

Der BRN65:

Die Lösung für eine störsichere und durchdachte Infrastruktur zur informationstechnischen Verkabelung

Investoren und Nutzer fordern eine störsichere und durchdachte Infrastruktur für eine sichere informationstechnische Verkabelung. Gerade in der Planungsphase können viele spätere Störungsursachen ausgeschlossen werden.



Im Schnitt vier IT-Ausfälle pro Jahr verzeichnen mittelständische Firmen laut einer von Technoconsult im Auftrag von Hewlett Packard Enterprise durchgeführten Studie. Jeder Ausfall kostet rund 25.000 Euro pro Stunde. Im Mittel benötigen die IT-Abteilungen oder IT-Dienstleister etwa 3,8 Stunden, um die Systeme wieder ans Laufen zu bringen. Damit ergibt sich im deutschen Mittelstand ein durchschnittlicher Gesamtschaden von rund 380.000 Euro pro Unternehmen und Jahr durch nicht verfügbare IT (Quelle: Springer Professional/Informationstechnik/im Fokus).

Planer einer universellen Gebäudeverkabelung von Bürogebäuden setzen sich weit im Vorfeld damit auseinander, wie die einzelnen Arbeitsplätze mit einer IT-Verkabelung auszustatten sind. Bei der Planung einer passiven Datennetzinfrastruktur spielen der Investitionsschutz und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine wesentliche Rolle.

Verfügbarkeit der Datennetzwerke

Planen und Installieren mit der Anforderung an wachsende Datenraten, z. B. 10 Gigabit Ethernet in der Endanwendung, bedingen auch eine vom Nutzer geforderte hohe Verfügbarkeit und Sicherheit. Die Vorgabe der Kunden liegt bei einer Verfügbarkeit von 99,999 %.

Verfügbarkeit	Ausfallzeit
99,9 %	8,75 Stunden im Jahr
99,99 %	53 Minuten im Jahr
99,999 %	ca. 5 Minuten im Jahr

Quelle: Springer Professional/Informationstechnik/im Fokus

Um diesen Anforderungen an die Verfügbarkeit gerecht zu werden, ist es in der Spezifikations- und Planungsphase (DIN EN 50174-1; VDE 0800-174-1:2018-10) wichtig, die Anforderungen an die Trennung von Stromversorgungsleitungen und der auf Kupfer basierten informationstechnischen Verkabelung vorzugeben und einzuhalten. Damit werden die Voraussetzungen für einen störungsfreien Netzwerkbetrieb geschaffen.

Der Standard nach der Norm DIN EN 50173 – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – wird durch den Nutzer als bereitgestellte Infrastruktur vorausgesetzt.

Einen maximalen Investitionsschutz bieten Installationssysteme mit bestmöglicher Leistung sowie Kabelwegsysteme, die die Mindestanforderungen der Trennung von informationstechnischen Kabeln und Stromversorgungsleitungen ermöglichen. Dazu ist es wichtig zu wissen, dass mit zunehmender Übertragungsfrequenz und wachsenden Datenraten, z. B. 10 Gigabit Ethernet (10GBase-T) die Störanfälligkeit der auf Twisted-Pair-Leitungen basierten Datenkabelanlagen zunimmt.

Hintergründe: DIN EN 50174 (DIN VDE 0800-174) Teil 1: Installation von Kommunikationsverkabelung

Die Normen der Reihe DIN EN 50174 legen Anforderungen an die Spezifikationsphase, die Planungsphase, die Realisierungsphase sowie die Betriebsphase von informationstechnischen Verkabelungen fest. Der Installationsstandard DIN EN 50174-2 liefert neben den allgemeinen Installationshinweisen in Kapitel 6 die Kriterien für die Trennung zwischen metallener informationstechnischer Verkabelung und Stromversorgungsleitungen. Gute Eigenschaften in Bezug auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) dienen der Sicherheit des eigenen Datennetzes. Sie unterdrücken die vielfältigen elektromagnetischen Störungen, die schon in Form von regulären Funkdiensten auftreten können, und schaffen zusätzliche Systemreserven. Außerdem gewährleisten sie, dass ein Datennetz sich nicht selbst elektromagnetisch stört.

DIN EN 50174 Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden

Die Anforderungen der Norm an den Trennabstand hängen ab

- a) von der elektromagnetischen Verträglichkeit des informationstechnischen Kabels, gemessen als:
 - 1. Kopplungsdämpfung (Schirmqualität) der informationstechnischen Kabel und der Anzahl der Stromkreise sowie vom Vorhandensein von Trenneinrichtungen im Kabelführungssystem;
 - 2. transversale Umwandlungsdämpfung (TCL) bei ungeschirmten symmetrischen Kabeln;
 - 3. Schirmdämpfung bei asymmetrischen (koaxialen) Kabeln und Twinax-Kabeln.
- d) vom Aufbau des Stromversorgungskabels;
- e) von der Anzahl und der Art der über Stromversorgungskabel versorgten Stromkreise;
- f) vom Vorhandensein von Trennstegen zwischen informationstechnischen Kabeln und Stromversorgungskabeln.

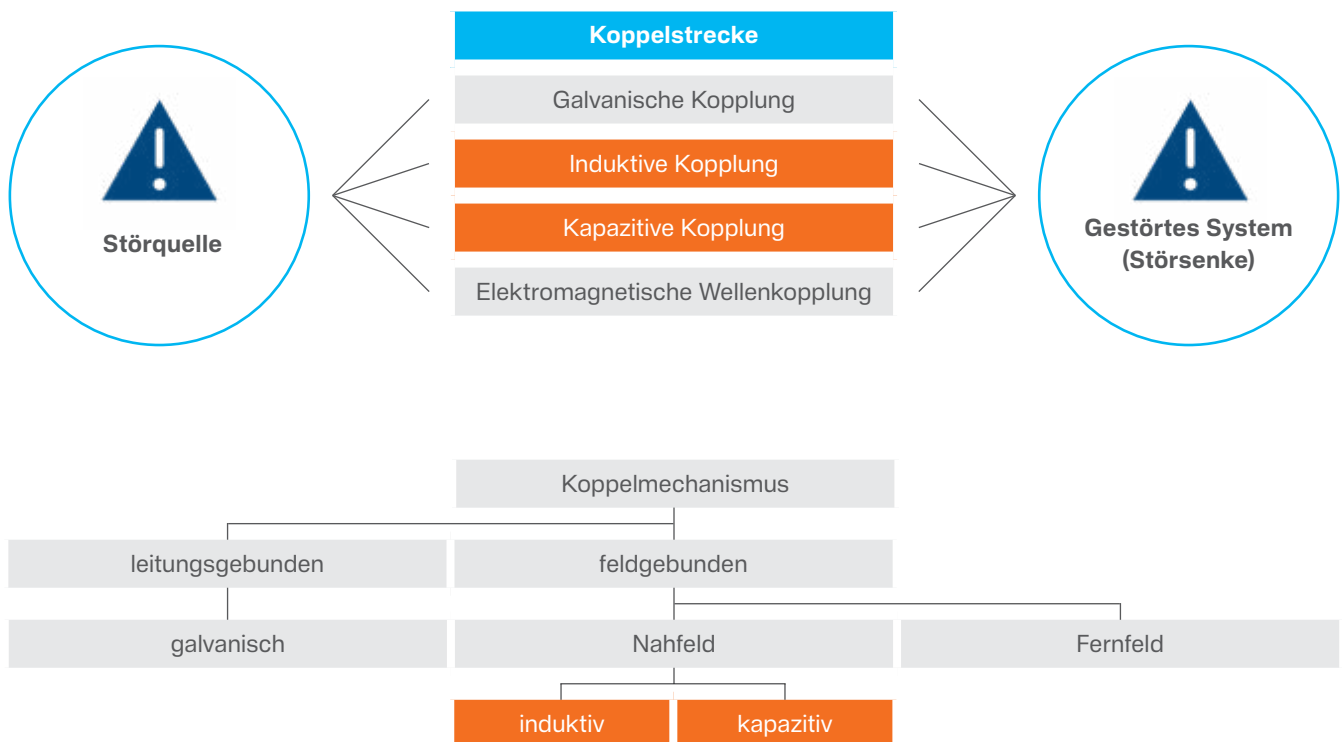
Quelle: DIN EN 50174-2; VDE 0800-174-2:2018-10

Kopplungsdämpfung

Der Kabelhersteller kann bei der Konstruktion eines S/FTP-Kabels mittels der Geflechtschirm-Bedeckung die Kopplungsdämpfung und die Schirmdämpfung steuern und dadurch ein besseres EMV-Verhalten erreichen. Vorgabe für die Mindestanforderungen ist die Norm DIN EN 50288 (Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung).

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Aufgabe der Datenkabel ist es, elektromagnetische Beeinflussungen sowohl von außen nach innen (Störimmunität) als auch von innen nach außen (Störemission) zu minimieren.



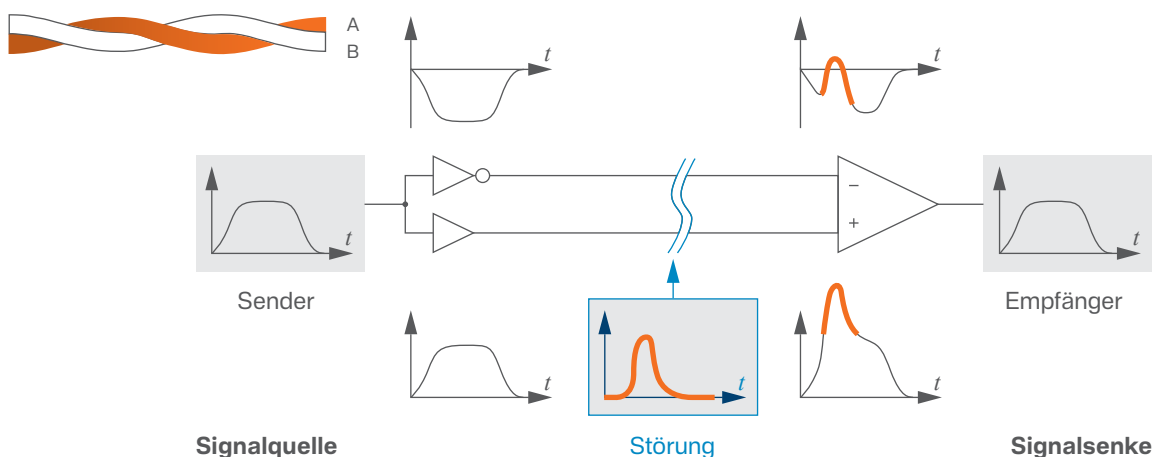
In dieser Betrachtung der Trennabstände werden galvanische und elektromagnetische Wellenkopplung außen vor gelassen.

EMV-Störungen sind zum größten Teil elektrisch asymmetrisch. Dies bedeutet: Eine Störquelle erzeugt eine Interferenz mit Bezug zur Erde als Gegenpol. Unabhängig von der Störursache kann eine symmetrische Verkabelung die Störung minimieren, wenn die beiden Leiter des symmetrischen Übertragungskanal gleich stark beeinflusst sind. Dies entspräche einer perfekten Symmetrie und würde bedeuten, dass die Störanteile sich gegenseitig aufheben. Dies ist in der Praxis leider nicht möglich.

Induktive Kopplung tritt zwischen stromdurchflossenen Stromkreisen bzw. Leiterschleifen auf. Fließt in einer Leiterschleife ein Wechselstrom, so erzeugt dieser ein magnetisches Wechselfeld. Dieses durchsetzt die andere Leiterschleife und induziert dort eine Spannung. Die Größe der induktiven Kopplung wird durch die Gegeninduktivität M_K beschrieben und hängt von der Geometrie und dem Abstand der Leiterschleifen ab.

Maßnahmen der Kabelhersteller gegen induktive Kopplungen

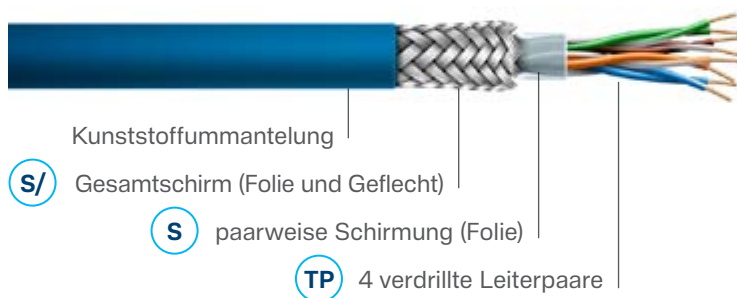
Ungeschirmte Datenkabel weisen sehr gute Symmetrieeigenschaften auf, haben aber keine Abschirmung gegen interne, externe oder benachbarte Störer. Sie sind in hohem Maße durch die Installationsumgebung gefährdet. Eine wesentliche Gefährdung geht hierbei vom Übersprechen (Alien Crosstalk) zwischen benachbarten Datenkabeln aus. Somit erfasst der Kabelparameter TCL (Transverse Conversion Loss, Asymmetriedämpfung) die Abweichung von der perfekten Symmetrie. Die führt zu einer Störunterdrückung von etwa 40 dB, was oft nicht genug ist, um Betriebsstörungen zu vermeiden.



Die gebräuchlichste Methode zur Reduktion der induktiven Kopplung in Datenkabeln besteht darin, die einzelnen Leiterpaare zu verseilen. Die induzierte Spannung im Leiter A ist entgegengesetzt der induzierten Spannung im Leiter B. Wegen der unterschiedlichen Polarität ist die Summe 0.

Gesamt- oder einzelgeschirmte Datenkabel haben gute Symmetrieeigenschaften und gute bis sehr gute Schirmeigenschaften. Die elektromagnetische Verträglichkeit ist sehr gut. Störungen durch die Installationsumgebung (benachbarte Datenkabel) können nahezu ausgeschlossen werden. Schirmdämpfung ist das Maß für die Qualität eines Schirms in der elektromagnetischen Verträglichkeit.

S/STP-Kabel



Die Summe von Schirmdämpfung und Symmetriedämpfung ist bei geschirmten Datenleitungen die **Kopplungsdämpfung**. Sie bietet die Möglichkeit der Beurteilung und des Vergleichs des Gesamtverhaltens von Datenkabeln mit unterschiedlichem Aufbau hinsichtlich der EMV.

Bewertungskriterium für unsere Betrachtung ist die Kopplungsdämpfung oder auch Störleistungsunterdrückung.

Hintergrund: In der DIN EN 50173-1; VDE 0800-173-1: 2018-10 Seite 154 ist im Anhang E folgender informativer Anhang zu finden:

„Die Kopplungsdämpfung beschreibt das Verhältnis zwischen der Signalleistung und der abgestrahlten Leistung von der Verkabelung, wobei sowohl die Symmetrie des Paares als auch die Wirkung des Schirms berücksichtigt wird. Die Kopplungsdämpfung kann auf ungeschirmte und geschirmte Kabel, Verbindungstechnik und Verkabelung angewandt werden. Für die Zwecke dieser Norm wird die Kopplungsdämpfung auf 30 MHz bis zu der oberen Frequenz der Komponentenkategorie oder Verkabelungsklasse festgelegt.“

Quelle: DIN EN 50173-1:2018-10

Kabel	Kopplungsdämpfung
U/UTP-Kabel	40 dB
F/UTP-Kabel	60 dB
S/FTP-PiMF-Kabel	bis zu 90 dB

Geschirmte Datenkabel erreichen Werte:

von > 80 dB bis 1.000 MHz und unterdrücken damit
um > Faktor 10.000 ein- oder ausgehende Störpotenziale.

Beispiele:

Kopplungsdämpfung > 40 dB
Störunterdrückung größer Faktor 100

Kopplungsdämpfung > 60 dB
Störunterdrückung größer Faktor 1.000

Kopplungsdämpfung > 80 dB
Störunterdrückung größer Faktor 10.000

Maßnahmen zur Reduktion induktiver Kopplungen

Induktive Kopplungen kann man durch eine Reihe von Maßnahmen reduzieren. So ist es empfehlenswert, bei Signalleitungen verdrehte Leitungen zu verwenden. Außerdem ist es sinnvoll, geschirmte Datenleitungen einzusetzen, wobei der Schirm zwingend beidseitig aufzulegen ist.

Definition der Trennklassen nach DIN EN 50174-2; VDE 0800-174-2

Tabelle 7 – Klassifizierung informationstechnischer Kabel

Geschirmt	Ungeschirmt	Koaxial/Twinaxial	
Kopplungsdämpfung bei 30 MHz bis 100 MHz dB	TCL bei 30 MHz bis 100 MHz dB	Schirmdämpfung bei 30 MHz bis 100 MHz dB	Trennklasse
≥ 80 ^a	≥ 70-10 x lg f	≥ 85 ^d	d
≥ 55 ^b	≥ 60-10 x lg f	≥ 55	c
≥ 40	≥ 50-10 x lg f ^c	≥ 40	b
< 40	< 50-10 x lg f	< 40	a

- a) Kabel nach DIN EN 50288-4-1 und DIN EN 50288-9-1 (DIN EN 50173-1:2018, Kategorie 7 und Kategorie 7_A) entsprechen der Trennklasse „d“.
- b) Kabel nach DIN EN 50288-2-1, DIN EN 50288-5-1 und DIN EN 50288-10-1 (DIN EN 50173-1:2018, Kategorie 5, 6 bzw. 6_A) entsprechen der Trennklasse „c“. Diese Kabel können die Leistung der Trennklasse „d“ liefern, vorausgesetzt, dass die zutreffenden Anforderungen an die Kopplungsdämpfung ebenfalls eingehalten werden.
- c) Kabel nach DIN EN 50288-3-1, DIN EN 50288-6-1 und DIN EN 50288-11-1 (DIN EN 50173-1:2018, Kategorie 5, 6 bzw. 6_A) entsprechen der Trennklasse „b“. Diese Kabel können die Leistung der Trennklasse „c“ oder „d“ liefern, vorausgesetzt, dass die zutreffenden Anforderungen an die Erdungssymmetriedämpfung ebenfalls eingehalten werden.
- d) Kabel nach DIN EN 50117-4-1 (DIN EN 50173-1:2018, Kategorie RuK-K) entsprechen der Trennklasse „d“.

Quelle: DIN EN 50174-2; VDE 0800-174-2:2018-10

Wenn die zu installierende Verkabelung der Normenreihe DIN EN 50173 entspricht und die darin angeführten Anwendungen der Klasse D oder höher unterstützen soll, stellen die Trennanforderungen für die Klassifizierung b in der Tabelle 7 die Mindestanforderungen dieser Norm dar.

Kapazitive Kopplung

Die kapazitive Kopplung tritt zwischen gegenseitig isolierten Leitern auf, die sich auf unterschiedlichem Potenzial befinden. Aufgrund der Potenzialdifferenz existiert zwischen den Leitern ein elektrisches Feld, das durch die Kapazität CK beschrieben wird. Die Größe der Kapazität CK hängt von der Geometrie und dem Abstand der auf unterschiedlichem Potenzial befindlichen Leiter ab.

Liegen Energieleitungen und Signalleitungen (Twisted-Pair) in einem Kanalsystem in geringem Abstand über größere Strecken parallel, so ergibt sich durch den geringen Abstand eine sehr große Koppelkapazität CK.

Tabelle 8 – Mindesttrennabstände S

Für informationstechnische Verkabelung oder Stromversorgungsleitungen verwendete Kabelkanäle
(der festgelegte Trennabstand gilt zusätzlich zu der durch Trennsteg/Trennwände realisierten Trennung)

Trennklasse (aus Tabelle 7)	Trennung ohne elektromagnetische Trennwände	Offener metallener Kabelkanal ^a	Lochblech- Kabelkanal ^{b, c}	Massiver metallener Kabelkanal ^d
d	10 mm	8 mm	5 mm	0 mm
c	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm
b	100 mm	75 mm	50 mm	0 mm
a	300 mm	225 mm	150 mm	0 mm

- a) Betriebsverhalten der Schirmung (0 MHz bis 100 MHz) äquivalent zu geschweißtem Stahlmaschenkorb mit der Maschengröße von 50 mm x 100 mm. Dieses Betriebsverhalten der Schirmung kann auch erzielt werden mit einer Stahlkabelwanne (Kabelbündel ohne Deckel) mit einer geringeren Wanddicke als 1,0 mm und/oder mehr als 20 % gleichmäßig gelochter Fläche.
- b) Betriebsverhalten der Schirmung (0 MHz bis 100 MHz) äquivalent zu einer Stahlkabelrinne (Elektroinstallationskanäle ohne Deckel) mit einer Wanddicke von mindestens 1,0 mm und höchstens 20 % gleichmäßig gelochter Fläche. Dieses Betriebsverhalten der Schirmung kann auch mit geschirmten Stromleitungen erzielt werden, die nicht die in Fußnote d festgelegten Leistungsmerkmale erfüllen.
- c) Die obere Oberfläche der installierten Kabel muss mindestens 10 mm unterhalb der Oberkante der Barriere liegen.
- d) Betriebsverhalten der Schirmung (0 MHz bis 100 MHz) äquivalent zu einem Stahl-Installationsrohr mit einer Wanddicke von 1,5 mm. Dem Werkstoffbetriebsverhalten des Elektroinstallationsrohrs liegt die Annahme zugrunde, dass das Produkt aus Permeabilität und Leitfähigkeit größer als 38 H·S/m² ist. Edelstahl, Aluminium und nicht magnetische Werkstoffe weisen dieses Betriebsverhalten nicht auf. Mit einer Wanddicke von 1,0 mm desselben Werkstoffs kann ein Wert S = 0 mm nicht realisiert werden.

Quelle: DIN EN 50174-2; VDE 0800-174-2:2018-10

Tabelle 9 – Faktor für die Stromversorgungsleitungen

Art des Stromkreises ^{a, b, c}	Anzahl von Stromkreisen	Faktor für die Stromversorgungsleitungen P
20 A, 230 V, einphasig	1 bis 3	0,2
	4 bis 6	0,4
	7 bis 9	0,6
	10 bis 12	0,8
	13 bis 15	1,0
	16 bis 30	2
	31 bis 45	3
	46 bis 60	4
	61 bis 75	5
	> 75	6

- a) Dreiphasige Kabel müssen als drei einzelne einphasige Kabel behandelt werden.
- b) Mehr als 20 A müssen als Vielfaches von 20 A behandelt werden.
- c) Stromversorgungskabel für eine geringere Wechsel- oder Gleichspannung müssen auf Grundlage ihrer Stromstärkebe-messung behandelt werden, d. h. ein Gleichstromkabel für 100 A/50 V entspricht fünf der 20 A-Kabel ($P=0,4$).

Quelle: DIN EN 50174-2; VDE 0800-174-2:2018-10

Maßnahmen zur Reduktion kapazitiver Kopplungen

Kapazitive Kopplungen lassen sich reduzieren, indem der Abstand zwischen der störenden und der gestörten Leitung so groß wie möglich gehalten wird. Hilfreich ist es auch, die Länge der parallelen Leitungsführung so kurz wie möglich zu halten. Außerdem sollten geschirmte Datenleitungen verwendet werden.

Die Mindesttrennanforderung A wird berechnet: $A = S * P$

S = Mindesttrennabstand, aus Tabelle 8

P = Faktor für die Stromversorgungsverkabelung, aus Tabelle 9

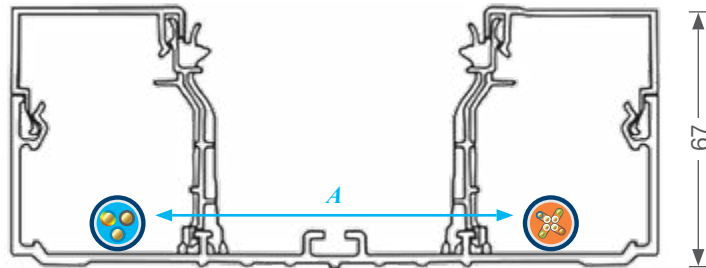
zum Beispiel:



Stromversorgungsleitungen



Informationstechnische Kabel



Erweiterung bestehender Systeme

Zukünftige Erweiterungen sowohl der Stromversorgungsleitungen als auch der informationstechnischen Verkabelung müssen bei der Ermittlung der Trennanforderung und der Auswahl der zu verwendenden Kabelwege und Kabelführungssysteme berücksichtigt werden, um die erforderliche Trennung zu erhalten.

Lösungsansatz:

Eine Möglichkeit zur Vermeidung der geschilderten Störungen ist der Einsatz des Kanalsystems **tehalit.BRN65** von Hager. In mittleren Büroumgebungen bei einem heterogenen Standardnetz sowohl in der Niederspannungsverteilung als auch im LAN (Local Area Network); mit einem durchschnittlichen Verhältnis von Energieleitungen zu Twisted-Pair-Datenkabeln von 1:3.

Trennung ohne elektromagnetische Barrieren nach Tabelle 8

$$A = S * P$$



Beispiel 1:

Kabel Kat. 7/7 _A	= 10 mm
7-9 Energieleitungen	= f'0,6
10 mm x 0,6	= 6 mm

tehalit.BRN65170

Großraumbüro mit hoher Verkabelungsdichte, Datenkabel dominieren die Infrastruktur, das Verhältnis von Energieleitungen zu Datenkabeln liegt ungefähr bei 1:5.



Beispiel 2:

Kabel Kat. 6/6 _A	= 50 mm
16-30 Energieleitungen	= f'1,0
50 mm x 1,0	= 50 mm

tehalit.BRN65210



Beispiel 3:

Kabel Kat. 6/6 _A	= 50 mm
16-30 Energieleitungen	= f'2,0
50 mm x 2,0	= 100 mm

2x thealit.BRN65170

Die DIN VDE 0800 174-2 (DIN EN 50174-2) gibt die Vorgaben für die zu errechnenden Trennabstände zwischen den informationstechnischen Leitungen und Energieleitungen (siehe Tabellen und Formel im Vorderteil der Ausführungen). Liegen Energieleitungen und Signalleitungen (Twisted-Pair) in einem Kanalsystem in zu geringem Abstand (die Norm DIN VDE 0100-520 fordert hier nur eine Trennwand) über größere Strecken parallel, so ergibt sich durch den geringen Abstand eine sehr große Koppelkapazität.

Vorteile für Planer

Durch die Ausschreibung und den Einsatz des Systems tehalit.BRN65 werden die Vorgaben der Norm zur Installation von Kommunikationsverkabelung strikt eingehalten. Schon durch die getrennte Verlegung in einem System und den richtigen Abstand von Energie- und Signalleitungen entsteht außerdem eine hohe Sicherheit für die Verfügbarkeit der Datennetzwerke.



Durch die abnehmbaren Seitenoberteile und die integrierte Trennung von Energie- und Datenleitungen durch das 3-Kammer-System hat der Planer Flexibilität fast bis zur letzten Minute. Die Nachinstallation ist möglich, ohne den laufenden Betrieb zu stören. Das empfiehlt den tehalit.BRN65 für die Anwendungsbereiche Office und IT-Infrastruktur.

