

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 34 (1943)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Einfache Berechnungsmethode für frequenzabhängige Dämpfungsglieder  
**Autor:** Weber, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057728>

### **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:** 19.04.2026

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

ments fondamentaux des nouvelles créations hydro-électriques. Ces travaux préparatoires à une œuvre productive, préférables aux investissements sans rendement, réduiront la période de construction déjà trop prolongée.

Si la défense du franc suisse, la lutte contre l'inflation, le maintien du niveau de la vie à une certaine limite, malgré tout mobile et progressive, justifient le blocage des prix, il rend la tâche des centrales électriques plus onéreuse. Elles doivent renoncer à un ajustement de leurs tarifs qui sont restés immuables depuis 1939, sauf pour l'énergie de déchet; elles ont à faire face au renchérissement qui s'est déjà produit de la main-d'œuvre, des matériaux nécessaires à l'exploitation, et si, en raison du niveau plus élevé des ventes corrélatives à la demande accrue d'énergie, elles réalisent quelques recettes nouvelles, celles-ci arrivent à peine à compenser les augmentations de dépenses. Cela est surtout sensible dans les centrales dont les réseaux s'étendent sur toute une partie du pays. Les réseaux urbains ou communaux sont dans une situation différente, ils apportent à leurs exploitants un bénéfice plus large et plus important qui comporte un élément fiscal, tandis que les premières doivent investir des sommes considérables pour assurer la distribution indispensable à leur mission.

On a estimé sur la base des prix d'avant-guerre à 400 millions de francs le montant à investir dans l'exécution des usines prévues au plan de 10 ans. De ce montant 170 millions seront répartis sous forme de salaires aux 15 millions de jours de travail accomplis par 5000 ouvriers qui assurent par leur activité l'entretien pendant les 10 années de 12 000 personnes, eux-mêmes y compris. On peut répéter le même calcul sur la part des commandes qui s'en iront à l'industrie et en dépenses de frais généraux. On peut tenir compte du travail qui sera attribué pour l'utilisation et la consommation des 2 milliards 200 millions de kWh et c'est au moins 100 000 personnes qui, au cours de 10 ans, trouveront directement ou indirectement dans la réalisation de notre programme leurs moyens d'existence<sup>2)</sup>.

Comme on vient de le montrer, les centrales électriques, par les nouvelles usines qu'elles doi-

<sup>2)</sup> Bull. ASE 1942, No. 8, p. 230.

vent entreprendre pour couvrir les besoins du pays en énergie apportent en occasions de travail un ensemble important de travaux productifs. Les conditions économiques et financières sous lesquelles ces travaux sont exécutés ont une sensible incidence sur l'avenir du pays; les autorités chargées de la défense des intérêts économiques et sociaux sont appelées à intégrer dans le plan général des occasions de travail, l'aide et l'apport qu'elles peuvent consentir aux efforts des centrales d'électricité.

Dans leur mémoire au Conseil fédéral sur les occasions de travail, l'ASE et l'UCS ont déclaré renoncer à des subventions à fonds perdus; elles conservent la même attitude, mais devant la situation créée par les événements, elles voudraient suggérer que le concours prévu pour les occasions de travail soit assuré aux constructeurs d'usines, sous la forme de capitaux mis à disposition à bas taux et à long terme, avec des formules de remboursement assez souples pour s'adapter aux conditions économiques de l'après-guerre.

A côté de la collaboration prévue entre les centrales et l'office pour les occasions de travail, il serait utile d'obtenir des autorités compétentes des aménagements fiscaux. L'exemption du droit de timbre (timbre d'émission et timbre sur les coupons) pour l'émission d'actions et d'obligations destinée à se procurer les fonds nécessaires aux créations nouvelles, la dégrèvement de tous impôts à la source pour ces mêmes titres, l'exemption des impôts fédéraux, cantonaux et communaux sur l'augmentation du capital social imputable au renchérissement et la réduction de l'impôt sur les bénéfices de guerre, permettraient d'accroître les montants consacrés aux amortissements, de réduire la durée des prêts dont il a été parlé, et finalement d'amener au profit du consommateur la baisse du prix de l'énergie.

Les efforts conjugués de l'Office des occasions de travail, des entreprises électriques et des autorités resteront sans objet, sans but et sans résultat tant que ne sera pas résolu le problème primordial de l'octroi des concessions hydrauliques. L'Association Suisse des Electriciens et l'Union des Centrales Suisses d'Electricité adressent respectueusement aux autorités le vœu pressant d'en donner la solution.

## Einfache Berechnungsmethode für frequenzabhängige Dämpfungsglieder

Von H. Weber, Bern

621.392.53

*Es wird ein einfaches Verfahren angegeben und an einem Beispiel erläutert, wie frequenzabhängige Dämpfungsglieder berechnet werden können.*

*Une méthode simple, suivie d'un exemple, est donnée pour calculer des atténuateurs avec différentes caractéristiques de fréquence.*

Es gibt in der Uebertragungstechnik viele Fälle, wo Korrekturen in der linearen Verzerrung vorgenommen werden müssen, besonders in der Rund-

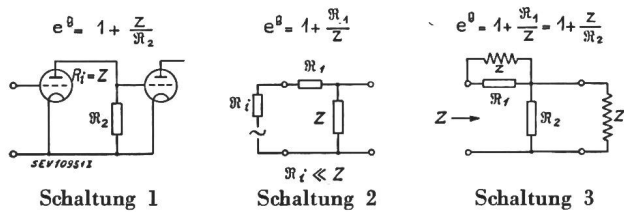
funktechnik, z. B. an den Rundfunkleitungen zwischen Studio und Sender. Aber auch in der Mess-technik genügt eine ungefähre Korrektur nicht.

Es ist deshalb erwünscht, mit einfachen Mitteln auch kompliziertere Entzerrer rechnen zu können. In den meisten Fällen ist es möglich, die Schaltung so zu wählen, dass das Betriebsübertragungsmass  $g$  mit der Impedanz  $\Re_1$  oder  $\Re_2$  eines Zweipols folgende Beziehung erfüllt:

$$e^g = 1 + \frac{\Re_1}{Z} = 1 + \frac{Z}{\Re_2} \text{ wo}$$

$$\Re_1 \cdot \Re_2 = Z^2 \text{ und } g = b + j a.$$

$Z$  ist ein von der Frequenz unabhängiger ohmscher Widerstand, der durch die Wahl der Schaltung bestimmt wird. Die Impedanzen  $\Re_1$  und  $\Re_2$  sind bezüglich  $Z$  zueinander reziprok. Je nach Schaltung ist  $\Re_1$  oder  $\Re_2$  zu wählen.



Werden die Zweipole auf folgende Art gewählt,



wo  $B_1$  und  $B_2$  nur Kapazitäten und Induktivitäten enthalten, so kann das Uebertragungsmass durch die Beziehung

$$e^g = 1 + \frac{R_1}{Z} \cdot \frac{1}{1 + j \nu} = 1 + \frac{Z}{R_2} \frac{1}{(1 + j \nu)}$$

ausgedrückt werden.

$\nu$  wird die normalisierte Frequenz genannt und

Ist  $\nu = 0$ , so wird  $(e^g)_{\nu=0} = e^{b_0} = 1 + \frac{R_1}{Z} = 1 + \frac{Z}{R_2}$

reell und zugleich die Dämpfung  $b = b_0$  ein Maximum. Die Dämpfung  $b$  und die Phase  $a$  für  $\nu \neq 0$  kann dann dargestellt werden als eine Funktion der normalisierten Frequenz  $\nu$  mit dem Parameter  $b_0$ :

$$b = \frac{1}{2} \ln \left[ \frac{e^{2b_0} + \nu^2}{1 + \nu^2} \right] \text{ Neper; Dämpfungsfunktion}$$

$$a = - \arctg \left[ \frac{\nu (e^{b_0} - 1)}{e^{b_0} + \nu^2} \right] \text{ Phasenfunktion}$$

Diese Funktionen sind in Fig. 1 und 2 für  $b_0$  in Stufen von 0,2 Neper bis zu 3 Neper aufgezeichnet. Besonders einfach ist die Ermittlung der normalisierten Frequenz  $\nu$  für die halbe maximale Dämpfung

$$\left| \nu_{b = \frac{b_0}{2}} \right| = e^{\frac{b_0}{2}}.$$

Die Dämpfungsfunktion hat hier ihre grösste Steilheit, die Phasenfunktion ihr Maximum.

$$a_{b = \frac{b_0}{2}} = - \arctg \left[ \text{Sinh} \left( \frac{b_0}{2} \right) \right]$$

Die Dämpfungskurve ist in bezug auf diesen Punkt zentrisch symmetrisch. Für die Wahl einer bestimmten Entzerrung ist gerade die Lage dieses Punktes massgebend. Wie im Einzelfall vorzugehen ist, wird an einem Beispiel gezeigt.

Massgebend für die verschiedenen Entzerrer ist die normalisierte Frequenz  $\nu$ . Tabelle I enthält sechs Entzerrertypen, die in den meisten Fällen ausreichen. Der Berechnungsgang ist ebenfalls in der Tabelle kurz angedeutet.

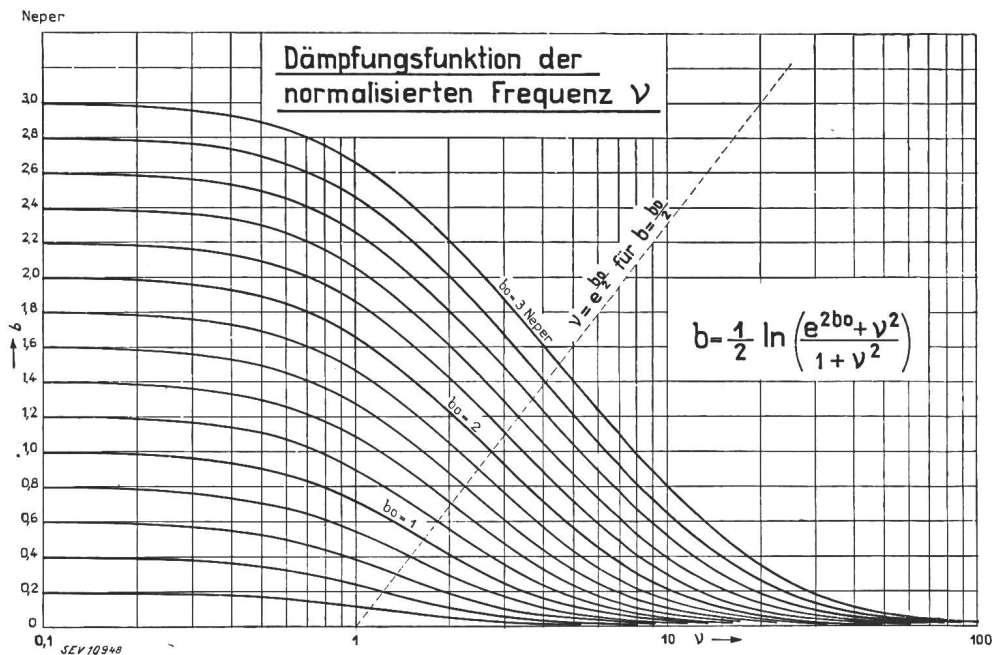


Fig. 1.

ist eine reelle Funktion der Frequenz und der verwendeten (nur reaktiven) Komponenten in  $B_1$  und  $B_2$ .

Beispiel: Die ausgezogene Kurve in Fig. 3 sei nachzubilden. Der Typ 3a in Tabelle I scheint geeignet. Für  $f_0$  setzen wir 2400 Hz, für

$$a = \frac{4200}{2400} = 1,75, b_0 = 0,4 \text{ Neper.}$$

$$R_1 = Z \cdot (e^{b_0} - 1) = Z \cdot 0,493 \quad (1)$$

$$x_b = \frac{b_0}{2} = \frac{1250}{2400} = 0,52 = x_1$$

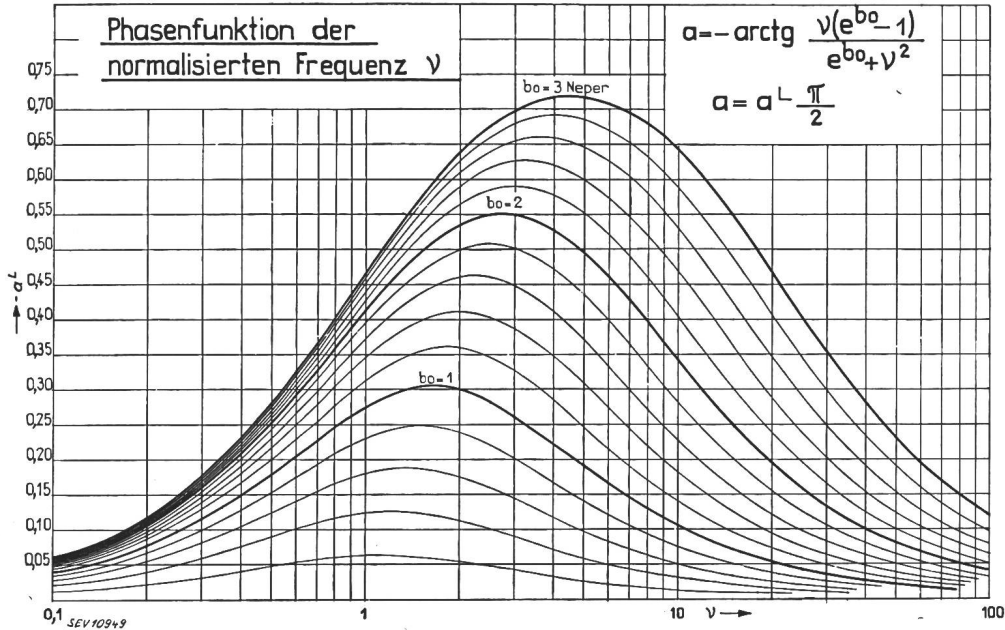


Fig. 2.

$$L_1 C_1 = \left[ \frac{1}{2 \pi \cdot 2400} \right]^2 = 0,0663 \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

$$\frac{C_1}{C_1'} = a^2 - 1 = 2,06 \quad (3)$$

$$\nu_b = \frac{b_0}{2} = e^{\frac{b_0}{2}} = 1,222 =$$

$$= \omega_0 C_1 R_1 \cdot x_1 \left[ \frac{1}{a^2 - 1} + \frac{1}{1 - x_1^2} \right] \quad (4)$$

Tabelle I.

Nr.	b	$\mathfrak{R}_1$	$\mathfrak{R}_2$	Normalisierte Frequenz $\nu$	Berechnungsgang:
1a			$R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$ $L_2 = C_1 \cdot Z^2$	$\nu = \omega C_1 R_1$	1. Gegebene Größen: $b_0, \omega_0$ und $a$ 2. $R_1 = Z(e^{b_0} - 1)$ 3. Wahl von $\omega$ , bzw. $X$ für $b = \frac{b_0}{2}$ $\nu_b = \frac{b_0}{2} = e^{\frac{b_0}{2}}$ gibt die noch fehlende Gleichung zur Bestimmung aller Komponenten.
1b			$R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$ $C_2 = \frac{1}{Z^2}$	$\nu = -\frac{R_1}{\omega L_1}$	
2a			$R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$ $L_2 = Z^2 C_1$ $C_2 = \frac{1}{Z^2}$	$\nu = \omega_0 C_1 R_1 \left( X - \frac{1}{X} \right)$	
2b			$L_2 = Z^2 C_1$ $R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$ $C_2 = \frac{1}{Z^2}$	$\nu = -\frac{\omega_0 C_1 R_1}{\left( X - \frac{1}{X} \right)}$	
3a			$L_1' = C_1' Z^2$ $L_2 = Z^2 C_1$ $C_2 = \frac{1}{Z^2}$ $R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$	$\nu = \omega_0 C_1 R_1 X \cdot \left[ \frac{1}{a^2 - 1} + \frac{1}{1 - X^2} \right]$	
3b			$C_1' = \frac{1}{Z^2}$ $L_2 = Z^2 C_1$ $C_2 = \frac{1}{Z^2}$ $R_2 = \frac{Z^2}{R_1}$	$\nu = -\frac{\omega_0 C_1 R_1}{X} \cdot \left[ \frac{a^2}{1 - a^2} - \frac{X^2}{1 - X^2} \right]$	

$a$  bedeutet hier das Verhältnis zweier Frequenzen. Für die fehlende Beziehung wählen wir den Punkt mit halber Dämpfung auf dem untersten Ast unserer Kurve

(1) und die bekannten Grössen in (4) eingesetzt, ergibt

$$1,222 = C_1 \cdot Z \cdot 7170 \text{ und daraus } C_1 = \frac{170,5}{Z} \mu\text{F}$$

$C_1$  in (2) und (3) eingesetzt:

$$L_1 = Z \cdot 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

$$C_1 = \frac{82,7}{Z} \mu\text{F}$$

Für  $Z = 500 \text{ Ohm}$  erhalten wir folgende Werte:

$$C_1 = 0,341 \mu\text{F} \quad C_1' = 0,1654 \mu\text{F} \quad L_1 = 0,195 \text{ H}$$

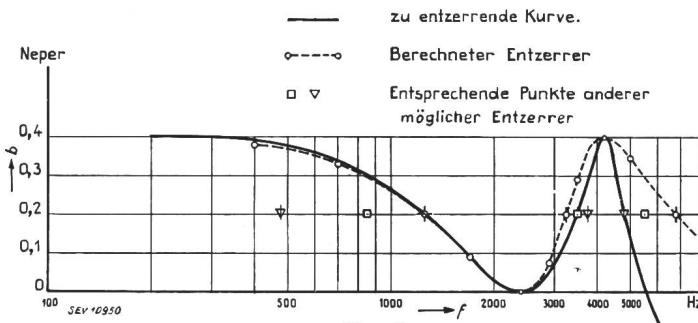


Fig. 3.

Die Werte für  $\Re_2$  ergeben sich zu

$$L_2 = 0,08525 \text{ H} \quad L_2' = 0,04135 \text{ H} \quad C_2 = 0,78 \mu\text{F}$$

Es interessiert uns zu wissen, bei welcher Frequenz die beiden übrigen Punkte mit halber Dämpfung unseres so bestimmten Entzerrers zu liegen kommen. Die Formel für  $\nu$  gibt für drei verschiedene Werte von  $x$  den gleichen Wert von  $\nu$ , wobei  $\nu$  auch negativ werden kann. Wir besitzen für  $\nu = 1,222$  bereits einen Wert von  $x$ :  $x_1 = 0,52$ ,  $\nu$  wird positiv.  $x$  erfüllt die Gleichung:

$$x^3 - x^2 \alpha (a^2 - 1) - x a^2 + \alpha (a^2 - 1) = 0$$

$$\alpha = \frac{\nu}{\omega_0 C_1 R_1}$$

für  $x = x_1$  wird  $\alpha = \left| x_1 \left[ \frac{1}{1-x_1^2} + \frac{1}{a^2-1} \right] \right|$ ; in der

obigen Gleichung eingesetzt und dieser Ausdruck durch  $(x - x_1)$  dividiert, ergibt eine quadratische Gleichung für die beiden andern Lösungen:

$$x^2 - x x_1 \left( \frac{a^2 - 1}{1 - x_1^2} \right) - \left( \frac{a^2 - x_1^2}{1 - x_1^2} \right) = 0$$

$$a = 1,75; \quad x_1 = 0,52; \quad x^2 - 1,47 x - 3,825 = 0;$$

$$x_2 = 2,825; \quad x_3 = -1,36$$

Die dritte Lösung  $x_3$  ist positiv zu nehmen, da  $\alpha$  bei positivem  $x_3$  negativ wird und somit  $x_3$  positiv die Gleichung

$$x^3 + x^2 \alpha (a^2 - 1) - x a^2 - \alpha (a^2 - 1) = 0$$

befriedigt. Die Punkte sind in Fig. 3 eingetragen. Wird versucht, den Entzerrer einem andern Ast der Kurve anzugleichen, so resultieren die entsprechend gleich markierten Punkte. Dies hat natürlich andere Werte der Komponenten zur Folge. Die Dämpfungskurve des gewählten Entzerrers ist leicht zu berechnen, indem man für verschiedene Frequenzen  $\nu$  berechnet und den dazugehörigen Dämpfungswert  $b$  aus Fig. 1 auf der entsprechenden  $b_0$ -Kurve abliest. Ebenso erhält man die Phase  $a$  aus Fig. 2, was bei der Konstruktion von gegengekoppelten Verstärkern sehr nützlich ist.

Um die berechnete Kurve auch bei der Messung des ausgeführten Entzerrers zu erhalten, müssen die Komponenten möglichst verlustfrei gewählt werden.

## Das neue Konsumabrechnungsverfahren der Lichtwerke und Wasserversorgung der Stadt Chur

Von A. Gfeller, Chur

658.88 : 621.311(494.26)

Mit dem Jahr 1942 wurde das gesamte Abrechnungs- und Inkassowesen der Lichtwerke und Wasserversorgung Chur neu organisiert. Im besonderen wurde vom «Holsystem» (Vorweisen einer quittierten Rechnung) zum «Bringsystem» (Zustellen einer unquittierten Rechnung und eines Einzahlungsscheines) übergegangen. Die im Jahre 1942 mit der neuen Organisation gesammelten Erfahrungen sind ausgezeichnet. Im folgenden werden das alte und das neue System beschrieben und die Vorteile und Nachteile werden einander gegenübergestellt. Die Erfahrungen werden zahlenmässig mitgeteilt.

En 1942, la comptabilité et le service des encaissements des Entreprises d'éclairage électrique et de distribution d'eau de la Ville de Coire ont été complètement remaniés. L'ancien système, qui consistait à présenter à l'abonné une facture acquittée, a notamment été remplacé par l'envoi d'une facture accompagnée d'un bulletin de versement. Les expériences faites en 1942 avec la nouvelle organisation ont été concluantes. Description de l'ancien et du nouveau système et exposé de leurs avantages et désavantages, avec indications numériques.

Die stark veränderte Lebensgestaltung, bedingt durch Krieg und Teuerung, stellt uns vor die Aufgabe, unser Abrechnungs- und Inkassowesen so umzustellen, dass unsere Konsumenten ihren Verpflichtungen müheloser, als dies beim bisherigen teilweisen Quartaleinzug möglich war, nachkommen können. Mit diesem primären Vorhaben waren gleichzeitig weitere Aenderungen, z. B. Neuanlage der Standbücher, Verbesserung des Rechnungsformulars, Einflechtung einer vollendeten Mengenstatistik, Uebergang vom «Hol»- zum «Bring»-System,

Einführung von Mahngebühren und Schaffung einer selbständigen Debitorabteilung, verbunden.

Nachdem die Neuorganisation — die anfänglich hohe Anforderungen an das gesamte Personal stellte, weil der Uebergang vom alten zum neuen System, das Ausprobieren der passendsten Arbeitsmethoden, die Anlernung an die neue Fakturiermaschine, die Einführung der neuen Angestellten, das Nebeneinanderlaufen der Debitorforderungen nach alter und neuer Ordnung sowie die geplante Arbeitskontinuität trotz teilweisen militärischen Absenzen —