



# MICROSENS

## WHITE PAPER

Hochverfügbarkeit ohne  
Kompromisse-  
Redundanzkonzepte  
in FTTO-Netzen



**Dipl.-Ing. Hannes Bauer**  
Prokurist, Technical Director  
MICROSENS GmbH & Co. KG



## Das Fiber To The Office-Konzept von MICROSENS hat sich längst für die kosteneffiziente Inhouse-Vernetzung in zahlreichen Projekten bewährt.

Als normkonformes Verkabelungskonzept nach EN 50173-2 vereint es die Vorteile von Glasfaser- und Kupferverkabelungen auf intelligente Weise und kombiniert beide Medien dort, wo sie technisch und wirtschaftlich den größten Nutzen bringen: Leistungsfähige Glasfaserstrecken werden durchgängig vom Steig- und Horizontalbereich bis hin zum Anwender verlegt. Dort kommt ein Installationsswitch als aktives Element zum Einsatz, der flexibel nutzbare Kupferanschlüsse für die Endgeräte bereitstellt.

Bislang wenig beachtet sind jedoch intelligente Redundanzlösungen, durch die FTTO ein Höchstmaß an Verfügbarkeit bietet.

Die technischen und wirtschaftlichen Vorteile, die FTTO bietet, sind unbestritten. Durch größere Leitungslängen, hohe Bandbreiten und eine längere Nutzungs-

dauer gegenüber der herkömmlichen strukturierten Verkabelung hat sich FTTO in vielen Bauprojekten als zukunftsicheres, technisches und wirtschaftliches Optimum bewährt. Ein Gutachten der WIK Consult hat nachgewiesen, dass FTTO sich bereits bei Netzgrößen ab 160 Teilnehmern rechnet. Je mehr Teilnehmer angeschlossen werden, desto deutlicher fallen die Kostenvorteile aus – sowohl bei der Errichtung, als auch im Betrieb.

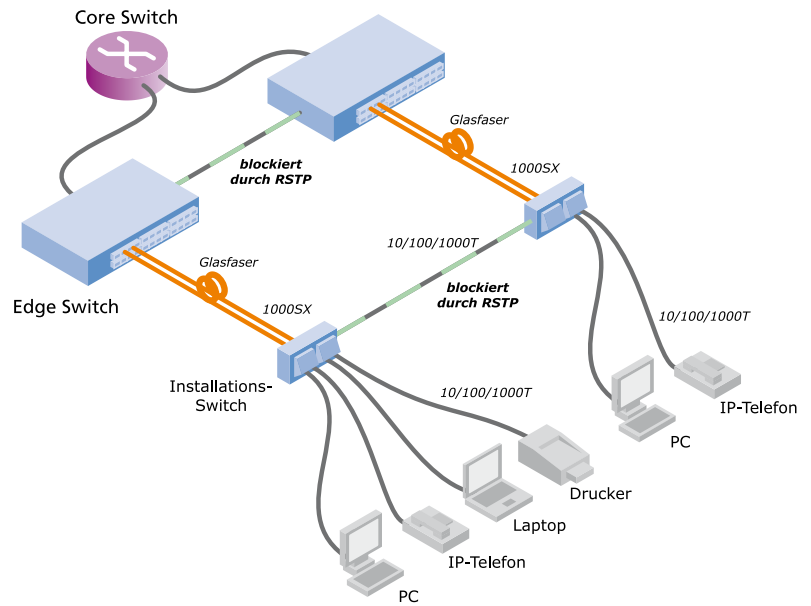
Wie aber verhält es sich bei besonderen Anforderungen an die Netzverfügbarkeit? Wie sieht es mit Redundanzkonzepten aus, die eine möglichst hohe Verfügbarkeit sicherstellen sollen? Auch hier steht FTTO der klassischen Verkabelung in nichts nach und bietet gleich vier verschiedene Redundanzlösungen.

## Variante 1: Klassisches FTTO mit Kaskadierung über Kupfer

Bei FTTO versorgt ein Installationsswitch typischerweise zwei Arbeitsplätze. Er bietet vier Kupferports für den Anschluss von Endgeräten und ist mit dem Coreswitch über zwei Glasfasern verbunden.

Zusätzlich besitzt er einen Kupfer-Downlinkport auf der Installationsseite.

Die einfachste Redundanzlösung ist, zwei benachbarte Installationsswitches über ihre Kupfer-Downlinkports miteinander zu verbinden. Dazu muss lediglich ein Standard-Kupferpatchkabel im Kabelkanal verlegt werden. Durch das Rapid Spanning Tree Protokoll (RSTP) wird die Kupferverbindung zwischen den Switches passiv geschaltet. Fällt eine Glasfaserverbindung zu einem der beiden Installationsswitches aus, wird die Querverbindung über das Kupferkabel automatisch aktiviert. Damit bleiben beide Installationsswitches und die daran angeschlossenen Endgeräte im Netzwerk weiterhin erreichbar. Sinnvollerweise wird man die benachbarten Installationsswitches mit verschiedenen Coreswitches verbinden, um hier weitere Redundanz zu schaffen.

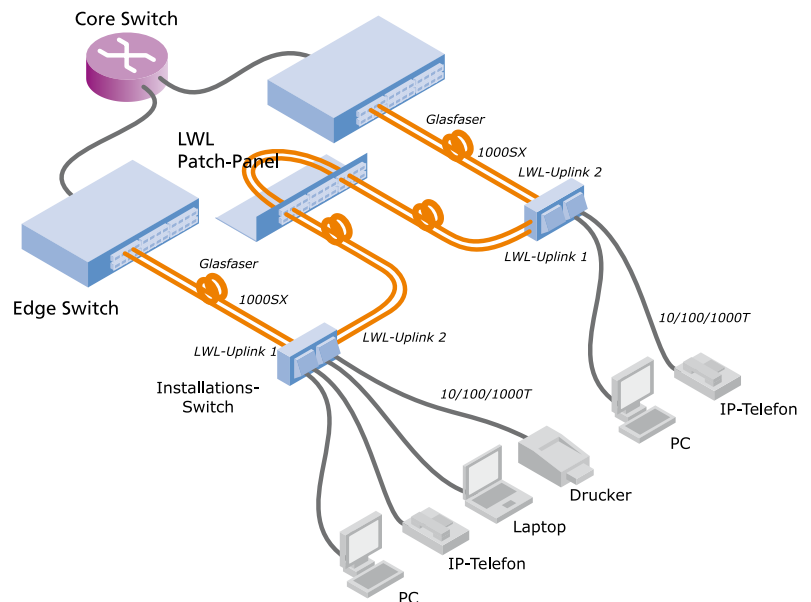


Die einfachste Form der Redundanz: Zwei Installationsswitches werden über ein Kupferpatchkabel verbunden.

## Variante 2: Klassisches FTTO mit Kaskadierung über Glasfasern

Bei dieser Variante ist jeder Installationsswitch mit zwei Glasfaserports ausgestattet. Da zu einem Büro mit zwei Arbeitsplätzen ohnehin meist vier Fasern verlegt werden, nutzt der Installationsswitch die als Reserve verlegten Fasern für die Verbindung zu einem weiteren Installationsswitch.

Statt wie bei Variante 1 ein Kupferpatchkabel im Kabelkanal zum nächsten Installationsswitch zu verlegen, werden die zur Kaskadierung verwendeten Glasfasern einfach am Patchfeld passiv durchrangiert. Der Vorteil dieser Lösung ist, dass die Glasfaser durchgängig als Verkabelungsmedium genutzt wird und dadurch auch der Mix der Verkabelungsmedien Kupfer und Glas zu den Installationsswitches entfällt. Die dezentrale Seite ist bereits für die volle Redundanz ausgelegt, die zentrale Seite kann nach und nach durch Bereitstellung redundanter Ports umgestellt werden indem die passive Verbindung auf aktive Glasfaserports umgestellt wird.



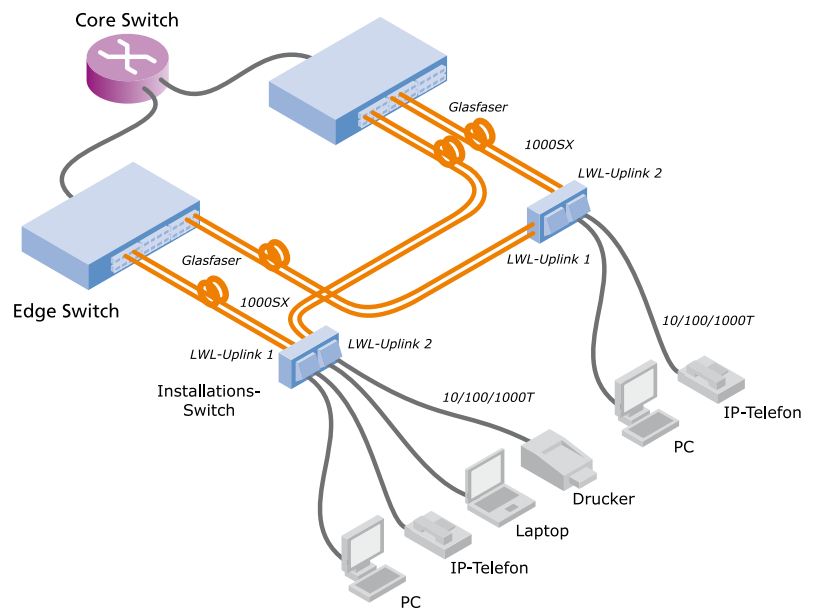
Zwei Installationsswitches mit zwei Glasfaseranschlüssen; jeweils ein Anschluss ist auf einen Coreswitch geschaltet, der zweite im Glasfaser-Patchfeld zum zweiten

## Variante 3: Dual Homing – doppelte Glasfaser-Anschlüsse

Auch bei diesem Konzept besitzt jeder Installationsswitch zwei voneinander unabhängige Glasfaserports, wird aber direkt mit zwei unabhängigen Coreswitches verbunden – vorzugsweise über getrennte Wege, um auch hier ein Plus an Sicherheit zu schaffen. Fällt ein Link zu einem Coreswitch aus, läuft der Datenverkehr einfach über den anderen.

Bei dieser Variante wird alles bis auf den Installationsswitch doppelt ausgeführt. Bei Ausfall eines Links bleibt die volle Linkperformance zum Installationsswitch erhalten, da der zweite Link zum anderen Coreswitch aktiviert wird.

Dual Homing hat aber auch seinen Preis: Jeder Installationsswitch wird mit zwei Glasfaserports (SFPs) ausgestattet und besitzt damit doppelt so viele wie bei einer Standard-FTTO-Lösung. Dazu kommt, dass auch auf Coreseite die doppelte Portanzahl bereitgestellt werden muss.

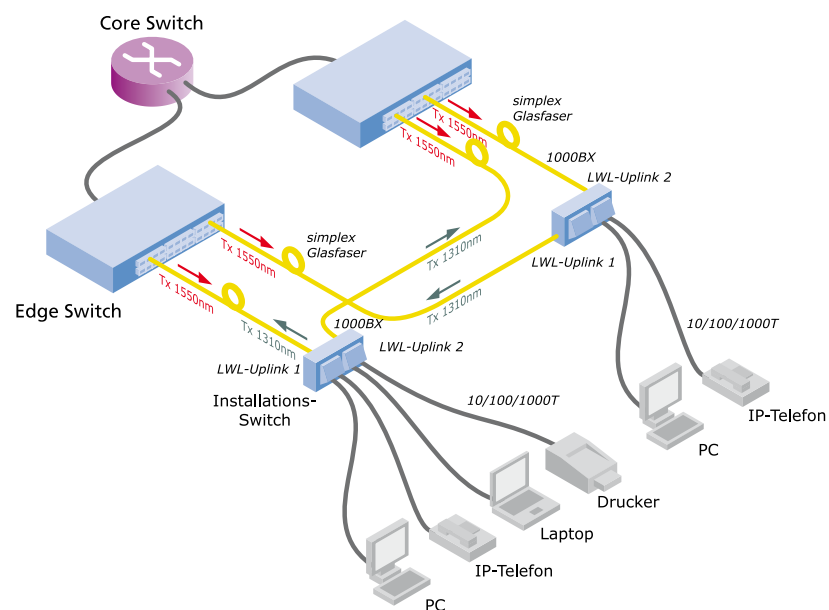


Dual Homing: Installationsswitches mit zwei voneinander unabhängigen Glasfaseranschlüssen, verbunden mit zwei getrennten Coreswitches

## Variante 4: Dual Homing mit Single Fiber

Wie beim klassischen Dual Homing besitzt der Installationsswitch beim Dual Homing mit Single Fiber zwei voneinander unabhängige Glasfaseranschlüsse. Bei diesem Konzept wird für einen Link jedoch nur eine einzige Faser („Single Fiber“) benötigt. So genannte BiDi-SFPs senden und empfangen über die selbe Faser bei unterschiedlichen Wellenlängen, ein Verfahren, das sich in der Weitverkehrstechnik seit langem bewährt,gelegt, die zentrale Seite kann nach und nach durch Bereitstellung redundanter Ports umgestellt werden indem die passive Verbindung auf aktive Glasfaserports umgestellt wird. Durch die Verwendung von nur einer Faser anstelle von zweien für einen Link wird gegenüber dem klassischen Dual Homing nur die Hälfte der Glasfasern benötigt, der gesamte Verkabelungsaufwand wird halbiert. Fasern, Spleiße, Stecker und Patchfelder – alles wird nur halb so oft benötigt, was sich positiv beim Füllgrad von Kabelkanälen und Kabeltrassen bemerkbar macht. Vorhandene Monomode-Verkabelungen können mit dem Single Fiber-Konzept ohne großen Verkabelungsaufwand zu einer vollredundanten Topologie migriert werden.

Statt zweier BiDi-SFPs kann auch ein so genanntes Compact-SFP (CSFP) verwendet werden. Bei einem Compact-SFP werden – vereinfacht gesagt – zwei BiDi-SFPs in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefasst. Statt zwei einzelne BiDi-SFPs für je eine Faser in zwei Standard-SFP-Steckplätze zu stecken, kann man ein zweifaseriges Compact-SFP verwenden, das nur einen Steckplatz belegt. Damit halbiert sich die Anzahl der benötigten SFP-Steckplätze in den Coreswitches. Mit CSFPs bietet Dual Homing mit Single Fiber die doppelte Portdichte im Corebereich.



Zwei Installationsswitches mit zwei Glasfaseranschlüssen; jeweils ein Anschluss ist auf einen Coreswitch geschaltet, der zweite im Glasfaser-Patchfeld zum zweiten

BiDi- und CSFP-Technik kommen aus dem Fiber to the Home-Markt, auf dem durch große Stückzahlen entsprechend günstige Preise erzielt werden. Ist der Installationsswitch sowohl Standard-SFP- als auch BiDi-/CSFP-kompatibel, kann er flexibel für redundante und nicht redundante Anwendungen eingesetzt werden.

Während die Varianten 1 bis 3 wahlweise mit Multimode- oder Monomode-Fasern realisiert werden können, sind bei Variante 4 Monomode-Fasern zwingend notwendig.



SFPs mit je einer Faser pro Link: BiDi-SFP (links) und Compact-SFP (rechts)

## Eine Frage des Aufwands

Redundanzkonzepte können immer weiter ausgebaut und verfeinert werden. Für welches Konzept man sich letzten Endes entscheidet, ist eine Frage des Aufwandes, den man treiben möchte. Mit FTTO stehen dem Anwender gleich drei verschiedene Varianten zur Verfügung, mit denen er die Redundanzmöglichkeiten, die diese Technologie bietet, seinen Bedürfnissen flexibel anpassen kann. Schon mit geringem Aufwand kann er die Verfügbarkeit seines Netzwerks bereits signifikant erhöhen – ein Vorteil, den die klassische strukturierte Verkabelung so nicht bieten kann.

	<b>Variante 1:</b> Klassisches FTTO mit Kaskadierung über Kupfer	<b>Variante 2:</b> Klassisches FTTO mit Kaskadierung über Glasfasern	<b>Variante 3:</b> Dual Homing – doppelte Glasfaser-Anschlüsse	<b>Variante 4:</b> Dual Homing mit Single Fiber
Installationsaufwand	gering	gering	hoch	mittel
Verkabelungsaufwand	gering	gering	hoch	mittel
Faserart	wahlweise Multimode oder Monomode	wahlweise Multimode oder Monomode	wahlweise Multimode oder Monomode	nur Monomode
Anzahl Glasfasern pro Installationsswitch	2 (1 Link)	4 (2 Links)	4 (2 Links)	2 (2 Links)
Platzbedarf im Kabelkanal	gering, aber mit zusätzlichem Kupfer-Patchkabel im Kabelkanal	mittel	mittel	gering
Durchgängigkeit des Verkabelungsmediums	nein	ja	ja	ja
Benötigte SFP-Steckplätze im Coreswitch pro Installationsswitch	1	1	2	1 (mit CSFPs) 2 (mit BiDi-SFPs)
Vollredundante Lösung	ja	ja	ja	ja
Performance-Beeinflussung des Uplinks zum Coreswitch im Fehlerfall	ja	ja	nein	nein