

Auszug aus dem

Diplomarbeitsleitfaden

5. Formelschreibweise und Formelsatz

Version 4.0

Stand: Sommersemester 2006

- 5.1 Grundlegende Festlegungen zur Notation von Formeln
- 5.2 Typografische Gestaltung einzelner Formelelemente
- 5.3 Formeln erstellen mit dem Microsoft Formel-Editor 3.01

5. Formelschreibweise und Formelsatz

Als Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen entstehen insbesondere im Studiengang Product Engineering mehrheitlich technisch orientierte Diplomarbeiten. In diesen Arbeiten sind der Einsatz von Formeln und die Angabe von physikalischen Größen und Einheiten besonders wichtig. Deshalb vermittelt Ihnen dieses Kapitel einheitliche Festlegungen für die Notation von Formeln und physikalische Angaben. Wir folgen dabei mehrheitlich den einschlägigen DIN-Normen.

Voraussetzungen	DIN 461	Graphische Darstellung in Koordinatensystemen (1973)
	DIN 1301	Einheiten (Einheitennamen, Einheitenzeichen 1985)
	DIN 1304	Formelzeichen (1304-1: Allgemeine Formelzeichen 1994; Zusätzliche Formelzeichen für verschiedene Fachgebiete 1304-2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -10: versch. Jg.)
	DIN 1313	Physikalische Größen und Gleichungen (Begriffe, Schreibweisen, 1978)
	DIN 1338	Formelschreibweise und Formelsatz (Schreibweise und Satz mathematischer, physikalischer und chemischer Formeln in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft, 1996; Beiblatt 1: Form der Schriftzeichen, 1996; Beiblatt 2: Ausschluss in Formeln, 1996)

5.1 Grundlegende Festlegungen zur Notation von Formeln

Formeln sollen in ihrem typographischen Bild augenfällig hervortreten. Alle Zeichen sollen in Form und Größe aufeinander abgestimmt sein und sich, auch wenn sie einzeln stehen, leicht und eindeutig lesen lassen. Als geeignete Schrift werden Antiqua-Schriften der Gruppe I bis Gruppe IV nach DIN 16518 (Schriftarten mit Serifen) empfohlen. Serifenlose Schrift ist für den anspruchsvollen Formelsatz nicht geeignet.

Times New Roman und Symbol für Formeln

Entsprechend werden Formeln in Diplomarbeiten der Fakultät in **Times New Roman** gesetzt. Diese Schriftfamilie ist auf jedem Windows-Rechner installiert und als Standardschrift im MS Formeleditor voreingestellt. Aus den gleichen Gründen wird für Symbole und griechische Buchstaben der Zeichensatz Symbol verwendet.

Formelschreibweise und Formelsatz

Grundlegende Festlegungen zur Notation von Formeln

Schrift (eigentlich Schriftschnitt)	Times New Roman und Symbol
Schriftgröße	12 Punkt
Ausrichtung	linksbündig (Flattersatz)
Zeilenabstand	14 Punkt (in MS Word: „mindestens 14 pt.“)
zusätzlicher Absatzabstand	vor dem Absatz 3 Punkt
Einzug	keiner

Tab. 9: Typografische Festlegungen für Formeln

Mit diesen Standardeinstellungen des MS-Formeleditors (Version 3) werden Formeln gemäß DIN 1338 (1996) **fast** schon automatisch korrekt geschrieben. Darüber hinaus ist zu beachten:

Textfluss Im Fliesstext werden einzelne Variablen und Konstanten wie in Formeln geschrieben. Stören die Gleichungen den Textfluss, dann sollten sie in einer neuen Zeile stehen („freistehende Formeln“).

<p>Der Kurzschlussstrom ist gegeben durch</p> $I_K = \frac{U_L}{R_i}, \quad (12)$ <p>wobei U_L die Leerlaufspannung und R_i der Innenwiderstand des aktiven Zweipols darstellen.</p>	<p>Formeln, die Bestandteil eines Satzes sind, sollen, auch wenn sie frei stehen, hinsichtlich Satzzeichen wie ein Satzteil behandelt werden. Dabei soll zwischen Formel und Satzzeichen ein Ausschluss gesetzt werden.</p>
--	---

Tab. 10: Formeln im Fliesstext

Im Text sollten einzelne Variablen und Konstanten nicht isoliert (z. B.: A_n ergibt sich aus ...), sondern mit ihrer Bezeichnung verwendet werden (z. B.: der Fourier-Koeffizient A_n ergibt sich aus ...).

richtig	falsch
Die Fourier-Koeffizienten A_n und B_n sowie der Gleichanteil C_0 der reellen Fourier-Reihe werden aus dem Zeitverlauf $f(t)$ berechnet.	A_n und B_n sowie C_0 der reellen Fourier-Reihe werden aus $f(t)$ berechnet.

- Zeilenabstände** Symbole (z.B. U_L oder f_{RMS}) beeinflussen das Textbild besonders dann, wenn Exponenten und/oder Indizes vorkommen. Deshalb werden die Zeilenabstände in Zusammenhang mit Formeln und Symbolen vergrößert.
- In Fliesstextzeilen, die Formeln oder Symbole enthalten, werden die Zeilenabstände durch die Einstellung „Mindestens – 14 pt.“ von Word automatisch vergrößert.
 - Der Zeilenabstand in mehr-zeiligen Formeln wird vom MS Formeleditor standardisiert auf 18 pt. erhöht.
 - Um freistehende Formeln besser vom umlaufenden Fliesstext abzuheben, können vor und nach der Formel zusätzliche Leerzeilen im Grundtextformat eingefügt werden.

5.2 Typografische Gestaltung einzelner Formelelemente

5.2.1 Konstanten

Konstanten (Zeichen und Symbole mit feststehender bzw. konventioneller Bedeutung, auch Ziffern und Zeichen für Einheiten) werden normal (geradestehend) gesetzt:

richtig	falsch
$\pi = 3,1415927$	$\pi = 3,1415927$
$e^{0,3} = 1,350$	$e^{0,3} = 1,350$
$C = 4,7 \mu\text{F}$	$C = 4,7 \mu\text{F}$
$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	$G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
$\text{Re}\{e^{j\varphi}\} = \cos \varphi$	$\text{Re}\{e^{j\varphi}\} = \cos \varphi$
$i = j = \sqrt{-1}$	$i = j = \sqrt{-1}$
$u(t) = \sin(\omega t + \varphi)$	$u(t) = \sin(\omega t + \varphi)$
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$

Tab. 11: Konstanten

5.2.2 Variablen

Variablen bzw. Formelzeichen für physikalische Größen und Zeichen für Funktionen und Operatoren werden *kursiv* gesetzt:

Formelschreibweise und Formelsatz

Typografische Gestaltung einzelner Formelelemente

richtig	falsch
$U = \pi \frac{d^2}{4}$	$U = \pi \frac{d^2}{4}$
$u_C(t) = u_C(t_0) \cdot e^{\frac{t}{\tau}}$	$u_C(t) = u_C(t_0) \cdot e^{\frac{t}{\tau}}$
$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$	$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$
$f(y) = y'' + b_1y'$	$f(y) = y'' + b_1y'$

Tab. 12: Variablen

5.2.3 Indizes

Indizes werden *kursiv* gesetzt, wenn ihre Bedeutung die von Variablen ist (vgl. 5.2.2 Variablen). Wenn Indizes wie Zeichen mit feststehender Bedeutung wirken (z. B. Ziffern oder feststehende Begriffe wie Root Mean Square = RMS), werden sie normal gesetzt (vgl. 5.2.1 Konstanten):

richtig	falsch
$E_x = E_0 \frac{x}{x_0}$	$E_x = E_0 \frac{x}{x_0}$
$f_{\text{RMS}}^2 = \frac{1}{2} \left[\frac{A_0^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n^2 + B_n^2) \right]$	$f_{\text{RMS}}^2 = \frac{1}{2} \left[\frac{A_0^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n^2 + B_n^2) \right]$
$\mu_0 = 0,4\pi \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$	$\mu_0 = 0,4\pi \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$
$u_{\text{max}} = \hat{u}$	$u_{\text{max}} = \hat{u}$
$g_n = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ (n: normal)	$g_n = 9,81 \text{ ms}^{-2}$
$R_{\text{ges}} = R_a + R_b$	$R_{\text{ges}} = R_a + R_b$
f_{RMS}^2	f_{RMS}^2 oder f_{RMS}^2
$R_{\text{el}} = X_1 X_2 h_{\text{mech}}$	$R_{\text{el}} = X_1 X_2 h_{\text{mech}}$

Tab. 13: Indizes

5.2.4 Komplexe Zahlen

Komplexe Zahlen (komplexe Operatoren, komplexe Amplituden, komplexe Darstellung sinusförmig zeitabhängiger Größen... nach DIN 1311, DIN 5483) werden ***kursiv*** und **unterstrichen** dargestellt (die imaginäre Einheit j ist eine Konstante):

richtig	falsch
$\underline{Z}(\omega) = R + j\omega L$	$Z(\omega) = R + j\omega L$
$\underline{i}_1 = \underline{u}_1 \cdot j\omega C$	$i_1 = u_1 \cdot j\omega C$
$\underline{u}(\omega t) = \hat{u}e^{j(\varphi + \omega t)}$	$u(\omega t) = \hat{u}e^{j(\varphi + \omega t)}$

Tab. 14: Komplexe Zahlen

5.2.5 Infinitesimalzeichen

Infinitesimalzeichen werden wie Zeichen mit feststehender bzw. konventioneller Bedeutung normal gesetzt:

richtig	falsch
$Q(t) = Q_0 + \int_{\tau=0}^t i(\tau) d\tau$	$Q(t) = Q_0 + \int_{\tau=0}^t i(\tau) d\tau$
$a(t) = \frac{d^2 x(t)}{dt^2}$	$a(t) = \frac{d^2 x(t)}{dt^2}$

Tab. 15: Infinitesimalzeichen

5.2.6 Koordinatenachsen

Beschriftung von Koordinatenachsen oder Beschriftungen in Tabellenköpfen erfolgen mit zugeschnittenen Größengleichungen:

richtig	falsch
U/V oder U/V oder U in V	$U[V]$

Tab. 16: Beschriftung von Koordinatenachsen

5.2.7 Graphische Darstellung in Koordinatensystemen

Die folgenden Bilder enthalten einige Beispiele und Hinweise für die Graphische Darstellung in Koordinatensystemen (Diagramme). Die Anwendung normaler und kursiver Schrift entspricht den Festlegungen in 5.2.1 bis 5.2.5. Mit Ausnahme der Fälle, für die in DIN 1338 kursive Schriftzeichen gefordert wird, (Formelzeichen für physikalische Größen und Zeichen für Funktionen und Operatoren) ist normale Schrift zu verwenden. Weitere Einzelheiten wie Parameterangaben bei Kurvenscharen, Diagramme mit mehreren Veränderlichen, räumliche Diagramme, Achsenteilungen, Diagramme mit mehreren Skalen, Angabe von Messpunkten usw. sind DIN 461 zu entnehmen.

Formelzeichen Die kursiv zu setzenden Formelzeichen stehen **unter** der waagerechten bzw. **links** der senkrechten Pfeilspitze (Abb. 5: Variante 1 zur Beschriftung der Koordinatenachsen). Bei Platzmangel dürfen die Pfeile parallel zu den Achsen angebracht werden (Abb. 6: Variante 2 zur Beschriftung der Koordinatenachsen). Die Formelzeichen stehen dabei an der Wurzel der Pfeile.

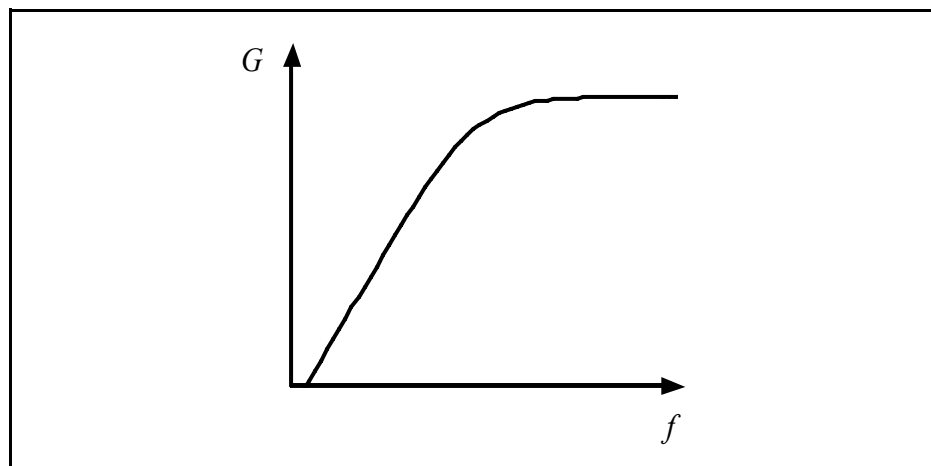


Abb. 5: Variante 1 zur Beschriftung der Koordinatenachsen: qualitative Darstellung

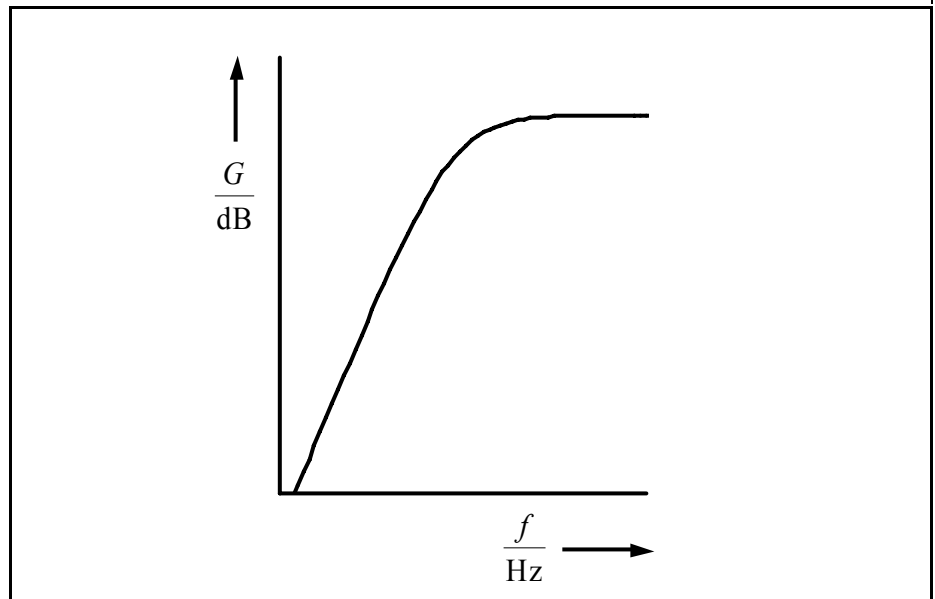


Abb. 6: Variante 2 zur Beschriftung der Koordinatenachsen quantitative Darstellung

Einheitenzeichen

Einheitenzeichen stehen am rechten Ende der Abszissenachse und am oberen Ende der Ordinatenachse (Abb. 7: Variante 1 zur Positionierung von Einheitenzeichen). Die Einheit darf keinesfalls in Klammern gesetzt werden (siehe DIN 1313). Bei Platzmangel kann die vorletzte Zahl weggelassen werden (Abb. 9: Variante 3 zur Positionierung von Einheitenzeichen).

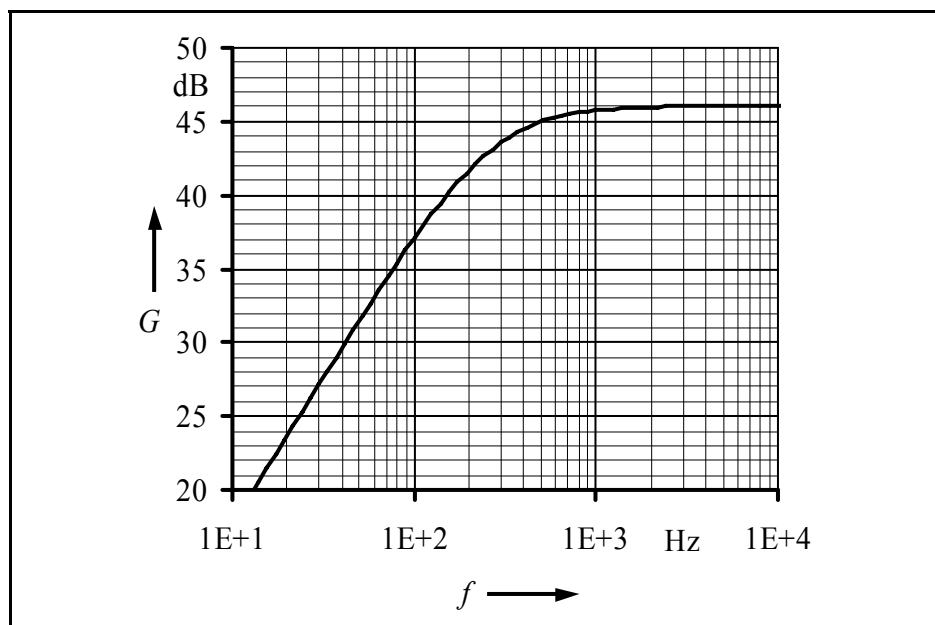


Abb. 7: Variante 1 zur Positionierung von Einheitenzeichen

Formelschreibweise und Formelsatz

Typografische Gestaltung einzelner Formelelemente

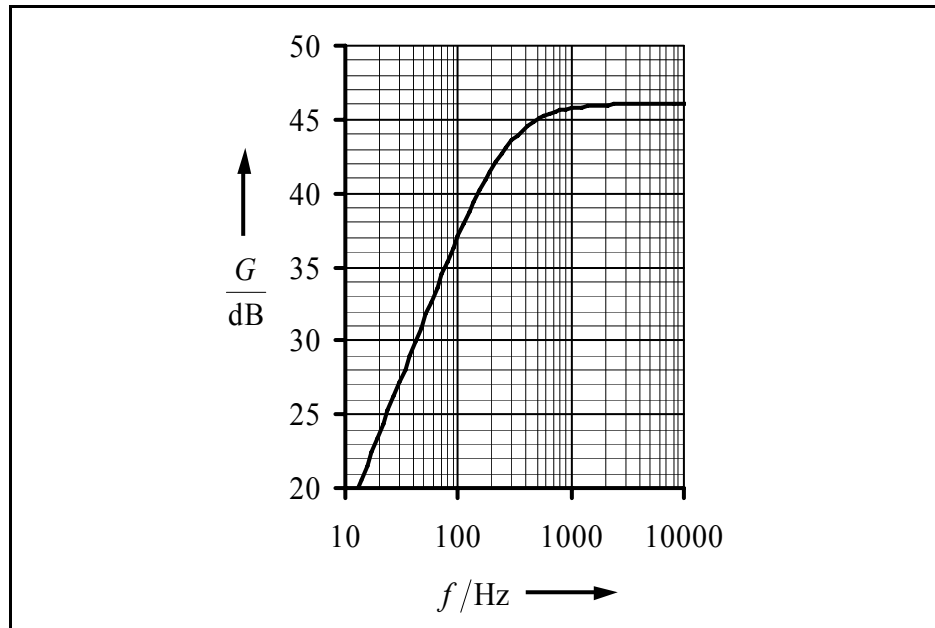


Abb. 8: Variante 2 zur Positionierung von Einheitenzeichen

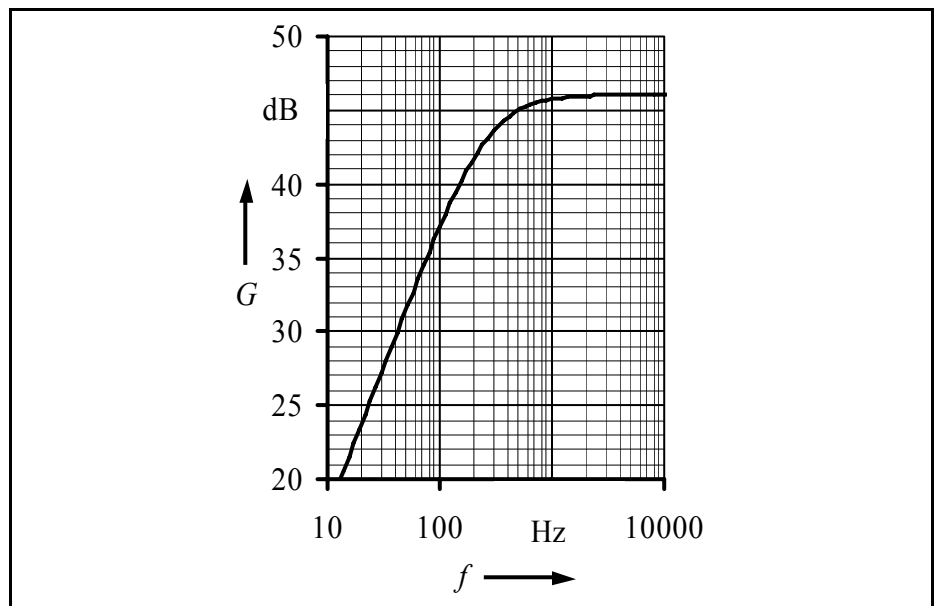


Abb. 9: Variante 3 zur Positionierung von Einheitenzeichen

5.2.8 Aus Wörtern bestehende Formeln

Werden Formeln nicht durch Formelzeichen, sondern durch Wörter dargestellt, sind deren Buchstaben senkrecht zu setzen.

Beispiel:
$$\text{Klirrfaktor} = \frac{\text{Effektivwert der Oberwellen}}{\text{Gesamteffektivwert}} \cdot 100\%$$

5.2.9 Nummerierung von Formeln

Um Formeln an anderer Stelle des Textes in einfacher Weise zitieren zu können, werden sie fortlaufend nummeriert. Dazu wird am rechten Spaltenrand die zugehörige Nummer in runden Klammern in Höhe der Formel, bei gebrochenen Formeln in Höhe der letzten Zeile gesetzt. Zusammengehörige Formeln können durch Buchstabenzusätze – z. B. (1a), (1b) – hervorgehoben werden.

$$0 \leq \arccos x \leq \pi \tag{1 a}$$

$$\begin{aligned} \arccos x &= \pi - \arccos(-x) \\ &= \frac{\pi}{2} - \arcsin(x) \\ &= \arcsin \sqrt{1 - x^2} \end{aligned} \tag{1 b}$$

Innerhalb des Textes werden die Formeln durch die in Klammern gesetzten Zahlen zitiert.

Die Nummerierung kann mit <<Einfügen – Beschriftung>> als Feldfunktion mit automatisch fortlaufender Nummer eingefügt werden. Beim Aufruf muss die Klammer [manuell] geschlossen werden.

richtig	falsch
$A_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) \cdot \cos n \omega_0 t dt \tag{2}$	$A_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) \cdot \cos n \omega_0 t dt \tag{2}$
$B_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) \cdot \sin n \omega_0 t dt \tag{3}$	$(3) \quad B_n = \frac{2}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) \cdot \sin n \omega_0 t dt$

Formelschreibweise und Formelsatz

Typografische Gestaltung einzelner Formelelemente

richtig	falsch
$C_0 = \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) dt \quad (4)$ <p>Das Amplitudenspektrum C_n wird aus den Fourier-Koeffizienten (2) und (3) mit der Beziehung</p> $C_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2} \quad (5)$ <p>berechnet.</p>	$C_0 = \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_1+T_0} f(t) dt \quad \text{Formel (4)}$ <p>C_n wird aus den Fourier-Koeffizienten (2) und (3) mit der Beziehung</p> $C_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2} \quad (5)$ <p>berechnet.</p>

Tab. 17: Nummerierung von Formeln

5.2.10 Ausschluss (Abstand zwischen den Zeichen in einer Zeile)

Die Größe des Ausschlusses unterliegt keinen starren Regeln. Maßgebend ist der gute optische Eindruck.

<p>10 000,000 34 29 086,653 52</p>	<p>Vielstellige Dezimalzahlen kann man nach DIN 1333 – zur besseren Übersicht – vom Dezimalkomma nach links und rechts in Gruppen zu je drei Ziffern gliedern. Die Gruppen werden voneinander durch Ausschluss getrennt (und nicht durch Punkt oder Komma!).</p>
<p>$\ln x, \sin \alpha$ $\int x^2 dx, \sum a_n$</p>	<p>Funktions- und Operationszeichen und ihre Argumente sollten durch einen festen Ausschluss getrennt werden.</p>
<p>$F = 3,8 \text{ mN}$ 2,5 % Abweichung</p>	<p>Zwischen Zahlenwert und Einheitenzeichen oder %-Zeichen wird ein Ausschluss gesetzt.</p>
<p>$\alpha = 45^\circ$ $\beta = 1' = (1/60)^\circ$ $\gamma = 1'' = (1/60)'$</p>	<p>Beim ebenen Winkeln wird zwischen Zahlenwert und Einheitenzeichen Grad $^\circ$, Minute $'$, Sekunde $''$ kein Ausschluss gesetzt.</p>
<p>x-y-Ebene 10-Ω-Widerstand $\left(\frac{G_v}{\text{dB}}, \lg \frac{f}{f_g} \right)$-Gerade</p>	<p>Bei Kopplung von Formelzeichen mit einem Wort werden zwischen die Zeichen (kurze) Bindestrache gesetzt.</p> <p>Anmerkung: Ein Bindestrich ist im Satz ein kurzer Strich, der <i>ohne Ausschluss</i> verwendet wird, während ein Gedankenstrich im Satz ein längerer Strich ist, der <i>mit Ausschluss</i> verwendet wird.</p>

Tab. 18: Beispiele für Ausschluss

5.2.11 Multiplikationspunkt und schräger Bruchstrich

Der **Multiplikationspunkt** steht auf gleicher Höhe wie die Zeichen + und – (siehe DIN 1302). Bei Einheitenprodukten und um Irrtümer zu vermeiden setzt man zwischen Faktoren einen Multiplikationspunkt. Es wird geraten, den Multiplikationspunkt nur in besonderen Fällen anzuwenden, sonst aber die Formelteile z.B. mit Hilfe von Klammern eindeutig zusammenzufassen.

Beispiele: $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$

$$R_m = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot \frac{l}{A}$$

$$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} \quad \text{oder:} \quad \mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{V s}}{\text{A m}}$$

$$F = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \text{oder:} \quad F = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg m s}^{-2}$$

Ein **schräger Bruchstrich** ist z.B. bei nicht zu umfangreichen Exponenten, zugeschnittenen Größengleichungen und zusammengesetzten Einheiten erlaubt. Er erschwert aber meistens die Übersicht und kann zu Missverständnissen führen. Wichtige Formeln (z.B. Ergebnisformeln) sollte man überhaupt nicht mit schrägem Bruchstrich schreiben.

Beispiele: $u(t) = U_0 e^{t/RC}$

$$U/V$$

5.3 Formeln erstellen mit dem Microsoft Formel-Editor 3.01



Um die Formatierungen und die typographische Gestaltung von Formeln korrekt vorzunehmen, benutzen Sie bitte den MS-Formel-Editor Version 3.01 mit folgenden Standardeinstellungen:

Formelschreibweise und Formelsatz

Formeln erstellen mit dem Microsoft Formel-Editor 3.01

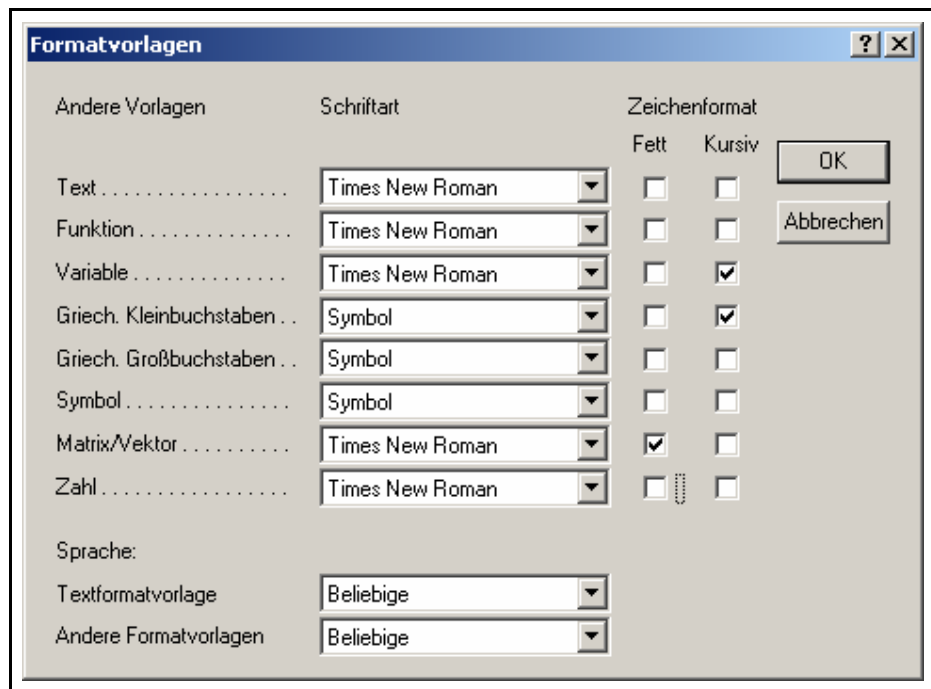


Abb. 10: Typographische Festlegungen mit dem MS-Formel-Editor

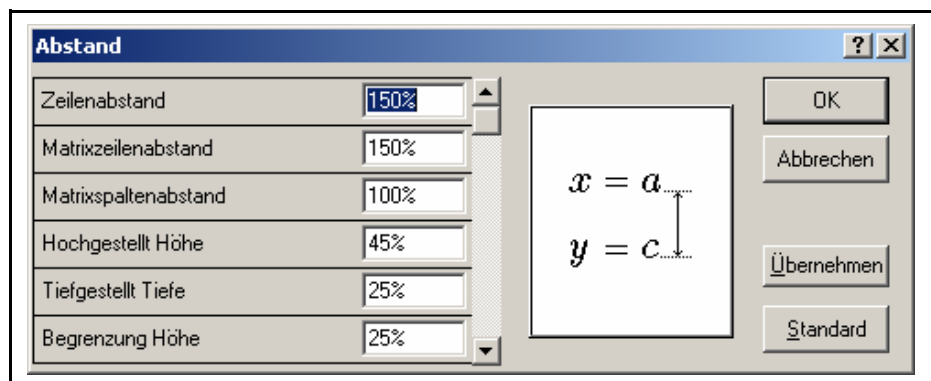


Abb. 11: Festlegungen der Abstände mit dem MS-Formel-Editor

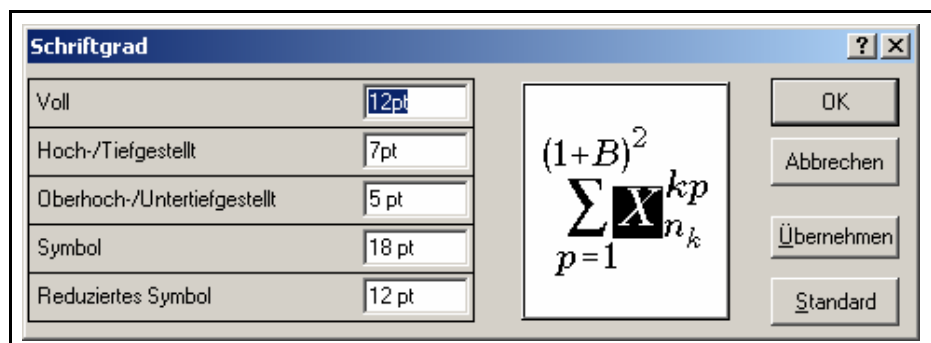


Abb. 12: Typographische Feinabstimmung mit dem MS-Formel-Editor