Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 20

Artikel: Barcelona, die Stadt des Lichtes
Autor: Bäschlin, Alfredo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43459

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: 22.07.2025

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

Abb. 3. Der anlässlich der Weltausstellung in Barcelona erbaute Nationalpalast. Architekten Cendoya und Catà.

Kenntnis gebracht werden. Ausserdem müssen genaue Messungen an ausgeführten Bauwerken in erhöhtem Masse zur Durchführung kommen.

Dringend ist sodann die Mitwirkung der Bauherren und Architekten, die von der Ueberzeugung ausgehen muss, dass die Ausführung von Eisenbetonarbeiten eine Vertrauenssache ist. Die Architekten machen sich keinen Begriff von den Schwierigkeiten, die „die (sogenannt! Red.) moderne Architektur-Akrobatik mit ihren aufgelösten Grundrissen, grossen Ausladungen, Wand- und Pfeilerübersetzungen usw. bringen, und selbst harmlose Bauwerke häufig zu heiklen Konstruktionsgebilden machen, die umfangreiche statische Untersuchungen erfordern" (Schmidtmann, Stuttgart). Hierher gehört auch die Erwähnung der oft vom Architekten verlangten zu geringen Konstruktionshöhen. Diese Höhen sind bestimmt durch die Eigenschaften des Baustoffes und statische Rücksichten, und sind einzig und allein durch den Ingenieur festzulegen. Die Ausarbeitung der statischen Berechnungen und die Aufstellung der Detailprojekte benötigt bei Eisenbetonbauten eine ungleich grössere Summe von Arbeit, insbesonders wenn die wirtschaftlich günstigsten Abmessungen bestimmt werden müssen. Deshalb bringen die ewigen Aenderungen, die dem Ingenieur vom Architekten zugemutet werden, nicht nur eine bedeutende Mehrarbeit, sondern auch eine Unstetigkeit und Unsicherheit in den Baubetrieb, die vermieden werden kann und muss.

Nur durch verantwortungsbewusstes *Zusammenarbeiten* von Bauherr, Architekt, Ingenieur und Unternehmer, kann der Eisenbetonbau einer weitern Entwicklung ohne Rückschläge entgegengehen. F. F.

Barcelona, die Stadt des Lichtes.

Seit Barcelona die Internationale Ausstellung eröffnet hat, die in einem bis heute nicht gesehenen Lichtaufwand auf weite Entfernung ihre strahlende Gegenwart ankündigt, ist der Titel „Ville Lumière" auf die schöne Mittelmeerstadt übergegangen. Es dürfte die Leser der „S. B. Z." interessieren, etwas hinter die Kulissen blicken und anhand einiger technischer Angaben vernehmen zu können, wie diese leuchtenden Wasserspiele, wie diese feenhaft wirkende, indirekte Bestrahlung des Nationalpalastes eigentlich bewerkstelligt werden.

Die grosse Leuchtfontaine (Abb. 1 und 2) ist eine grosszügige Anwendung der elektrischen Fernbetätigung mittels Relais und Schützen, um möglichst viele Variationen von Wasser-, Licht- und Farbenspielen zu erreichen. Die Fontaine ist in Eisenbeton hergestellt und besteht aus drei konzentrischen Becken in verschiedener Höhe. Die beiden innern Bekken enthalten kreisförmige Röhren, die durch Düsen von verschiedener Form und Grösse das Wasser nach aussen spritzen. Im äussern Becken sind zwanzig einzelne Wasserspiele angeordnet. Die Fontaine ändert ihre äussere Form je nach der Zahl der speienden Düsen, dem Wasserdruck und der Einstellung der Regulierungsorgane. Praktisch ist die Zahl der möglichen Kombinationen eigentlich unbeschränkt. Durch 44 mit Fernsteuerung versehene Wasserventile, von denen einige 0,5 m Durchmesser haben, wird die Aenderung der Wasserspiele bewirkt.

Der unterirdische Hohlraum ist für die Unterbringung der Pumpengruppen, Transformatoren, Schaltanlagen, Farbentrommeln nutzbar gemacht worden. Die Betätigung der Wasserspiele kann sowohl von diesem Raum aus als auch von einer entfernt und hochgelegenen Kommandostelle aus geschehen. Vier Pumpen von je 265 PS, entsprechend einer Fördermenge von je 500 l/sec bei 25 m Förderhöhe, und eine von 125 PS erzeugen den nötigen Druck. Durch Parallel- und Serieschaltung je zweier Pumpen kann eine Hubhöhe von 50 m bei einer Wassermenge von 1000 l/sec erzielt werden.

Die Bestrahlung des Wassers geschieht mittels 111 drehbaren fünfseitigen Trommeln, die mit farbigen Glastafeln versehen sind. In jeder dieser Trommeln sind feste Reflektoren angebracht — insgesamt 756 — jeder von ihnen mit einer Lampe von 3000 Kerzen versehen. Es werden also in diesen Trommeln insgesamt über rund 2 1/4 Millionen Lichtkerzen verfügt, was eine Leistung von rund 1100 kW darstellt. Ausserdem gelangen zehn Reflektoren mit Bogenlicht von je 60 Amp. zur Verwendung, und für die Kaskaden von den obern Becken zum untern Becken 2225 Röhrenlampen von je 1000 Watt Verbrauch. Die Gesamtstärke aller Lichtquellen dieser Anlage beträgt, auf Parabolspiegelreflektoren bezogen, viele Millionen Kerzen. Jede Trommel wird durch einen besondern Motor bewegt, der durch Relais und Schütze betätigt wird. Im ganzen sind etwa 700 Relais und 180 Schützen eingebaut.

Ein derart kompliziertes System erforderte naturgemäss eine gewaltige Länge von Kabeln; für die Kommandoanlage sind etwa 32 000 m verlegt worden.

Die Fassaden- und Kuppelbeleuchtung des Nationalpalastes, der gewissermassen die Ausstellung krönt (Abb. 1 und 3), lässt die gesamte Vorderfassade in wechselnden Farben erstrahlen. Durch die grossen Abmessungen des Palastes und die Lichtstärke der wechselnden Bestrahlung ist diese Anlage ohne Zweifel die bedeutendste der bisher ausgeführten. Diese gewaltige Arbeit wird von einer Batterie von nicht weniger als 904 Scheinwerfern verrichtet, die rund 232 kW bei weisser und gelber, 272 kW bei roter und 304 kW bei blauer Bestrahlung verbrauchen. Die Länge der erforderlichen Kabel beträgt 22 000 m, an und auf dem Palast verlegt, was dem bauleitenden Architekten, der bei der Projektierung nicht mit diesen Extrabelastungen seiner Hauptgesimse gerechnet hatte, nicht wenig Kopfzerbrechen verursacht hat.

Rechnen wir zu allen diesen Beleuchtungsanlagen die gesamte Beleuchtung der Ausstellung und das strahlende Diadem, das 8 grosse Scheinwerfer hinter dem Nationalpalast bilden, so versteht man, dass die Schau auf weite Entfernung — etwa 100 km — sichtbar ist, und der Leser mag sich einen ungefähren Begriff machen von dem Riesenaufwand an Elektrizität, womit die neue Stadt des Lichtes ihre Besucher von Nah und Fern empfängt.

Alfredo Bäschlin.

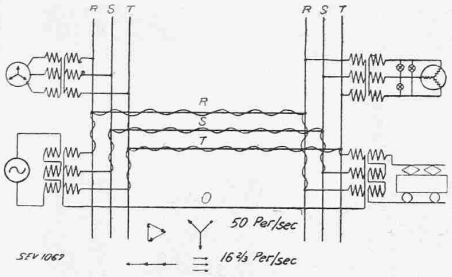

Abb. 3. Prinzip der Vierleiter-Schaltung.

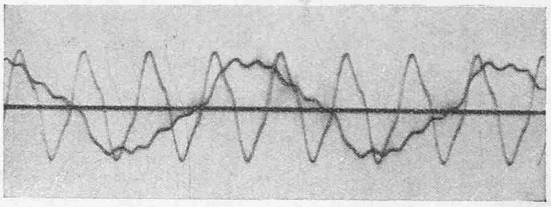

Abb. 1. Einphasen- und Dreiphasenschwingung.

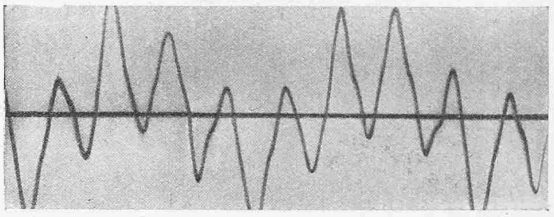

Abb. 2. Resultierende Schwingung der Komponenten der Abb. 1.
(Abb. 1 und 2 Bildstöcke des Verfassers.)

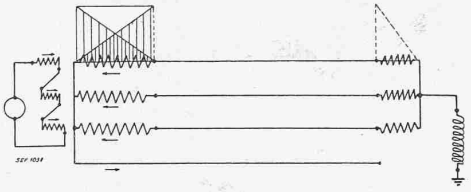

Abb. 4. Teilspannungen bei Doppelfrequenzbetrieb.

Simultanbetrieb von Dreiphasen- u. Einphasen-Anlagen durch Stromüberlagerung (Doppelfrequenzbetrieb) auf gemeinschaftlichen Linien.

Von Baurat Dr. Ing. ERNST JACOB, Stuttgart.[1])

In allen Ländern, die für das Bahnstromsystem den Einphasen-Wechselstrom von $16\,^2/_3$ Per/sec gewählt haben, wird es immer als ein fühlbarer Nachteil empfunden, dass die von der normalen Periodenzahl 50 abweichende Bahnfrequenz die Erstellung gemeinsamer Kraftwerke, Leitungen und Unterwerke für Landes- und Bahnversorgung zusammen zunächst unmöglich macht. Es wurden vielmehr in der Schweiz, in Deutschland und auch in den nordischen Ländern völlig getrennte Stromversorgungsnetze für Bahn- und Allgemeinbedarf entwickelt, die entsprechend hohe Sonderkosten insbesondere für die Bahnnetze mit sich bringen. Bestrebungen, die Bahnversorgung in geeigneter Weise in die allgemeine Landesversorgung einzugliedern mit dem Zweck der Ersparnis eines besonderen Bahn-Primärnetzes sind daher schon frühzeitig aufgetreten, und zwar versuchte man zunächst das Problem durch rotierende Perioden-Umformer zu lösen. Die praktische Durchführung dieses Gedankens im grossen ist aber unterblieben, weil die Lösung einen sehr hohen Kostenaufwand für die rotierenden Umformer und vor allem viel zu hohe Jahresverluste für die Energieumformung mit sich bringt. Um diese Nachteile zu vermeiden, habe ich versucht, an die Stelle der Frequenzumformung die *Frequenzüberlagerung* treten zu lassen und habe auf diesem Gedanken folgendes Uebertragungsystem aufgebaut:

Der Drehstromschwingung von 50 Per/sec, die auf unseren normalen Drehstromleitungen besteht, wird die Bahnstromschwingung von $16\,^2/_3$ Per/sec elektrisch „unterlagert". Es ergeben sich dabei auf der Leitung selbst resultierende Schwingungszustände, wie sie durch die Abb. 1 und 2 in ihrem praktischen Verlauf anhand von Oszillogrammen zu sehen sind. Das wesentliche Kennzeichen des Ueberlagerungsvorganges ist dabei: die Scheitelwerte addieren sich arithmetisch ($E_{res} = E_I + E_{III}$), die Effektivwerte dagegen nach Pythagoras ($I_{res} = \sqrt{I_I^2 + I_{III}^2}$). In Bezug auf Spannungs- und Leistungsverluste sind beide Stromsysteme voneinander völlig unabhängig.

Technisch wird die Ueberlagerung der beiden Schwingungen auf folgendem Weg erreicht: Man denke sich in Abb. 3 die Drehstromsammelschiene des Unterwerkes links über eine normale Drehstromleitung mit der Drehstromsammelschiene des Unterwerkes rechts verbunden. Die Uebertragung des Drehstroms geht in bekannter Weise von dem Generator links über die Leitung zum sekundären Netz rechts vor sich. An das gleiche Drehstromsystem wird nun links und rechts an der Sammelschiene je eine als Nullpunkt wirkende dreiphasige Wicklung angeschlossen, die auf einen Eisenkern mit magnetischem Rückschluss aufgebracht ist. Die Sekundärwicklung auf diesem Eisenkern besteht ebenfalls aus drei Wicklungen, die aber hintereinander, also in Reihe geschaltet sind. Die Nullpunkte der Hochvoltwicklung sind durch einen vierten Leiter, der für die volle Betriebspannung isoliert wird, über das Leitungsgestänge miteinander verbunden. Diese Anordnung wirkt nun folgendermassen: Für den Drehstrom bildet die Dreiphasenwicklung einen künstlichen Nullpunkt, sodass im normalen Betrieb der vierte Leiter *O* frei von Drehstromspannung bleibt. Die drei Komponenten des Dreiphasenflusses im Eisenkern des Transformators sind gegenseitig um 120° verschoben; die drei sekundär erzeugten 50periodigen Teilspannungen bilden daher ein in sich geschlossenes gleichseitiges Dreieck, d. h. sie heben sich durch die Reihenschaltung der Niedervoltwicklungen auf. Der vom Einphasen-Generator links erzeugte Einphasenstrom magnetisiert dagegen jede der drei Transformatorwicklungen gleichphasig und transformiert daher seine Einphasen-EMK gleichsinnig auf alle Schenkel der Hochvoltseite; unter der Einwirkung dieser Einphasen-EMK kommt hochvoltseitig eine über- oder besser unterlagerte Einphasenschwingung zustande, die den vierten Leiter *O* als Hinweg und die Drehstromleitung RST als Rückweg benutzt. Auf die Sekundärseite der normalen Drehstromtransformatoren kann die unterlagerte Einphasenspannung nicht gelangen, da alle drei Phasenleiter unter sich gleiches Potential haben und der Nullpunkt entweder isoliert oder über eine Petersen-Spule an Erde gelegt ist.

Das Charakteristische dieser Schaltung, wegen des hierzu nötigen vierten Leiters Vierleiterschaltung genannt, ist nun die Spannungsverteilung, die sich bei dieser Anordnung einstellt. Setzen wir zunächst voraus, wir hätten ein Netz mit völlig isoliertem Nullpunkt, also ohne Erdschluss-Spulen, dann verteilen sich die Spannungen auf den vier Leitern nach dem Verhältnis der Teilkapazitäten dieser Leiter. Die drei Drehstromphasen werden also zunächst einmal ihre gleichhohe Phasenspannung gegen Erde haben (z. B. 64 kV beim 110 kV-System) und der vierte Leiter wird keinerlei 50periodige Spannung führen, weil der Nullpunkt symmetrisch zum Drehstromsystem liegt. Die Einphasenspannung dagegen wird sich entsprechend dem Verhältnis der Teilkapazitäten der drei Drehstromleiter einerseits zum vierten Leiter, andererseits zu $^3/_4$ auf den

[1]) Gekürzte Wiedergabe eines an der Generalversammlung des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke in St. Moritz am 6. Juli 1929 gehaltenen und im „Bulletin des S. E. V." vom 5. Oktober 1929 veröffentlichten Vortrags.

lieferung von Sand und Kies getrennt; die Kieslieferanten müssen sich eben auf diese neue Forderung einstellen. Die neuen Eisenbetonvorschriften, die sich in Vorberatung befinden, gestatten für „Qualitätsbeton" höhere zulässige Beanspruchungen. Ausführungsfehler des Beton werden nie durch die Armaturen aufgewogen, dagegen kann in geringem Umfang ein sehr guter Beton Fehler in der Armatur überbrücken.

Betonieren bei Frost verlangt besondere Vorsicht, wie Verwendung nicht gefrorener, am besten vorgewärmter Materialien, Kies, Sand, Wasser, Schutz des frischen Beton gegen Frost und Wind. Die Verwendung von Frostschutzmitteln und Salz ist nicht zu empfehlen, weil sie sowohl die Festigkeit herabsetzen, als auch auf die Dauer für die Eisen schädlich sind. Der Zusatz von 5 % Salz zum Anmachwasser vermindert die Festigkeit um 30 %, setzt aber die Gefriertemperatur nur um 3 Grad herunter.

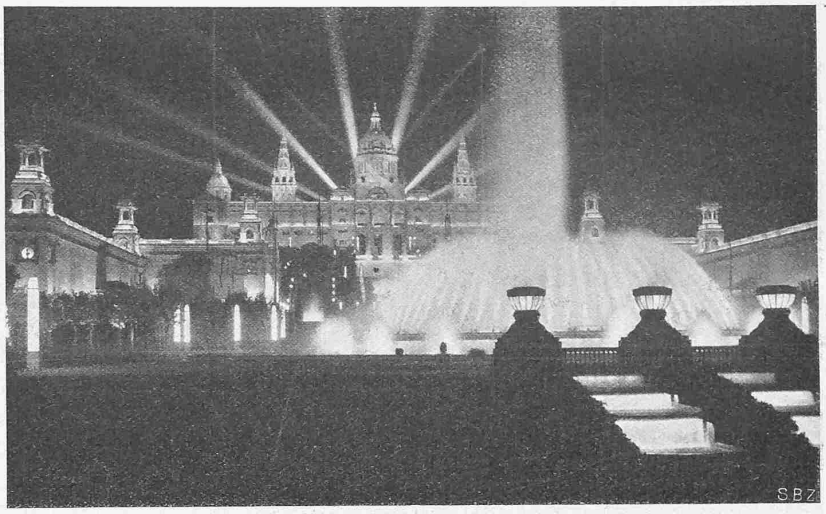

Abb. 1. Der spanische Nationalpalast in Barcelona bei Nacht.

4. Das Einbringen des Beton. Grösste Dichtigkeit und vollständiges Einhüllen der Eisen namentlich als Rostschutz sind Grundbedingungen. Materialtrennungen müssen vermieden werden. Zu lange Betonierungsunterbrüche zwischen Trägern und Platten, sowie falsche Anordnung in den Rippen selbst, sind an der Tagesordnung, auch dort, wo nicht reichliche Bügel und Eiseneinlagen die Stellen maximaler Schubbeanspruchung überbrücken. Nachbehandlung durch reichliches Feuchthalten zur Erhöhung der Festigkeit und Verminderung des Schwindens wird oft zu wenig gründlich durchgeführt, oft sogar ganz unterlassen.

5. Das Ausschalen. Der Moment des Ausschalens ist vielleicht der kritischste Moment für das Bauwerk, denn es ist dabei am empfindlichsten gegen Ueberlastung. Gerade hier bewirkt die Hast des heutigen Bauens grösste Fehler und daraus folgend hohe Reparaturkosten und mehr oder weniger schwere Einstürze. Die Verwendung von Spezialzement schützt nicht gegen Verwässerung des Beton und schlechte Zusammensetzung des Kiessandes; deswegen schützt auch seine Verwendung allein nicht gegen Ueberraschungen beim Ausschalen. Die Vorschriften für das Ausschalen enthalten den nötigen Spielraum für den Fall, dass zufälligerweise einmal eine etwas geringere Festigkeit als 150 kg/cm² vorhanden ist. Niedrigere Festigkeiten, als dort vorgesehen, kommen sehr häufig vor, hauptsächlich im Hochbau wegen Verwässerung. Hier werden sie bei den geringen Abmessungen viel gefährlicher, und gerade hier haben wir das unverantwortliche Drängen auf die kurzen Bautermine.

Hierher gehört auch die Erwähnung der Unsitte, frisch ausgeschalte Decken mit allen möglichen Baumaterialien zu belasten. Die gewöhnliche Ausrede, die Belastung den Wänden entlang schade nichts, ist falsch, weil sie nicht berücksichtigt, dass bei dieser Belastung gerade die Schubspannungen in den kleinen Rippenquerschnitten gefährlich werden.

6. Belastungsproben. Die gewöhnlich ausgeführten Probebelastungen sind zwecklos und gleichen einer Komödie, die nur den Zweck hat, zu beweisen, dass der belastete Bauteil unter dieser Belastung nicht zusammenbricht, oder dass die gemessene Einsenkung geringer ist als die berechnete; beide Beweise lassen keinen Schluss zu auf die effektiv vorhandene Sicherheit, weil sie keinen Einblick geben in das elastische Verhalten der Konstruktion. Mit einigen Durchbiegungsmessungen ist das Kräftespiel nicht zu erfassen, da damit die Lastverteilungen, die Einflüsse der Einspannung, der variablen Trägheitsmomente und der variablen Elastizitätszahl nicht berücksichtigt werden können. Gerade oft vorhandene, gefährliche Schubrisse in den schmalen Rippen der Rippendecken können dabei nicht festgestellt werden. Nur genaue Messungen können

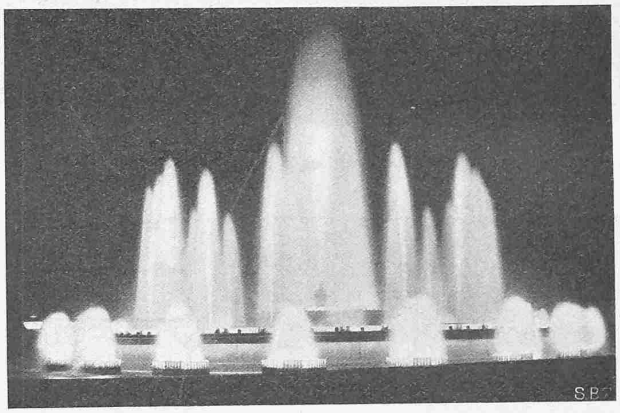

Abb. 2. Die grosse Leuchtfontaine vor dem Nationalpalast.

Erfolg haben, und diese Messungen müssen durch Spezialisten, die in der Handhabung der Apparate und die Messmethoden bewandert sind und genügende Messerfahrungen besitzen, einwandfrei ausgeführt werden.

Wir alle kennen die grossen inneren Sicherheiten, die der Eisenbeton besitzt, wenn er durch Spezialisten einwandfrei projektiert und ausgeführt ist. Unser Kampf hat allen denen zu gelten, die den Eisenbeton kompromittieren, sei es durch Mangel an Kenntnissen, sei es durch schlechte Ausführung. Bauherren und ihre fachmännischen Berater, die Architekten, müssen die Auswahl unter den Unternehmern nach diesen Gesichtspunkten vollziehen. Unternehmer, die nicht selbst dazu fähig sind, haben sich durch erfahrene Ingenieure bei der Projektierung beraten zu lassen, und die Ausführung unter deren Aufsicht zu stellen. Dazu gehört auch die allseitige Unterstützung im Kampf gegen die Schmutzkonkurrenz und im Kampf gegen die — es sei nochmals betont — widersinnige Abkürzung der Bautermine.

Auch an den Unternehmern ist es, den guten Willen zu zeigen, die Betonqualität zu verbessern, und sich den notwendigen Baukontrollen, die im übrigen auf das absolut notwendige Mass herabgesetzt werden sollen, zu unterziehen.

Vom Schweizerischen Baumeisterverband sollte zusammen mit dem S. I. A. eine gemeinsame Vertrauensstelle geschaffen werden, die alles Material von Bauunfällen und Misserfolgen in der Ausführung von Eisenbetonarbeiten sammelt, verarbeitet und der Allgemeinheit, selbstverständlich unter Wahrung voller Diskretion, zur Verfügung stellt. Für Unternehmer und Ingenieure wichtige Mitteilungen der gesamten Fachzeitschriften sollten ebenfalls von einer Zentralstelle gesammelt, verarbeitet und den Interessenten zur