

# Auf neuestem Stand

## Blitzschutz von Mobilfunk-Rechenzentren sowie Sende- und Empfangsanlagen auf Mittel- und Hochspannungsmasten

Jürgen Holler

Die meisten Mobilfunkanlagen wie zum Beispiel die strategisch wichtigen Mobilfunk-Rechenzentren und die Sende- und Empfangseinrichtungen auf Mittel- und Hochspannungsmasten versehen schon seit etlichen Jahren ihren Dienst. Im Laufe der Jahre erfuhren sie immer wieder Nachrüstungen und Anpassungen, um sie auf den jeweils neuesten Stand der Technik zu bringen. Dazu gehört auch eine sukzessive Anpassung des Blitzschutzes.



Strategisch wichtige Rechenzentren, sogenannte Mobile-Service-/Switching-Center (MSC) der Mobilfunknetzbetreiber sind zentrale Bestandteile der bekannten Mobilfunkgenerationen – von GSM, 3G, Long Term Evolution (LTE/4G) bis zur heutigen fünften Generation (5G). Ein MSC bildet die Schnittstelle zwischen dem Funknetz, dem Base Station Subsystem (BSS) und dem Telefonfestnetz. Basisstationen, sog. Base Transceiver Stations (BTS) an Dach- und Maststandorten sind daher einem Mobile-Switching-/Service-Center entsprechend direkt und regional zugeordnet. Über Gateways kommunizieren die MSCs untereinander. Diese Rechenzentren wurden überwiegend in den 90-iger Jahren errichtet. Sie erfuhren im Laufe der Jahre

stetige Nachrüstungen auf der Dachfläche, wie beispielsweise Antennentechnik, Rückkühlanlagen, einschließlich 230/400-V-Versorgungsleitungen und MSR-Leitungen. Dies erforderte ebenso eine sukzessive Anpassung der äußeren und inneren Blitzschutzsysteme.

### Anpassung der Mobile-Service-/Switching-Center

Mobile Switching/Service Center können beispielsweise im Eigentum des Mobilfunktreibers, aber auch in privat oder gewerblich genutzten Mietgebäuden untergebracht sein. Aus diesen Gründen sind unterschiedliche Aufbauvarianten der Blitzschutzsysteme durch die Ausführung regionaler Dienstleister Normalität. Grundlagen

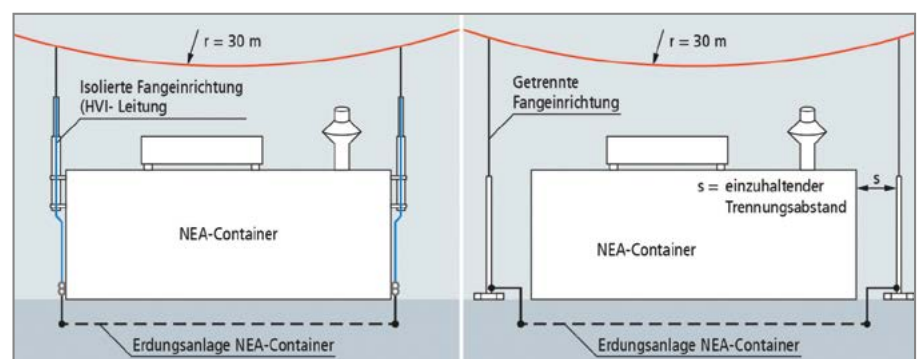


Bild 1: Isolierter Aufbau mit HVI (links) und getrennter Aufbau (rechts) – NEA-Container außerhalb der LPZ 0B

Jürgen Holler ist Global Account Manager Communications BU Infrastruktur bei der Dehn SE + Co KG in Neumarkt

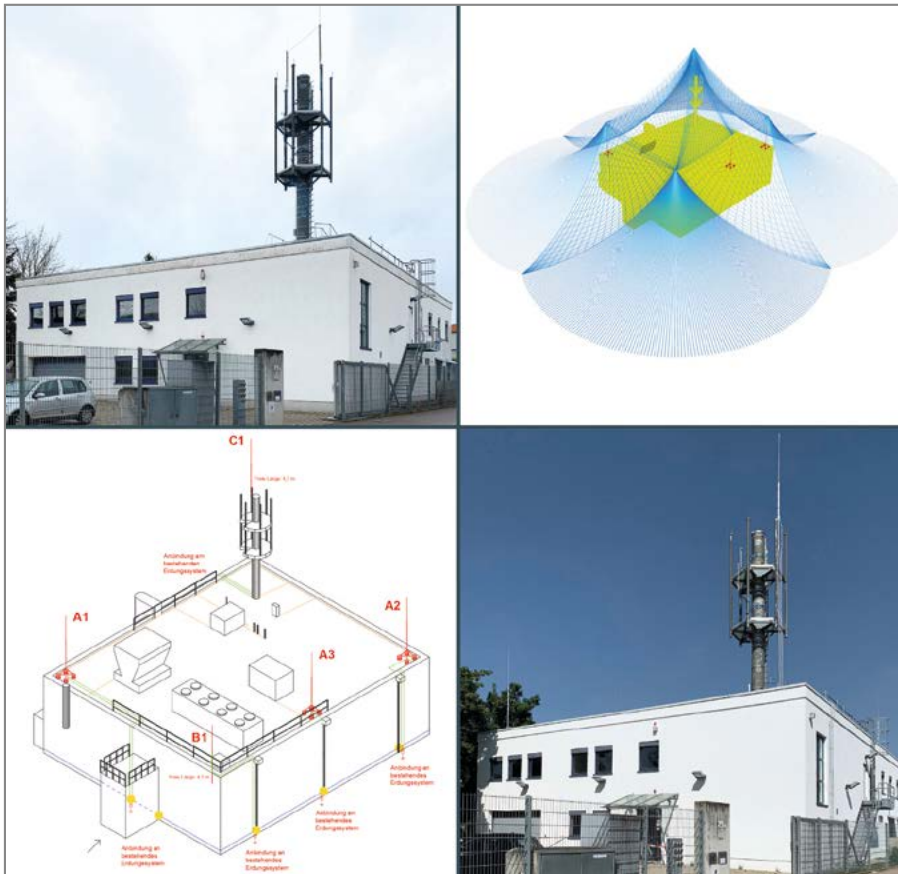


Bild 2: Mobile-Service-/Switching-Center vor (Altinstallation, konventionell/isoliert) und nach 3D-Planung mit isoliertem Blitzschutzsystem

hierzu sollten jedoch immer die gültigen Normen DIN EN 62305, DIN VDE 0855-300 sowie der Leitfaden VDE Information Blitzschutz „Schutz von Funkanlagen auf Gebäuden bei Blitzschutz“ bilden.

Um auch zukünftig eine hohe System- und Anlagenverfügbarkeit dieser zentralen Mobilfunk-Rechenzentren sicherzustellen, werden in enger Zusammenarbeit mit Mobilfunknetzbetreibern, Dienstleistern und Prüforganisationen das äußere Blitzschutzsystem sowie die Erdungsanlagen dieser Kommunikationsstandorte auf ihre Sicherheitsfunktion überprüft und bei Bedarf sukzessive ertüchtigt. Herkömmliche Maststandorte und Standard-Aufdachanlagen werden in der Regel nach Sicherheitsklasse (SK) 1-3 aufgebaut. MSC-/Core-Standorte sind Gebäude mit erhöhtem Gefährdungspotenzial und werden nach Blitzschutzklasse II errichtet und nach SK 4 oder höher auf Basis der Spezifikation des Mobilfunknetzbetreibers aufgebaut. Die Festlegung, welcher Standort oder welches Gebäude der jeweili-

gen Sicherheitsklasse zuzuordnen ist, obliegt dem Mobilfunknetzbetreiber. Die Blitzschutzklasse II (LPL Lightning Protection Level) definiert mit ihren Minimal- und Maximalwerten die Rahmenbedingungen für den Aufbau des Blitzschutzsystems (LPS – Lightning Protection System) nach DIN EN 62305. Ausgehend von einem maximalen Blitzstrom von bis zu 150 kA kann mithilfe von drei Verfahren (Blitzkugel-, Maschen- oder Schutzwinkelverfahren) die Anordnung der Fangeinrichtungen sowie der Ableitungen mit Anbindung an die Erdungsanlage ermittelt werden. Für die 3D-Planungen des äußeren Blitzschutzsystems (Bild 2) bei den MSC wurde die Methode des Blitzkugelverfahrens herangezogen. Bei LPL II beträgt der Radius der Blitzkugel, die über das zu schützende Gebäude, Dachaufbauten und externe Netzersatzanlagen (NEA) gerollt wird, 30 m (Bild 1). Die Maschenweite des äußeren Blitzschutzes auf Dachniveau wird bei einem konventionellen Aufbau mit 10 m x 10 m errichtet.

### Herausforderung

Gemeinsames Ziel ist es, die überregional verteilten Core-/MSC-Standorte mit einem einheitlichen und standardisierten Lösungsansatz für zukünftige Anforderungen so vorzubereiten, dass zusätzliche System- und Anlagentechnik, wie beispielsweise Antennen- oder Klimatechnik, ohne erneute Blitzschutzmaßnahmen in einem vordefinierten Schutzbereich problemlos integrierbar sind. Die Fangeinrichtungen werden so positioniert, dass am Gebäude und am Funkmast, unter Betrachtung der spezifischen Blitzstromparameter, kein Einschlag zu erwarten ist.

Eine besondere Herausforderung, auch aufgrund der unterschiedlichen Gebäudestrukturen und der vorhandenen technischen Einrichtungen, ist das Einhalten der Trennungsabstände zu allen metallenen und elektrischen Installationen.

Zentrales Hauptaugenmerk ist zudem, funktionstüchtige und niederohmige Erdungsanlagen ( $<10 \Omega$ ) in die 3D-Planungen zu integrieren, um unnötige und kostenintensive Baumaßnahmen zu vermeiden.

Aus diesem Grund erfolgt bei Standard-MSC vorzugsweise ein isolierter Aufbau mit einer hochspannungsfesten HVI-Leitung (Bild 2), damit die Trennungsabstände von Dach- bis Erdniveau eingehalten werden können. Mit dem Aufbau eines isolierten Blitzschutzsystems sind etwaige festgestellte Mängel einer Prüforganisation bezüglich zu kleiner Trennungsabstände und somit möglicher Überschläge in elektrische Anlagen und Systeme behoben. Der adäquate Trennungsabstand der isolierten Ableitung beträgt 0,75 m in Luft. Die Anbindung der isolierten Ableitung erfolgt direkt an die Erdungsanlage.

Bei hochohmigen Erdungsmesspunkten oder Trennstellen mit Messwerten  $>10 \Omega$  wird eine zusätzliche Erdung notwendig und mit Erder vom Typ A, (Tiefen-/Vertikalerder) realisiert. Die Vertikalerder müssen zwingend mittels eines „Ringsockelerders“ mit den bestehenden Erdungspunkten verbunden werden. Dieser „Ringsockelerder“ kann ober- oder unterirdisch verlegt werden. Die Anbindung dieses

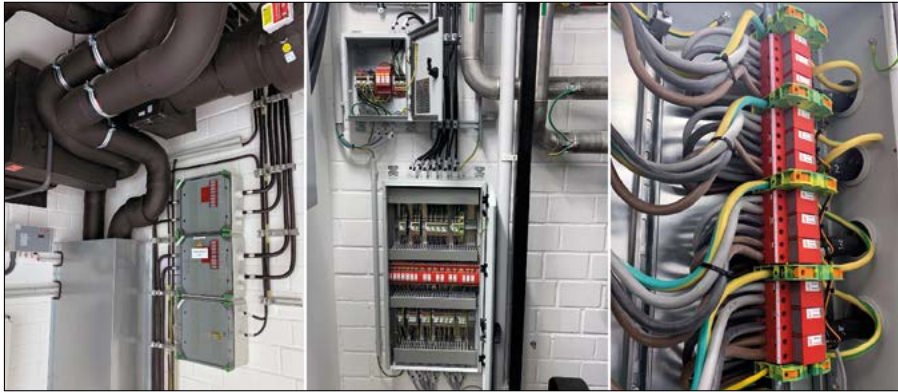


Bild 3: Schutz der Steuerleitungen für Rückkühler und Netzersatzanlage

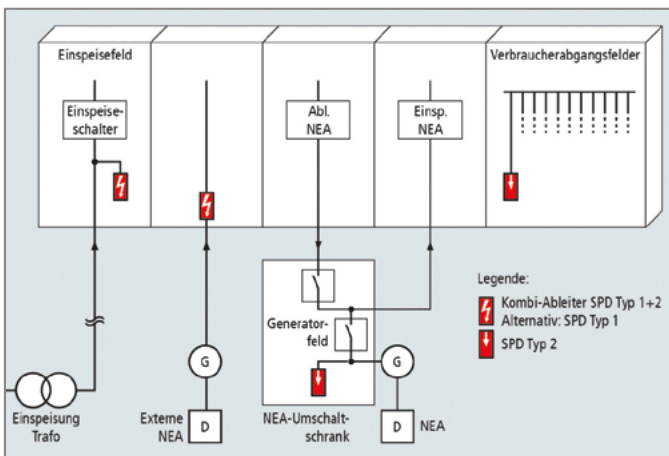


Bild 4: Schematische Darstellung MSC-Einspeisung Trafo/NEA

Erdungssystem an den Fundament-erder erfolgt mindestens einmal über die Haupterdungsschiene (HES) im Gebäude.

Somit können bestehende Fangeinrichtungen und Maschen auf Dachniveau weitestgehend zurückgebaut werden. Für die Anschlüsse aller metallenen und elektrischen Verbraucher und Metallkonstruktionen wird auf der Dachebene ein Funktionspotenzialausgleich hergestellt.

Funktürme des Mobilfunknetzbetreibers werden generell in das neue Planungs- und Blitzschutzkonzept mit eingebunden, dienen als natürliche Fangeinrichtung und vergrößern den Schutzbereich des zu schützenden Gebäudes.

Für extern aufgestellte, mobile Netzersatzanlagen (NEA-Container, Bild 1) werden die Funktürme als Schutzbereich jedoch nicht berücksichtigt.

Basis für die 3D-Planungen der äußeren Blitzschutzsysteme und Erdungsanlagen bilden Berichte von Prüforganisationen, Blitzschutz-Checklisten sowie Standortbegehungen inkl. Anlagendokumentation. Die Planungen

und Realisierungen des neuen äußeren Blitzschutzsystems erfolgen nach Teil 3 der Blitzschutznorm DIN EN 62305.

Wesentliche Vorteile für den Betreiber nach der Umsetzung der Ausführungsplanung sind:

- einheitlicher, überregionaler Aufbau der Standorte mit isolierten (HVI) und/oder konventionellen Blitzschutzsystemen;
- Bereinigung der Dachflächen von Altinstallationen;
- Gebäude- und Anlagenschutz auf dem neuesten Stand der Technik;
- hohe Systemverfügbarkeit, auch für zukünftige Mobilfunktechniken;
- Verwendung der 3D-Planungen als Anlagendokumentation;
- Grundlage für Nachrüstungen des inneren Blitzschutzsystems.

#### Innerer Blitzschutz und Blitzschutzpotenzialausgleich

Parallel zu den Maßnahmen für die Erhöhung des äußeren Blitzschutzes sowie der Erdungsanlagen erfolgt folgerichtig auch die Betrachtung des inneren Blitzschutzes mit der Beschal-

tung der elektro- und informations-technischen Leitungen. Primäres Ziel des inneren Blitzschutzes ist das Verhindern gefährlicher Funkenbildung innerhalb der baulichen Anlage. Erreicht wird dies durch das Herstellen des Potenzialausgleichs zwischen den Bauteilen des Blitzschutzsystems und allen elektrisch leitenden Installationen und Anlagenteilen.

Der Blitzschutzpotenzialausgleich reduziert die durch den Blitzstrom verursachten Potenzialunterschiede. Alle Komponenten von externen Anlagen, wie Netzersatzanlagen, Klimatechnik oder mobile Technikcontainer sind untereinander und unmittelbar am Gebäudeeintritt mit dem Potenzialausgleich zu verbinden. Dazu gehören zum einen fremde, leitfähige Teile wie Tankleitungen und Rohrleitungen zu Rückkühlanlagen, zum anderen Haupt- und Steuerleitungen, MSR-Leitungen sowie Antennenkabel.

An vielen MSC-Standorten sind Maßnahmen zum Schutz der inneren Versorgungsanlagen in Haupt- und Unterverteilungen (Bild 3) bereits vollständig realisiert. Eine fachliche Bewertung des vorhandenen Überspannungsschutzes muss allerdings in einem separaten Schritt betrachtet und auf das neu geplante und im Anschluss installierte äußere Blitzschutzsystem, ob konventionell oder isoliert, abgestimmt werden.

Alle von einer mobilen externen NEA-Anlage kommenden Kabel sind am Gebäudeeintritt mit Überspannungsschutzgeräten vom Typ 1+2 zu beschalten (Kombi-ableiter). Die Anbindung der Überspannungsschutzrichtungen an den Potenzialausgleich sind über kurze PA-Leitungen zu realisieren.

### Schutz von Send- und Empfangsanlagen auf Mittel- und Hochspannungsmasten

Neue Mobilfunktechniken und stetiger Netzausbau erfordern eine Vielzahl zusätzlicher Standorte für Send- und Empfangsanlagen. Neben Standard-Aufdachanlagen und herkömmlichen Maststandorten werden häufig auch Mittel- und Hochspannungsmas-



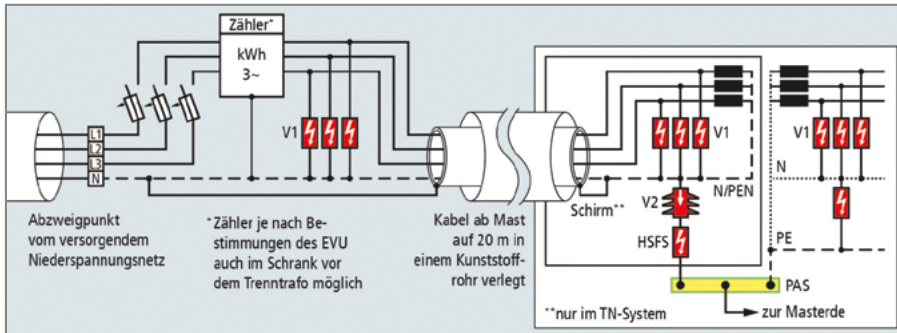


Bild 5: Schematischer Aufbau von Stromversorgungen an Hochspannungsmasten

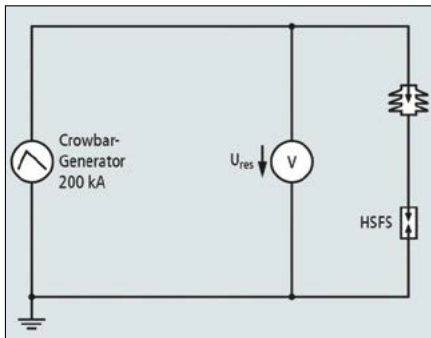


Bild 6: Restspannungsmessung mit 10 kA (8/20  $\mu$ s)

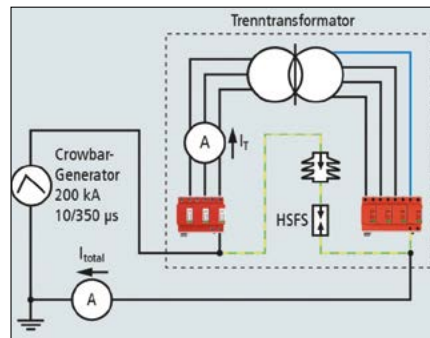


Bild 7: Koordinationstest Trenntransformator mit MOV und Hochstrom-Funkenstrecke



Bild 8: Blitzstrom-Festigkeitsprüfung mit 100 kA (10/350  $\mu$ s)

te genutzt. Mit den im Folgenden beschriebenen Maßnahmen wurden Mobilfunkstandorte ertüchtigt und auf den neuesten Stand der Technik gebracht.

Die Niederspannungsversorgungen dafür unterliegen erhöhten Sicherheits- und Schutzanforderungen. Im Erdkurzschlussfall können dabei Erdungsspannungen bis zu 15 kV (eff) auftreten. Oberstes Ziel ist das Vermeiden von zu hohen Berührungsspannungen am Mast oder eine Überbeanspruchung der Isolation im Niederspannungsnetz des Energieversorgers und damit mögliche Personen- und Sachschäden.

Der Anschluss des Niederspannungsnetzes muss daher aus vorgenannten Gründen über einen Trenntransformator nach DIN VDE 0551 erfolgen, um eine sichere Trennung zwischen Masterde und Niederspannungserde/-netz sicherzustellen.

Da bei einem Blitzeinschlag in den Freileitungsmast kurzzeitig höhere Spannungen als bei einem Erdfehler oder -kurzschluss auftreten können, ist zwischen Primär- und Sekundärseite des Trenntransformators ein Metalloxid-Varistor (V2) vorzusehen. Ziel ist dabei, den Trenntransformator nicht

für so hohe auftretende Spannungen auslegen zu müssen. Zusätzlich werden zum Schutz der Niederspannungsseite mit Zähleranschluss säule sowie auf der Primär- und Sekundärseite des Trenntransformators Kombi-ableiter vom Typ 1+2 (V1 in Bild 5) eingesetzt.

In Zusammenarbeit von Mobilfunknetzbetreiber und Auftraggeber wurde für diesen speziellen Anwendungsfall ein Transformatorschalterschrank als Outdoor-Gehäuse entwickelt, der trotz kompakter Platzverhältnisse alle normativen und technischen Anforderungen erfüllt. Integriert wurden Trenntransformator mit 15 kVA, Metalloxid-Varistor (MOV), Kleinverteiler mit Kombi-ableitern (Typ 1+2) für den primärseitigen Anschluss an das Niederspannungsnetz sowie der Anschluss der Mobilfunktechnik auf der Sekundärseite.

*Prüfanforderungen an das zu prüfende Gesamtsystem für die Stromversorgung von Sende- und Empfangsanlagen auf Mittel- und Hochspannungsmasten*

Art der Laborprüfungen:

- Restspannungsmessung in Anlehnung an die Prüfvorgaben der DIN

EN 61643-11 (2019-03), Kapitel 8.3.3.1 „Restspannung mit Stoßströme 8/20“;

- Koordination der Überspannungsschutz-Anordnung (Metalloxid-Varistor + Hochstrom-Funkenstrecke HSFS) mit der Spannungsfestigkeit des Trenntransformators in Anlehnung an DIN CLC/TS 61643-12:2009;
- Test der Stehwechselfestigkeit des Metalloxid-Varistors bei 15 kV (50 Hz);
- Test des Gesamtableitstromes der Anordnung in Anlehnung an DIN EN 61643-11 (2019-03), Kapitel 8.7.1 „Prüfung des Gesamtableitstromes von mehrpoligen SPDs“.

Dabei ist die Dimensionierung des Metalloxid-Varistors (V2 in Bild 5) in Bezug auf seine elektrischen Kenngrößen von entscheidender Bedeutung. Der Metalloxid-Varistor muss so bemessen sein ( $U_r = 14$  kV,  $U_c = 11$  kV), dass er einerseits die maximal auftretende Masterdungsspannung von 15 kV (eff) beherrscht und bei Blitzschlägen in den Mast thermisch nicht überbeansprucht oder gar zerstört wird. Andererseits kann somit der Schutzpegel des MOV so niedrig angesetzt werden, um eine Stoßspannungsbeanspruchung des Trenntransformators möglichst gering zu halten.

Der Schutzpegel der im Labor geprüften Metalloxid-Varistoren liegt mit  $U_p \leq 40$  kV nach DIN VDE 0855-300 deutlich unter den normativen Vorgaben.

### Einsatz einer zusätzlichen Hochstrom-Funkenstrecke (HSFS)

In der obigen Prüfanordnung wird in Reihe zu den Metalloxid-Varistoren verschiedener Hersteller eine Hochstrom-Funkenstrecke (*Bild 7*) geschaltet. Ziel ist es, aufgrund von Varistoralterungen und somit möglicher, auftretender Varistorleckströme, eine galvanische Trennung zwischen Masterde (Hochspannungsmast) und Niederspannungserde dauerhaft herzustellen.

Beim Koordinationstest mit in *Bild 7* ersichtlicher SPD-Anordnung erfolgt die Einkopplung der Impulse mit 10 kA (8/20  $\mu$ s) über den Generator in die Niederspannungserde. Ein Spannungseinbruch aufgrund eines Isolationdurchschlags des Trenntransformators konnte ausgeschlossen werden. Anschließend erfolgreich durchgeführte Funktionstests bestätigen die richtige Dimensionierung und Aus-

wahl der Blitz- und Überspannungsschutzkomponenten.

Bei den Labortests wurde neben den Koordinations- und 50-Hz-Wechselspannungstests für die MOV auch die mechanische Blitzstromtragfähigkeit der Gesamtanordnung des Schaltschranks erfolgreich geprüft. Alle im Outdoor-Gehäuse (*Bild 8*) integrierten elektrischen Komponenten wie Heizung, Lüfter usw. sind durch die vorgeschalteten Blitz- und Überspannungsschutzgeräte vom Typ 1+2 (Kombiableiter) mit einem Schutzpegel von  $U_p \leq 1,5$  kV ausreichend geschützt.

### Fazit

MSC-/Core-Standorte sind für Mobilfunknetzbetreiber strategisch wichtige und sensible Kommunikationsknotenpunkte. Hohe Ausfallsicherheit und die damit verbundene, perma-

nente Systemverfügbarkeit der Mobilfunktechnik im und auf dem Gebäude haben oberste Priorität. Wichtig ist daher ein konsequenter äußerer und innerer Blitzschutz.

Im Zuge des Netzausbaus aller Mobilfunknetzbetreiber bietet die Nutzung vorhandener Stahlbauinfrastrukturen bei Freileitungsmasten in ländlichen Gebieten, unter Voraussetzung von zulässigen Wind- und Traglasten für notwendige Antennen- und Systemtechnik, eine zusätzliche Alternative. Im Dehn-Prüf- und -Testzentrum wurden die normativen Prüfanforderungen an dem zu prüfenden Gesamtsystem für die Stromversorgung von Sende- und Empfangsanlagen auf Mittel- und Hochspannungsmasten erfolgreich nachgewiesen. Mit den beschriebenen Maßnahmen wurden Mobilfunkstandorte ertüchtigt und auf den neuesten Stand der Technik gebracht. (bk)

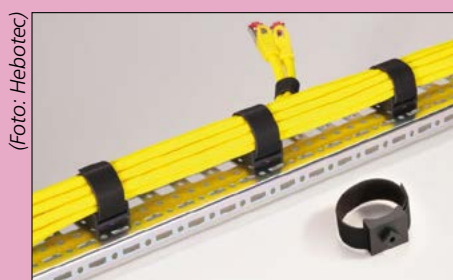
+++ Der cloud- und carrierneutrale Rechenzentrumsdienstleister **Interxion** und der Energieversorger **Avaccon** wollen ab Januar 2021 im Frankfurter Osten den Digitalpark Fechenheim entwickeln. Dazu sollen auf rund 90.000 m<sup>2</sup> Kapazitäten von 180 MW entstehen.

Interxion entwickelt das ehemalige Neckermann-Areal zu einem hochmodernen Campus, der Kunden aus unterschiedlichen Segmenten (wie Internet Service Provider, Cloud-Anbieter, Enterprise-Kunden und Connectivity-Partner) eine leistungsfähige und skalierbare Umgebung für ihre IT-Infrastruktur bietet. Die Avaccon Netz GmbH wird auf dem **Rechenzentrumscampus** den Netzanschluss für Interxion realisieren. Der Netzanschlussvertrag sichert eine Versorgungsleistung von 200 MW zu.

+++ **Rosenberger Optical Solutions & Infrastructure** (Rosenberger OSI) installierte im Rahmen einer Erweiterung der Serverräume im **Tier-4-Rechenzentrum** von **Elmec Informatica** in Varese (Italien) hochwertige Verkabelungsinfrastruktur. Das Ergebnis: skalierbare, agile und sicherere Infrastrukturen.

## News zum Thema

+++ Ob Netz, Serverschrank oder Rechenzentrum: Wo viele Netzkabel zusammentreffen, ist es wichtig, den Überblick zu behalten – gerade dann, wenn Kabel neu dazukommen oder ausgetauscht werden müssen. Der



(Foto: Hebotec)

**Hebofix 45** von **Hebotec** hilft dabei, weil der Klettbandsockel (KBS) auf die vorgegebene Profilierung im Schrank passt und sich mit einem Handgriff sowohl quer als auch parallel zum Profil befestigen lässt. Es gibt den Hebofix 45 passend für jeden Bedarf in unterschiedlichen Größen.

+++ **Schäfer IT-Systems** hat als Zulieferer **Envia TEL** und die verbundene Datacenter Union überzeugt. Mit diesem Jahres schloss das Unterneh-

men mit **Envia TEL** einen **Rahmenvertrag** über zwei Jahre für die Lieferung von Schranksystemen. Die erste Großlieferung über 70 anwendungsspezifische IT-Racks in verschiedenen Ausführungen hat Schäfer IT-Systems bereits für das von **Envia TEL** am 26. November neu eröffnete Datacenter Leipzig 2 geleistet.

+++ Der TK-Dienstleister und Glasfaserspezialist **PYÜR Business** (HL komm Telekommunikations GmbH) hat in Berlin und Leipzig seine **zwei neuen, hochverfügbaren Rechenzentren** mit einer Rechenzentrumsfläche von insgesamt 3.200 m<sup>2</sup> in Betrieb genommen. In diesen Hochsicherheitsumgebungen stehen ab sofort Speicherkapazitäten unter deutscher Datenhoheit für den Betrieb von IT-Infrastrukturen bereit. Die Gebäude verfügen über die neuesten Sicherheitsstandards, haben eine positive Klimabilanz und sind netztechnisch und geografisch optimal an die Infrastruktur angebunden. Die Anlagen entsprechen den Anforderungen des TÜVIT Level 3 bzw. TÜVIT Level 3 (erweitert) und damit einem besonders hohen Schutzbedarf sowie Hochverfügbarkeit.