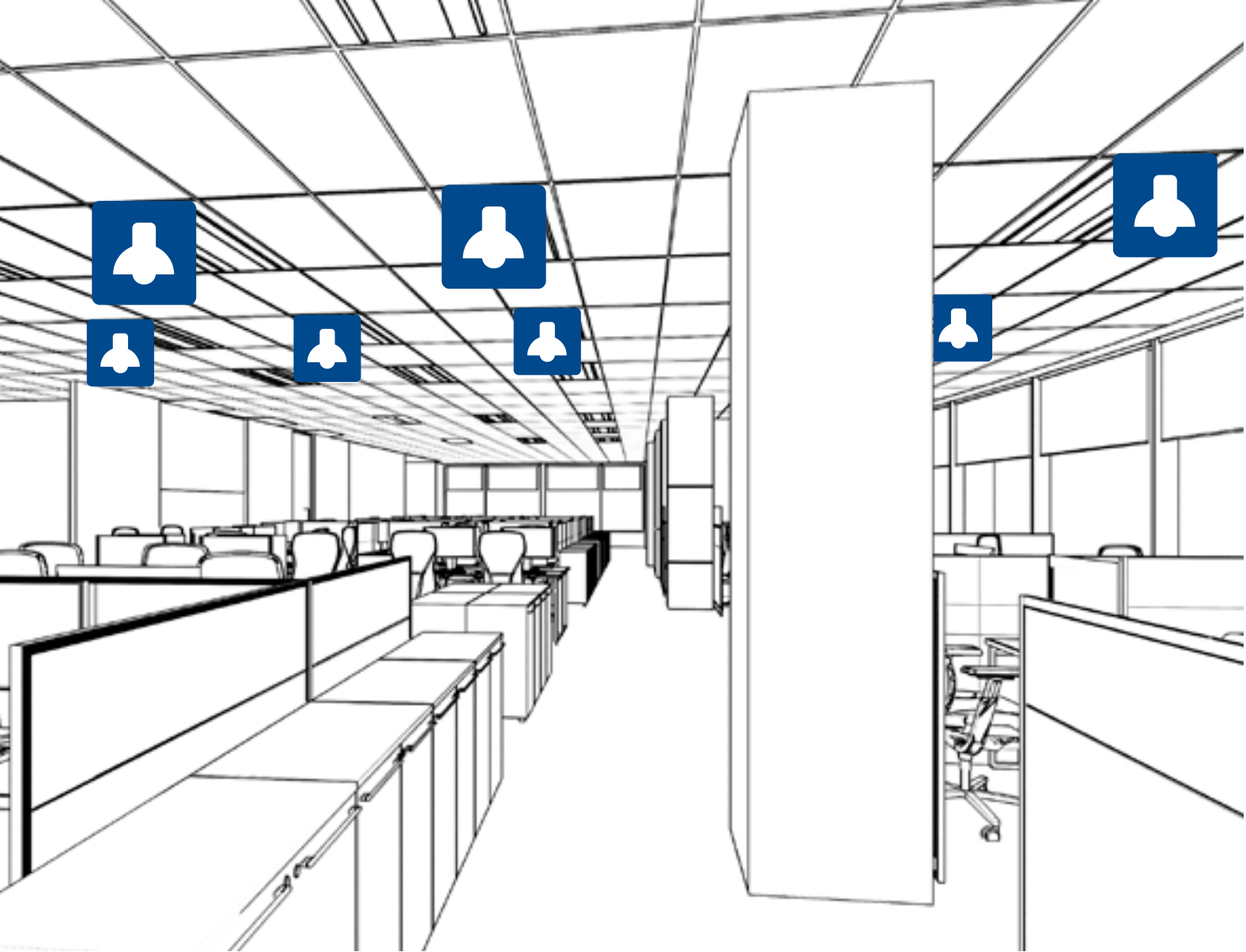




# **MICROSENS**

## **WHITE PAPER**

**Smart Lighting -  
Licht aus dem  
Netzwerk**



## LED-Beleuchtung auf dem Vormarsch

LEDs verdrängen im Arbeitsplatzumfeld zunehmend die herkömmlichen Leuchtmittel. Besonders in modernen Bürogebäuden, in denen besonderer Wert auf Ergonomie, Komfort und Energieeffizienz Wert gelegt wird, sind LED-Beleuchtungslösungen unverzichtbar.

Der Einsatz der Leuchtstoffröhre begann bereits vor über 80 Jahren. Das Konzept, bei einer Gasentladung entstehendes UV-Licht durch einen Leuchtstoff in sichtbares Licht zu verwandeln, ist sogar nahezu hundert Jahre alt. Leuchten und Vorschaltgeräte haben sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt. Sie wurden dimmbar, und die Leuchten sind in Bussysteme integrierbar und ermöglichen damit per Knopfdruck verschiedene Lichtszenarien. Die Programmierung für solche Bussysteme ist jedoch aufwendig verglichen mit der

Konfiguration von IP-Geräten per Mausclick.

Moderne LED-Leuchtmittel bieten zahlreiche Vorteile gegenüber althergebrachter Beleuchtung. Das von ihnen emittierte Licht entspricht weitgehend natürlichem Tageslicht, was für ein angenehmes Lichtempfinden sorgt.

LEDs sind mit geringem Aufwand stufenlos dimmbar, so dass die Beleuchtung auch häufig wechselnden Anforderungen problemlos angepasst werden kann.

Allem voran jedoch zeichnen sich LEDs durch eine unerreicht hohe Energieeffizienz aus. Sie benötigen keine hohe Zündspannung wie herkömmliche Leuchtstoffröhren und können mit Kleinspannung betrieben werden, was je nach Ausführung eine Energieversorgung mit Power-over-Ethernet (PoE) oder Power-over-Ethernet Plus (PoE+) möglich macht.

# Power-over-Ethernet für die Beleuchtung

Die Energieversorgung von Endgeräten mit Power-over-Ethernet ist weltweit standardisiert. Anders als bei der klassischen Elektrotechnik gibt es keine nationalen Unterschiede. Die Stromversorgung erfolgt über den Datenanschluss und nutzt das bewährte Prinzip der Fernspeisung von Endgeräten mit Gleichspannung.

Aktuell stehen zwei Varianten zur Verfügung: Power-over-Ethernet (PoE) nach IEEE 802.3af arbeitet mit einer Gleichspannung von 48 Volt. Am Endgerät steht eine Leistung von maximal 12,95 W zur Verfügung. Power-over-Ethernet Plus (PoE+) nach IEEE 802.3at arbeitet mit einer Gleichspannung von typisch 54 Volt. Am Endgerät stehen maximal 25,5 W zur Verfügung.

Da die Stromversorgung PoE-fähiger Geräte direkt über den Datenanschluss erfolgt, ist ein 230 V-Anschluss nicht notwendig. Durch den Einsatz von Kleinspannung wird weder für die Geräte noch für die notwendige Infrastruktur eine Elektrofachkraft für Installation und Wartung benötigt.



Nutzerfreundlich – Licht-Steuerung per Tablet oder Smartphone



Modernes LED-Panel mit Smart Sensor

Die Beleuchtung wird vollständig in die Infrastruktur für verteilte Gebäudesysteme integriert und wird damit Teil der informationstechnischen Anlage. Die Strombegrenzung seitens der speisenden Geräte (englisch: Power Sourcing Equipment, kurz: PSE) wie der Smart Engine der LED-Beleuchtung sorgt für ein zusätzliches Maß an Sicherheit. Wird die Engine darüber hinaus wie in der IT üblich über eine USV abgestützt, funktioniert die Beleuchtung auch bei Stromausfall.

## Moderne LED-Beleuchtungslösungen

Die Systeme der Gebäudetechnik entwickeln sich unaufhaltsam in Richtung IP. Die Telefonie machte den Anfang, die Videoüberwachung folgte und mittlerweile kommen immer mehr Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung und der Gebäudeautomation dazu: Geräte der Zutrittskontrolle und Zeiterfassung sind mit IP-Anschluss erhältlich, und zunehmend auch Sensoren und Aktoren, die bislang hauptsächlich über Bussysteme verbunden waren. Das „Internet der Dinge“ (englisch: internet of things, kurz: IoT) ist im Smart Building bereits Stand der Technik. Moderne LED-Beleuchtungssysteme bestehen aus wenigen Komponenten: der Leuchte mit dem LED-Leuchtmittel; einem Smart Lighting Controller für die Kommunikation und Einbindung von Leuchte und Sensor in das IP-Netzwerk; einem Sensor, der die Umgebungsparameter aufnimmt; einer Smart Engine, die die Leuchte über PoE+ mit Strom versorgt; einem Netzwerk-Switch als intelligente Steuerzentrale des Beleuchtungssystems und einer App auf dem Switch, die als Mini-Programm die benötigten Funktionalitäten zur Verfügung stellt.

# Die Systemkomponenten

## Smart Engine

Die Smart Engine übernimmt die Energieversorgung der Leuchten mit Power-over-Ethernet Plus. Sie verwendet dazu geeignete, handelsübliche Datenleitungen, wie sie auch für die IT-Infrastruktur verwendet werden. Die Smart Engine kann in einem DV-Schrank oder Elektroverteiler untergebracht sein, aber auch direkt dezentral z. B. in einer abgehängten Decke verbaut werden. Die Anzahl der Engines bestimmt sich nach Umfang und Ausbau der Beleuchtung.



MICROSENS Smart Engine übernimmt die Energieversorgung der Leuchten

## Sensoren

Sensoren in Leuchtnähe erfassen die Umgebungsparameter. Präsenzmelder erkennen, ob Personen im Raum anwesend sind. Oftmals sind im Gehäuse des Melders noch ein Helligkeits- und ein Temperatursensor integriert. Solche Kombi-Sensoren verringern den Installationsaufwand gegenüber dem Einsatz von Einzelsensoren und stellen die Daten auch für andere Anlagen wie beispielsweise Heizung und Klimatisierung zur Verfügung. Ist niemand im Raum, wird das Licht automatisch ausgeschaltet und die Heizung oder die Klimaanlage im abgesenkten Stand-by-Betrieb gehalten. Sensoren anderer, völlig getrennter Systeme können im Rahmen des Smart Office-Konzepts über ein Gateway (z.B. Homematic, EnOcean, KNX, IP500 etc.) eingebunden werden.

## Smart Lighting Controller

Der Smart Lighting Controller stellt das Bindeglied zwischen LED-Leuchte und IP-Netzwerk dar und managt den Datenverkehr zwischen Netzwerk und Sensoren bzw. Leuchte. Er ist meist in die Leuchte integriert, kann aber auch als separate Baugruppe in Leuchtnähe montiert werden.

## Netzwerk-Switch

Netzwerk-Switches haben sich aufgrund ihrer hohen Rechenleistung längst vom reinen Weiterleiten der Datenpakete zu intelligenten Steuerzentralen in Netzwerken entwickelt. Aufbauend auf einem robusten Linux-Betriebssystem übernehmen sie zusätzliche Aufgaben wie etwa die Steuerung der LED-Leuchten.

## Applikationen (Apps)

Selbstständige Softwarebausteine, so genannte Applikationen (kurz: Apps) auf den Switches, stellen weitreichende Funktionalitäten zur Verfügung. Die Smart Director App beispielsweise erfasst die vom Smartphone oder Tablet des Anwenders übermittelten Eingaben und gibt die entsprechenden Steueranweisungen an die betreffenden

Smart Lighting Controller der Leuchten weiter. Konfiguration und Management der Leuchten erfolgt dabei ganz ohne aufwendiges, teures Softwarepaket. Für Installation und Ausführung der Apps sind keinerlei Eingriffe in die Firmware der Switches nötig. Sie bleibt unverändert, was den Administrationsaufwand deutlich verringert. Auf einem Switch können mehrere Apps gleichzeitig laufen und so eine Fülle verschiedenster Funktionalitäten bieten.

## Innovatives Zusammenspiel

Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten sei an einem einfachen Beispiel kurz erläutert: Der Präsenzmelder erkennt, dass ein Anwender sein Büro oder sein Wohnzimmer betritt, und schaltet die Beleuchtung ein. Der Helligkeitssensor erfasst die momentane Beleuchtungsstärke und dimmt die Leuchten so, dass exakt die gewünschte Helligkeit erreicht wird.

Möchte der Anwender die Helligkeit oder die Lichtfarbe ändern, verschiebt er die entsprechenden Regler auf seinem Smartphone oder Tablet. Die Smart Director App auf dem Netzwerk-Switch sendet die entsprechenden Anweisungen an den Smart Lighting Controller, der die Leuchte so regelt, dass die gewünschten Vorgaben erfüllt werden. Verlässt der Anwender den Raum, schaltet sich die Beleuchtung sofort oder nach einer vorgegebenen Wartezeit aus.

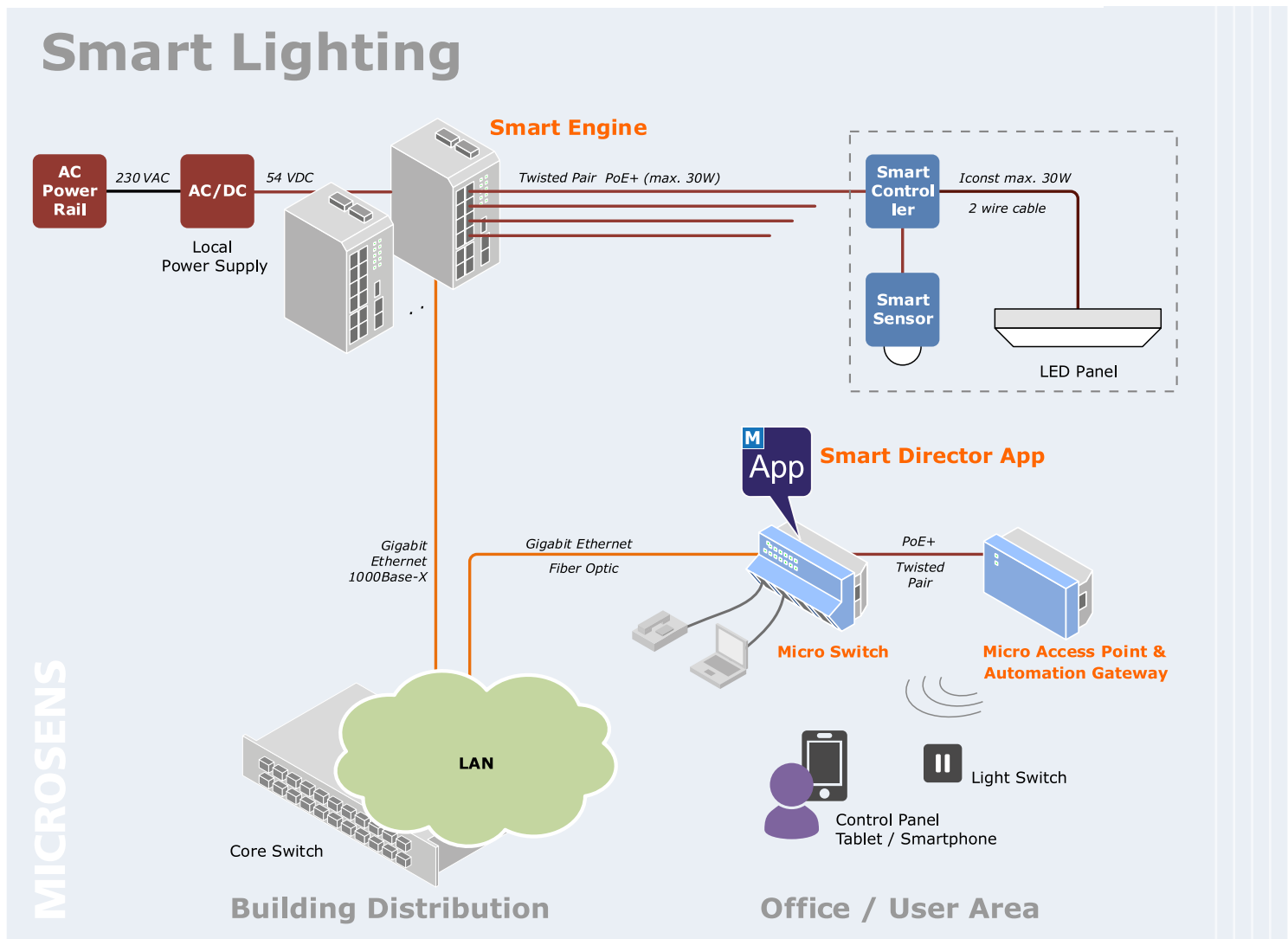
Der beschriebene Ablauf ist nur ein sehr einfaches Beispiel, um die grundlegende Funktion zu verdeutlichen. Mit leistungsfähigen Netzwerk-Switches und intelligenten Apps sind sehr viel weitreichendere Funktionalitäten für größeren Komfort und höhere Energieeffizienz möglich. Mit Daylight Harvesting wird das einfallende Tageslicht durch die LED-Beleuchtung zur jeweils gewünschten Soll-Beleuchtungsstärke ergänzt. Der Sollwert kann für jeden Arbeitsplatz und jeden

Bereich spezifisch vorgegeben werden. Zusätzlich kann die Beleuchtung jederzeit den individuellen Anforderungen und Wünschen angepasst werden.

Mit der Lichtnachführung werden nur die frequentierten Bereiche beleuchtet. Bereiche, in denen sich niemand aufhält – beispielsweise Flure oder Tiefgaragen – werden im Sparbetrieb beleuchtet oder bleiben dunkel. Wird dies mit der Zugangskontrolle gekoppelt, können die Bereiche, welche der Mitarbeiter als nächstes durchqueren muss, vorausschauend beleuchtet werden. Durch den Einsatz von Präsenzmeldern wird das Licht in Besprechungsräumen, Kellern und Archiven automatisch ausgeschaltet, wenn der Mitarbeiter den Raum verlassen hat. Abends und zum Wochenende wird die Bürobeleuchtung automatisch abgeschaltet, sofern niemand anwesend ist. Durch die konsequente Umsetzung und

Kombination dieser Maßnahmen sind Einsparungen beim Stromverbrauch für die Beleuchtung von bis 80 % möglich.

Als Bestandteil eines Smart Office-Konzepts ist die Interaktion mit anderen Systemen wie beispielsweise Heizung und Klimatisierung möglich und sinnvoll, ebenso die Kopplung mit einem elektronischen Kalender. Rechtzeitig vor Besprechungsbeginn fahren Heizung oder Klimaanlage auf Nennbetrieb, die Netzwerkanschlüsse werden freigegeben und die Beleuchtung schaltet sich bei Eintreffen der ersten Teilnehmer ein. Verlässt die letzte Person nach Besprechungsende den Raum, werden die Netzwerkports automatisch gesperrt, die Beleuchtung und die Tagungstechnik werden abgeschaltet und Heizung oder Klimaanlage arbeiten im Stand-by-Betrieb. Damit wird eine bislang unerreichte Energieeffizienz und Netzwerk-Sicherheit möglich.



Die innovative MICROSENS Smart Lighting-Lösung. LED-Leuchten werden durch PoE+ über eine normkonforme Verkabelung nach DIN EN 50173-6 mit Strom versorgt. Sensoren in Leuchtennähe liefern die Daten zu Helligkeit, Temperatur und Anwesenheit von Personen im Raum. Die Smart Director App auf den Micro-Switches regelt die Beleuchtung nach den Bedürfnissen der Anwender.

# Dezentrale Netzwerk-Architektur für Smart Buildings

Die Beleuchtungssteuerung ist in der DIN EN 50173-6 für verteilte Gebäudedienste ausdrücklich erwähnt. Dezentrale Lösungen vereinfachen die Planung und die Umsetzung von Beleuchtungsprojekten, da sie Raum für Raum installiert werden können.

Verkabelungen mit einer dezentralen Switching-Architektur wie beispielsweise Fiber To The Office (FTTO) bewähren

sich seit Jahren als kosteneffiziente In-house-Vernetzung. Leistungsfähige Datenleitungen werden bis in den Anwenderbereich verlegt. Dort wird ein Micro-Switch als aktives Element installiert, der flexible Kupferanschlüsse für Endgeräte zur Verfügung stellt. Damit kommen überwachte, managebare Geräte im Anwenderbereich zum Einsatz.

Eine zentrale Gesamtsteuerung ist nicht erforderlich, aber durchaus möglich. Ein hierarchischer Aufbau lässt sich mit der Network Management Platform (NMP) erzielen. Die Smart Director App auf den Netzwerk-Switches steuert die Beleuchtung dezentral in den einzelnen Räumen, NMP steuert als zentrale Applikation bei Bedarf die Raum-Controller.

## Normativer Hintergrund

Auf nationaler wie internationaler Ebene liegen gültige Normen vor, welche die Infrastruktur für das Smart Lighting definieren. Nachfolgend sind die wichtigsten Normen nach ihrem Gültigkeitsbereich aufgeführt.

### Europäische Normen

DIN EN 50173-1:2011-09

Informationstechnik

- Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; enthält die generellen Vorgaben für eine anwendungs- und nutzungsneutrale Verkabelungs-Infrastruktur für die Informationstechnik.

DIN EN 50173-2:2011-09

Informationstechnik

- Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen - Teil 2: Bürogebäude; enthält die Vorgaben für die IT-Verkabelung in Bürogebäuden inklusive dezentraler Netzdesigns wie FiberTo TheOffice (FTTO).

DIN EN 50173-6:2014-05

Informationstechnik

- Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen - Teil 6: Verteilte Gebäudedienste; enthält die Vorgaben für die IT-Verkabelung für verteilte Gebäudedienste wie beispielsweise die Beleuchtung.

DIN EN 50174-2:2015-02

Informationstechnik

- Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden; enthält die Vorgaben für die Planung und Installation von IT-Verkabelungen in Gebäuden.

### Weitere Normen

ANSI/TIA-862-A, 2011

Building Automation Systems Cabling; enthält die Vorgaben für die Verkabelung der Gebäudeautomation in den USA.

### Internationale Normen

ISO/IEC 11801-6

Information technology

- Genericcablingforcustomerpremises -

Part 6: Distributed Building Services; in Vorbereitung;

internationale Norm für die Verkabelungsinfrastruktur für verteilte Gebäudedienste; angelehnt an die europäische Norm DIN EN 50173-6.

IEEE 802.3af-2003IEEE

Standard for Information Technology

- Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements -

Part3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications - Data Terminal Equipment (DTE) Power Via Media Dependent Interface (MDI); enthält die Vorgaben für Power-over-Ethernet (PoE).

IEEE 802.3at-2009IEEE

Standard for Information technology

- Local and metropolitan area networks - Specific requirements -

Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements; enthält die Vorgaben für Power-over-Ethernet Plus (PoE+).





Die Schaltzentrale - MICROSENS Micro-Switch samt Micro Access Point

### Größere Sicherheit durch dezentrale Intelligenz

Dezentrale Lösungen mit verteilter Intelligenz bieten eine erhöhte Ausfallsicherheit. Anders als bei zentralisierten Systemen, bei denen der Ausfall einer zentralen Netzwerkkomponente weitreichende Folgen hat, sind bei dezentralen Architekturen immer nur kleine Teilbereiche von einer eventuellen Störung betroffen. Durch einfache Maßnahmen – beispielsweise, wenn zwei benachbarte dezentrale Komponenten zusätzlich untereinander verbunden sind – können Ausfälle auf ein Minimum beschränkt oder vollständig vermieden werden.

Auch bei der Netzwerksicherheit bieten dezentrale Systeme Vorteile: Micro-Switches im Arbeitsplatzbereich bringen die Sicherheitsfeatures dorthin, wo sie gebraucht werden: an den Rand des Netzwerks, direkt am Arbeitsplatz. Die Authentifizierung des Anwenders geschieht direkt hier; unbekannte oder unerwünschte User gelangen erst gar nicht ins Netz, sondern werden direkt am Netzzugang geblockt, was die Netz-Sicherheit deutlich erhöht.

Auch die Verkabelung selbst bietet Vorteile bei der Sicherheit: Werden Glasfaserleitungen zur Anbindung der dezentralen Komponenten verwendet, sind durch den geringeren Leitungsdurchmesser kleinerer Kabelbündel möglich, was die Brandlast reduziert. Bei nichtmetallischem Aufbau der Glasfaserleitungen sind Potenzialverschleppungen über die Datenleitung ausgeschlossen.

### Ergonomie und Komfort

Dezentrale Netzwerkarchitekturen ermöglichen es den Anwendern, ihre Arbeitsplatzumgebung individuell zu gestalten und ganz ihren persönlichen Anforderungen anzupassen. Das gilt für Heizung und Klimatisierung und es gilt erst recht für die Beleuchtung. Lichtstärke und Lichtfarbe haben einen direkten Einfluss auf das Wohlbefinden der Mitarbeiter, was nachgewiesenermaßen zu höherer Produktivität und geringeren Fehlraten führt. Mit individuellen, dezentralen Lösungen kann sich jeder Mitarbeiter auch in Großraumbüros seine direkte Arbeitsplatzumgebung seinen Belangen anpassen. Temperatur und Beleuchtung an die persönlichen Bedürfnisse anzupassen, ist nur ein Aspekt des „Customizings“. Unter diesem Sammelbegriff versteht man die Anpassung eines technischen Systems an die individuellen Präferenzen und besonderen Belange des Anwenders. Dazu werden entsprechende Funktionen durch Apps bereitgestellt. Falls für spezielle Anwendungen keine Apps zur Verfügung stehen, können die benötigten Funktionalitäten durch individuelle Skripte bereitgestellt werden. Mit der dynamischen, eventgesteuerten Programmiersprache microScript können Skripte in einem beliebigen Texteditor erstellt und in den Netzwerk-Switch geladen werden. Skripte, die mit microScript erstellt wurden, laufen oberhalb der Betriebssystemebene und haben nur die Zugriffsrechte des Anwenders, der sie ausführt. Mögliche Sicherheitslücken im Betriebssystem können nicht für die Skripte verwendet werden – ein entscheidender Beitrag zur Netzwerksicherheit.

## Ausblick

Es steht zu erwarten, dass sich die Entwicklung zu dezentralen IP-Netzen in den kommenden Jahren noch verstärken wird. Das Smart Building, in dem intelligente, verteilte Systeme weitreichende Aufgaben der Gebäudesystemtechnik selbstständig und untereinander vernetzt ausführen, ist längst Realität. Diese Systeme sorgen für größere Sicherheit und Wirtschaftlichkeit und durch die individuellen Anpassungen am Arbeitsplatz für mehr Komfort und höhere Produktivität.



MICROSENS Smart Sensor erkennt ob Personen im Raum anwesend sind. Zusätzlich werden Helligkeit und Temperatur gemessen.

## Literatur

- [1] Smart Lighting: Licht aus dem Netzwerk.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2015
- [2] IT-Switches als Steuerzentrale für das Smart Office.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2015
- [3] App your Net: Neue Switch-Funktionalitäten mit professionellem Nutzen.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2015
- [4] Dezentrale Switching-Infrastruktur für moderne Gebäude.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2015
- [5] Safety first: Sichere Gebäudenetze durch dezentrale Infrastrukturlösungen.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2015
- [6] Hochverfügbarkeit ohne Kompromisse: Redundanzkonzepte in FTTO-Netzen.  
White Paper. Hamm: MICROSENS GmbH & Co. KG, 2014
- [7] DIN EN 50173-6:2014-05 Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 6: Verteilte Gebäudedienste. Norm. Beuth-Verlag, 2014

## Smart Lighting ist Realität

### Kurzfassung

Die Systeme der Gebäudetechnik entwickeln sich in Richtung IP-Protokoll. Mit der Beleuchtung wird nun erstmals ein Bereich ins IP-Netz integriert, der bislang der klassischen Elektrotechnik vorbehalten war. Möglich wird dies durch LEDs als Leuchtmittel, die bei Kleinspannung und mit niedrigen Stromstärken betrieben werden. Damit LED-Leuchten ihre technischen und wirtschaftlichen Vorteile voll entfalten können, ist eine leistungsfähige Infrastruktur mit intelligenten Netzwerk-Switches jedoch unabdingbar. Applikationen (Apps) auf den Switches ermöglichen dabei weitreichende Funktionalitäten und leisten damit einen signifikanten Beitrag zum Smart Building.



[www.microsens.de/smart-lighting](http://www.microsens.de/smart-lighting)