

Die Koexistenz von Telekommunikations- und Multi-Utility-Netz

Dr.-Ing. Jörg Ochs



Kurzvita

Jörg Ochs begann seine berufliche Laufbahn im Jahr 1986 mit einer Ausbildung zum Radio- und Fernsichttechniker. Darauf folgten in den Jahren 1992 bis 1996 die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge der Elektro- (FH) bzw. Nachrichtentechnik (Univ.) sowie eine Promotion in Informationstechnik an der Universität der Bundeswehr in München, welche Ochs 2003 als Dr.-Ing. abschloss. Im Jahr 2003 trat er als Senior-Manager IT-Security in die Stadtwerke München GmbH ein. Nach Stationen als Leiter

IT-Security und Leiter Datencenter/Infrastruktur ist er seit 2007 als Leiter Telekommunikation bei der SWM Services GmbH tätig. Neben der Tätigkeit bei den Stadtwerken München ist Ochs in den Organisationen BDEW in der PG Mobil- und Betriebsfunk, beim DIBKOM als Beirat, beim VBEW als Vorsitzender des AA Informationstechnik und beim VKU in der AG Breitband tätig.

Kontakt

Dr.-Ing. Jörg Ochs
Stadtwerke München
Emmy-Noether-Strasse 2
80287 München
E-Mail: ochs.joerg@swm.de

Der Aufbau der Glasfaserinfrastruktur in München durch die Stadtwerke München schreitet wie geplant voran. Bis Ende 2013 wurden rund 32.000 Gebäude im Stadtgebiet innerhalb des Mittleren Rings mit Glasfaseranschlüssen direkt bis in die Immobilie hinein erschlossen sein (Abb. 1).

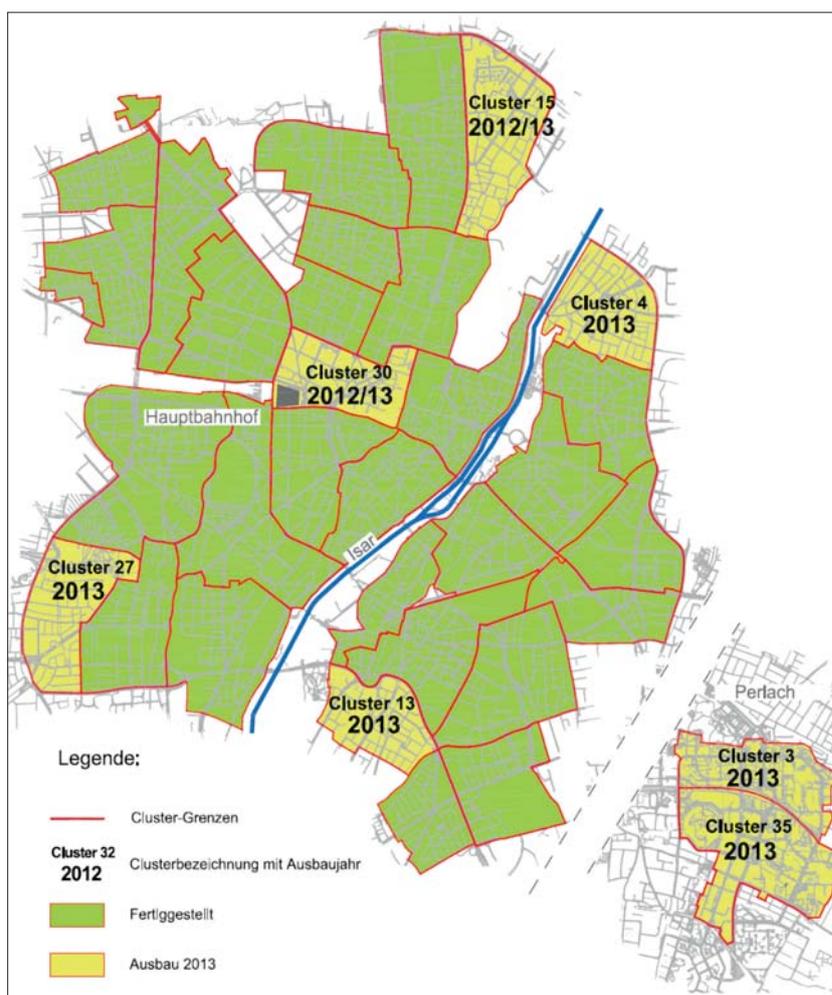


Abb. 1: Erste Ausbaustufe des FttB-Netzes in München

Die Glasfaser-Erschließung für München basiert auf einem zukunftsfähigen und nachhaltigen Ansatz und stellt somit einen Meilenstein für die Infrastrukturentwicklung von München dar. Die moderne Anschlusstechnologie ermöglicht dem Verbraucher die Verfügbarkeit von Internet-Bandbreiten von mehr als 100 Mbit/s. Hiermit ist es nicht nur möglich breitbandintensive Multimedia-Anwendungen wie Fernsehen in hoch auflösender HDTV-Qualität und Video-on-Demand Dienste in Anspruch zu nehmen, auch komfortable Heimarbeitsplätze und die Durchführung von onlinebasierten Bildungsmaßnahmen sind nun ohne Einschränkungen möglich. Für die Münchner Bürgerinnen und Bürger spielt der Glasfaseranschluss dadurch eine entscheidende Rolle für die Lebensqualität.

Nicht nur Privathaushalte profitieren vom modernen Breitbandanschluss auch Selbständige und Kleinbetriebe können nun leistungsfähigen Internet-Anschluss erhalten, wie er bisher nur für Großunternehmen bezahlbar war. Für Klein- und Mittelständische Betriebe kann das Glasfasernetz in München dadurch zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil werden.

Neben den faszinierenden Möglichkeiten die der Glasfaseranschluss mit seiner hohen Bandbreite im Bereich der neuen Medien bringt, ergeben sich auch viele weitere Anwendungsfelder im Umfeld der Energieversorgung.

So wollen die SWM in Zukunft mit einem so genannten intelligenten Energienetz (Smart Grid) und intelligenten Energiezählern (Smart Meter) unter anderem erneuerbare Energiequellen wie Windräder und Sonnenkollektoren mit konventionellen Kraftwerken und Speichermedien in Einklang bringen. Für diesen Datenverkehr zwischen Erzeuger und Verbraucher ist ein leistungsfähiges modernes Kommunikationsnetz, wie zum Beispiel das Glasfasernetz in München, eine nötige Voraussetzung. Ein solches „Multi-Utility-Netz“ erlaubt es Telekommunikationsdienste mit unzähligen anderen Nutzungsmöglichkeiten zu kombinieren.

Der Multi-Utility-Ansatz

Als Multi-Utility-Netz kann ein Kommunikationsnetz bezeichnet werden, welches von einem Multi-Utility-Unternehmen errichtet und unterhalten wird. Solche Unternehmen bieten ein großes Spektrum an Versorgungsdienstleistungen an. Als Versorgungsdienstleistungen werden unter anderem die Bereitstellung von Strom, Wasser, Gas aber auch öffentlicher Nahverkehr oder Entsorgungsdienstleistungen wie z.B. Abwasser und Hausmüllentsorgung verstanden.

Die Stadtwerke München sind ein reines Versorgungsunternehmen, Entsorgungsdienste fallen demnach nicht in ihr Aufgabengebiet. In der folgenden Tabelle sollen anhand von einigen Beispielen die Nutzungsmöglichkeiten eines modernen Kommunikationsnetzes bei einem Multi-Utility-Unternehmen, wie den Stadtwerken München, aufgezeigt werden. In Tabelle 1 liegt das Hauptaugenmerk auf den SWM Versorgungsdienstleistungen daher wird die klassische Telekommunikationssparte nicht angegeben.

Ebene Sparte	Erzeugung	Verteilung	Verbraucher
Strom	Steuer- und Messwerte im Bereich der Stromerzeugung	Steuer- und Messwerte im Bereich der Stromverteilung (Smart Grid)	Verbrauchswerte (Smart Meter) Steuerungsdaten (Smart Home) Steuerungsdaten (regenerative Energien)
Wasser	Steuer- und Messwerte im Bereich der Wassergewinnung	Steuer- und Messwerte im Bereich der Wasserverteilung	Verbrauchswerte (Smart Meter) Absperrrdaten im Störfall
Gas	Steuer- und Messwerte im Bereich der Gasgewinnung (selten bei Multi-Utility-Unternehmen selbst)	Steuer- und Messwerte im Bereich der Gasverteilung	Verbrauchswerte (Smart Meter) Absperrrdaten im Störfall
Fernwärme	Steuer- und Messwerte im Bereich der Fernwärmeerzeugung	Steuer- und Messwerte im Bereich der Fernwärmeverteilung	Verbrauchswerte (Smart Meter) Steuerungs- und Messwerte bei Großverbrauchern Absperrrdaten im Störfall
Fernkälte	Steuer- und Messwerte im Bereich der Fernkälteerzeugung	Steuer- und Messwerte im Bereich der Fernkälteverteilung	Verbrauchswerte (Smart Meter) Steuerungs- und Messwerte bei Großverbrauchern Absperrrdaten im Störfall

Fortsetzung nächste Seite

	Zentralen	Strecke (z. B. Haltestellen)	Bahnhof
Verkehr	Telemetriedaten, Videodaten, Verkehrssteuerung, Verkehrsleitung, Fahrgastzählung, Fahrzeugbetankung	Telemetriedaten, Videodaten, Verkehrssteuerung, Verkehrsleitung, Fahrgastzählung, Fahrzeugbetankung	Telemetriedaten, Videodaten, Verkehrssteuerung, Verkehrsleitung, Fahrgastzählung, Fahrzeugbetankung
	Frei- und Hallenbäder		
Bäder	Steuerungs- und Messwerte für Badebetriebszwecke, Steuerungs- und Messwerte für die Nutzung als Energiespeicher (Regelenergie)		

Tab. 1: Nutzungsmöglichkeiten eines Multi-Utility-Netzes für Versorgungsunternehmen

Allgemeiner logischer Netzaufbau

Der Netzaufbau des Glasfasernetzes orientiert sich an den Anforderungen der Telekommunikationsdienstleistung, da diese als erste das moderne Netz nutzen kann. Allerdings wurde das Netz so konzipiert, dass eine spätere Nutzung als Multi-Utility-Netz ebenfalls unterstützt wird.

Der Aufbau des FttB-Netzes in München besteht aus fünf Standortarten die sich zu einem weitgehend sternförmigen Netz zusammenschließen.

Den Beginn stellt jeweils ein Rechenzentrum dar. Nach den Rechenzentren sind als erster Aggregationspunkt die Betriebsräume vorgesehen. Von den Betriebsräumen aus wird die nächste Verteilungsebene, die so genannten Fibercollects, erreicht. Vom Fibercollect aus werden in der Folge einzelne Muffen oder Kabelverteiler angebunden. Über die Muffen und Kabelverteiler werden dann die einzelnen Gebäude erschlossen. Abb. 2 zeigt das fünfstufige Netzkonzept.

Die verschiedenen Aggregationsstufen von einer Verteilerebene zur nächsten werden in Abb. 3 erläutert. Rund 32.000 Gebäude sind über 500 Muffen mit 32 Fibercollects verbunden. Diese Fibercollects sind wiederum über acht Betriebsräume mit zwei redundanten Rechenzentren verschaltet.

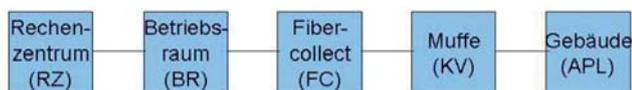


Abb. 2: Mehrstufiges Netzkonzept

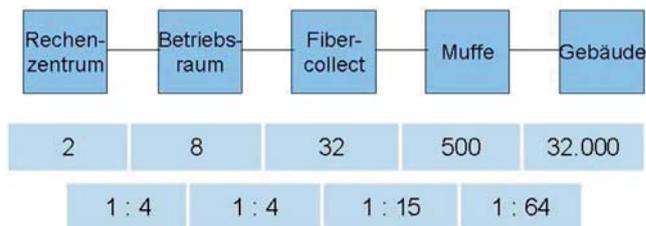


Abb. 3: Aggregationsstufen

Physikalische Netzentkopplung

Bei der Konzeption des Netzes wurde großer Wert auf eine strikte Trennung zwischen dem öffentlichen Telekommunikationsnetz für Internet, Telefonie und Fernsehen und dem geschlossenen Multi-Utility-Netz für Aufgaben des Versorgungsdienstleisters gelegt. So kann zum einen der maximale Nutzen des modernen Glasfasernetzes für die Münchner Bürgerinnen und Bürger gewährleistet werden, zum anderen bietet das Netz damit eine sichere Möglichkeit, hochsensible Daten von Erzeugung, Versorgung und Verbraucher zu übertragen. Um eine absolute Trennung zu gewährleisten werden die Daten sogar auf unterschiedlichen Fasern übertragen, das heißt die Übertragung verläuft in alle Aggregationsstufen und Standorte physikalisch getrennt von einander.

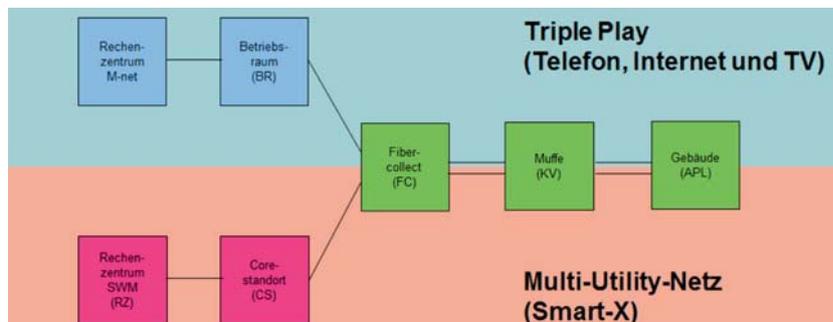


Abb. 4: physikalische Netztrennung zwischen Telekommunikations- und Multi-Utility-Netz

Das öffentliche Telekommunikationsnetz

Das öffentliche Telekommunikationsnetz bzw. dessen passive Infrastruktur wurde als GPON-Netz, also als Gigabit Passives Optisches Netz aufgebaut. Dieses GPON-Netz versorgt ausgehend vom Betriebsraum circa 4.000 Gebäude, welche rund 40.000 Wohneinheiten entsprechen, mit Internet, Telefon und Fernseh-Diensten.

Die passive Infrastruktur des GPON-Netzes sorgt für den physikalischen Transport des Signals und verbindet die Standorte sternförmig. Ausgehend vom Rechenzentrum werden hochfasrige Glasfaserkabel zu den Betriebsräumen gelegt. Von dort aus werden die Fibercollects mit weiteren hochfasrigen Kabeln, den Zubringerkabeln, erschlossen. In den Fibercollect erreichen die Zubringerkabel passive Splitter, welche eine Vervielfältigung des Signals auf viele einzelne Fasern vornehmen. Diese Fasern werden in dünnen Faserbündeln zu den entsprechenden Muffen verlegt. Die Verbindung der Kabel in den Muffen geschieht über Splice. In den Muffen werden die Faserbündel weiter aufgeteilt, so dass am Ende jedes Gebäude mit einem niederpaarigen Glasfaserkabel erschlossen werden kann.

Die aktive Infrastruktur sorgt für die Signalgenerierung und -verarbeitung. Im Betriebsraum befindet sich zu diesem Zweck die so genannte OLT, die Optical-Line-Termination. Durch diese OLT werden die passiven Splitter in den zugehörigen Fibercollects gespeist. Von den Splitttern im Fibercollect bis zum Terminierungspunkt im Gebäude (APL) ist die passive Infrastruktur durch verbunden, das heißt bis zum Gebäude wird keine weitere Aggregation der Daten vorgenommen. Die Terminierung in den einzelnen Gebäuden übernimmt das ONT, das Optical-Network-Terminal. An dieser Stelle erfolgt falls nötig auch die Umsetzung von Licht- in Kupfersignale. Vom ONT werden die Wohnungen über das bestehende Inhaus-Telefonnetz, welches meist eine Kupferverkabelung aufweist, mit VDSL versorgt.

Die Stadtwerke als Versorgungsunternehmen realisieren für das öffentliche Telekommunikationsnetz nur die passive Infrastruktur. Die benötigten aktiven Komponenten werden vom Telekommunikationsdienstleister M-net gestellt und betrieben.

Das geschlossene Multi-Utility-Netz

Vergleichbar zum öffentlichen Telekommunikationsnetz wird das Multi-Utility-Netz von den Stadtwerken ebenfalls als GPON basiertes Netz realisiert. Allerdings soll beim Multi-Utility-Netz bei Bedarf die Möglichkeit bestehen, auf aktive Technik, z.B. in Form von Active Ethernet Komponenten, zurück zu greifen. Mit diesem gemischten Ansatz ist es möglich, im Gegensatz zu einem herkömmlichen reinen GPON Netz, bei Bedarf auch eine symmetrische und logisch getrennte Bandbreite von 10 GBit/s auch für mehrere Dienste gleichzeitig zur Verfügung zu stellen. Aber auch kosteneffiziente GPON Komponenten erlauben die benötigten getrennten Kanäle und können die verschiedensten Anforderungen eines Multi-Utility Unternehmens kapazitätssparend umsetzen. Abb. 5 vergleicht den Aufbau des öffentlichen Telefonnetzes und des Multi-Utility-Netzes. Auf die Struktur des Multi-Utility-Netzes wird in Abb. 6 genauer eingegangen.

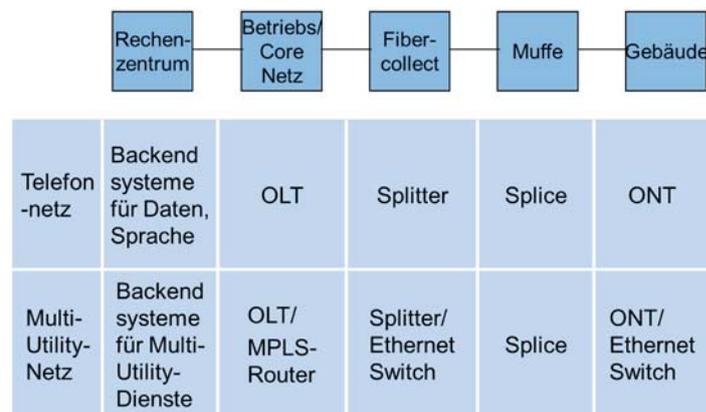


Abb. 5: Systemunterschiede beim Multi-Utility-Netz und Telefonnetz

Die passive Infrastruktur des Multi-Utility-Netzes deckt sich in ihrer physikalischen Anordnung weitgehend mit der des öffentlichen Telekommunikationsnetzes. Lediglich die verwendeten Fasern pro Faserbündel unterscheiden sich.

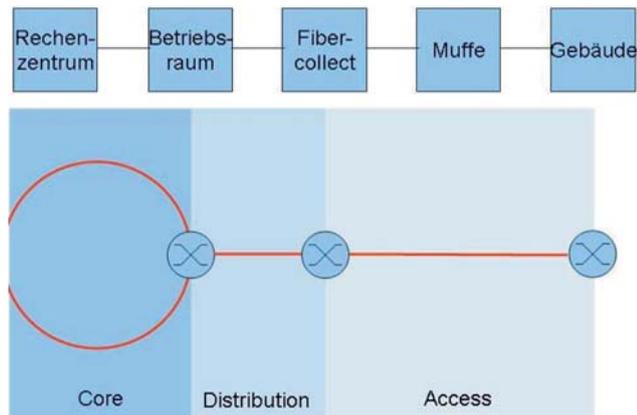


Abb. 6: Struktur des Multi-Utility-Netzes. Ein Switch im Fiber Collect ist nur bei der Ausführung als aktives Ethernet Netz nötig. In der GPON Ausführung wird im Fibercollect lediglich ein passiver Splitter eingesetzt.

Da das physikalische Übertragungsmedium, die Glasfaser, für das Multi-Utility-Netz gemeinsam mit dem Telekommunikationsnetz verlegt wird, überlappen sich auch die geographischen Standorte im Accessbereich der beiden Netze. Abb. 7 zeigt die überlappenden Core Bereiche des Telekommunikationsnetzes und des Multi-Utility-Netzes. Wie weit die beiden Netze gemeinsam, das heißt im selben Glasfaserbündel geführt werden, hängt davon ab ob die Signale des Multi-Utility-Netzes ebenfalls in den selben Rechenzentren verarbeitet werden wie die Signale des öffentlichen Telekommunikationsnetzes. Wenn dem so ist, müssen die Netze an keinem Punkt separiert werden. Andernfalls werden die Signalwege ab einem Standort, z. B., dem Betriebsraum auf unterschiedlichen Faserbündeln in geographisch unterschiedlichen Trassen zu ihren jeweiligen Verarbeitungszentren geführt.

Dass die Netze bis in den Betriebsraum hinein zusammengeführt werden, ist natürlich nicht zwingend erforderlich. Auch ein Separieren der Netze bereits im Fibercollect ist denkbar. In einem solchen Fall würden sich dann die Core Standorte des Multi-Utility-Netzes und die Core Standorte des öffentlichen Telekommunikationsnetzes geographisch unterscheiden. Generell können

auch für verschiedene Fibercollect und Core Standorte individuelle Lösungen umgesetzt werden, abhängig von örtlicher Situation des Raumes und anderen Rahmenbedingungen. Voraussetzung für das Separieren der Netze ist eine Anbindung des Standortes zu beiden folgenden Aggregationsstandorten, für das Multi-Utility-Netz sowie für das Telekommunikationsnetz.

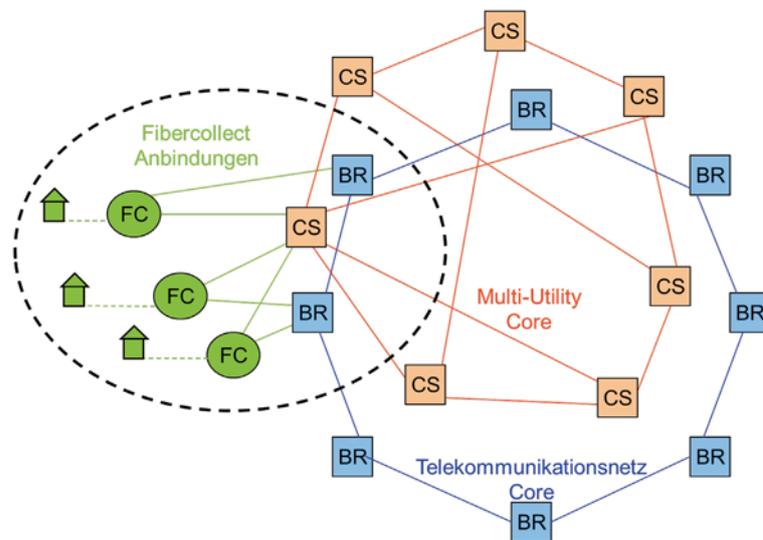


Abb. 7: Beispielhafter Aufbau des Multi-Utility-Cores und des Telekommunikations-Corenetzes mit Fokus auf die Core bzw. Betriebsraum-Aggregationsstufe.

Wie in Abb. 7 erkennbar, ist das Multi-Utility-Netz hochgradig vermascht aufgebaut. Dadurch kann eine hohe Verfügbarkeit für die kritischen Anwendungen des Versorgungsunternehmens sichergestellt werden.

Der zentralen Standorte, also die Betriebsräume, des öffentlichen Telekommunikationsnetzes sind als Ring erschlossen.

Außerhalb der Core Bereiche sind sowohl das Multi-Utility-Netz als auch das Telefonnetz als reine Sternstruktur aufgebaut, siehe Abb. 8. Die Fasern der beiden Netze verlaufen, wie bereits erwähnt, parallel in denselben Faserbündeln auf der gemeinsamen Trasse. Da jedoch unterschiedliche Fasern verwendet werden, sind die Netze bis zum Endpunkt in den Gebäuden selbst physikalisch getrennt realisiert.

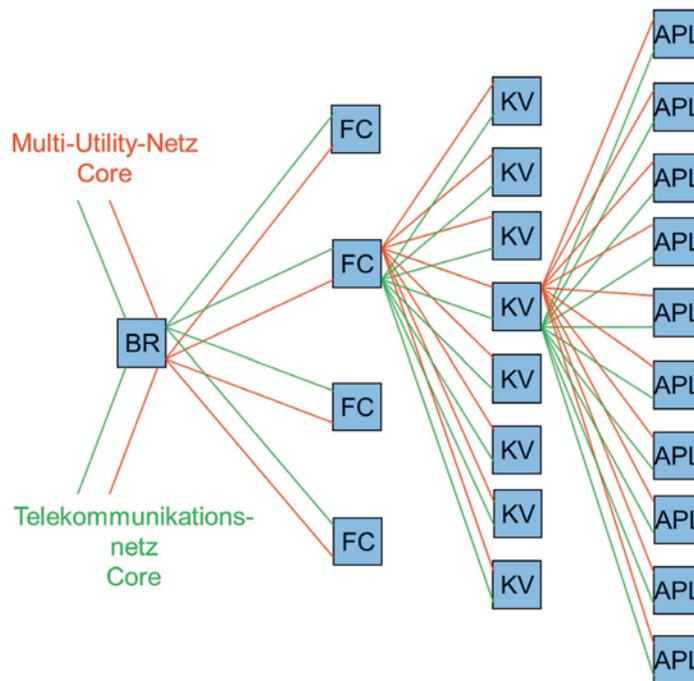


Abb. 8: Sternstruktur im Distribution- und Accessbereich

In den Betriebsräumen bzw. in den Core Standorten des Multi-Utility-Netzes, sofern diese sich bereits von den Betriebsräumen unterscheiden, sind die Core-MPLS-Router sowie die OLTs des Multi-Utility-GPON Netzes angesiedelt. Im Bereich der Fibercollects befinden sich die passiven Splitter des Multi-Utility-Netzes sowie bei einer gemeinsamen Umsetzung mit aktiven Komponenten die Ethernet Switches. Am Abschlusspunkt der Linie (APL) werden die Datenströme im ONT sowie bei aktiver Ausführung im Access-Ethernet-Switch abgegriffen.

Vom Konzept zum realen Multi-Utility-Netz (MUN)

Nach der konzeptionellen Ausarbeitung des Multi-Utility-Netzes folgt die Adaption in die Praxis. Zum heutigen Zeitpunkt können über die Glasfaserinfrastruktur des FttB-Netzes und somit der Basis des Multi-Utility-Netzes

rund 32.000 Gebäude erreicht werden. Das über die Corestandorte stark vermaschte Kernnetzwerk ist mehrfach redundant an die beiden hochverfügbaren Rechenzentren angebunden. Wie oben beschrieben gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Netzseparierung abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen. Der in Abb. 7 dargestellte Fall zeigt die direkte Anbindung der Corestandorte des Multi-Utility-Netzes an die Fibercollects (POPs). Eine andere Möglichkeit, die ebenfalls umgesetzt werden soll ist die Anbindung der Telekommunikationsbetriebsräume an die Core-Standorte des Multi-Utility-Netzes. Diese Möglichkeit ist aufgrund der reduzierten zu realisierenden Anbindungen kosteneffizienter, kann aber zu erhöhten Faserlängen führen, die gerade im Fall der GPON Realisierung kritisch zu untersuchen ist. Ausgehend von den Fibercollects kann die sogenannte letzte „Glasmeile“ an der sich die Gebäude mit den einzelnen Nutzern befinden bedient werden.

Aus den Nutzungsmöglichkeiten für ein Multi-Utility-Unternehmen ergeben sich sehr unterschiedliche Anforderungen an das zukünftige Bandbreitenetz. In der ersten Phase kommen wenige sehr spezialisierte Anwendungen zum Zuge. Beispielsweise die Anbindung einzelner Blockheizkraftwerke oder großer Fernwärmeabnehmer an zentrale Leitstellen. Nach der Umsetzung des Smart-Meteringkonzeptes werden später jedoch fast alle Gebäude über das Netz angebunden sein können.

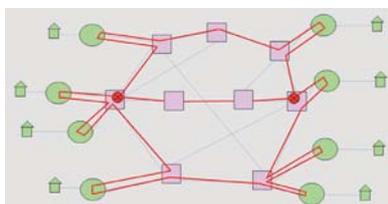


Abb. 9a: MUN-Basis

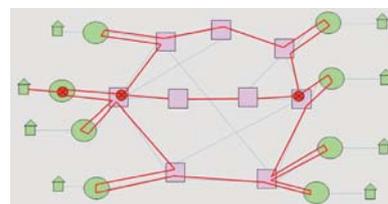


Abb. 9b: MUN-Ausbau

Da es sich im ersten Schritt um die Anbindung vereinzelter Datenquellen handelt, sollen die Erstinvestitionskosten sehr gering sein um bereits bei einer zweistelligen Anschlusszahl pro Jahr eine wirtschaftliche Darstellung zu erreichen. Durch die Anbindung elektronischer Zähler wird sich die Anschlusszahl jedoch deutlich erhöhen. Hieraus ergibt sich zwangsläufig die Forderung nach einer sehr starken Skalierbarkeit des Netzkonzeptes.

Diese Skalierung kann dadurch erreicht werden, dass zu Beginn des Ausbaus nur wenige aktive Netzknotten, OLTs für das Multi-Utility-Netz im Einsatz

sind und alle Fibercollects an diese Komponenten angebunden werden, z. B. über einen Glasfaserring (s. Abb. 9a), sofern die Faserlänge das zulässt. So können zum einen die Anfangsinvestitionskosten gering und zum anderen die Verfügbarkeit durch die Ringstruktur deutlich erhöht werden.

Kommt nun die erste Datenquelle an das Netz muss nur in dem betroffenen POP eine aktive (z. B. bei Active Ethernet) oder passive (z. B. bei GPON) Verteilkomponente (s. Abb. 9b) installiert werden.

Ausblick im Multi-Utility-Netz

Durch die Multi-User-Fähigkeit in Verbindung mit Skalierbarkeit und hoher Ausfallsicherheit können über das Multi-Utility-Netz auch weitere kritische Anwendungen bedient werden. So ist es beispielsweise möglich, dass auch Brandmeldeanlagen oder Alarmmeldungen sicher an die Leitstellen angebunden werden können.

Durch die physikalische Trennung des MUN und des öffentlichen Telefonnetzes können hier auch spezielle IT-Sicherheitsvorgaben mit einem geringen Aufwand realisiert werden.

Fazit

Die großflächige Erschließung Münchens mit Glasfasertechnologie in jedem Gebäude, bietet neben dem großen Vorteil der flächendeckenden Breitbandversorgung noch weitere Vorteile für den Nutzer.

Als Versorgungsunternehmen können die Stadtwerke ein eigenes Multi-Utility-Netz aufbauen, welches großes Innovationspotential für die Zukunft bietet. So können z. B. Auslese-, Regel- und Steuersignale für Smart Grid und erneuerbare Energien übertragen werden. Auch für den öffentlichen Nahverkehr und sogar die Bäder bietet ein solches Netz viele Nutzungsmöglichkeiten. Mit einem Multi-Utility-Netz sind Multi-Utility-Unternehmen optimal für die Zukunft gerüstet.