

DIAMOND

fiber optic solutions

POE

Power-over-Ethernet

White Paper

DIAMOND SA

Via dei Patrizi 5
CH-6616 Losone

Tel. +41 91 785 45 45
Fax +41 91 785 45 00

www.diamond-fo.com

PoE – Power-over-Ethernet in Bürourgebungen

White Paper

Inhalt

2	TYPISCHE ANWENDUNGEN DES POE-KONZEPTS	3
3	ANFORDERUNGEN AN DIE NETZINFRASTRUKTUR.....	6
3.1	VERKABELUNG	6
3.1	STROMVERSORGUNG ÜBER POE	9
4	UMSETZUNG	12
4.1	INSTALLATIONS-SWITCHES	12
4.2	FAST ETHERNET BRIDGE	14
4.3	INDUSTRIE-SWITCHES.....	14
5	MANAGEMENTASPEKTE	16
5.1	ÜBERSICHT	16
5.2	VLAN FÄHIGKEIT.....	18
5.3	QUALITY-OF-SERVICE QOS.....	19
6	ZUSAMMENFASSUNG	21
7	ANHANG	22
7.1	VERZEICHNIS RELEVANTER STANDARDS.....	22
7.2	LINKVERZEICHNIS.....	22
7.3	VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN.....	23
7.4	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	24

1 Power-over-Ethernet (PoE) - eine Beschreibung

IP-Telefonie, konvergente Netze oder auch Wireless LAN sind aktuelle Themen in der IT-Welt, die zur Erzielung eines größtmöglichen Nutzens alle auf eine optimale Auslegung der Netzwerkinfrastruktur angewiesen sind. Dies gilt sowohl in Hinsicht auf die Datentechnik als auch insbesondere im Hinblick auf die Versorgung der angeschlossenen Geräte mit elektrischer Leistung.

Wurde die Stromversorgung der angeschlossenen Endgeräte bisher oft individuell gelöst - meist über ein integriertes oder externes Netzteil - etabliert sich nun die zentrale Versorgung der Endgeräte über das Datenkabel als vorteilhafte Alternative. Ein Beispiel für eine derartige Anwendung ist das hier abgebildete IP-Telefon. Eine weitere Anwendung ist die Stromversorgung von Voice-over-IP Telefonen (VoIP) oder auch WLAN Access Points. Grundlage der Stromversorgung über das Datenkabel ist die Erweiterung des Ethernet Standards **IEEE Std 802.3™** durch die Variante **IEEE Std 802.3af™** für Power-over-Ethernet. Alternativ wird auch der Begriff Power-over-LAN oder PoLAN verwendet.



Abbildung 1: Über PoE
angeschlossenes IP-Telefon

Quelle: MICROSENS

Vorteilhafterweise werden bei der Übertragung von Ethernet-Datenströmen über Kabel der Kategorie 5 (Cat.5) im Geschwindigkeitsbereich bis 100 MBit/s nur vier - ein verdrehtes Aderpaar pro Übertragungsrichtung - der insgesamt acht Adern dieses Kabeltyps genutzt. Die restlichen zwei Aderpaare liegen üblicherweise brach oder werden in sehr seltenen Fällen zur Erweiterung der Kabelkapazität ebenfalls beschaltet. Für die Übertragung elektrischer Leistung an die Endgeräte eines Datennetzes nutzt man nun meist diese vier freien Adern (einige wenige Hersteller belegen je nach LAN Konstruktion auch die Datenleitungen). Die Einspeisung der elektrischen Leistung erfolgt dabei entweder zentral - beispielsweise am Netzwerkschwitch - oder auch dezentral für einzelne Ethernet Anschlüsse.

Die genauen Rahmenbedingungen wurden durch das IEEE Standards Committee in dem Standard **IEEE Std 802.3af™** festgelegt, der als Erweiterung des klassischen Ethernetstandards **IEEE Std 802.3™** zu verstehen ist. Der Standard **IEEE Std 802.3af™** spezifiziert eine Versorgungsspannung von 48 V DC bei einem maximalen Strom von 350 mA pro Verbraucher (Powered Device oder PD), was unter Berücksichtigung der auf dem Datenkabel entstehenden Verluste zu einer effektiven maximalen Leistung von 13 W pro Verbraucher führt. Intelligente Prozeduren stellen dabei sicher, dass beispielsweise nicht PoE-fähige Netzelemente keinen Schaden nehmen.

2 Typische Anwendungen des PoE-Konzepts

Klassische Unternehmensnetzstrukturen weisen heute noch eine klare Trennung zwischen den Bereichen Daten, Sprache sowie Stromversorgung auf. Das Konzept einer möglichst einheitlichen Stromversorgung der verschiedenen Endgeräte bei einem gleichzeitig möglichst geringen infrastrukturellen Aufwand führt zwangsläufig über den Standard **IEEE Std 802.3™** zu Voice-over-IP (VoIP) und Wireless LAN. Außer diesen beiden konkreten Anwendungen ergeben sich jedoch weitere vorteilhafte Aspekte, so beispielsweise:

- Ein vereinfachtes Netzwerkmanagement: Geräte können durch den Administrator ein- / ausgeschaltet oder auch einfach neu gestartet werden
- Eine erhöhte Netzwerksicherheit durch zentrale unterbrechungsfreie Stromversorgungen
- Die Überwachung der angeschlossenen Endgeräte über ihren jeweiligen Leistungsverbrauch
- Die existierende (Cat.5-)Kabelinfrastruktur bleibt bestehen
- Flexibilität im Einsatz IP-basierender Netzelemente

In der PoE Diskussion werden immer wieder die weiter oben aufgeführten Hauptanwendungen benannt - in Wirklichkeit ist PoE deutlich mehr als nur ein Instrument zur Einführung eines VoIP-Netzes. So bieten sich Applikationen an wie:

- Stromversorgung eines Wireless LAN Access Points
- Webcams
- Zugangskontroll- oder auch Zeiterfassungssysteme
- Rauchdetektorsysteme
- RFID Scanner
- Aufladen batteriebetriebener Geräte wie PDAs oder Laptops
- Displayansteuerung
- etc.



Abbildung 2: PoE-fähige VoIP-Endgeräte von Cisco Systems, Elmeg und Nortel Networks

VoIP Telefone stellen wie zuvor beschrieben nur einen Aspekt eines PoE-getriebenen Netzwerks dar, jedoch dienen sie in der folgenden Betrachtung als gutes Beispiel für die durch PoE und konvergente Netze erzielbaren Vorteile. Meist ist mit einem VoIP Netzwerk auch das Datennetzwerk verbunden, wodurch sich ein konvergentes Netz ergibt. Ein solches konvergentes Netz bietet viele Vorteile wie:

- Quality of Service (QoS)
- Einfache Administration
- Netzwerkskalierbarkeit - problemlose Anpassung der Portzahlen
- Vorteile bei Investitions- und Betriebskosten (CAPEX, OPEX), insbesondere auch im Heimbürobereich
- Zugangskontrolle und Authentifizierung

Allerdings auch Risiken:

- Die Sprachanwendung ist in unmittelbarer Umgebung potenzieller Viren, Würmer, Trojaner etc.
- Es wird ein optimiertes - und idealerweise redundantes - USV System benötigt

Ein typischer Kostenvergleich für verschiedene Bereiche eines Unternehmens zwischen konventionellen und VoIP orientierten konvergenten Netzwerken sieht wie folgt aus:

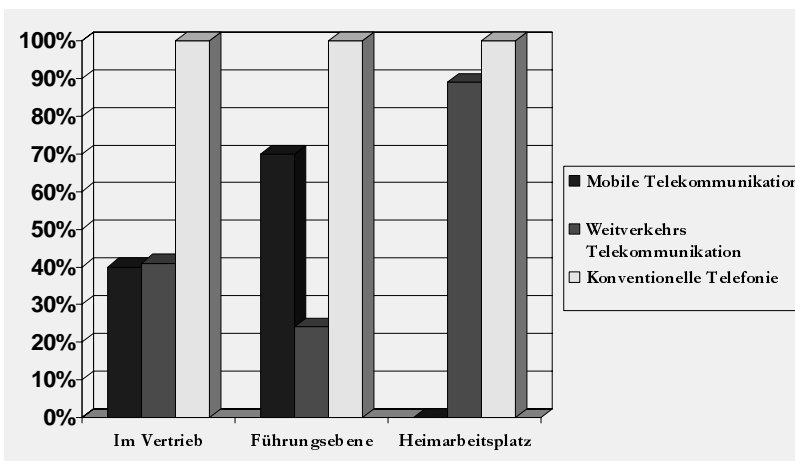


Abbildung 3: Ersparnis (in %) beim Wechsel von konventioneller zu VoIP Telekommunikation in konvergenten Netzwerken

Quelle: Nortel Networks

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Nutzung der Technologie beispielsweise für die Einbindung eines Wireless LAN Access Points, der im Gebäude ohne Berücksichtigung einer elektrischen Stromversorgung positioniert werden kann.



Abbildung 4: Wireless LAN Access Point 2200

Quelle: Nortel Networks

Auch wenn sich aus heutiger Sicht ein konvergentes Netzwerk primär aus VoIP Endgeräten (und damit idealerweise PoE fähigen Endgeräten) und Datenendgeräten zusammensetzt, so kann ein konvergentes Netzwerk doch weit mehr als nur das. Es unterstützt alle IP-orientierten Anwendungen, bis hin zu Videostreaming oder auch Videoüberwachung. Insbesondere für die letztgenannte Anwendung ist die Möglichkeit der Stromversorgung über das Datenkabel von wesentlicher Bedeutung, wird doch die Positionierung der Endgeräte bei gleichzeitiger Kostenreduktion damit sehr erleichtert.

Mit Applikationen im Bereich des Gebäudemanagements wachsen weitere zunehmend IP-orientierte Anwendungen heran. Auch hier bildet PoE die Grundlage: Kartenleser, Haustechniksensoren oder noch einmal die bereits mehrfach genannte Videoüberwachung benötigen alle eine PoE fähige Ethernet LAN Infrastruktur.

3 Anforderungen an die Netzinfrastruktur

3.1 Verkabelung

Heutige Ethernet Netzwerke werden sternförmig strukturiert aufgebaut. Die dabei verwendeten Kabel enthalten acht Adern, deren Belegung innerhalb des verwendeten RJ-45 Steckverbinders einem der Standards EIA / TIA 568A / B entspricht (meist wird die Variante „A“ eingesetzt, die bei einer Geschwindigkeit von 100 Mbit/s Reichweiten bis zu 100 m erlaubt). Vier der insgesamt acht Adern werden für die Übertragung der Ethernet Datensignale weder bei der Variante TIA-568A noch der Variante TIA-568B benötigt. Dies macht sich nun der PoE Standard **IEEE Std 802.3af™** zunutze und speist über diese verbleibenden vier Adern (Aderpaare 4+5 sowie 7+8) die Stromversorgung für die angeschlossenen Endgeräte ein. Alternativ ist auch die Einspeisung über die Datenleitungen (Aderpaare 1+2 sowie 3+6) oder über alle Aderpaare möglich.

Geringfügig anders stellt sich dies bei 1000BaseT Netzwerken dar, da in diesem Fall alle acht Adern des Cat.5(e, 6) Kabels benötigt werden. Herstellerabhängig werden dann zwei Aderpaare doppelt genutzt (Phantom Power).

Bei der Entwicklung des **IEEE Std 802.3af™** Standards wurde auf eine größtmögliche Kompatibilität mit den für 10Base-T, 100Base-TX und 1000Base-T weit verbreiteten MDI (Media Dependant Interface) geachtet: sowohl die Aderbelegung als auch Steckverbinder sind identisch. Daher kann der Einsatz der PoE-Technologie ohne Änderungen der existierenden Kabelinfrastruktur erfolgen, wodurch sich die Kosten der Kabelinfrastruktur im Vergleich zu einer konventionellen Installation deutlich verringern.

Die RJ45-Buchsenbelegung sowie die jeweiligen Funktionen der einzelnen Adern innerhalb eines Verbindungskabels sind in den Abbildungen 5 bis 7 dargestellt.

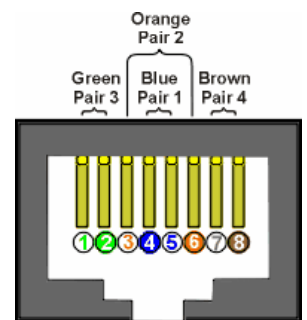


Abbildung 5: Buchsenbelegung entsprechend TIA-568A

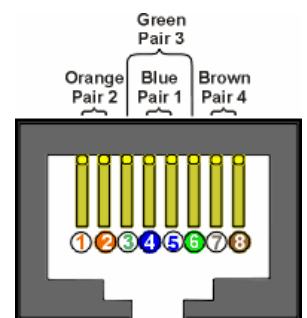


Abbildung 6: Buchsenbelegung entsprechend TIA-568B

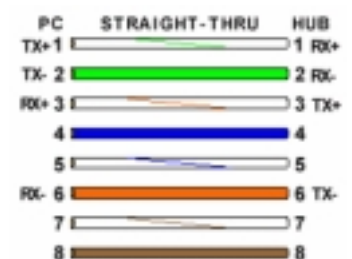


Abbildung 7: Aderbelegung entsprechend TIA-568A

Die beiden folgenden Abbildungen verdeutlichen die Optionen zur Nutzung der verfügbaren Aderpaare des Datenkabels:

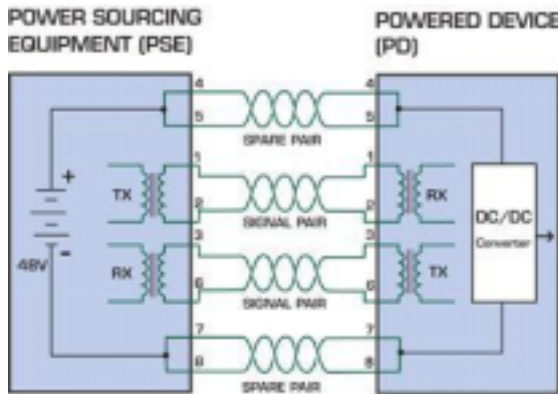


Abbildung 8: Versorgung über ungenutzte Aderpaare

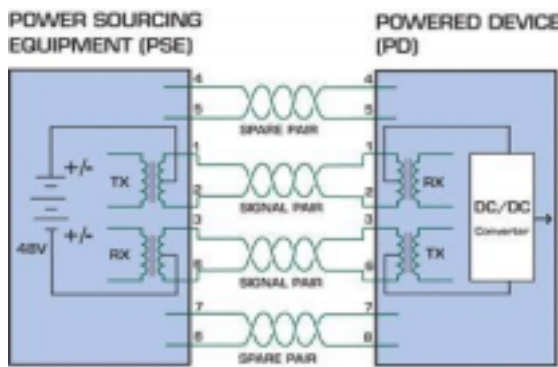


Abbildung 9: Versorgung über die für die Datenübertragung genutzten Aderpaare

PSE (Power Sourcing Equipment) Geräte können wie in Tabelle 1 dargestellt unterschiedliche Pinbelegungen aufweisen, wobei die Alternative B aufgrund ihrer Allgemeingültigkeit zu bevorzugen ist. Tabelle 2 zeigt die korrespondierenden Belegungen der PD (Powered Device).

Anschluss	Alternative A (MDI-X)	Alternative A (MDI)	Alternative B (Alle)
1	- V_{Port}	+ V_{Port}	
2	- V_{Port}	+ V_{Port}	
3	+ V_{Port}	- V_{Port}	
4			+ V_{Port}
5			+ V_{Port}
6	+ V_{Port}	- V_{Port}	
7			- V_{Port}
8			- V_{Port}

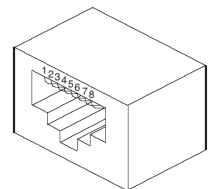


Tabelle 1: PSE Anschlussbelegung

Anschluss	Alternative A	Alternative B
1	$+ V_{\text{Port 1}} - V_{\text{Port 2}}$	
2	$+ V_{\text{Port 1}} - V_{\text{Port 2}}$	
3	$- V_{\text{Port 1}} + V_{\text{Port 2}}$	
4		$+ V_{\text{Port 1}} - V_{\text{Port 2}}$
5		$+ V_{\text{Port 1}} - V_{\text{Port 2}}$
6	$- V_{\text{Port 1}} + V_{\text{Port 2}}$	
7		$- V_{\text{Port 1}} + V_{\text{Port 2}}$
8		$- V_{\text{Port 1}} + V_{\text{Port 2}}$

Tabelle 2: PD Anschlussbelegung

Dem Standard entsprechende PDs sind von der angelegten Polarität der Spannungsversorgung unabhängig und können sowohl in der Betriebsart „A“ als auch der Betriebsart „B“ betrieben werden.

3.1 Stromversorgung über PoE

Bereits in der Einleitung wurden einige allgemeine Angaben zur standardkonformen Versorgung der Elemente eines Datennetzes über PoE erwähnt, so beispielsweise eine Betriebsspannung 48 V oder ein maximaler Strom pro Verbraucher in Höhe von 350 mA. In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an die Stromversorgung detaillierter beleuchtet. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Versorgungssicherheit: sind beispielsweise in einem konventionellen öffentlichen oder privaten Telefonnetz die individuellen Endgeräte generell durch die zentrale Stromversorgung der Telefonvermittlung versorgt, gilt dies nicht zwangsläufig auch für eine VoIP-Installation. Die PoE Technologie erlaubt nun durch die ebenfalls mögliche zentrale Versorgung der Endgeräte wieder die Gewährleistung eines hohen Qualitätsmaßes (Verfügbarkeit, Management, etc.).

Generell werden zwei Arten der Leistungseinspeisung unterschieden:

- Endpunkteinspeisung (Endpoint PSE): Der Switch oder Router übernimmt neben der datentechnischen Funktion auch die Einspeisung der elektrischen Leistung
- Mitteneinspeisung (Midspan PSE): Eine separate Stromversorgungseinheit wird zwischen Switch oder Router und das Netzelement geschaltet. Während das jeweilige Datensignal transparent übermittelt wird fügt die Stromversorgung die elektrische Leistung hinzu. Mitteneinspeisungen können beispielsweise sowohl in einem Etagenverteiler als auch in unmittelbarer Nähe der Netzelemente montiert werden

Wie in Abschnitt 1.1 beschrieben ist die Einspeisung der Stromversorgung prinzipiell auf allen Adern der Datenleitung möglich - sofern auch ein geeignetes Endgerät gefunden wird. Geeignete Endgeräte signalisieren Ihre Präsenz über definierte elektrische Rahmenbedingungen, nämlich:

- einen DC Widerstand zwischen 19 k Ω und 26,5 k Ω
- eine Kapazität von weniger als 110 nF
- einem Signaturspannungsoffset von wenigstens 2 V
- einem Signaturstrom von maximal 12 μ A

Die aufgeführten elektrischen Parameter gewährleisten eine sichere Erkennung der Endgeräte ohne dabei nicht PoE fähige Geräte zu gefährden. Im Verlauf des Signaturprozesses wird eine geringe Spannung an das Endgerät angelegt und der daraus resultierende Strom gemessen. Mit diesen beiden Parametern ist wiederum ein Widerstand bestimmbar. Bewegt sich der Widerstand in dem definierten Bereich wird die Spannung bei gleichzeitiger Kontrolle des Signaturstroms schrittweise bis zum Endwert erhöht.

Nicht diese Bedingungen erfüllende Endgeräte werden nicht als PoE fähige Geräte erkannt und konsequenterweise nicht mit elektrischer Leistung versorgt. Die Erkennung erfolgt innerhalb von 500 ms, die elektrische Leistung wird in weniger als 400 ms nach Erkennen des Endgeräts aufgeschaltet.

Dem **IEEE Std 802.3af™** Standard entsprechend wird pro Datenport eine elektrische Leistung von maximal 15 W zur Verfügung gestellt. Abzüglich der bei der Übertragung auftretenden Verluste stehen für das Endgerät (PD = Powered Device) dann ca. 13 W bereit. Eine generelle Bereitstellung dieser Leistung summiert sich insbesondere bei größeren Switches, so sind bei einem 48 Port Switch alleine für die Versorgung der Endgeräte bis zu 720 W erforderlich. Die Einführung von Leistungsklassen mit der Möglichkeit einer optimierten Stromversorgung liegt also nahe. Im Standard definiert sind die in der folgenden Tabelle dargestellten Klassen, getrennt nach PSE und PD:

Klasse	Einsatzgebiet	Eingangsleistungsbereiche des Endgeräts (PD)	Nomineller Klassifizierungsstrom (mA)
0	Voreingestellt	0,44 W – 12,95 W	< 5,0 mA
1	Optional	0,44 W – 3,84 W	10,5 mA
2	Optional	3,84 W – 6,49 W	18,5 mA
3	Optional	6,49 W – 12,95 W	28,0 mA
4	Nicht erlaubt	Für eine zukünftige Verwendung reserviert	40,0 mA

Tabelle 3: PoE PD Leistungsklassen

Klasse	Einsatzgebiet	Maximale Ausgangsleistung des versorgenden Geräts (PSE)
0	Voreingestellt	15,4 W
1	Optional	4,0 W
2	Optional	7,0 W
3	Optional	15,4 W
4	Nicht erlaubt	Für eine zukünftige Verwendung reserviert

Tabelle 4: PoE PSE Leistungsklassen

Zur richtigen Einstufung der Stromversorgung signalisiert das Endgerät seine Leistungsklasse durch eine Variation des Signaturwiderstands bzw. des Klassifizierungstroms. Die Unterstützung verschiedener Leistungsklassen bzw. deren Signalisierung ist sowohl für die jeweiligen Switches als auch für die Endgeräte optional.

Die Leistungsklasse der angeschlossenen Endverbraucher kann durchaus ein Kriterium bei der Entscheidung der Einspeisungstopologie (Midspan oder Endpoint) sein. So bringt eine Midspan-Einspeisung zwar mehr Verwaltungsaufwand sowie eine potenziell geringere Netzwerkverfügbarkeit bei Stromausfall mit sich, reduziert jedoch gleichzeitig in einem deutlichen Maß die (Leistungs-) Anforderungen an den zentralen Switch.

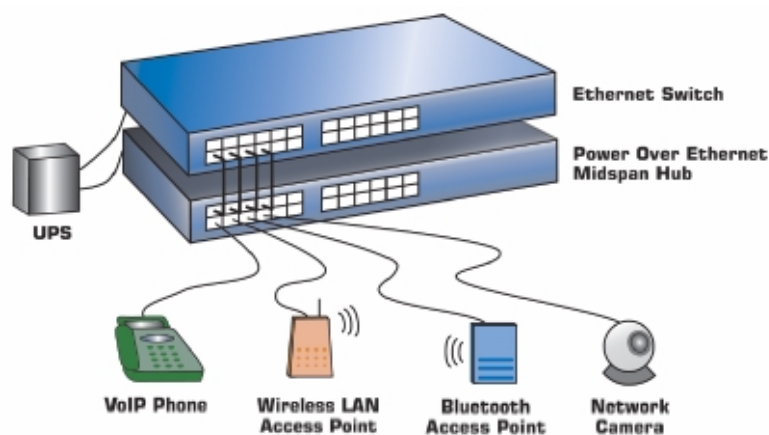


Abbildung 10: Beispiel einer Midspan inspeisung
Quelle:
PowerOverEthernet.com

Zu Anfang dieses Abschnitts wurde bereits auf die Notwendigkeit der Installation einer unterbrechungsfreien Stromversorgung in einem PoE Netzwerk hingewiesen. Die Überbrückungszeit bei reinen Datennetzen beträgt dabei oft nur wenige Minuten (damit beispielsweise Server kontrolliert außer Betrieb genommen werden können). Bei einer PoE Installation sind jedoch Überbrückungszeiträume von mehreren Stunden erforderlich, zumindest wenn auch VoIP Applikationen genutzt werden. Von der Nutzung von Dieselgeneratoren ist in diesem Zusammenhang aufgrund der nicht garantierten betrieblichen Stabilität möglichst abzusehen. Zu berücksichtigen sind:

- Der Kosteneinfluss qualitativ hochwertiger unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) und deren redundanter Auslegung
- Leitungsquerschnitte und Spannungsfall
- Der reduzierte Verwaltungsaufwand für zentrale USV-Lösungen.

4 Umsetzung

4.1 Installations-Switches

Das Fiber To The Office Konzept (FTTO) bietet eine optimale Lösung durch eine intelligente Glasfaser-/Kupferintegration.

Hierbei werden die vom Zentralverteiler kommenden Glasfaserverbindungen am Arbeitsplatz aktiv durch Mini-Switches auf Kupfer-Anschlüsse umgesetzt. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, Endgeräte wie PCs, Drucker oder IP-Telefone direkt mit Glasfaser-Anschlüssen auszustatten. Mit gleichzeitiger PoE-Integration auf der TP-Seite können die Vorteile des Glasfasermediums optimal mit den Vorteilen des Kupferkabels im Endgerätebereich verbunden werden.

Das Produktprogramm passt sich an die modernen LAN-Anforderungen flexibel an. Mit einer breiten Produktpalette werden Installations-Switches für Fast und Gigabit Ethernet Netze in verschiedenen Ausführungen für die Verwendung mit Multimode- oder Monomode-Glasfaser sowie unterschiedlichen optischen Steckverbindern angeboten.

Die Geräte mit dem 45x45 Design zeichnen sich durch äußerst geringen Platzbedarf und der schnellen, werkzeuglosen Snap-In-Montage aus. Mit dieser Bauform ist zudem die Kompatibilität zu gängigen, international verbreiteten Installationssystemen sichergestellt.

Fast Ethernet Installations-Switches

Für den breiten Einsatz in Büroumgebungen kommen Fast-Ethernet Installations-Switches zum Einsatz. Den meisten Varianten sind neben einem integrierten PoE Controller und der Möglichkeit des Managements über SNMP vier 10/100Base-TX Ports sowie ein 100Base-FX Port gemeinsam. Neben diesen Eigenschaften sind weiterhin die volle VLAN-Funktionalität sowie die insbesondere für die Voice-over-IP Anwendung wichtige Möglichkeit der Priorisierung der Datenströme - Quality of Service oder QoS - nach **IEEE Std 802.1™** erwähnenswert. Die Leistungsversorgung der Switches erfolgt entweder über ein externes 48 V DC Netzteil oder ein separates DC-Hausnetz, wobei die Switches einen erweiterten Eingangsspannungsbereich von 36 V DC bis 57 V DC (PD Betrieb) bzw. 44 V bis 57 V (PSE Betrieb) aufweisen. Die Switches nutzen die Adern der Cat.5 Verkabelung entsprechend des **IEEE Std 802.3af™** Standards und können auf die gewünschte Beschaltung hin (inline oder spare) konfiguriert werden.

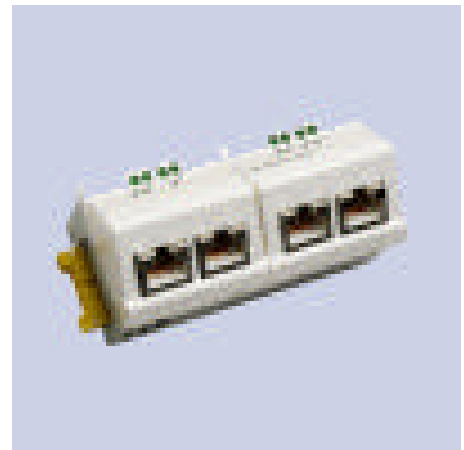


Abbildung 11: PoE-fähiger 45x45 Installations-Switch

Eine zusätzliche Sicherheitsfunktion stellt die kontinuierliche Überwachung des Leistungsverbrauchs der angeschlossenen Endgeräte über den PoE Controller dar: bei Unter- oder Überschreitung der zulässigen Grenzwerte unterbricht der Controller umgehend.

Gigabit Ethernet Installations-Switches

Gigabit Ethernet findet immer größere Verbreitung im Office-Bereich. Mit der aktuellen Generation zentraler aktiver Komponenten sind die Kosten für ein Gigabit-Netz rapide gesunken. Ein solchermaßen ausgelegtes Netz bietet genügend Sicherheit und Reserven für zukünftige Anwendungen.

Der Gigabit Ethernet Installations-Switch ermöglicht die Anbindung von bis zu zwei Endgeräten mit höchster Performance (10/100/1000Base-T) an ein Gigabit Ethernet Glasfaser Netzwerk (1000Base-X). Für den Anschluss zusätzlicher Endgeräte stehen zwei weitere Fast Ethernet Ports (10/100Base-TX) zur Verfügung. Bei diesen zwei TP-Ports wurde PoE normgerecht implementiert.

Eine zusätzliche Version, eine Migrationslösung erlaubt sowohl den Anschluss an Fast Ethernet als auch Gigabit Ethernet Glasfaser.

Durch einen austauschbaren optischen Transceiver (SFP) wird die Kompatibilität zu dem jeweiligen optischen Übertragungsstandard (100Base-FX bzw. 1000Base-SX/LX) sichergestellt. Hier sind ebenfalls zwei TP-Ports PoE-fähig.



Abbildung 12: Gigabit Ethernet Installations-Switch mit SFP

Fast Ethernet Installations-Switches mit TP-Uplink

Eine erweiterte Switch-Version kommt gänzlich ohne externe Stromversorgung aus und wird direkt durch den PoE-fähigen Twisted Pair-Uplink mit Strom gespeist (PD). Die darüber bezogene Leistung (15,4 W, Klasse 0) dient nicht nur der Versorgung des Switches selbst, sondern wird an den übrigen Ports weiteren Verbrauchern zur Verfügung gestellt (PSE).

Dies ist vor allem in bestehenden FTTO-Strukturen interessant, wo schon Installations-Switches mit Glasfaser-Uplink und PoE-Funktion verwendet werden. Mit diesem Switch kann durch eine Kaskadierung auf eine einfache Art und Weise die Portanzahl erweitert werden. Hierzu wird der Kupfer-Switch mit einem PoE-fähigen Port des bereits bestehenden LWL-Switches verbunden. Eine separate Stromversorgung ist nicht erforderlich.

Der Switch ist managebar und verfügt über 4x 10/100Base-TX Teilnehmer-Anschlüsse sowie über einen im Kabelkanal zugänglichen 10/100Base-TX-Uplink. Der Einsatz einer externen 48 V DC Stromversorgung ermöglicht auf den 4 Teilnehmeranschlüssen die normgerechte Speisung externer Endgeräte mit max. 15,4 W pro Port. Durch einen integrierten PoE-Controller werden PoE-Geräte automatisch erkannt, klassifiziert und überwacht.



Abbildung 13: Installations-Switch mit TP-Uplink

4.2 Fast Ethernet Bridge

Die Mini Bridge ermöglicht mit ihrem 10/100Base-TX Kupferport sowie dem 100Base-FX Anschluss eine direkte Medienumsetzung und Geschwindigkeitsanpassung in einem Fast Ethernet-Netzwerk. Mit dem integrierten 230 V AC Netzteil fungiert sie auf dem TP-Port als PoE-Stromversorger (PSE). Die Anbindung von kupferbasierten Endgeräten wie IP-Telefonen, Access Points oder Web-Kameras an Glasfaser-Netzwerke wird somit erheblich vereinfacht.

Das Gerät unterstützt die höchste Leistungsklasse 0 mit einer maximalen Leistung von bis zu 15,4 Watt. Normkonforme Endgeräte werden automatisch erkannt und entsprechend klassifiziert.

In einer weiteren Version kann die Mini Bridge selbst über Power-over-Ethernet mit Strom gespeist werden (PD). Die Abstimmung erfolgt auch hier automatisch. Die Bridge hat eine Leistungsaufnahme von knapp 3 Watt und entspricht der Leistungsklasse 1. Der Einsatz eines eigenen Netzteils ist dann nicht mehr notwendig.



Abbildung 14: Fast Ethernet 10/100TX zu 100FX PoE-Bridge

4.3 Industrie-Switches

Der Siegeszug des IP-Protokolls im Bereich industrieller Netzwerke schreitet unbestritten voran. Neben klassischen Fertigungsumgebungen wird diese Technologie auch im Verkehrssteuerungs-, Überwachungs- und Signalisierungsanlagen sowie im Energiesektor eingesetzt. Ein aktueller Schwerpunkt ist die Video-Überwachung, bei der hohe Verfügbarkeit sowie große Bandbreite benötigt werden.

Die Gigabit Ethernet Industrie-Switches verfügen über zwei Gigabit Ethernet Glasfaser-Anschlüsse gemäß 1000Base-SX/LX, die die Verschaltung zu einem fehlertoleranten Glasfaser-Ring erlauben. Ein von MICROSENS patentierter Mechanismus ermöglicht im Fehlerfall eine automatische Rekonfiguration in ms-Bereich und gewährleistet somit die Erreichbarkeit aller Netzwerkteilnehmer wie Maschinensteuerungen, IP-Kameras und Access Points.

Teilnehmer wie Maschinensteuerungen, Konsolen und andere Endgeräte werden über klassische RJ-45 Anschlüsse mit dem Switch verbunden. Beim 10 Port Ring-Switch stehen insgesamt 8x TP Ports (1x 10/100/1000Base-T + 7x 10/100Base-TX) zur Verfügung.

In der 48 V DC Version wurde PoE auf allen TP-Ports normgerecht implementiert. Die Leistungsabgabe ist auf 15,4 W pro Port festgelegt, die maximale Gesamt-Leistungsbereitstellung des Switches wurde auf 60 W begrenzt.



Abbildung 15: Gigabit Ethernet Industrie-Switch mit Ring-Funktion

Produkt	Ports elektrisch/ PSE / PD fähig	Ports optisch (Tx/Rx)	Leistung pro PoE Port (maximal)	VLAN	QoS	DiffServ Queues
MS450150M	5/-/-	-	-	+	+	4
MS450154PM-48	5/4/1	-	15,4 W, bei Konfiguration als PD 1x 7,5 W bzw. 2x 4,0 W	+	+	4
MS42023xPM-48	4/4/-	1	15,4 W	+	+	4
MS45085xPM-48	4/2/-	1	15,4 W	+	+	4
MS45315xM	6/2/-	1	15,4 W	+	+	2
MS40009x	1/1/-	1	15,4 W	-	-	-

Tabelle 5: Ausgewählte Geräte mit und PoE Funktionalität

Die PoE Funktionalität der Installations-Switches ist auf allen vier Datenports verfügbar, wie auch das nachfolgende Prinzipschaltbild verdeutlicht. Die elektrische Leistung wird im Regelfall über ein externes Netzgerät zur Verfügung gestellt.

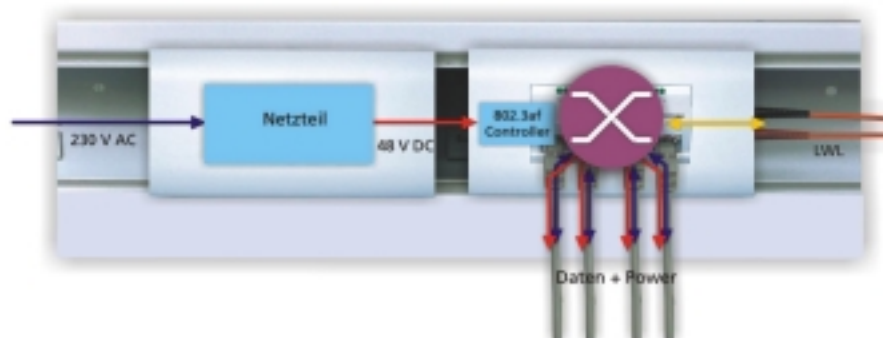


Abbildung 16: Typische Funktionalität eines PoE Installations-Switches

5 Managementaspekte

5.1 Übersicht

Heutige Netzwerkschwitches müssen für einen Einsatz in Unternehmensnetzwerken eine ganze Vielzahl von Anforderungen erfüllen, einige der wichtigsten davon sind:

- VLAN-Funktionalität entsprechend **IEEE Std 802.3q™**
- Unterstützung von Class-of-Service (CoS)
- Verwaltung über SNMP und / oder Managementtool
- Einfache Firmwareaktualisierung

Die Installations-Switches erfüllen alle der oben genannten Anforderungen. Virtuelle Netze (VLANs) können auf der Basis einer einzigen physikalischen Netzwerkstruktur etabliert werden und ermöglichen auf diese Weise die Trennung einzelner Funktionseinheiten.

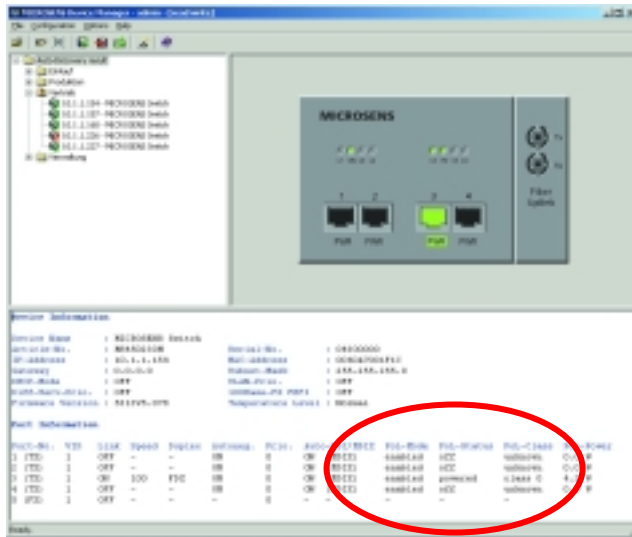
Die Priorisierung dedizierter Datenströme ist ebenfalls möglich, Details hierzu sind in Abschnitt 5.3 aufgeführt.

Für die Nutzung dieser vielfältigen Möglichkeiten der Installations-Switches benötigt der Anwender ein komfortables Management-System, das entweder auf der Basis des SNMP (Simple Network Management Protocol) oder als PC-basierter Device Manager zur Verfügung steht. Aus Sicherheitsgründen wird dem Managementport des Switches üblicherweise ein eigenes VLAN zugewiesen, wodurch nur dem Netzwerkadministrator eine Konfiguration der Switches erlaubt ist.

In der Grundkonfiguration werden die Installations-Switches über ein Web-Interface sowie die Device Manager Software konfiguriert. Das komfortable Web-Interface basiert auf dem integrierten http-Server, für eine Statusabfrage ist daher nur ein standardisierter Internet-Browser erforderlich. Gleichzeitig erlaubt die Firmware auch den Zugriff über die auf der folgenden Seite beschriebene PC-basierende Device Manager Software.



Abbildung 17: Über PoE angeschlossenes IP-Telefon



Die Device Manager Software erlaubt die Konfiguration aller Funktionen des Installations-Switches. Die intuitiv gestaltete grafische Benutzeroberfläche gewährleistet dabei eine schnelle und sichere Vorgehensweise. Ein Beispiel ist nebenstehend abgebildet, insbesondere ist die einfache Konfiguration und Überwachung des PoE Status aus dieser Abbildung zu ersehen.

Abbildung 18: Device Manager Interface eines Installations-Switches

Die in Abbildung 14 dargestellte Grafik erläutert die einfache Konfiguration der PoE Funktionen der Switches. Der Status jedes einzelnen Ports (eingeschaltet, Leistungsklasse etc.) ist für den Benutzer sofort ersichtlich.

Optional stehen für die Installations-Switches nach einer Anpassung der Firmware weitere Management-möglichkeiten zur Verfügung. So können die Switches alternativ über eine TELNET Verbindung oder das SNMP Protokoll verwaltet werden. Die verschiedenen Funktionen lassen sich alternativ auch manuell verwalten. Hervorzuheben sind in diesem Fall die verschiedenen Optionen zur Verwaltung der PoE Funktion der Installations-Switches. Diese kann entweder dauerhaft aus- bzw. eingeschaltet oder als „Forced Mode“ für den Standard nicht unterstützende Geräte konfiguriert werden.

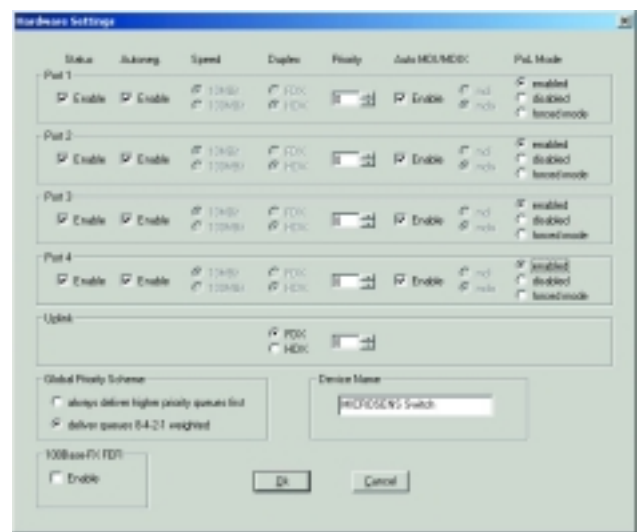


Abbildung 19: Manuelle Konfiguration der Installations-Switches

Alle Managementinformationen sind innerhalb des Netzwerks - unter Berücksichtigung eventuell eingerichteter VLANs - frei verfügbar, wodurch alle üblicherweise vorhandenen vier Datenports der Installations-Switches für den Anwender nutzbar sind.

5.2 VLAN Fähigkeit

Wie zuvor bereits beschrieben sind alle managbaren Installations-Switches zur Abbildung virtueller Netze (VLANs) in der Lage. VLANs erlauben auf der Basis einer einzigen physikalischen Netzwerkstruktur die Trennung einzelner Funktionseinheiten (beispielsweise Vertrieb und Marketing von der Fertigung). Ebenso ist eine grundlegende Trennung auf der Basis der Netzfunktionalität wie zum Beispiel die virtuelle Trennung des Voice-over-IP Sprachnetzes vom Datennetz möglich, wodurch die äußerst wichtige Sicherstellung der VoIP Dienstgüte - sprich Sprachqualität - auf einfache Weise gewährleistet werden kann. Pro Switch sind bis zu 16 VLANs definierbar.

Die entsprechende Filterung erfolgt auf der Basis des **IEEE Std 802.3q™** Standards.

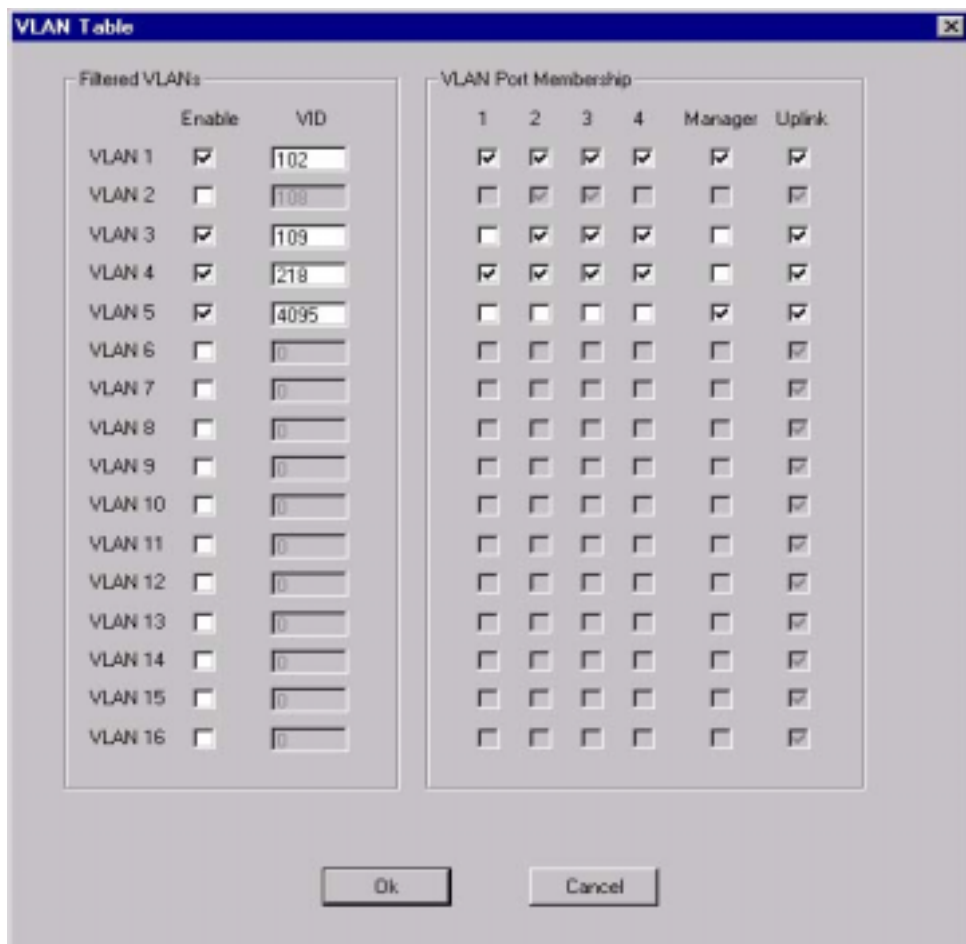


Abbildung 20: VLAN Zuordnungstabelle eines Switches

5.3 Quality-of-Service QoS

Die Switches erfüllen die Anforderungen eines Quality-of-Service (QoS) üblicherweise durch eine protokollbasierende Priorisierung. Alternativ ist jedoch auch die generelle Priorisierung eines einzelnen Anschlusses auf der Basis des OSI Layers 1 möglich. In der Praxis bedeutet das die Priorisierung eines vom Benutzer definierten Ports des Installations-Switches.

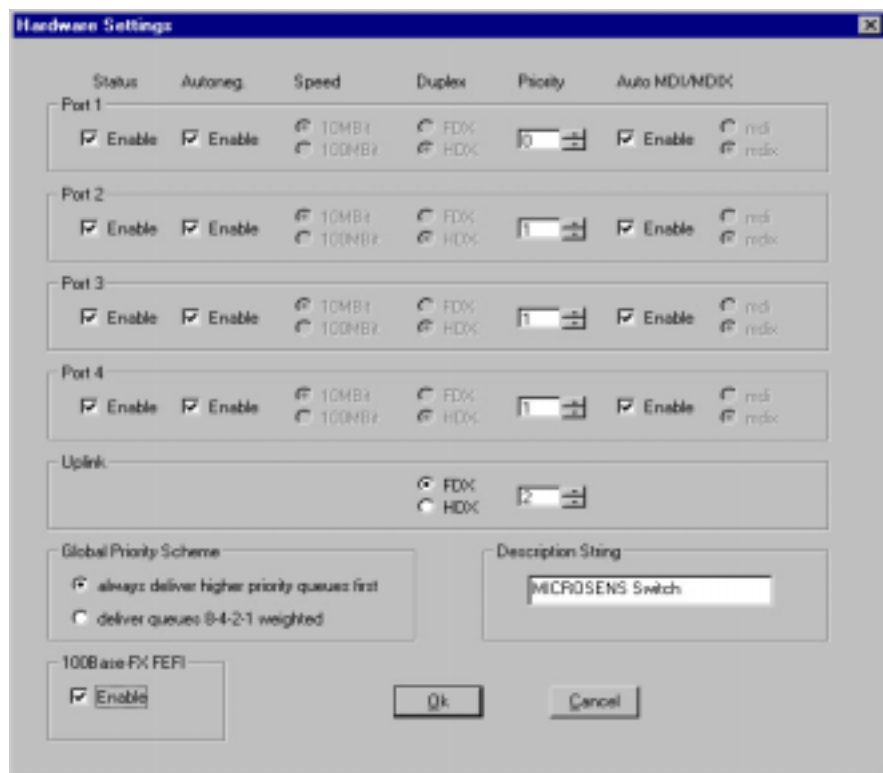


Abbildung 21: Portkonfiguration eines Switches (Port 1 priorisiert)

Die protokollbasierende Priorisierung erfolgt entweder über das OSI Layer 2 (über die VLAN Tagging Funktion) oder das OSI Layer 3 (DiffServ Kennzeichnung über das ToS Feld des IP Headers). Abbildung 18 zeigt exemplarisch den Konfigurationsvorgang anhand des **IEEE Std 802.1q™** Standards. Dieser Standard definiert über 3 Bits insgesamt acht Klassen (Klasse 0 bis Klasse 7). Jeder Applikation kann nun eine dieser Priorisierungsklassen zugeordnet werden, wodurch diese Anwendungen von den Switches portunabhängig behandelt werden. Zusätzlich ist die Definition von Hardware-Queues möglich, hier stehen insgesamt vier Queues (Queue 0 bis Queue 3, 3 ist die höchste Priorität) zur Verfügung.

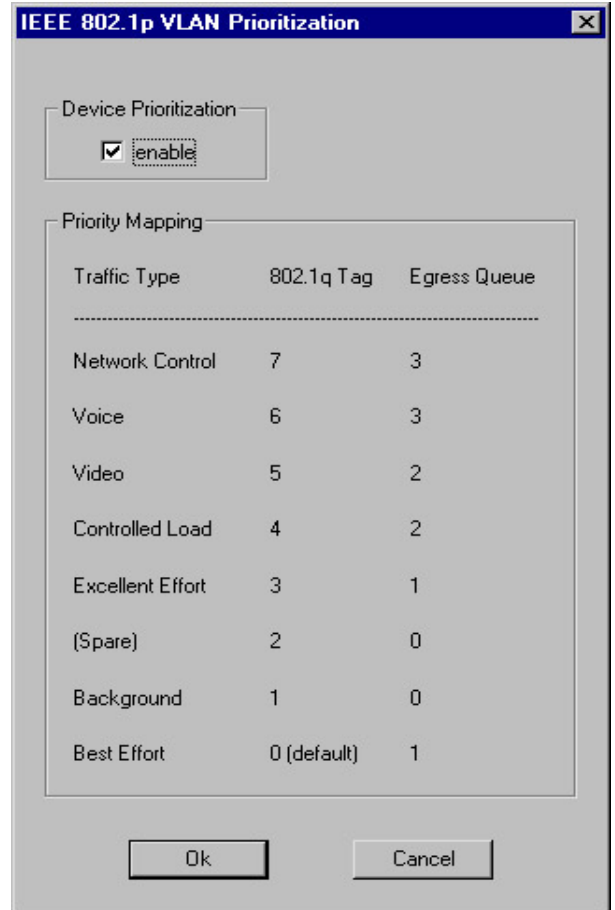


Abbildung 22: Beispiel der Layer 2 Priorisierung bei den Switches

Bereits erwähnt wurde die weitere Möglichkeit der Datenpriorisierung bei Switches über die 64-stufige DiffServ Priorisierung auf Layer 3 Ebene. Diese wertet das TOS (Type of Service) des IP Headers aus und überschreibt sowohl die portbasierende als auch die Layer 2 basierende Priorisierung.



Abbildung 23: DiffServ Priorisierung

6 Zusammenfassung

Gerade in Anbetracht der sich aktuell verlängernden IT-Investitionszyklen ist eine sinnvolle Investition in die Zukunft des Datennetzwerks ratsam. Mit der PoE-Technologie ist dies gegeben, kann der Anwender doch auf eine standardkonforme und zukunftssichere, seine Investitionen schützende Infrastruktur mit einer sich ständig vergrößernden Auswahl PoE kompatibler Endgeräte und Switches vertrauen. Dabei stellt DIAMOND sowohl für klassische Büroanwendungen als auch für den Einsatz in industriellen Umgebungen jeweils die passende Dateninfrastruktur bereit.

Noch offene Fragen wie zum Beispiel eine Erhöhung der am Endgerät bereitgestellten Leistung auf bis zu 70W mit dem Ziel der Versorgung leistungsstärkerer Endgeräte werden in den Standardgremien diskutiert und in zukünftige Variante des **IEEE Std 802.3af™** Standards Einfluss finden.

7 Anhang

7.1 Verzeichnis relevanter Standards

IEEE Std 802.3af[®]	IEEE[®] Standard Power over Ethernet (PoE)
EIA/TIA 468A/B	RJ-45 Steckverbinder- und Aderbelegung
ISO/IEC 11801-2000	RJ-45 Steckverbinder- und Aderbelegung

7.2 Linkverzeichnis

Avaya (VoIP Software etc)	www.avaya.com
Cisco Systems	www.cisco.com
IEEE[®]	www.ieee.org
IEEE Std 802.3[™]	www.standards.ieee.org/getieee802/802.3.html
DIAMOND SA	www.diamond.ch
Nortel Networks	www.nortelnetworks.com
Power-over-Ethernet Forum	www.poweroverethernet.com
Voice-over-IP Forum	www.voip-news.com

7.3 Verzeichnis der Abkürzungen

CAPEX	Investitionskosten (Capital Expenditure)
DiffServ	Differentiated Services
MDI	Media Dependant Interface
OPEX	Betriebskosten (Operating Expenditure)
PD	Powered Device
PoE	Power-over-Ethernet
PoLAN	Power-over-LAN
PSE	Power Sourcing Equipment
QoS	Quality of Service
SNMP	Simple Network Management Protocol
ToS	Type of Service
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voice-over-IP

7.4 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Über PoE angeschlossenes IP-Telefon	2
Abbildung 2: PoE-fähige VoIP-Endgeräte von Cisco Systems, Elmeg und Nortel Networks	3
Abbildung 3: Ersparnis (in %) beim Wechsel von konventioneller zu VoIP Telekommunikation in konvergenten Netzwerken.....	4
Abbildung 4: Wireless LAN Access Point 2200	5
Abbildung 5: Buchsenbelegung entsprechend TIA-568A	6
Abbildung 6: Buchsenbelegung entsprechend TIA-568B	6
Abbildung 7: Aderbelegung entsprechend TIA-568A	6
Abbildung 8: Versorgung über ungenutzte Aderpaare	7
Abbildung 9: Versorgung über die für die Datenübertragung genutzten Aderpaare .	7
Abbildung 10: Beispiel einer Midspan inspeisung Quelle: PowerOverEthernet.com ..	11
Abbildung 11: PoE-fähiger 45x45 Installations-Switch	12
Abbildung 12: Gigabit Ethernet Installations-Switch mit SFP	13
Abbildung 13: Installations-Switch mit TP-Uplink	13
Abbildung 14: Fast Ethernet 10/100TX zu 100FX PoE-Bridge.....	14
Abbildung 15: Gigabit Ethernet Industrie-Switch mit Ring-Funktion.....	14
Abbildung 16: Typische Funktionalität eines PoE Installations-Switches	15
Abbildung 17: Über PoE angeschlossenes IP-Telefon	16
Abbildung 18: Device Manager Interface eines Installations-Switches ...	17
Abbildung 19: Manuelle Konfiguration der Installations-Switches.....	17
Abbildung 20: VLAN Zuordnungstabelle eines Switches	18
Abbildung 21: Portkonfiguration eines Switches (Port 1 priorisiert).....	19
Abbildung 22: Beispiel der Layer 2 Priorisierung bei Switches	20
Abbildung 23: DiffServ Priorisierung bei Switches.....	20