

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97/98 (1931)
Heft: 8

Artikel: Die schmiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinenindustrie
Autor: Koenig, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44654>

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: 18.04.2026

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

INHALT: Die schiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinen-Industrie. — Neues Rollmaterial auf dem Bündnerischen Eisenbahnnetz. — Umbau von Aufnahmegebäuden der Rh. B. — Stollenvortrieb-Methode „heading and bench.“ — Neue Strassenbrücke über die Elbe in Dresden. — Ausstellung Neues Bauen im Kunstgewerbe-Museum Zürich, 14. Februar bis 15. März 1931. — Mitteilungen: Die

elektrische Treidelei auf dem Rhein-Rhone-Kanal. Der neue Fiat-Diesel-Flugmotor. Internationale Automobil- und Fahrrad-Ausstellung in Genf. Ein neuer Betondehnungs-messer. — Nekrologe: Carl Fischer. — Wettbewerbe: Bebauungsplan für die Gemeinde Langenthal. Neuanlage und Umbau von Strassenzügen in St. Gallen. Schulhaus in Oerlikon. Kinderhaus der Bündner Heilstätte in Arosa. — Literatur.

Band 97

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8

Die schiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinenindustrie.

Von Dr. MAX KOENIG, beratender Ingenieur, Zürich.

(Schluss von Seite 81.)

c) Torsion.

Unter der Einwirkung des Torsionsmomentes M entsteht die Schubspannung $\tau = \frac{M_T}{W}$. Der Stab muss so bemessen werden, dass sein polares Widerstandsmoment

$$W_p \geq \frac{M_T}{\sigma_{zul}}$$

ist, oder es wird auch oft einfach der zulässige Torsionswinkel für den laufenden Meter vorgeschrieben (z. B. $\leq 1/4^\circ$). Für den Torsionswinkel gilt

$$\varphi = \frac{180}{\pi} \frac{M_T l}{G J \rho},$$

worin G hier den Schubmodul bedeutet.

Bei gleichem Moment und verhältnismässig gleichen Schubspannungen (als Schubspannung kann etwa das 0,7fache der zulässigen Zugbeanspruchung genommen werden) verhalten sich die Balkengewichte wie bei Biegung, d. h.

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L} \right)^{3/2}$$

Auch für das Verhältnis der Deformationsarbeit

$$A = \frac{M_T^2 l}{2 G J \rho}$$

erhalten wir einen Ausdruck, der sich von jenen bei Biegung nur dadurch unterscheidet, dass an Stelle des Elastizitätsmoduls der Schubmodul G oder dessen Aequivalent $\frac{E}{2(1+\nu)}$ getreten ist.

$$\frac{A_L}{A_S} = \frac{G_S}{G_L} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L} \right)^{4/3} = \frac{1+\nu_L}{1+\nu_S} \frac{E_S}{E_L} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L} \right)^{4/3}$$

Die Gewichte von Stäben mit gleichem Torsionsmoment und gleichem Torsionswinkel φ verhalten sich wie

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{G_S}{G_L} \right)^{1/2} = \frac{\gamma_S}{\gamma_L} \left(\frac{1-\nu_L E_S}{1-\nu_S E_L} \right)^{1/2}$$

Das selbe Gewichtsverhältnis zeigen auch Stäbe gleicher Torsionsfestigkeit $G J \rho$.

d) Knickung.

Auf Knickung müssen Konstruktionselemente geprüft werden, die eine im Verhältnis zum Querschnitt grosse Länge besitzen. Als Schlankheit eines Stabes bezeichnet man das Verhältnis l_0/i , wo l_0 die freie Knicklänge und i den Trägheitsradius des Querschnittes mit dem kleinsten Trägheitsmoment bedeuten. Die Euler'sche Formel für die Knickbelastung

$$P_K = c \frac{J E}{l_0^2} = n Q$$

gilt für l_0/i -Werte ≥ 100 . Für kleinere Werte sind die Tetmajer'schen Formeln heranzuziehen, n = Sicherheitsfaktor, Q = zulässige Belastung. Der Stab wird so bemessen, dass

$$J_{min} \geq \frac{n Q l_0^2}{\pi^2 E}$$

Dabei ist besonders bei gedrunenen Stäben nachzuprüfen, ob nicht etwa die Druckspannungen ausschlaggebend werden. Für solche gedrückte Stäbe sind zentralsymmetrische Rohr-, Hut- und Kastenformen (event. durch Zusammenbau verschiedener Profile erhalten) am zweckmässigsten, da sie bei kleinem Gewichte grosse Trägheitsmomente bieten.

Die Gewichte von kreisrunden, auf gleiche Knicklast P_K bemessener Stäbe verhalten sich bei gleicher Knicklänge wie

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{E_S}{E_L} \right)^{1/2}$$

Zahlenmässig ausgewertet ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie unter Biegung (gleiche Auslenkung), siehe Tabelle V.

Das Durchmesserverhältnis ist unter diesen Voraussetzungen

$$\frac{d_L}{d_S} = \left(\frac{G_L \gamma_S}{G_S \gamma_L} \right)^{1/2} \approx 1,3$$

d. h. der Leichtmetallstab hat einen um etwa 30% grössern Durchmesser.

Besonderes Interesse bieten die Verhältnisse bei

e) Stoss.

Wenn auf einen vollkommen elastischen Stab eine unendlich grosse Masse mit der Geschwindigkeit W aufstösst, dann entsteht eine Kompressionswelle, die sich mit der Schall-Geschwindigkeit a durch den Stab fortpflanzt. Nach dem Prinzip vom Antrieb und Bewegungsgrösse ergibt sich die spezifische Beanspruchung (Druck oder Zug) als

$$\sigma = \mu a W$$

Die Schallgeschwindigkeit a im Material ist abhängig von der spezifischen Masse $\mu (= \frac{\gamma}{g})$ und dem Elastizitätsmodul. Es ist $a = \sqrt{\frac{E}{\mu}}$. Darnach ist die Schallgeschwindigkeit in Stahl

$$a_S = \sqrt{\frac{22 \times 981 \times 109}{7,85 \times 104}} = 5240 \text{ m/sec}$$

und in der Leichtlegierung

$$a_L = \sqrt{\frac{0,75 \times 981 \times 109}{2,72 \times 104}} = 5200 \text{ m/sec}$$

also praktisch gleich.

Immer unter der Voraussetzung einer unendlich grossen Schlag-Masse verhalten sich dagegen die Stossbeanspruchungen wie

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_S} = \left(\frac{\gamma_L E_L}{\gamma_S E_S} \right)^{1/2}$$

Praktisch wichtiger sind die Stoss-Beanspruchungen unter dem Einfluss von Schlägen endlicher Massen m , wie z. B. beim raschen Heben (Ziehen) von Ventilen mit schweren Ventiltellern in den Spindeln auftreten. Hier wird für einen Stab die Gleichung der Beanspruchung von der Form $\sigma = W \sqrt{\frac{m E}{F l}}$, sodass unter der Voraussetzung gleicher Sicherheit bezogen auf Streckgrenze für das Gewichtsverhältnis entsprechender Stäbe der Ausdruck

$$\frac{G_L}{G_S} = \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L} \right)^2 \frac{\gamma_L E_L}{\gamma_S E_S}$$

entsteht.

Für Baustahl 37 ergibt sich $\frac{G_L}{G_S} = 0,075$. Dieser Wert zeigt besonders deutlich die Eignung und Ueberlegenheit der Leichtlegierungen bezüglich Stossbeanspruchungen. Sogar gegenüber dem Cr-Ni-Stahl ergibt sich noch immer eine Gewichtsverminderungsmöglichkeit von rd. 50%.

Interessant ist es auch, in Abhängigkeit vom Konstruktionsmaterial die Kräfte zu vergleichen, die beim Zusammenprallen von zwei sich bewegenden Massen auftreten. Praktisch ist der Fall gegeben durch Schwer- und Leichtmetall-Bahnwagen.

Für die Impulsänderung beim Zusammenstoss gilt

$$P = (1+k)(v_1 - v_2) \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

worin k die Stossziffer und $v_1 - v_2$ die Differenz der Wagengeschwindigkeiten beim Zusammenstoss bedeuten.

Wenn wir eine Ganzstahl- mit einer theoretischen Ganzleichtmetalllegierung-Ausführung vergleichen, so wird

das Verhältnis der Stosskräfte bzw. der Impulsänderung gegeben durch

$$\frac{P}{P'} = \frac{\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}}{\frac{m_1' m_2'}{m_1' + m_2'}} = \frac{m_1 m_2 (m_1' + m_2')}{m_1' m_2' (m_1 + m_2)}$$

Die mit ' versehenen Bezeichnungen sollen sich auf den Leichtmetall-Vergleichsfall beziehen. Für gleiche Gesamtvolumina wird also

$$\frac{P}{P'} = \frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{7,85}{2,72} = 2,88$$

Gegenüber der Stahlausführung treten beim Leichtmetallwagen rd. dreimal kleinere Stosskräfte auf.

Die Tabelle V enthält die numerischen Auswertungen der vorstehenden Festigkeits- bzw. Gewichtsvergleiche.

Ein Wort muss noch gesagt werden über die sogenannten gemischten Konstruktionen, bei denen z. B. Stahl und Leichtmetall verwendet wird. Diese erheischen besondere Sorgfalt, einmal wegen des verschiedenen Deflektionsverhaltens der einzelnen Komponenten zufolge des Unterschiedes im Elastizitätsmodul, dann aber auch wegen des verschiedenen Dehnungsverhaltens zufolge des Unterschiedes im Expansions-Koeffizienten. Wo diese Faktoren nicht genügend berücksichtigt sind, werden allfällige Lasten ungleich getragen und können lokale Ueberbeanspruchungen auftreten. Dies gilt ganz besonders von Konstruktionen, bei denen im gleichen Querschnitt Stahl und Leichtmetall zur Verwendung gelangen.

Die durch die Verschiedenheit im Expansions-Koeffizienten gegenüber einem andern Metall bedingte Zusatz-

Tab. V. Vergleich der Gewichts- und der Deformationsarbeit von Anticorodal B gegenüber Baustahl 37 und Cr-Ni-Stahl.

Beanspruchung	Gewichtsverhältnis C_L/G_S		Deform. Arbeit A_L/A_S	
	Baustahl	Cr-Ni-Stahl	Baustahl	Cr-Ni-Stahl
Zug	0,28	0,69	3,6	1,5
Biegung $\left\{ \begin{array}{l} \text{bei gleicher Sicherh.} \\ \text{auf Streckgrenze} \end{array} \right.$	0,30	0,55	3,81	1,16
	Durchbiegung	0,59	1,0	1,0
Torsion $\left\{ \begin{array}{l} \text{bei gleicher Sicherh.} \\ \text{auf Streckgrenze} \end{array} \right.$	0,30	0,55	3,93	1,20
	gl. Torsionswinkel	0,597	1,0	1,0
Stoss bei gleicher Sicherheit auf Streckgrenze	0,08	0,44	—	—
Knickung	0,59	0,59	—	—

spannung, die entsteht, wenn eine feste Verbindung die Mehr-Dehnung verhindert, beträgt

$$\Delta \sigma = \Delta t [E_1 \alpha_1 - E_2 \alpha_2]$$

Sie ist unabhängig von der Länge des Konstruktions-Elementes.

Wo z. B. Leichtmetall-Träger mit Stahl-Trägern vernietet sind, ist bei der Bemessung der äussersten Nieten auf diesen Punkt zu achten. Bei solchen kombinierten Trägern muss übrigens bei genaueren Untersuchungen die neutrale Faser des kombinierten Profiles bestimmt werden, um das durch das Verbiegen des Balkens entstehende Moment errechnen zu können.

Neues Rollmaterial auf dem Bündnerischen Eisenbahnnetz.

I. SPEISEWAGEN DER MITROPA BEI DER RH. B.

Immer mehr passen sich die Bahngesellschaften den Ansprüchen des Reisenden an; während aber der Speisewagen auf den Normalbahnen im allgemeinen ausschliesslich seinem eigentlichen Zweck dient, soll er auf den Bergbahnen, nach Art der Pullman-Wagen, gleichzeitig Aussichtswagen sein. In dieser Absicht sind die neuen Speisewagen der Mitropa entworfen und ausgeführt worden, die seit August 1929 auf den Linien der Rhätischen Bahn in Dienst stehen. Diese drei Wagen für Meterspur sind überdies insofern bemerkenswert, als sie die ersten Speisewagen des Kontinents sind, die mit elektrischer Küche ausgerüstet sind.

Die von der Schweizerischen Wagons- und Aufzügefabrik A.-G. in Schlieren-Zürich gebauten Wagen (Abb. 1 bis 4) sind 16,440 m lang und 2,7 m breit und haben ein Gewicht von 26 t. Die Abfederung des vollständig in Stahl und Eisen erstellten Kastens gegenüber der Schiene ist eine dreifache. Der Radstand der Drehgestelle beträgt 1,7 m. Automatische Vakuumbremse und Handbremse wirken auf jedes Rad. In den beiden Speiseräumen (Abb. 4) stehen 36 Sitzplätze den Gästen zur Verfügung. Die Wände sind aus kaukasischem Nussbaum, die Stühle mit dunkelgrünem Leder überzogen, der Boden mit einem schweren farbigen Gummiteppich bedeckt.

Die Anordnung der Küche ist aus dem Grundriss ersichtlich. Zur Verfügung stehen dort ein Herd mit drei Kochplatten zu je 4,0 kW, zwei Bratöfen zu je 2,5 kW, eine Wärmeplatte von 1,35 kW und ein 50 Liter-Boiler von 1,7 kW, was eine Gesamtleistung von 20 kW ergibt. Zudem sind noch drei Steckdosen vorhanden. Die Schalter für die verschiedenen Kochplatten und Backöfen (dreifach und regulierbar) sind am Herd selbst, jene für Boiler und Wärmeschrank mit dem Heizschalter für die Küche an der Seitenwand befestigt. Vor der Küche, durch ein Ausgabefenster mit ihr verbunden, befindet sich die Anrichte. In beiden Räumen, Küche und Anrichte, ist jede kleinste Ecke ausgenutzt. So haben dort Platz gefunden ein Lebensmittelschrank, das durch ein grosses Dach-Wasserreservoir von 230 l Inhalt gespeiste Spülbecken, Tische,

Eisschrank, Porzellanschrank, Gläser- und Teller-Regale, Silberschrank, Wein- und Bierschränke mit Eiskühlung, Kleiderschrank, Leiter-Raum, Apparaten-Raum, Raum für gebrauchte Wäsche, Wischer-Kasten und grosses Buffet für Tafelwäsche und Bestecke.

In Anbetracht der starken Verbreitung der elektrischen Küche lag es auf der Hand, im rein elektrischen Bahnbetrieb auch die elektrische Küche einzuführen. Als Vorteile kamen in Betracht die grössere Reinlichkeit, die Vermeidung des Kohlenfassens mit Einsparung des Raumes dafür, die bessere Regulierungsmöglichkeit und Konzentration der Hitze dorthin, wo sie wirklich nötig ist. Dieser letzte Umstand macht sich im Schmalspurwagen, wo die Platzverhältnisse naturgemäss noch beschänktere sind, in ganz besonders angenehmer Weise für das Küchenpersonal geltend, das hier nicht mehr unter der Hitze zu leiden hat wie bei dem glühenden Kohlenherd; auch kann an Wärmeisolationen um den Herd herum gespart werden, ohne dass das Holzwerk des Wagens leiden muss. Andererseits konnte man auch gewisse nicht unbegründete Bedenken geltend machen. Einmal schwankt die Spannung an der Fahrleitung in weit grösserem Masse als die eines Leitungsnetzes, an das Hausinstallationen angeschlossen sind; sodann muss man auch mehr mit vorübergehenden Stromausfällen rechnen, und schliesslich ist man, weil der Primärstrom durch die Lokomotive von der Fahrleitung abgenommen werden muss, darauf angewiesen, auch auf Stationen stets eine solche am Zuge zu haben, sofern man nicht über andere Stromzuführungsmöglichkeiten (Heizanschlüsse bei den Bahnsteigen) verfügt.

Dem Umstand der starken Spannungsschwankungen (8000 bis 11000 Volt an der Kontaktleitung) ist man dadurch begegnet, dass man auf Anraten des Lieferanten der Kocheinrichtungen einen Autotransformator vorsah, mit zwei Regulierstufen, wobei die Sekundärspannung dann gleich so gewählt werden konnte, dass sich Kochapparate einer normalen Spannung (220 Volt) verwenden liessen. Die Stromausfälle waren so selten und meist ganz kurzzeitig, dass nach einem halben Jahre Betrieb Bedenken in dieser Hinsicht völlig verschwunden sind.