

Schwingendes Metall : neue Wege zur Abdämpfung von Erschütterungen und Geräuschen

Autor(en): **Weihmann, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **7 (1952)**

Heft 3

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653740>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schwingendes Metall

Neue Wege zur Abdämpfung von Erschütterungen und Geräuschen

Von Dipl.-Ing. G. Weihmann

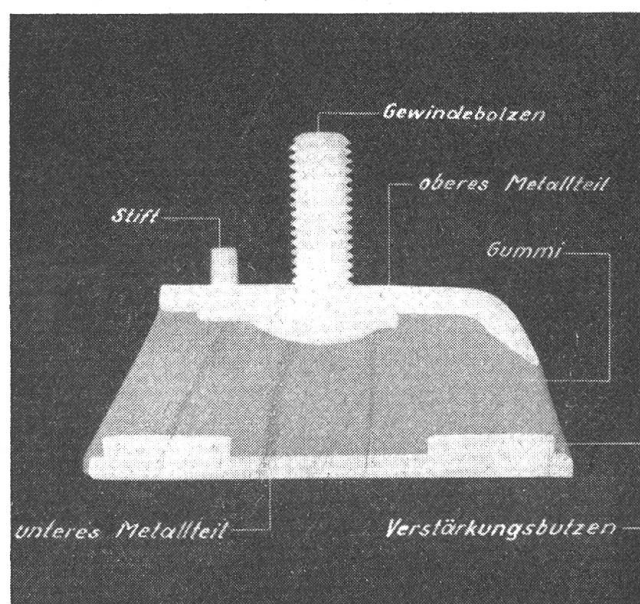
„Technik ist angewandte Naturwissenschaft“, philosophieren die einen — und es sind meist diejenigen, die sie als Helfer des Menschen begrüßen und schätzen. „Technik ist alles, was rüttelt und was Lärm macht“, sagen die anderen, diejenigen nämlich, welche „dagegen“ sind. Gewiß, auch sie haben nicht ganz unrecht; denn Ursprung und zugleich ständiger Kraftquell ist für die Technik der Begriff der Energie, und wo immer Energie gewonnen und durch Menschenhand nutzbar gemacht wird, ist dies mit Bewegung und Geräusch verbunden. Doch steht der Techniker selbst keineswegs — wie häufig angenommen wird — verzückt vor solch elementaren Lebensäußerungen der von ihm geschaffenen Werke und freut sich an dem, was auch anderen höchst lästig ist: am Rütteln und Schütteln, am Stoßen und Stampfen, am Pfeifen, Quietschen und Kreischen seiner Maschinen — und zwar schon deshalb nicht, weil all dies mit einem nicht unbeträchtlichen Energieverlust und mit erhöhter Abnutzung der einzelnen Maschinenteile verbunden ist. Ja, er bemüht sich seit je um die Bekämpfung von unerwünschten Schwingungen und Vibrationen aller Art und um die Dämpfung der lästigen Schallwirkung. Es liegt nahe, dabei als Material Kork, Schwamm, Gummi oder ähnliche Stoffe heranzuziehen, die geeignet sind, sowohl mechanische als auch akustische Schwingungen zu dämpfen, wenn nicht gar völlig aufzusaugen. Diese Werkstoffe allein haben freilich den Nachteil zu geringer Festigkeit; man kann nun einmal kein Zahnrad aus Gummi, keine Welle aus Kork, kein Maschinenfundament aus Schwammstoff verwenden! Das Ideal würde vielmehr in einem Maschinenelement liegen, welches die Festigkeit von Stahl mit der Elastizität von Gummi auf irgendeinem Wege in sich vereinigt. Man hat dies schon häufig zu erreichen versucht, hat dabei auch beachtliche Lösungen gefunden: Bei Kraftwagen

Abb. 1. Die Röntgenaufnahme eines Schwingmetallfußes mit eingearbeitetem Schraubenbolzen zur Befestigung an der Maschine läßt die innige Verbindung des Gummis (hellgrau) mit dem Metall (weiß) erkennen

DK 621-752.2 : 534.372

beispielsweise wird die lange Welle vom Getriebe zur Hinterachse — die „Kardanwelle“, mit deren Hilfe die Kraft des Motors auf die Räder übertragen wird — an einer Stelle durchgeschnitten und ein scheibenförmiges Zwischenstück aus verhältnismäßig hartem Gummi, eine „Hardyscheibe“, zwischengesetzt; das Material dieser Scheibe ist soweit nachgiebig, daß es stoßartige Belastungen der Welle durch hartes Einkuppeln oder durch plötzliche Hemmung der Hinterachsräder auffängt. Für zahlreiche andere Zwecke — zur Abdichtung, zur Lagerung und Federung etwa — verwendet man heute derartige Materialien, in erster Linie Gummi. Immer aber macht sich dabei ein wesentlicher Mangel unliebsam bemerkbar: Es war bisher nicht gelungen, Metall und Gummi, diese zwei „feindlichen Brüder“, miteinander absolut fest zu verbinden, gewissermaßen zu einer Einheit zu verschmelzen. Weder durch Verschrauben noch durch Verkleben war jene Vereinigung des Metallteiles mit dem Gummiteil zu erzielen, die auch bei hoher Beanspruchung und bei wechselnder, etwa bei hin und her gehender Belastung „am Leben blieb“.

Die Technik hat zu liefern, was der Mensch gerade verlangt; und da der Wille stark genug war, hat sich auch ein Weg gefunden. „Schwingmetall“ haben die Continental-



werke in Hannover das neue Maschinenelement genannt, das die Eigenschaften von Gummi mit denen von Stahl in sich vereinigt. Es wäre übrigens richtiger, nicht von einem Maschinenelement, sondern von einer ganzen Gruppe zu sprechen. Sie umfaßt alle Bauteile, bei denen durch ein neuartiges Verfahren Gummi während seiner Vulkanisation unlösbar mit Metallteilen verbunden wird. Das elastische Stück wird zu diesem Zweck nicht aus fertigem Gummi, sondern aus der noch rohen Gummilösung geformt. Während ihrer Vulkanisation, die dazu dient, ihr durch Behandlung mit Schwefel die Klebrigkeit und Plastizität zu nehmen und sie dafür dehnbar und elastisch zu machen, wird die Gummimasse mit Hilfe entsprechender Einrichtungen unter hohem Druck und bei bestimmten Temperaturen fest mit den Metallteilen „verschweißt“. Die in Abb. 1 wiedergegebene Röntgenaufnahme

zeigt einen auf diese Weise hergestellten Schwingmetallteil; die Verbindungen zwischen Metall und Gummi sind auch durch höchste Beanspruchung nicht mehr zu lösen.

Erste Aufgabe von Schwingmetallelementen ist die Dämpfung von Erschütterungen und Vibrationen. Was sie dabei zu leisten vermögen, zeigt so recht eindrucksvoll ein Schaummodell, das in der Abb. 2 wiedergegeben ist: Auf einer stählernen Tischplatte, die durch eine Rüttelmaschine in heftiger Vibration gehalten wird, stehen zwei wassergefüllte Glasbecken; beide sind mit der Platte verschraubt. Während nun das Wasser im linken Bassin erwartungsgemäß heftig spritzt und schäumt, bleibt es im rechten in völliger Ruhe — spiegelglatt ist hier die Wasseroberfläche! Nun, das linke Becken ist mit dem Rütteltisch über zwei Haltebügel starr verbunden, das rechte aber mit vier Schwingmetallfüßen an der Platte festgeschraubt. Und

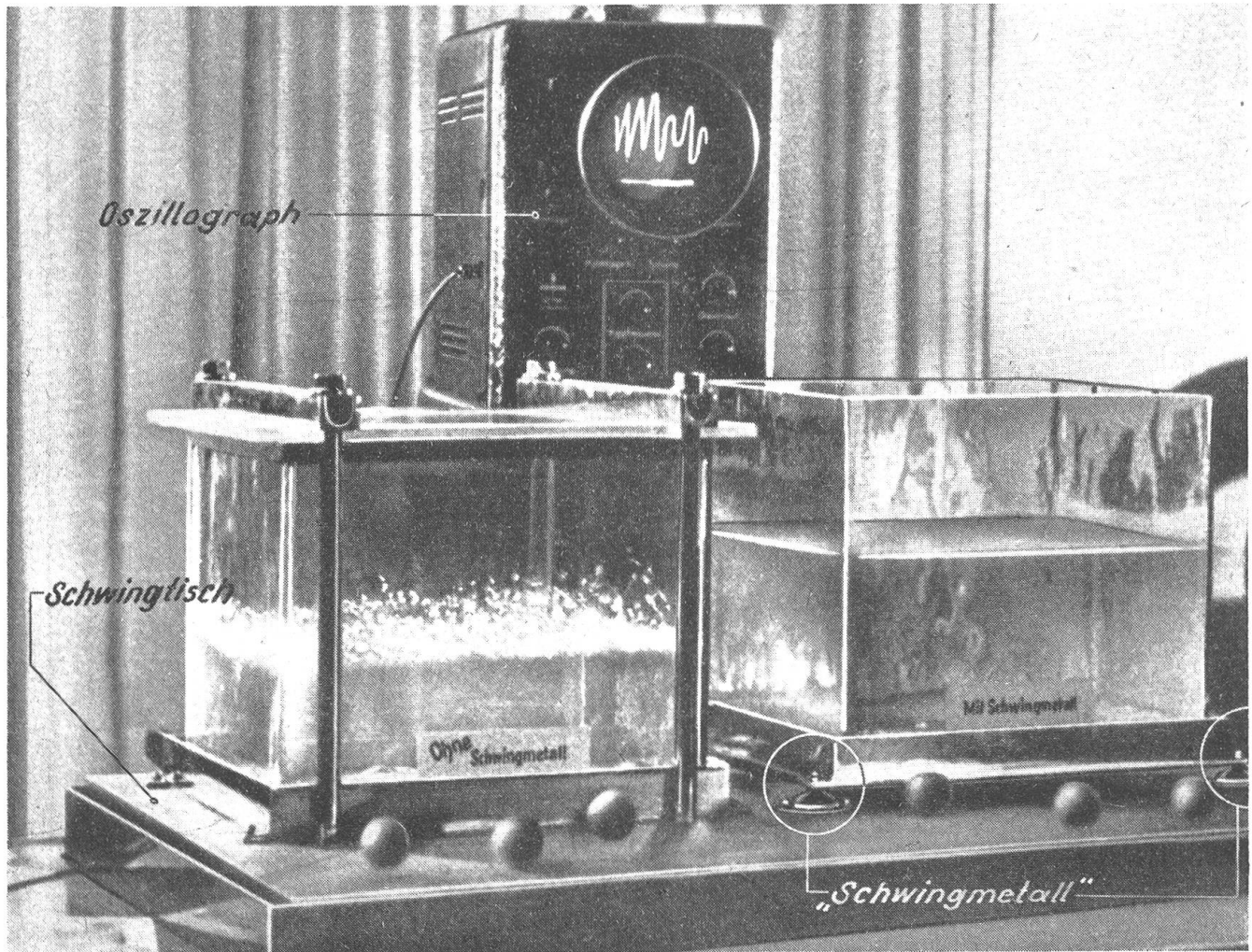


Abb. 2. Die Kugeln im Vordergrund beweisen durch ihre tanzende Bewegung, daß der Schwingtisch vibriert; die obere, wellenförmige Linie auf dem Oszillographenschirm veranschaulicht die Schwingungen des linken Bassins, die untere, gerade Linie die Ruhe des rechten Beckens

wenn auch die Hebung und Senkung der Rüttelplatte, der „Ausschlag“, nur einen halben Millimeter nach oben und nach unten beträgt, so ergibt sich infolge der hohen Frequenz von fünfzig Lastwechseln je Sekunde doch eine Beschleunigung, die das Fünffache der Erdbeschleunigung ausmacht. Trotzdem bleibt das Wasser im rechten Becken in völliger Ruhe; denn 97% der Vibrationskraft werden von den Schwingmetallfüßen verschluckt und nur 3% „kommen“, wie man sagt, zum aufgeschraubten Glasbecken „durch“. Ein mit den beiden Behältern verbundener Oszillograph, der mit Hilfe eines Elektronenstrahls die Bewegungsverhältnisse stark vergrößert und dem trägen menschlichen Auge sichtbar macht, läßt an der oberen Zickzackkurve deutlich die Bewegung des linken Gefäßes, an der unteren, fast geraden Linie die Ruhe des rechten Beckens erkennen. Aufgabe von Schwingmetallteilen ist es freilich im allgemeinen nicht, auf Rütteltischen stehende Aquarien zu isolieren. Vielmehr wird man sich ihrer zunächst einmal bei allen Maschinen mit unangenehmen Schwingungs- und Vibrationserscheinungen bedienen, also etwa zur Lagerung von Werkzeug-, Textil- und Druckereimaschinen, Elektromotoren, Gebläsen und Kompressoren, von Pressen und Stanzen, Hämmern und Mühlen, und nicht zuletzt von Motoren und Karosserien der Kraftfahrzeuge und auch von stoßempfindlichen Meß- und Prüfgeräten. Entsprechend diesen vielfältigen Aufgaben hat man heute bereits eine große Zahl verschiedener Schwingmetalllager konstruiert, „verschieden“ bezüglich der äußeren Formgebung, der Größe und der Härte der Gummieinlage. Eine solche Auswahl ist nicht allein wegen des verschiedenen Gewichtes der Maschinen, sondern auch wegen ihrer unterschiedlichen Drehzahl notwendig.

Eine elastische Lagerung hat ja, wie jeder aus festen Stoffen bestehende Körper, eine „Eigenschwingungszahl“; das ist jene Frequenz, mit der sie hin und her pendelt, wenn sie, einmal angestoßen, sich selbst überlassen bleibt. Wird

nun ein Schwingmetall-Lager genau im Rhythmus seiner Eigenfrequenz von der stampfenden oder vibrierenden Maschine angestoßen, dann verschluckt und vernichtet es nicht diese Stoßkräfte, sondern läßt sich willig von ihnen höher und höher „aufschaukeln“ — wie das Kind auf der Schaukel, dem man immer im rechten Augenblick, nämlich im Rhythmus seiner Eigenschwingung, einen Anstoß erteilt —, so lange, bis es reißt oder bricht: Die „Resonanz“ zwischen der Erregung der Maschine und der Eigenschwingungszahl der Lagerung, jenes Schreckgespenst der Konstrukteure, hat die Zerstörung herbeigeführt. Diesen Fall der Resonanz vermeidet man, indem man der Lagerung gegenüber den

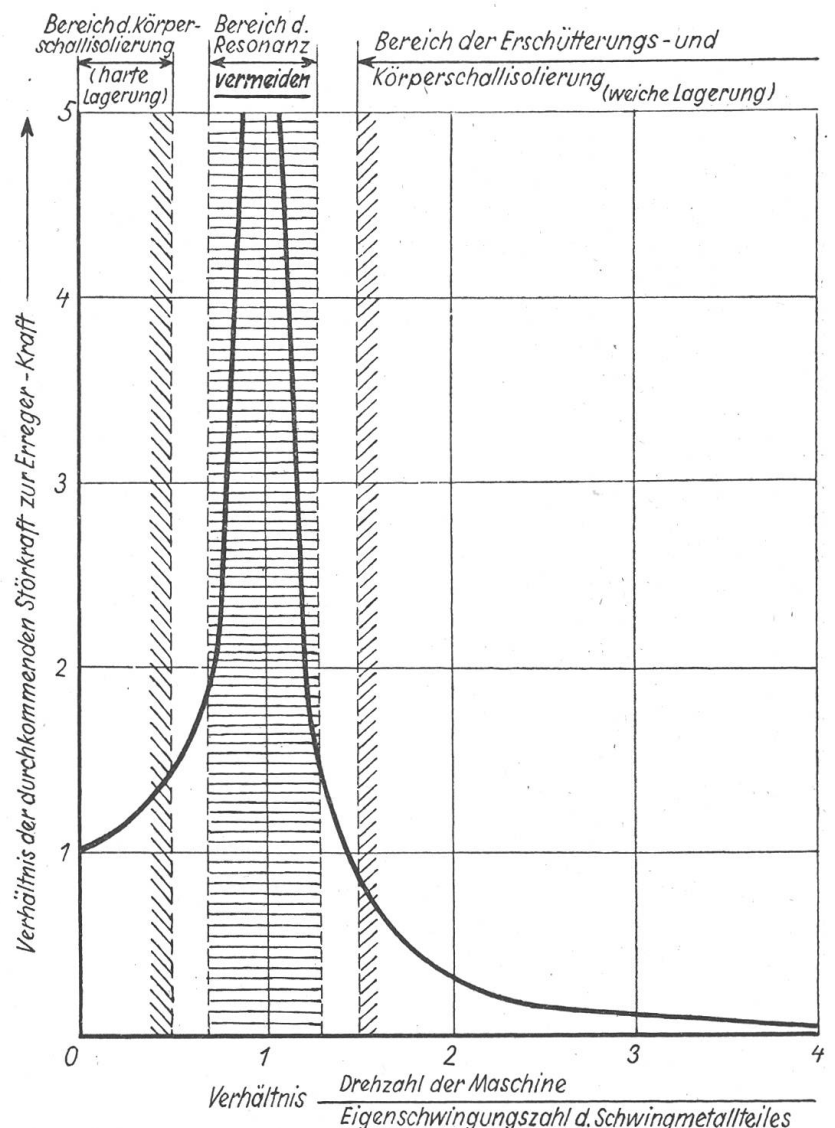


Abb. 3. Drei Bereiche ergeben sich, wenn man die Eigenfrequenz eines Schwingmetallteiles variiert, je nachdem ob sie höher, ähnlich oder niedriger als die Drehzahl der Maschine ist. Im zweiten Falle tritt Resonanz ein (grau angelegter Teil der Kurve), im ersten Körperschallisolierung, im dritten dazu noch Stoßisolierung

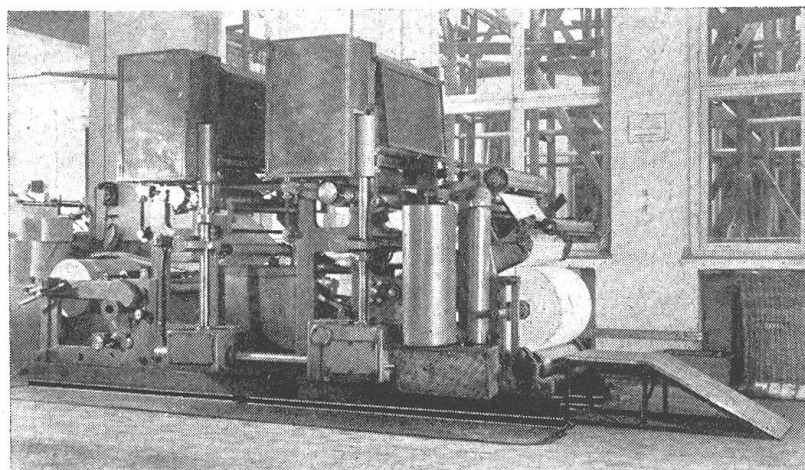


Abb. 4. Schwingmetall in der Praxis: Schallisolierung einer Rotationsdruckmaschine durch „weiche“ Lagerung auf Schwingmetallschienen (schwarz)

(Photos: Continental Gummiwerke A. G.)

Schwingungen der arbeitenden Maschine eine geringere Eigenfrequenz gibt: Hat der erste Stoß der Maschine das Schwingmetall-Lager angestoßen und setzt nach einem kurzen Augenblick zum zweiten Stoß an, so befindet sich das in seinem Gummiteil federnde Lager noch „unterwegs auf dem Rückweg“, so daß der Anprall aufgefangen und der Stoß vernichtet wird. Auf diese Weise werden bereits 67% der erregenden Stoßkraft isoliert, wenn die Eigenschwingungszahl nur halb so groß ist wie die Drehzahl der Maschine. 87% werden aufgefangen, wenn das Verhältnis eins zu drei beträgt, und gar 97% der Stoßbelastung werden im Lager vernichtet und nur die restlichen 3% kommen zum Fundament der Maschine durch, wenn die Lagereigenfrequenz ein Sechstel der Maschinendrehzahl ausmacht. Zu dieser Isolierwirkung tritt aber noch eine solche gegen Körperschall, so daß eine derart gelagerte Maschine nicht nur erschütterungsfreier, sondern auch besonders leise läuft.

Man könnte annehmen, daß man statt einer solchen weichen „Lagerung“ auch mit einer „harten“ zum Ziele kommt, bei der also die Lagerung gegenüber der Maschinendrehzahl eine höhere Eigenfrequenz hat. Leider erreicht man dadurch aber keine Dämpfung, sondern im Gegenteil eine Verstärkung der Schwingungen, wenn auch nicht, wie im Falle der Resonanz, mit immer mehr zunehmenden Ausschlägen.

Etwas anderes aber gewinnt man durch „harte Lagerung“, nämlich eine gute Isolierwirkung sowohl gegen einzelne, besonders kräftige Stöße als auch gegen Körperschall. Gerade die Schalldämpfung ist ja oft das gegenüber einer Vibrationsdämpfung wichtigere Ziel einer Maschinenlagerung. Schwingmetall erfüllt diese Aufgabe in besonders hohem Maße, weil die Schall-Leitfähigkeit von Gummi nur den fünften Teil der von Luft beträgt; tatsächlich wird dieser Werk-

Schwingmetallschienen — und die Vorträge blieben von diesem Tage an ungestört!

Ist es hier die Form einer Schiene, so ist es für andere Zwecke die von Puffern, Ringen, Buchsen — z. B. als Torsionsbuchse, die, mit Vorspannung ins Gehäuse eingepreßt, Verdrehungs- und Schubkräfte aufnehmen kann —, durch die alle Arten von Beanspruchungen gemeistert werden. Darüber hinaus verwendet man Schwingmetall gern dort, wo keine Kräfte übertragen oder aufgefangen, sondern wo lediglich nachgiebige Verbindungen hergestellt werden sollen, etwa bei freistehenden Antennenstangen oder elastischen Rohrverbindungen.

Eine solche Vielfalt der Aufgaben läßt es als selbstverständlich erscheinen, daß nur hochwertiger Gummi zu Schwingmetallteilen verarbeitet wird; für Spezialzwecke können sogar ölbeständige Qualitäten geliefert werden. Aber der Aufwand wird belohnt: Druck und Schub, Biegung und Verdrehung vermag ein Schwingmetallelement aufzunehmen; als Gelenk verwendet, braucht es nicht geschmiert zu werden, denn bei ihm bewegen sich ja nicht zwei Teile gegeneinander, sondern ein Teil nimmt die Bewegung in sich auf; und auch zu den gefürchteten „Dauerbrüchen“ — den meist unerwarteten Zerstörungen durch verhältnismäßig schwache, aber sich tausend- oder millionenfach wiederholende Kräfte — kann es nicht kommen, wenn nur der richtige Schwingmetallteil gewählt wird. Das freilich ist immer noch — und gerade bei einem so vielseitigen Maschinenelement — notwendig: die Kenntnis der Leistungsfähigkeit, aber auch der Grenzen dieses neuen Konstruktionselementes, ein kluges Abwägen und die rechte Auswahl aus der Fülle des Gebotenen — kurz, das konstruktive Denken, welches einer technischen Idee erst den Weg zu ihrer Nutzenanwendung bahnt.