Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 59 (1968)

Heft: 11

Rubrik: Divergierende Auffassungen über die Permeabilität und die Dielektrizitätskonstante innerhalb der Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

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

Berechnungen ergaben, dass es sich trotzdem lohnt, die Ultraschallprüfungen durchzuführen, da die Prüfungskosten der Isolatoren in einer Betriebszeit von etwa 7...8 Jahren bereits abgeschrieben werden können.

Literatur

[1] *C. Stüber:* Zerstörungsfreie Ultraschallprüfung von Fahr- und Fernleitungsisolatoren. In: V. Kammerer: Eisenbahn und wissenschaftliche Forschung. Jahrbuch des Eisenbahnwesens 9(1958), S. 150...152.

[2] *H. Merz:* Zerstörungsfreie Prüfung auf Porosität mit Ultraschall von Fahrleitungs-Vollkernisolatoren der Schweizerischen Bundesbahnen. Bull. SEV 52(1961), S. 345...349.

[3] *R. Schönenberg:* Beitrag zum mechanischen Verhalten von Stab- und Vollkernisolatoren. ETZ-A 80(1959), S. 196...201.

[4] *H. Kläy:* Spätbrüche an Isolatoren. Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn. 32(1966), S. 11...15.

[5] *H. Skarbye:* Strength of High Tension Porcelain. In: Abhandlungen des IX. internationalen keramischen Kongresses. Bruxelles, Secrétariat du IX^{e} Congrès international céramique, 1964, S. 149...162.

[6] *S. T. Lundin:* Studies on Triaxial Whiteware Bodies. Dissertation. Kungl. Techniska Högskolan, Stockholm. Uppsala, Almqvist and Wiksell, 1959.

[7] *H. Weissmantel:* Zerstörungsfreie Prüfung von Hochspannungsisolatoren mit Ultraschall. Scientia electr. 5(1959)2, S. 113...120.

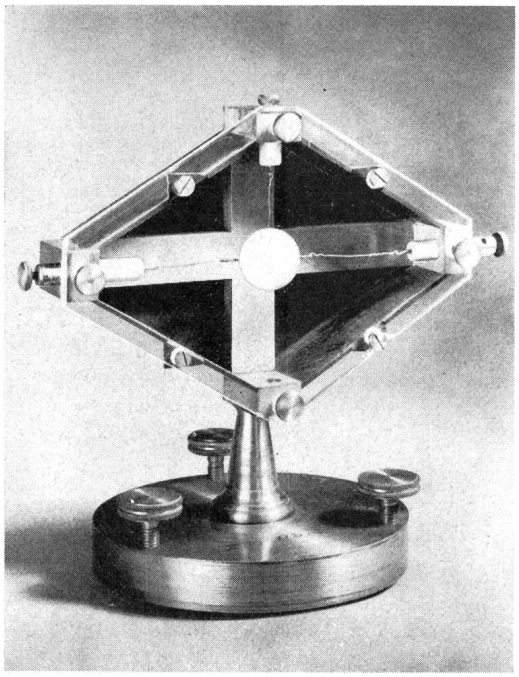
[8] *G. H. Gillam:* Rapport sur les travaux du comité d'études des isolateurs. Rapport CIGRE No. 234(1960).

Adresse der Autoren:

Lauri Haro und *S. Hyyryläinen*, Imatran Voima Osakeyhtiö, Head Office, P. O. Box 10138, Helsinki 10 (Finnland).

EIN BLICK ZURÜCK

Hitzdrahtinstrument von Heinrich Hertz 1886/1888



Deutsches Museum, München

Auf Anregung seines Lehrers *Helmholtz* unternahm *Hertz* den Versuch, die auf Grund der Maxwellschen Gleichungen angenommenen elektromagnetischen Schwingungen experimentell nachzuweisen. Seine Versuchsanordnung war denkbar einfach: zwei Drähte trugen an den äusseren Enden Metallkugeln, die anderen Enden standen einander gegenüber und bildeten eine Funkenstrecke. Durch einen Induktor wurden Funken zum Überspringen gebracht, welche die elektrischen Schwingungen hervorriefen. Zum Nachweis der entstehenden Wellen benutzte er einen kreisförmig gebogenen Draht, dessen Enden ebenfalls eine kleinere Funkenstrecke bildeten. Durch die überspringenden Funken konnte er die in der ersten Strecke entstandenen Wellen nachweisen. Mit dieser einfachen Vorrichtung entdeckte er nicht nur die von *Maxwell* vorausgesagten elektromagnetischen Wellen, sondern auch deren Beugung, Polarisation und Reflexion.

Quantitative Untersuchungen waren jedoch mit diesen Mitteln nicht möglich, hierzu bedurfte es eines Messinstrumentes, das auch auf hohe Frequenzen ansprach. *Hertz* erfand hiefür ein einfaches aber zuverlässiges Hitzdrahtinstrument. Ein dünner Silberdraht war um eine Achse geschlungen. Diese drehte sich, sobald der Draht sich durch den hindurchfliessenden elektrischen Strom erwärmte und damit ausdehnte. Auf der Achse war ein Spiegel befestigt. Die Beobachtung der Spiegelablenkung erfolgte, wie bei dem bekannten Spiegelgalvanometer, durch ein Fernrohr. Der langgestreckte Silberdraht hatte für die hochfrequenten Ströme im Gegensatz zu einer Spule nur Ohmschen Widerstand. Das Hitzdrahtinstrument war ja noch lange Jahre in der Hochfrequenztechnik nahezu unentbehrlich.

A. Wissner

Divergierende Auffassungen über die Permeabilität und die Dielektrizitätskonstante innerhalb der Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

537.226.1 : 538.213

In den letzten Jahren sind in jenen Publikationen der CEI, welche das Comité d'Etudes (CE) 51, Matériaux et composants magnétiques, vorbereitet hat, und in solchen, welche die CE 1, Terminologie, 24, Grandeurs et unités électriques et magnétiques, und 25, Symboles littéraux et signes, vorbereitet haben, divergierende Auffassungen über die Permeabilität und die Dielektrizitätskonstante (Permittivität) offenbar geworden. Wie es zu Widersprüchen kommen konnte, ist aus der historischen Entwicklung heraus verständlich.

Zwischen der magnetischen Induktion B, der Permeabilität μ und der magnetischen Feldstärke H bestand früher und besteht noch heute die bekannte Beziehung:

$$B = \mu H \qquad (1)$$

Die Schwierigkeiten beginnen mit der Interpretation von Gl. (1). Vor 1930 verstand man B und H als Grössen gleicher Dimension. Man stand fast einmütig auf dem Boden der dreidimensionalen CGS-Systeme. Gl. (1) drückte aus, dass für ein magnetisches Feld in einem Stoff eine von 1 abweichende Durchlässigkeit μ vorhanden war, welche bewirkte, dass im Gegensatz zum Vakuum in einem Stoff B und H verschieden sein konnten. Für beide Grössen war das Gauss die elektromagnetische CGS-Einheit.

Allmählich kam die Fachwelt zur Auffassung, dass die Elektrizität nicht mechanisch zu erklären sei. Man fing an, neben der Länge, der Masse und der Zeit noch die Elektrizitätsmenge als eine Basis-Dimension zu betrachten. So entstand dann das Giorgi- oder MKSA-System, der Vorläufer des jetzigen Internationalen Einheitensystems (SI). Als vierte Basis-Einheit wählte man aus praktischen Gründen das Ampère (Einheit der Stromstärke) statt des Coulomb (Einheit der Elektrizitätsmenge). Man verwendete weiterhin die Gl. (1); darin bedeutete nun aber μ nicht mehr eine reine Zahl, sondern eine dimensionsbehaftete Grösse.

Am 9. Juli 1930 stimmte in Oslo die Vollversammlung der CEI einem Beschluss des CE 1 zu, demzufolge μ und μ_0 physikalische Dimensionen zugeschrieben wurden. Für die relative Per-

meabilität wurde μ/μ_0 geschrieben. Als CGS-Einheit der magnetischen Feldstärke schuf man das Oersted; das Gauss wurde auf die magnetische Induktion beschränkt.

Im Jahr 1965 ist die Publikation 164 der CEI erschienen, in welcher frühere Beschlüsse über Grössen und Einheiten aus dem Gebiet der Elektrizitätslehre zusammengestellt sind. Darin sind auf den Seiten 24 bis 27 die oben erwähnten Beschlüsse aufgeführt. (In der englischen Fassung sind allerdings unter Ziffer 3 die Worte «specific of» zu streichen.)

In der Auflage 1953 der Publikation 27 der CEI über Buchstabensymbole wurde den oben genannten Beschlüssen in Tabelle I, Ziffer 93, wie folgt Rechnung getragen:

Perméabilité μ	pour le vide μ_0
Permeability μ	of free space μ_0

In der Gruppe 05 des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuches (VEI), die im Jahr 1954 erschienen ist, sind die beiden folgenden Ausdrücke definiert:

05-25-045:
Perméabilité absolue (d'une substance ou d'un milieu isotrope)
Absolute permeability (of a substance or of an isotropic medium)
Absolute Permeabilität

05-25-05:
Perméabilité relative
Relative permeability
Relative Permeabilität, Permeabilitätszahl

Auf Antrag des CE 24 werden von der CEI neuerdings folgende Namen empfohlen, und zwar in der Publikation 206, die 1966 erschienen ist, auf den Seiten 4 und 5:

Für die Grösse μ_0:
constante magnétique
magnetic constant

Für die Grösse μ:
perméabilité, perméabilité absolue
permeability, absolute permeability

Für die Grösse μ_r:
perméabilité relative, facteur de perméabilité
relative permeability

Dabei gelten die beiden Gleichungen:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{H/m} \qquad (2)$$

$$\mu = \mu_r\, \mu_0 \qquad (3)$$

Dieselben Namen finden sich auch in der ebenfalls im Jahr 1966 erschienenen vierten Auflage der Publikation 27 der CEI über Buchstabensymbole, nämlich auf den Seiten 28 und 29 unter den Ziffern 80 und 81, und auf den Seiten 34 und 35 unter der Ziffer 207. Parallel zu den magnetischen Grössen μ, μ_0 und μ_r wurden die elektrischen Grössen ε, ε_0 und ε_r eingeführt.

Die sechs Buchstabensymbole μ, μ_0, μ_r, ε, ε_0, ε_r sind auf Empfehlung der CEI über die SUN-Kommission (Symbols, Units, Nomenclature) auch von der Union internationale de Physique pure et appliquée, und über das Technische Komitee 12 von der International Organization for Standardization (ISO) übernommen worden.

Es scheint, dass für die Praktiker des Magnetismus, die Magnetbleche herstellen und ausmessen, die Permeabilität unbekümmert um die Beschlüsse der CEI eine reine Zahl geblieben ist, wie sie es vor 1930 war.

Für ferromagnetische Teile hat das CE 51 mehrere Empfehlungen vorbereitet, so die Publikationen 125, 133, 205, 218, 219, 220, 222, 223 und 226. Die Basis-Empfehlung ist die im Jahr 1961 erschienene Publikation 125, Classification générale des matériaux en oxydes ferromagnétiques et définitions des termes. Auf den Seiten 10 und 11 werden zwar unter den Ziffern A.1.1 und A.1.2 die «Perméabilité absolue» und die «Perméabilité relative» in Übereinstimmung mit der Gruppe 05 des VEI erwähnt. Die nachfolgend genannten Permeabilitäten werden aber alle, wie das aus den definierenden Gleichungen und dem erklärenden Text hervorgeht, als relative Permeabilitäten verstanden:

A.1.5 Perméabilité complexe
A.1.6 Perméabilité initiale
A.1.7 Perméabilité d'amplitude
A.1.8 Perméabilité avec champ continu superposé
A.1.9 Perméabilité réversible
A.1.10 Perméabilité différentielle
A.2.1 Perméabilité toroïdale
A.2.2 Perméabilité effective
A.2.3 Perméabilité apparente
A.2.4 Perméabilité complexe exprimée en éléments «série»
A.2.5 Perméabilité complexe exprimée en éléments «parallèle»

Das in den genannten Überschriften fehlende Wort «relative» findet sich dagegen in Legenden und erklärenden Texten zu den Buchstabensymbolen μ_i (A.1.6), μ_a (A.1.7), μ_Δ (A.1.8), μ_{rev} (A.1.9), μ_{dif} (A.1.10), μ_{tor} (A.2.1), μ_e (A.2.2), μ_{app} (A.2.3), $\underline{\mu}$, μ_s', μ_s'' (A.2.4), $\underline{\mu}$, μ_p', μ_p'' (A.2.5).

Das CE 51 bereitet neuerdings einen Teil des Kapitels 9 der dritten Auflage des VEI vor. Im diesbezüglichen Entwurf, der zur Annahme oder Ablehnung zur Zeit den Nationalkomitees der CEI vorliegt, wird auf die Widersprüche zu den Publikationen 27 und 206 der CEI ausdrücklich hingewiesen. Insbesondere wird dargelegt, dass die absolute Permeabilität in den Gleichungen in der Form $\mu_0\mu$ erscheine (statt in der Form μ). Es wäre also nach dem neuen Entwurf zu schreiben:

$$B = \mu_0\, \mu\, H \qquad (4)$$

statt, wie aus Gl. (1) und (3) hervorgeht:

$$B = \mu_r\, \mu_0\, H \qquad (5)$$

Das Wort «Permeabilität» und der Buchstabe μ sollen also nach dem Entwurf für die reine Zahl «relative Permeabilität» mit dem Buchstabensymbol μ_r verwendet werden. Das wäre ein offener Widerspruch zwischen verschiedenen Empfehlungen der CEI.

Zusammenstellung der Unterschiede

Empfehlungen der Publikationen 27 und 206	*Empfehlungen des CE 51*
Perméabilité, perméabilité absolue	Perméabilité absolue
$\mu = \dfrac{B}{H}$	$\mu\,\mu_0 = \dfrac{B}{H}$
Perméabilité relative, facteur de perméabilité	Perméabilité, perméabilité relative
$\mu_r = \dfrac{B}{\mu_0\, H}$	$\mu = \dfrac{B}{\mu_0\, H}$

Aus dieser Zusammenstellung kann das folgende Ergebnis entnommen werden: Das adjektivfreie Wort «Perméabilité» und das indexfreie Buchstabensymbol μ sollen nach den Empfehlungen der Publikationen 27 (1966) und 206 (1966) für den dimensionsbehafteten Quotienten B/H, nach den Empfehlungen des CE 51 dagegen für die reine Zahl $B/\mu_0\, H$ verwendet werden.

Wie können die Widersprüche zwischen den genannten Empfehlungen der CEI vermieden werden? Ein Ausweg kann darin bestehen, die Namen der Grössen nach Massgabe der Publikationen 27 und 206 beizubehalten, aber für die Buchstabensymbole zu gestatten, anstelle von zusammengesetzten Indizes wie μ_{ri}, μ_{ra}, $\mu_{r\,dif}$ usw. abkürzend μ_i, μ_a, μ_{dif} zu schreiben; der Ersatz von μ_r durch μ sollte dabei nicht empfohlen werden.

Ein anderer Ausweg wäre, auf die Beschlüsse vom Jahr 1930 zurückzukommen, und sowohl die Namen wie die Buchstabensymbole nach dem Vorschlag des CE 51 zu ändern. Dies könnte nur in Verbindung mit der Union internationale de Physique pure et appliquée und mit der ISO geschehen. Gegen dieses Vorgehen spricht das Bedenken, einen grundlegenden Beschluss umzustossen, der seit 38 Jahren gültig ist und so genügend Zeit hatte, sich weiterum einzuführen. Diesen Standpunkt hat in seiner 57. Sitzung das Fachkollegium 25, Buchstabensymbole und Zeichen des CES eingenommen[1]). Damit vertritt es die Meinung, dass sich das CE 51 dem alten Beschluss der CEI zu fügen habe. Eine Beachtung solcher Beschlüsse verlangen im Interesse der Einheitlichkeit der Publikationen der CEI auch die Prozedur-Regeln der CEI. — Zugunsten der Änderung der Namen und der Buchstabensymbole nach dem Vorschlag des CE 51 kann man vorbringen, dass die CEI es im Jahr 1930, als man die Dimensionen änderte, unterliess, wenigstens für die in neuer Bedeutung auftretende Permeabilität und magnetische Feldstärke neue Namen und Buchstabensymbole einzuführen. Die alten Bedeutungen verschwinden eben nicht plötzlich, wenn ein internationales Gremium neue Bedeutungen beschliesst.

M. K. Landolt

[1]) siehe S. 511 dieses Heftes.