

Zeitschrift: Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES

Band: 100 (2009)

Heft: 8

Artikel: Magnetische Felder reduzieren

Autor: Walti, Urs

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856402>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Magnetische Felder reduzieren

Erfolgreiche Reduktionsmassnahmen auf den Anlagegrenzwert am Spitalzentrum Biel

Im Erdgeschoss des Spitalzentrums Biel befinden sich die Büros der Verwaltung. Direkt darunter liegt die betriebseigene Transformatorstation mit Mittelspannungsanlage und Gebäudehauptverteilung. Ziel der Reduktionsmassnahmen war es, die niederfrequenten magnetischen Felder auf Werte gemäss der NISV¹⁾ zu begrenzen, um die Spitalmitarbeiter bestmöglich vor den Magnetfeldern zu schützen

Die Elektroräume mit Transformatorstation (TS), Mittelspannungsanlage (MS) und der Niederspannungsanlage für die Gebäudehauptverteilung (NSHV) befinden sich nebeneinander in 2 verschiedenen Räumen. Durch die örtliche Trennung der

Urs Walti

Magnetfeldquellen wird eine verhältnismässig grosse Fläche des Gebäudes durch Magnetfelder belastet. Gemäss NISV werden Mitarbeiter eines Betriebs als «Betriebspersonal» definiert. Hierzu zählen entsprechend die Mitarbeiter der Verwaltung des Spitals Biel. Deshalb gelangt die NISV hier nicht zwingend zur Anwendung, sondern der arbeitshygienische Grenzwert (AHG) der Suva. Hingegen darf der Immissionsgrenzwert (IGW) gemäss NISV an für

die Öffentlichkeit (z.B. Besucher, Patienten oder externes Personal) zugänglichen Orten zu keiner Zeit überschritten werden (Ort für kurzfristigen Aufenthalt). Im Sinne der Vorsorge können die Emissionen jedoch vorsorglich und auf freiwilliger Basis über die empfohlenen oder gesetzlichen Grenzwerte hinaus reduziert werden (Bild 1).

Nach einer ersten Beurteilung der Situation mittels Magnetfeldmessungen wurden zum Schutz des Personals die Abschirmmassnahmen zur Reduktion der Magnetfelder geprüft. Nach der Analyse der Ausgangslage wurden Abschirmmassnahmen beschlossen, die jedoch keine ganzheitliche Feldreduktion bewirken. Deshalb wurde das Projekt zurückgestellt. Im Rahmen eines Umbaus des Bürotrakts wurde das Projekt Magnetfeldbegrenzung wieder aufgenommen. Mit dem Umbau und der Sa-

nierung des Bürotrakts konnte eine Gesamtlösung ausgearbeitet werden, welche alle Komponenten der Elektroräume berücksichtigt.

Ausgangslage

Das Spitalzentrum Biel lässt an allen Arbeitsplätzen über den Elektroräumen Kontrollmessungen durchführen, um die tatsächliche Belastung zu ermitteln. Als Basis für die Beurteilung der Ergebnisse dienen die gültigen Grenzwerte der Suva und der NISV (siehe Tabelle I). Erwartungsgemäss werden in den über den Elektroräumen liegenden Büros deutlich erhöhte Werte gemessen. Über der Gebäudehauptverteilung, direkt über der Niederspannungsanlage, liegen die Messwerte bei normaler betrieblicher Tageslast (aktueller Betriebsstrom) bei mehreren Mikrotesla. Sensibilisiert durch vermehrte Berichte in den Medien zum Thema Elektrosmog und die damit verbundene Verunsicherung, entscheidet sich die Spitalverwaltung, zum Schutz der Mitarbeiter die Massnahmen zur Begrenzung der Felder prüfen zu lassen. Da der Bereich über den Elektroräumen in mehrere Büros und Sitzungszimmer unterteilt ist, die täglich genutzt werden, lassen sich in diesen selber keine wirkungsvollen Massnahmen realisieren. Aus diesem Grund werden Möglichkeiten zur Feldreduktion gesucht, die im Untergeschoss, in den Elektroräumen selber, umgesetzt werden können. Mögliche Massnahmen wären:

- Abschirmen des Gebäudehauptverteilungsraums
- Abschirmen der beiden Transformatoren, kombiniert mit einem Umbau der Anschlüsse auf berührungsgeschützte Ausführung
- Optimiertes Anschliessen und Verlegung der Kabel
- Ersetzen der bestehenden Transformatoren durch strahlungsreduzierte EMV-Transformatoren
- Teilumbau der Gebäudehauptverteilung in Kombination mit Abschirmmassnahmen
- Ersetzen der gesamten Gebäudehauptverteilung unter Berücksichtigung feldreduzierender Massnahmen

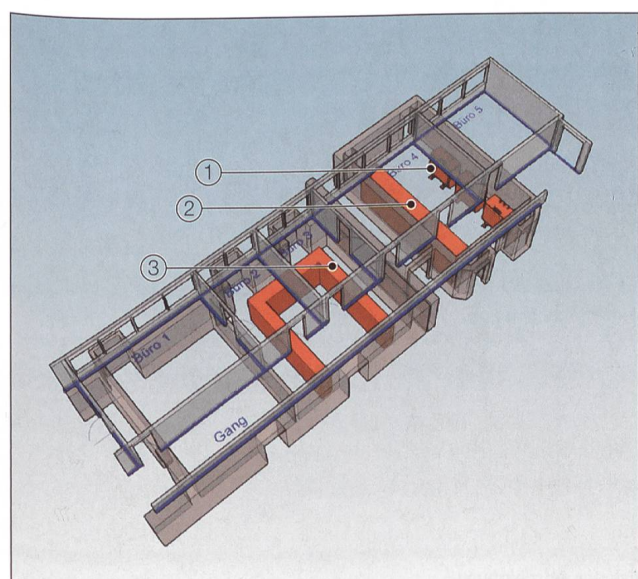


Bild 1 Grau: UG, Transformatorstation. Blau: EG, Büros. 1) Transformatoren, 2) MS-Anlage, 3) NS-Hauptverteilung.

Grenzwerte	Frequenz f	Flussdichte B	Feldstärke E	Anwendung/Gültigkeit
Immissionsgrenzwerte IGW gemäss NISV	50 Hz	100 µT	5 000 V/m	Überall, wo sich Menschen aufhalten können (OKA)
	16,7 Hz	300 µT	10 000 V/m	
	400 Hz	12,5 µT	625 V/m	
	statisch	40 000 µT	–	
Anlagegrenzwert AGW gemäss NISV	50 Hz	1 µT	–	Bei Hochspannungsanlagen an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)
Arbeitshygienische Grenzwerte AHG gemäss Suva ³⁾	50 Hz	500 µT	10 000 V/m	An betriebseigenen Arbeitsplätzen
	16,7 Hz	1500 µT	20 000 V/m	
	400 Hz	62,5 µT	1 250 V/m	
	statisch	200 000 µT	40 000 V/m	
Störfestigkeit gemäss EN 61000-4-8	50 Hz	3,75 µT	–	Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen für Geräte
Störschwellengrenzwerte gemäss IRPA 1990	50 Hz	64,5 µT	4 130 V/m	Für Träger von Implantaten wie Herzschrittmacher, Hörhilfen Kategorie 1 eingeschränkt störfest
Störfestigkeit Röhrenbildschirme	50 Hz	ab 0,2 µT	–	Störschwelle für Flimmern, Zittern
	16,7 µT	ab 0,2 µT		
Medizinische Grenzwerte Gemäss DIN/VDE 0100-710	50 Hz	0,2 µT/0,4 µT	–	In medizinisch genutzten Räumen mit EEG/EKG-Einrichtungen

Tabelle I Grenzwerte.

Abschirmlösungen und ihre Bewertung

Das Spital Biel zieht Massnahmen vor, die weder Umbauarbeiten noch Anpassungen an der Niederspannungsverteilung vorsehen. Die Magnetfelder der Transformatoren sollen mit geeigneten Abschirmungen reduziert werden. Die hierfür zusätzlich notwendigen Umbauten der Transformatoren mit Änderung der Kabelanschlüsse und feldarmer Anordnung der Niederspannungskabel müssen in Zusammenarbeit mit Energie Service Biel (ESB) erfolgen. Das Spital prüft die Lösungen von 2 Abschirmungslieferanten, die sich grundsätzlich durch den räumlichen Aufbau sowie die Konstruktion der Abschirmungen unterscheiden.

Der erste Ansatz sieht vor, die Decke und Wände des Gebäudehauptverteilungsraums abzuschirmen und in der Trafostation die beiden Transformatoren mit Trafokompaktabschirmhauben auszurüsten. Eine optimale Feldreduktion könnte mit dieser Variante jedoch nicht erreicht werden, denn der Gebäudehauptverteilungsraum mit Pfeilern und Trägern erlaubt keine durchgehende Montage der Abschirmungen. Die notwendigen Ausschnitte für Pfeiler, Lüftung etc. reduzieren die Wirkung entsprechend. Die beiden Transformatoren mit Abschirmhauben auszurüsten, kombiniert mit dem Umbau auf isolierte Anschlüsse, wäre umsetzbar und tauglich.

Der zweite Ansatz sieht vor, eine winkelförmige Abschirmung direkt an die Verteilung im Hauptverteilungsraum zu montieren. In der Trafostation würden beide Transformatoren mit Abschirmkabinen ergänzt, ebenfalls kombiniert mit dem Umbau auf

isolierte Anschlüsse. Die Abschirmmassnahmen dieser Variante in der Gebäudehauptverteilung erfordern, dass Arbeiten in unmittelbarer Nähe der unter Spannung stehenden Stromschienen der Niederspannungsverteilung durchgeführt werden müssten. Das Spital Biel befand die Arbeitssicherheit und das Risiko einer Störung mit möglichem, damit verbundenem Stromausfall für zu riskant. Auch zu denken gaben die an der Niederspannungsverteilung installierten Winkelabschirmelemente, die spätere Arbeiten an der Verteilung behindern.

Beide Abschirmvarianten haben in etwa vergleichbare Kosten (Tabelle II). Beide vorgeschlagenen Ansätze sind mit grossem, zeitlichem und organisatorischem Aufwand verbunden. Der Ablauf der Installation muss mit dem Spitalzentrum Biel,

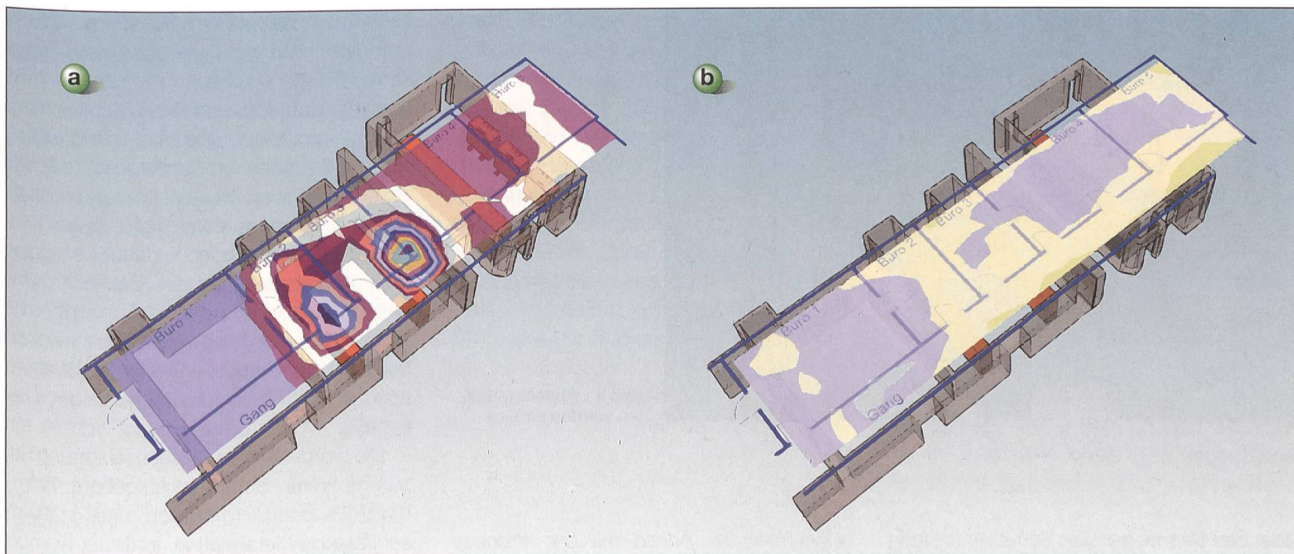
mit Energie Service Biel und mit dem Lieferanten der Abschirmungen genau koordiniert werden. Die Abschirmarbeiten im Gebäudehauptverteilungsraum müssen im laufenden Betrieb der Niederspannungsanlage ausgeführt werden, was mit einem gewissen Gefahrenpotenzial verbunden ist, einerseits für die Monteure selber, andererseits für die Betriebssicherheit des Spitals. Die spannungsführenden Anlageeile müssen vorgängig für die Dauer des Umbaus vor Berührung geschützt und Schaltelemente vor unbeabsichtigtem Betätigen gesichert werden. Weiterhin muss die Anlage vor fallenden Teilen und nicht zuletzt auch vor Verschmutzung geschützt werden. Nach beendeten Montagearbeiten ist ein abschliessendes Reinigen der Anlage und der Elektroräume unumgänglich.

Massnahmen	Betrag in CHF
Abschirmungen für den Verteiler und die Transformatoren	55 000
Bauliche Schutzmassnahmen im Verteiler während der Arbeiten	5 000
ESB: Umbau der Transformatoren, Kabelanpassungen	13 000
ESB: Planungsarbeiten, Sicherheitsvorkehrungen	155 200
Gesamtkosten	228 200

Tabelle II Kosten der geplanten Abschirmung.

Massnahmen	Betrag in CHF
Flächenabschirmung und Montage	66 000
Unabhängige Magnetfeld-Kontrollmessungen vor und nach Einbau	7 200
Baumeisterarbeiten für nicht im Umbau vorgesehene Massnahmen	77 800
Gesamtkosten	150 000

Tabelle III Kosten der realisierten Abschirmung.



Electrosuisse/Robert Hauri, Syston

Bild 2 Messungen vor und nach dem Einbau der Abschirmungen.

a) Vorher: Bei Nennlast max. Wert über Einspeisefeld = 8,9 μT – b) Nachher: Bei Nennlast an allen Orten im Bereich Q(MEN) < 1 μT .

Die Anlageverfügbarkeit während den für den Transformatorumbau nötigen Schaltungen ist eingeschränkt und bedeutet ein höheres Betriebsrisiko für das Spital.

Abschirmarbeiten in der Transformatorstation müssen in Zusammenarbeit mit ESB erfolgen und erfordern eine strikte Organisation. Abwechselnd wird der erste Transformator freigeschaltet, dann die Anschlüsse umgebaut und zuletzt die Abschirmung montiert. Danach erfolgt der Umbau des zweiten Trafos. Der Zugang zu den Elektroräumen führt über die Gänge des Spitals und über Treppen ins Unterge-

schoß. Die Baumaterialien müssen einzeln umständlich getragen werden, was für das Spitalpersonal und die Patienten belastend ist. Zudem wird der Zugang zu den Elektroräumen und weiteren, nebenliegenden technischen Räumen durch das zwischenlagerte Material erschwert.

Fazit: Mit beiden Lösungsansätzen kann eine Feldreduktion erzielt werden, bei welcher der Immissionsgrenzwert garantiert und der Anlagegrenzwert möglicherweise eingehalten wird. Das Spitalzentrum Biel hat jedoch grosse Vorbehalte, da die Grenzwerteinhalten nur mithilfe partieller

Computermodellierungen bestätigt werden kann. Dazu kommt, dass beide Lösungsansätze keine Massnahmen für die Mittelspannungsanlage vorsehen. Dies wird einerseits damit begründet, dass die Magnetfelder, die die Mittelspannungsanlage bei üblichem Betriebsstrom erzeugt, im Vergleich zu denen der Transformatorstation und der Niederspannungsverteilung gering sind. Andererseits werden die Magnetfelder bei üblichem Betriebsstrom deutlich über die in der NISV geforderten Werte hinaus reduziert. Die Einhaltung des Immissionsgrenzwerts bereitet keine Schwierigkeiten, da die Feldemissionsquellen von den Orten für den kurzfristigen Aufenthalt genügend weit entfernt liegen (Technikräume, Gänge, Serverraum).

Die beiden vorgeschlagenen Lösungen berücksichtigen nur Feldreduktionsmassnahmen für die Komponenten der Gebäudehauptverteilung und der Transformatoren und sind bezogen auf den normalen Betriebsstrom des Spitals. Damit werden die Felder jedoch nicht im Sinne der NISV auf den Anlagegrenzwert (AGW) begrenzt, da der Einfluss der Mittelspannungsanlage sowie der Verkabelung nicht berücksichtigt wird. Sollen die Felder jedoch gemäss der NISV begrenzt werden, muss einerseits die gesamte Anlage mit Niederspannungsverteilung, Mittelspannungsanlage, Transformatoren und Kabeln im massgebenden Betriebszustand für die Massnahmen berücksichtigt werden. Hierzu müssen bei den Transformatoren die Werte des Stroms bei Nennleistung (100% Last) und in der Mittelspannungsanlage (Ringstrom) die Werte des thermischen Grenzstroms entsprechend der angeschlossenen Leitungen

Wirkungsweise von Feldreduktionsmassnahmen

Verschiedene Werkstoffe aus Metallen und elektronisch geregelte Systeme werden zur Reduktion von niederfrequenten Magnetfeldern verwendet:

Dynamische Magnetfeldreduktion

Eine dynamische Feldreduktion erfolgt mit dem Einsatz elektrisch gut leitender Werkstoffe. Magnetische Feldlinien, die senkrecht auf den Werkstoff auftreffen, erzeugen in diesem einen Wirbelstrom. Dessen Feld ist dem Emissionsfeld genau entgegengerichtet, wodurch Letzteres reduziert wird. Elektrisch gut leitende Werkstoffe sind zum Beispiel Aluminium (Al) und Kupfer (Cu).

Statische Magnetfeldreduktion

Eine statische Feldreduktion erfolgt mit dem Einsatz von Werkstoffen mit einem geringen magnetischen Widerstand. Magnetische Feldlinien werden in solchen Werkstoffen sehr gut (um-)geleitet. Die beste Wirkung wird erzielt, indem das Material parallel zur Feldlinienrichtung des Emissionsfelds ausgerichtet wird. Solche sogenannte «hochpermeable» Werkstoffe sind zum Beispiel Mu-Metall und Nickel-Eisen (NiFe).

Aktive Magnetfeldreduktion

Eine aktive Feldreduktion, auch «Kompensation» genannt, erfolgt mit elektronischen Geräten, welche über 3-dimensional angeordnete Spulen und einen Magnetfeldsensor «Gegenfelder» erzeugen. In der Folge werden Störfelder «ausgelöscht», kompensiert.



Robert Hauri, Systron EKW GmbH

Bild 3 Abschirmplatten werden verlegt.

oder des Stroms gemäss Schutzeinstellung berücksichtigt werden.

Das Spitalzentrum Biel beurteilt die beiden Lösungsansätze als zu wenig gesamtlich, da das Einhalten der Grenzwerte gemäss NISV nicht vorbehaltlos garantiert werden kann. Aufgrund dieses unsicheren Investitionsschutzes stellt das Spitalzentrum das Projekt «Magnetfeldbegrenzung» zurück.

Umbau des Bürotrakts ermöglicht Gesamtlösung

Der Bürotrakt des Spitals wurde 1961 erbaut. 2008 wird geplant, diesen Bürotrakt umzubauen und komplett zu sanieren. Vorgesehen ist, neben neuen Sanitär- und Elektroinstallationen eine neue Raumaufteilung, neue Fenster und eine neue Heizung einzubauen sowie die Böden komplett zu ersetzen.

Im Zuge dieses geplanten Umbaus wird das Projekt «Magnetfeldbegrenzung» wieder aufgenommen und in die aktuelle Sanierung integriert. Electrosuisse wird beauftragt, eine genaue Aufnahme der Magnetfeldbelastung in Form einer Rastermessung durchzuführen. Hierzu werden Messungen an insgesamt 231 Punkten im Bürotrakt in einem Raster von 1×1 m, 20 cm ab Boden, gemessen. Die gemessenen Feldstärken werden danach auf Nennlast (100% Last) der Anlage hochgerechnet und mithilfe von ISO-Linien grafisch dargestellt. Bild 2a zeigt die räumliche Ausdehnung der Magnetfelder vor Einbau der Abschirmung. Idealerweise wird die Ausdehnung der Abschirmung so gewählt, dass die Enden der Abschirmung über die 1- μ T-ISO-Linie hinausreichen. Wegen der räumlichen Verhältnisse des Büroflügels kann diese Regel jedoch nicht in allen Richtungen eingehalten werden. Aus folgenden Überlegungen wird trotzdem davon ausgegangen, dass die Zielwerte eingehalten werden können: Einerseits liegen die Büros

gegenüber der Achse mit der höchsten Feldbelastung um seitlich 2 m zurückversetzt. Andererseits liegt die Hauptfeldrichtung (Felder der Sammelschienen der Niederspannungshauptverteilung) in der Längsrichtung des Bürotrakts und somit auch in der Längsrichtung der Abschirmung. In dieser Richtung kann die Abschirmung ausreichend weit über die 1- μ T-Linie hinaus verlegt werden.

Basierend auf den Erkenntnissen entscheidet man, sich eine flächendeckende und alle Elektroräume überdeckende Abschirmung direkt in den Fussboden des Bürotrakts einzubauen.

Im Rahmen der Gesamtrenovierung des Bürotrakts werden alle Wände der Büros entfernt. Zudem wird der gesamte Fussboden bis auf den Rohbeton abgetragen. Dies ermöglicht nun den Einbau der Flächenab-

schirmung direkt in den Fussboden. Diese nun nicht unterbrochene und über die gesamte Fläche durchgehende Flächenschirmung im Boden der späteren Büros schirmt jetzt gesamtlich alle Magnetfeldquellen der Elektroräume im Untergeschoss ab. Zudem sind auch Magnetfelder, die ausserhalb der Transformatorstation liegen, wie zum Beispiel im Boden verlegte Leitungen oder Kabeltrassen an der Decke im Untergeschoss, ins Abschirmkonzept miteinbezogen. Im Vergleich zu den ersten beiden vorgeschlagenen Varianten ist diese Lösung auch noch kostengünstiger (Tabelle III).

Die vorgesehene Flächenschirmung ist aus mehreren Schichten aufgebaut. Kombiniert werden dynamisch und statisch schirmende Metallplatten. In dieser Kombination wird eine wesentlich bessere Abschirmwirkung erzielt als mit jedem Material für sich alleine (siehe Kasten auf der vorhergehenden Seite und Bild 3). Dieses mehrschichtige Abschirmsystem mit einer Dicke von 2,5 mm wird direkt auf dem Betonboden verlegt und danach mit dem Unterlagsboden (schwimmend) abgedeckt (Bild 4). Die wesentlichen Vorteile der Flächenabschirmung sind vor allem die einfache Montage, dass keine speziellen Sicherheitsvorkehrungen und keine abschliessende Reinigung der Energieräume und Anlagen notwendig sind und die wesentlich bessere Wirkung im Vergleich zu den ersten Varianten. Zudem sind weitere ergänzende Massnahmen zur Feldreduktion zu einem späteren Zeitpunkt in den Elektroräumen weiterhin möglich.



Robert Hauri, Systron EKW GmbH

Bild 4 Raum mit fertig montierter Bodenabschirmung vor Einbau der Wände.

Werden die Grenzwerte jetzt eingehalten?

Im Auftrag des Spitals führt Electrosuisse Schlussmessungen durch, um zu prüfen, ob die Grenzwerte mit den durchgeführten Massnahmen eingehalten werden. Hierzu wird erneut eine Rastermessung mit gleichzeitiger Aufnahme der Ströme vorgenommen. Normalerweise wird eine Transformatorstation nicht mit Vollast betrieben. Für eine sinnvolle Beurteilung der gemessenen Magnetfeldwerte ist es deshalb empfehlenswert, für eine aussagekräftige Messung, die Anlage mit mindestens 30% Last zu

betreiben. Bei einer solchen Messung werden das magnetische Feld und die Transformatorlastströme gleichzeitig aufgezeichnet. Bei der Auswertung werden die gemessenen Feldwerte auf den massgeblichen Betriebszustand (100% Last) hochgerechnet. Messsysteme können Magnetfelder unterschiedlicher Quellen (Transformatorstation, Fehler- und Fremdquellen) mit gleichen Frequenzen (hier 50 Hz) nicht auseinanderhalten. Deshalb müssen die Messwerte vor Hochrechnung auf Plausibilität geprüft werden.

Mit den Schlussmessungen im Spital, ebenfalls auf 100% Last der Anlage hoch-

gerechnet, und Darstellung als ISO-Linien, wird nachgewiesen, dass die geforderten Werte ($< 1 \mu\text{T}$) mit dem Einbau der Flächenabschirmung an allen Orten gemäss dem AGW der NISV eingehalten werden. Wie Bild 2b zeigt, ist die Schirmwirkung abhängig vom Standort unterschiedlich hoch. Am Punkt mit dem höchsten Feld, gemessen vor Einbau der Abschirmung, im Vergleich zum Messwert nach Einbau der Abschirmung an der gleichen Stelle, bewirkt die Abschirmung eine 22-fache Feldreduktion: von 8,9 auf $0,4 \mu\text{T}$.

Die Begrenzung der Felder auf $< 1 \mu\text{T}$ bei Nennlast der Anlage gemäss NISV ist somit einwandfrei erfüllt und nach Stand der Technik messtechnisch nachgewiesen.

Résumé

Réduction des champs magnétiques

Mesures de réduction couronnées de succès sur la valeur limite d'installation au Centre hospitalier de Bienne. Les bureaux de l'administration du Centre hospitalier de Bienne sont situés au rez-de-chaussée. La station de transformation du Centre, avec l'installation moyenne tension et le répartiteur principal du bâtiment, se trouve juste derrière. L'objectif des mesures de réduction consistait à limiter aux valeurs prévues par l'ORNI les champs magnétiques basse fréquence, afin de protéger le plus possible des champs magnétiques les collaborateurs de l'hôpital.

Angaben zum Autor

Urs Walti ist seit 2006 als Beratungingenieur bei der Electrosuisse für NISV-Berechnungen und Messungen niederfrequenter magnetischer Felder tätig.

Electrosuisse, 8320 Fehraltorf,
urs.walti@electrosuisse.ch

¹⁾ Verordnung über nicht ionisierende Strahlung, SR 814.710.

Anzeige



EDM	DIAGRAMM-DESIGNER
MESSDATEN-MANAGEMENT	REPORTGENERATOR
ZEITREIHEN-RECHNER	EREIGNISLOGGER
BILANZ-KALKULATOR	WORKFLOW DESIGNER
TARIFRECHNER	DATEN-KOMMUNIKATOR FÜR ebIX
LANGZEITARCHIV	WEBPRÄSENTATIONEN

Für Energie und Effizienz
Innovation pur für das Messdaten-Management

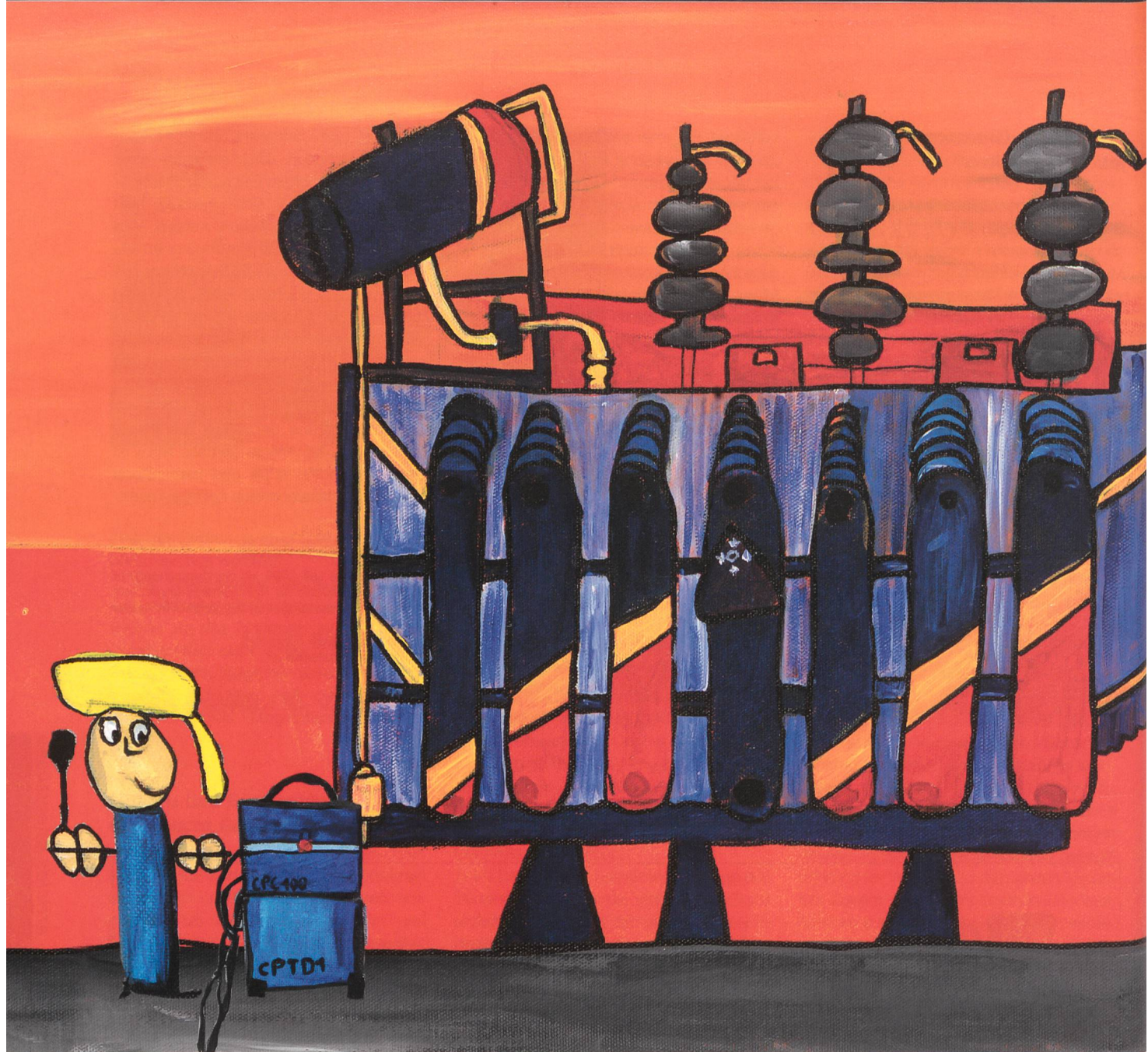
GIRSBERGER INFORMATIK AG

BAHNHOFSTRASSE 53
6440 BRUNNEN

TEL +41 41 822 00 00
FAX +41 41 822 00 01

MAIL@GIAG.CH
WWW.GIAG.CH

GIRSBERGER
INFORMATIK



Transformatordiagnose - eine bunte Palette an Lösungen

OMICRON hat eine bunte Palette von Diagnosegeräten für die Zustandsbestimmung von Transformatoren entwickelt:

Mit dem multifunktionalen **CPC-Prüf-system** lassen sich klassische elektrische Transformator-Prüfungen durchführen, wie etwa Übersetzungsverhältnis, Wicklungswiderstand, Kurzschlussimpedanz

sowie die Überprüfung des Schaltvorgangs des Stufenschalters. Aber auch dielektrische Prüfungen von Kapazität und Verlustfaktor ($\tan \delta$) sind möglich.

Das kompakte **DIRANA** (Dielectric Response Analysis) erlaubt die zuverlässige Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts, während das **MPD 600** durch die Auf-

zeichnung und Analyse von Teilentladungen erste Hinweise auf ein bevorstehendes Versagen der Isolierung liefert.

Machen Sie sich selbst ein Bild davon, welche Lösungen OMICRON für die Anforderungen in der Transformatordiagnose bereithält.

Innovative Prüflösungen
für die Energietechnik



OMICRON

