

Anordnung der Installation auf dem Fußboden

H. Senkbeil, Berlin, U. Karmann, Heltersberg

Mit Installations-Kanalsystemen für Wand und Decke lassen sich moderne Strom- und Kommunikationsnetze in Büro- und Gewerbebauten errichten [1][2]. Probleme entstehen dort, wo im größeren Abstand von den Wänden Anschlüsse realisiert werden müssen oder Wände zur Leitungsführung nicht nutzbar sind. Der Beitrag gibt eine Übersicht über auf dem Fußboden anzuordnende Systeme, mit denen im Innenraum angeordnete Arbeitsplätze versorgt werden können. Sie werden allgemein als Raumlösungen bezeichnet.

1 Erfordernis und Anforderungen an Raumlösungen

1.1 Einsatzgrenzen der Wandinstallation

Auch beim Verlegen von Leitungsnetzen zu Arbeitsplätzen, die sich nicht in Wandnähe befinden, müssen Stromkreise und Anschlüsse sowie die Fernmelde-, Daten- und Kommunikationsnetze in nicht vorhersehbaren Abständen geändert, ausgetauscht oder erweitert werden können, ohne dafür erheblichen Zeit- und Kostenaufwand in Anspruch nehmen zu müssen. Die in [1] und [2] aufgeführten Elektroinstallations-Kanalsysteme sind auch hier erforderlich und zumeist Ausgangspunkt für die Versorgung entfernt liegender Anschlussstellen. Das gilt selbstverständlich für großflächige Räume, z. B. Großraum- oder Kombibüros. Aber selbst in kleineren Räumen reichen sie allein nicht aus, sofern nicht ein Wirrwarr auf dem Boden liegender flexibler Anschlussleitungen in Kauf genommen wird, das dann schon wegen der Stolpergefahr, aber nicht nur deshalb, stets ein Sicherheitsrisiko darstellt (Bild 1).

Das Ausmass der Anhäufung flexibler Verlängerungsleitungen lässt sich an der Mindestausstattung eines Büroarbeitsplatzes ermesen. Nach der „Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik“ sind zwei Doppelsteckdosen für allgemeine Verbraucher und DV-Geräte, eine doppelte Telefon-Anschlussdose sowie eine doppelte DV-Anschlussdose im Minimum erforderlich. Diese werden aber auf Dauer gesehen kaum ausreichen.

1.2 Flexibilität von Raumlösungen

An die für die flächendeckende Versorgung geeigneten Installationssysteme wird auch die Forderung der Flexibilität gestellt. Selbstver-

ständig müssen wie bei den Kanalsystemen an den Wänden auch bei den Raumlösungen die Elektro-, Fernsprech- und Datenanschlüsse einschließlich der Sicherheitseinrichtungen ausgetauscht, umgesetzt und erweitert werden können. Hinzu kommt, dass im Gegensatz zu den Installations-Kanalsystemen (diese sind in der Regel auf den Wänden ortsfest installiert) bei den Raumlösungen auch die Gehäuse, die die vorgenannten Anschlüsse aufnehmen, flexibel anordenbar sein müssen. Folglich müssen sich die aus den Gehäusen und den Einbauten ergebenden Baueinheiten

- nicht nur zeit- und kostensparend errichten, sondern
- sich auch den Anforderungen entsprechend umsetzen lassen.

Schließlich muss es auch möglich sein, an den zur Versorgung zusätzlicher Arbeitsplätze erforderlichen Montagepunkten weitere Baueinheiten vorzusehen. Nur so lässt sich der Grundsatz realisieren, dass die Ausstattung mit Anschlüssen dem Arbeitsplatz und nicht umgekehrt zu folgen hat.

1.3 Lösungsgrundsätze

Um den genannten Forderungen zu entsprechen, werden bei den Raumlösungen

- Raumsäulen, Installationssäulen und Raumverteiler (bestückt mit den Betriebsmitteln für die Stromversorgung und Kommunikationstechnik) frei im Raum angeordnet und
- über Bauelemente für die Leitungsführung mit den speisenden Elektro- und Datennetzen verbunden.

Wie in den folgenden Ausführungen aber noch gezeigt, wird Flexibilität vor allem dann möglich, wenn die zur Versorgung vor Ort erforderlichen vorgenannten Baueinheiten über flexible Anschlussleitungen steckbar an das fest verlegte starre Versorgungsnetz angeschlossen werden.

Hersteller bieten komplette Installationssysteme mit industriell gefertigten Systembauteilen einschließlich Zubehör für den Anschluss an Energie- und Datennetze an. Sie so in das Gebäude einzuordnen, dass eine einmal vorgesehene Grundinstallation möglichst ohne aufwändige Änderungen weitgehend erhalten



1 Stolpergefahren durch frei liegende Leitungen

bleiben kann und die genannten Vorteile in der Nutzungsphase wirksam werden, liegt im Interesse des Betreibers. Sie mit dem Bauherrn abzustimmen, ist Aufgabe des Planers und Errichters.

Wie bei den Kanalsystemen hängt es auch hier vom Know-how der konstruktiven Lösung und der einzubauenden Betriebsmittel sowie im steigenden Masse von den Mitteln zum Einbau, Anschluss und zur Verbindung ab, in welcher Weise die Errichtung und Änderungen während des Betriebs vorzunehmen sind.

2 Normensituation

Deckenanschluss- und Installationssäulen sind senkrecht angeordnete Installationskanäle, für die folgende Sicherheitsnormen gelten:

- DIN EN 50 085-1 (VDE 0604-1):1998-04 Elektroinstallationskanalsysteme für elektrische Installationen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN VDE 0604-1 (VDE 0604-1):1986-05 –; Allgemeine Anforderungen
- DIN VDE 0604-2 (VDE 0604 Teil 2):1986-05 –; Gräteeinbaukanäle

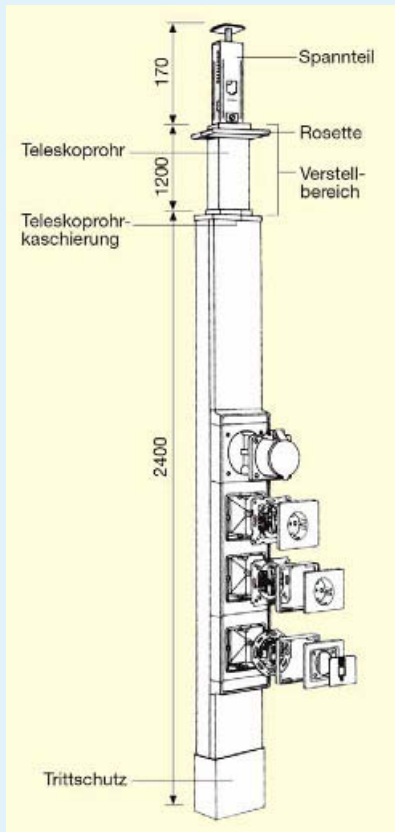
Erfolgt die Leitungsführung in der Unterflur-Installation, so kommen zusätzlich folgende Normen in Betracht:

- DIN VDE 0634 Teil 1:1987-09 Unterflur-Elektroinstallation; Einbaueinheiten
- DIN VDE 0634 Teil 2:1987-12 Unterflur-Elektroinstallation; Elektroinstallationskanäle und Zubehör

Diese Normen gelten in erster Linie für den Hersteller. Gemäß DIN VDE 0100-510, Abschnitt 511 und dem Nationalen Vorwort hierzu müssen elektrische Betriebsmittel grundsätzlich den geltenden DIN-Normen und VDE-Bestimmungen entsprechen [3]. Darüber hinaus wird in DIN VDE 0100-520 [4], Abschnitt 521.6.2, zusätzlich auf die genannten Erzeugnisnormen hingewiesen.

Autoren

Obering. Heinz Senkbeil ist freier Fachjournalist, Berlin; Dipl.-Ing. Uwe Karmann ist Mitarbeiter der Hager Tehalit Vertriebs GmbH, Heltersberg.



② Raumhohe Installationssäulen für den Deckenanschluss

3 Raumhohe Säulen für Deckenanschluss

Raumsäulen sind schon seit längerer Zeit im Einsatz. Sie werden aus einem waagrecht unter der Decke zu installierenden Leitungsnetz versorgt, das z. B. auf Kabelbahnen oder in Leitungskanälen verlegt wird und ggf. gleichzeitig Anschlussleitungen für die künstliche Beleuchtung des Raumes aufnimmt. In den weitaus meisten Fällen sind in Bürogebäuden zusätzlich Unterdecken vorgesehen, die alle horizontal verlaufenden Versorgungsleitungen einschließlich der Kanäle für Lüftungs- und Klimatechnik aufnehmen.

3.1 Systemaufbau

Raumsäulen bestehen aus stranggepressten Aluminium- oder Stahlblechprofilen, die in Standardlängen und mit mindestens zwei Kammern zur getrennten Aufnahme der Leitungen für Elektroanschlüsse und Informationstechnik bereitgestellt werden. Überwiegend werden Säulen mit rechteckigem oder rundem Querschnitt (Breite 110 mm) verwendet, die den Einbau der Installationsdosen und -geräte ermöglichen (Bild ②).

Der Einbau der Säulen kann sowohl bei rechteckigen als auch runden Ausführungen in Räumen von etwa 2,4 bis 3,6 m Höhe er-

folgen, wobei auch Sonderlängen notwendig werden könnten. Zur Anpassung an unterschiedlich hohe Räume dienen stufenlos ausziehbare und als Teleskop wirkende Vierkant- bzw. Rundprofile, an denen Befestigungselemente für die Montage im Deckenbereich vorgesehen sind. Die Kammern des Teleskoprohres der Säulen sind von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich und mit bis zu acht Leitungen von 11 mm Durchmesser belegbar.

Zu unterscheiden ist zwischen **Spannbefestigung** (Bild ③ a) und **Klemmbefestigung** (Bild ③ b). Das Spannteil für die Spannbefestigung ist mit einem Kopfteil versehen und so ausgebildet, dass sich die Raumsäule bis zum Ende des Aufrichtvorgangs auf einfache Weise durch ausreichende Federkraft fixieren lässt. Das teleskopartige Vierkantprofil wird dabei nach oben gedrückt und sichert die notwendige Arretierung. Eine Spannteilkaschierung dient zum Verblenden des sichtbaren Teils. Bei der Klemmbefestigung wird ein Klemmteil als Befestigungsmittel verwendet, das am Tragprofil der Unterdecke befestigt wird (Bild ③ b). Das Verblenden in der Unterdecke erfolgt mit einer Rosette.

Eine Fußplatte ermöglicht die sichere Standbefestigung am Boden. Das Fußteil ist mit einem Trittschutz versehen.



3 Befestigungselemente für die Montage im Deckenbereich

- a) Höhenvariabler Verspannmechanismus zur Verspannung zwischen Fußboden und Decke
- b) Klemmteil zur Befestigung am Tragprofil von Unterdecken

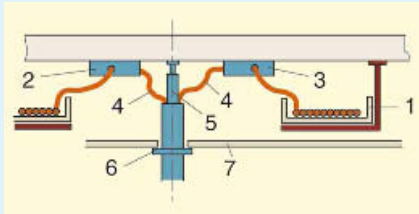


4 Einbau von verschiedenen Installationsgeräten in eine Raumsäule

- a) Einbaudosen
- b) Steckdoseneinbau
- c) Fertige Installation



5 Raumsäule in einem Produktionsraum mit CEE-Steckvorrichtung und Schutzkontaktsteckdose



6 Anschluss einer Raumsäule an Deckenanschlussdosen

- 1 Kabelbahn; 2 Deckenanschlussdose für Fernmeldeanschluss; 3 Deckenanschlussdose für Starkstromanschluss; 4 zugentlastete Anschlussleitungen; 5 Spannteil; 6 Rosette zum Verblenden; 7 Unterdecke



7 Raumsäulen in einem Großraumbüro

3.2 Bestückung mit Installationsgeräten

Rechteckige Säulen lassen sich mit Geräteeinbausätzen zum Einbau handelsüblicher Schalter, Steckdosen, Kommunikations- und Datenanschlüsse und anderer Installationsgeräte ausrüsten, die bis zu drei Geräteeinbaudosen aufnehmen und mit einer dementsprechenden Blende abgedeckt werden (Bild 4 a, b, c). Für Kombi- und Zentralschleibengeräte sind unterschiedliche Einbausätze zu wählen. Das trifft auch beim Einbau handelsüblicher CEE-Geräte mit einer Befestigungsspur von 60 oder 70 mm zu (Bild 5). Auch eine Ausrüstung mit Überspannungsschutzmodulen und Leitungsschutzschaltern ist möglich. Für den Anschluss an runde Säulen sind mit Schaltern, Steck- und Datenanschlussdosen unterschiedlicher Ausführung bestückte Anschlussmodule zu verwenden.

3.3 Anschluss an das Leitungsnetz

Vorteilhaft ist der Einsatz von Deckenanschlussverteilern und -dosen (Bild 6). Ohne großen Aufwand lassen sich so die Raumsäulen vom Netz trennen, umsetzen und an anderer Stelle wieder einbauen, sodass eine große Flexibilität erreicht wird. Bei zukunfts-sicherer Auslegung sind Änderungen im speisenden Netz dann nur in Extremfällen erforderlich. Diese Lösung entspricht den Sammelpunkten, auf die in den folgenden Ausführungen noch eingegangen wird.

3.4 Anordnung im Raum

Auch wenn sich die robusten und dabei form-schönen Raumsäulen auf einfache Weise montieren lassen und sich zur Gestaltung einer Raumlanschaft eignen, so sind doch bei der Einordnung in Räume einige Festlegungen zu treffen.

- Aus gestalterischen Gründen ist eine reihenweise Ausrichtung selbstverständlich. Zu vermeiden ist eine Anordnung in Gängen sowie ein „Säulenwald“.
- Die Abstände sind so zu wählen, dass durch auf dem Boden liegende Anschlussleitungen keine Sicherheitsrisiken einschließlich Stolpergefahr entstehen können. Der horizontale Abstand ist nicht genormt. Er sollte aber aus vorgenannten Gründen in der Regel 8 m nicht überschreiten (Bild 7).

4 Tischhohe Installationssäulen

Verwendet werden vor allem rechteckige ca. 650 mm hohe Standsäulen aus Aluminium. Sie werden als Einfach- oder Doppelsäule mit einer stabilen Bodenplatte versehen und frei im Raum auf dem Fußboden befestigt. Teilweise entsprechen sie im Querschnitt dem Brüstungskanal in klassischer Ausführung mit der Deckelspur 100 mm, der hier allerdings senkrecht angeordnet wird (Bild 8). Die Profile werden mit dementsprechenden modularen

Blenden verschlossen. Näheres hierzu siehe Abschnitt 2.1 und Bild 2 in [2].

4.1 Bestückung mit Installationsgeräten

In rechteckigen Säulen, die der klassischen Ausführung des Brüstungskanals entsprechen, können alle Installationsgeräte angeordnet werden, die in diesem Kanalsystem zulässig sind. Dazu gehören alle Installationsgeräte, die sichtbar bleiben. Das gilt für die Starkstrom-, Kommunikations- und Datentechnik sowie die dezentrale Energieverteilung einschließlich Energiebus gleichermaßen (Bild 9). Für handelsübliche Unterputzprogramme sind dafür vorgesehene Unterputzdosen zu verwenden. Siehe hierzu Abschnitt 3, 4 und 5 mit den Bildern 3, 4, 6, 7, 8, 9 und 10 in [2].

4.2 Anschluss an das Leitungsnetz

Die Leitungszuführung erfolgt als Unterflurinstallation, wobei die dafür vorgesehenen Bodenlochungen zum Anschluss zu nutzen sind. Da keine Verspannung zur Decke erfolgt, muss eine sichere Verankerung im Boden so erfolgen, dass ein Aus- und Umbrechen wie bei den fußbodenüberragenden Einbaueinheiten der Unterflurinstallation nach den Festlegungen in DIN VDE 0634 Teil 1, Abschnitt 9,



8 Tischhohe Installationssäule in einem Büro mit Steckdosen und Datenanschlüssen

9 Installationssäule mit Steckdosen, Überspannungsschutz und Datenanschlüssen



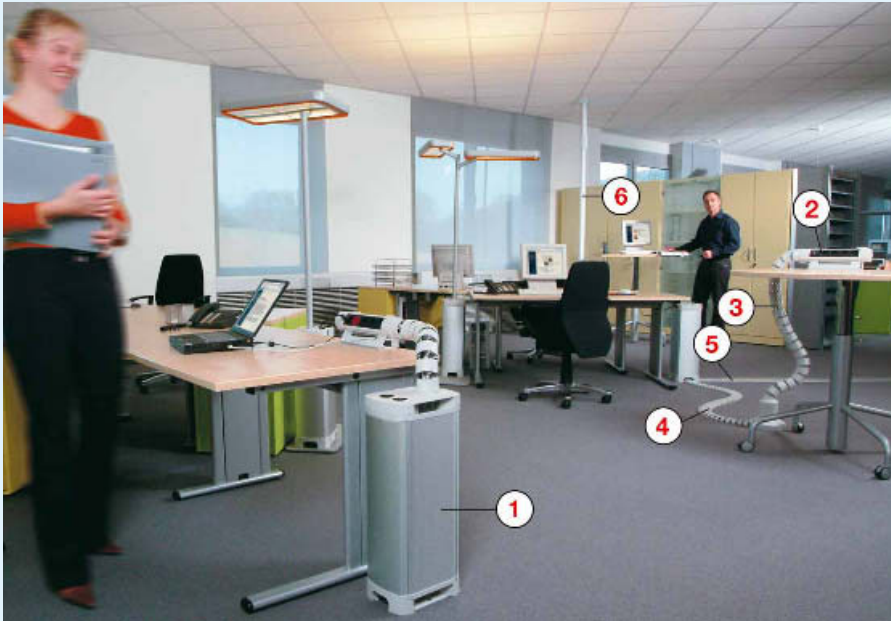
verhindert wird. Hier sollten die Herstellerangaben beachtet bzw. auch Unterstützung vom Hersteller angefordert werden.

5 Raumlösungen mit Raumverteilern

Insbesondere in Büro- und Verwaltungsbauten werden an die Flexibilität, Anpassungsmöglichkeiten und die Zukunftssicherheit zum Anschluss von Elektroenergie, Telekommunika-

tion und Datentechnik sowie für Multimedia-Anwendung besonders hohe Anforderungen gestellt. Hier bietet sich für eine flächen-deckende Versorgung ein Raumlösungs-system an, dass vielfältige Variationsmöglich-keiten der Zuführung, Verteilung im Raum und der Nutzung an den Arbeitsplätzen als komplexe Lösung sichert.

Mit der Einrichtung eines Arbeitsplatzes müssen alle Elektro-, Telefon-, Daten- und sonstige Multimediaverbindungen voll verfügbar sein. Das hat zu neuen Entwicklungen geführt.



10 Raumlösungssystem mit den wichtigsten Bauteilen

1 Raumverteiler, 2 Anschlussmodule, 3 Rundketten, 4 Flachketten, 5 Aufbodenkanäle, 6 Raumsäulen

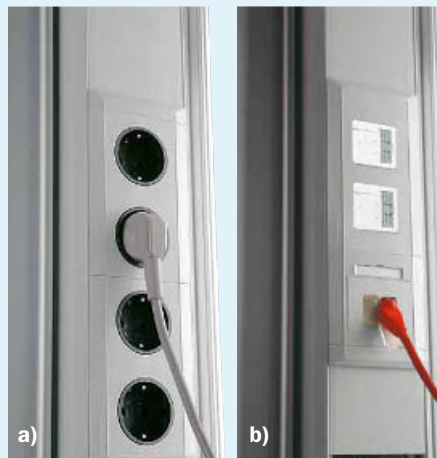


11 Raumverteiler

1 Kabelausschuss, 2 Kabeleinführung für Rundkette, 3 Steckverbinder für Anschlussmodul, 4 Anschlussmodule der Ecoline-Geräte, 5 Anschluss für Flachkette, 6 Kabeleinführung mit Aufbodenkanal



12 Einbau eines Steckdosenmoduls in einen Raumverteiler



13 Energieanschlüsse (a) und Kommunikations- und Datenanschlüsse (b) im Raumverteiler mit Ecoline-Einbaugeräten



14 Anschlussmodul auf dem Schreibtisch mit Stauraum für Patchkabel

5.1 Systemaufbau

Die wesentlichsten neuen Systemkomponenten bei den Raumlösungen zeigt die Übersicht im Bild 10.

Kernstück ist der **Raumverteiler** (1). Er lässt sich in unterschiedlichen Bestückungsvarianten flexibel ausführen und unmittelbar am Schreib- oder Arbeitstisch anordnen. Zur praktischen Energie- und Datenversorgung am Schreibtisch dienen **Anschlussmodule** (2), die sich in Griffweite am Schreibtisch befestigen und über **Rundketten** (3) an den Raumverteiler anschließen lassen. Biegsame **Flachketten** (4) zur Richtungsänderung und **Aufbodenkanäle** (5) aus Aluminiumprofil ermöglichen eine sichere bodenseitige Weiterführung bis zur Wand, den Anschluss an Elektro- und Datennetze im Unterflurbereich sowie das Verzweigen zum Anschluss weiterer Komponenten. **Raumsäulen** (6) lassen sich als Leuchtenträger für Arbeitsplatzleuchten

und zur Aufnahme von Verbindungsleitungen zwischen Raumverteiler und Unterdecke einsetzen.

Weitere Bauelemente, z. B. zur Kaschierung von Übergängen und zum Abzweigen von Aufbodenkanälen sind im Einzelnen nicht aufgeführt und müssen den Unterlagen des Herstellers entnommen werden.

5.2 Bestückung mit Installationsgeräten

Ein Blick in den Innenraum des mit den zwei großen Türen ausgestatteten Raumverteilers macht dessen Vorteile sichtbar (Bild 11). Für die geschützte Installation von Anschlüssen aller Art bietet er ausreichend Platz, der in der Regel für mehrere Anwender reichen dürfte. Im Kopfteil sind bereits zwei Steckdosen integriert. Auch notwendiger Stauraum für Leitungen steht im erforderlichen Umfang zur Verfügung. Einsetzbar sind u. a. 7-fach-

Steckdosenkombinationen mit zwei getrennten Stromkreisen, die einfach eingeklipst werden (Bild 12). Mehr Flexibilität bringt der Einbau von Ecoline-Geräten, die für Energie- und Datentechnik einschließlich Lichtwellenleiter zur Verfügung stehen (Bild 13). Wie bei den tischhohen Installationsssäulen sei auch hier auf die entsprechenden Hinweise in [2], Abschnitte 3 bis 5, mit den dort enthaltenen Bildern verwiesen.

Von den in einem Raumverteiler vorhandenen vier Einbauprofilen lassen sich beispielsweise zwei für den Einbau von jeweils einer Steckdosenkombinationen vorgeplanter Ausführung und die beiden verbleibenden zum Einbau von Ecoline-Geräten nutzen.

Die über Rundketten anzuschließenden Anschlussmodule (Bild 14) mit 2-poligen Tast-Rastschaltern und dem Überspannungsschutz besitzen je nach Ausführung einen in-



15 Anschlussmodul seitlich am Schreibtisch

16 Ausfahrbare Anschlussleiste zum zusätzlichen Einbau von Installationsgeräten

18 Aufbodenkanal unter Raumverteilern



17 Anschluss einer Flachkette an ein bodennah angeordnetes BR netway System

19 Positionierung eines Consolidation Points CP unter den Bodenplatten als Kombination aus steckbaren Energie- und Datenverteilern zum Anschluss von Raumsäulen, Raumverteilern und tischhohen Installationssäulen



tegrierten Netzfilter zur Eliminierung von Störungen und bieten noch Stauraum für ein Patchkabel. Sie lassen sich griffbereit auch seitlich am Schreibtisch (Bild 15) oder unterhalb der Schreibtischplatte anordnen. Auch in einer ausfahrbaren Anschlussleiste ist ein Einbau möglich (Bild 16).

5.3 Anschluss an das Leitungsnetz

Obwohl auch ein Anschluss von oben über Raumsäulen erfolgen kann, dürfte in der Mehrzahl der Fälle die Einspeisung wohl von unten erfolgen. Hierbei ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten.

Im wandnahen Bereich lassen sich die zur Systemlösung gehörenden Flachketten und Aufbodenkanäle einsetzen (Bild 17). Auch eine Weiterführung von Raumverteiler zu Raumverteiler ist damit möglich (Bild 18). Sie bieten ausreichenden mechanischen Schutz für die verlegten Kabel und Leitungen, sind aber in Flucht- und Rettungswegen wegen der Stolpergefahr nicht zulässig.

Wo das möglich ist, sollte bei einer Einspeisung von unten stets der Verlegung im Unterflurbereich der Vorzug gegeben werden. Eine höchstmögliche Variabilität wird mit Doppel- oder Hohlraumböden erreicht. Die Leitungsnetze im Fußboden lassen sich nahezu ungehindert bis in die Nähe der Raumverteiler verlegen, sodass auf dem Boden nur kurze Anschlussleitungen erforderlich sind. Zur Leitungsverbindung sind Sammelpunkte besonders geeignet.

6 Hinweise zur Verkabelung

6.1 Gewerkeübergreifende Abstimmung

Über die mit der Anwendung dieses Systems verbundenen Maßnahmen, insbesondere der Kabel- und Leitungsführung, muss mit dem Architekten, Bauherren und allen am Bau beteiligten Gewerken der haustechnischen Versorgung eine Abstimmung erfolgen, um Überschneidungen auszuschließen. Auch für Raumlösungen sind die in [2], Abschnitt 6, zur Verkabelung gegebenen Hinweise zu beachten. Nachstehende Ergänzungen sollen dazu anregen, Möglichkeiten zu nutzen, die speziell bei Raumlösungen von Vorteil sind.

6.2 Verkabelung mit Sammelpunkt

Zweckmässig ist der Einsatz sogenannter Sammelpunkte SP, auch als Consolidation Points CP bezeichnet. Sie werden nach DIN EN 50 173-1 in die Tertiärverkabelung zwischen den Etagenverteiler und einem oder mehreren maximal 100 m entfernten informationstechnischen Anschlüssen TA zwischengeschaltet [5]. Am Sammelpunkt enden die als Sammelpunktkabel bezeichneten fest verlegten Kabel mit starren Adern. Von dort aus erfolgt mit flexiblen Leitungen über Steckverbindungen der Anschluss der Auslässe für die Kommunikationstechnik. Nach [5] sollte der SP bzw. CP höchstens 12 Arbeitsplätze versorgen und dauerhaft zugänglich sein.

Volle Flexibilität ist erst gewährleistet, wenn auch die Energiezuführung einbezogen wird.

Mit der Festlegung in DIN VDE 0100-520, Punkt 521.7.2.2, ist die Verlegung von flexiblen Leitungen dafür statthaft [4]. Üblich sind u. a. Sammelpunkte in Deckenaussparungen und im Unterflurbereich, wo sie als Kombination aus steckbaren Energie- und Datenverteilern Raumverteiler, Raum- und Installationssäulen versorgen können, die zusammengefasst als MUTO (Multi User Terminal Outlet) bezeichnet werden (Bild 19). Mit dieser Lösung ist volle Flexibilität unter der Voraussetzung geschaffen, dass Sammelpunktkabel und Sammelpunkte nicht nachgerüstet werden müssen und auch Veränderungen ausschließlich durch Umrüstungen in vorgenannten Outlets erfolgen können.

Literatur

- [1] Senkbeil, H.; Karmann, U.: Installations-Kanalsysteme für Wand und Decke – Leitungsführungskanäle und Sockelleistenkanäle. Elektropraktiker, Berlin 54(2005)3, S. 209-210.
- [2] Senkbeil, H.; Karmann, U.: Installations-Kanalsysteme für Wand und Decke – Brüstungskanäle. Elektropraktiker, Berlin 54(2005)6, S. 456-459.
- [3] DIN VDE 0100-510:1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 51: Allgemeine Bestimmungen.
- [4] DIN VDE 0100-520:2003-06 –; –; Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen.
- [5] DIN EN 50173-1:2003-06 Informationstechnik; Anwendungsneutrale Kommunikationsanlagen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Büroberiehe. Deutsche Fassung EN 50173-1:2002 + Corrigendum 2003.