SATISHIELDING

PRODUKTE FÜR DIE ELEKTROMAGNETISCHE ABSCHIRMUNG

WWW.SATISHIELDING.DE

SATI SHIELDING

Sati Shielding S.r.l. wurde am 23. Dezember 2015 dank der Verschmelzung verschiedener Fachkompetenzen gegründet: Marketing und organisatorisches Know-how eines historischen Unternehmens aus der Elektrobranche und technisches und konzeptionelles Know-how eines Elektroingenieurteams des technischen Universität Turin (Politecnico).

Sati Shielding S.r.l. ist eine neue Einrichtung, die sich auf Lösungen für das folgende Thema spezialisiert: "Elektromagnetische Abschirmung" und ermöglicht es, auf Fragen im Bereich der Abschwächung von elektromagnetischen Feldern in sämtlichen **Phasen** einzugehen:

- Umweltverträglichkeitsprüfung;
- Planung des Schirmungs- und Dämpfungssystems;
- Produkte und Lösungen;
- Installationsanleitung;
- Abschließende Prüfung und technischer Bericht.

Die Hauptziele des neuen Geschäfts, welches die bestehenden Dienste und Produkte weiterhin anbieten wird, sind es, allen Marktanforderungen für die Abschwächung elektromagnetischer Felder, sowohl in Italien als auch im Ausland, gerecht zu werden.

Das Angebot an **Produkten**, **Lösungen** und **Diensten** durch Sati Shielding S.r.l. umfasst:

- Auswahl an LT, MT, HT Schirmblechen;
- Auswahl des Standard Abschirmungskanälen;
- Auswahl an unterirdischer Abschirmung (vergrabener Kanal und Stoßbereich);
- Ad-hoc Abschirmungslösungen für Umladestationen;
- Ad-hoc Abschirmungslösungen für Industriemaschinen;
- MAGIC® Software für Umweltverträglichkeitsprüfung;

Der Hauptsitz und die Verwaltungsräume befinden sich in Cascine Vica - Rivoli in der Provinz Turin. Die interne Organisation setzt sich zusammen aus: einer Konstruktions- und einer Design-Abteilung, einer Verkaufsabteilung, einer Marketingabteilung, einer Buchhaltungsabteilung und einem Prüflabor.

Die Organisation Sati Shielding S.r.l. stützt sich außerdem auf ein Netzwerk aus CEM-Beratern, die in ganz Italien wirksam sind und auf einige Vertriebsniederlassungen, die an strategischen Punkten unserer Halbinsel ansässig sind.

Sati Shielding S.r.l. wurde mit einem Produktkatalog und einer Webseite - **www.satishielding.de** - in Englisch, Französisch, Deutsch und Spanisch, in den Markt eingeführt.



Sati Shielding S.r.l.
Via Ferrero, 10
10098 Rivoli - Cascine Vica (TO)
Italien
Tel. +39.011.95.90.111
Fax +39.011.95.90.230
shielding@satishielding.com
www.satishielding.de

Zur Kontaktaufnahme mit dem Verkaufs- und Beratungsnetzwerk, siehe die Webseite www.satishielding.de

SATISHIELDING

Elektromagnetisches Spektrum 4

Einführung zur Abschirmung 5

- Auswirkungen der Elektromagnetischen Felder auf Menschen 6
- Ausgänge der MS/NS-Transformatoren 8
- Verteilungsleitungen und Geschirmte Kabelkanäle 10
- Beschreibung der Schirmenden Materialien 12

Gesetzgebung, Normen und Empfehlungen 14

Bewertung und Planung 17

- Umweltverträglichkeitsprüfung von Magnetischen Feldern 18
- Planung des Schirmungssystems 20

Produkte und Lösungen 23

- Abschirmplatten 24
- Profile 29
- Abschmirmung für Energieverteilungskabinen mit Grenzabstand 0: Kabine FR Null 30
- Selbsttragende Abschirmstruktur 32
- Schirmende Kabelkanäle und Abdeckungen 34
- Unterirdische Abschirmungsleitungen 36
- Software MAGIC® 39

Installation 45

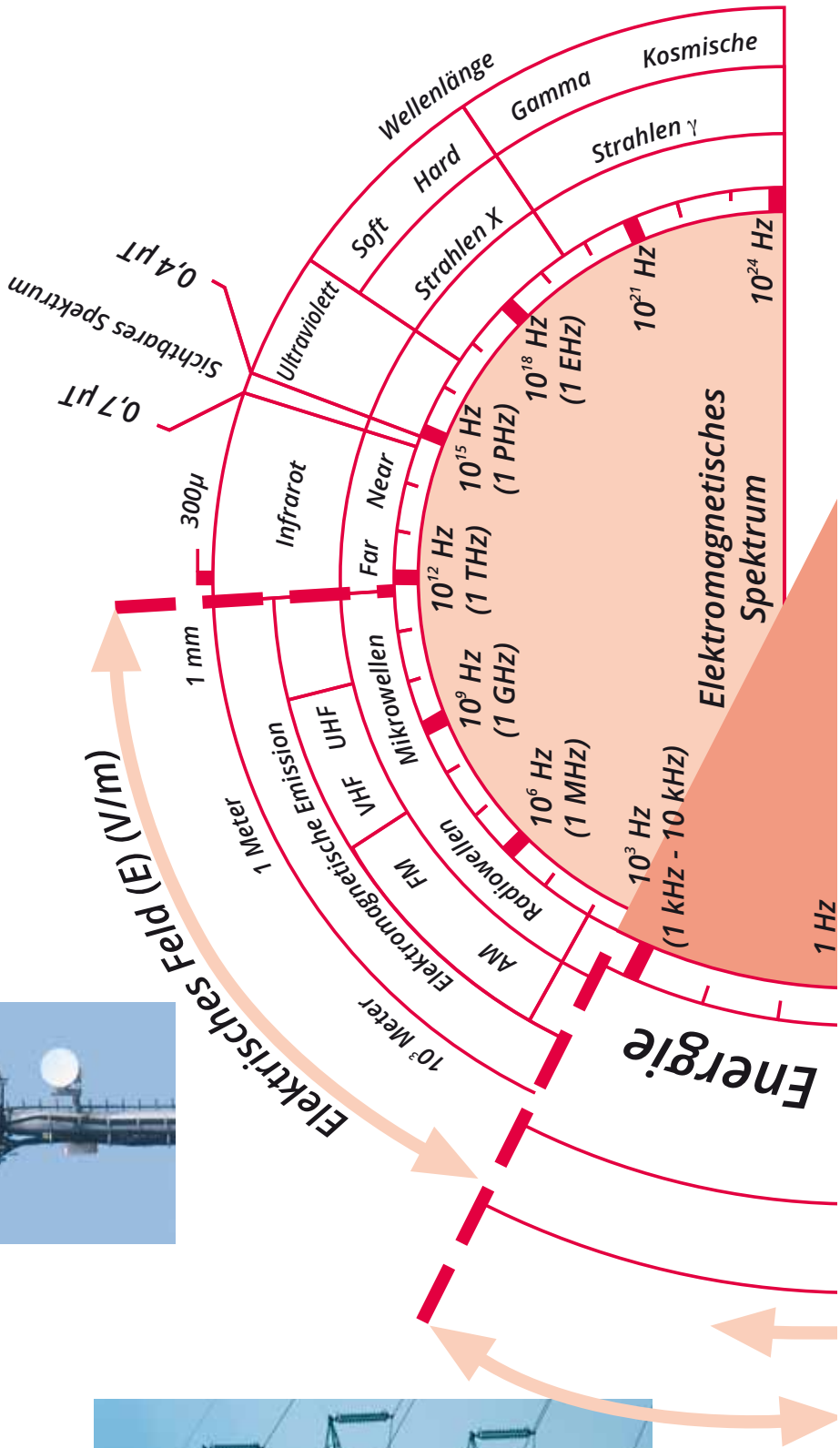
- Installationsanweisung für Flache Platten 46
- Strukturen nach Zeichnung für Abschirmplatten 48
- Installationsanweisung für Geschirmte Kabelkanäle 49
- Leitfaden für die Installation von Abschirmungskabelrinnen für Erdkabel 50
- Installation des Stoßbereichs der Abschirmung 51
- Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software 53

Installationsbeispiele 57

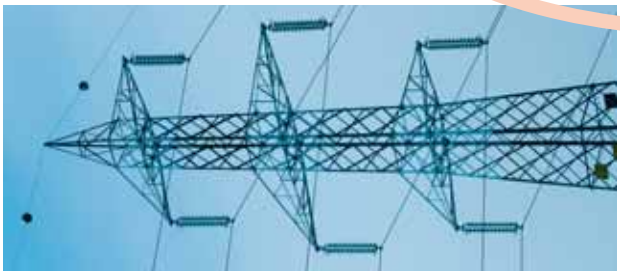
Abschließende Prüfung und Technischer Bericht 60

Zertifikationen 62

Elektromagnetisches Spektrum







Magnetisches Feld (H)
µT (mG)

Magnetisches Feld (H)
stromabhängig

(Ursprung der elektrischen Energie Wechsel- und Elektrisches Feld: (E)
Gleichstrom HS, MS und NS)
- spannungsabhängig

Einführung zur Abschirmung

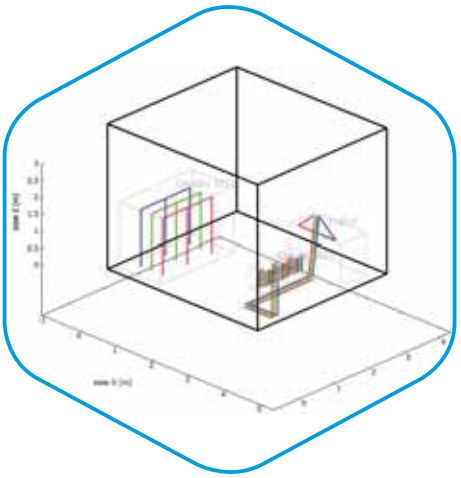
In allen Umgebungen, sowohl im Heimbereich als auch im Arbeitsumfeld sind elektromagnetische Felder vorhanden; diese können natürlichen Ursprung haben, wie das Sonnenlicht oder künstlichen Ursprung, erzeugt durch die weite Verbreitung von elektrischen Geräten und Anlagen. Im Verlauf des zwanzigsten Jahrhunderts ist die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern künstlichen Ursprungs in der Umwelt in Folge der Energienachfrage, der kontinuierlichen Entwicklung der kabellosen Kommunikationstechnologie und der Veränderungen der Arbeitsumstände stetig gestiegen.

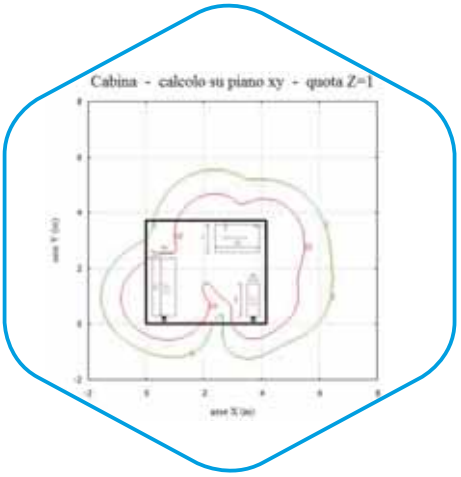
Wenn ein Mensch von einem elektromagnetischen Feld umgeben ist, absorbiert er Energie und es verschieben sich die Bedingungen des natürlichen Gleichgewichts. Deshalb ist es wichtig die Personen vor möglichen Langzeitauswirkungen auf den menschlichen Körper zu schützen, noch bevor die verschiedenen wissenschaftlichen und medizinischen Untersuchungen die wahren Auswirkungen der elektromagnetischen Felder auf die Gesundheit zeigen.

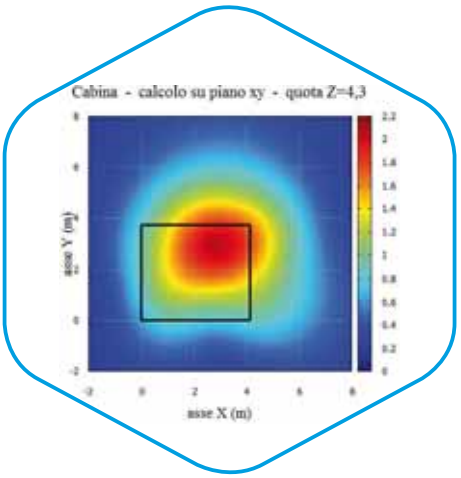
Das Interesse an der Problematik der elektromagnetischen Belastung ist aufgrund der zahlreich durchgeführten Studien und Forschungsarbeiten vor allem in den letzten Jahren deutlich gewachsen. Es wurden Normen und technische Dokumentationen ausgearbeitet und spezifische Gesetze erlassen, um Schutz vor besonders gefährdeten Umgebungen wie dem Arbeitsplatz zu bieten. Insbesondere das Gesetzesdekret 81/08 (Einheitstext zur Sicherheit am Arbeitsplatz) - definiert erstmals die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern als spezifisches Risiko, dem der Arbeitnehmer ausgesetzt ist; dieses Risiko muss demnach abgeschätzt und unter gewisse Grenzwerte beschränkt werden, um unschädliche Umgebungsbedingungen und die Gefahrlosigkeit der ausgeübten Tätigkeit sicherzustellen.

Außer den möglichen Auswirkungen auf den menschlichen Körper können die elektromagnetischen Felder Störungen und Interferenzen an elektronischen Geräten erzeugen, deshalb wurden europaweite Grenzwerte festgelegt, die deren zufriedenstellende und sichere Leistungsfähigkeit garantiert.

Bei allen Industrieprozessen, die Ströme hoher Intensität oder den Einsatz von von intensiven elektrischen oder magnetischen Feldern erfordern, ist die Verwendung von geeigneten Abschirmungssystemen von grundlegender Bedeutung zum Schutz sowohl der Beschäftigten als auch der elektronischen Geräte, die sich in der Nähe der Quelle des Felds befinden.







Beispiel einer "Umweltverträglichkeitsstudie" einer MS/NS-Transformatorenkabine.

Auswirkungen der Elektromagnetischen Felder auf Menschen

Zeitvariable elektrische und magnetische Felder treten mit der Materie, die aus elektrisch geladenen Teilchen besteht in Wechselwirkung. Insbesondere besteht diese Wechselwirkung mit der Materie aus der sich biologische Systeme wie Zellen oder komplexe Organismen wie Pflanzen und Tiere zusammensetzen.

Zum korrekten Quantifizieren der von einem Material absorbierten Energie, insbesondere bei menschlichem Gewebe, werden dosimetrische Größen verwendet. Diese drücken Stromdichte, Leistungsdichte und absorbierte Energie je Oberflächen- oder Masseneinheit aus. Diese werden wie folgt definiert:

- **ELEKTRISCHE STROMDICHTE 'J':** : ist definiert als der durch einen Einheitsquerschnitt senkrecht zu seiner Richtung in einem Volumenleiter wie dem menschlichen Körper oder einem Teil davon hindurchfließende Strom. Diese wird in A/m^2 ausgedrückt.
- **LEISTUNGSDICHTE 'S':** wird für sehr hohe Frequenzen benutzt, bei denen die Eindringtiefe in den Körper niedrig ist; es handelt sich dabei um den senkrecht zu einer Oberfläche auftreffende Energiefluss, geteilt durch die Fläche; diese wird in W/m^2 ausgedrückt.
- **SPEZIFISCHE ENERGIE ABSORPTION 'SA':** ist die je Masseneinheit biologischen Gewebes absorbierte Energie; diese wird in Joule/kg ausgedrückt.
- **SPEZIFISCHE ENERGIEABSORPTIONSRATE 'SAR':** dieser Wert wird über den ganzen Körper oder Teile davon gemittelt und ist die Rate, mit der Energie je Masseneinheit des Körpergewebes absorbiert wird. Es wird sowohl die über den gesamten Körper gemittelte SAR verwendet, als auch lokale Werte, um die übermäßige Aufnahme von Energie beschränkt auf kleine Teile des Körpers bei besonderen Expositionsbedingungen zu bewerten.
  Wird in in W/kg gemessen.

Die soeben aufgeführten Größen werden als Anhaltspunkte verwendet um die Wirkung auf den menschlichen Körper zu quantifizieren und die Grenzwerte für die Exposition zu definieren. Diese können jedoch nicht direkt am ausgesetzte Individuum gemessen werden, um die Intensität der Strahlung zu bewerten, darum wird auf direkt messbare physikalische Größen wie magnetisches Feld und Induktion zurückgegriffen. Die Schwellenwerte sind als Modul der magnetischen Induktion und des Magnetfeldes definiert, die durch mathematische Modelle der Simulation des Verhaltens des menschlichen Körpers ermittelt wurden.

Bei niedrigen Frequenzen kann der Körper das elektrische Feld mit steigender Frequenz abschwächen, da die dielektrische Konstante des Gewebes im Vergleich zur Luft ansteigt; dies wird somit wirksam abgeschirmt. Umgekehrt bleibt das Magnetfeld beziehungsweise die magnetische Induktion beinahe konstant, da das Gewebe keine magnetischen Eigenschaften besitzt und somit dessen magnetische Durchdringbarkeit gleich dem de Luft ist; demzufolge schwächt der Körper das Magnetfeld nicht ab. Dadurch wird klar, dass das Magnetfeld die vorherrschende Belastung hinsichtlich biologischer Auswirkungen ist, die bei niedrigen Frequenzen auftreten. Die kurzfristigen oder akuten Auswirkungen, die auf elektromagnetische Felder beruhen, werden gut durch die Stromdichte (A/m^2) wiedergegeben.

Stromdichte J [mA/m^2]	Auswirkungen
J > 1000	Extrasystolen und Herzflimmern: klar bestimmte Risiken
100 < J <1000	Gewebestimulation: mögliche Risiken
10 < J < 100	Mögliche Auswirkungen auf das Nervensystem
1 < J < 10	Geringere biologische Wirkungen

Auswirkungen der Elektromagnetischen Felder auf Menschen

Eine weitere Kategorie von Gesundheitlichen Auswirkungen sind die Langzeiteffekte, die Konsequenzen aus längerer Exposition (auch über Jahre hinweg) durch Stärken der Felder, die auch sehr viel niedriger sei können als diejenigen, die mit Kurzzeiteffekten zusammenhängen. Alle bekannten Auswirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern beruhen auf der Induktion von Feldern und Strömen innerhalb des ausgesetzten Organismus.

Elektrische Felder üben Kräfte auf alle geladenen Teilchen, wie etwa Ionen in Flüssigkeiten aus. Als Konsequenz bewegen sich alle Teilchen, die einem elektrischen Feld ausgesetzt sind, bis zum Erreichen einer oberflächlichen Anordnung mit elektrostatischem Gleichgewicht, deshalb ist das Feld im inneren des menschlichen Körpers neutralisiert

Falls das elektrische Feld über die Zeit variiert, verändern die Ladungen ihre Position in Abhängigkeit des Vorzeichens des Feldes und streben ständig das Erreichen eines Gleichgewichts an, was als Konsequenz eine alternierende Bewegung von Ladungen auf der Oberfläche erzeugt (von variablem elektrischen Feld induzierter elektrischer Strom), dessen Intensität mit zunehmender Frequenz des induzierenden Feldes ansteigt.

Bei Vorliegen eines über die Zeit variierenden Magnetfeldes wird ein anderer Mechanismus aktiviert, da dieses Feld im umliegenden Raum ein zeitvariables elektrisches Feld erzeugt. Wenn das variable elektrische Feld direkt im Inneren des menschlichen Körpers produziert wird, erzeugt dies einen elektrischen Strom gemäß des Ohmschen Gesetzes: J =aE .

Während das elektrische Feld als Hauptquelle oberflächliche Ströme am Körper erzeugt, ruft das Magnetfeld Ströme im Körperinneren hervor, die sehr viel empfindlichere Bereiche betreffen.

Das Elektrische Feld, das von einem variablen Magnetfeld erzeugt wird, besitzt eine räumliche Anordnung, die sich durch Kraftlinien visualisieren lässt, die in sich geschlossen und mit den Kraftlinien des Magnetfeldes verknüpft sind (siehe Abb. 1).

Die Induktion von elektrischen Feldern und Strömen im Inneren des menschlichen Körpers verursacht zwei biologische Effekte, beide sind potentielle Ursachen von gesundheitlichen Auswirkungen; diejenigen, die mit der elektrischen Stimulation des Muskel- und Nervengewebes zusammenhängen und die thermischen Effekte durch die Erwärmung aufgrund des Joule-Effekts.

Wenn die Auswirkungen dieser beiden Phänomene sofort nach der Exposition gegenüber dem Feld auftreten, kann von Kurzzeiteffekten gesprochen werden, während man von Langzeiteffekten spricht, wenn sich diese nach mehreren Jahren aufgrund einer verlängerten Exposition durch geringere Werte des Feldes zeigen.

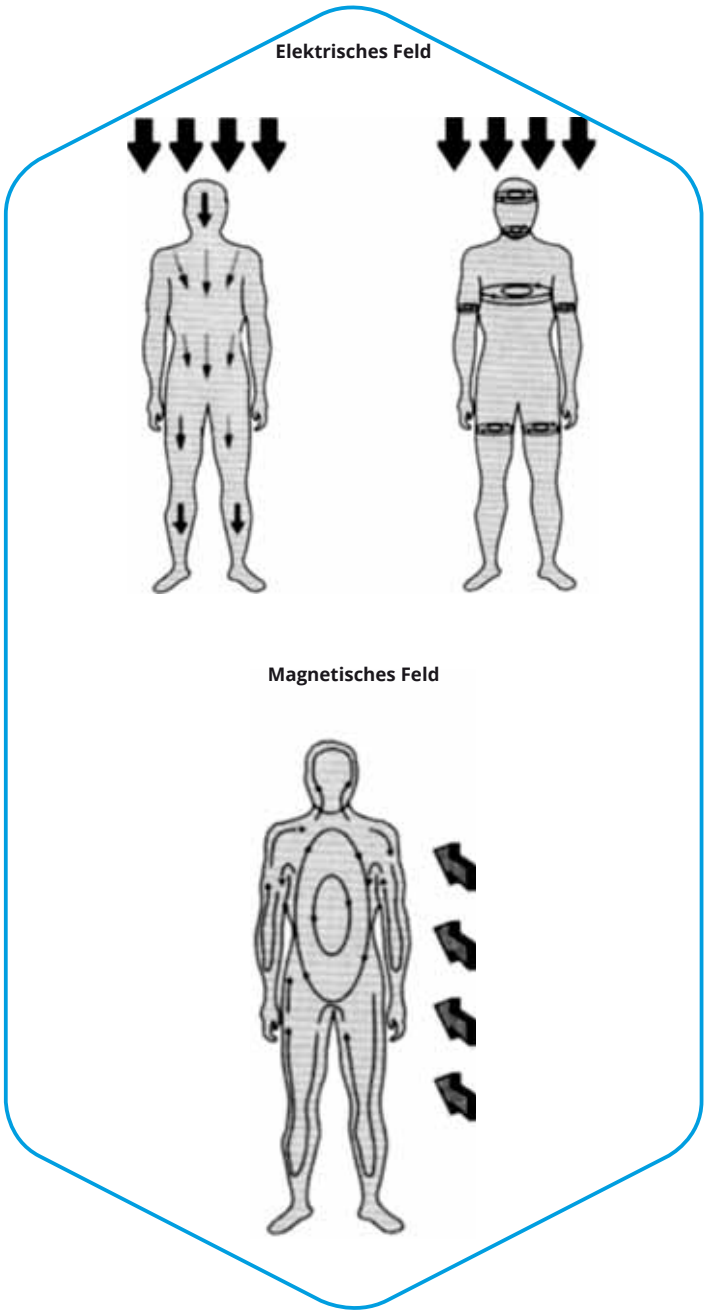


Abb. 1 - Im menschlichen Körper induzierte Ströme durch die Exposition gegenüber einem Feld E (vertikal) oder einem Feld H (vertikal oder horizontal)

Ausgänge der MS/NS-Transformatoren

Eine der hauptsächlichen Quellen von Umgebungsmagnetfeldern, die von MS/NS-Transformatorstationen ausgehen, sind die NS-Ausgänge des Transformators. Bei Verwendung des Grundschemas in Abb. 2 sind die Ausgänge mit drei Abschnitten von Leitern vergleichbar, die auf Transformatorseite den Abstand der Ausgänge des Transformators (D) besitzen, während sie sich auf der anderen Seite (d) annähern, um das Leitungsbündel zu bilden, das zum NS-Verteilerschrank der Station führt. Die Höhe der Ausgänge ist ein Parameter, der in Abhängigkeit der Installationsmodalität variieren kann. Es wurden die Abstände auf den verschiedenen Achsen in Abhängigkeit der Nennleistung und somit der NS-Sekundärströme berechnet (basierend auf dem dargestellten Referenzsystem), bei denen die magnetische Induktion bei 3 uT liegt (Qualitätsziel). Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1, 2 und 3 jeweils für die X-, Y- und Z-Achse wiedergegeben.

Wie den Tabellen entnommen werden kann, ist der Beitrag der NS-Ausgänge signifikant und für größere Leistung erreichen die Sicherheitsabstände Werte von reichlich mehr als 10 m.

Im Fall von Transformatorstationen, die im privaten Bereich, Dienstleistungs- oder Industriebereich an Räumlichkeiten angrenzen, wo die Einhaltung des Qualitätsziels erfordert wird, ist es für fast alle Leistungsbereiche notwendig, Abschirmungssysteme einzusetzen.

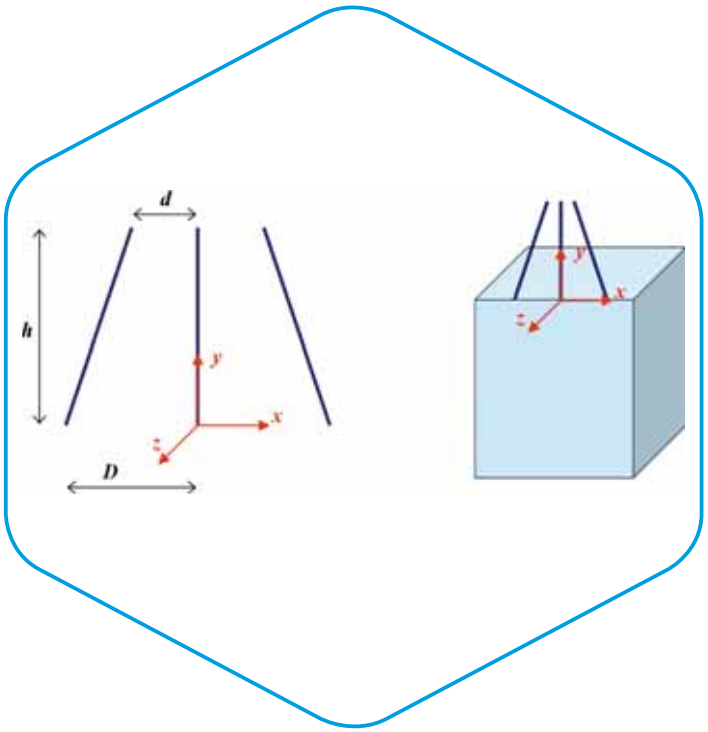


Abb. 2 - Schema eines MS/NS-Transformators mit nach oben weisenden NS-Ausgängen.

Tabelle 1. Entfernung vom Ursprung des Koordinatensystems entlang der X-Achse zum Sicherstellen von 3 µT.

Nennleistung (kVA)	Sekundär-Nennstrom (A)	h=0.5 (m)	h=0.6 (m)	h=0.7 (m)	h=0.8 (m)	h=0.9 (m)	h=1.0 (m)
250	361	2.47	2.69	2.90	3.09	3.26	3.43
315	455	2.77	3.03	3.25	3.47	3.68	3.86
400	577	3.13	3.41	3.68	3.92	4.14	4.36
500	722	3.49	3.81	4.11	4.38	4.64	4.88
630	909	3.91	4.28	4.61	4.92	5.22	5.49
800	1155	4.41	4.82	5.20	5.55	5.88	6.19
1000	1443	4.93	5.39	5.81	6.21	6.58	6.93
1250	1804	5.50	6.03	6.50	6.94	7.35	7.75
1600	2309	6.23	6.81	7.35	7.86	8.32	8.77
2000	2887	6.96	7.61	8.22	8.78	9.31	9.81
2500	3608	7.78	8.51	9.19	9.82	10.41	10.97

Ausgänge der MS/NS-Transformatoren

Tabelle 2. Entfernung vom Ursprung des Koordinatensystems entlang der Y-Achse zum Sicherstellen von 3 µT.

Nennleistung (kVA)	Sekundär-Nennstrom (A)	h=0.5 (m)	h=0.6 (m)	h=0.7 (m)	h=0.8 (m)	h=0.9 (m)	h=1.0 (m)
250	361	3.10	3.14	3.16	3.20	3.23	3.26
315	455	3.54	3.57	3.60	3.63	3.67	3.69
400	577	4.10	4.13	4.16	4.19	4.22	4.25
500	722	4.65	4.68	4.70	4.73	4.77	4.79
630	909	5.27	5.30	5.32	5.35	5.39	5.41
800	1155	6.05	6.08	6.11	6.14	6.16	6.20
1000	1443	6.87	6.90	6.93	6.96	6.99	7.02
1250	1804	7.86	7.88	7.90	7.94	7.96	7.99
1600	2309	9.05	9.07	9.09	9.12	9.14	9.18
2000	2887	10.37	10.39	10.42	10.45	10.47	10.50
2500	3608	11.94	11.96	11.98	12.01	12.04	12.07

Tabelle 3. Entfernung vom Ursprung des Koordinatensystems entlang der Z-Achse zum Sicherstellen von 3 µT.

Nennleistung (kVA)	Sekundär-Nennstrom (A)	h=0.5 (m)	h=0.6 (m)	h=0.7 (m)	h=0.8 (m)	h=0.9 (m)	h=1.0 (m)
250	361	3.26	3.36	3.47	3.59	3.70	3.82
315	455	3.72	3.83	3.95	4.07	4.21	4.33
400	577	4.29	4.41	4.54	4.68	4.81	4.96
500	722	4.86	4.99	5.14	5.28	5.43	5.59
630	909	5.51	5.66	5.81	5.97	6.14	6.32
800	1155	6.32	6.48	6.65	6.82	7.01	7.20
1000	1443	7.18	7.34	7.52	7.71	7.92	8.13
1250	1804	8.17	8.35	8.54	8.75	8.96	9.19
1600	2309	9.39	9.59	9.80	10.02	10.26	10.50
2000	2887	10.74	10.94	11.17	11.40	11.65	11.92
2500	3608	12.33	12.53	12.76	13.02	13.28	13.56

Anmerkungen:

(1) Der Parameter D ist ein Durchschnittswert, der sich nicht auf einen bestimmten Hersteller von Transformatoren bezieht.

(2) Der Parameter d wurde in Abhängigkeit des Durchmessers der Kabel am Ausgang ermittelt.

Verteilungsleitungen und Geschirmte Kabelkanäle

Leitungen für die Energieverteilung aus einadrigen Kabeln, die auch für hohe Ströme verwendet werden, sind in Industrie- und Privatbereich häufig anzutreffen. Ein typisches Beispiel stellen die Versorgungssysteme für die Motoren von Klimaanlagen dar. Es ist häufig der Fall, dass Phasen mit mehreren parallelen Kabeln tausende von Ampere befördern. Die einzuhaltenden Werte sind selbstverständlich die des Qualitätsziels (3 uT), auch wenn gelegentlich viel strengere Grenzwerte erforderlich sind (z.B. 0.1 uT in der Umgebung von Elektronenmikroskope) Auf Abb. 3 ist ein farbiges Diagramm der magnetischen Induktion für eine dreiphasige Leitung mit Kabeldurchschnitt 400 mm2 und thermischer Belastbarkeit 605 A wiedergegeben. Es kann entnommen werden, dass die Entfernung vom Leitungsmittelpunkt, um unterhalb der 3 uT zu bleiben, ca. 1,4 m beträgt. In der Tabelle sind für Leitungen bis 2000 A aus unipolaren, parallelen Kabeln, die Sicherheitsstreifen für den Induktionswert von 3 uT angegeben.

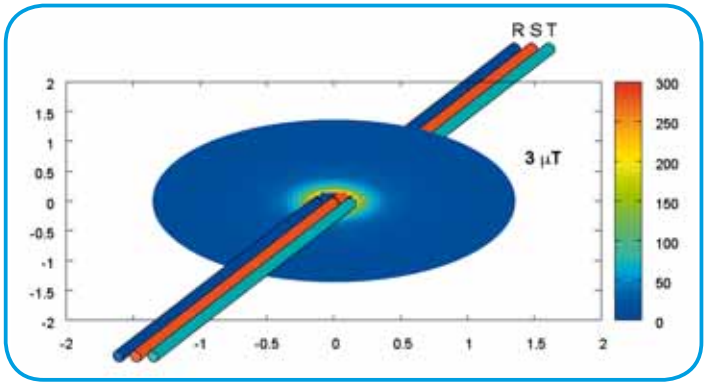


Abb. 3 - Farbiges Diagramm der magnetischen Induktion für eine dreiphasige Leitung mit Kabeldurchschnitt 400 mm² und thermischer Belastbarkeit 605 A.

Tabelle 4.

Thermische Belastbarkeit der Leitung (A)	Nennquerschnitt der Leiter (mm²)	Anordnung der Phasen	Sicherheitsstreifen 3 μT (m)
88	16	RST	0.24
117	25	RST	0.30
144	35	RST	0.37
175	50	RST	0.45
222	70	RST	0.55
269	95	RST	0.65
312	120	RST	0.74
355	150	RST	0.83
417	185	RST	0.95
490	240	RST	1.10
530	300	RST	1.21
605	400	RST	1.39
834	2x185	RRSSTT	1.90
980	2x240	RRSSTT	2.20
1251	3x185	RRRSSSTTT	2.85
1470	3X240	RRRSSSTTT	3.30
1668	4X185	RRRRSSSSTTTT	3.80
1960	4X240	RRRRSSSSTTTT	4.4

Verteilungsleitungen und Geschirmte Kabelkanäle

Die schirmenden Kabelkanäle besitzen hohe Wirksamkeit und weisen einen mittleren Abschirmungsfaktor von ca. 30 auf. Auf Abb. 4 ist ein farbiges Diagramm der magnetischen Induktion für eine dreiphasige Leitung mit Kabeldurchschnitt 400 mm2 und Belastbarkeit von 605 A wiedergegeben. Der Unterschied zu den Werten für die Induktion ohne Abschirmung ist sehr deutlich. Die Verkleinerung der Induktionswerte bewirkt eine deutliche Verkleinerung des Sicherheitsstreifens; in Tabelle 5 sind die Sicherheitsstreifen für die verschiedenen Leitungen in dem schirmenden Kabelkanal wiedergegeben, während Abb. 4a den Vergleich der Sicherheitsstreifen mit und ohne schirmenden Kabelkanal wiedergibt.

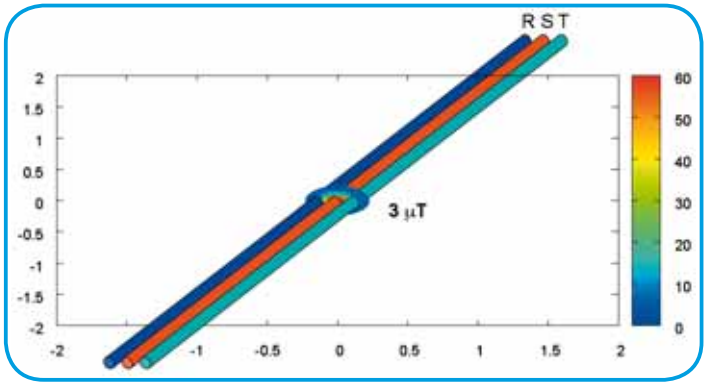


Abb. 4 - Farbiges Diagramm der magnetischen Induktion für eine dreiphasige Leitung mit Kabeldurchschnitt 400 mm2 und thermischer Belastbarkeit 605 A innerhalb des schirmenden Kabelkanals.

Tabella 5.

Thermische Belastbarkeit der Leitung (A)	Nennquerschnitt der Leiter (mm^2)	Anordnung der Phasen	Sicherheitsstreifen 3 µT (m)
88	16	RST	-
117	25	RST	-
144	35	RST	-
175	50	RST	-
222	70	RST	-
269	95	RST	-
312	120	RST	-
355	150	RST	0.15
417	185	RST	0.17
490	240	RST	0.20
530	300	RST	0.21
605	400	RST	0.25
834	2x185	RRSSTT	0.35
980	2x240	RRSSTT	0.40
1251	3x185	RRRSSSTTT	0.52
1470	3X240	RRRSSSTTT	0.60
1668	4X185	RRRRSSSSTTTT	0.69
1960	4X240	RRRRSSSSTTTT	0.80

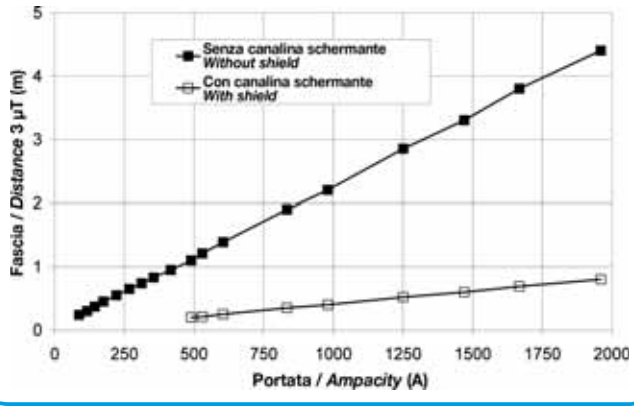


Abb. 4a - Vergleich des Sicherheitsstreifens bei 3 |T mit und ohne schirmenden Kabelkanal.

Beschreibung der Schirmenden Materialien

Das System zur Dämpfung der magnetischen Induktion wird sowohl in Fall der Platten, als auch bei den schirmenden Kabelkanälen durch das Anbringen von magnetischen Schirmen erreicht, die aus der Verbindung von zwei verschiedenen Materialien bestehen:

- Material mit hoher magnetischer Permeabilität.
- Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit.

Die Effekte, die auf dem Anbringen der jeweiligen Materialien beruhen, sind gut zu sehen, wenn bei Simulationen mit spezifischer Software der Verlauf der Feldlinien in den verschiedenen schirmenden Materialien sichtbar gemacht wird, während dies einem von einer Spule erzeugten Magnetfeld ausgesetzt ist. Zum Verständnis der schirmenden Wirkung der jeweiligen Materialien ist es notwendig, den Verlauf der Feldlinien ohne Abschirmung zu zeigen, siehe Abb. 5:

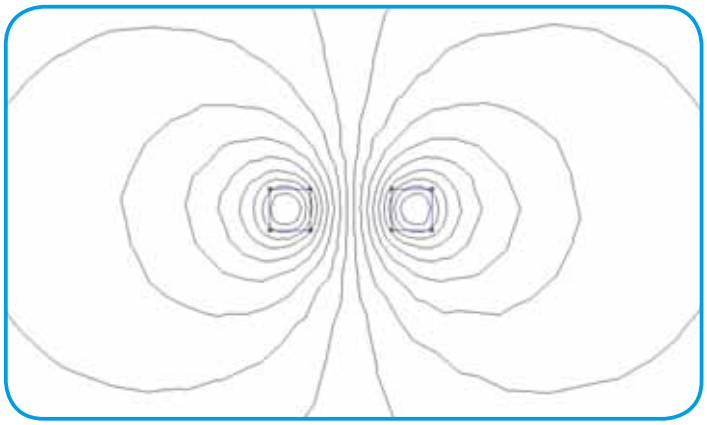


Abb. 5 - Von einer Spule erzeugtes Magnetfeld ohne Abschirmung.

Die Materialschicht mit hoher magnetischer Permeabilität ermöglicht das Mindern der magnetischen Induktion durch die Absorption des vorliegenden Magnetfeldes. Das Abschirmungsverhalten ähnelt einem "Regenschirm" zum Schutz vor dem Magnetfeld, das in der Nähe des Schirms sehr intensiv sein kann, aber mit zunehmender Entfernung abfällt.

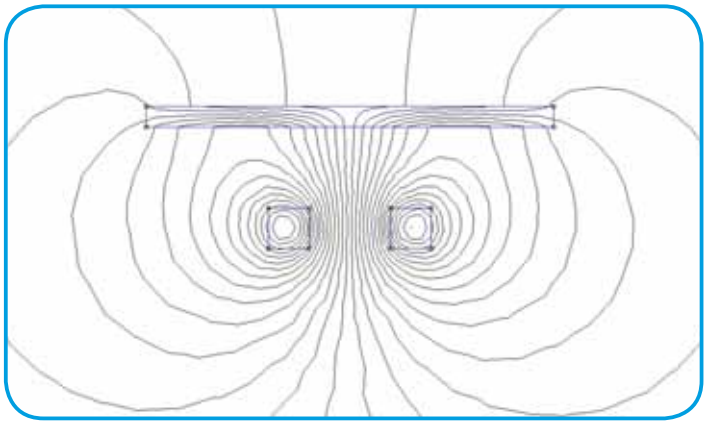


Abb. 6 -Von einer Spule erzeugtes Magnetfeld in Anwesenheit eines ferromagnetischen Schirms.

In der Materialschicht mit hoher elektrischer Leitfähigkeit bilden sich in Gegenwart eines variablen Magnetfeldes (Induktionsfeld) Ausgleichsströme, die ihrerseits als Reaktion ein Magnetfeld erzeugen (Eigenfeld). Die kombinierte Wirkung der Felder, Induktionsfeld und Eigenfeld führt zu einer Minderung des gesamten Magnetfeldes.

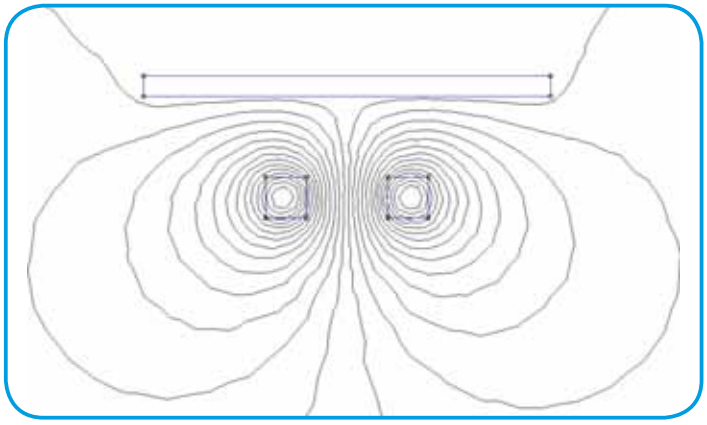


Abb. 7 - Von einer Spule erzeugtes Magnetfeld in Anwesenheit eines leitenden Schirms.

Die Kombination der beiden Materialien, ferromagnetisch und leitend, ermöglicht es einen Schirm zu realisieren, der optimale Abschirmungseigenschaften sowohl in der Nähe des Schirms, dank insbesondere des ferromagnetischen Schirms, als auch entfernt vom Schirm, dank des leitenden Schirms, besitzt.

SATISHIELDING

Gesetzgebung, Normen und Empfehlungen

Exposition der Bevölkerung

In Bezug auf den Schutz vor Exposition gegenüber elektromagnetischer Felder in **Europa** und **außerhalb Europas** ist die Situation nicht homogen. In Bezug auf Europa, hat der Rat der Europäischen Union 1999 eine Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) veröffentlicht (1999/519/EG, weiter 'die Empfehlung' genannt) . Die Empfehlung enthält Referenzwerte für die Stärke der EMF bei den verschiedenen Frequenzen.

Die Grenzen in sowohl der Empfehlung als auch in der Richtlinie werden von den Leitlinien für die Begrenzung der Exposition gegenüber zeitvariablen EMF der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) von 1998 abgeleitet, wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist.

Die ICNIRP hat 2010 neue Leitlinien für EMF mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 100 kHz veröffentlicht, die allerdings noch nicht zu Änderungen der EU Gesetzgebung geführt haben.

Da die Empfehlung rechtlich nicht bindend ist, lässt sich die Politik der Mitgliedsstaaten in drei verschiedene Ansätze unterteilen.

In der ersten Gruppe der Mitgliedsstaaten wurde die Empfehlung in verbindliches nationales Recht umgesetzt. Das bedeutet, dass die Basisgrenzwerte und Referenzwerte angewendet werden müssen. Mitgliedsstaaten dieser Gruppe sind **Tschechien, Estland, Griechenland, Ungarn, Luxemburg, Portugal** und **Rumänien**.

Luxemburg hat außerdem eine ministerielle Empfehlung, keine neuen Lebensräume in der unmittelbaren Nähe von Freileitungen zu schaffen (innerhalb von 20 Metern für 65 kV Leitungen und 30 Metern für 100 bis 220 kV Stromleitungen). In Frankreich gelten die Grenzwerte nur für neue oder geänderte Anlagen.

In **Deutschland** und der **Slowakei** gelten die Referenzwerte in der Empfehlung unabhängig von den Basisgrenzwerten.

In der zweiten Gruppe der Mitgliedsstaaten sind die nationalen Höchstwerte, basierend auf der Europäischen Empfehlung oder der ICNIRP, nicht verbindlich, es gibt mildere Grenzwerte oder es besteht keine Regelung. Mitgliedsstaaten dieser Gruppe sind **Österreich, Dänemark, Finnland, Irland, Lettland, Malta, Niederlande** und das **Vereinigte Königreich**. In einigen dieser Länder wurde eine Vorsorgepolitik empfohlen, welche Elektrizitätsunternehmen und Regierungen freiwillig befolgen können. **Spanien** hat keine föderale Gesetzgebung für die Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF von 50 Hz, aber einige regionale Regierungen verbieten den Bau von neuen Stromleitungen in der Nähe von Wohnhäusern, Schulen und öffentlichen Räumen.

In der dritten Gruppe der Mitgliedsstaaten bestehen strengere Basisgrenzwerte und/oder Referenzwerte basierend auf dem Vorsorgeprinzip. Es wird daher eine kurze Zusammenfassung pro Mitgliedsstaat gegeben:

Belgien: Die Bundesgrenze der elektrischen Feldstärke entspricht seit 1987 den Referenzwerten in der Empfehlung. In Flandern gilt seit 2004 ein Beschluss für Innenräume, welcher die magnetische Flussdichte in Wohnräumen und für die Öffentlichkeit zugänglichen Gebäuden auf 10 µT begrenzt.

Dänemark: Die dänische Gesundheitsbehörde hat 1993 empfohlen, keine neuen Wohnräume oder Kindereinrichtungen in der Nähe von Stromleitungen oder neue Stromleitungen in der Nähe von Wohnräumen oder Kindereinrichtungen zu bauen. Der genaue Abstand wurde pragmatischen Überlegungen überlassen. Der dänische Elektrizitätssektor und die lokale Regierung haben vereinbart, dass Maßnahmen zu vertretbaren Kosten zur Reduzierung des magnetischen Feldes untersucht werden müssen, wenn die durchschnittliche Exposition pro Jahr höher als 0.4 µT ist. Wie die Empfehlung der dänischen Gesundheitsbehörde, bezieht sich auch das Abkommen nur auf neue Entwicklungen.

Italien: Die grundlegenden Begrenzungen der magnetischen Flussdichte stimmen mit den Referenzwerten der Empfehlung überein. Ein 'Aufmerksamkeitswert' von 10 µT lässt sich auf bereits vorhandene Anlagen mit einer Exposition von mehr als 4 Stunden in Wohnräumen, Spielplätzen und Schulen anwenden. Ein 'Qualitätsziel' von 3 µT gilt für den Neubau von Wohnräumen, Spielplätzen oder Schulen in der Nähe von Stromleitungen, primären oder sekundären Umspannwerken oder umgekehrt.

Niederlande: Das Ministerium für Infrastruktur und Umwelt hat empfohlen, das Lokalbehörden und Netzunternehmen die Schaffung neuer Situationen verhindern, in denen sich Kinder länger in Bereichen aufhalten, die sich in der Nähe von Hochspannungsleitungen mit einer jährlichen magnetischen Flussdichte über 0.4 µT befinden. Dieser Rat wurde aufgrund von epidemiologischen Studien gegeben, die einen Zusammenhang zwischen dem Wohnen in der Nähe von Freileitungen und Leukämie bei Kindern festgestellt haben.

Polen: Ein Grenzwert von 75 µT für das elektrische Feld gilt für Bereiche mit Wohnräumen, Krankenhäusern, Schulen und Kindergärten.

Slowenien: Ein Grenzwert von 10 µT gilt für neue oder veränderte Quellen in der Nähe von Wohnräumen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Sanatorien, Spielplätzen, Parks, Erholungsgebieten, öffentlichen Gebäuden und Gebäuden, die Ziel von Touristen sind.

Serbien: Ein Grenzwert von 40 µT gilt für Quellen in der Nähe von Wohnräumen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Spielplätzen, Parks, Erholungsgebieten, öffentlichen Gebäuden etc.

Gesetzgebung, Normen und Empfehlungen

Schweden: Im Zusammenhang mit dem Umweltgesetzbuch und der Rechtsvorschrift von 1998, wurde eine Orientierung für politische Entscheidungsträger veröffentlicht, die erklärt, wie das Vorsorgeprinzip auf elektrische und magnetische Felder von 50 Hz anzuwenden ist. Für bereits bestehenden Sachverhalte mit einer Exposition bei einer magnetischen Flussdichte, die stark von dem natürlichen Hintergrund abweicht (0.1 μT von dem Referenzwert in der Empfehlung), muss diese wenn möglich kostengünstig und mit angemessenen Auswirkungen reduziert werden. Bei neuen Gegebenheiten müssen bereits bei der Planung und Konstruktion der Quellen, Anstrengungen unternommen werden, die Exposition zu reduzieren.

Unterschiedliche Ansätze zur Begrenzung der Exposition gegenüber Netzfrequenz EMF bestehen auch außerhalb Europas.

In **Russland** wurden 1999 allgemeine Schutzregeln in einem Rahmengesetz festgesetzt. Der Grenzwert der öffentlichen Exposition für magnetische Felder ist 10 μT.

In der **Schweiz** ist seit 1999 eine Verordnung über die nichtionisierende Strahlung in Kraft. Die den Referenzwerten in der Europäischen Empfehlung entsprechenden Expositionsgrenzen beziehen sich auf alle für die Öffentlichkeit zugänglichen Bereiche. Ein strengerer Vorsorgegrenzwert für die magnetische Flussdichte von 1 μT wird auf neue Anlagen angewendet, es sei denn, der Eigentümer kann nachweisen, dass die Phasenfolge optimiert wurde und alle technisch möglichen und wirtschaftlich tragbaren Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition getroffen wurden. Für bestehende Anlagen muss die Phasenfolge optimiert werden, wenn der Vorsorgewert für magnetische Flussdichte überschritten wird.

In den **Vereinigten Staaten** ist kein Bundesgesetz in Kraft. In einigen Staaten (Colorado, Connecticut, Hawaii, Maryland, Ohio) wurden Veränderungen nach dem Prinzip 'umsichtiges Vermeiden' angenommen. Das bedeutet, die Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF von 60 Hz muss zu angemessenen Kosten begrenzt werden. In anderen Staaten sind feste Grenzen für das elektrische oder magnetische Feld von Stromleitungen festgesetzt, variierend von 20 μT to 240 μT (Florida, Minnesota, Montana, New Jersey, New York, Oregon).

Internationale Normen

Der Schutz der Bevölkerung (welcher auch Arbeiternehmer einschließt) und beruflich exponierten Arbeitern, waren Gegenstand der Leitlinien von ICNIRP (Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung). Die von der genannten Kommission festgelegten Werte wurden dann von mehreren Europäischen Richtlinien nach 2004 (Richtlinie 2004/40/EG) bis zur endgültigen Richtlinie von 2013 (2013/35/EU) umgesetzt, welche Anfang 2016 in jedem Land umgesetzt wird. Die nachstehende Tabelle zeigt die ICNIRP Grenzwerte von 1998 und 2010. Die letzten wurden in der Richtlinie 2013/35/EU umgesetzt.

Tabelle 6. ICNIRP (1998) Referenzwerte der Expositionsgrenzen für Arbeiter, die aufgrund der Art ihrer Tätigkeit gefährdet sind.

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke E (V/m)	Magnetische Feldstärke H (A/m)	Magnetische Flussdichte B (T)
≤ 1 Hz	-	$1.63 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
1 - 8 Hz	20000	$1.63 \cdot 10^5 / f^2$	$2 \cdot 10^5 / f^2$
8 - 25 Hz	20000	$2 \cdot 10^4 / f^2$	$2.5 \cdot 10^4 / f^2$
0.025 - 0.82 kHz	500 / f	20 / f	25 / f
0.82 - 65 kHz	610	24.4	30.7
0.065 - 1 MHz	610	1.6 / f	2 / f
1 - 10 MHz	610 / f	1.6 / f	2 / f
10 - 400 MHz	61	0.16	0.2
400 - 2000 MHz	$3 \cdot f^{1/2}$	$0.008 \cdot f^{1/2}$	$0.01 \cdot f^{1/2}$
2 - 300 GHz	137	0.36	0.45

Hinweis:
- f wie in der Frequenzbereichsspalte aufgeführt.

Gesetzgebung, Normen und Empfehlungen

Tabelle 7. ICNIRP (1998) Referenzwerte der Expositionsgrenzen für die Bevölkerung.

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke E (V/m)	Magnetische Feldstärke H (A/m)	Magnetische Flussdichte B (T)
≤ 1 Hz	-	32000	40000
1 - 8 Hz	10000	32000 / f^2	40000 / f^2
8 - 25 Hz	10000	4000 / f^2	5000 / f^2
0.025 - 0.8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f
0.8 - 3 kHz	250 / f	5	6.25
3 - 150 kHz	87	5	6.25
0.15 - 1 MHz	87	0.73 / f	0.92 / f
1 - 10 MHz	87 / $f^{1/2}$	0.73 / f	0.92 / f
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092
400 - 2000 MHz	1.375 · $f^{1/2}$	0.0037 · $f^{1/2}$	0.0046 · $f^{1/2}$
2 - 300 GHz	61	0.16	0.2

Hinweis:
- f wie in der Frequenzbereichsspalte aufgeführt.

Tabelle 8. ICNIRP (2010) Referenzwerte für die beruflichen Exposition mit zeitlich veränderbaren elektrischen und magnetischen Feldern (ungestörte Effektivwerte).

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke E (V/m)	Magnetische Feldstärke H (A/m)	Magnetische Flussdichte B (T)
1 Hz - 8 Hz	20	1.63 x 10^5 / f^2	0.2 / f^2
8 Hz - 25 Hz	20	2 x 10^4 / f	2.5 x 10^{-2} / f
25 Hz - 300 Hz	5 x 10^2 / f	8 x 10^2	1 x 10^{-3}
300 Hz - 3 kHz	5 x 10^2 / f	2.4 x 10^5 / f	0.3 / f
3 kHz - 10 MHz	1.7 x 10^{-1}	80	1 x 10^{-4}

Hinweis:
- f in Hz.

Tabelle 9. ICNIRP (2010) Referenzwerte für die Exposition der Bevölkerung mit zeitlich veränderbaren elektrischen und magnetischen Feldern (ungestörte Effektivwerte).

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke E (V/m)	Magnetische Feldstärke H (A/m)	Magnetische Flussdichte B (T)
1 Hz - 8 Hz	5	3.20 x 10^4 / f^2	4 x 10^{-2} / f^2
8 Hz - 25 Hz	5	4 x 10^3 / f	5 x 10-^{3} / f
25 Hz - 50 Hz	5	1.6 x 10^2	2 x 10^{-4}
50 Hz - 400 Hz	2.5 x 10^2 / f	1.6 x 10^2	2 x 10^{-4}
400 Hz - 3 kHz	2.5 x 10^2 / f	6.4 x 10^4 / f	8 x 10^{-2} / f
3 kHz - 10 MHz	8.3 x 10^{-2}	21	2.7 x 10^{-5}

Hinweis:
- f in Hz.

• Elektronische Geräte

Die geltenden Normen legen neben den Expositionsgrenzwerten für Menschen auch die Werte für die Störfestigkeit für elektronische Geräte fest, besonders die Norm **CEI EN 61000-4-8** bestimmt, dass elektronische Geräte nicht von Feldern mit einer magnetischen Induktion von über **3,75 µT** erfasst werden dürfen.

SATISHIELDING

Bewertung und Planung 17

Umweltverträglichkeitsprüfung von Magnetischen Feldern 18

Planung des Schirmungssystems 20

Umweltverträglichkeitsprüfung von Magnetischen Feldern

Netzfrequente Elektrische und Magnetische Felder

Sati Shielding S.r.l. führt Umweltverträglichkeitsprüfung von elektrischen und magnetischen Feldern durch, die von elektrischer Infrastruktur hervorgerufen werden (Leitungen, Umspannwerke, industrielle elektrische Betriebsmittel) und überwacht das Gebiet, welches die Einhaltung der Expositionsgrenzen und der Aufmerksamkeitsschwellen ermitteln soll. Die Umweltverträglichkeitsprüfung von elektrischen und magnetischen Feldern ist sehr häufig durch das Gesetz zwingend geregelt.

Sati Shielding S.r.l. verwendet zweidimensionale und dreidimensionale Rechencodes zur Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfungen von elektrischen und magnetischen Feldern sowie die entsprechende Berechnung der ersten und zweiten Annäherung der Pufferzonen für die Felder, die durch folgende elektrische Infrastruktur hervorgerufen werden:

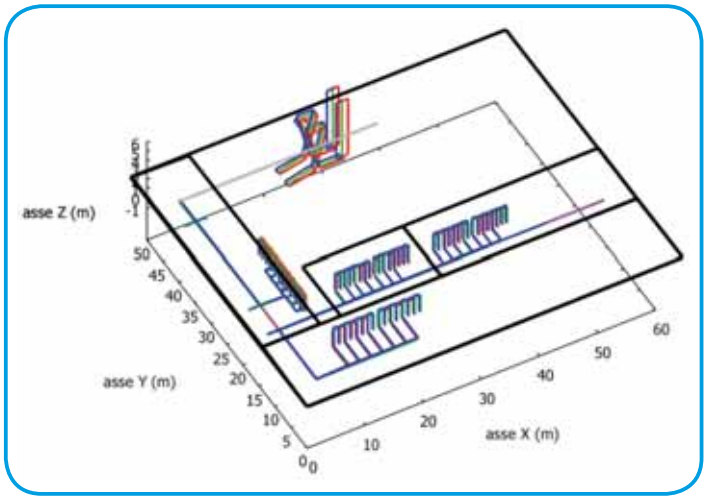
- Stromleitungen (Oberleitungen und Kabel);
- elektrische Umspannwerke (primäre und sekundäre);
- industrielle elektrische Betriebsmittel (Schweißgeräte, Induktionsschweißen, etc.).

Die Umweltverträglichkeitsprüfung von elektrischen und magnetischen Feldern durch elektrische Infrastruktur muss ausgeführt werden und die Feldebenen müssen den nationalen Gesetzen entsprechen.

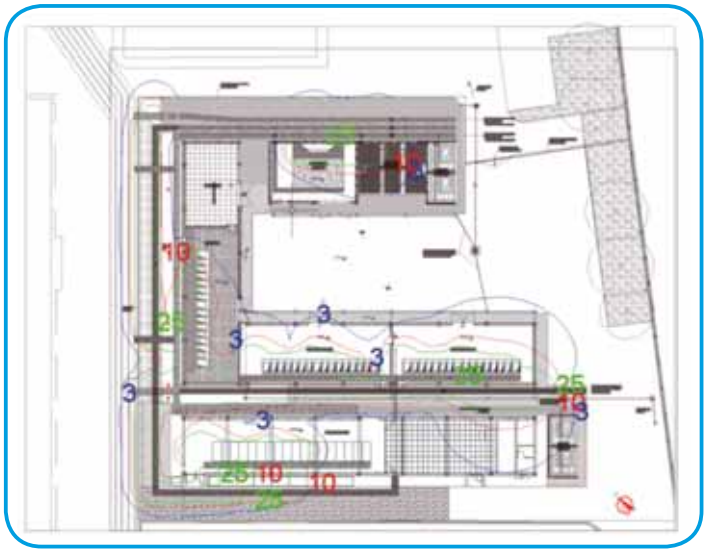
Die Komplexität der geprüften Quelle bedarf einer genaueren Einschätzung, welche im Wesentlichen die Dreidimensionalität der einzelnen Quellen und den Effekt durch die Kombination dieses (Überlagerung der Effekte) berücksichtigt.

Sati Shielding S.r.l. hat daher eine dreidimensionale Software entwickelt: MAGIC®, welche all diese Aspekte berücksichtigt und es erlaubt, eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen, die den obengenannten Anforderungen entspricht.

Die Fälle von primären und sekundären Umspannwerken sind nachfolgend exemplarisch aufgeführt.

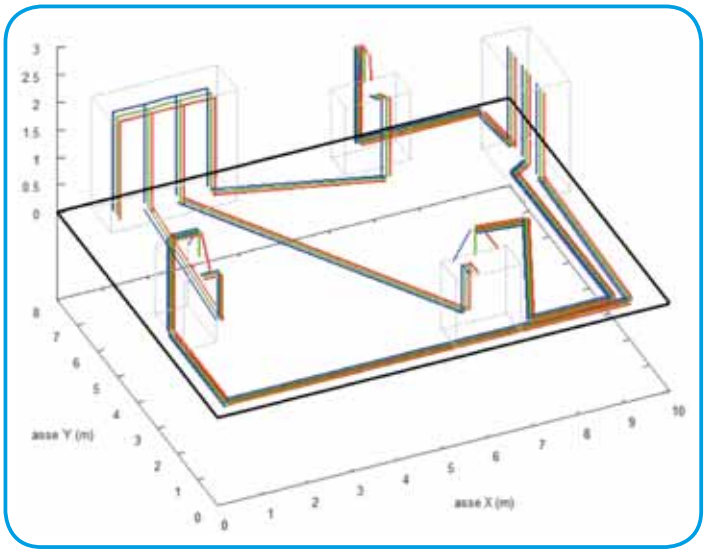


Modell Primäres Umspannwerk

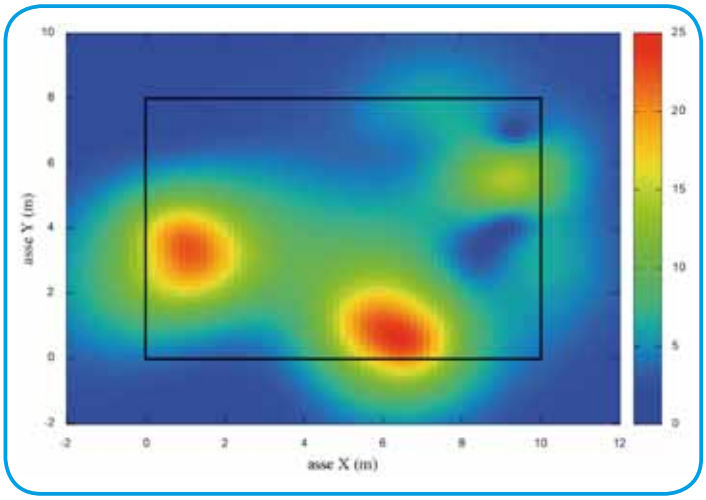


Modell Primäres Umspannwerk

Umweltverträglichkeitsprüfung von Magnetischen Feldern



Modell Sekundäres Umspannwerk



Dem sekundären Umspannwerk zugeordnete Induktionsniveaus

Überwachung und Umweltverträglichkeitsprüfung von radio-elektrischen Anlagen

Die Tätigkeit von Sati Shielding S.r.l. auf diesem Gebiet besteht in der territorialen Überwachung, die die Einhaltung der Expositionsgrenzen und der Aufmerksamkeitsschwellen zur Prävention von kurzfristigen und möglichen langfristigen Wirkungen in der Bevölkerung, aufgrund der Exposition gegenüber elektromagnetischer Felder, erzeugt durch feste Quellen mit Frequenzen zwischen 100 kHz und 300 GHz, feststellen soll.

Die Art der zu implementierenden Kontrollen besteht in breitbandigen Feldmessungen (wie in der IEC-Norm 211-7 dargelegt), zur Identifizierung von kritischen Punkten in einem Bereich, in dem sich Anlagen oder mögliche Rezeptoren befinden.

Operative Schritte

- Erhebung radio-elektrischer Quellen.
- Prüfung der gesammelten Information und Definition der Messpunkte.
- Breitbandige Feldmessungen (IEC 211-7).
- Eingabe der Messdaten auf georeferenzierten Karten.
- Bewertung der Einhaltung der Begrenzungen der regionalen und nationalen Rechtsvorschriften.
- Mögliche zusätzliche Bewertung der elektrischen Felder im Fall von Mobilfunk-Basisstationen (IEC 211-10/2002 "Leitfaden zur Aufstellung einer Funkbasisstation, sodass diese den Grenzwerten für die Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern entspricht").

Planung des Schirmungssystems

Sati Shielding S.r.l. besitzt eine umfangreiche zehnjährige Erfahrung und umfassende Kenntnisse des Sektors und bietet sowohl Standardlösungen als auch innovative Lösungen, um den speziellen Kundenanforderungen zu gerecht zu werden.

Sati Shielding S.r.l. wird Groß- und Kleinkunden gerecht und ist in der Lage kleine und große elektrische Infrastrukturen zu verwalten (von kleinen NS Anlagen, Kabelleitungen, Kleingeräte, bis hin zu umfangreichen Oberleitungen und Kabel HS Leitungen).

Am Ende des Umweltbelastungsphase oder nach einer Übersichtsmessung, im Falle von einer Feststellung einer Überschreitung der gesetzlichen Grenzen oder durch den Kunden bestimmte, in den passenden Spezifikationen festgesetzten Grenzen, können Dämpfungslösungen zur Reduzierung der magnetischen Induktionsniveaus geplant werden.

Aufgrund seiner technischen Abteilung, ist Sati Shielding im Stande passive, aktive oder sonstige Dämpfungssysteme zum Schutz von Menschen zu entwerfen und die Störfestigkeit elektronischer Geräte und Systeme zu gewährleisten.

Der Entwurf und die Konstruktion von Schirmungssystemen ähnelt der "Schneiderei" und, um bestimmte Reduktionsziele für Magnetfelder zu erreichen, müssen Form, Abmessungen und Dicke der Schirmungslösungen so gewählt werden, dass sie die Materialmenge, entsprechend des zu schirmenden Bereichs und der Quellen, optimieren (z.B. Position und Leistung der verschiedenen Komponenten).

Ein Schirmungsdesign- und Bauprojekt wird exemplarisch zur Verfügung gestellt, welches zeigt, wie mit Design die Reduktion von magnetischer Induktionsniveaus exakt abgesehen werden kann, wenn das Dämpfungssystem installiert ist.

Die Abb. 8 zeigt den Fall der Abschirmung eines Gebäudes, welches sich unterhalb einer HS Freileitung befindet. Die Abschirmung (Abb. 9) verfügt über Öffnungen an den Fenstern, die in der Planungsphase beurteilt wurden. Die Abb. 9 zeigt das entworfene Abschirmungsmodell unter Angabe der Etage in der die magnetische Induktion bewertet wird (sie muss niedriger als 3 μT sein).

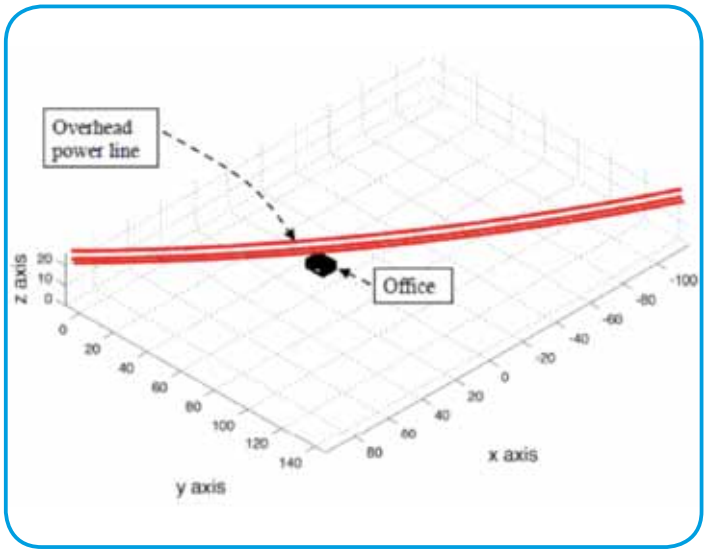


Abb. 8 - Unterhalb von HS Freileitungen liegende Räumlichkeiten

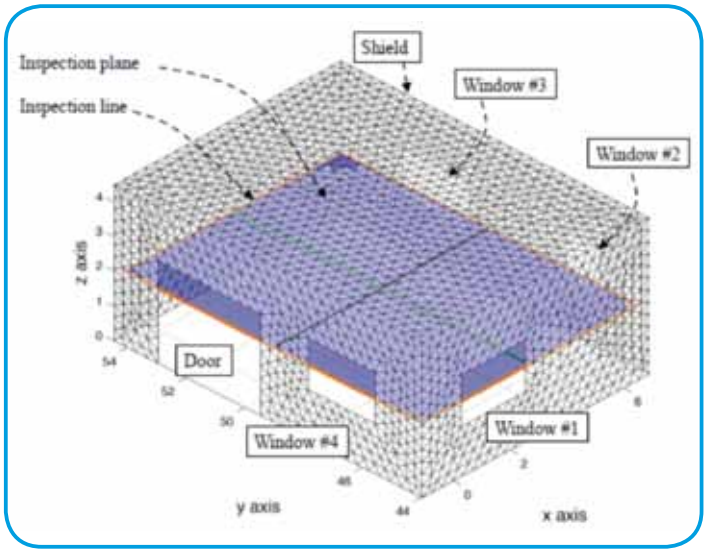


Abb. 9 - Geometrisches Modell der Abschirmung

Planung des Schirmungssystems

Die Abb. 10 zeigt die Farbansicht der magnetischen Induktion vor und nach der Implementation der Abschirmung, welche deren reduzierende Wirkung beweist.

Die Abb. 11 zeigt das Schirmungssystem während seiner Installation, während die Abb. 12 die nach dem Dämpfungsvorgang gemessenen magnetischen Induktionsniveaus enthält; diese Niveaus weisen eine optimale Übereinstimmung mit den Designspezifikationen auf (Abb. 10).

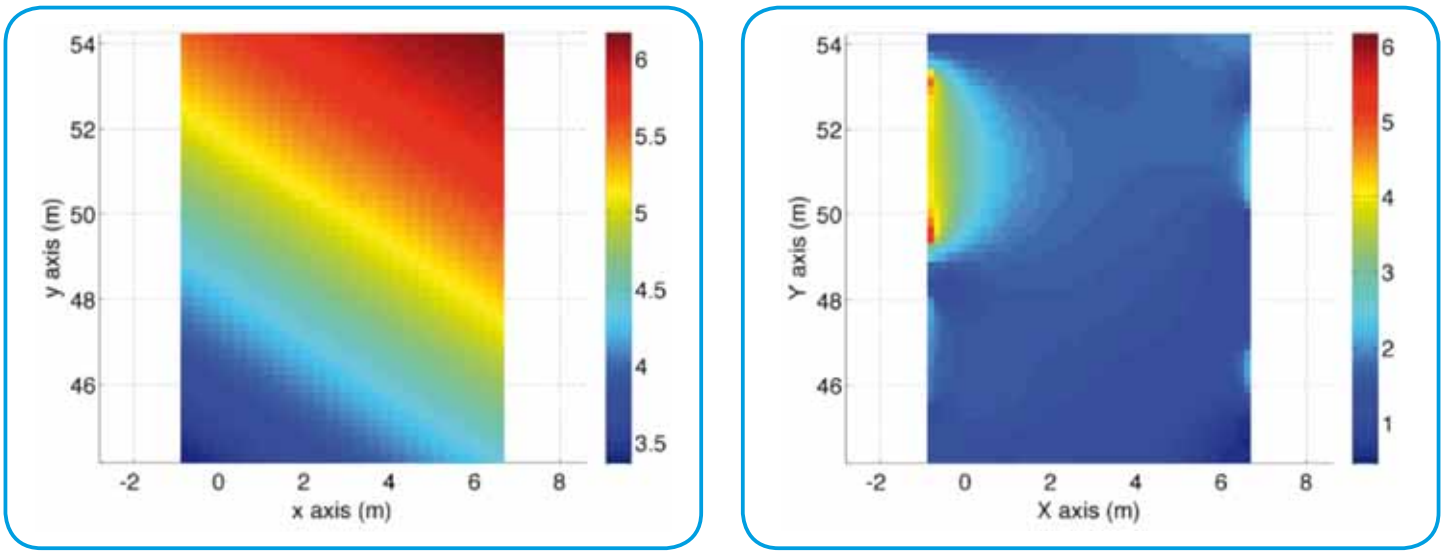


Abb. 10 - Farbansicht der magnetischen Induktion ohne und mit Abschirmung



Abb. 11 - Installation der Abschirmung

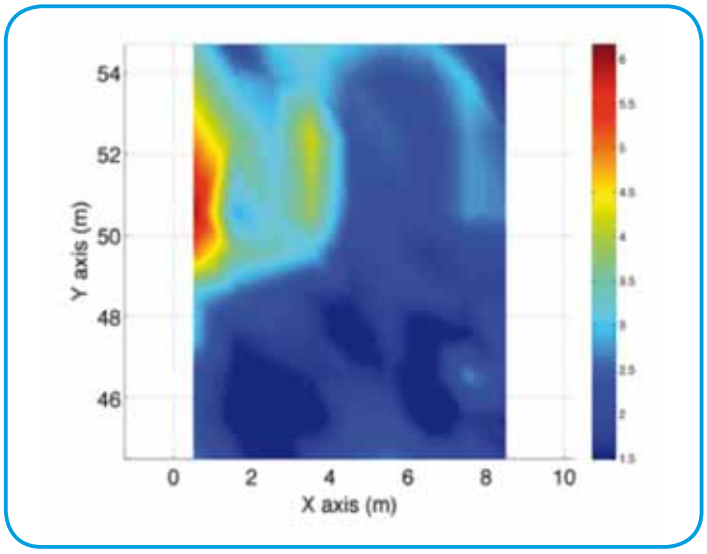


Abb. 12 - Farbansicht der mit Abschirmung gemessenen magnetischen Induktion

SATISHIELDING

Produkte und Lösungen 23

Abschirmplatten 24
Profile 29
Abschmirmung für Energieverteilungskabinen mit Grenzabstand 0: Kabine FR Null 30
Selbsttragende Abschirmstruktur 32
Schirmende Kabelkanäle und Abdeckungen 34
Unterirdische Abschirmungsleitungen 36
Software MAGIC® 39

Abschirmplatten

Produktleitfaden

Die von Sati Shielding S.r.l. angebotenen Schirmbleche sind mehrschichtig, bestehend aus leitendem und ferromagnetischem Material. Das unterschiedliche Verhalten der beiden Materialien, führt zu einem Produkt mit optimaler Abschirmwirkung nahe der Quelle und behält einen guten Schirmfaktor selbst wenn es wegbewegt wird.

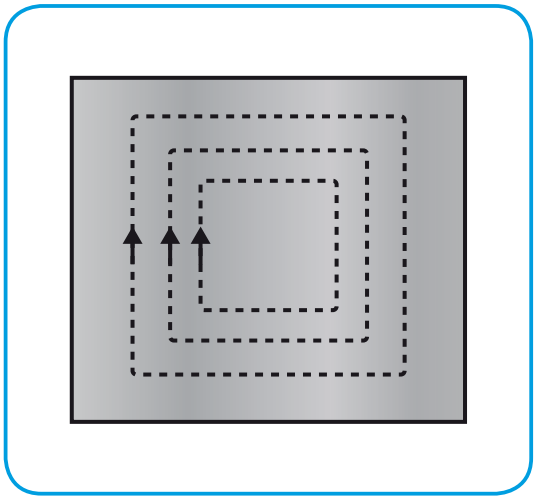
Die Ausrichtung der Abschirmplatten zur "Quelle des Magnetfeldes" ist für dessen Dämpfung äußerst wichtig. Theoretische Analysen, die durch experimentelle Tests unterstützt werden, haben ergeben, dass das Anbringen der Platten mit der ferromagnetischen Seite in Richtung der Quelle nur im Fall eines Aufenthaltes in einer Entfernung von wenigen Zentimetern von der Abschirmung und bei einer vollständigen Abschirmung des Raumes in der sich die Quelle befindet, eine höhere Abschirmungsleistung garantieren; folglich wird diese Art der Installation nur Empfohlen, wenn sich das "Opfer" sehr nahe (wenige cm) am Schirm befindet.

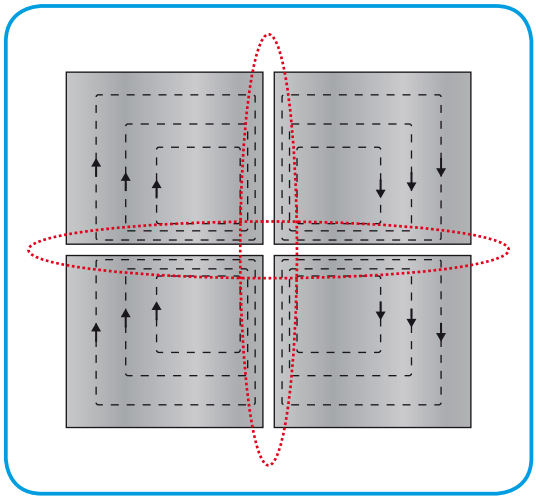
In allen anderen Fällen werden die besten Dämpfungsleistungen erzielt, wenn das Material mit hoher Leitfähigkeit zur "Quelle" hin ausgerichtet ist und das ferromagnetische Material zum "Opfer".

Dies ist von zwei Faktoren abhängig, die wie folgt zusammengefasst werden können:

1) Die Funktion des leitenden Material beruht auf dem Prinzip, ein Magnetfeld zu erzeugen, das sich dem Feld der Quelle widersetzt, indem darin Ströme vom Ursprungsfeld selbst induziert werden. Es ist daher angebracht, dass das leitende Material größtmöglichen Kontakt mit dem Ursprungsfeld hat. Wenn die Platte mit der Seite des ferromagnetischen Materials zur Quelle ausgerichtet wird, mindert dies die Funktionsweise des leitenden Materials.

2) Die Wirksamkeit eines Schirms hängt von der magnetischen und elektrischen Kontinuität der Abschirmplatten ab. Die mangelnde Verbindung zwischen den Platten mit hoher Leitfähigkeit verringert stark die Abschirmungseigenschaften insgesamt, da die induzierten Ströme, die das Gegenfeld erzeugen, innerhalb der einzelnen Platten eingeschlossen bleiben und nicht von einer Platte zur nächsten fließen können. Deshalb ist die elektrische Verbindung zwischen den Platten durch Metallbänder oder Verschweißen äußerst wichtig.









Abschirmplatten

Platte Serie LT mit geringer Stärke 2,7 mm

Lo spessore complessivo della piastra è pari a 2,7 mm, con strati aventi le seguenti caratteristiche:

- 1° Schicht: Material mit hoher magnetischer Permeabilität, das aus 2 übereinanderliegenden Platten mit jeweils 0,35 mm Stärke besteht.
- 2° Schicht: Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit von 2 mm Stärke.

Der Abschirmungsfaktor wird in Abb. 13 wiedergegeben.

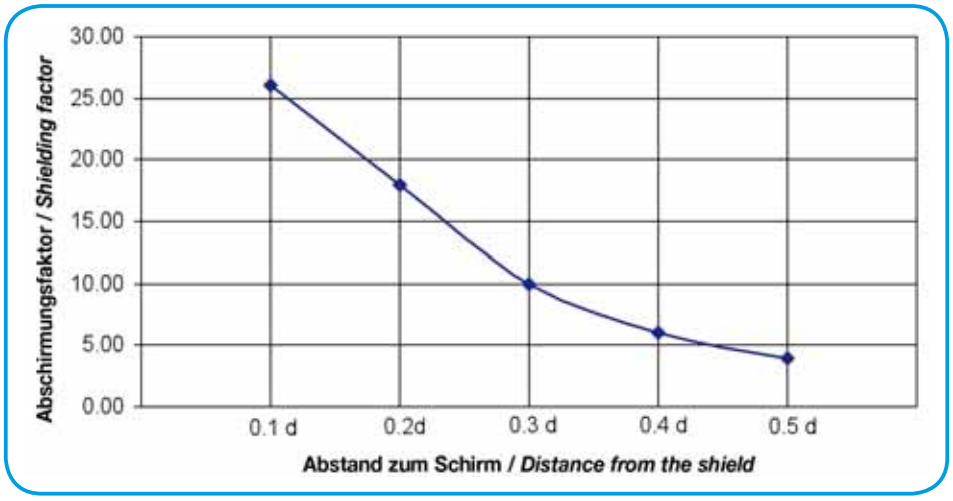


Abb. 13a -Abschirmungsfaktor für Platte Typ LT mit dem Material mit hoher magnetischer Permeabilität in Richtung der Quelle..

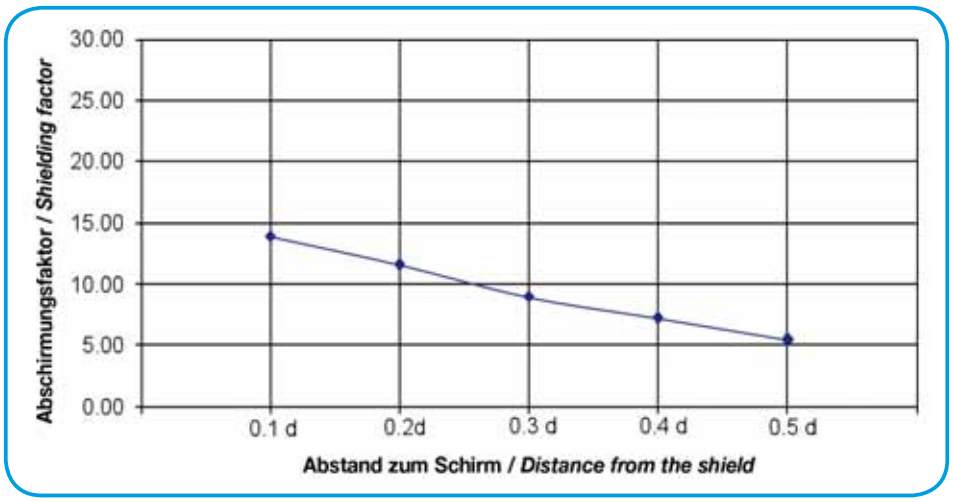


Abb. 13b - Abschirmungsfaktor für Platte Typ LT mit dem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit in Richtung der Quelle.

Abschirmplatten

Platte Serie MT mit mittlerer Stärke 4,7 mm

Die Gesamtstärke der Platte beträgt 4,7 mm, die Schichten besitzen folgende Eigenschaften:

- 1° Schicht: Material mit hoher magnetischer Permeabilität, das aus 2 übereinanderliegenden Platten mit jeweils 0,35 mm Stärke besteht.
- 2° Schicht: Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit von 4 mm Stärke.

Die Serie MT hat eine verstärkte leitende Abschirmung und verfügt über Abschirmungsfaktoren, die mit zunehmendem Abstand vom Schirm hoch bleiben.

Der Abschirmungsfaktor wird in Abb. 14.

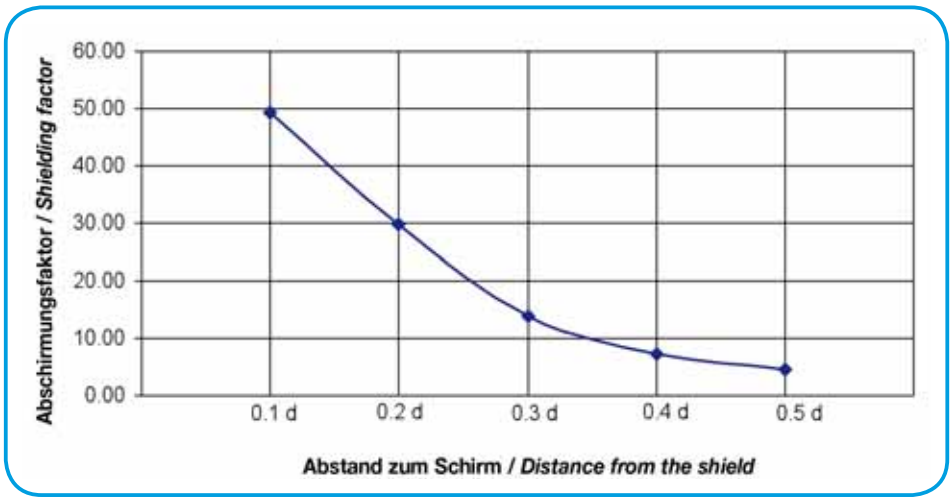


Abb. 14a - Abschirmungsfaktor für Platte Typ MT mit dem Material mit hoher magnetischer Permeabilität in Richtung der Quelle.

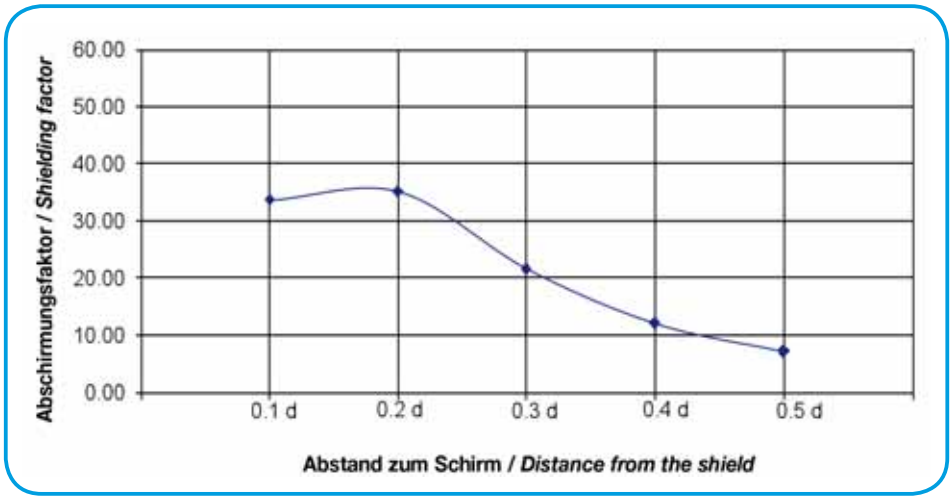


Abb. 14b -Abschirmungsfaktor für Platte Typ MT mit dem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit in Richtung der Quelle.

Abschirmplatten

Platte Serie HT mit hoher Stärke 6,4 mm

Die Gesamtstärke der Platte beträgt 6,4 mm, die Schichten besitzen folgende Eigenschaften:

- 1° Schicht: Material mit hoher magnetischer Permeabilität, das aus 4 übereinanderliegenden Platten mit jeweils 0,35 mm Stärke besteht..
- 2° Schicht: Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit von 5 mm Stärke.

Die Serie HT hat sowohl eine verstärkte leitende Abschirmung als auch eine verstärkte ferromagnetische Abschirmung und verfügt über sehr hohe Abschirmungsfaktoren in Schirmnähe, die mit zunehmendem Abstand vom Schirm hoch bleiben.

Der Abschirmungsfaktor wird in Abb. 15.

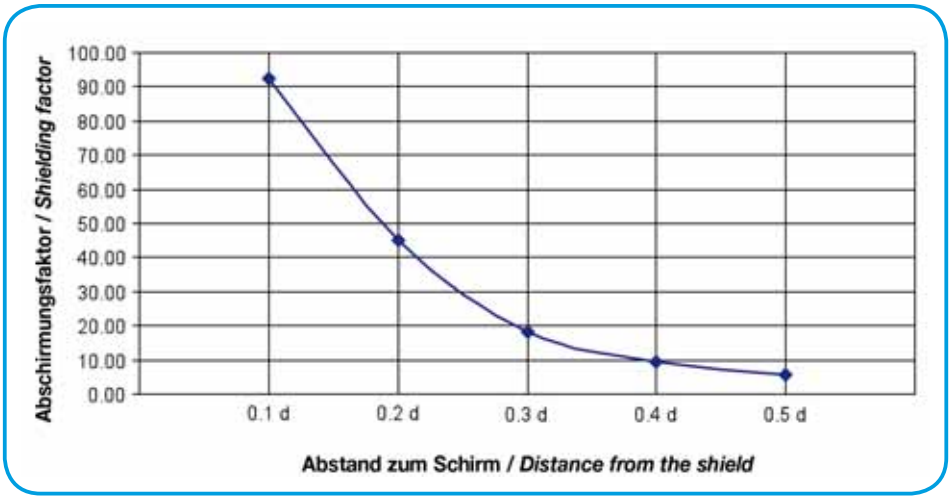


Abb. 15a - Abschirmungsfaktor für Platte Typ HT mit dem Material mit hoher magnetischer Permeabilität in Richtung der Quelle.

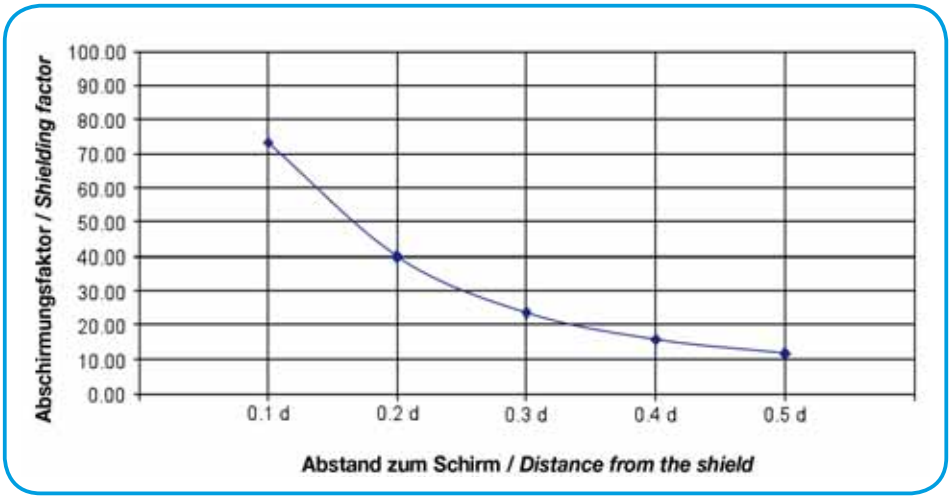


Abb. 15b - Abschirmungsfaktor für Platte Typ HT mit dem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit in Richtung der Quelle.

Abschirmplatten

Platte mit geringer Stärke 2,7 mm (Serie LT Low Thickness)



Standard

Code LT	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PLT0101	2,7	500 x 500	2,724
PLT0102	2,7	500 x 1000	5,448
PLT0103	2,7	1000 x 1000	10,895

Spezielle Platten nach Zeichnung

Code LT	Spessore mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PLT0111	2,7	500 x 500	2,724
PLT0112	2,7	500 x 1000	5,448
PLT0113	2,7	1000 x 1000	10,895

Platte mit mittlerer Stärke 4,7 mm (Serie MT Medium Thickness)



Standard

Code MT	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PMT0201	4,7	500 x 500	4,074
PMT0202	4,7	500 x 1000	8,148
PMT0203	4,7	1000 x 1000	16,295

Spezielle Platten nach Zeichnung

Code MT	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PMT0211	4,7	500 x 500	4,074
PMT0212	4,7	500 x 1000	8,148
PMT0213	4,7	1000 x 1000	16,295

Platte mit hoher Stärke 6,4 mm (Serie HT High Thickness)



Standard

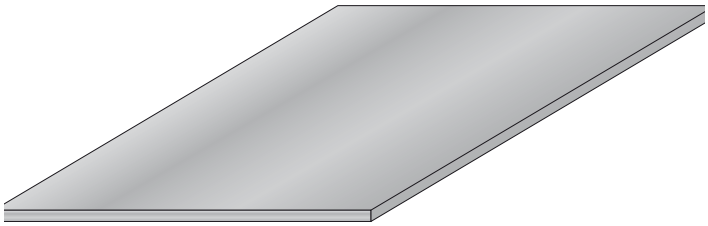
Code HT	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PHT0301	6,4	500 x 500	6,123
PHT0302	6,4	500 x 1000	12,246
PHT0303	6,4	1000 x 1000	24,490

Spezielle Platten nach Zeichnung

Code HT	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PHT0311	6,4	500 x 500	6,123
PHT0312	6,4	500 x 1000	12,246
PHT0313	6,4	1000 x 1000	24,490

Profile

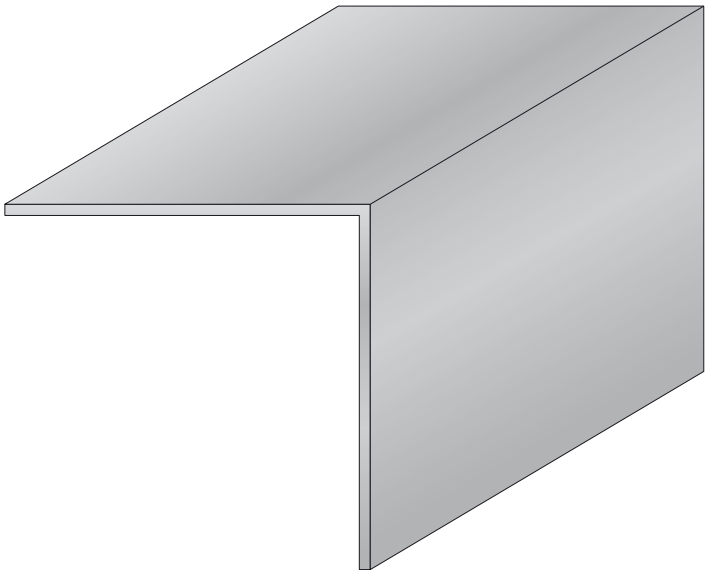
Flachprofil





Code	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PPI0097	3	100 x 1000	0,810

Winkelprofil





Code	Stärke mm	Abmessungen mm	kg/Stck.
PAN0095	3	80 x 80 x 1000	1,283

Abschmirmung für Energieverteilungskabinen mit Grenzabstand 0: Kabine FR Null

Die Dämpfungsmaßnahme "Kabine mit Grenzabstand Null" hat den Zweck, den Grenzabstand einer MT/BT-Umspannkabine zur Energieverteilung auf Null zu setzen; normalerweise beträgt dieser Abstand 2-2.5 Meter vom Umriss der Kabine aus.

Die Nullsetzung des Grenzabstandes wird gemäß Norm unter Verwendung einer gültigen Software festgesetzt und experimentell in Entsprechung der Norm CEI EN 62110:2012-11 in einem Abstand von 20 cm ab den Kabinenwänden geprüft.



Abb. 16 - Sekundär Trafostation

Ausgehend von der Konfiguration der MT/BT Trafostation, die üblicherweise aus einem MT Schaltkasten, einem MT/BT Umspanner normalerweise Ölbad-Typ und einem BT-Schaltkasten besteht, wird ein Rechnungsmodell mithilfe der vom D.M. (Ministerialdekret) des 29. Mai 2008 genehmigten Software MAGIC erstellt. Dieses Dekret zieht die höchsten magnetischen Emissionen in Anbetracht:

- MT-Kasten;
- MT/BT Umspanner;
- Verbindungsleitungen zwischen MT/BT Umspanner und dem Niederspannungsverteilerkasten;
- Verbindungsleitungen zwischen dem MT-Kasten und den MT-Anschlüssen des Umspanners.
- BT-Schalterkasten.

Das Studium befasst sich mit der Feststellung der Werte der magnetischen Induktion, die von der Kabine im umliegenden Bereich auf verschiedenen Ebenen x-y parallel zur Trittfläche der Kabine und auf verschiedenen Höhen z der Trittfläche erzeugt werden.

Für jede Emissionsquelle wird eine Abschirmung entworfen, welche die Einhaltung der Qualitätsgrenze (3 μT) bei Bemessungsstromstärke gewährleistet.

Die abschirmenden Elemente, die in ihrer Gesamtheit die Maßnahme zur Dämpfung der magnetischen Induktion darstellen, sind aus extrem leitungsfähigem Material, das eine beträchtliche magnetische Durchlässigkeit aufweist und für sämtliche vorab genannten Quellen wirksam ist.

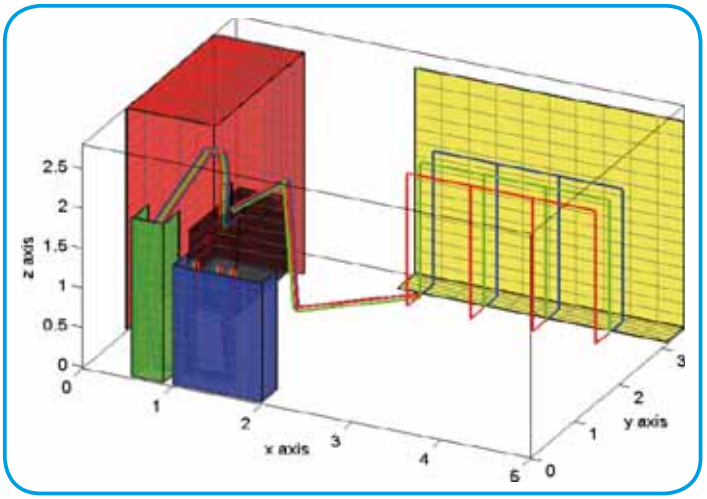


Abb. 17 - Entwurf und Simulation der abschirmenden Elemente

Abschmirmung für Energieverteilungskabinen mit Grenzabstand 0: Kabine FR Null

Die Kabine wird so realisiert, dass die Geräte und Abschirmungen gemäß Entwurf und den gelieferten Anweisungen installiert werden.



Abb. 18 - Installation der abschirmenden Elemente

Die Darstellung dieser Abschirmung wurde durch Messungen der magnetischen Induktion entlang des Umrisses der Kabine mit einem Schritt von 0.50 m und einem Abstand von der Kabine von 0.20 m überprüft. Für jeden Punkt wurden drei Messungen in drei unterschiedlichen Höhen in Bezug auf die Trittfläche der Kabine vorgenommen (0.5; 1; 1.5 m). Abschließend wird an jeder Messstelle der Durchschnittswert der in den drei verschiedenen Höhen vorgenommenen Messungen errechnet.

Dies bestätigt die Nullsetzung des Grenzabstands der Trafostation und stellt die Abnahme des installierten Dämpfungssystems dar.

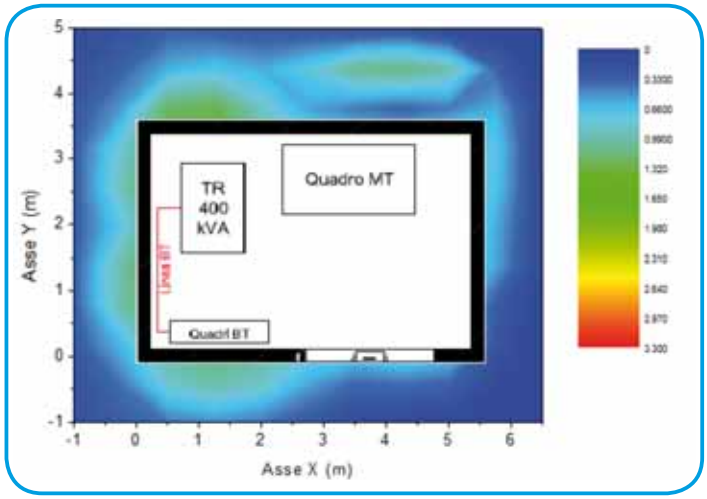


Abb. 19 - Während der Abnahme des Abschirmsystems erhobene Messwerte

Infolge der vorgeschlagenen Dämpfungsmaßnahme kann behauptet werden, dass der von der Kabine aufgewiesene Grenzabstand dem und von sämtlichen Kabinenwänden aus 0 (Null) Meter beträgt.

Es existieren zwei Varianten von Abschirmung, die für Kabinen zu 400 und 630 KVA anwendbar sind.

Umspannkabine	Code
400 kVA	FRZ0400
630 kVA	FRZ0630

Selbsttragende Abschirmstruktur



Die Abschirmung der Trockenumspanner wird oftmals durch die von denselben erzeugten intensiven magnetischen Feldern erschwert. Hier ist ein Abschirmsystem erforderlich, das ein hohes Abschirmungsvermögen aufweist, das nur durch die Kombination von Materialien mit magnetischem und leitfähigem Verhalten erreicht werden kann. Sat Shielding hat, vom Standardprodukt ausgehend, eine innovative und lokalisierte Abschirmung des Umspanners entwickelt, das aus einer selbsttragenden Trennwand besteht, die in der Nähe des Umspanners zu installieren ist.

Beschreibung der Abschirmungsmaterialien und Effizienz:

Das System zur Dämpfung der magnetischen Induktion wird durch die Anbringung magnetischer Abschirmungen erreicht, für die zwei verschiedene Materialien gepaart werden.

- Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit.
- Material mit hoher magnetischer Permeabilität.

In der Materialschicht mit hoher elektrischer Leitfähigkeit bilden sich in Gegenwart eines variablen Magnetfeldes (Induktionsfeld) Ausgleichsströme, die ihrerseits als Reaktion ein Magnetfeld erzeugen (Eigenfeld). Die kombinierte Wirkung der Felder, Induktionsfeld und Eigenfeld führt zu einer Minderung des gesamten Magnetfeldes.

Die Materialschicht mit hoher magnetischer Permeabilität ermöglicht das Mindern der magnetischen Induktion durch die Absorption des vorliegenden Magnetfeldes. Das Abschirmungsverhalten ähnelt einem "Regenschirm" zum Schutz vor dem Magnetfeld, das in der Nähe des Schirms sehr intensiv sein kann, aber mit zunehmender Entfernung abfällt.

Die Kombination der beiden Materialien, ferromagnetisch und leitend, ermöglicht es einen Schirm zu realisieren, der optimale Abschirmungseigenschaften sowohl in der Nähe des Schirms, dank insbesondere des ferromagnetischen Schirms, als auch entfernt vom Schirm, dank des leitenden Schirms, besitzt.

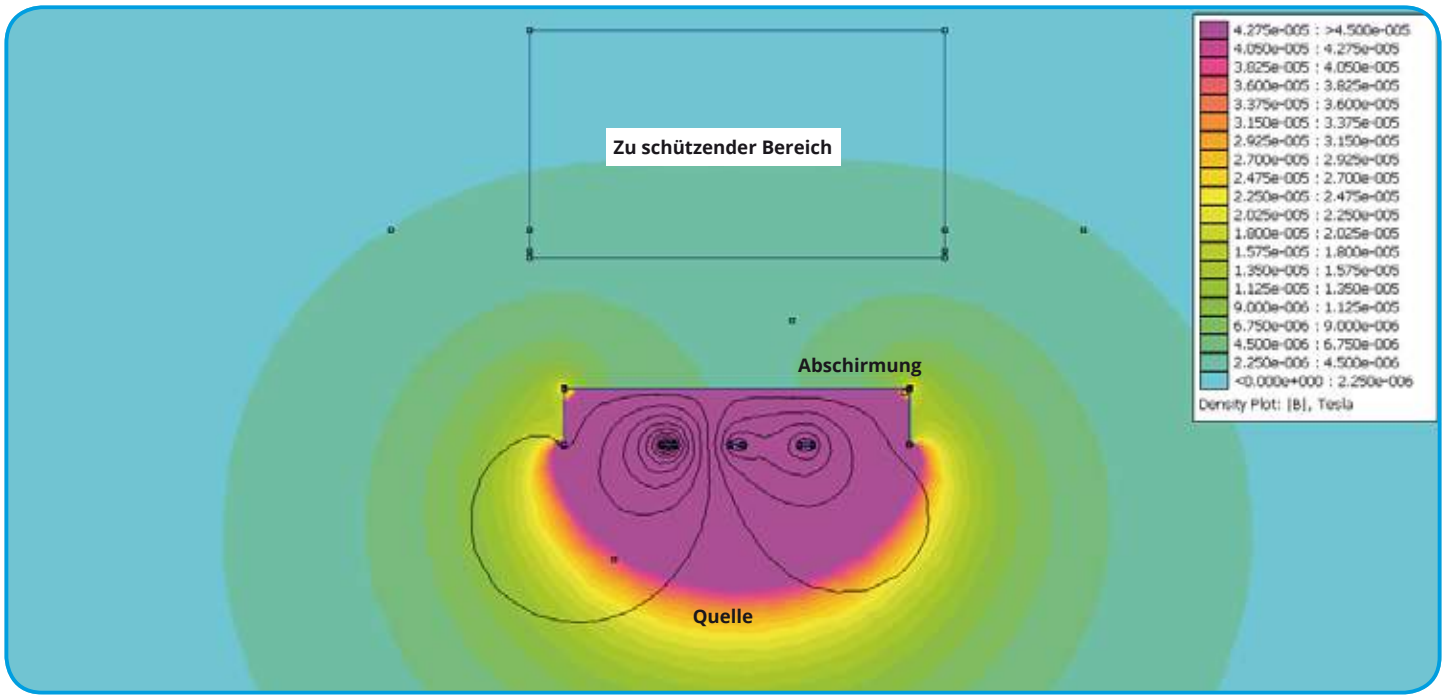


Abb. 20 - Wirkung der Abschirmung mit Anzeige der Ebenen der magnetischen Induktion im Bereich, der zu schützen ist

Selbsttragende Abschirmstruktur

Die abschirmende Wirkung wird durch die Messung des Abschirmungsfaktors (SF: Shielding Factor) im Forschungs- und Entwicklungslabor der Sati Shielding S.r.l. in via Ferrero 10, Rivoli Cascine Vica (TO) bestimmt.

Die Untersuchungen bestehen in der Messung der Werte der magnetischen Induktion, die von einem Umspanner aus Harz mit Nennleistung 630 KVA vor und nach der Dämpfung des Feldes emittiert werden.

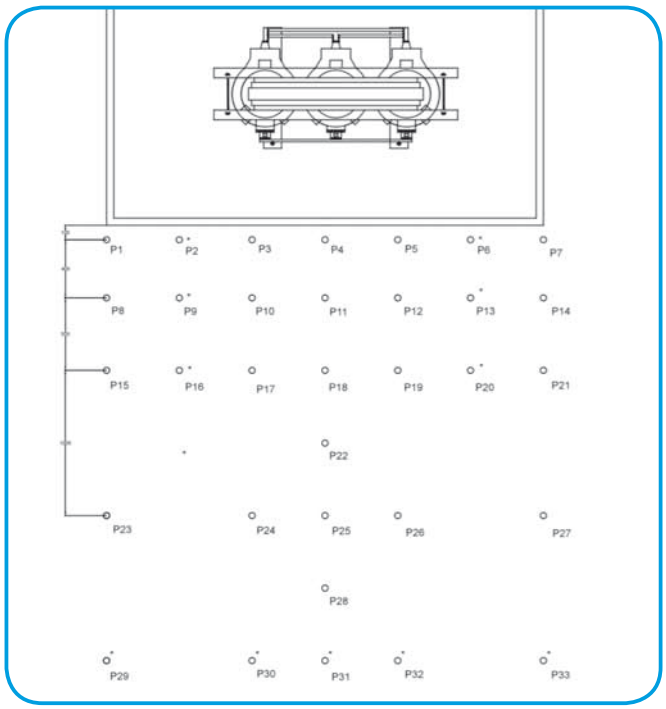


Abb. 21 - Prüfungslayout zur Bestimmung des Abschirmungsfaktors

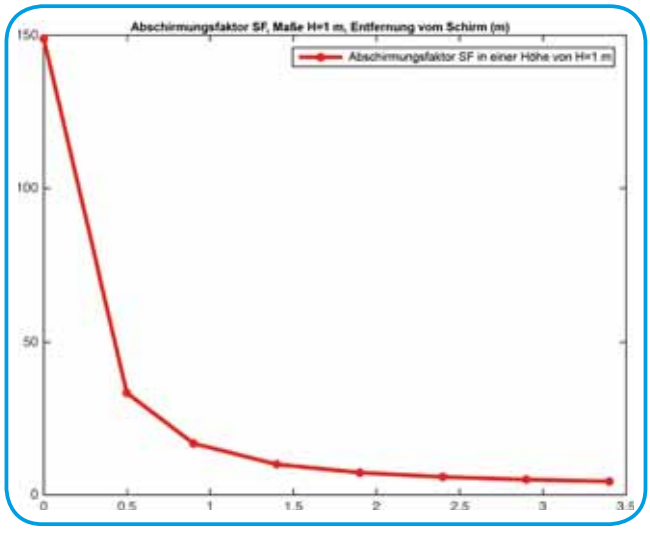


Abb. 23 - Entwicklung des Abschirmungsfaktors in Abhängigkeit der Entfernung vom Schirm in 1 m Bodenhöhe

Testgestaltung und Messwerte sind nebenstehend angegeben:

Die Abmessungen des Schirms werden der Größe angepasst und demzufolge den Abmessungen des installierten Umspanners.

Beispielsweise werden die Abmessungen der Trennwand, mit der die experimentellen Prüfungen durchgeführt werden, angeführt.

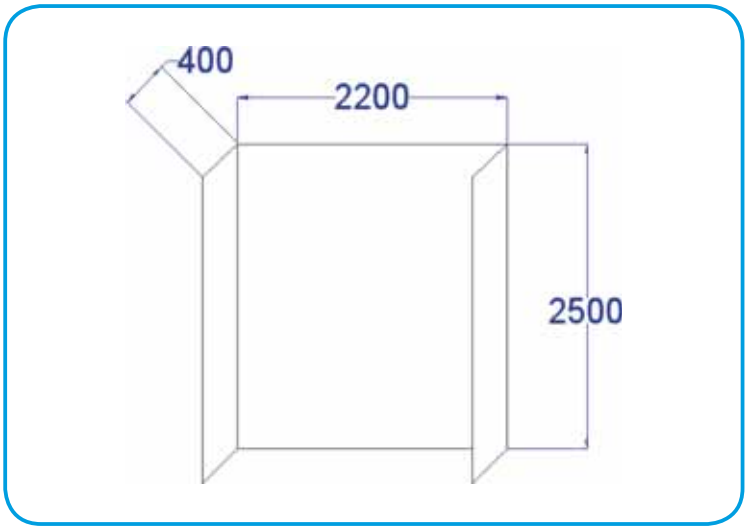


Abb. 22 - Abmessungen der Abschirmung

Der nachstehend vorgeschlagene Abschirmungsfaktor wird als Verhältnis zwischen den Modulen der magnetischen Induktion vor und nach der Abschirmung in Abhängigkeit des Schirmabstandes berechnet.

Es gibt einen einfachen und unmittelbaren Hinweis, um wie viele Male der Wert der magnetischen Induktion durch die Anwendung der Dämpfungsmaßnahme gemindert werden kann.

Dimension (mm) B x H x P	Code	kg/Stck.
2200 x 2500 x 400	SPU0102	94,50
	SPU0104	143,10
	SPU0106	191,70

Schirmende Kabelkanäle und Abdeckungen

Schirmender Kabelkanal.

Die schirmenden Kabelkanäle können einen Dämpfungsfaktor des Magnetfeldes gleich 25 sicherstellen und besitzen einen Aufbau wie in Abb. 24 dargestellt.

Es kann unter verschiedenen Abmessungen des schirmenden Kanals ausgewählt werden, die alle denselben Abschirmungsfaktor über die gesamte Länge des Kanals aufweisen.

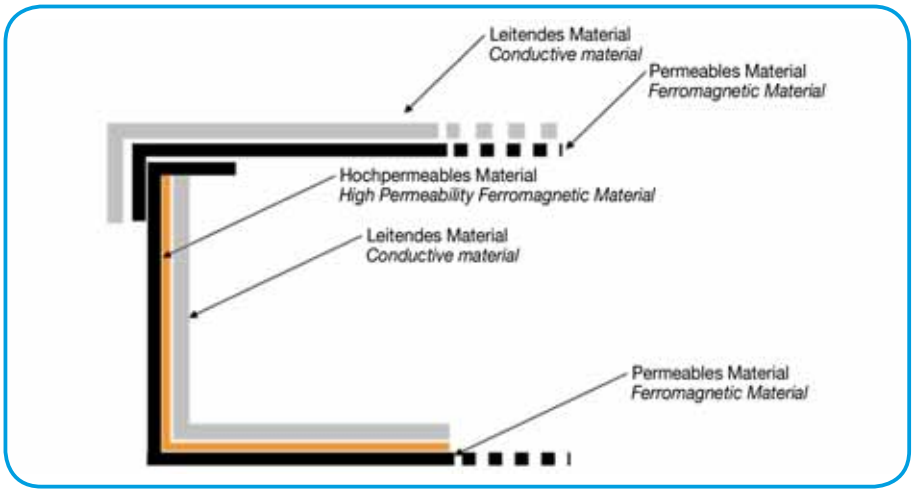
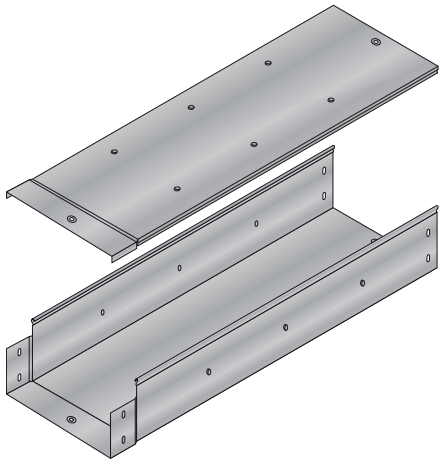


Abb. 24 - Aufbau des schirmenden Kabelkanals.

Schirmende Kabelkanäle und Abdeckungen

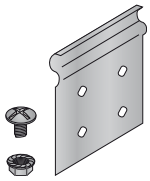
Kabelkanal komplett mit Abdeckung mit Spannverschluss



Länge L	Höhe H	Basis B	Code	kg./m.
3000	80	200	SCT0733	7,271
	100	100	SCT0717	5,397
		200	SCT0719	8,432
		300	SCT0720	11,893
		400	SCT0721	15,142
		500	SCT0722	17,996

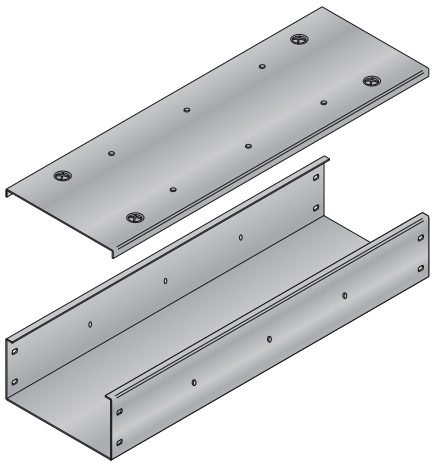
Lineares Verbindungsstück.

Komplett mit Muttern und Schrauben M 6 x 10.



Höhe H	Code	kg/Stck.
100	SCT0800	0,047

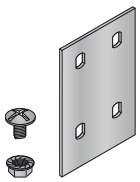
Kanal komplett mit Abdeckung mit Haken.



Länge L	Höhe H	Basis B	Code	kg./m.
2000	100	100	SCT0741	9,887
		200	SCT0743	14,382
		300	SCT0744	18,877
		400	SCT0745	23,372
		500	SCT0746	27,866

Lineares Verbindungsstück.

Komplett mit Muttern und Schrauben M 6 x 10.



Höhe H	Code	kg/Stck.
100	SCT0851	0,090

Unterirdische Abschirmungsleitungen

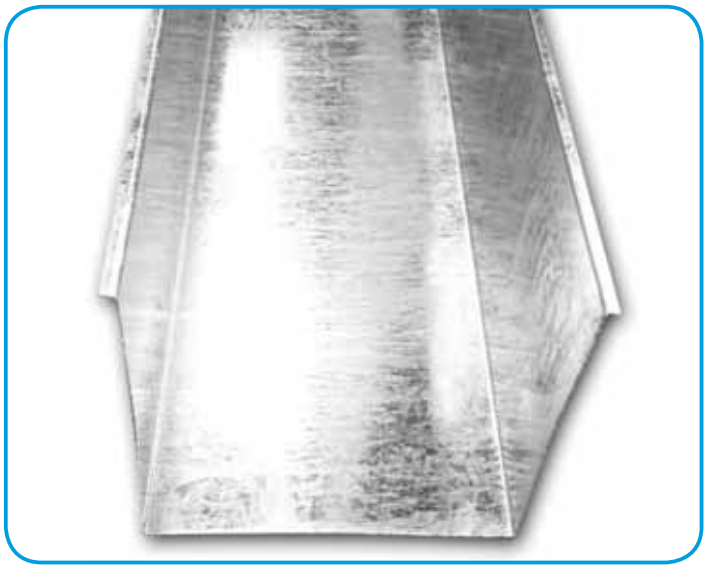
Die schirmenden Kanäle, die für eine Installation im Außenbereich geeignet sind, werden gemäß den gewünschten Abmessungen nach Maß entworfen. Die Wahl der Materialien für den Kanal, die Art der Verarbeitung und die Abmessungen hängen von den Installationsbedingungen und dem für die Dämpfung erforderlichen Abschirmungsfaktor ab. Es sind Kanäle mit Abschirmungskonfigurationen erhältlich, die durch unterschiedliche Abschirmungsfaktoren gekennzeichnet sind, die zwischen 8 und 30 liegen, außerdem verschiedene Typologien erhältlich, die zur Installation im Außenbereich oder für Unterirdische Verlegung geeignet sind.

Kanal komplett mit Abdeckung und Verschlussclip.



Länge L	Höhe H	Basis B	Code	kg./m.
3000	500	510	Auf Nachfrage	48,000





Unterirdische Abschirmungsleitungen

Sati Shielding S.r.l. verfügt über eine patentierte Abschirmtechnik, die auf dem Prinzip der Löschung der Quellen basiert. Diese Methode ähnelt der passiven Loop-Technik, bietet allerdings eine wesentlich höhere Leistungsfähigkeit und niedrigere Kosten.
Das System der Sati Shielding S.r.l. gehört zur Gruppe der passiven Abschirmung. Diese Systeme werden so bezeichnet, da sie die Energie direkt von der Quelle, die das abzuschwächende Feld erzeugt, entnehmen.
Die Innovation des Systems der Sati Shielding S.r.l. besteht in der hohen Kupplung zwischen Quelle und Abschirmung, welche durch die Verwendung eines entsprechend großen Magnetkerns erreicht wird.

Die hohe Magnetkupplung führt zu einer höheren Leistungsfähigkeit als herkömmliche Systeme. Darüber hinaus nutzt die angemessene Bemessung das verwendete Material voll aus und sorgt für eine wesentliche Kostensenkung im Vergleich zu traditionellen Lösungen.

Das angebotene System besteht aus relativ einfachen Teilen aus gängigen Werkstoffen, welche jedoch eine exakte elektrische und magnetische Größenbestimmung erfordert. Das angebotene Schirmungssystem eignet sich zur Klassifizierung in eine Reihe von Standardkomponenten, die einen Produktkatalog bilden können.

In einer Vielzahl von Anwendungen, wobei die unterirdischen Kabel die wichtigste bildet, bietet die vorgeschlagene Lösung eine höhere Leistung als konkurrierende Lösungen und dies bei deutlichen niedrigeren Kosten.

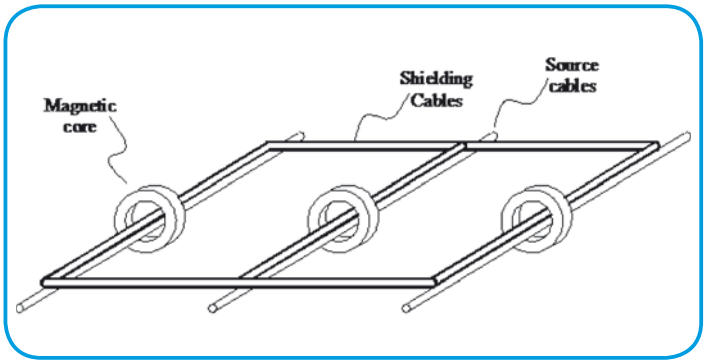
Das System von Sati Shielding S.r.l. wurde patentrechtlich geschützt unter dem Namen: "Verzahntes und leitfähiges hohes Magnetkupplungs-Schirmungssystem".

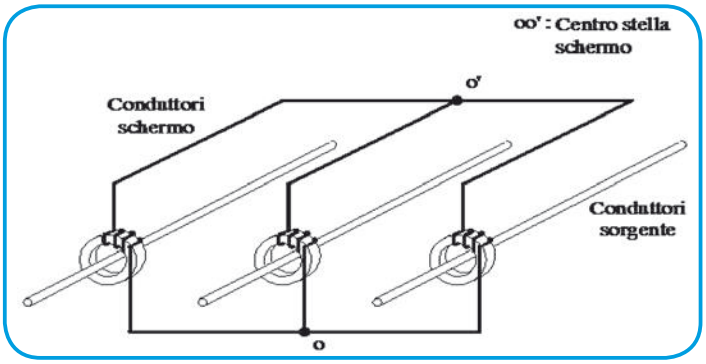
Technologie

Sati Shielding S.r.l. entwickelt, konzipiert und vertreibt Lösung zur Abschirmung von durch Erdkabelstromleitungen, Umladestationen und elektrische Betriebsmittel erzeugte magnetischen Feldern.

Sati Shielding S.r.l. verfügt über eine patentierte Abschirmtechnik, die auf dem Prinzip der Löschung der Quellen basiert. Diese Methode ähnelt der passiven Loop-Technik, die bereits in Stromleitungskabeln umgesetzt ist, bietet allerdings eine wesentlich höhere Leistungsfähigkeit und niedrigere Kosten.

Die Verbesserung wird durch die Kupplung der Quellen an die passiven Loops, anhand entsprechend großer Magnetkerne erreicht. Die von uns angebotene Abschirmtechnik verfügt über eine Reihe von Varianten entsprechend der verschiedenen Anwendungen.









Unterirdische Abschirmungsleitungen

Kabelleitungen

Die Abschirmung von Stromkabelleitungen ist wichtig, um die durch den Rahmen der nationalen Vorschriften, im Zusammenhang mit dem Schutz der Bevölkerung vor lang- oder kurzfristigen Auswirkungen durch magnetische Felder, eingeführten Niveaus für Magnetfelder zu erreichen.

Bei Anlagen von Hochspannungsstromleitungen sind so genannte Muffengruben unvermeidlich: Bereiche der Leitung mit Verbindungen (Fugen) zwischen den verschiedenen Abschnitten. Das Vorhandensein von Fugen bedingt einen größeren Abstand der Leiter der Leitung, was zum Überschreiten der zulässigen Niveaus für Magnetfelder führt.

Es besteht daher die Möglichkeit, den genannten Bereich der Leitung ab zu schirmen und Sati Shielding S.r.l. hat für diese Anwendung eine Ad-hoch Abschirmung konzipiert.

Verglichen mit anderen bestehenden Lösungen für diesen Fall, reduziert das System von Sati Shielding S.r.l. den Materialeinsatz um einen Faktor von 2-3, die Installationszeit um einen Faktor von 3-4 und erhöht die Leistung d.h. den Abschirmungskoeffizienten um einen Faktor von 5-10.



Dimension B x H	Code	kg/Stck.
Ad Hoc	Auf Nachfrage	0,000

Software MAGIC®

MAGIC® – Die Magnetische Induktionskalkulation ist eine Software zur Berechnung des durch elektrische Quellen, wie Transformatoren, Stromleitungssysteme, MS/NS Umspannwerke, Ankerstellen, Sammelschienen oder elektrische Anlagen, erzeugten magnetischen Feldes.

MAGIC® ist ein Werkzeug für die Umweltverträglichkeitsprüfung von magnetischen Feldern und die Einrichtung der Pufferzonen für MS/NS Stromleitungen und Umspannwerke.

Die Software richtet sich an Designbüros, Ingenieurunternehmen und Fachleute, die Umweltverträglichkeitsprüfungen durchführen. Sie ist einfach und benutzerfreundlich gestaltet und die für die Bewertung einer Fallstudie erforderlichen Angaben, sind leicht den Grundrissen und Konstruktionsdaten zu entnehmen.

MAGIC® perlaubt die Analyse von:

- **Einzelne Quellen** (Stromleitungen, Kabel, Mehrfachleitersysteme, Transformatoren) in zweidimensionalen und dreidimensionalen Konfigurationen durch die Integration des Biot-Savart-Gesetzes.
- **Komplexe Systeme** wie elektrische MS/NS Umspannwerke, unter Berücksichtigung der Dreidimensionalität der Quellen, ihrer tatsächlichen Lage und der Überlagerung der Auswirkungen der verschiedenen Umspannwerkskomponenten. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Modellierung von Komponenten wie die in den Umspannstationen vorhandenen Transformatoren gelegt.

Hinsichtlich besonderer Quellen, erlaubt **MAGIC®** die Analyse von:

- **MS/NS Umspannstationen bis zu 6 Transformatoren**, Aufspüren von Pufferzonen für die Umweltverträglichkeitsprüfung, Optimierung der Anordnung der Komponenten in der Planungsphase, um das erzeugte magnetische Feld auf ein Minimum zu reduzieren, Bewertung des Bedarfs an Abschwächungsschritten des magnetischen Feldes für bestehende und geplante Umspannstationen, die nicht bemessen werden müssen.
- Magnetische Felder, erzeugt durch Kabelleitungen oder Kabelleitungssysteme (unterirdisch, auf Landebahnen, Leitungsrohren und Leerrohren etc.), Finden einer Kabelkonfiguration, die die Reduzierung des magnetischen Feldes auf ein Minimum versichert, Erzeugung von graphischen Ausgaben, die direkt in den Umweltverträglichkeitsprüfungen zum Einsatz kommen.
- Magnetische Felder, erzeugt durch Oberleitungsanlagen in beliebiger Konfiguration (in Stromleitungen mit gekreuzten, paralleler und naher Spannweiten etc.).

Um diesen Bedürfnissen gerecht zu werden, hat Sati Shielding S.r.l., dank der bei vielen Anwendungen erworbenen Erfahrung, die Software MAGIC® entwickelt.

Hauptmerkmale der MAGIC® Software

- Einfache Bedienoberfläche für das schnelle Anzeigen von Niveaus magnetischer Induktion.
- Berechnung an Punkten und graphische Anzeige auf Linien und Oberflächen.
- Analysen zweidimensionaler und dreidimensionaler Strukturen.
- Analysen beachtenswerter Konfigurationen der Projektplanung: Verteilung, Transportleitungen, Umspannwerke etc.
- Parametrische Modelle
- Von Sachverständigen vielseitig getestet.
- Umsetzung genauer Modelle mit besonderem Bezug auf Leistungstransformatoren.
- Strengste Beachtung der Bestimmungen und Normen des Sektors.
- Möglichkeit der Implementierung jeder dreidimensionalen Quelle durch ein offenes Umfeld.

Dem Team von Sati Shielding S.r.l. geht es nicht nur um die Vermarktung einer Software, sondern um die Schaffung eines Netzwerks von Spezialisten, die sich zur Erörterung von Fragen bezüglich der Umweltverträglichkeitsprüfung von magnetischen Feldern treffen. **MAGIC®** wird regelmäßig aktualisiert, durch das Eingeben neuer Quellen sowie die Einbeziehung der Rückmeldungen von Benutzern.

Software MAGIC®

Nutzen der Software

Die MAGIC® Software erlaubt dem Benutzer, die Bewertung von durch Systemquellen (Stromleitungen, MS/NS Umspannstationen, industrielle elektrische Anlagen, Hochspannungs- und Mittelspannungsoberleitungen, Ankerstellen etc.) hervorgerufenen magnetischen Feldern, selbst auf eine einfache und effiziente Weise, ohne spezifische Kenntnisse von Vorschriften für magnetische Felder und ohne Berater zurate zu ziehen, vorzunehmen.

Risikobeurteilung (Europäische Richtlinie 2013/35/UE) für die Exposition gegenüber magnetischen Feldern am Arbeitsplatz

Die Europäische Richtlinie 2013/35/UE verpflichtet Unternehmen dazu, die Beurteilung des Risikos durch Exposition gegenüber magnetischer Felder durchzuführen. Die Umweltverträglichkeitsprüfung von magnetischen Feldern kann mittels Messungen oder anhand von Berechnungsalgorithmen vorgenommen werden. Die MAGIC® Software erlaubt dem Personal der internen Konstruktionsabteilung des Unternehmens, die Beurteilung der durch seine elektrischen Geräte und Systeme hervorgerufenen magnetischen Felder, selbst durchzuführen und dies ohne Messungen und unter Beachtung der Vorschriften.

Bewertung der Niveaus von Feldern in Wohngebäuden

Die MAGIC® Software ermöglicht die Bewertung der magnetischen Induktion, die in Wohngebäuden durch Stromleitungen. MS/NS Umladestationen, Oberleitungen, Anlagenbaukonfigurationen hervorgerufen werden.

Beispiele von Analysen, die mit der MAGIC® Software durchgeführt werden können:

- Analyse der Exposition gegenüber magnetischen Feldern, hervorgerufen durch unterirdische Stromleitungen.
- Analyse der Exposition gegenüber magnetischen Feldern, hervorgerufen durch Oberleitungen (Hochspannungsmasten).
- Analyse der Exposition gegenüber magnetischen Feldern, hervorgerufen durch industrielle elektrische Anlagen.
- Analyse der Exposition gegenüber magnetischen Feldern, hervorgerufen durch MS/NS Umspannstationen.

Schaffung von Umspannwerken und Anlagen zur Reduktion von erzeugten magnetischen Feldern

In der Planungsphase einer elektrischen Anlage oder MS/NS Umspannstation, ist es möglich, kostenfreie Maßnahmen zur Reduktion von magnetischen Feldern in Anspruch zu nehmen (z.B. Umsetzung der Phasen der Stromleitungen, Umsetzung der Phasen auf zwei Transformatoren nebeneinander, etc.) und die erzeugten magnetischen Felder zu bewerten, um eine Konfiguration zu erreichen, die häufig zu magnetischen Induktionsniveaus führen, die unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen und das kostenfrei.

Adressaten der Software

Ingenieurunternehmen und Designbüros

Die MAGIC® Software macht es möglich, z.B. in der Planungsphase die Niveaus des magnetischen Feldes zu bewerten, welche die Stromleitung, das Umspannwerk oder die elektrische Anlage erzeugen wird. Es ist beispielsweise in der Planungsphase der Umspannstation oder Anlage möglich, verschiedene Kabelverlegungen (RSTRST, RSTTSR, RRSSTT, etc.) oder Bahnen von Stromleitungen und Leitungsrohre zu bewerten, um eine Lösung zu finden, die den Einsatz weiterer Maßnahmen zur Abschwächung von magnetischen Feldern vermeidbar macht und so zu bedeutenden wirtschaftlichen Vorteilen führt.

Organe die Umweltverträglichkeitsprüfungen durchführen

Die von der MAGIC® Software verwendeten Berechnungsalgorithmen entsprechen der geltenden rechtlichen Bestimmungen zur Bewertung magnetischer Felder und erzielen daher valide Ergebnisse für Bewertung der Grenzwerte der Exposition der Bevölkerung und die Risikobeurteilung am Arbeitsplatz, in allen Fällen, in denen das magnetische Feld eine niederfrequente Elektroanlage ist (Umladestationen, Stromleitungen, Transformatoren, HS und MS Oberleitungen, Ankerstellen etc.).

Konstruktionsabteilung von privaten Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen

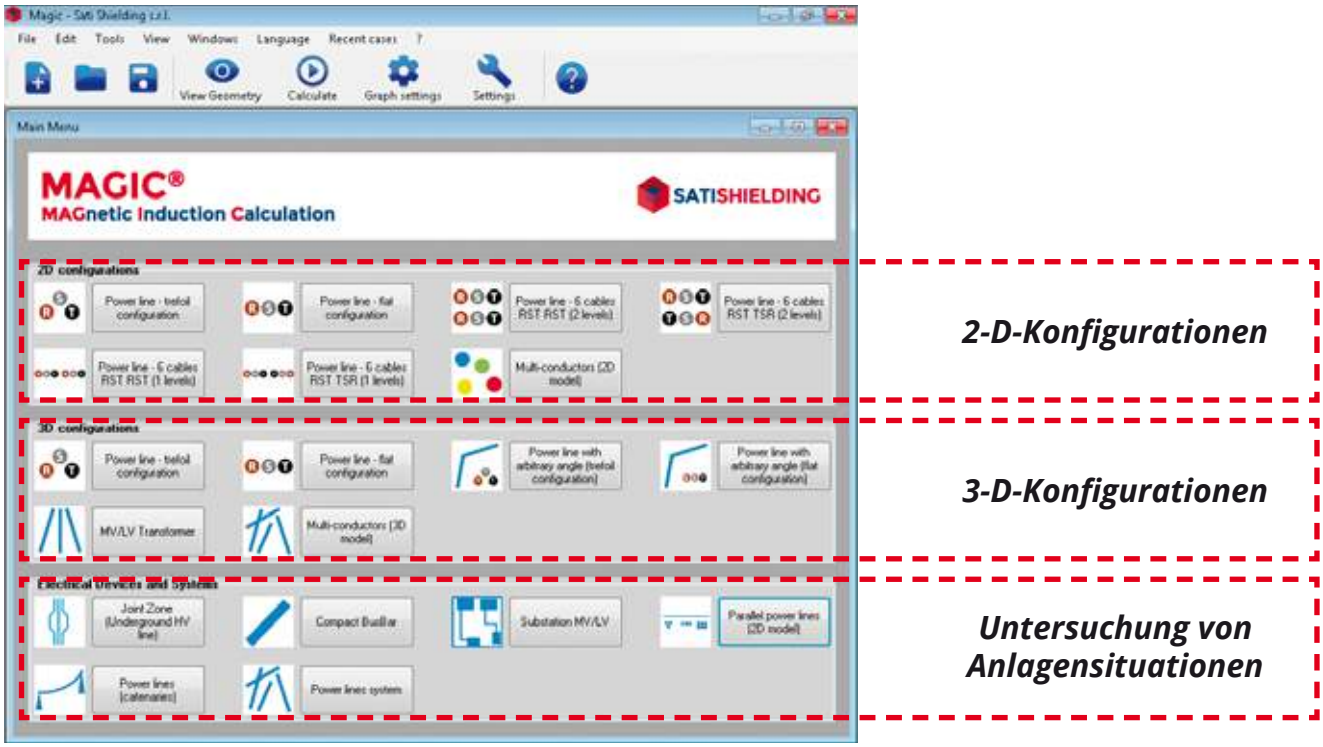
Die Verwendung der MAGIC® Software bedarf keiner spezifischen Kenntnisse von magnetischen Feldern. So kann eine Konstruktionsabteilung auf eine einfache und wirtschaftliche Weise selbständig Bewertungen magnetischer Felder durchführen, ohne dass dabei Berater hinzugezogen und Messungen durch externe Mitarbeiter durchgeführt werden müssen. Auf diese Weise kann die Konstruktionsabteilung die Beurteilung des Risikos durch Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern durchführen.

Die Konstruktionsabteilung kann außerdem unabhängig beurteilen, ob eine Magnetfeldquelle Abschwächungsmaßnahmen erfordert oder nicht (z.B.: MS/NS Umspannstation in der Nähe von Büros, Stromleitung in der Nähe von Arbeitsbereichen, etc.) Die Software wird mit Bedienungsanleitungen und Tutorials geliefert, welche den Bediener mit allen notwendigen Informationen zur Inbetriebnahme der Software versorgt.

Software MAGIC®

Untersuchung von Anlagensituationen

Es existieren typische Anlagenkonfigurationen, die häufig in der Praxis anzutreffen sind und eine Überlagerung der Effekte von verschiedenen Quellen erfordern. In der MAGIC® Software wurde ein Modul mit dem Ziel gewidmet, es in zukünftigen Versionen ständig mit neuen Typologien von Quellen zu aktualisieren. In der aktuell erhältlichen Version von MAGIC® werden 3 Typologien von Quellen vorgestellt: Verbindungsbereich einer HS-Kabelleitung, MS/NS-Transformatorstation und gemeinsamer Verlauf von HS-Kabelleitungen.

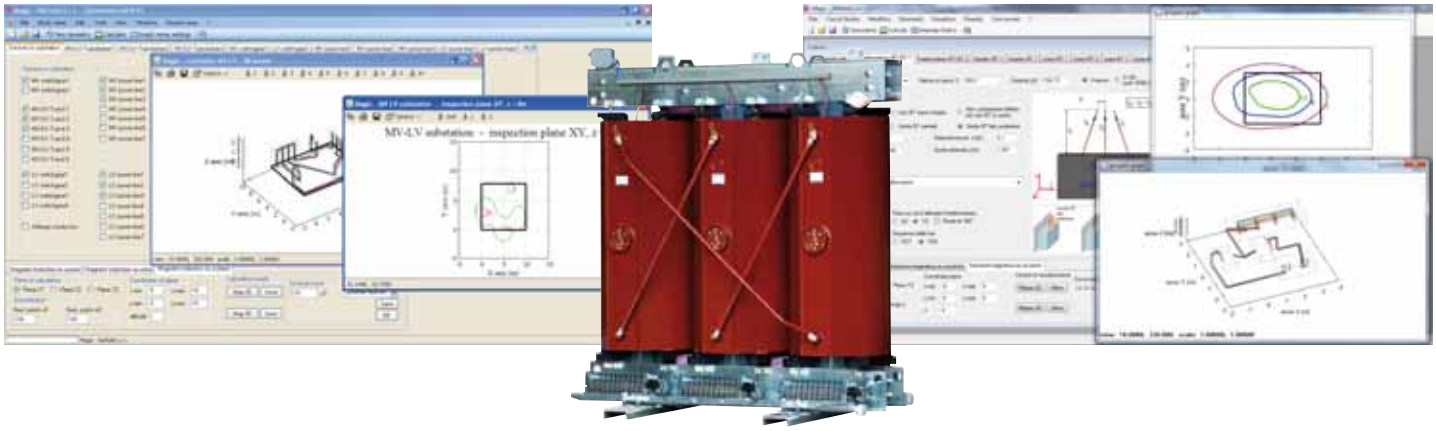


Komponenten

Im Gegensatz zu den Öltransformatoren befinden sich die Trockentransformatoren nicht in einem metallischen Gehäuse, das eine Abschirmung bietet. Das in MAGIC® implementierte Gesamtmodell der Trockentransformatoren ermöglicht die Berechnung des von den Trockentransformatoren erzeugten Magnetfelds.

Das Modell sieht zwei Annäherungsgrade vor, die die Berechnungszeit beeinflussen. In der Software sind sie als Vereinfachtes Modell und Rigoroses Modell gekennzeichnet. Für die Bewertung des in Abständen von mehr als einem Meter erzeugten Magnetfelds sind die beiden Modelle äquivalent, bei Berechnung von Punkten in geringerem Abstand zum Transformator ist hingegen das rigorose Modell präziser.

MAGIC® ist die einzige kommerzielle Software die zurzeit das exakte Modell zur Berechnung von Feldern implementiert, die von Trockentransformatoren ausgehen. In der Software sind basierend auf der Leistung des Transformators, die wesentlichen geometrischen Parameter definiert, die es dem Anwender ermöglichen, die Berechnung der magnetischen Induktion durchzuführen, ohne andere Daten außer der Nennleistung des Transformators zu kennen.

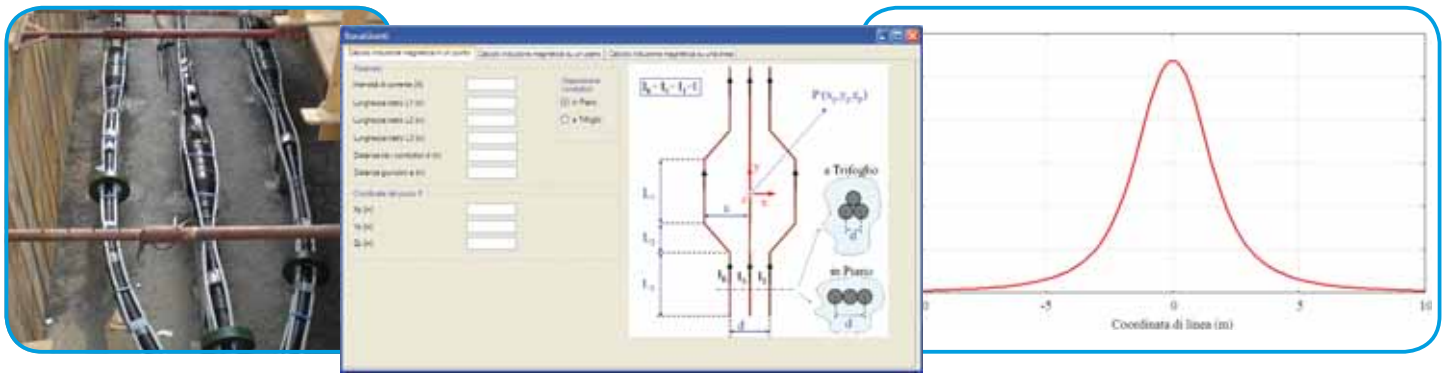


Software MAGIC®

HS-Leitungen: Verbindungsstellen

An den Verbindungsstellen von einpoligen Kabeln von HS-Leitungen, die sich im Allgemeinen in der Nähe zueinander in ebener oder dreieckiger Konfiguration befinden, sind die drei Leiter derselben Linie transversal bis zu einem Meter voneinander distanziert. Diese Entfernung erzeugt einen Anstieg der Werte der magnetischen Induktion, die beim Nennstrom auch 100 µT überschreiten kann. Der Bereich der Verbindung ist deshalb oft Gegenstand von sorgfältigen Bewertungen des Niveaus der magnetischen Induktion und der folgenden Schirmung; da der Grenzwert von 100 µT mit Kurzzeiteffekten assoziiert ist, muss dieser in jedem Augenblick an Orten, an denen eine vorübergehende Anwesenheit von Menschen bestehen kann, eingehalten werden (ICNIRP).

MAGIC® gestattet die Untersuchung des magnetischen Aspekts der Verbindungsbereiche mit einem voreingestellten parametrischen 3-D-Modell. Der Anwender muss deshalb nicht die Geometrie des Systems konstruieren, sondern einfach die Werte der Projektparameter einstellen.



Transformatorkabinen

Die Notwendigkeit zur Bewertung der magnetischen Auswirkungen von sekundären Transformatorkabinen (d.h. den MS/NS-Transformatorenkabinen) wird in sehr vielen Fällen als erforderlich erachtet. In Italien wird das Erreichen des Qualitätsziels (3 µT) gefordert, in anderen Ländern wie z.B. der Schweiz hingegen werden noch geringere Grenzwerte (1 µT) gefordert. Schätzungen zufolge ist für ungefähr 1% der Transformatorkabinen, vor allem im Privatbereich, eine Dämpfung erforderlich, um das Induktionsniveau auf die geforderten Werte bringen zu können. Das Ausmaß des Problems wird verständlich, wenn man bedenkt, dass die Zahl der Transformatorkabinen in Europa auf einige Millionen geschätzt wird. Die Hauptkomponenten einer Kabine, von denen dann verschieden starke magnetische Auswirkungen für die Umwelt ausgehen, sind: die in die Kabine eingehenden MS-Kabel, die MS- und NS-Verbindungen zwischen dem Transformator und den entsprechenden MS- und NS-Schaltschränken, die MS- und NS-Schaltschränke und der MS-/NS-Transformator. Von diesen Komponenten sind vor allem die Verbindungen und die NS-Schaltschränke sowie der Transformator, wenn es sich um einen Kunstharz-Transformator handelt, ausschlaggebend.

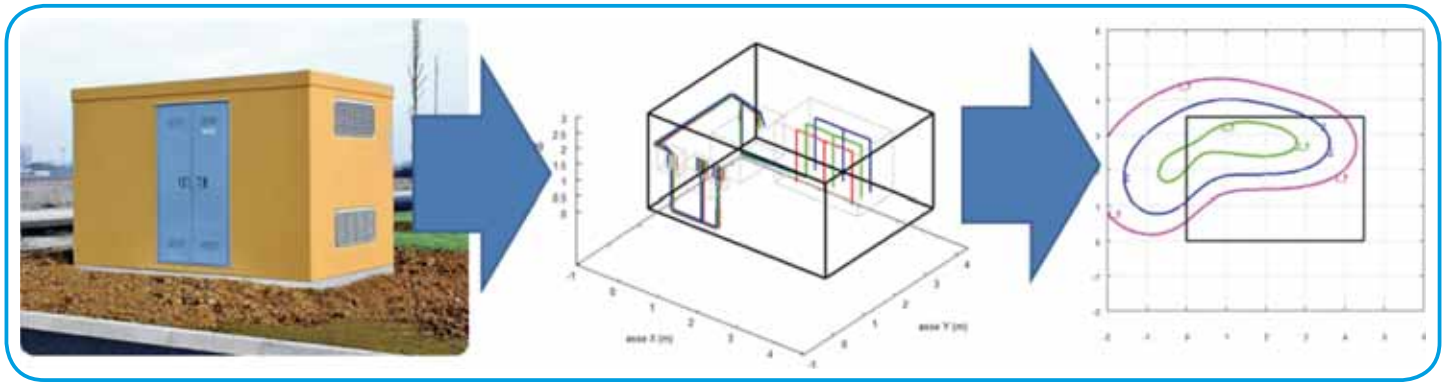
MAGIC® ermöglicht die Untersuchung von Transformatorkabinen mit max. 4 Transformatoren, wobei unterschiedliche planungs- und installationstechnische Aspekte berücksichtigt werden können:

a) Wahl zwischen einem Kunstharz- oder einem Öltransformator: bei einem Kunstharz-Transformator wird auch der Anteil des von den Wicklungen erzeugten Magnetfelds berücksichtigt.

b) MS- und NS-Leitungen und -Verbindungen.

c) MS-Schaltschränke mit Versorgungsfächern für Transformatoren und Ein-/Ausgabe.

d) NS-Verteilerkästen.



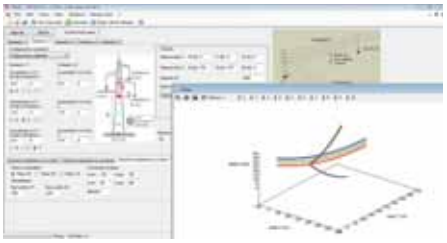
Software MAGIC®

Freileitungen

MAGIC® ermöglicht die Berechnung des von Freileitungen mit Hoch-, Mittel- und Niederspannung erzeugten Magnetfelds. Es gibt keine Einschränkungen in Bezug auf Art der Quellen, Anzahl der Leitungen und Anordnung der Leiter.

Mit MAGIC® kann ein vollständiges 3D-Modell der Quellen erstellen, und das Magnetfeld kann auf sämtlichen Untersuchungsebenen festgelegt werden. Das Ergebnis der Berechnung kann direkt als Bild oder im Vektorformat exportiert werden.





Die MAGIC Software wird in 3 verschiedenen Modi vertrieben:

- 1 oder 3-Jahreslizenz.
- Unbegrenzte Lizenz.
- 2- Wochen Lizenz (Versuch, oder einmalige Bewertung des Magnetfelds).

Lizenz nach 1 oder 3 Jahren auslaufend.

Die Software wird mit einer 1 oder 3-Jahreslizenz geliefert. Der Bediener erhält die Software per USB-Schlüssel, installiert diese auf seinen PCs und kann diese während der Gültigkeitsdauer der Lizenz benutzen. Nach Ablauf der Gültigkeitsdauer der Lizenz, funktioniert die Software nicht mehr und eine neue Lizenz muss erworben werden. Während der Gültigkeitsdauer der Lizenz ist der Benutzer darüber hinaus berechtigt, kostenfrei Aktualisierungen zu erhalten, welche Neuerungen und Fallstudien etc. umfassen.

Unbegrenzte Nutzungslizenz.

Diese Lizenz erlaubt dem Benutzer den Besitz einer Kopie der MAGIC® Software mit unbegrenzter Laufzeit.

Die Aktualisierungen (Neuerungen, Fallstudien etc.) werden nur für die ersten 3 Jahre kostenfrei bereit gestellt. Danach kann der Benutzer die Erweiterungen erwerben.

2- Wochen Lizenz.

Diese Lizenz erlaubt die Installation der Software auf dem PC und deren Nutzung für 14 Tage ab dem Aktivierungsdatum. Diese Verwendungsmethode ermöglicht z.B. die Analyse eines Einzelfalls 2 Wochen sind im Allgemeinen ausreichend, um eine Analyse durchzuführen), ohne eine signifikante Investition.

Der Benutzer kann die Lizenz online erwerben, per Kreditkarte bezahlen und per E-Mail unmittelbar den Download-Link und den Aktivierungscode erhalten.

Sollte der Benutzer nach Ablauf der 14-tägigen Laufzeit beschließen, eine 1 oder 3-Jahreslizenz oder eine unbegrenzte Lizenz zu erwerben, werden die für den Erwerb der 14-Tageslizenz angefallenen Kosten von der Lizenzgebühr abgezogen. Dieser Vorteil gilt nur, wenn der Erwerb innerhalb von 7 Tagen nach Ablauf der 14-Tageslizenz stattfindet.

Code	Laufzeit des Lizenzvertrags zur Nutzung
MAG0001	1 Jahr
MAG0003	3 Jahre
MAG1001	Unbegrenzte
MAG0102	2- Wochen Lizenz

SATISHIELDING

Installation 45

Installationsanweisung für Flache Platten 46
Strukturen nach Zeichnung für Abschirmplatten 48
Installationsanweisung für Geschirmte Kabelkanäle 49
Leitfaden für die Installation von Abschirmungskabelrinnen für Erdkabel 50
Installation des Stoßbereichs der Abschirmung 51
Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software 53

Installationsanweisung für Flache Platten

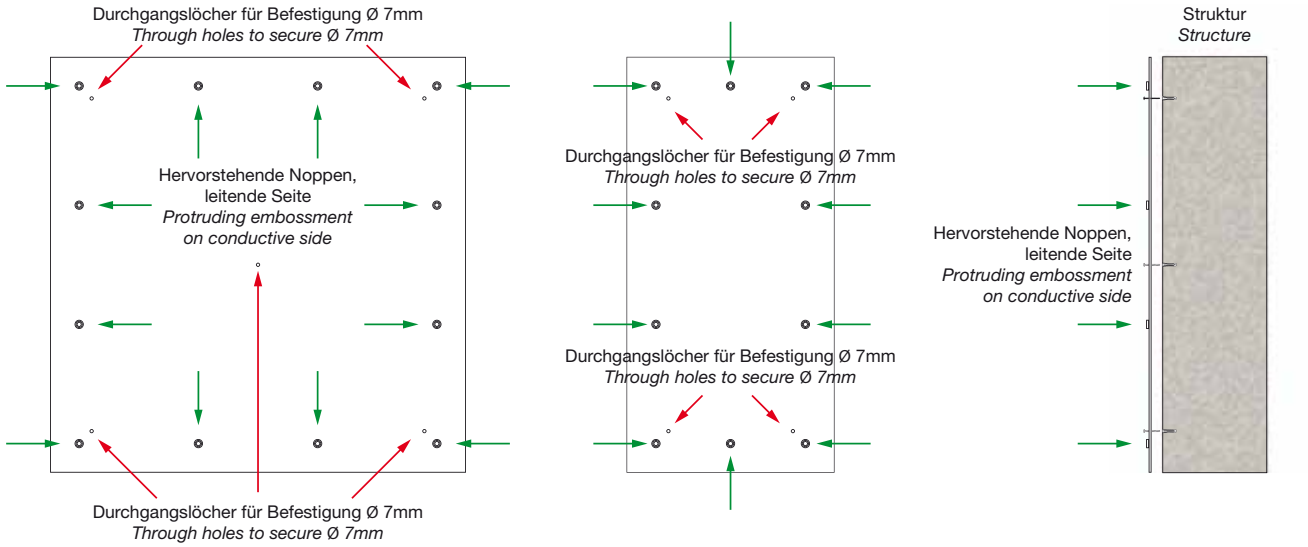
Wand- oder Boden- oder Deckenmontage des Abschirmungssystems.



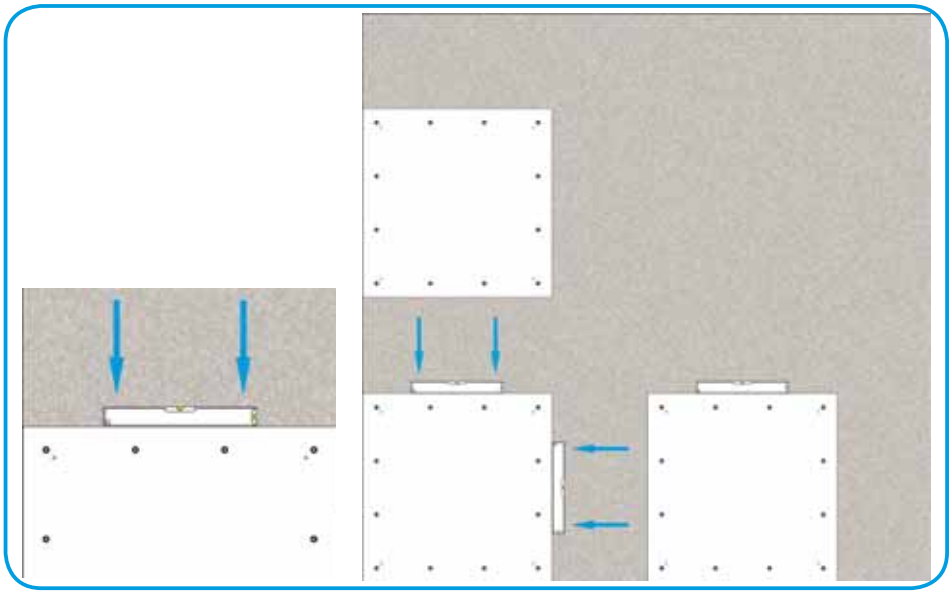
Die Abschirmplatte ist so aufzustellen, dass die Seite mit der hohen elektrischen Leitfähigkeit (die dickere mit den hervorstehenden Noppen, siehe Foto) zur Quelle des magnetischen Feldes gerichtet ist; die erste Platte kann sowohl rechts als auch links angebracht werden, vorbehaltlich anderer Angabe im Layout der Montage.

Als Erstes sind die Platten vorzubereiten, indem sie nach Typ sortiert werden (1000x1000; 500x1000; usw.).

Die Platten vor der Befestigung an den angegebenen Stellen mit einer Bohrspitze aus Kohlenstoffeisen Ø 7 mm oder einer anderen, die für den



Die erste Platte aufstellen und vor der Befestigung auf einwandfreie horizontale und vertikale Ausrichtung überprüfen. Es müssen für die Art der vorhandenen Struktur geeignete Dübel ausgewählt werden; im Handel sind Dübel für verschiedene Baustoffe erhältlich (Ziegel oder Lochziegel, Beton, Betonhohlblock, Gipskarton, usw.).



Nach Abschluss der ersten Phase, der Befestigung der Platten werden in der zweiten Phase die Winkelprofile zwischen den Wänden und/oder zwischen Wänden und Decke und/oder zwischen Wänden und Boden montiert.

Die Winkel- und Flachprofile gewährleisten den Stromdurchgang des Abschirmungssystems und die Ausrichtung der Platten auf Strukturen, die nicht perfekt eben sind.

Installationsanweisung für Flache Platten

Je nach der ausgeführten Montage sind die nachstehend beschriebenen Arbeitsgänge in der angegebenen Folge auszuführen:

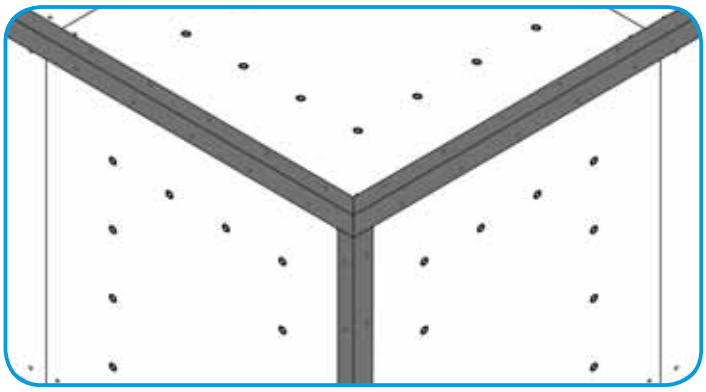
- Montage des Abschirmsystems an Wand/Decke/Fußboden bei Vorhandensein von Aufhängern (siehe Punkt 1).
- Montage des Abschirmsystems an Wand/Decke/Fußboden bei Abwesenheit von Aufhängern (siehe Punkt 2).

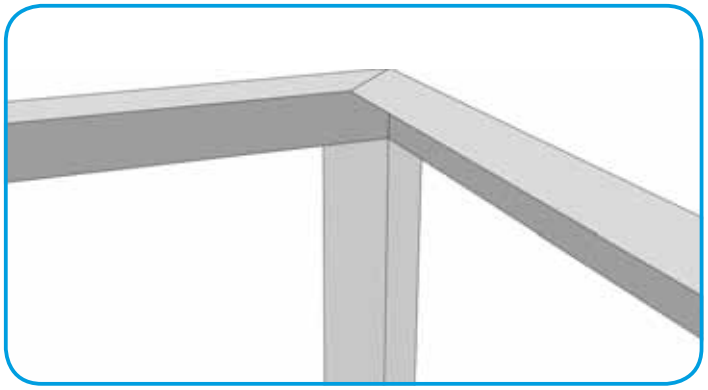
1) Die Winkelprofile der Länge nach unterteilen. Vorerst jene zwischen Wand und Decke/Fußboden (1 m Länge) und danach die vertikalen unter Anpassung an die effektive Nutzlänge verlegen (nicht überlappen).

Die waagrecht verlegten Winkelprofile müssen für die Eckverbindungen mit einem 45°-Schnitt versehen werden (siehe Abbildung unten). Mit der Installation der vertikal angeordneten Winkelprofile fortfahren.

10 selbstschneidende verzinkte Schrauben Uni 6954 (Ø 3,9 x 6 mm; Ø 4,2 x 6,5 mm oder Ø 4,2 x 8,1 mm je nach der Stärke der verwendeten Abschirmplatten) pro Linearmeter verwenden.

Es werden 5 Schrauben bei der vertikalen Platte und 5 bei der horizontalen Platte angebracht.

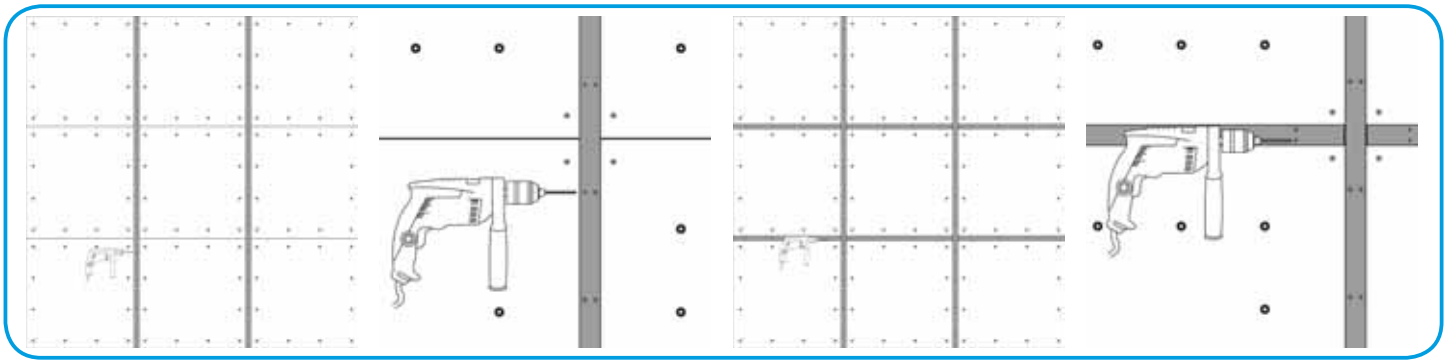




2) Die Flachprofile der Länge nach unterteilen. Mit den Platten beginnen, die vertikal verlegt werden (Länge 1 m) und anschließend die horizontale Verlegung vornehmen, wobei die Platten der effektiven Nutzlänge anzupassen sind (nicht überlappen).

10 selbstschneidende verzinkte Schrauben Uni 6954 (Ø 3,9 x 6 mm; Ø 4,2 x 6,5 mm oder Ø 4,2 x 8,1 mm je nach der Stärke der verwendeten Abschirmplatten) pro Linearmeter verwenden.

Es werden 5 Schrauben bei der rechten Platte und 5 bei der linken Platte angebracht.



Als Alternative zur Montage von Profilen und Winkeln wird das streckenweise Verschweißen der Abschirmplatten auf der leitenden Seite empfohlen, was einen perfekten Umlauf der Ströme innerhalb des gesamten Abschirmungssystems sicherstellt.

Der Schweißschritt darf höchstens 100 mm lang sein, wobei der Kreuzung der Platten besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist (siehe nebenstehendes Foto).



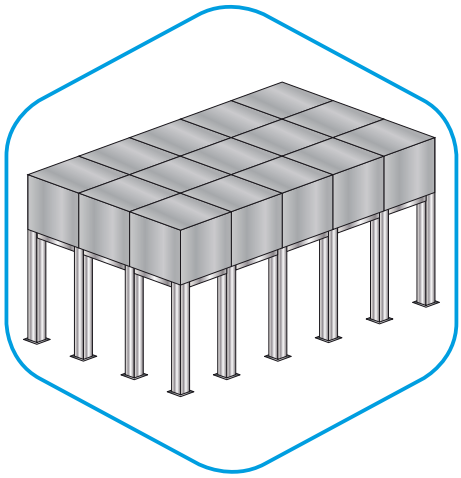
Die vierte und letzte Phase (Erdung) vervollständigt die Montagearbeiten des Abschirmungssystems. Durch die Kontinuität zwischen den Platten ist es nun ausreichend, einen Punkt des Abschirmungssystems mit einem Kupferleiter mit 25 mm² Querschnitt und Anschlussöse an einen Äquipotenzialknoten der elektrischen Anlage anzuschließen.



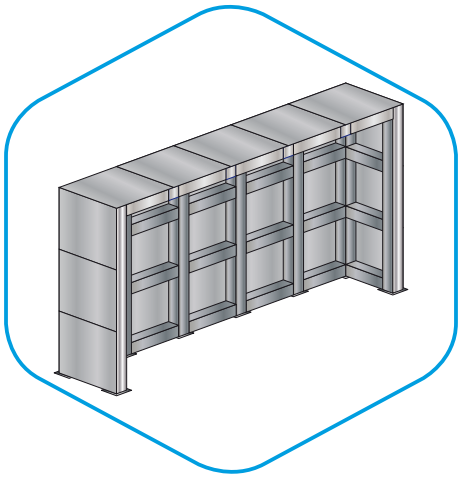
Strukturen nach Zeichnung für Abschirmplatten

Die Abschirmplatten können nicht immer direkt an den Wänden oder der Decke positioniert werden, deshalb arbeitet Sati Italia mit spezialisierten Metallbaufirmen zusammen, die in der Lage sind Tragstrukturen zu liefern und zu montieren, an denen die Platten angebracht werden.

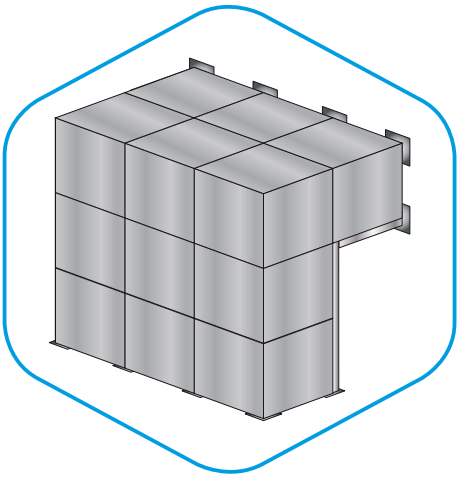
Diese Lösung hat es zum Beispiel ermöglicht, eine Transformatorenhalle und eine NS-Kabine im Inneren eines Museumskomplexes abzuschirmen, wo das Anbringen der Abschirmung direkt an der Wand oder an der Decke wegen dem architektonischen und strukturellen Wert der Wände nicht möglich war.



Beispiel für eine selbsttragende Struktur nach Zeichnung für das Begrenzen des magnetischen Feldes eines MS/NS-Transformators auf der darüberliegenden Decke.



Beispiel für eine Struktur nach Zeichnung für das Begrenzen des magnetischen Feldes eines Schaltschranks an der angrenzenden Wand.



Beispiel für eine Struktur nach Zeichnung für das Begrenzen des magnetischen Feldes eines Schaltschranks an Wand und Decke.

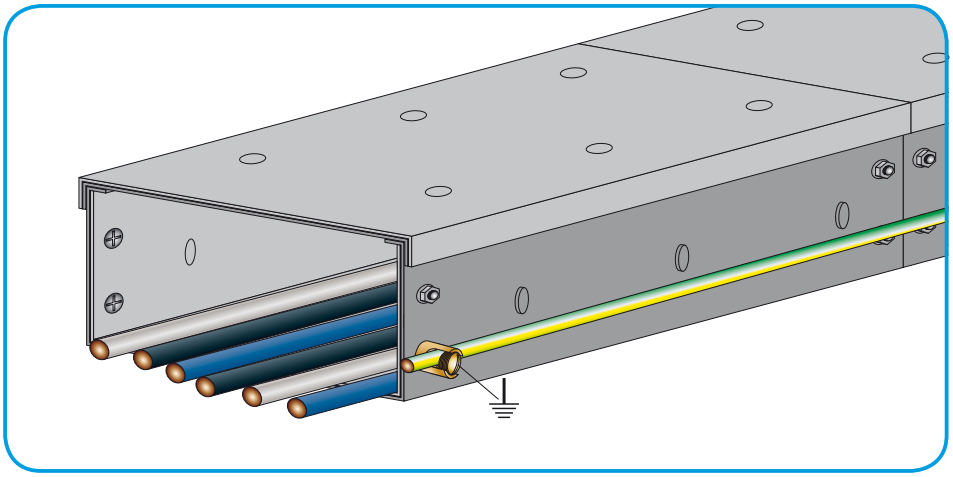


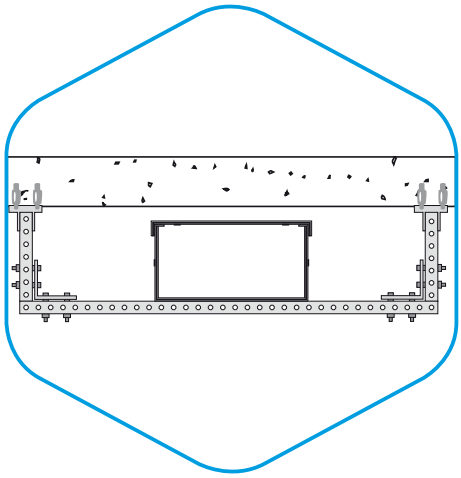




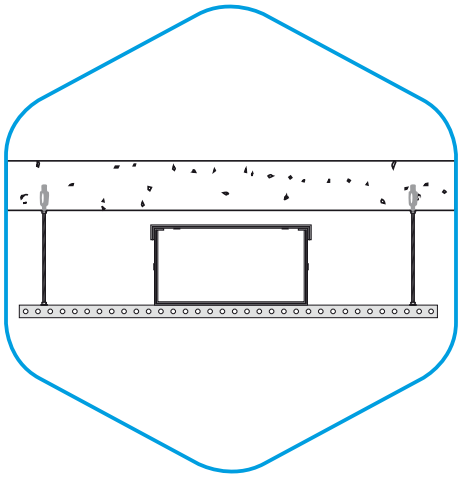
Installationsanweisung für Geschirmte Kabelkanäle

Den Kabelkanal mit einem Kupferleiter mit 25 mm² Querschnitt erden.

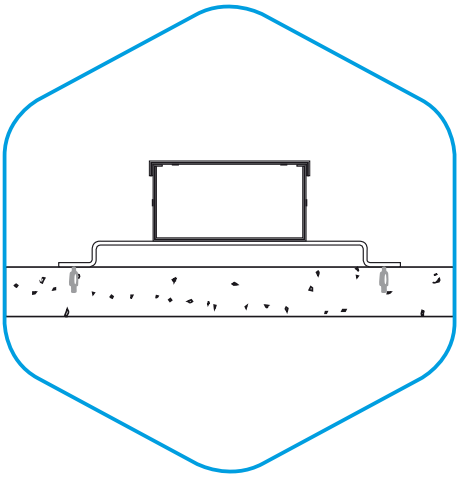




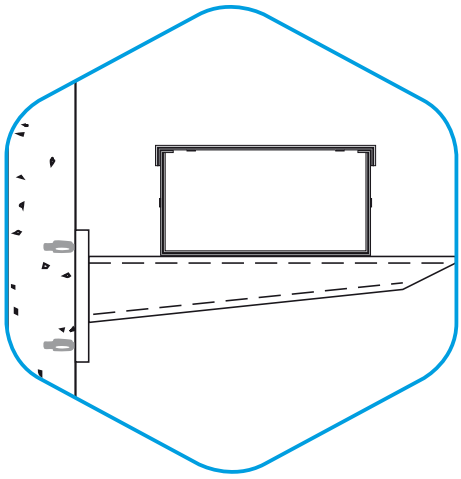
Beispiel für Aufhängung mit an Betondecke montierter Halterung.



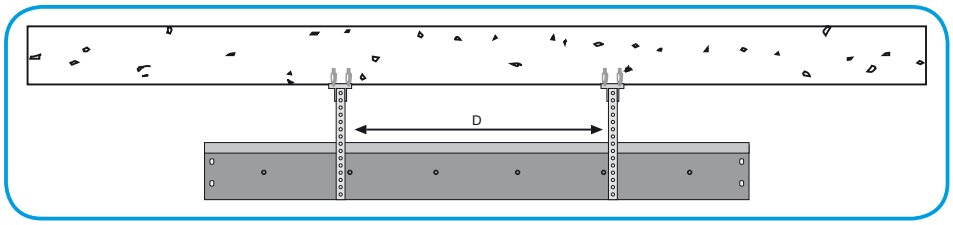
Beispiel für Aufhängung mit Gewindestäben und Profil..



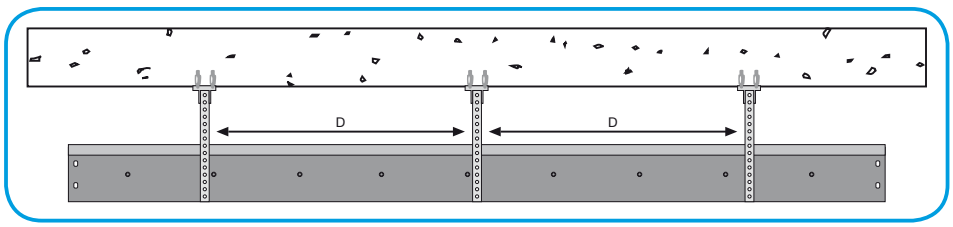
Beispiel für Bodenmontage.



Beispiel für Wandmontage.



Der Abstand zwischen den Halterungen muss D = 1 m betragen. Befestigungsbeispiel mit Kanal von 2000 mm Länge.

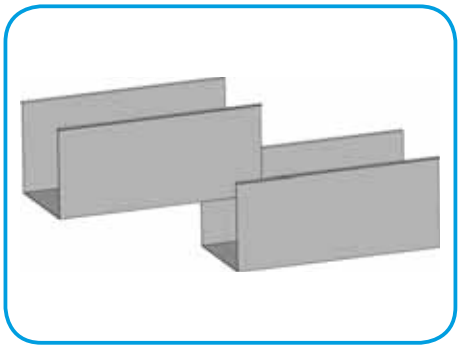
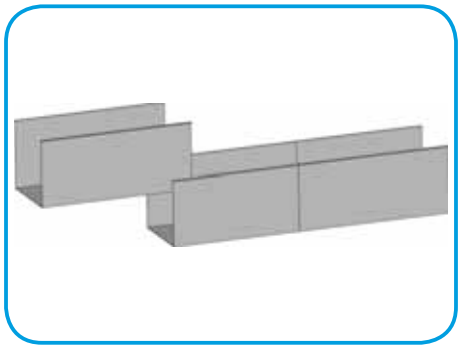
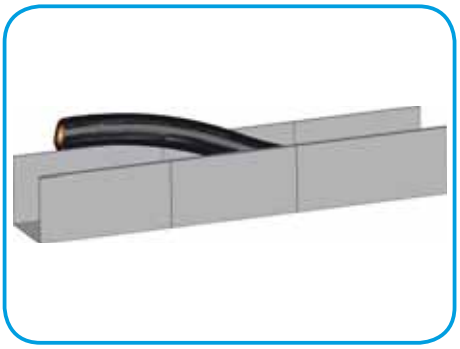


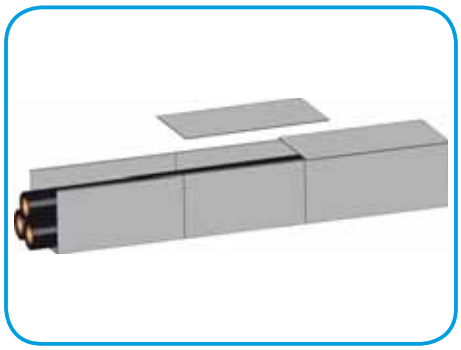
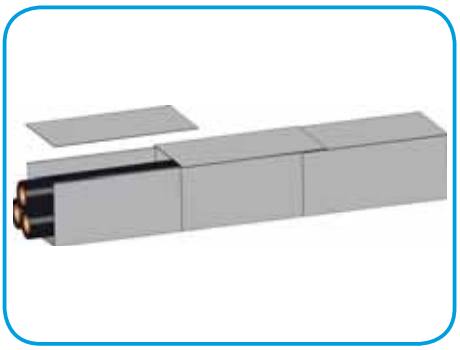
Befestigungsbeispiel mit Kanal von 3000 mm Länge.

Leitfaden für die Installation von Abschirmungskabelrinnen für Erdkabel

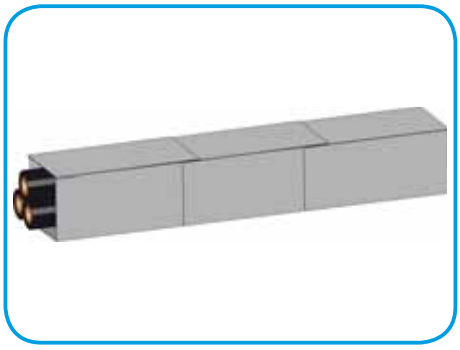
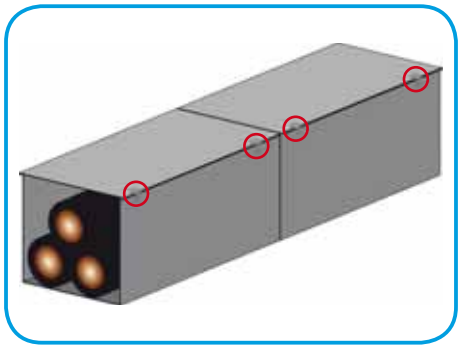
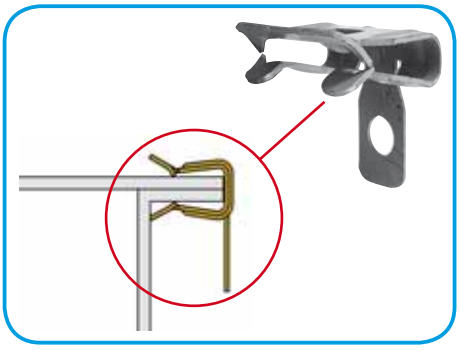
Die Kabelrinnen für die unterirdische Abschirmung müssen mit einer Überlappung von etwa 200 mm verlegt werden, damit der Stromdurchgang sichergestellt werden kann.

Im nächsten Schritt werden die Kabel in dem im Projekt spezifizierten Leitwerkbau platziert (in Klee oder flankiert).

Nach der Verlegung der Energiekabel, werden im letzten Schritt die Abdeckungen eingesetzt, immer mit einer Überlappung von etwa 200 mm und anschließend mittels Metallhakenfedern, in einer Entfernung von 300 mm, an den darunter liegenden Kanal gekoppelt.




Installation des Stoßbereichs der Abschirmung

Die Magnetkerne (auch Toroide genannt) müssen vor der Anfertigung der Fugen eingesetzt werden. Die Lage der Toroide entlang des Leitungsabschnitts der Ankerstellen ist irrelevant.

Nach Anfertigung der Fugen, können die Toroide nicht mehr entnommen werden und die Abschirmkabel werden installiert. Allgemein werden für jedes Verbindungskabel vier Abschirmkabel positioniert. Die Länge der Abschirmkabel muss gleich der Ankerstelle sein. Die der Abschirmkabel müssen symmetrisch positioniert werden, die kleineren, nicht vermeidbaren Asymmetrien aufgrund der Installation beeinträchtigen die Abschirmwirkung in keiner Weise.



Toroide auf den drei Phasen.



Beginn der Positionierungsphase der Abschirmkabel.



Abschirmkabel in der Nähe der HS Kabelverbindung.



Abschirmkabel an allen HS Kabeln installiert.

Die Positionierung der Abschirmkabel wird durch Kunststoff beschichtete Metallbänder für die Korrosionsbeständigkeit gesichert.



Flexible Kopfstücke.

Die Abschirmkabel müssen an den Enden der Ankerstelle mit Kopfstücken verbunden werden (auch Sternpunkte genannt). Diese Bauteile müssen über eine ausreichende Flexibilität verfügen, damit sie auf eine einfache Art mit allen Abschirmkabeln verbunden werden können.

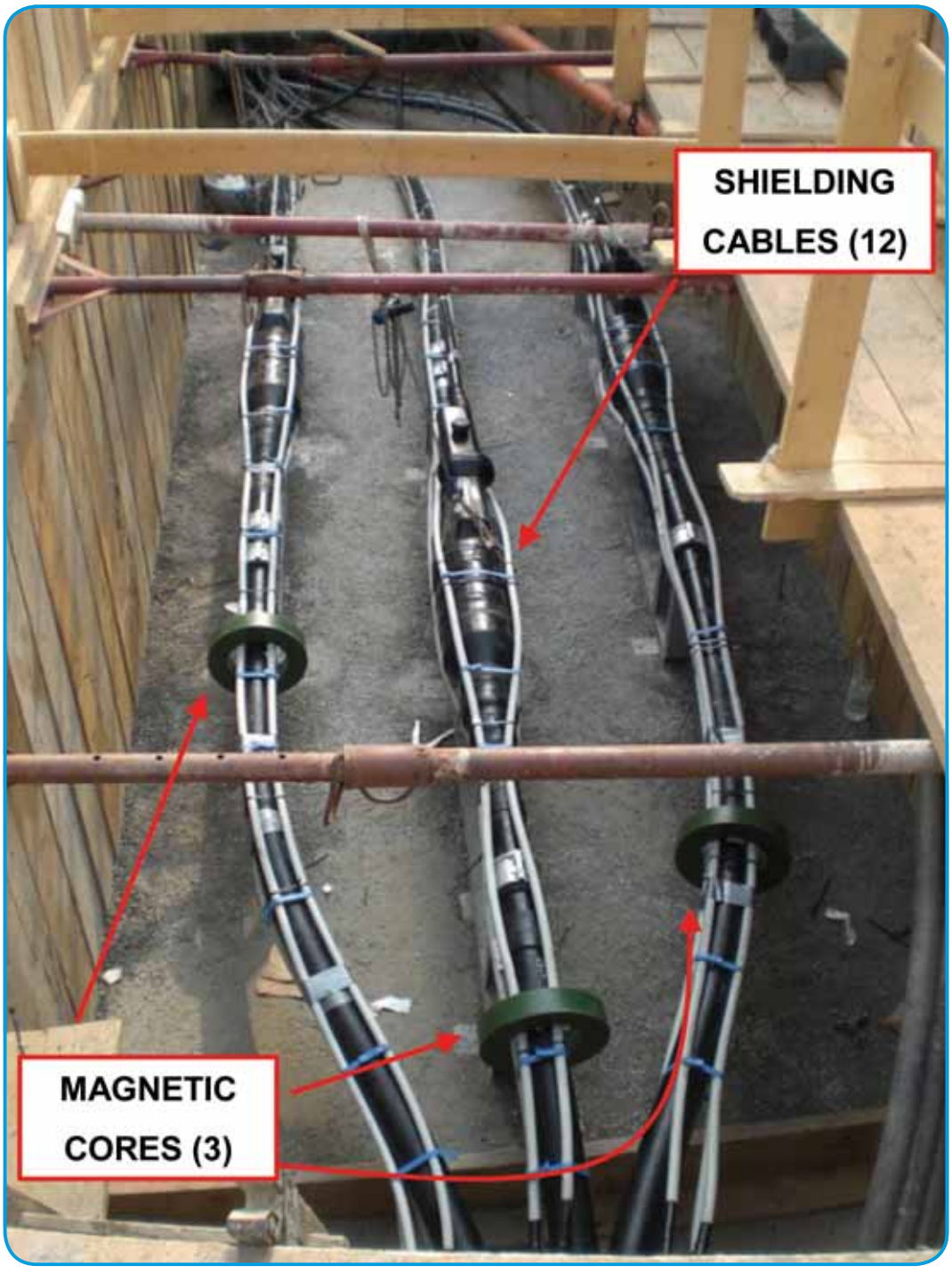


Befestigung der Schrumpfhülle zwischen Kabel und Kopfstück.

Die Kopfstücke sind außerdem für eine Korrosionsbeständigkeit angemessen isoliert. Ebenso wird die Verbindungsstelle zwischen Kabel und Kopfstück durch eine Schrumpfhülle geschützt.

Installation des Stoßbereichs der Abschirmung

Am Ende der Installation der Kopfstücke, ist die Abschirmung abgeschlossen und scheint wie ein starker und sicherer "Panzer", der die Reduktion von magnetischen Feldern gewährleistet, wie es keine andere Abschirmung zu bieten vermag.



Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software

Anwendungsbeispiel.

MAGIC® wird Werksanwendungen gezielte Untersuchung von Konfigurationen, wie beispielsweise MS / NS-Umspannstationen, Stromleitungen , Gelenke Löcher usw. Es ist einfach und direkt.

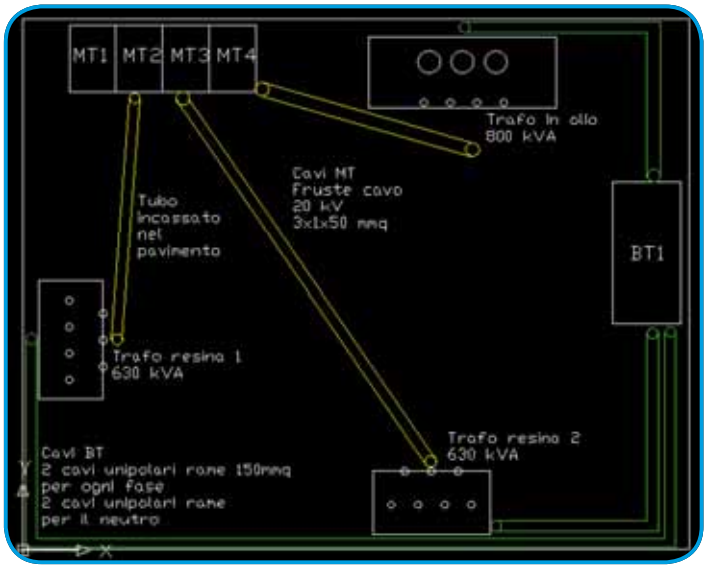
Nun gehen wir Schritt-für-Schritt mit der Analyse der Umweltauswirkungen des Magnetfeldes durch einen MV / LV erzeugt.

Schritt 1: Grundriss Umspannwerk.

Wir beginnen mit dem Grundriss des zu prüfenden Umspannwerks.

Das zu analysierende Umspannwerk ist seitwärts angezeigt und besteht aus:

- 1 MS Schaltanlage.
- 2 Harztransformatoren.
- 1 Öltransformator.
- 1 NS Hauptschalttafel.



Schritt 2: Auswahl der Fallstudie.

Beim Starten der Software kann der zu analysierende Fall vom Hauptmenü ausgewählt werden.

Wählen wir den Fall des **UMSPANNWERKS**.

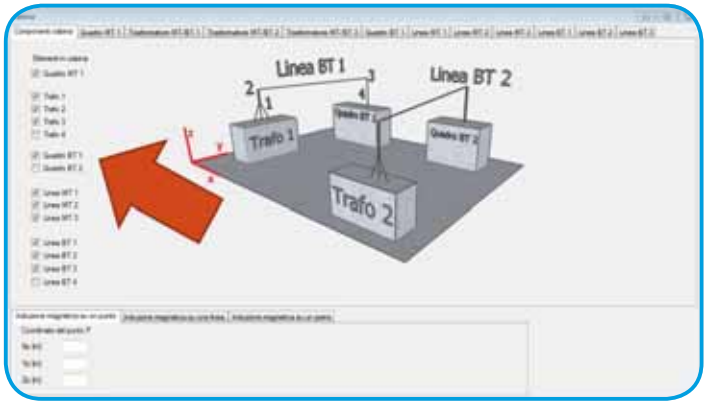


Schritt 3: Geräte in dem Umspannwerk.

Wählen Sie nun die Geräte, aus der das Umspannwerk besteht. In unserem Fall:

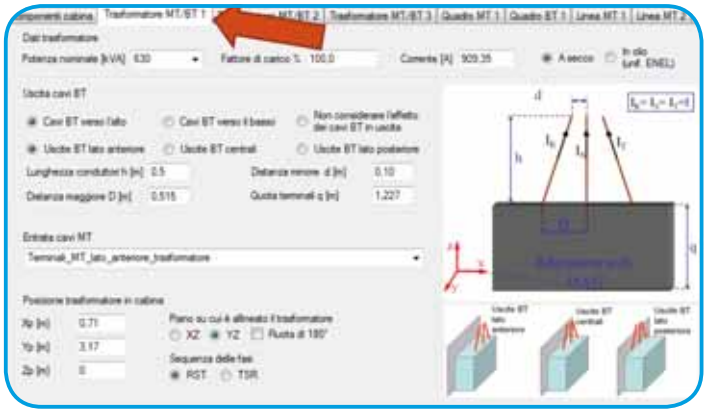
- 1 MS Schaltanlage.
- 3 Transformatoren
- 1 NS Schaltanlage.
- 3 MS Leitungen.
- 3 NS Leitungen.

Für jedes eingegebene Gerät wird ein Blatt angezeigt, welches auszufüllen ist.



Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software

Schritt 4: Geräte von Transformatoren.



Für jeden Transformator ist folgende Spezifizierung erforderlich:

- Nennleistung.
- Strom (oder Auslastung).
- Art des Transformators (Harz/Öl).
- Beschreibung der NS Kabelausgänge und Angabe der in der Abbildung angezeigten geometrischen Parameter.
- Beschreibung der MS Eingänge.
- Lage der Transformatoren des Umspannwerks

Schritt 5: Beschreibung der MS Platine.



Für die MS Platine muss folgendes spezifiziert werden:

- Anzahl der Zellen.
- Art von Zellen (Leitungsende, Schalter, Transformatoranfang etc.)
- Lage der Platine im Umspannwerk (X, Y Koordinaten hinsichtlich der im ursprünglichen Grundriss angegebenen Referenzen).

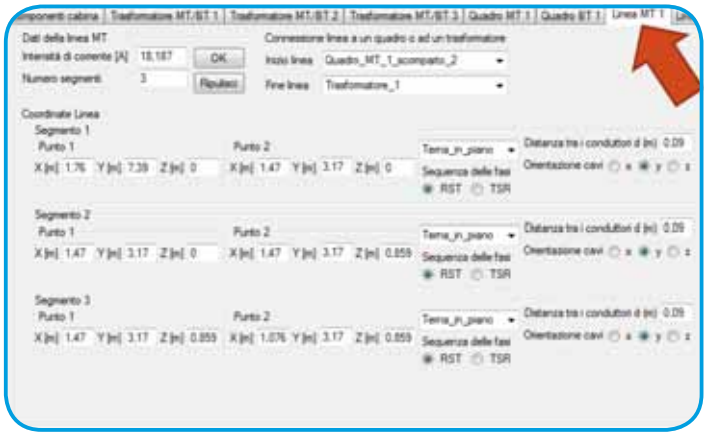
Schritt 6: Beschreibung der NS Platine.



Für die NS Platine muss folgendes spezifiziert werden:

- Anzahl der Schränke, aus denen das PowerCenter besteht.
- Nach unten/oben verlaufende Kabel.
- Lage der Platine im Umspannwerk (X, Y Koordinaten hinsichtlich der im ursprünglichen Grundriss angegebenen Referenzen.

Schritt 7: Beschreibung von MS und NS Leitungen.



Für jede MS Platine muss folgendes spezifiziert werden:

- Anzahl von geraden Segmenten.
- Leitungsbeginn und Leitungsende (z.B. von "QMT Zelle2" bis "Transf1", in diesem Fall wird der Strom durch den Transformator importiert und die Koordinaten von Leitungsbeginn und Leitungsende von den entsprechenden Geräten).
- Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte eines jeden Segments.
- Konfiguration der Kabeltriaden (z.B. Dreiecksanordnung, flach, Doppeltriade etc.).

Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software

Schritt 8: Umfang Umspannwerk.

Zur Bestimmung des Umspannwerkumfangs:

- Wählen Sie "Anzeigeoptionen" von der Symbolleiste, dann "Poly-Leitungen hinzufügen" und anschließend "Hinzufügen".
- Wählen Sie die Anzahl der Eckpunkte des Umspannwerks (z.B.: rechteckiger Grundriss -> 4 Eckpunkte) und bestimmen die Koordinaten.
- Wählen Sie OK.

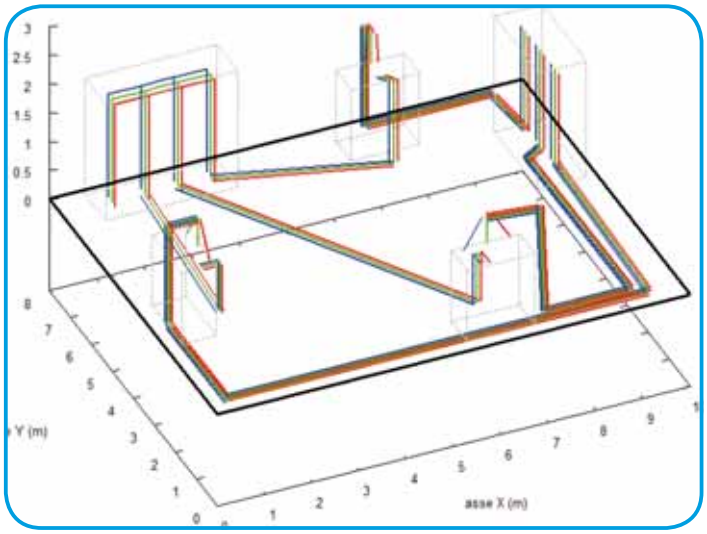


Schritt 9: 3D Darstellung.

Nach dem Ausfüllen aller Registerkarten, wählen Sie "Geometrie" von der Symbolleiste

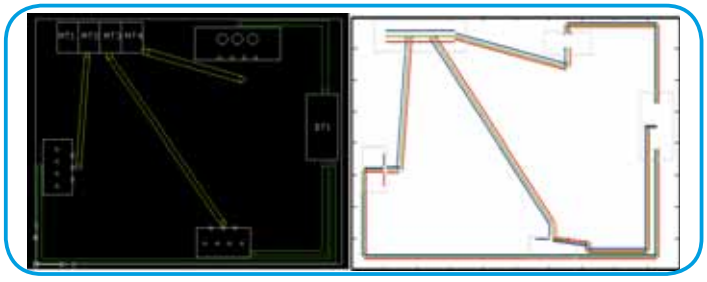
Es öffnet sich ein Fenster mit dem 3D Modell des Umspannwerks.

Wenn die Daten nicht korrekt eingegeben wurden, wird eine Fehlermeldung angezeigt.



Schritt 10: Vergleich mit dem Grundriss.

In dieser Phase ist es ein bewährtes Verfahren, den ursprünglichen Grundriss mit dem 3D Modell zu vergleichen, um mögliche Fehler zu finden und zu beheben. Auf diese Weise können die gewünschten Daten somit korrigiert und das 3D Modell erneut generiert werden, indem Sie erneut "Geometrie" auswählen.



Schritt 11: Speichern in einer Datei.

Sobald das Modell korrigiert und geprüft wurde, sollte es in einer MDM-Datei gespeichert werden.

Wählen Sie "Speichern" vom Menü "Datei".

Auf diese Weise ist es möglich, das gespeicherte Formular zu einem späteren Zeitpunkt zu öffnen, indem Sie "Datei" "Öffnen" auswählen.

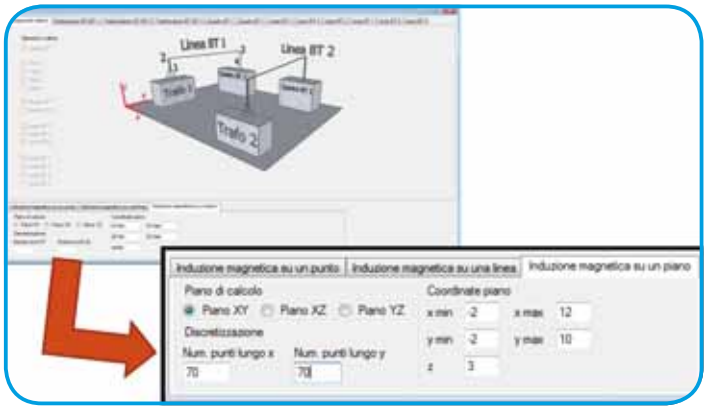


Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Benutzung der MAGIC® Software

Schritt 12: Auswahl der Berechnungsebene.

Die Berechnung kann nun starten. Sie müssen eine Berechnungsebene wählen: Wenn Sie beispielsweise die magnetische Induktion auf dem Boden des Raums über dem Umspannwerk bewerten wollen, wählen Sie z.B.:

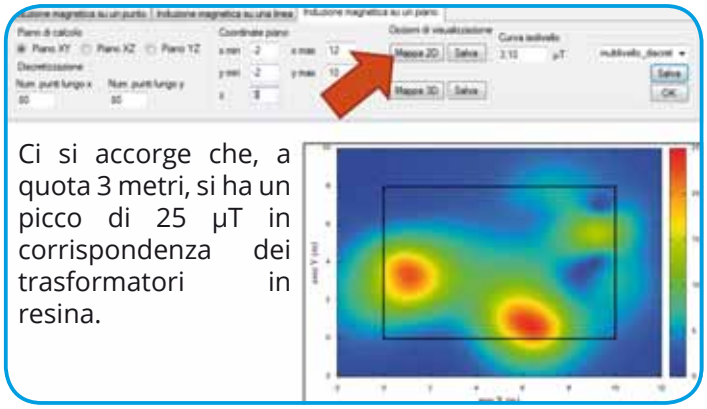
- Ebene XY.
- Abmessung: 3 Meter.
- Margen: x: -2;12 Meter y: -2; 10 Meter.
- Diskretisierung: 70 Punkte.



Schritt 13: Anzeige der Ergebnisse.

Wählen Sie "Berechnen" von der Symbolleiste, um die Berechnung zu starten. Nach wenigen Sekunden stehen die Ergebnisse zur Verfügung und ein Menü wird angezeigt, in dem Sie auswählen können, wie sie diese anzeigen möchten.

Es ist beispielsweise möglich eine "2D Ansicht" zu wählen.

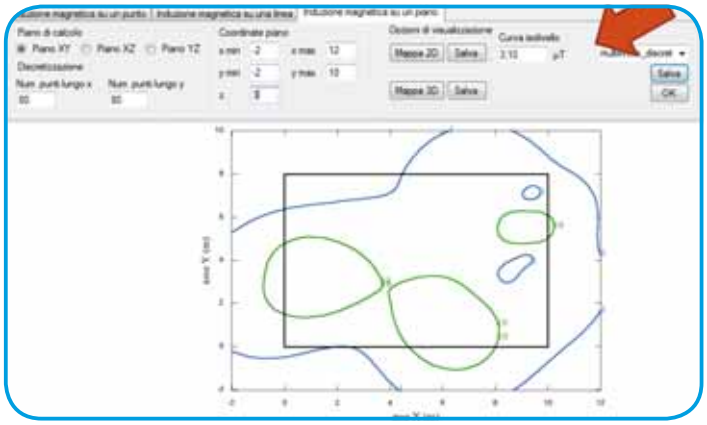


Ci si accorge che, a quota 3 metri, si ha un picco di 25 µT in corrispondenza dei trasformatori in resina.

Schritt 14: Entfernung von der Einhaltung für Umweltverträglichkeitsprüfungen.

Es ist zudem möglich, Pegelkurven zu verfolgen und die gewünschten Werte in µT auszuwählen (z.B.: 3 µT und 10 µT)

Es ist beispielsweise möglich, die gesetzlich festgelegte Grenze auszuwählen und unverzüglich die Darstellung der ersten Näherungsdistanz zu erhalten, die in der Umweltverträglichkeitsprüfung gemeldet werden soll.



Der Benutzer kann dann das grafische Ergebnis in einer Datei speichern, indem er "Speichern" im Bereich "Pegelkurve" auswählt.

In dieser Phase kann die Datei verarbeitet und in AutoCAD importiert werden, damit sie über den Original-Grundriss gelegt werden kann, um ein solches Ergebnis zu erhalten.

Die blaue Linie steht für die Pufferzone für den 3 µT Grenzwert.



Installationsbeispiele



Abschließende Prüfung und Technischer Bericht

Am Ende des Baus eines Schirmungssystems, ist Sati Shielding S.r.l. in der Lage, eine abschließende Prüfung dieser durchzuführen, mittels direkter Messung der magnetischen Induktion in den Bereichen, die geschützt wurden. Die Quelle kann künstlich sein, z.B. durch Stromwicklung angetrieben, doch um die eigentliche Prüfung auszuführen, sollte man sich auf die tatsächliche Quelle beziehen, da die räumliche Verteilung des magnetischen Feldes sehr unterschiedlich sein kann. Im Falle der Installation einer Abschirmung für neue Anlagen, ist es daher erforderlich die Montage und Inbetriebnahme der Quelle abzuwarten.

Die Messungen sollten in Übereinstimmung mit den IEC Normen 106-27, EN 62110 vorgenommen werden, die besagen, dass im Fall von als nicht einheitlich angesehenen Feldern, die Werte des magnetischen Feldes in den Interessenpunkten auf drei Höhen zu messen sind:

0,5 m, 1,0 m und 1,5 m vom Boden oder dem Bodenniveau des Gebäudes.

Darüber hinaus fordern die Vorschriften, dass die Messungen in einem Horizontalabstand von 2,0 m von der Oberfläche, Kante oder Wand in der Nähe der Stromversorgungseinrichtung oder in einem Gebäude durchgeführt werden.

Sati Shielding S.r.l. verwendet ausschließlich zertifizierte Test-Instrumentierung, mit alle zwei Jahre erfolgender Kalibrierung. Sati Shielding S.r.l. ist in der Lage, detaillierte Prüfungen mit tragbarer Instrumentierung (PMM8053 mit EHP50C und EP330 Sonde) und Überwachung im Zeitverlauf, mit einer selbstbetriebenen Feststation mit Datenaufzeichnungsfunktion, durchzuführen (AMB-8057).





Abb. 17 - Messkit bestehend aus Anschlusslasche PMM8053 und Sensoren EHP50C, zur Messung von bis zu 100 kHz, und EP330 für Frequenzen bis zu 3 GHz



Abb. 18 - Sensor für die kontinuierliche Messung des elektrischen und magnetischen Feldes

Am Ende der Testphase wird ein technischer Bericht vorbereitet, der den Vergleich zwischen den ohne und mit dem Dämpfungssystem festgestellten Zahlen der magnetischen Induktion.

Sati Shielding S.r.l.
Via Ferrero, 10 - 10098 Rivoli - Cascine Vica (TO) Italien
Tel. +39.011.95.90.111
Fax +39.011.95.90.230
shielding@satishielding.com
www.satishielding.de