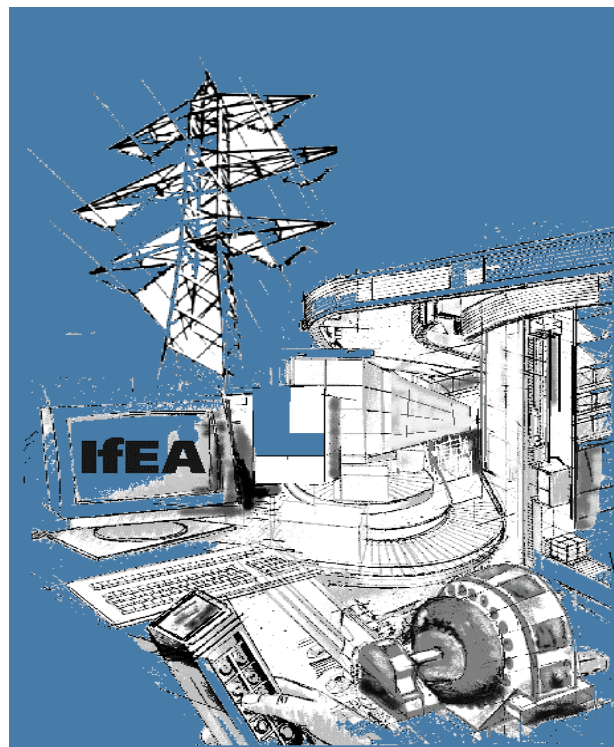


Laborleiter: Prof. Dr.-Ing. M. Könemund		
Versuchsbetreuung: Dipl.-Ing. Gerald Hiller		
Versuch-Nr. 4: Messtechnische Untersuchungen zum Nachweis der magnetischen Flussdichte an Niederspannungsverteilanlagen entsprechend der 26. Bundesimmissionschutzverordnung (Raum L 015)	Testat:	Note:
Versuchsdatum:	Abgabedatum:	Laborgruppen-Nr:
Ausgearbeitet von:		
Mitarbeiter:		

Labor für Elektroenergiesysteme





1. Einführung

Die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) schreibt eine Anzeigepflicht für elektroenergetische Anlagen vor. Zum Schutz von Personen vor den Wirkungen elektromagnetischer Felder gibt es sowohl auf nationalem Gebiet als auch auf europäischer und weltweiter Ebene seit langem Bemühungen, Grenzwerte zu definieren. Der VDE hat bereits 1974 mit der Normungsarbeit auf diesem Gebiet begonnen. Das Resultat, die VDE 0848, hatte zumindest bis zum Inkrafttreten der 26. BImSchV einen sehr hohen Stellenwert. Der Anwendungsbereich der 26. BImSchV erstreckt sich auf das Errichten und Betreiben von Hoch- bzw. Niederfrequenzanlagen, welche gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen verwendet werden.

Zum Schutze der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen leiten sich für die äußeren elektrischen und magnetischen Feldstärken bei einer Frequenz von 50 Hz die Grenzwerte ab, die seit dem 01.01.1997 in Deutschland durch die 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV 1996) gesetzlich bindend sind. Die Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen - im Sinne der Verordnung determiniert als "ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität einer Spannung von 1000 Volt oder mehr" - sind:

Grenzwerte der 26. BImSchV für ortsfeste Niederfrequenzanlagen		
Frequenz in Hz	Effektivwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte	
	Elektrische Feldstärke in kV/m	Magnetische Flussdichte in μT
50 Hz-Felder	5	100
16 2/3 Hz-Felder	10	300

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Freileitungen, Erdkabel, Bahnstromoberleitungen und Elektroumspannanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden und auf Grundstücken, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen die Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht überschritten werden. Unter bestimmten Bedingungen darf hiervon abweichend die magnetische Flussdichte kurzzeitig und die elektrische Feldstärke kleinräumig die Werte um 100 % überschreiten. "Zum Zwecke der Vorsorge haben bei der Errichtung oder wesentlichen Änderungen von Niederfrequenzanlagen in der Nähe von Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen in diesen Gebäuden oder auf diesen Grundstücken" auch die maximalen Effektivwerte den Grenzwerten zu entsprechen.

Der Geltungsbereich der Grenzwerte erstreckt sich grundsätzlich nur auf die Errichtung oder die wesentliche Änderung von Anlagen. An Anlagen, die vor Inkrafttreten der 26. BImSchV errichtet wurden, sind die Grenzwerte nach Ablauf von drei Jahren seit Inkrafttreten der Verordnung einzuhalten. Ebenfalls ist zu beachten, dass die Grenzwerte nur in den



Bereichen einzuhalten sind, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Landwirtschaftlich genutzte Flächen oder auch Bahnsteige z. B. sind hiervon




ausgenommen. Auf Bahnsteigen halten sich zwar unter Umständen ständig Menschen auf, die maßgebliche Verweildauer des Einzelnen ist aber gering.

Geltende EMV-Normen:

DIN-VDE 0848-1: 2000	VDE 0848 Teil 1	Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern
-------------------------	--------------------	---

2. Aufgabenstellung

Anhand vorgegebener Leiteranordnungen in einem symmetrisch belasteten 3-Leiter-System an der Nachbildung einer Niederspannungsverteilanlage sollen in einem praktischen Versuch die magnetischen Flussdichten für die unten aufgeführten Leiteranordnungen messtechnisch ermittelt werden. Hierbei sind für die gewählten Anordnungen die entsprechenden Messwerte als Spitzen- und Effektivwerte in einer vorgeschriebenen Messhöhe von 1,20 m und in dem vorgegebenen Raster des Messtisches der Niederspannungsverteilanlage aufzunehmen. Anschließend wird mit Hilfe des Programms „Matlab“ eine Magnetfeldberechnung eines eng gerasterten Flächenprofils unter Verwendung der Leiterstromspitzenwerte durchgeführt, in deren Ergebnis die magnetischen Flussdichten als Effektivwerte für die gewählte Leiterseilanordnung ermittelt werden. Die durch Messung gewonnenen Werte sind anschließend mit den Simulationsergebnissen aus Matlab zu vergleichen. Das Matlab-Skript ist dem Laborbericht unbedingt beizufügen.

Leiteranordnungen: 1. gebündelt  2. parallel  3. parallel, 90° gedreht 

2.1 Prüfaufbau und Versuchsdurchführung

Der gerätetechnische Aufbau zur Prüfungsdurchführung beinhaltet folgende Komponenten:

- EM Field Analyzer EFA-3 BN 2245, Fa. Wandel & Goltermann
Inv.-Nr.: 0106/60135-64405
- B-Field Sensor BN 2245/90.10 E-0019
Inv.-Nr.: 0106/60135-64405
- Stelltransformator Typ TKDSPKT Nr.: 9785/2, Fa. Ruhstrat KG
S=6,6kVA, I=1-10A, Uprim= 3*380V, 50 Hz,
Inv.-Nr.: 106 224 0123
- Nachbildung einer Niederspannungsverteilanlage
- Rechner zur Messwerterfassung
Inv.-Nr.: 0106-60116-70701



Die Einweisung und Inbetriebnahme der Anlage erfolgt durch das Laborpersonal.

Funktionsbeschreibung

Die Sparschaltung des eingangsseitig mit 400 V betriebenen dreiphasigen Stelltransformators stellt sekundär einen Spannungsbereich von 0 bis 240 V zur Verfügung. Die Sekundärspannung des dreiphasigen Stelltransformators wird mittels Handrad so eingestellt, dass sich über die nachgeschalteten Stromwandler ein Leiterstrom von ca. 400 Ampere pro Strang einstellt. Dazu werden die Leiterseile, die jeweils einen Querschnitt von 300 mm² aufweisen zur Belastung im Kurzschluss betrieben. Die Anordnungen der Leiterseile zueinander können an der Rückseite des Modells der Niederspannungsverteilanlage variiert werden. Vorderseitig befindet sich ein vertikal verfahrbarer Messtisch, mit dessen Hilfe definierte Abstände zwischen Messaufnehmer (H-Feld Sonde) und Messobjekt hergestellt werden können.

Aufgabenstellung

Mit dem Feldanalysator EFA3, dessen Anzeigedisplay im Bild 1 dargestellt ist, sind entsprechend der Norm DIN VDE 0848 bei einer vorgegebenen Messhöhe von 1,20 m die magnetischen Flussdichten in den vorgegebenen Messfeldern des Messtisches, wie im Bild 2 dargestellt, für die gewählte Leiteranordnung zu ermitteln, die gewonnenen Ergebnisse tabellarisch und grafisch (Skizze des Versuchsaufbaus!) über einen Auswerterechner zu erfassen sowie mit den Simulationsergebnissen aus Matlab zu vergleichen.

Bei der Messung der Ströme des 3-Leiter-Systems handelt es sich um Effektivwerte, die für die Simulation mit Matlab in Spitzenwerte umzuwandeln sind.

Darüber hinaus sind die gemessenen magnetischen Flussdichtewerte in den Messfeldern A1 bis A8 zu extrapolieren, um somit auf die Höhe der Flussdichtewerte an der Schaltschrankwand zu schließen ($H = \frac{1}{r^2}$; H = magnetische Feldstärke, r = Radius).

Bitte vergleichen Sie Ihre gewonnenen Messwerte mit den in der Norm vorgegebenen Grenzwerten und treffen Sie Aussagen zu den entsprechenden Leiteranordnungen.

Entsprechend o.g. DIN-Norm dürfen Personen die über einen längeren Zeitraum an Niederspannungsverteilanlagen arbeiten, Flussdichtewerten von maximal 100µT ausgesetzt sein.

Abschließend sind alle Ergebnisse in einem anzufertigenden Prüfbericht auszuwerten und zu dokumentieren. Dabei sind eventuell auftretende Abweichungen zwischen den Ergebnissen der praktischen Messung und der Matlab-Berechnung zu diskutieren.

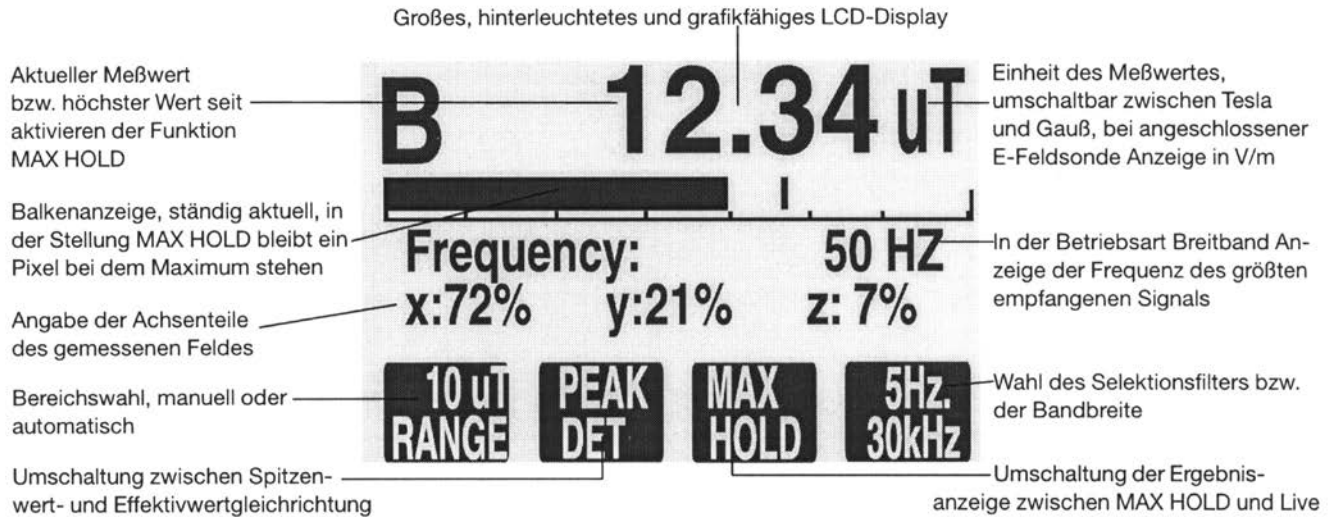


Bild 1: Anzeigedisplay des Feldanalysators EFA 3

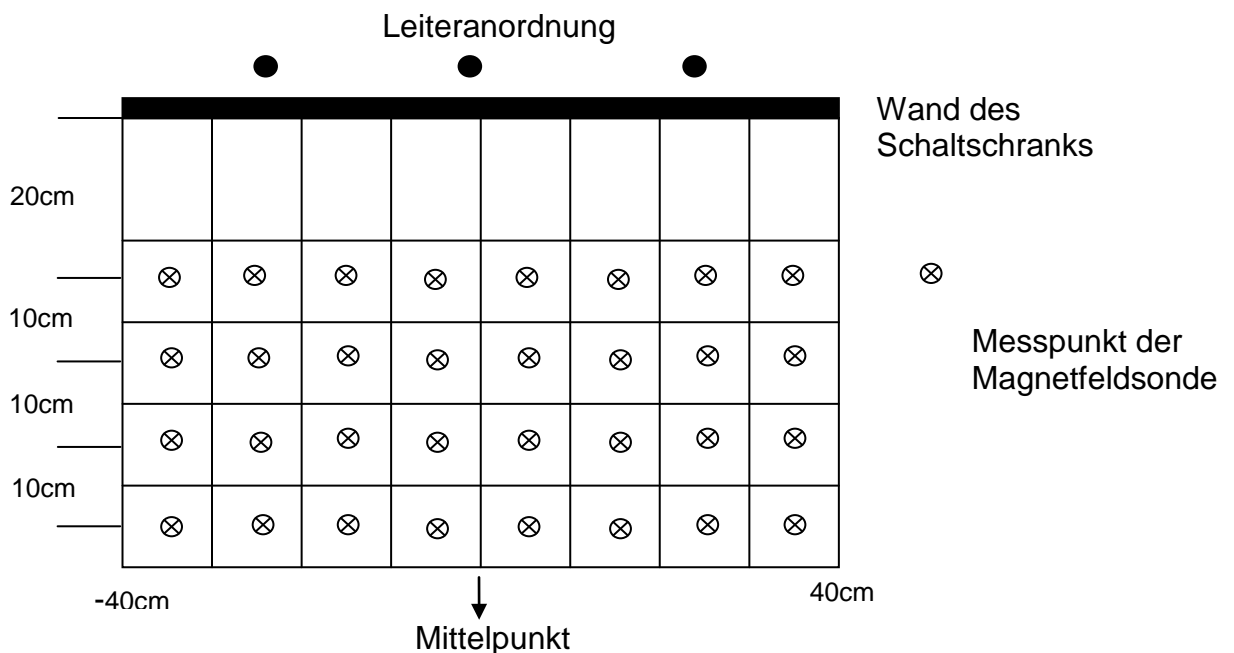


Bild 2: Messtisch der Modellanlage



3. Versuchsvor – bzw. nachbereitung (in schriftlicher Form)

Was sagt das Gesetz von Biot-Savart aus? Wie lautet es in differenzieller Vektor-Form?

Machen Sie sich mit Magnetfeldberechnungen und dem Simulationsprogramm „Matlab“ vertraut!

Welche Parameter sind für die Berechnung mit Matlab von besonderer Bedeutung?

Wodurch wird das Messergebnis wesentlich beeinflusst?