de afgelopen tien jaren aangetoond, ook onderzoek laat dit zien. De verkeersstroom aan internetverkeer die door de Amsterdam Internet Exchange afgehandeld wordt, vertoont een exponentiële groei over de afgelopen 5 jaren (zie figuur 1).



Figuur 1 : Ontwikkeling internet verkeer AMS-IX januari 1998- november 2003 [bron: AMS-IX]

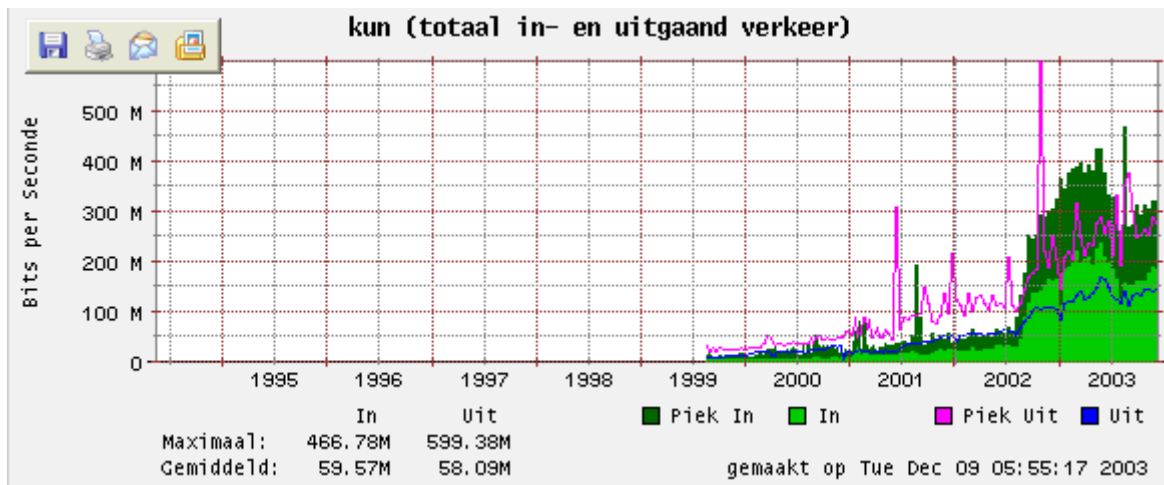
Toch blijkt in Tokio de internet exchange de laatste twee jaar een veel sterkere verkeersgroei te kennen dan de AMS-IX. De verklaring daarvoor ligt in de veel voortvarender wijze waarop de Japanse overheid (maar ook die van Zuid Korea) omgaat met vernieuwingen in het aansluitnet.

In Nederland gebruiken naar schatting al 1,2 miljoen mensen medium- of breedbandverbindingen. KPN heeft recent aangegeven in 2004 de dekking van ADSL landelijk te zullen verhogen van 87% naar 97%, en de groei in het aantal aansluitingen blijkt hoger dan eerder geprognosticeerd.

2.2. Toepassingen in relatie tot bandbreedte

2.2.1. De eerste ervaringen

Uit ervaring in de studentenwereld, waar al geruime tijd studentencomplexen worden aangesloten op breedbandige netwerken⁸, blijkt dat de beschikbaarheid van het netwerk het gebruik van en de vraag naar toepassingen enorm doet toenemen. Het voorbeeld in figuur 2 is illustratief voor ontwikkelingen die zich in Nijmegen en andere universiteitssteden hebben voorgedaan in het recente verleden.



Figuur 2 Effect van ontsluiting van studentenwooncomplexen met een breedbandnetwerk in augustus 2002 op het totale netwerkverkeer van de K.U. Nijmegen. [Bron : SURFnet bv]

Historisch gezien blijken de ontwikkelingen in de universitaire gemeenschap vaak een voorbode van hetgeen zich later elders in de maatschappij ontwikkelt. Het internet zelf en open source software zijn hiervan voorbeelden.

Ook blijkt uit de ervaringen in de studentenwereld dat het gebruik van de breedbandige netwerkvoorziening zich nestelt in het dagelijkse leven en dat de voorziening voor allerlei doelen wordt ingezet. Zodra eindgebruikers gewend zijn geraakt aan de netwerkfaciliteit en de mogelijkheden, zullen experimenten ontstaan met nieuwe producten en toepassingen.

Een voorbeeld hiervan is telefonie via het internet: de eindgebruikers zullen door aanzienlijk lagere kosten voor de (telefoon) verbinding gedreven raken te experimenteren met gebruikersvriendelijke toepassingen op dat gebied:

- Op de eerste plaats zullen zij experimenteren op hun bestaande computer en op termijn gewend raken aan speciale software of apparatuur die de volledige functionaliteit van een telefoon via het computernetwerk beschikbaar maakt. In het geval van telefonie gaat het dan om een zogenaamde IP-telefoon.

⁸ Bron: Gigaport: http://www.gigaport.nl/netwerk/access/ne_fttd.html

- Pas dan is de tijd rijp om dienstverlening rondom deze toepassingen (professioneel) uit te rollen. Onervaren eindgebruikers zullen immers de nieuwe voorziening vergelijken met de bestaande diensten van bijvoorbeeld de kabelmaatschappijen en de telefonieleveranciers en dat levert geen drive naar uitrol.

2.2.2. Van consument naar leverancier

Mede door het beschikbaar komen van de breedbandige internettoegang zullen gebruikers (vanuit huis) zelf informatie gaan aanbieden. Het merendeel van de gebruikers zal eigen bestanden (*filesharing*) of wellicht zelfs apparaten, zoals een videocamera of printer, delen via de computer met zowel bekenden als onbekenden. Deze manier van informatie-uitwisseling wordt ook wel *peer-to-peer networking* genoemd.

Bekende voorbeelden van programma's die bestandsuitwisseling op eenvoudige en gebruikersvriendelijke wijze mogelijk maken via een *peer-to-peer* zijn *Napster* en *KaZaA*. Recent is ook speciale *peer-to-peer* videostreaming toepassing op de markt gekomen (*VideoLAN*), waardoor het verzenden van DVD's, zelfgemaakte video's of DivX-films tussen een of meerdere gebruikers op eenvoudige wijze mogelijk wordt. Ook het spelen van computerspellen gebeurt doorgaans op basis van *peer-to-peer networking*.

De ad hoc *peer-to-peer* toepassingen zullen een belangrijke rol spelen bij het gebruik van het netwerk, immers de mogelijkheid om aan de andere kant van de straat thuis in de eigen kinderkamer (babysit) te kijken of de eigen digitale videofilms te bekijken zijn interessant en direct toepasbaar voor iedereen. Dit vereist echter ook eenvoudige, begrijpbare software die deze mogelijkheden op een veilige manier ontsluit en die software is in toenemende mate beschikbaar.

2.2.3. Toepassingen in relatie tot bandbreedte

In een onderzoek dat onder meer in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken werd uitgevoerd en mei 2003 werd gepubliceerd (bron: www.breedbandgebruiker.nl), valt onder meer te lezen dat "internetgebruik toeneemt zodra breedband zijn intrede doet"⁹. Dat geldt zowel voor de tijd die gebruikers online zijn als voor de toepassingen die ze gebruiken.

Met name het downloaden en bekijken/beluisteren van audio- en videomateriaal wordt door medium- en breedbandgebruikers vaker gedaan dan door smalband-internetgebruikers, een overigens snel slinkende gebruikersgroep. In het verlengde daarvan is digitale randapparatuur (MP3-spelers, camera's, spelcomputers) ook populairder onder de internetgebruikers die over meer bandbreedte beschikken.

Gemak, sociaal contact en vermaak zijn de drie belangrijkste redenen om over te stappen naar breedband. Ook speelt mee dat smalband-internetgebruikers de uitgaven aan communicatie denken te verminderen. Dit blijkt ook daadwerkelijk het geval te zijn, aldus de onderzoekers. Een ander belangrijk onderzoeksgegeven (bron: Sociaal Cultureel Planbureau)¹⁰ is dat breedbandgebruikers zelf aangeven dat hun internetgebruik verandert naarmate ze meer

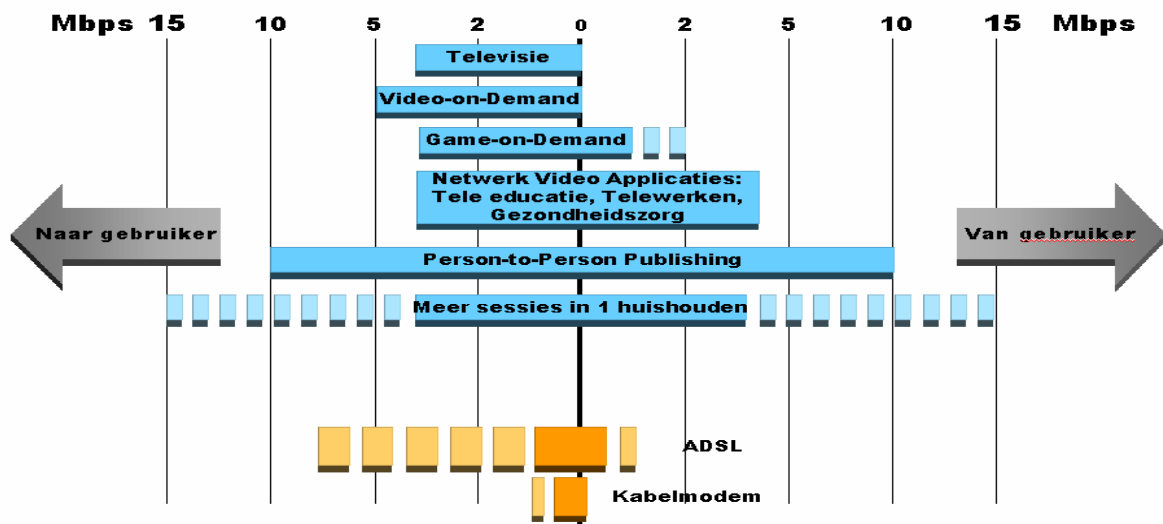
⁹ In deze context is de term breedband ook van toepassing op ADSL en Kabel.

¹⁰ Zie www.scp.nl voor meer gegevens over dit onderwerp.

bandbreedte krijgen. De infrastructuur beïnvloedt kennelijk de wensen, de verwachtingen en het gedrag van internetgebruikers. Zo blijken medium- en breedbandgebruikers ook veel actiever als het gaat om bijvoorbeeld online gaming, communities, en gerichte informatievergaring. De grotere transmissiesnelheid maakt een divers gebruik van het internet mogelijk. Hoewel de motivatie om voor mediumband te kiezen in eerste instantie meestal “veel en snel online zijn tegen vaste maandlasten” is, komt daar in de loop van de tijd het gebruik van geavanceerde applicaties als sterk motiverende factor bij.

De vraag naar meer bandbreedte neemt snel toe. Onderzoek toont aan dat de toegenomen bandbreedte het internetgebruik in Nederland verandert: mensen zijn langer online en maken gebruik van toepassingen die deze bandbreedte vereisen. In de laatste jaren groeide de behoefte aan snelheid (en dus aan bandbreedte) in de landelijke en wereldomspannende netwerken ('backbones') als gevolg van de toename van het aantal gebruikers dat gelijktijdig met een relatief breedbandige verbinding communiceert via toegangsnetwerken op basis van kabelmodem- en ADSL-technologie. Vanwege deze behoefte is flink geïnvesteerd in de trunknetwerken en is ondertussen in potentie redelijk voorzien in de behoefte.

Echter, de bottleneck in de bandbreedte is op dit moment de capaciteit van het netwerk in de laatste kilometers, van de gebruiker tot aan de 'backbone', in de 'local loop'. De bandbreedte die in die local loop beschikbaar is, is meestal niet voldoende. Figuur 3 illustreert welke bandbreedte benodigd is voor bepaalde toepassingen. Hier is duidelijk te zien, dat alleen glasvezel een toekomstvaste oplossing biedt voor breedband-toepassingen.



Figuur 3 Relatie tussen bandbreedte en toepassingen [bron: Bredband Benelux]

In het beeld over de ontwikkeling van de vraag moet overigens nog verdisconteerd worden dat nieuwe toepassingen veelal minder internet-toepassingen in de traditionele betekenis zullen zijn, maar in veel gevallen toepassingen die alleen lokaal – binnen de context van de stad, wijk of buurt– betekenis hebben, hetgeen de vraag naar lokale bandbreedte alleen maar verder zal doen

toenemen. In dat geval fungeert het wijk-netwerk *de facto* meer als LAN dan als internetvoorziening

2.2.4. Mogelijke toepassingen en dienstverlening: een blik naar de toekomst

Zoals hiervoor al opgemerkt, worden de drijfveren voor breedbandnetwerken regelmatig verkend. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek "De eerste mijl actief"¹¹. In dit onderzoek wordt gepleit om eerst maar eens een snelle en stabiele toegang tot het internet tot stand te brengen. Dit laat natuurlijk onverlet het belang van een visie op toepassingen en dienstverlening gericht op eindgebruikers en (toekomstige) dienstverleners.

Uitgangspunt van zo'n visie kan thans niet anders zijn dan dat het IP-protocol als basis geldt voor de toepassingen en aanvullende dienstverlening. Toekomstige (IP-gebaseerde) diensten zullen zich ook in nieuwe richtingen ontwikkelen :

- meer differentiatie in kwaliteit van verbindingen
- beheer en beveiliging van thuisnetwerken
- zorg op afstand
- veiligheid van de publieke ruimte

Een grote groep aan gespecialiseerde bedrijven (al dan niet thans reeds bestaande) en onderdelen van de overheid zullen ruimte zien voor hun product of dienstverlening.

Tabel 1 geeft een overzicht van een aantal ontwikkelingsrichtingen voor toepassingen die mogelijk worden met daarbij belangrijke technologische componenten.

Het onderscheid tussen bovenstaande toepassingen is onder andere gelegen in de eisen aan het netwerk. Bijvoorbeeld real time videotoe toepassingen vereisen naast veel bandbreedte ook geringe vertragingen in het netwerk. Daarbij wil een eindgebruiker zekerheid hebben dat de videostream voor een betaalde videofilm (Video-on-Demand), ook met zekerheid volledig ongestoord door het netwerk wordt getransporteerd en wordt afgeleverd (Quality of Service), met voldoende beveiliging.

De kwaliteit en beschikbaarheid van de dienst moeten dus instelbaar zijn. Deze kwaliteit kan zich laten vertalen door de beschikbaarheid van grote bandbreedte en/of kleinere vertragingen van de informatiestroom. Het zal duidelijk zijn dat wanneer veel gebruikers hoge eisen aan het netwerk stellen, de totale vereisten aan het netwerk sterk toenemen door de aggregatie van het verkeer op centrale punten en op bepaalde momenten. Daarmee nemen de eisen aan de actieve componenten toe (meer bandbreedte, snellere afhandeling etc) en deze componenten zijn per definitie duur. Hoge vereisten aan het netwerk vertalen zich dus naar een duurdere oplossing van het actieve netwerk en daarmee naar hogere aansluitkosten per woning.

¹¹ rapportage "De eerste mijl actief" (<http://www.informatieweb.nl/glasasd/glasvrg6.doc>)

Tabel 1 Toepassingen
technologische componenten ▼
toepassingen ▼

	Beeld-over-IP	Geluid-over-IP	Beveiliging & authenticatie	Low-latency	Quality of Service	smal (S) / breed-bandig (B)
Onderwijs						
- college op afstand	x	x				b
- delayed college	x	x				b
- bijscholing / interactieve lesprogramma's en cursussen	x	x	x			s/b
Zorg						
- medische dossiers op afstand	x		x		x	s/b
- röntgenfoto's overall	x		x		x	b
- patiëntbewaking/monitoring	x	x	x	x	x	b
- ouderenhulp:						
- bewegingssensoren			x	x	x	s
- intercomsystemen		x	x	x		b
- koelkastmonitoring			x			s
- virtueel spreekuur	x	x	x	x		b
- buurt gezondheidsdienst (regionale knooppunten)			x			b
- video babysit	x		x	x	x	b
Informatie/cultuur						
- lokale televisie	x				x	b
- lokale video (clubs/verenigingen/evenementen)	x				x	b
- lokale radio (kerkradio, verslag van evenementen)		x			x	s/b
- locale kranten						s
- buurtweb						s
Werken						
- beoordelen van werkzaamheden						
- web- documenten camera	x		x		x	b
- documenten delen			x		x	s/b
- videoconferencing	x			x	x	b
- telewerken			x	x	x	s/b
Overheid						
- online stemmen			x			s
- e-loket						s
- koppeling netwerken overheidsgebouwen			x	x	x	b
- cameratoezicht openbare ruimten (bv speeltuinen en scholen)	x		x	x	x	b
- digitale bibliotheek						s
Business						
- online shopping			x			s
- online dienstverlening/afsluiten			x			s
- online beleggen			x	x	x	s
Amusement						
- delay TV		x		x	x	b
- gaming				x	x	s/b
- video-ondemand/bioscoop/scheduled video	x		x		x	b
- films en muziek downloaden						s/b
- collaboratief muziek maken		x		x	x	b

Bij het dimensioneren van de transportcapaciteit van het netwerk wordt gewerkt met het aantal gebruikers dat tegelijk de internetverbinding gebruikt (contentiefactor). Richtgetal voor deze “gelijktijdigheid van gebruik” is 10%, ofwel 1 op de 10 gebruikers moet gelijktijdig en maximaal gebruik kunnen maken van de internetverbinding. Hoe goed en groot een netwerk ook gedimensioneerd is, er blijft altijd een beperking van deze bandbreedte. In de praktijk van SURFnet is gebleken dat over een 10 Mb/s verbinding met voldoende capaciteit in de backbone videobeelden van TV-kwaliteit via het internet getransporteerd kunnen worden. Bij meerdere gelijktijdige gebruikers en hogere eisen dan standaard TV-kwaliteit (bijvoorbeeld HDTV) komen aansluitingen van 100 Mb/s in beeld (zoals veelvuldig toegepast in studentenkamers).

Dit gegeven (feitelijk de voorlopig aanhoudende “schaarste” aan bandbreedte) schept ruimte voor een differentiëring van abonnementen op het ffth-netwerk. Anderzijds vereist een intensiever gebruik van het netwerk een (aanzienlijk) grotere dimensionering van het actieve deel van het netwerk, waarmee de investeringen toenemen. Een van de manieren om deze kosten te verhalen op de eindgebruiker is door deze in abonnementsvormen uit te drukken. Om bovengenoemde variaties op een deugdelijke manier te kunnen leveren kan de operator van het aansluitnet verschillende profielen voor aansluitpakketten aanbieden met daaraan gekoppeld een ander abonnement dat met een flat fee wordt toegerekend.

Naast het gebruik van de bandbreedte in het aansluitnet zal de gebruiker uiteraard een Internet Service Provider moeten kiezen die de capaciteit in het aansluitnet benut om externe connectiviteit te verzorgen.

Waar de totale hoeveelheid internetverkeer jaarlijks sterk toeneemt (zie figuur 1) nemen de kosten voor het transporteren van de informatiestroom (door derde partijen) af: De groei van het verkeersvolume heeft gezorgd voor aanzienlijke investeringen in ‘backbones’ die veel informatie kunnen transporteren. Kortom, er is in totaal meer bandbreedte beschikbaar gekomen waardoor de prijs per megabyte daalt. Wanneer deze trend zich blijft voortzetten zal de differentiëring van abonnementen naar snelheid of totaal verbruikt verkeersvolume op de langere termijn minder relevant zijn of verdwijnen. Met de komst van glasvezel tot aan het huis zal ruime bandbreedte gemeengoed worden.

2.3. Onvermijdelijkheid van glasvezelinfrastructuur

Uit het voorgaande mag blijken dat voor nieuwe toepassingen echte breedband (>10Mb symmetrisch) noodzakelijk is. De bestaande infrastructuren kunnen deze – vaak nog impliciete - vraag niet aan. Kabel en ADSL hebben beiden een schalingsprobleem:

- ADSL omdat de maximale bandbreedte begrensd is (enkele tientallen Mb/s) en afhankelijk is van de afstand tot de centrale en omdat slechts een gedeelte van de koperdraden in een bundel voor ADSL gebruikt kan worden in verband met overspraakeffecten.
- De kabel heeft een vergelijkbaar probleem. Het is en blijft een gedeeld medium, en kent beperkingen ten opzichte van breedband-snelheden. Die beperkingen oplossen vraagt om een

kostbare, steeds diepere verglazing van het kabelnetwerk zonder dat de vruchten kunnen worden geplukt die een volledige verglazing wel met zich meebrengt.

ADSL en kabel vormen een belangrijke, noodzakelijke en voorlopig nog onmisbare tussenstap op weg naar nieuwe breedband-infrastructuur. Bij de huidige ontwikkeling van de betreffende business cases zal deze tussenstap vraag aanjagen en ook de ontwikkeling van meer breedbandige applicaties stimuleren. De vraag is dan niet zozeer of die nieuwe infrastructuur er moet komen, maar eerder wanneer dat het geval zal zijn.

2.4. Wat moet er over zo'n netwerk heen ?

Het Deltaplan Glas van KPN is geïnspireerd door de constatering dat voor de aanleg van een nieuw aansluitnet gebaseerd op glasvezel alleen een business case is rond te krijgen als daarmee zowel internet als televisiedistributie en telefonie wordt geboden en er geen concurrerende aansluitnetten zijn (concurrentie op diensten en niet op infrastructuur). Andere studies geven aan dat een dergelijke business case wel haalbaar is in een competitieve omgeving onder voorwaarde dat naast internet tenminste ook tv-distributie en liefst ook telefonie wordt geboden.

De ontwikkelingen gaan geleidelijk in de richting dat ook spraak en tv-distributie gewoon via het internet plaats gaat vinden maar die ontwikkeling heeft in ieder geval voor tv-distributie nog niet zijn beslag gekregen. In het productaanbod van leveranciers van actieve apparatuur wordt daarom steeds vaker voorzien in de mogelijkheid tv-signalen over de glasvezel te transporteren naast het internet. De ervaringen met de studentenhuizen hebben geleerd dat alleen internet naast de bestaande aansluitnetten voor telefonie en tv een haalbare en betaalbare zaak is als er gedwongen winkelnering is maar voor een woonwijk is dat geen optie. In deze studie wordt desondanks voorshands uitgegaan van levering van alleen internet. Dit om de volgende redenen:

- indien tv over internet te lang op zich laat wachten, is het nog steeds mogelijk separaat tv-distributie over het glas te realiseren
- de maandelijkse kosten zijn vooral afhankelijk van de investeringen in de actieve laag (zoals verder in deze studie blijkt) en de prijs/prestatieverhouding is daarin sterk in beweging, zodat een haalbare business case steeds dichterbij komt
- het aantal potentiële aanhakers zal groeien naarmate er een grotere spanning ontstaat tussen de bandbreedte-eisen van de bewoners en de technische en commerciële (on)mogelijkheden van de bestaande infrastructuren.

Met andere woorden: de tijd werkt in het voordeel van het Glazenkamp-project en tegen de tijd van een volledige roll-out zal vastgesteld moeten worden op basis van welk portfolio een sluitende business case valt te realiseren.

Voor het Glazenkamp-project baseren we ons derhalve verder op IP gebaseerde infrastructuur en diensten. Het bedienen van niet op IP gebaseerde diensten staat bovendien haaks op het uitgangspunt dat vrij verkeer van diensten mogelijk moet zijn. Dat vrije verkeer zal alleen tot stand komen als er een open en gestandaardiseerde weg is waarover die diensten aangeboden c.q.

afgenomen kunnen worden. Nu investeren in gemengde technologieën zou in meerdere opzichten de realisatie van de belangrijkste doelstellingen van dit project in de weg staan:

- beschikbare middelen en inzet worden gespendeerd aan een aflopende zaak die voor de afnemers op den duur kostenverhogend zal werken (korte afschrijvingstermijnen)
- ontwikkeling van nieuwe diensten zal trager verlopen vanwege een beperkte technology pull.
- een open markt voor diensten zal voorlopig niet ontstaan.

3. Hoe zit een ffth-netwerk in elkaar?

In deze paragraaf wordt verder uitgewerkt hoe de een ffth-netwerk gepositioneerd en opgebouwd is, en welke componenten daarin noodzakelijk zijn. Het gaat achtereenvolgens over:

- Wide-Area Networks (WAN's)
- Metropolitan Area Networks (MAN's)
- Marktplaatsen voor digitale diensten
- Wijknetwerken (aansluitnetten)
- glasvezel (passieve infrastructuur)
- apparatuur (actieve componenten)
- beheer.

Voor de technische aspecten is vooral gebruik gemaakt van de ervaringen met de technische testen met ffth-apparatuur zoals uitgevoerd binnen het DeventerBreed-project¹².

3.1. Wide Area networks

Op het hoogste schaalniveau zijn de wereldwijde netwerken en de netwerken binnen een land te onderscheiden: de backbones. Kenmerkend voor backbones is dat de afstanden die worden overbrugd groot zijn en de verbindingen een hoge capaciteit hebben. Backbones worden dan ook wel lange-afstandsnetwerken genoemd.

De capaciteit van deze (inter-)continentale verbindingen wordt veelal gecombineerd in dikke kabels, die onder andere over de oceaanbodem of langs snel- of spoorwegen liggen. Op basis van efficiëntie-overwegingen worden deze kabels met zoveel mogelijk glasvezeltjes uitgerust en vervolgens is het ook nog mogelijk meerdere kleuren licht door een kabeltje te sturen. De capaciteit van lange-afstandsnetwerken is dan ook snel vele tientallen gigabits per seconde. Deze backbones zorgen ervoor dat informatie vanuit bijvoorbeeld Amerika via een zeer snelle route naar Nederland kan komen. Ook binnen Nederland zijn een groot aantal backbones aangelegd, bijvoorbeeld vanuit Amsterdam naar Nijmegen. Voorbeelden van leveranciers van dit soort verbindingen zijn partijen zoals KPN, BT¹³, Level3¹⁴, en Versatel¹⁵.

3.2. Metropolitan Area Networks

Eén schaalniveau lager dan de backbones bevinden zich de netwerken op het stedelijke niveau. Deze netwerken worden aangeduid als Metropolitan Area Network (MAN). In de meeste grote steden zijn dit soort netwerken aanwezig doorgaans in eigendom bij commerciële partijen.

¹² <http://www.gigaport.nl/netwerk/access/doc/ffth-test.pdf>

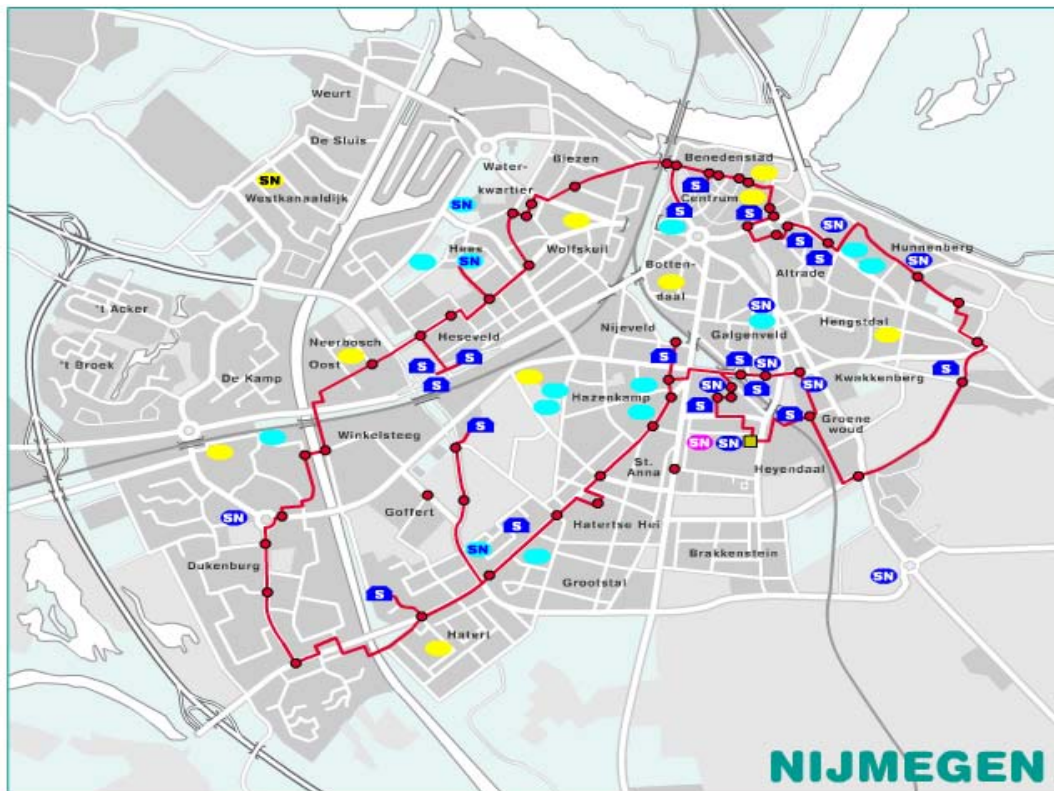
¹³ <http://www.ignite.com/>

¹⁴ <http://www.level3.nl/>

¹⁵ <http://www.versatel.nl/>

Voorbeelden van dit soort bedrijven zijn Eurofiber¹⁶, Versatel en KPN. In het bijzonder in de steden in de Randstad zijn relatief fijnmazige MAN's beschikbaar, echter ook buiten de Randstad zijn deze MAN's nodig om in de toekomst verschillende fttH-projecten te ontsluiten.

Zoals al aangegeven, is in Nijmegen onlangs op basis van een alternatieve benadering de aanleg van een MAN gerealiseerd: er is een niet-commercieel *dark fiber* netwerk gebouwd (TeleMANN). De vraag is dan ook hoe in een kleinere steden of dorpen buiten de randstad dergelijke MAN's kostenefficiënt kunnen worden aangelegd. Met als doel de kosten te beperken, dient zodoende te worden gezocht naar alternatieve oplossingen.



SURFnet legenda		Relevante instellingen	
	Glasvezeling		Hoger onderwijs
	Optionele ring		Overig onderwijs
	Aansluitpunt (handhole)		(Gemeentelijke) overheid
	Koppelpunt SURFnet (POP)		Bibliotheek / archief culturele instelling
			Overig
			SURFnet klant
			Studentenhuysvesting
			Zorgsector

Figuur 4 : het TeleMANN-netwerk in Nijmegen [Bron: Gigaport]

In Nijmegen is begin 2002 een samenwerkingsverband ontstaan, waarbij aanvankelijk drie partijen betrokken waren: Gemeente Nijmegen, het Universitair Centrum Informatievoorziening van de Katholieke Universiteit Nijmegen (UCI) en SURFnet. Het streven van deze partijen was om op basis van vraagbundeling een gezamenlijke Metropolitan Area Network – in de vorm van een ringvormig netwerk door Nijmegen – te realiseren. Het is in Nijmegen en enkele andere steden

¹⁶ <http://www.eurofiber.com/>

(zoals Arnhem en Leeuwarden) gebleken dat door krachten te bundelen en door gezamenlijke inkoop van glasvezelinfrastructuur, lokale glasvezelnetwerken ook buiten de Randstad op een kostenefficiënte wijze kunnen worden aangelegd. Het Nijmeegse samenwerkingsverband luistert naar de naam TeleMANN (Telecommunications Metropolitan Area Network Nijmegen) en bestaat inmiddels, naast de initiatiefnemers van het eerste uur, uit de Hogeschool Arnhem Nijmegen, het ROC Nijmegen en de scholengemeenschappen Rijk van Nijmegen, Montessori College en de Alliantie voor Voortgezet Onderwijs in Nijmegen en Land van Maas en Waal.

De dimensionering van een MAN is uit te drukken in:

- het aantal (mantel)buizen of ducts
- het aantal glasvezels in die buizen
- het aantal koppelpunten (manholes of handholes) in het MAN.

3.3. Marktplaatsen

Een marktplaats is een fysieke locatie in het netwerk, die de onderlinge verbinding vormt tussen de MAN's, ISP's, WAN-aanbieders en aanbieders van specifieke diensten. Op de marktplaats zal een levendige handel kunnen ontstaan tussen afnemers en leveranciers van die diensten.

Een belangrijke ontwikkeling wordt naar verwachting de opkomst van bedrijven die de rol als "makelaar van diensten" innemen. Deze bedrijven bemiddelen tussen dienstenleveranciers en consument. In principe kan iedere consument losse diensten afnemen. De dienstenmakelaars bieden ook pakketten aan eindgebruikers waarin verschillende diensten – zoals radio en televisie, (snel) internet en telefonie zijn opgenomen. Zij kunnen deze diensten concurrerend aanbieden doordat ze bemiddelen bij een aantal dienstenleveranciers die niet direct aan consumenten leveren.

Te verwachten dienstenpakketten zijn Radio en TV pakketten met heel veel digitale zenders met hoge beeldkwaliteit, Video-on-Demand, Voice-over-IP en verschillende pakketten internettoegang, bijvoorbeeld pakketten die zich onderscheiden in snelheid, bandbreedte zekerheid of verkeersvolume. Door deze bedrijven ontstaat een marktplaats van toepassingen en diensten aan eindgebruikers, die als vliegwiel kan fungeren voor fth-omgevingen.

Belangrijk voor een goede en betaalbare uitrol van deze dienstenpakketten is de beschikbaarheid van voldoende klanten en leveranciers. De consument kan zich zelf op diensten abonneren via een eenvoudige en geautomatiseerde selectieprocedure. Deze serviceselectie gebeurt bij voorkeur via de computer met een duidelijke informatiepagina (webportal). De serviceselectie stelt eisen aan de infrastructuur (actieve componenten) van het fth netwerk, maar ook op het gebied van identificatie en autorisatie: als aan de afname van diensten ook een rekening verbonden is, is het noodzakelijk dat een consument ook degene is die hij zegt te zijn. Er zijn al verscheidene leveranciers van totaaloplossingen voor fth die dit soort systemen leveren.

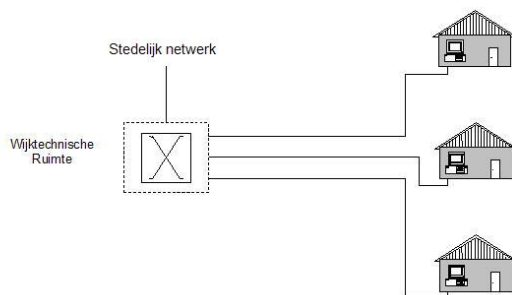
In Nijmegen vervult het Universitair Centrum voor Informatievoorziening (UCI) van de Katholieke Universiteit Nijmegen de rol van marktplaats in wording.

3.4. Aansluitnetten

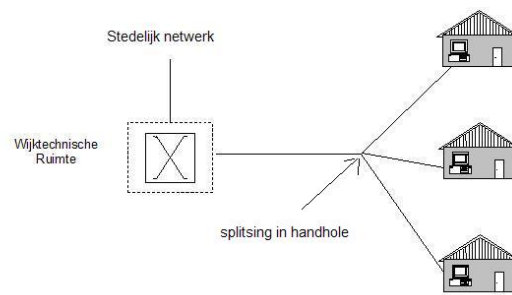
Het laagste schaalniveau in de hiërarchie zijn de (lokale) netwerken per buurt: de veel besproken first-mile. Feitelijk zijn dit dé Fiber-to-the-Home netwerken. De architectuur van een Fiber-to-the-Home-netwerk kent globaal drie varianten. In deze varianten spelen telkens twee of drie (fysieke) ruimtes een belangrijke rol:

- de klantaansluiting (thuis);
- een technische ruimte ergens in de woonwijk (wijktechnische ruimte – WTR) en
- een centraal punt in de stad waar verschillende netwerken worden gekoppeld (PoP, tevens digitale marktplaats).

Afhankelijk van de schaal van het project en de lokale situatie kunnen de WTR en de PoP samenvallen. Voor het buurtnetwerk zijn alleen de klantaansluiting en de wijktechnische ruimte relevant. Voor het verbinden van individuele woningen met de WTR door middel van een glasvezelinfrastructuur zijn onderstaande architecturen geschikt, veelal worden zij stervormig of semi-stervormig toegepast.



figuur 4: stervormig netwerk



figuur 5: semi-stervormig

Het aantal klantaansluitingen dat op één WTR kan worden aangesloten, is afhankelijk van een aantal factoren. Het meest belangrijk zijn de (fysiek) beschikbare ruimte in de voorziene WTR, de mogelijkheid tot conditionering van de voorziene WTR en de gekozen technische oplossing op basis van de poortdichtheid (aantal fysieke connecties) die de apparatuur biedt. Uit rekenwerk voor het fth-Deventer project komen aantallen tot maximaal 2.500 woningen per WTR naar voren, dit betekent een (fysiek) vloerbeslag van circa 16m², waarbij conditionering een belangrijke eis is. Gezien het feit dat er vanuit elke woning een point-to-point ononderbroken glasvezelverbinding gelegd wordt met de WTR, wordt aan de continuïteit van deze locatie hoge eisen gesteld. Eenmaal aangelegd is het verplaatsen van een WTR een ingrijpende en kostbare aangelegenheid.

Bij de actuele fth-projecten blijkt steeds opnieuw dat actieve optische netwerken op basis van Ethernettechnologie de meest logische en prijstechnisch interessante oplossing bieden voor Fiber-to-the-Home. Het enthousiasme voor het toepassen van Passief Optische Netwerken (PON) is de laatste tijd sterk afgenomen (zie ook bijlage 2). Belangrijke drijfveer voor Ethernet-netwerken zijn de lage kosten van de apparatuur, de grote beschikbaarheid van componenten en de eenvoud van de technologie. De architectuur van een fth-netwerk heeft impact op het passieve en actieve deel van de oplossing.

3.5. Glasvezels, of passieve componenten

Nadat de topologie van het aansluit- of wijknetwerk bepaald is, zal ook een keuze gemaakt moeten worden ten aanzien van te gebruiken glasvezels.

Voor iedere aansluiting moeten 2 vezels (1 data, 1 reserve) ter beschikking staan. Er zijn grofweg twee typen glasvezelkabel te onderscheiden: multimode en singlemode:

- Bij multimode glasvezels kunnen verschillende licht-modi zich gelijktijdig voortplanten in de vezel. Dit betekent dat er onder verschillende hoeken licht in de vezel gestraald kan worden. Het voordeel hiervan is dat er gebruik gemaakt kan worden van eenvoudige randapparatuur zoals LED's om het licht te genereren. Deze zijn erg goedkoop. Een ander voordeel van deze eigenschap is dat de nauwkeurigheid waarmee connectors aan de vezels worden gezet minder kritisch is. Connectors kunnen verlijmd worden.
- Voordeel van de single vezels is dat de productiekosten en dus de kosten per meter lager zijn. Maar een nog belangrijker voordeeldeel is dat de maximale afstand die met dergelijke vezels kan worden overbrugd (tot ca. 2 km), aanzienlijk langer is dan bij multimode vezels. Een bijkomend voordeel is dat de maximaal beschikbare bandbreedte groter is dan bij multimode.

Dit alles pleit voor toepassen van singlemode vezels: er wordt voor zekerheid gekozen wat betreft de afstanden, het is geen probleem als er meer dan 2 km lengte is tussen een klantaansluiting in de woning en de WTR.

3.6. Actieve componenten

Het ontwerp van het actieve deel van het netwerk moet aan een aantal eisen voldoen om praktisch toepasbaar te zijn:

- het netwerk moet open acces zijn
- bandbreedte moet symmetrisch beschikbaar zijn
- bandbreedte moet minimaal 10 Mb per gebruiker bedragen
- het netwerk moet flexibel zijn
- het netwerk moet schaalbaar zijn
- de techniek moet de complexiteit van het netwerk minimaliseren
- het netwerk moet centraal te beheren zijn

In deze paragraaf worden deze eisen vertaald naar ontwerpkeuzes.

Een belangrijk uitgangspunt van het GlazenKamp-project, en dus ook van van het infrastructuur-ontwerp, is dat het nieuwe netwerk een **open access** netwerk moet zijn. Bij een open access netwerk is er geen sprake meer van een monopolie van diensten en infrastructuur, de consument is vrij in zijn keuze van diensten en dienstenleveranciers. Deze eis vertaalt zich naar een netwerk op IP-basis, waarbij de infrastructuur gecontroleerd wordt door de gebruikers, en niet door de dienstenleveranciers.

Als tweede belangrijke uitgangspunt geldt de **symmetrie** van de verbinding. De huidige internettoegangen zijn doorgaans nog sterk asymmetrisch. Dit betekent dat de gebruiker met een hogere snelheid informatie naar zich toe kan halen dan verzenden. Het is belangrijk dat de gebruiker ook met dezelfde hoge snelheid informatie kan aanbieden aan anderen. Met een toename van het aantal toepassingen waarbij twee gebruikers direct onderling informatie uitwisselen – de eerder besproken *peer-to-peer applicaties* - zijn symmetrische verbindingen zeer wenselijk. Bijvoorbeeld om een videosignaal voor videoconferencing snel en op hoge kwaliteit tussen gebruikers te verzenden of bestanden via bijvoorbeeld KaZaA te delen. In het netwerk moeten geen componenten zijn opgenomen die per definitie een asymmetrische verbinding afdwingen, of *peer-to-peer* verkeer onmogelijk maken.

Een ander belangrijk uitgangspunt is een (minimale) **bandbreedtegarantie**. Een verbinding is breedbandig bij een transportsnelheid van ten minste 10Mb symmetrische bandbreedte. Wanneer veel gebruikers de capaciteit van hun aansluiting tot het maximum zullen gebruiken, betekent dit overigens wel dat een behoorlijke overcapaciteit in het netwerk noodzakelijk is. Een gelijktijdigheid van 100%, dat wil zeggen dat alle gebruikers tegelijk op het netwerk bezig zijn, komt in de praktijk niet voor.

Vanuit efficiëntie en kostenooipunt zal zodoende gerekend worden met een (voorspeld) percentage gebruikers dat gelijktijdig het netwerk gebruikt, (*contentiefactor*) van, bijvoorbeeld, 10%. Dit getal is de basis voor de dimensionering van de capaciteit van het netwerk en de apparatuur. Dit betekent dat bij ca. 2.000 aansluitingen minimaal 200 aansluitingen gelijktijdig actief zijn en dan ook over de volledige 10 Mps symmetrische capaciteit moeten kunnen beschikken. Dit houdt in dat de totale infrastructuur zodanig gedimensioneerd moet zijn dat er in dit voorbeeld een totaal van 2 Gbit/s aan symmetrische bandbreedte beschikbaar is tussen de WTR en de digitale marktplaats. In de praktijk van de studentenflats is echter gebleken dat, ook als de studenten een maximum capaciteit hebben van 100 Mb/s het totale verkeer bij hoge aantallen gebruikers uitkomt op gemiddeld 100 tot 200 kb/s zonder zeer grote uitschieters naar boven en beneden. Voor 2.000 aansluitingen zou daarom mogelijk volstaan kunnen worden met een capaciteit naar de marktplaats van 1 Gbps (er is nog geen praktijkervaring met het gebruik van een compleet gezin in verhouding tot dat van een enkele gebruiker.).

Ook de **flexibiliteit** van de (technische) oplossing geldt als uitgangspunt, immers de ontwikkelingen bij leveranciers van apparatuur gaan snel. Deze ontwikkelingen zorgen er voor dat de prijzen van materiaal dat benodigd is voor een fth-netwerk, sterk aan veranderingen onderhevig zijn. Zowel de (technische) mogelijkheden als de prijs/prestatie verhoudingen blijven verbeteren. Uitgangspunt is dat de gekozen technische oplossing relatief eenvoudig aanpasbaar is en de levensduur en flexibiliteit in het oog gehouden moeten worden. Hierdoor kan niet alleen ingespeeld worden op de laatste ontwikkelingen, ook kunnen prijstechnisch interessante componenten worden gebruikt en moet het systeem aanpasbaar en integreerbaar zijn met andere componenten.

Naast al deze uitgangspunten dient uiteraard de **schaalbaarheid** van de oplossing te worden gegarandeerd. Het onderzoek richt zich dan weliswaar op een overzichtelijke wijk, maar het blijft van belang om in businessmodellen, centraal opgestelde apparatuur en managementsystemen toch rekening te houden met eventuele opschaling naar een groter geheel. Een ander aspect van schaalbaarheid in een bestaande omgeving is dat bewoners niet verplicht zijn om aan te sluiten. Dat betekent dat aansluiting geleidelijk plaats zal moeten kunnen vinden

Wat betreft de **techniek** wordt aanbevolen gebruik te maken van een oplossing gebaseerd op twee singlemode glasvezels (één vezelpaar) per individuele woning. Dit bespaart kosten van de glasvezel, reduceert de complexiteit van het passieve ontwerp en bovendien is de beschikbaarheid van de bijbehorende apparatuur sterk toegenomen.

Ten slotte is het netwerkmanagementsysteem van essentieel belang. Het beheer en de **beheerbaarheid** van het netwerk bepalen de operationele (terugkomende) kosten en deze moeten dus worden geminimaliseerd. In de praktijk betekent dit dus dat de kosten op termijn vooral in het operationeel beheer zitten, niet in de aanschaf. Een effectieve en efficiënte beheeromgeving is dan ook een kritieke succesfactor. Een hoge mate van automatisering van (de acties in/met) het netwerkmanagement is dan ook wenselijk. Hoewel de oplossingen met geavanceerde netwerkmanagement systemen duurder zijn, is de terugverdientijd doorgaans beperkt en loont de investering in dit soort systemen, zeker bij grootschalige uitrol.

3.7. Beheer

Het beheer van een fth-netwerk moet worden beschreven in termen van beheerdomeinen en reikwijdte. Het beheerdomein voor de fth-infrastructuur wordt in dezen afgegrensd tot de volgende onderdelen :

- de ducts (beschermbuizen)
- de daarin opgenomen vezels en subducts
- de CPE (customer Premises equipment: apparatuur in de woning)
- de WTR (wijktechnische ruimte)
- de daarin opgestelde actieve apparatuur, inclusief de daarbij behorende management software
- de connectie via het MAN met de marktplaats.

Ten aanzien van de reikwijdte wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende niveau's

- **Strategisch beheer:** maakt plannen voor en neemt beslissingen over kwaliteit en service niveau's, kostenniveau's, regelgeving en beveiliging, en verdere ontwikkeling van het netwerk. Het strategisch beheer is een verantwoordelijkheid van de eigenaar van het netwerk, en daarmee van de rechtspersoon die het netwerk aanlegt en controleert (zie 4.6.1.)
- **Tactisch beheer:** het plannen en ten uitvoer doen brengen van dagelijks beheer, onderhoud, wijzigingen en uitbreidingen van het netwerk, e.e.a. binnen de financiële en kwalitatieve kaders en richtlijnen zoals bepaald door het strategisch beheer. Het tactisch beheer wordt door het strategisch beheer op basis van SLA's ingericht en/of ingehuurd.
- **Operationeel beheer:** uitvoering van reparaties, aanname en afhandeling van storingsmeldingen voor het access-netwerk, beheer van actieve componenten en WTR, beheer van aansluitingen aan MAN en marktplaats, administratie en facturering van gebruikers van de infrastructuur. Het tactisch beheer stuurt het operationeel beheer aan. Het operationeel beheer is in de regel een onderaannemer van het tactisch beheer.

3.8. Kostenopbouw van een ffth-netwerk

In deze paragraaf wordt een globale schatting gegeven van de kostendrijvers van de passieve en actieve componenten en het beheer, en worden richtgetallen gegeven gebaseerd op ervaringen elders. Per situatie kunnen deze getallen behoorlijk afwijken, zodoende worden enkel richtgetallen genoemd. Factoren die de kosten bepalen zijn ondermeer:

- het soort bebouwing (hoogbouw/laagbouw, diepe tuinen/ondiepe tuinen)
- het type glasvezel (SM/MM), de wijze waarop de glasvezels worden aangelegd (buried fiber/duct-systeem)
- de vereiste functionaliteit van het (computernetwerk) functionaliteit/basisconfiguratie, enz.

In een latere paragraaf wordt een financiële uitwerking gegeven aan het ffth-ontwerp voor de Hazenkamp.

Er zijn verschillende kostensoorten te onderscheiden bij de exploitatie van een ffth-netwerk, de initiële kosten (eenmalige investeringen) en de operationele kosten (exploitatiekosten). De initiële kosten zijn niet rechtstreeks gerelateerd aan het gebruik van het netwerk. Er dient bijvoorbeeld een bepaalde hoeveelheid basisinfrastructuur te worden aangelegd, die over een bepaalde periode wordt afgeschreven. Er wordt in het abonnement rekening gehouden met het gezamenlijk delen van deze kosten. De terugverdientijd (rendement) is sterk afhankelijk van het aansluitpercentage en de huurprijs.

In alle navolgende becijferingen wordt uitgegaan van bedragen exclusief BTW, tenzij anders vermeld.

Tot de initiële kosten kunnen worden gerekend:

- ontwerp van passieve en actieve netwerk.
- projectmanagement.
- aanleg transportbuizen (ducts) tot in de straat.
- koppeling ducts met huis-gebonden transportbuizen.
- glasvezels + handling.
- inrichting wijktechnische ruimtes.
- eventuele distributiepunten.
- koppeling met dienstenleveranciers.
- actieve apparatuur.
- installaties en basisconfiguratie.
- inrichten netwerkbeheer.
- inrichten helpdesk.

Opgemerkt dient te worden dat de aanleg van gecombineerde infrastructuur (nieuwbouw en revitalisering) aanzienlijk eerder tot een sluitende case leidt dan aanleg in bestaande omgeving. Dit is gelegen in het feit dat er meerdere launching services zijn voor het netwerk en derhalve de aanvangspenetratie hoger is. De initiële kosten kunnen worden gespreid door een gefaseerde aanleg na te streven. Dit betekent echter wel dat de component kosten van arbeid harder mee gaat tellen.

Eenmalige investeringen zijn doorgaans niet de doorslaggevende factor bij het economisch rendabel exploiteren van een netwerk. De operationele beheerkosten zijn niet eenmalig en kunnen al snel een flinke last betekenen. Tot de operationele (exploitatie-)kosten worden de kosten gerekend die met het runnen van het netwerk van doen hebben:

- administratie en facturering
- Service Level Agreements (SLA) monitoring
- installatie en onderhoud van apparatuur voor in de woningen (CPE)
- netwerkbeheer, management en configuratie (NOC)
- helpdesk-functionaliteit
- service en onderhoud

In het kader van het DeventerBreed project¹⁷ hebben technische testen door SURFnet uitgevoerd met actieve apparatuur van drie leveranciers geen grote performance-verschillen aangetoond. Het (netwerk-)management bleek *dé* grootste onderscheidende factor tussen de geteste apparaten. Op dit punt ontstaat er een relatie tussen de eenmalige investeringen en de operationele kosten:

- Het meest eenvoudige (en goedkope) systeem kent beperkte management-functionaliteit. De operationele kosten voor dit systeem zullen ongetwijfeld hoger zijn dan voor systemen met meer geavanceerde managementsystemen.
- In de praktijk is bekend dat de kosten van een netwerk op termijn vooral in het operationeel beheer zitten en in investeringen die op korte termijn moeten worden afgeschreven zoals apparatuur voor de actieve laag.

Een goede beheeromgeving is dan ook een kritieke succesfactor. Wel dienen de kosten te worden gerelateerd aan de omvang van het netwerk en de levensduur van de apparatuur en het doel van het netwerk. Voor kortlopende experimenten met een kleine groep gebruikers, gericht op breedbanddiensten, kunnen immers andere eisen worden gesteld dan aan een stabiel en rendabel opererend netwerk dat geheel door de gebruiker is bekostigd.

3.8.1. Kostenstructuur passieve infrastructuur

Uit de tot nu toe gerealiseerde pilots is gebleken dat de kosten per aansluiting (inclusief montage) tussen € 600,- en € 1.100,- liggen, voor respectievelijk hoogbouw en laagbouw. Voor Nederland (als "geheel") wordt gerekend met gemiddelde prijs van € 930,- per aansluiting bij een (gemiddelde) woningdichtheid van 32 woningen per hectare. Dit is inclusief de kosten van de afwerking van de glasvezels in de wijktechnische ruimtes (WTR).

Naast dit bedrag moet nog rekening gehouden worden met de kosten van de WTR. Voor de inrichtingskosten van de ruimte (dus zonder de bouwkosten) moet rekening gehouden worden met circa € 25.000,- aan installaties per WTR voor onder andere koeling/ventilatie (HVAC), beveiliging van de toegang, ruimte om de apparatuur te plaatsen enzovoorts. De capaciteit van een dergelijke WTR beslaat ongeveer 2.000 tot 2.500 huisaansluitingen.

¹⁷ <http://www.deventerbreed.nl/>

3.8.2. Kostenstructuur actieve Infrastructuur

Ook de kosten van de actieve apparatuur zijn afhankelijk van de lokale situatie en de schaalgrootte. De (doorgaans) op Ethernet gebaseerde actieve oplossingen zijn goed schaalbaar en kunnen gefaseerd worden aangelegd: er hoeft niet direct voor alle (ook niet actieve) aansluitingen apparatuur aangeschaft te worden. Voor de actieve componenten moet rekening gehouden worden met investeringen van € 375,- tot € 900,- aan de centrale kant en € 125,- tot € 400,- aan de kant van de huisaansluiting. Dit is exclusief testen en instellen. Hiervoor kan grofweg nog € 100,- per aansluiting gerekend worden. Zeker wanneer aansluitingen in het kader van een project gefaseerd worden uitgerold, zijn de eenmalige investeringen in (krachtige) centraal opgestelde apparatuur (zoals een edge/core router) een belangrijke kostenpost.

3.8.3. Kostenstructuur beheer

De kosten voor het beheer en management van een netwerk variëren sterk, zoals hiervoor al aangegeven. Gerekend moet worden op € 1,50 tot € 15,- per aansluiting per jaar, afhankelijk van het aantal aansluitingen en het serviceniveau. Operators bieden momenteel diensten aan die neerkomen op ca € 5,- per actieve aansluiting per maand. Het basisbedrag voor het monitoren van aansluitingen (poorten) kost € 1.000,- per maand, ongeacht het aantal fysieke aansluitingen met daarbij € 0,50 per actieve aansluiting per maand.

4. En dan ... het Glazenkamp-project

In dit hoofdstuk volgen een uitwerking van een onderzoek naar de verschillende facetten van een op ftht gebaseerde infrastructuur voor de Hazenkamp

4.1. De Wijk Hazenkamp

Als we de demografische gegevens die over Hazenkamp beschikbaar zijn, relateren aan de informatie over het internetgebruik in Nederland, ontstaat een beeld van een wijk waarin een breedbandige verbinding toekomst heeft.

Uit cijfers van het Sociaal Cultureel Planbureau¹⁸ blijkt dat internetgebruik en inkomen samenhangen: hoe hoger het inkomen, des te hoger het internetgebruik. Om een beeld te geven: bij de laagste inkomens is het gebruik landelijk gezien 33%, bij de hoogste inkomens 85%. De demografische gegevens die de Gemeente Nijmegen beschikbaar stelt,¹⁹ zijn gerangschikt naar drie inkomensklassen. Zie tabel 2.

Tabel 2 Demografische gegevens Hazenkamp en Nijmegen [bron:www.nijmegen.nl]

Variabele	Waarde	Hazenkamp	Nijmegen
# woningen		2.186	64.792
huishoudens	Alleenwonend	32%	35%
	Samenwonend/gehuwd	31%	29%
	Één-oudergezin	4%	7%
	Twee-oudergezin	31%	24%
	Anders	3%	5%
# inwoners		5.117	156.308
Vrouw %		53%	52 %
Leeftijd	< 15 jaar	20%	16%
	15-25 jaar	10%	15%
	25-50 jaar	37%	40%
	50-65 jaar	18%	16%
	> 65 jaar	14%	13%
Inkomen	< € 20.000,-	36%	51%
(huishouden)	€ 20.000,- - € 26.000,-	37%	34%
	> € 36.000,-	27%	15%

Er zijn diverse indicaties voor een relatief hoge penetratie van internetgebruik in de wijk :

- De leeftijdsopbouw van de wijk. Bijna 70% van de inwoners van de wijk is jonger dan 50 jaar, landelijk gezien zijn dit de “zwaarste” internetgebruikers. Zo beschikken in de leeftijdsgroepen 18-34 jaar en 35-39 jaar ongeveer drie kwart van de bewoners over een internetaansluiting.

¹⁸ Bron: SCP. <http://www.scp.nl>

¹⁹ Bron: Gemeente Nijmegen. <http://www.nijmegen.nl>

- Van de inwoners van de wijk Hazenkamp valt ongeveer 65 % in de hoogste twee inkomensklassen, hetgeen een belangrijk onderscheid is met de rest van Nijmegen. Het hoge gemiddelde inkomen (statistisch gezien gekoppeld aan hogere opleidingen) in de wijk impliceert bovendien dat er draagkracht is voor een breedbandverbinding en interesse voor de applicaties die een dergelijke verbinding vereisen.
- Ruim een derde deel van de huishoudens in de wijk wordt gevormd door gezinnen. Gezien het percentage inwoners onder de 15 jaar in de wijk, kan aangenomen worden dat een groot deel van die gezinnen schoolgaande kinderen heeft. Deze groep huishoudens (gezinnen met kinderen tot 15 jaar) is één van de groepen waarin een relatief hoge graad van computerbezit en internetgebruik geconstateerd wordt.

Qua demografische opbouw en samenstelling van huishoudens wijkt de Hazenkamp niet of nauwelijks af van de rest van Nijmegen. Een indicatie voor een relatief grote penetratie van internetgebruik, en een wijk met relatief draagkrachtige huishoudens vormen een belangrijk pluspunt voor de Hazenkamp als doelgebied voor het Glazenkamp-project. Het Sociaal Cultureel Planbureau schrijft hierover dat ICT-producten zich volgens het “trickle-downprincipe” verspreiden: de hogere statusgroepen - met name de hogere inkomensgroepen - schaffen deze producten het eerste aan en de lagere statusgroepen volgen.

4.2. Potentiële breedbandtoepassingen in de wijk Hazenkamp

De vraag naar potentieel belangrijke toepassingen voor bewoners van de Hazenkamp, vooral toegespitst op het functioneren van de wijk levert een aantal toepassingsgebieden op die een positieve bijdrage zouden kunnen leveren aan de leefbaarheid en veiligheid van de wijk. Een aantal voorbeelden van applicaties (op het gebied van onderwijs, zorg, werk en ontspanning) die met breedband voor de Hazenkamp mogelijk zijn of worden:

- **Teleleren.**
Bij teleleren neemt het gebruik van interactieve elektronische leeromgevingen, en daar binnen het gebruik van (streaming) audio en video toe. Een breedbandverbinding maakt het gebruik ervan mogelijk. Het aantal jongeren in de wijk is groot. Gelet op het bovenmodale inkomen, statistisch gezien gekoppeld aan een hogere opleiding, is de verwachting dat veel van de jongeren een HBO- of WO-opleiding zullen (gaan) volgen. Voor die groep valt het meest van teleleren te verwachten. Ook voor bij- en herscholing van werknemers kan breedband uitstekend gebruikt worden.
- **Telewerken.**
Internet heeft het telewerken enorm gestimuleerd. De mogelijkheden om te telewerken nemen toe met de toename van de bandbreedte. Belangrijke applicaties zijn bijvoorbeeld het delen van agenda's, het samenwerken (synchroon) in bestanden, desktop sharing, bedrijfstelefonie tot thuis en video conferencing. Verwacht wordt dat – gezien het relatief hoge opleidingsniveau (kenniswerkers) – vraag zal zijn naar goede thuiswerkfaciliteiten. Van alle medewerkers van de Katholieke Universiteit en het Universitair Medisch Centrum die in de Hazenkamp woonachtig zijn heeft minstens 40% reeds een mediumband-aansluiting (in de vorm van een abonnement op Interkabel@KUN, getal is dus nog exclusief andere mediumband-gebruikers).

- **Media services .**
Op het internet worden al veel video's en films aangeboden. Met een breedbandverbinding kunnen die snel gedownload worden, net zoals dat nu al mogelijk is (maar met breedband nog sneller wordt) voor audio-bestanden en het luisteren naar de radio via het internet. Ook Video on Demand en TV kijken via het internet is nu als dienst (via de BBC bijvoorbeeld) al beschikbaar en de verwachting is dat het aanbod snel zal uitbreiden als breedband meer gemeengoed wordt.
- **Gaming.**
Heel veel 'games' bieden de mogelijkheid om tegen anderen op het internet te spelen. Voor de liefhebbers, en dat zijn er velen, is breedband een uitkomst, want voor veel spellen is een relatief snelle verbinding een vereiste. Gezien het groeiend aantal jongeren in de wijk lijkt dit een groot potentieel te hebben.
- **Telefonie over IP.**
Bellen via het internet is zeer voordelig in vergelijking met de gangbare manieren. Een breedbandverbinding maakt het eenvoudig om een verbinding van hoge kwaliteit op te zetten om zo te bellen via het internet tegen lage kosten.
- **Bedrijvigheid.**
Met een snelle glasvezelverbinding kan het zeer aantrekkelijk zijn voor bewoners om zelf als dienstenleverancier te gaan optreden voor andere bewoners in de wijk.
- **Kinderoppas/bewaking.**
Breedbandige infrastructuur leent zich goed voor transport van videosignalen, bijvoorbeeld voor inbraakbeveiliging of als 'tele-kinderoppas'. Een buurtbewoner (of een professionele bewakings/oppasdienst) let vanuit zijn eigen huis op het huis (en kinderen) van iemand anders. Gelet op het aantal kinderen in de wijk Hazenkamp (20 % jonger dan 15 jaar) en de bovenmodale inkomens (veel huizenbezitters en bijbehorende waardevolle inboedel), maakt zo'n applicatie een grote kans van slagen.
- **Zorg voor ouderen en zieken.**
32 procent van de Hazenkamp-inwoners is ouder dan 50 jaar. Binnen deze groep is het internetgebruik landelijk gezien al fors: 50%. Voor deze groep is het belangrijk dat er voor hen een infrastructuur ligt die hen helpt om langer zelfstandig, veilig en aangenaam thuis te wonen. Breedbandtoepassingen zullen in de toekomst zeker een rol in de (thuis)zorg gaan spelen. Een videoverbinding met een zorgverlener (arts, wijkverpleegkundige) maakt een snelle diagnose in sommige gevallen mogelijk. Ook (lichaams)functies kunnen op afstand in de gaten worden gehouden en op afwijkingen kan direct worden gereageerd. Online boodschappen doen, kan bij e-warenhuizen en e-supermarkten.

Dit overzicht is zeker niet uitputtend. De resultaten van de brainstormsessies over dit onderwerp hadden enkel tot doel om mogelijke toepassingen in de context van de Hazenkamp te beschouwen.

4.3. Marktonderzoek

Om een goed beeld van de wijk te krijgen en de animo voor een aansluiting via een glasvezelnetwerk te peilen, is er een marktonderzoek uitgevoerd. Dit marktonderzoek is gedaan door middel van een telefonische enquête onder 263 huishoudens in de Hazenkamp (12% van het totaal). De gebelde huishoudens vormden een willekeurige greep uit alle huishoudens. Alle geïnterviewden hebben voorafgaand aan het gesprek een brief ontvangen, waarin doelstelling en vraagstelling van het onderzoek toegelicht werden. 58 Huishoudens wensten geen medewerking te verlenen aan het onderzoek. De gepresenteerde cijfers betreffen dus 205 respondenten (9,4% van het totale aantal huishoudens in de Hazenkamp). In de verdere presentatie van cijfers worden percentages gerelateerd aan het aantal respondenten (205) die aan het onderzoek meegewerkt hebben, tenzij anders aangegeven.

Bij ieder gesprek kwamen de volgende onderwerpen aan de orde:

- **Internetgebruik.**
Om een goed beeld te krijgen van het gebruik van het internet in de wijk, was het nodig om een inventarisatie te maken van de intensiteit van het gebruik er van. Hierbij was er keus uit 4 mogelijkheden: *geen, weinig, regelmatig of veel*.
- **Type internetverbinding.**
Bij het type van de internetverbinding is onderscheid gemaakt tussen een analoge telefoonlijn, een ISDN-verbinding, een kabelverbinding of een ADSL-verbinding.
- **Uitbreiding van het internetgebruik.**
Hierbij ging het om de vraag of de bewoners, mocht de verbinding via het glasvezelnetwerk gerealiseerd zijn, denken meer gebruik te zullen gaan maken van het internet.
- **Traagheid van het internet.**
De snelheid van het internet is waarschijnlijk gerelateerd aan het type internetverbinding dat men heeft, maar het is tegelijkertijd een subjectief gegeven. Om een indicatie te krijgen over de tevredenheid over de snelheid van een internetverbinding, is er bij ieder gesprek gevraagd in hoeverre de bewoners hun internetverbinding als te traag ervoeren.
- **Kosten van een glasvezelverbinding.**
Voor het slagen van het Glazenkamp project is het noodzakelijk te weten wat de bewoners van de wijk Hazenkamp vonden van de gestelde maandelijkse kosten (als richtbedrag is een ruim bedrag van € 50,- tot € 80,- per maand genomen) voor het gebruik van het glasvezelnetwerk

Per onderdeel zijn er een aantal voor het marktonderzoek relevante kruisverbanden te leggen.

Internetgebruik en type van de internetverbinding

Tabel 3 geeft weer per type verbinding hoeveel procent van de respondenten een bepaald type verbinding heeft. Dit percentage ligt in de lijn der verwachtingen in relatie tot de demografische en statistische gegevens.

Tabel 3 Respondenten en hun internetontsluiting

Type internet aansluiting	% respondenten (n=205)
Geen internet	32%
Analoog	29%
ISDN	12%
Kabel	16%
ADSL	11%

In dit kader kan nog vermeld worden dat van alle werknemers van UMC en KUN die in de wijk woonachtig zijn, 40% een kabelaansluiting (Interkabel@KUN) afneemt.

Intensiteit van gebruik

Bijna tweederde van alle respondenten met een internetaansluiting maakt regelmatig tot veel gebruik van internet (zie tabel 4).

Tabel 4 Intensiteit van het internetgebruik

internetgebruik (n=205)	Percentage
Geen	35%
Weinig	31%
Regelmatig	22%
Veel	24%

Als we dit uitsplitsen naar type aansluiting dan is duidelijk dat degenen die over een snelle verbinding beschikken deze ook intensief gebruiken; gebruiksduur en gebruiksfrequentie is kennelijk gecorreleerd aan beschikbare bandbreedte. Dat bevestigt het algemene beeld uit het SCP-onderzoek.

Tabel 5 Internetgebruik, uitgesplitst naar type verbinding

(n=140)	n	weinig	regelmatig	veel
Telefoon	60	78%	18%	3%
ISDN	25	44%	24%	32%
Kabel	32	16%	9%	75%
ADSL	23	10%	22%	70%

Verwachte uitbreiding van het internetgebruik

De respondenten is gevraagd of ze dachten meer van het internet gebruik te gaan maken als glasvezel en echte breedband beschikbaar zouden komen. Het merendeel van de respondenten (54% of 111 huishoudens) gaf aan daar geen mening over te hebben. Van de overige respondenten (die dus aangaven wel een mening te hebben) is nagegaan hoe intensief ze momenteel gebruik maken van internet. Deze resultaten zijn opgenomen in tabel 6

Tabel 6 verwachte ontwikkeling van gebruik indien glasvezel beschikbaar

Intensiteit	n	Meer gebruik ?
Weinig	41	34%
Regelmatig	15	40%
Veel	38	47%
Totaal	94	40%

Subjectieve snelheid van de verbinding

De snelheid die een internetgebruiker ervaart, wordt bepaald door verscheidene factoren. Het kan liggen aan de snelheid van de verbinding naar het internet, maar ook welke websites zijn bezocht en hoeveel mensen tegelijk van een bepaalde site gebruik maken. In dit onderzoek is er aan de ondervraagde mensen gevraagd een kwalitatief oordeel te geven over hun verbinding met het internet. Hierbij was het mogelijk om aan te geven of de verbinding *wel*, *soms* of *niet* als traag werd ervaren.

Tabel 7 Subjectieve Snelheid van huidige verbinding

Type verbinding	n	Traag	Soms traag	Niet Traag
Analoog	57	86%	11%	4%
ISDN	25	60%	28%	12%
Kabel	32	13%	4%	83%
ADSL	23	44%	9%	47%
Totaal	137	59%	12%	28%

Interesse voor Glasvezel ?

In dit onderdeel van het marktonderzoek is onderzocht of er interesse bestaat voor verglaasde aansluitingen. Deze interesse is gekoppeld aan gebruik. Hoe meer bandbreedte men nu al heeft, en hoe intensiever men nu al internet gebruikt, hoe groter de interesse (zie tabel 8)

Tabel 8 Interesse voor glasvezel in relatie tot huidige verbinding en intensiteit gebruik

Type internet aansluiting	n	Heeft interesse	Heeft geen interesse
Geen	65	3%	97%
Analoog	60	60%	40%
ISDN	25	64%	36%
Kabel	23	74%	26%
ADSL	32	81%	19%
Intensiteit gebruik			
Geen	65	3%	97%
Weinig	65	52%	48%
Regelmatig	25	72%	28%
Veel	50	86%	14%
Totaal	205	47%	53%

Als laatste wordt de interesse van de bewoners gekoppeld aan de mening die men had over de hoogte van de gestelde maandelijkse kosten (€ 50,- tot € 80,-).

Tabel 9 Interesse in glasvezelverbinding in relatie tot kosten

Interesse vs. kosten	n	%
Wel Interesse en kosten acceptabel	44	21%
Wel interesse maar kosten te hoog	53	26%
Geen interesse en kosten te hoog	48	23%
Geen mening/geen kijk op kosten	60	29%
Totaal	205	100%

4.4. Ontwerp voor het GlazenKamp-netwerk

In de voorgaande onderdelen van het rapport zijn voornamelijk theoretische beschouwingen beschreven voor de aspecten die een rol spelen bij ftt. In dit hoofdstuk is een concrete case uitgewerkt voor de wijk Hazenkamp te Nijmegen. Deze concretisering geeft inzicht in de passieve infrastructuur en de componenten waar deze uit opgebouwd is.



Figuur 5 GlazenKamp: projectfasering.

Voor de Hazenkamp is een detailontwerp gemaakt voor de passieve infrastructuur, voor elk van de drie projectfasen afzonderlijk. Dit ontwerp is globaal weergegeven in figuur 5. De uitwerking is gebaseerd op basis van een combinatie van semi-ster topologie (zie ook bijlage 2). Vanaf de WTR worden hoogvezelige kabels door de woonwijk verspreid en in speciale kasten onder de grond (handholes) uitgesplitst naar afzonderlijke huisaansluitingen. Op deze wijze kan worden voorkomen dat grote hoeveelheden plastic buizen naar het centrale punt in de wijk (WTR) worden gebracht. Op basis van dit detailontwerp zijn offertes aangevraagd voor de verschillende fasen van aanleg. Op deze offertes zijn de verdere kostencalculaties gebaseerd. Zie ook figuur 7 voor de mate van detail van de fase-ontwerpen.

4.4.1. Passieve infrastructuur: ontwerp voor de Hazenkamp

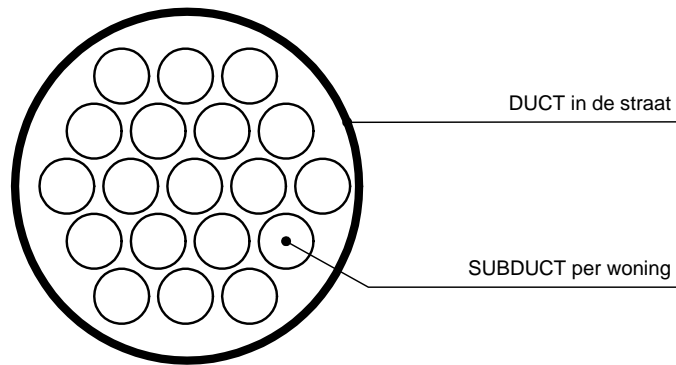
Aan het ontwerp voor de passieve infrastructuur liggen de volgende aannames ten grondslag:

- flexibiliteit van het ontwerp
- buizeninfrastructuur wordt gebaseerd op duct-in-duct technologie
- twee vezels (één vezelpaar) per individuele woning
- beperking van het aantal ducts op aggregatiepunten (splitsen kabels in handholes)
- mogelijkheid tot gefaseerde aanleg in drie stappen
- één wijktechnische ruimte die samenvalt met een uitkoppelpunt van TeleMANN (Het is de intentie om voor de de verbinding tussen aansluitnet en marktplaats gebruik het gaan maken van TeleMANN)
- het ontwerp bevat alleen de passieve infrastructuur over openbare grond
- de passieve infrastructuur in de tuinen komt voor verantwoordelijkheid van de gebruiker

Centraal in het ontwerp staat de flexibiliteit. De dagelijkse praktijk toont aan dat de ontwikkelingen op het gebied van optische- en netwerktechnologie zo snel gaan, met de bijbehorende drastische prijsdalingen, dat de keuze voor deze componenten zo lang mogelijk moet worden uitgesteld tot vlak voor het moment van aanleg. De keuze voor de buizeninfrastructuur dient dit scenario te ondersteunen.

Er is gekozen voor een semi-ster topologie, omdat deze kan worden gebruikt voor zowel een Passive Optical Network (PON) als een Ethernet netwerk. In de praktijk betekent dat het toepassen van een buizeninfrastructuur gebaseerd op een duct-in-duct technologie. Er is een aantal leveranciers dat die technologie kan leveren, o.a. AEG, TKF, NKF²⁰, PE-systems, Ericsson en Emtelle. Het zijn plastic buizen waardoor (op een later moment) kleine pakketjes met buizen kunnen worden aangebracht waardoor uiteindelijk de glasvezels worden geblazen. Deze technologie ondersteunt een flexibele aanleg. Alleen de buizeninfrastructuur moet dekkend gelegd worden. Individuele huisaansluitingen kunnen vervolgens op ieder gewenst moment gerealiseerd worden. De glasvezel wordt pas vanuit de WTR naar het huis geblazen als er een ononderbroken duct tot aan het huis gerealiseerd is.

²⁰ Zie <http://www.nkf.nl/html/english/products/setproducts.html> voor o.m. het Jetnet systeem, waarop de voor deze studie gebruikte offertes gebaseerd zijn.



Figuur 6: duct-in-duct technologie [bron: GigaPort]

Bijzonder aan het ontwerp is dat alleen gerekend is aan de kosten en het materiaal voor de passieve infrastructuur over openbare grond (dus zonder privé terrein). Het lokale bewonersinitiatief is van plan de infrastructuur die over het privé terrein (eigen tuin) loopt onder regie en op kosten van de huiseigenaren (zelf) te laten aanleggen: kortom graafwerk in eigen tuin verzorgen de individuele eigenaren.

Op een bepaald moment zullen de buizen door de tuin worden aangesloten aan het hoofdnetwerk. Deze werkwijze levert een aanzienlijke kostenbesparing.



Figuur 7 Detail van het infrastructuur-ontwerp voor de Hazenkamp.

Verschillende kleuren geven aan op welke duct een bepaald huis aangesloten kan worden. De paarse punt is een zgn. handhole waarin koppelingen en splitsingen van ducts gemaakt kunnen worden.

De gekozen aanpak houdt in dat niet in één keer geïnvesteerd hoeft te worden, er kan stap voor stap een fth-infrastructuur worden aangelegd. Daarmee zullen de totale kosten waarschijnlijk toenemen, maar worden de risico's van een dergelijk project beperkt, zodat het afbreukrisico drastisch wordt verminderd. Bovendien wordt huiseigenaren de mogelijkheid geboden op individuele basis te participeren in het project en eventuele kosten van graafwerk op eigen terrein uit te sparen, met als voordeel dat schade aan de tuin beter kan worden voorkomen.

In de A0-detail ontwerpen (zie figuur 7 voor een voorbeeld) zijn de passieve onderdelen van het netwerk per fase uitgewerkt.

4.4.2. Actieve infrastructuur: de technologie-keuze

Voor het bepalen van de kosten voor de actieve componenten is gebruik gemaakt van de ervaring die recent door SURFnet is opgedaan tijdens de fabriekshal-pilot²¹, uitgevoerd in het kader van het DeventerBreed project²². Binnen de fabriekshal-pilot zijn verschillende studies verricht, onder andere naar het technische functioneren van de apparatuur die een fth netwerk mogelijk maakt. Het SURFnet-rapport beschrijft, behalve de technische testen ook een aantal relevante aandachtspunten: verkeersscheiding, features, management en kosten van de oplossingen etc. (zie ook hoofdstuk 3).

In dit kader volstaat het te melden dat –aansluitend aan de conclusies van de genoemde fabriekshal-pilot) voor het ontwerp gekozen is voor apparatuur van een gemiddelde prijs, en met uitgebreide beheerfaciliteiten. Daarmee worden de integrale kosten van actieve componenten en beheer naar ons oordeel het beste in de hand gehouden.

4.4.3. Upstream-connectiviteit

Verkeer naar en vanuit het aansluitnet zal uiteraard ook naar de lokale marktplaats gebracht moeten worden waar dienstenaanbieders voor de verdere afhandeling zorgdragen. Vanwege het feit dat het aansluitnetwerk geen commerciële aangelegenheid is zal de Glazenkamp-infrastructuur mogelijk via het TeleMANN-netwerk afgewikkeld kunnen worden. Voor de kosten van TeleMANN en vervolgens de digitale marktplaats zijn geen tarieven bekend. Over deze bedragen moeten dus schattingen gemaakt worden op basis van bestaande business cases.

4.4.4. Beveiliging

Beveiliging is een breed begrip. Verbindingen over glasvezel zelf worden in de regel als veilige verbindingen beschouwd: per aansluiting is er slechts een glasvezel actief, die niet met andere gebruikers gedeeld wordt, actieve apparatuur daarentegen wordt wel gedeeld, en derhalve is een professioneel beheer van deze apparatuur, inclusief adequate beveiliging, een vereiste.

Invulling van het uitgangspunt dat iedere gebruiker vrij moet zijn in de keuze van diensten heeft vergaande consequenties. Ten eerste moet er een authenticatie-infrastructuur opgezet worden die alle gebruikers van het netwerk kan identificeren en authenticeren. Ten tweede moet het mogelijk

²¹ <http://www.gigaport.nl/netwerk/access/doc/ftth-test.pdf>

²² <http://www.deventerbreed.nl/>

zijn om verschillende gebruikers achter een enkele aansluiting ook verschillende diensten van verschillende leveranciers te laten gebruiken. Een uitgebreid onderzoek naar deze materie is uitgevoerd in het kader van een GigaPort-studie²³. De resultaten van deze studie kunnen dienen als vertrekpunt voor het GlazenKamp-project, waarbij tijdens de technische testfase nadere eisen uitgewerkt zullen moeten worden.

Aanvullend daarop blijken breedband-netwerken grote aantrekkingskracht uit te oefenen op kwaadwillenden die zich wederrechtelijk toegang verschaffen tot computersystemen van gebruikers, en daarmee vervolgens hun eigen - meestal niet erg nobele - doelen gaan realiseren. Een adequate afhandeling van beveiligingsincidenten is dus noodzakelijk. De reikwijdte van dit incident-afhandelingsproces is afhankelijk van de rol die ISP's gaan spelen.

4.4.5. Beheer

De beheeraspecten die afgedekt moeten worden zijn in termen van hun domein beschreven in paragraaf 3.7. In een latere paragraaf is het organisatorisch/juridisch kader verder uitgewerkt. Ten aanzien van de inrichting van het beheer zijn er nog vele keuzes te maken. Gedurende de technische fase zullen deze nader onderzocht worden, e.e.a. ter voorbereiding van de pilotfase gedurende welke het beheer ingericht gaat worden.

4.5. Financiële uitwerking GlazenKamp-ontwerp

4.5.1. Passieve infrastructuur in de wijk

Het ontwerp voor de passieve infrastructuur van GlazenKamp is nauwkeurig uitgewerkt in een aantal spreadsheets die automatisch zijn gelinkt met de tekeningen. In die spreadsheets is opgenomen welke componenten benodigd zijn en welk aantal, de lengte en het type ducts, aantal meters graafwerk, kosten voor persing van leidingen enzovoorts. In dit rapport wordt volstaan met een globaal overzicht van de kosten, gebaseerd op de berekeningen met de spreadsheets.

In het onderstaande overzicht zijn de bedragen opgenomen voor de investeringen die voor de realisatie van een fase moeten worden gedaan. In alle berekeningen zijn alleen de kosten berekend voor de passieve infrastructuur over openbaar terrein (dus niet in de voortuinen). De kosten van de perceelsgebonden werkzaamheden worden PM ingeschat. De materiaalkosten zijn zeer beperkt. De aansluiting van de perceelsgebonden ducts aan de straat-ducts is wel verdisconteerd (ook glasvezel en installatie). Tenzij anders vermeld, zijn genoemde bedragen exclusief BTW.

²³ Bron: Gigaport. <http://www.gigaport.nl/netwerk/access/doc/ftth-dbd/deelstudie4.pdf>

Tabel 10. Investerings in passieve infrastructuur

Fase	Aansl. totaal (aantal)	DUCT totaal (meter)	DUCT totaal (€)	vezel totaal (€)	graafw. totaal (€)	handholes totaal aantal	handholes totaal (€)	materiaal totaal (€)	totaal totaal (€)	Gemiddelde Prijs per aansluiting (€)
Test	66	1920	1248	1036	32640	4	6100	2390	43415	657
Pilot	281	5250	3412	2835	89250	10	15250	10177	120925	430
Impl.	2262	31950	20767	17253	543150	29	44225	81929	707325	313

- De kosten van de handholes hebben betrekking op de handhole (materiaal), lasbehuizing en het leggen en monteren
- De kosten van het overige materiaal hebben betrekking op de volgende onderdelen: een Y-connector, een Tube-connector, afdichtplug, afsluitdoos en connector met pictail
- Voor de graafkosten is uitgegaan van met klinkerbestrating
- Voor de glasvezel is uitgegaan van 2 vezels (1 paar) singlemode fiber per aansluiting.

4.5.2. Actieve componenten

Uit het DeventerBreed project en recente navraag bij de leveranciers blijken de prijzen per klantaansluiting (poortprijs) te liggen tussen de € 350,- en € 900,-. Dit betreft de kosten voor alle onderdelen die benodigd zijn voor het maken van de verbinding met de marktplaats: de apparatuur in de woning, de centraal opgestelde apparatuur in de WTR en de apparatuur in de PoP.

De kosten van de apparatuur die bij de klant wordt neergezet, de *Customer Premises Equipment* (CPE), werken sterk door in de totaalprijs van de oplossing (want dat gaat met het aantal aansluitingen). De kosten van de CPE's van de drie geteste systemen lopen uiteen van circa € 125,- tot € 400,- per stuk. De verschillen tussen de CPE's zijn gelegen in functionaliteit (meerdere PC's, aansluiten van telefoontoestel, firewall) en mogelijkheden voor management en verkeersscheiding. De CPE's kunnen niet in alle gevallen onderling worden uitgewisseld, dit is het gevolg van het feit dat Ericsson en PacketFront bijvoorbeeld de CPE gebruiken in het systeem voor verkeersscheiding binnen het netwerk. De CPE's zijn dus meer dan converters die een omzetting doen van glas (van en naar de WTR) naar koper (binnenshuis naar de computer).

In het onderstaande schema is ter illustratie van de kosten een voorbeeld uitwerking gemaakt van de kosten voor het bouwen van een netwerk op basis van apparatuur van PacketFront. Deze leverancier is voor deze financiële exercitie uitgekozen omdat diens apparatuur een gemiddelde prijs/prestatieverhouding kent, en de functionaliteit goed aansluit bij de eisen en wensen. Alvorens een eventuele uitrol van ffth te doen, is het van belang opnieuw zorgvuldig alle oplossingen af te wegen. De ontwikkelingen van de techniek en functionaliteit gaan erg snel waardoor onderstaande prijzen sterk tijdsgebonden zijn.

De kosten voor de PacketFront oplossing gelden op basis van listprijzen per fase voor singlemode dual fiber. Wanneer de listprijzen buiten beschouwing worden gelaten en de kortingsstaffels worden toegepast zijn de poortprijzen lager. Aangezien onder andere het aantal aansluitingen het kortingspercentage bepaalt, is het verwerken van kortingen buiten beschouwing gelaten. De fors

hogere poortkosten voor de eerste paar honderd aansluitingen worden veroorzaakt door hoge eenmalige licentiekosten voor de management software (10 k€).

Naast actieve apparatuur zijn ook rekken benodigd (19") en allerlei materiaal om de actieve apparatuur te plaatsen. Deze kosten daarvan zijn beperkt in verhouding tot de apparatuur en worden bovendien omgeslagen over een groot aantal gebruikers.

Tabel 11. Investerings in actieve apparatuur per projectfase

Fase	aansluitingen totaal (n)	kosten totaal (€)	poortkosten gemiddeld (€)	Omschrijving componenten total
Test	66	58.440	886	66 huisaansluitingen met CPE 3 stuks 24 poorts ASR4224 met powersupply en GBICs 1 SUN management server Licences voor management software 1 Cisco 3500 router
Pilot	281	204.790	729	215 huisaansluitingen met CPE 12 stuks 24 poorts ASR4224 met powersupply en GBICs 2 SUN management servers (dus redundant) Licences voor management software 2 Cisco 6500 routers (dus redundant)
Impl..	2262	1.388.580	614	1981 huisaansluitingen met CPE 95 stuks 24 poorts ASR4224 met powersupply en GBICs 2 SUN management servers (dus redundant) Licences voor management software 2 Cisco 6500 routers met extra kaarten (dus redundant)

4.5.3. Kosten van upstream-connectiviteit

Voor de eerstvolgende fasen van het project (test, pilot) moet nagegaan worden op welke wijze grootschalige investeringen vermeden kunnen worden. Hierover is reeds overleg gezocht met de TeleMANN-uitvoeringsorganisatie. Een globale indicatie van de MAN en marktplaatskosten per gebruiker is opgenomen in tabel 13.

4.5.4. Overzicht totale investeringen per fase

In de totale kosten per aansluiting (poortkosten) zijn inbegrepen de kosten voor het aansluiten van individuele woningen met een eigen singlemode glasvezel per woning (2 fibers ofwel 1 paar) op basis van een duct-in-duct buizen systeem over de openbare weg, de aansluiting over het eigen terrein moet zelf worden gegraven en is niet inbegrepen.

In de woning wordt een mediaconverter met power supply opgehangen, die zeer geschikt is voor streaming video (op basis van multicast), en via afzonderlijke apparatuur IP-telefonie mogelijk maakt naar snel en stabiel internet. In totaal kunnen 8 apparaten (pc's ed) worden aangesloten. In de wijktechnische ruimte wordt apparatuur geplaatst die de verbindingen van de individuele klantaansluitingen opvangt en naar een hoger netwerksegment transporteert. In de PoP staat apparatuur die zorgt voor het versturen en ontvangen van verkeer van en naar verschillende dienstenaanbieders (routing). Ook staat op deze locatie de apparatuur opgesteld voor het netwerkmanagement en beheer.

De totale investeringen voor het aansluiten van het aangegeven aantal woningen voor zowel de passieve als de actieve componenten zijn weergegeven in onderstaande overzicht.

Tabel 12. Samenvatting investeringen per projectfase

Fase	aansluitingen totaal (aantal)	passieve componenten kosten (€)	actieve apparatuur kosten (€)	Investering per aansluiting gemiddelde (€)
Pilot	66	43.415	58.440	1543
Test	281	120.925	204.790	1159
Impl	2262	707.325	1.388.580	926

4.5.5. Maandelijkse kosten infrastructuur per aansluiting

Op basis van de kosten- en investeringsoverzichten in de voorgaande paragrafen kan een voorzichtige schatting gemaakt worden van de maandelijkse kosten van de infrastructuur. Deze schattingen zijn gebaseerd op een 100% dekking. Voor de testfase en pilotfase zijn deze gegevens nog niet echt relevant, althans niet relevant voor tariefskwesties. Daarbij is het voorlopige uitgangspunt dat tot en met de pilotfase het project deels uit andere bronnen dan de gebruikers gefinancierd zal moeten worden om de effecten van te kleine schaal en onzekerheden ten aanzien van technologie en organisatie te compenseren.

Bij financiering van de investeringen (6% rente), een afschrijving van de passieve infrastructuur over 15 jaar en afschrijving van de actieve infrastructuur over 4 jaar, is het mogelijk om de kosten van de pure infrastructuur (dus zonder diensten) uit te drukken in een maandtarief (zie tabel 13). Ook is een inclusief BTW-tarief toegevoegd.

Tabel 13. Berekening maandlast infrastructuur per aansluiting bij gegeven schaalgrootte

Fase	#	Voor- tuin	Passief	Actief	Beheer	MAN	Markt- plaats	Totaal jr. Excl. btw	Maand Incl. btw
Test	66	Pm.	€ 63,82	€ 241,22	€ 180,00	n.v.t.	n.v.t.	€ 485,04	€ 48,10
Pilot	281	Pm.	€ 41,77	€ 198,47	€ 120,00	€ 22,00	€ 20,00	€ 402,24	€ 39,89
Impl.	2262	Pm.	€ 30,40	€ 167,17	€ 60,00	€ 5,00	€ 10,00	€ 272,57	€ 27,03

Bij een dekkingsgraad van 50% zullen de tarieven hoger uitvallen, omdat met name de kosten van beheer, MAN en marktplaats vaste kostenposten zijn. Op dit aspect wordt nu niet nader ingegaan.

De uitwerking hiervan zal plaatsvinden tijdens de Test- en Pilotfases van het project, vanwege het feit dat dan ook met meer definitieve bedragen gerekend kan worden.

4.6. Organisatorische en juridische aspecten

Het Glazenkamp-project wordt uitgevoerd door een projectgroep die is samengesteld uit bewoners van de wijk Hazenkamp. Voor het uitvoeren van rechtshandelingen zoals het inschakelen van personele capaciteit, het sluiten van contracten, het plegen van investeringen en de behandeling van subsidies zal een rechtspersoon in het leven geroepen worden. Tot het moment van oprichting van een rechtspersoon verzorgt het UCI van de KUN het penvoerderschap ten behoeve van de initiatiefgroep. Er wordt voorzien dat deze lichtgewichtconstructie kan worden volgehouden tot en met fase 4 (de technische fase).

In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten weergegeven van het gekozen servicemodel:

- De bewoners worden collectief eigenaar van het passieve deel van het aansluitnet (buizen, kabels en bovengrondse opstellingen) en brengen dat eigendom in binnen een rechtspersoon.
- De rechtspersoon contracteert voor een overeen te komen periode een marktpartij die investeert in de actieve apparatuur en die deze ook beheert.
- De rechtspersoon draagt ook zorg voor de verbinding tussen de wijk en een stedelijke 'marktplaats' vanwaar dienstenaanbieders zoals *internet service providers* (ISP's) hun diensten aan de bewoners aan kunnen bieden.
- Ieder huishouden is geheel vrij in het kiezen van dienstenaanbieders.

De volgende keuzes moeten gemaakt worden:

- de rechtsvorm (vereniging, stichting of B.V.)
- een gesloten of een open netwerk in de zin van de Telecomwet
- de grenzen tussen zelfwerkzaamheid (vrijwilligers) en uitvoering door professionele marktpartijen
- het businessmodel

In het onderstaande worden deze keuzes nader belicht vanuit organisatorische, juridische en financiële oogpunten.

4.6.1. De rechtsvorm

Een voor de hand liggende parallel kan worden getrokken met de wijze waarop bewoners van appartementen zich organiseren in bewonersverenigingen. Het verenigingsmodel past goed bij een gemeenschappelijk belang van alle Hazenkamp-bewoners. Daar staat tegenover dat de mate waarin wijkbewoners zich betrokken voelen bij een gemeenschappelijk glasvezelnetwerk sterk zal verschillen en de animo om lid te worden van een vereniging voor velen niet groot zal zijn. Dit is ook gebleken bij andere initiatieven van vergelijkbare aard waarbij bewoners graag gebruik willen maken van de voorzieningen maar geen medeverantwoordelijkheid willen dragen voor de

instandhouding van het geheel. Ook het soms zieldogende bestaan van bewonersverenigingen van woningen (waar de stimulans tot participatie op zich veel groter is) is geen pré voor het verenigingsmodel. Daar staat tegenover dat gebleken is dat verenigingen van gebruikers van internet in studentenflats een grote mate van zelfredzaamheid weten op te brengen, die sterk kostenbesparend heeft gewerkt. In het algemeen is de continuïteit van een vereniging lastiger veilig te stellen dan van een stichting of een B.V., gelet op het inherent democratische karakter van de verenigingsvorm.

Het alternatief is de stichtingsvorm. In de stichting is het bestuur de hoogste autoriteit en niet de ledenvergadering. De stabiliteit en de continuïteit kunnen daarmee worden gediend, al gaat dat ten koste van het democratisch karakter. In de praktijk kan dat laatste worden gecompenseerd door een vorm van deelnemerschap in de stichting, waarbij iedere bewoner die dat wenst deelnemer kan worden en daarmee zeggenschap krijgt. De mate waarin een raad van deelnemers zeggenschap krijgt, kan nauwkeurig worden ingeregeld, al kan het niet zover gaan dat de constructie in redelijkheid niet meer van een vereniging is te onderscheiden. Voorbeelden van een stichting met een deelnemersraad zijn TeleMANN (8 deelnemers) en de Stichting Internet Domeinregistratie Nederland (meer dan 1.000 deelnemers).

De derde vorm is de vennootschap. Ook in een not-for-profit omgeving kan de vennootschap als rechtsvorm worden gekozen (vergelijk SURFnet B.V.). Om het eigendom van de B.V. te regelen zal daarboven echter toch weer een stichting of een vereniging nodig zijn (ter vergelijking: de Amsterdam Internet Exchange is een vereniging met daaronder een not-for-profit B.V., waarbij de klanten van de vennootschap leden zijn van de vereniging). De B.V. kan vooral van belang zijn als de risico's van de bedrijfsvoering begrensd moeten worden. Dit zou het geval kunnen zijn zodra er een uitrol door de hele wijk zal plaatsvinden (de laatste fase). Een dergelijke beslissing kan later worden genomen als de vereniging of stichting er al is.

Daarnaast wordt in de gemeente Nuenen geëxperimenteerd met nog andere vormen van collectief eigendom van de passieve infrastructuur waarbij vooral financiering een centraal thema is.

Alles afwegende, lijkt de stichtingsvorm de beste uitzichten te bieden op een stabiele situatie, onder voorwaarde dat er een raad van deelnemers wordt ingericht, waarin alle aangesloten bewoners kunnen participeren. In het onderstaande wordt verder uitgegaan van de stichtingsvorm.

4.6.2. Open of gesloten netwerk

De stichting bepaalt niet de diensten die over het netwerk worden aangeboden, maar iedere bewoner bepaalt dat afzonderlijk in een open relatie met de leveranciers van die diensten die op de centrale marktplaats hun diensten aanbieden. Het netwerk wordt echter uitsluitend aangelegd voor de bewoners van de wijk. Daarmee heeft het netwerk zelf een duidelijk gesloten karakter en behoeft het ook geen registratie als provider bij de OPTA. De huidige Telecomwet voorziet slechts in een verticaal model waarbij de leverancier van diensten tevens de leverancier van infrastructuur is. Het horizontale model waarvan sprake is in het Glazenkamp-ontwerp past daarom niet in de huidige Telecomwet. Op 19 december 2003 heeft de minister van Economische Zaken in een brief aan de Tweede Kamer enkele uitspraken gedaan over artikel 5 van de nieuwe Telecomwet waaruit kan worden opgemaakt dat die nieuwe wet beter ingericht zal zijn voor een horizontaal model. In

de huidige Telecomwet kent een besloten netwerk geen graafrechten zodat de stichting is aangewezen op de bereidheid van de grondeigenaren om het netwerk te gedogen. Daarvan is de gemeente de belangrijkste. Wanneer de Gemeente Nijmegen en eventuele andere grondeigenaren geen medewerking willen verlenen, zal een OPTA-registratie moeten worden aangevraagd ,waardoor de stichting als een service provider met een fictief open netwerk alsnog de benodigde graafrechten verwerft. Dit is in beperkte mate kostenverhogend (registratie bij OPTA is niet kosteloos) maar kan vooral complicaties teweegbrengen omdat de Telecomwet allerlei verplichtingen kan opleggen aan de provider van open netwerken.

Een bijzondere juridische bijkomstigheid is de recente uitspraak van de Hoge Raad dat in de grond gelegen kabelnetwerken als onroerend goed dienen te worden beschouwd. De wet zegt dat volgens het principe van de *verticale natrekking* daarmee de eigenaar van de grond tevens eigenaar van het onderliggende netwerk is. Een uitzondering wordt in de bestaande wet gemaakt voor open netwerken in de zin van de Telecomwet. In de nieuwe Telecomwet lijkt die uitzondering overigens ook gemaakt te worden voor besloten netwerken zodat het eigendom onbetwist bij de stichting blijft berusten. Dit kan het issue van het roerend of onroerend zijn voor de stichting van ondergeschikt belang maken vanuit civielrechtelijk oogpunt.

Er zit ook een fiscaal aspect aan het verschil tussen een open of een besloten netwerk. Een exploitant van een open netwerk is voorshands gevrijwaard van betaling van precariorechten voor het gebruik van openbare grond. De stichting zou als eigenaar van een besloten netwerk geconfronteerd kunnen worden met precariorechten indien Gemeente Nijmegen tot de heffing daarvan zou overgaan. De conclusie is dat gekozen wordt voor het concept van een gesloten netwerk tenzij de omstandigheden dwingen tot de keuze voor een (semi-) open netwerk.

4.6.3. Grens tussen zelfwerkzaamheid en professionele uitvoering

Binnen complexen van studentenflats is al gebleken (Twente, Nijmegen, Delft) dat zelfredzaamheid van bewoners/gebruikers van een netwerk belangrijke kostenbesparingen met zich kan brengen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan onderlinge hulp bij het oplossen van gebruiksproblemen, het maken van handleidingen en het vervullen van helpdesk diensten. In het onderhavige geval kan daaraan worden toegevoegd de aansturing van de stichting (bestuur bestaat uit vrijwilligers) en de aanleg van die onderdelen van het netwerk die over particuliere grond lopen. In de financiële opstelling voor het Glazenkamp-project is daar wel al rekening mee gehouden, maar concrete plannen zijn voor dit laatste nog niet uitgewerkt.

Voor de volgende zaken zullen met zekerheid professionele marktpartijen moeten worden ingeschakeld:

- de aanleg van de passieve laag van de infrastructuur in de openbare grond met de uitkoppelpunten naar de woningen, plus de installatie van de glasvezels;
- de levering, installatie, onderhoud en beheer van de actieve laag;
- de koppeling van het wijknetwerk met de marktplaats bij de KUN.

4.6.4. Het business model

Binnen het gekozen servicemodel kunnen diverse businessmodellen worden gekozen. Het ligt voor de hand de exploitatie van de passieve en de actieve laag te combineren. In het TeleMANN-project is gebleken dat eigenaren van gebouwen bereid zijn upfront te investeren in de aanleg van infrastructuur die onder hun controle komt. Dat heeft TeleMANN verlost van alle financieringslasten. Nader onderzoek is vereist in hoeverre de (redelijk welvarende) bewoners van een wijk als de Hazenkamp daartoe ook bereid zullen zijn. In ieder geval is er een directe financiële relatie van de stichting met de betrokken bewoners die zich ook kan uitstrekken tot de actieve laag. Indien dit model niet toepasbaar is, kan ook worden besloten om de kosten van actieve laag te verrekenen via de dienstenaanbieders die bewoners willen bedienen vanaf de marktplaats. De dienstenaanbieders betalen daarbij de stichting voor het gebruik van het aansluitnet. In de volgende fase van het project zal nader worden onderzocht welk business model het meest geëigend zal zijn.

4.7. Risicoanalyse

Kosten

De kosten van het GlazenKamp-project worden zo precies mogelijk geraamd. Er is helaas altijd het risico op onvoorziene situaties of verkeerd geschatte kosten. Het aanleggen van de infrastructuur kan meer gaan kosten dan geschat of de doorlooptijd van het project kan veel langer worden dan verwacht.

Dit risico dient afgedekt te worden door offertes op fixed price-basis te gunnen. Daarnaast is het zaak om de aanleg te laten begeleiden door een terzake deskundig adviseur.

Organisatie

De uiteindelijke organisatorische structuur die gekozen wordt voor het beheer van het netwerk kan in praktijk niet de goede methode zijn.

Dit risico dient afgedekt te worden door per projectfase de organisatiestructuur te (laten) reviewen en waar nodig bij te stellen.

Regelgeving en vergunningen

In de paragraaf over juridisch/organisatorische aspecten is aangegeven dat de wetgeving aangaande eigendomsrechten van kabelinfrastructuur sterk in beweging is.

Dit risico wordt beperkt door, alvorens opdrachten tot uitvoering te gunnen, na te gaan wat de stand van zaken is, en hoe deze vanuit het GlazenKamp-project gestuurd moet worden.

Draagvlak

Het grootste risico is dat er nu te weinig draagvlak blijkt te zijn onder de bewoners van de wijk Hazenkamp om de nieuwe infrastructuur te realiseren op basis van een toereikende businesscase. Uit het marktonderzoek is gebleken dat bijna 50% geïnteresseerd is, en dat 20% de aangegeven kosten ook acceptabel zegt te vinden. Deze cijfers zullen uiteraard gaan wijzigen met het verstrijken van de tijd, en met het meer concreet worden van de feitelijke kosten op maandbasis. Dit risico is afgedekt door de gefaseerde aanpak van het GlazenKamp-project. Dit project is zodanig opgezet dat na iedere fase expliciet besloten moet worden om de volgende fase te laten starten, en dat dit startsein pas gegeven wordt als er een sluitende begroting voor die fase ligt. Dat

houdt ook in dat het project gedurende langere tijd stil kan komen te liggen (bijvoorbeeld totdat er wel sluitende businesscases ontstaan zijn).

Fasering

De meeste risico's worden afgedekt door een goede fasering in het project. De voorgestelde aanpak daarbij is dat iedere fase afgerond wordt met een op zichzelf staand resultaat dat ook op zichzelf bruikbaar is en blijft. Of het project in zijn geheel de beoogde doorloop en afloop gaat krijgen is gezien de vele onzekerheden op het traject niet op voorhand in te schatten. Dat is vooral ook een drijfveer voor het kiezen van de gefaseerde aanpak.

De fasering van het project is zo gekozen dat elke fase een of meer cruciale resultaten oplevert die ieder voor zich waarde toevoegen.

5. Conclusies

De studie in de Hazenkamp heeft geleid tot de volgende conclusies.

Uit het marktonderzoek blijkt dat voor de **bewoners** van de Hazenkamp het volgende het geval is:

1. internet wordt door een grote meerderheid van de bewoners nu al gebruikt
2. naarmate de gebruiker hogere bandbreedte ter beschikking heeft (en permanent on line is) wordt het gebruik intensiever en stijgt de vraag naar nog meer bandbreedte
3. internet via kabel en ADSL lijken een noodzakelijke tussenstap voor de bewoner om zich bewust te worden van zijn behoefte aan een glasvezelaansluiting; bewoners die al intensief gebruik maken van het internet verwachten dat ze steeds meer gebruik zullen gaan maken als ze over meer bandbreedte zouden kunnen beschikken
4. bijna de helft van de bewoners heeft nu al belangstelling voor het glasvezelinitiatief in de wijk. Daarvan is weer bijna de helft op dit moment al bereid forse financiële offers te brengen (€50,- tot €80,- per maand).

Een uitrol van een op glas gebaseerd aansluitnet lijkt **technisch** goed uitvoerbaar:

5. het aansluiten van woningen op een glasvezelnetwerk in de Hazenkamp is op basis van de huidige stand der techniek goed mogelijk. Dit geldt zowel voor de passieve componenten als de actieve componenten. Er is voldoende keuze in leveranciers voor beide aspecten
6. de keuze van een wijktechnische ruimte is cruciaal voor het fysieke ontwerp van het netwerk, de keuze van de ruimte dient daarom toekomstvast te zijn
7. in het actieve deel van het netwerk dienen faciliteiten voor netwerkmanagement een centrale plaats in te nemen waarop niet bezuinigd mag worden
8. wat betreft de passieve componenten is het toepassen van een buis-in-buis systeem verstandig, dit biedt flexibiliteit in aanleg en mogelijkheid op termijn aanpassingen te doen. Toepassing van single mode glasvezel verdient de voorkeur, om zekerheid te hebben dat alle woningen goed kunnen worden aangesloten, zodra deze meer dan 2 kilometer van de wijktechnische ruimte af liggen
9. Het toepassen van handholes in de straat ondersteunt de flexibiliteit om gefaseerd aan te leggen en zorgt voor een flinke reductie van het aantal buizen dat op een plaats samenkomt, de extra installatiekosten wegen hier niet tegen op.

De **kosten** van een op glasvezel gebaseerd aansluitnet zijn zodanig dat, als het aansluitnet als natuurlijk monopolie wordt beschouwd, er op basis van een zeker niveau van zelfredzaamheid een sluitende business case is te maken:

10. de kosten worden vooral bepaald door de (afschrijving van de) actieve componenten en het beheer; beide kostenposten kennen een snel verbeterende prijs/prestatieverhouding; voor een 100% dekking is een tariefniveau van €27,- incl. BTW kostendekkend (excl. diensten zoals internet connectiviteit)
11. de businesscase voor ftht in de Hazenkamp moet nu ontwikkeld worden in competitie met bestaande koperen aansluitnetten. Gegeven de huidige fase waarin de bewoners voor wat betreft internetgebruik verkeren zal er tijd nodig zijn voordat een sluitende businesscase

kan worden gemaakt. In die tijd worden door de gefaseerde aanpak de voorbereidingen getroffen om tot een volledige uitrol te komen

12. een kleinschalige aanpak op wijkniveau hoeft niet duurder te zijn dan een grootschalige aanpak en zeker niet minder in termen van kwaliteit en duurzaamheid
13. zelfredzaamheid en een bereidheid tot investeren in voorzieningen die door de bewoner als toekomstvast en 'van zichzelf' worden beschouwd dragen fors bij aan de financiële haalbaarheid.

De ontwikkeling en exploitatie van het netwerk kan goed worden opgevangen in een servicemodel met de volgende **organisatie**:

14. een door de bewoners op te zetten stichting met een raad van deelnemers voor de actieve participanten wordt eigenaar van het passieve netwerk; de exploitatie van het actieve deel wordt door de stichting uitbesteed
15. het netwerk staat open voor elke dienst aanbieder zoals internet service providers en leveranciers van telefonie en van tv-distributie
16. het netwerk wordt zo mogelijk geëxploiteerd als besloten netwerk in de zin van de Telecommunicatiewet; dit vereist dat de gemeente en eventuele andere eigenaren van grond de aanleg wensen te gedogen.

Op grond van de voorgaande conclusies komt de initiatiefgroep Hazenkamp tot de volgende **slotsom**:

17. er is voorlopig geen uitzicht op investering door marktpartijen in nieuwe glasvezelinfrastructuur in het aansluitnet, de markt faalt daar en de overheid stelt zich passief op
18. de koperen infrastructures verouderen en de gebruikers krijgen door hun gebruik van kabel en ADSL steeds meer behoefte aan de capaciteit die alleen geleverd kan worden met behulp van een glasvezelnetwerk
19. voor de bewoners wordt het steeds onaantrekkelijker te blijven betalen voor de vage belofte van geleidelijke verglazing van de bestaande koperen netten (zoals de kabelmaatschappijen voorstaan) gelet op de kosten en gelet op de blijvende afhankelijkheid van een 'duopolie' (of erger nog: een monopolie)
20. de kosten in de actieve laag dalen voortdurend waardoor, in combinatie met zelfredzaamheid en investeringsbereidheid in 'eigen' voorzieningen door de bewoners een sluitende businesscase geleidelijk binnen bereik komt
21. nu al is bijna een kwart van de bewoners bereid mee te doen tegen een tariefniveau dat ruim voldoende lijkt om de kosten te dekken en een ander kwart doet graag mee maar vindt de kosten nog te hoog
22. het is alleen een kwestie van tijd voordat het initiatief van de Glazenkamp tot volledige uitrol komt tenzij marktpartijen zich alsnog bekeren tot samenwerking dan wel de overheid haar verantwoordelijkheid neemt. In de tussentijd zal de initiatiefgroep Glazenkamp de ontwikkelingen zo dicht mogelijk blijven volgen, en middels een gefaseerde aanpak ook de realisatie ter hand nemen.

6. Bijlagen

BIJLAGE 1

BEGRIPPENLIJST

- ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line, een technologie om snel internet (0.5-8Mb/s) aan te bieden via een telefoonlijn. Tijdens het internetten kan er gewoon gebeld worden. Kenmerk is dat de verbinding asymmetrisch is: de downstream-snelheden zijn beduidend groter dan de upstream-snelheden.
- AON:** Active Optical Network (zie bijlage 1)
- Bandbreedte:** Hiermee wordt de capaciteit of snelheid van een netwerk bedoeld. Meestal uitgedrukt in megabits per seconde - Mb/s. 1 Mb is een miljoen bits, 1 kb (kilobit) is duizend bits, 1 Gb (gigabit) is een miljard bits.
- Breedband:** Verbinding die snelheden van minimaal 10 Mb symmetrisch kan realiseren. Zie hierna onder Symmetrisch netwerk, staat wat anders.
- CPE:** *Customer Premises Equipment*, actieve apparatuur die voor een huisaansluiting benodigd is. Deze apparatuur zet optische transmissie om in elektronische transmissie waar apparatuur van de klant op kan worden aangesloten. In een aantal gevallen bevat de CPE ook functionaliteit voor verkeersscheiding.
- Dark fiber:** Dark fiber is glasvezel die bij aanschaf nog onbelicht is. Een klant koopt of huurt een glasvezel, maar om daar een netwerk mee te maken zal de klant zelf voor belichting door middel van actieve apparatuur moeten zorgen.
- ffth:** Fiber from the home, term die aanduidt dat het accesnetwerk niet naar het huis gebracht wordt door een netwerkleverancier maar vanaf de woning gebracht wordt naar een marktplaats voor diensten.
- Glasvezel:** Dunne kabel gemaakt van zeer zuiver glas, waarin lichtpulsjes opgesloten blijven en vrijwel zonder verzwakking een lange weg kunnen afleggen.
- ISDN:** Integrated Services Digital Network. Een door KPN aangeboden dienst waarmee over één telefoonlijn twee telefoongesprekken tegelijk gevoerd kunnen worden. Ook worden extra faciliteiten geboden zoals vier telefoonnummers die verschillende toestellen in huis kunnen laten overgaan
- Kabel-internet:** Een technologie om snel internet aan te bieden via de TV-kabel. De data wordt getransporteerd in een niet voor TV-ontvangers toegankelijk kanaal. Evenals ADSL levert kabel een asymmetrische internetconnectie.
- Mb/Gb:** maat voor de snelheid van datatransport : de eenheid is Mbits/s of Gbits/s.
- Mediumband:** Internetverbinding op basis van kabel, ADSL of WIFI, die snelheden <10 Mb en in asymmetrische vorm biedt.
- NOC:** Network Operations Center, organisatie die aan monitoring, wijzigingsbeheer, storingsafhandeling etc. van een netwerk doet.
- (O)NT:** Optische Network Terminator, een kastje dat in de meterkast van een woning wordt gemonteerd, om de signalen van het netwerk voor gebruik door de apparatuur in huis geschikt te maken. Het gewone telefoonnetwerk heeft geen NT nodig, omdat een telefoontoestel er direct op aangesloten kan worden. Voor ISDN wordt het wèl gebruikt. Ook voor Fiber-to-the-Home zullen Network Terminators gebruikt worden.
- PON:** Passive Optical Network (zie bijlage 1)

POP: Locatie waar netwerk-providers koppelingsmogelijkheden bieden. Veelal is een POP gevestigd op een internet-exchange of digitale marktplaats.

Symmetrisch network: Internet Society Nederland definieert breedband als een onafgebroken en symmetrische stroom informatie van 10 megabits per seconde (Mb/s). Dit is de snelheid waarmee de inhoud van ongeveer 7 floppydisks per seconde kan worden verstuurd. De term symmetrisch slaat op de richting van de informatiestroom: het verkeer van en naar de gebruiker. Met andere woorden: de gebruiker moet in staat zijn evenveel verkeer te versturen (*upstream*) als te ontvangen (*downstream*) en dit gelijktijdig over de lijn te sturen. Wanneer in dit rapport over breedband wordt gesproken, betekent dit zodoende een onbelemmerde verbinding van 10 Mb symmetrisch

WiFi: Afkorting voor Wireless Fidelity, waarmee draadloze netwerken in de publieke frequenties (2,5 Ghz band) aangeduid worden. Er zijn inmiddels meerdere protocollen, met verschillende bandbreedtes in omloop. Het WiFi-medium is een gedeeld medium. De bandbreedte die het acces-point biedt (11 Mb 802.11b, of 54 Mb 802.11g) wordt gedeeld door alle gebruikers van dat accespoint.

WTR: wijktechnische ruimte. Ruimte in de wijk, waarin alle verbindingen samenkomen, waar de wijkgebonden actieve apparatuur staat opgesteld, en van waaruit een koppeling wordt gemaakt via een MAN met de marktplaats.

BIJLAGE 2

GLASVEZELTECHNOLOGIE

De glasvezeltechnologieën voor de ontsluiting van woonwijken zijn in twee belangrijke hoofdgroepen te verdelen: passieve en actieve optische netwerken. Bij Passieve Optische Netwerken worden de splitsingen tussen de wijktechnische ruimte (WTR) gemaakt met passieve optische componenten. Bij actieve optische netwerken worden alle splitsingen gemaakt met actieve apparatuur. Het belangrijkste verschil tussen actieve en passieve netwerken, is het feit dat bij actieve netwerken per huisaansluiting een vezel een WTR binnenkomt. Bij passieve netwerken is er per groep van huizen (maximaal 32) een vezel in de WTR.

Passief Optisch Netwerk (PON)

Als er gekozen wordt voor Passief Optische Netwerken (PON), zijn er nog 3 belangrijke technologieën om uit te kiezen. Deze technologieën hebben betrekking op de manier waarop de signalen voor de verschillende eindpunten (huizen) van elkaar onderscheiden kunnen worden.

- **aPON** (*ATM Passive Optical Network*):
Dit is een op het ATM-protocol (*Asynchronous Transfer Mode*) gebaseerde technologie. Pakketten verzonden naar een bepaald eindpunt worden gerouteerd via 1 fysieke glasvezel ge-multicast naar meerdere eindgebruikers. De pakketten zijn voorzien van een adres, waardoor duidelijk is voor welke eindgebruiker het pakketje bedoeld is. Het is dezelfde technologie die gebruikt wordt door KPN voor het routeren van telefonie.
- **ePON** (*Ethernet Passive Optical Network*):
Dit is een op het Ethernet-protocol gebaseerde technologie. Downstream verkeer wordt in broadcast mode verstuurd, waarbij de ONT alleen de voor hem bedoelde pakketten doorlaat naar de gebruiker. Upstream verkeer kan bijvoorbeeld door statistische multiplexing plaatsvinden. Dit houdt in dat er vaste time-slots zijn voor iedere ONT om te zenden. Een belangrijk nadeel van ePON, is dat er nog geen standaarden voor zijn. Deze worden echter op dit moment ontwikkeld door de IEEE 802.3ah werkgroep²⁴ en de Ethernet in the First Mile Alliance²⁵ waar verschillende grote producenten zoals Cisco, Intel en Ericsson in deelnemen.
- **wPON** (*Wave Division Multiplexing Passive Optical Network*):
Deze technologie is gebaseerd op het feit dat er door een glasvezel tegelijkertijd verschillende golflengtes (kleuren) licht gestuurd kunnen worden. Iedere aansluiting krijgt bij wPON een eigen kleur licht, waardoor iedere gebruiker de volle bandbreedte tot zijn beschikking heeft. Doordat iedere gebruiker op een eigen golflengte werkt, is er geen

²⁴Zie: <http://www.ieee802.org/3/efm/index.html>

²⁵Zie: <http://www.efmalliance.org/>

synchronisatie voor upstream-verkeer nodig, wat de techniek eenvoudiger maakt. In veel opzichten is wPON vergelijkbaar met AON, omdat bij AON de gebruiker de glasvezel helemaal voor zich zelf heeft en dus geen rekening hoeft te houden met andere gebruikers. Dit is ook het geval bij wPON, door de eigen golflengte. Een belangrijk nadeel van deze technologie is, dat de technologie erg nieuw is en er dus nog weinig apparatuur voor beschikbaar is. Essex Corporation²⁶ heeft 'hyperfine WDM' technologie ontwikkeld, waarbij er meer kleuren licht gesplitst kunnen worden in een glasvezel en waardoor er veel meer aansluitingen op een vezel mogelijk zijn.

Voor- en nadelen

In deze paragraaf worden de voor- en nadelen van aPON, ePON en wPON op een rij gezet, zodat er een duidelijk beeld van de relevante keuze-overwegingen ontstaat.

	aPON	ePON	wPON
Snelheid Downstream	622 Mb (shared)	1 Gb (shared)	2,5 Gb (niet shared)
Snelheid Upstream	155 Mb (shared)	1 Gb (shared)	2,5 Gb (niet shared)
Soort optische splitter	Standaard	Standaard	Frequentie splitter
Volgroeidheid	Vrij Volwassen	Kinderschoenen, maar kan binnenkort beschikbaar komen	Luipers

Actief Optisch Netwerk (AON)

Actief Optische Netwerken (AON) onderscheiden zich van Passief Optische Netwerken, omdat er zich tussen de WTR en de huisaansluiting geen passieve optische elementen bevinden, anders dan de glasvezel zelf. Er is dan ook per huisaansluiting een ongedeeld vezelpaar (of enkele vezel, zie later) dat vanaf de WTR tot in bijvoorbeeld de meterkast van de gebruiker loopt. Belangrijke voordelen hiervan zijn dat er geen risico's zijn op het af luisteren van het verkeer door de burens; de hele bandbreedte van een vezel ter beschikking staat van de gebruiker en er eventueel per gebruiker een andere technologie gebruikt kan worden.

Een belangrijk nadeel van een AON is, dat er per huis een glasvezelpaar het WTR binnenkomt. In de wijk Hazenkamp, moet er dus rekening gehouden worden met de binnenkomst van 2200 glasvezelparen. Er moet dus ook voor 2200 aansluitingen actieve apparatuur in de WTR geplaatst kunnen worden. Met een standaard grootte van 24 poorten per switch of router komt dit neer op bijna 100 switches of routers. Dit komt neer op 2 of 3 19" kasten van 2 meter hoog.

Als de keuze op een Actief Optisch Netwerk is gevallen, komen twee technologieën in het beeld. Normaal is er voor een glasvezelverbinding een glasvezelpaar nodig. Eén vezel voor downstream, één voor upstream. Het is echter tegenwoordig ook mogelijk om zender en ontvanger te combineren in één behuizing, waardoor er maar een enkele vezel nodig is. Dit is voor de

²⁶ <http://www.essexcorp.com>

aansluiting aan de klantzijde niet van grote invloed, maar echter wel voor de aansluiting in de wijkcentrale, omdat daar nu 50% minder vezels aangesloten hoeven te worden, waardoor het aantal switches dus een stuk lager wordt.

AON versus PON

Een groot voordeel van PON ten opzichte van AON is het kleinere aantal vezels dat in het WTR binnenkomt (en dus afgewerkt moet worden). Ook het aantal switches in het WTR is een stuk minder. Hier houden de voordelen ten opzichte van AON echter op. Bij AON kan de apparatuur een stuk goedkoper omdat er geen ingewikkelde *time division* protocollen geïmplementeerd hoeven te zijn. Over de glasvezels kan “standaard” Ethernet gebruikt worden. Ook hoeven de gebruikers geen bandbreedte te delen.

Het is zelfs mogelijk om verschillende gebruikers verschillende technologieën te laten gebruiken als dat gewenst is. Zo zouden er bijvoorbeeld twee verschillende soorten switches geplaatst kunnen worden in het WTR. Eén “standaard” switch en één (duurdere) state-of-the-art switch die bijvoorbeeld een veel hogere verbindingssnelheid toestaat. Gebruikers die de veel hogere verbindingssnelheid willen gebruiken worden op die switch aangesloten, tegen een hogere abonnementsprijs. Dit kan zeker in de toekomst uitkomst bieden als er nieuwe technologieën beschikbaar komen en niet alle gebruikers willen overschakelen. Hiermee wordt een optimale flexibiliteit bereikt en kan een zeer fijnmazige differentiatie worden bereikt die nodig is om in een bestaande woonwijk uiteenlopende en in de loop van de tijd veranderende wensen van gebruikers te honoreren.

Actieve Apparatuur

De actieve apparatuur die benodigd is voor het realiseren van een PON- of AON-oplossing is te splitsen in twee categorieën. Aan de ene kant is er de apparatuur in de wijk technische ruimte, aan de andere kant de apparatuur bij de gebruikers thuis. Sommige eisen die aan de apparatuur gesteld moet worden zijn afhankelijk van de gekozen technologie (AON of PON), sommige eisen zijn alleen voor de apparatuur bij de gebruiker of juist in de WTR. Ook zijn er eisen waar alle apparatuur aan zal moeten voldoen. Hierna worden deze eisen uitgewerkt.

Multicast:

Multicast-verbindingen zijn voor het versturen van bijvoorbeeld live video streams essentieel. Een multicast-verbinding verstuurt pakketten maar één keer per fysieke verbinding, in plaats van één keer per gebruiker. Als er in een netwerk meerdere gebruikers dezelfde stream bekijken, hoeft de server de stream maar één keer naar het netwerk te sturen. Routers onderweg dupliceren de multicast-pakketten indien nodig voor de fysieke verbindingen waar mensen mee verbonden zijn die de stream willen ontvangen.

- **IPv6:**

In verband met het gebrek aan IPv4-adressen wordt het internet langzaam maar zeker

geschikt gemaakt voor IPv6. Deze verandering gebeurt voornamelijk vanuit de binnenkant van het netwerk naar buiten. Het kan interessant zijn om de gebruikers niet alleen een IPv4-adres ter beschikking te stellen, maar daarnaast ook één of meer IPv6-adressen. Voor het aanbieden van diensten die vereisen dat er QOS geboden kan worden kan IPV6 noodzakelijk zijn.

- **SP selectie protocol:**

Om meerdere ISP's de mogelijkheid te bieden hun diensten over het glasvezelnetwerk aan te bieden, moet er de mogelijkheid zijn om te beslissen naar welke ISP de data gestuurd moet worden. De splitsing is op pakket niveau nodig als binnen één huis meerdere ISP's gebruikt kunnen worden, bijvoorbeeld door verschillende gebruikers. Als er per huishouden voor een ISP gekozen moet worden, is misschien iets grovere splitsing mogelijk. Zo kan bij een AON in dat geval per vezel gesplitst worden. Het is de bedoeling dat er meerdere diensten aangeboden gaan worden (bijvoorbeeld ook Video on Demand); hierbij is pakket gebaseerde splitsing toch nog nodig.

Wijktechnische ruimte (WTR)

Voor de WTR zijn de volgende aspecten van belang:

- **Schaalbaarheid:**

Het is belangrijk dat de apparatuur in de WTR goed schaalbaar is. De apparatuur van de meeste leveranciers voldoen hier prima aan. Switches, waar de glasvezels uit de huizen op aangesloten worden, worden meestal in 24 poorts uitvoeringen geleverd, met een dubbele gigabit-aansluiting voor de upstream-verbinding. Hierdoor kunnen er in de loop van de tijd nieuwe switches bijgeplaatst worden, waardoor je hooguit 23 huizen 'vooruit' hoeft te investeren. Als het aantal switches zo groot wordt, dat de uplink-verbinding niet meer voldoende is, kunnen er meerdere uplink-verbindingen worden gemaakt, waardoor er clusters van switches ontstaan.

- **Toekomstvastheid :**

Het feit dat vanuit elk huis 2200 vezelparen naar de WTR loopt (uiteindelijk maximaal zo'n 2200 vezelparen, maakt het zeer gecompliceerd om een WTR te verplaatsen nadat er al een grote hoeveelheid verbindingen gerealiseerd is. Afspraken rond WTR's moeten derhalve voor langere periodes gemaakt worden.

Fijnmazige Infrastructuur

Een belangrijke keuze in het fijnmazige infrastructuur is de keuze op welke punten de glasvezels gebundeld en gesplitst worden (afhankelijk van de richting waarop je denkt). Vooral bij AON oplossingen zijn de splitsingspunten van groot belang, omdat daar een ruimte van enkele vierkante meters voor nodig is. Uiteraard is het qua glasvezelkosten het voordeligst om zo dicht mogelijk bij de eindgebruikers te splitsen, omdat de totale lengte glasvezel dan minimaal is.

- **Iedere straat:**

Vooraf bij PON-oplossingen is een splitsing per straat (of meerdere splitsingen per straat) een logische oplossing. Per splitter kunnen dan 32 gebruikers aangesloten worden, waardoor het al snel nodig is op meerdere plaatsen in een straat te splitsen.

- **Ster structuur:**
De meest voor de hand liggende manier om de kabel te splitsen is door op één punt een splitter te plaatsen en daar vandaan naar (maximaal) 32 huizen een glasvezel te trekken.
- **Bus structuur:**
Een minder voor de hand liggende methode is om een glasvezel te trekken langs een rijtje huizen en dan voor de deur van ieder huis een 2-weg splitter te plaatsen die voor dat huis een aftakking maakt in de vezel. Deze methode brengt ook een aantal nadelen met zich mee, waaronder bijvoorbeeld beveiligingsproblemen.
- **Aantal punten in de wijk:**
Vooral bij AON-oplossingen is het voor de hand liggend om op een beperkt aantal punten in de wijk een ruimte in te richten waar enkele honderden huizen aangesloten kunnen worden op de glasvezel infrastructuur.
- **Eén punt in de wijk:**
Bij kleinere wijken is het goed mogelijk om op slechts één punt in de wijk een ruimte in te richten waar de aansluitingen van alle huizen samenkomen. In grotere wijken is dit geen haalbare oplossing, omdat er dan duizenden glasvezelparen de ruimte in gevoerd moeten worden. Ook worden dan de glasvezels erg lang.