

EINE BEWERTUNG DER MASSENVERMINDERUNG VON FAHRZEUGEN VOM TECHNISCHEN UND WIRTSCHAFTLICHEN GESICHTSPUNKT AUS BETRACHTET*

Von

I. BARÁNSZKY-JÓB

Lehrstuhl für Schienenfahrzeuge, Technische Universität Budapest

(Eingegangen am 5. Dezember 1974)

Vorgelegt von Prof. Dr. K. HORVÁTH

I. Einleitung und Zielbestimmung

Heute, da der Verkehr und die damit zusammenhängenden Probleme so stark in den Vordergrund getreten sind, scheint es überflüssig, über die Bedeutung der Leichtbauweise von Fahrzeugen, die Ziele und Ursachen der Massenverminderung** besonders zu sprechen, obzwar die Energieprobleme der Welt diese noch begründeter machen. Ebenso sind dem Fachmann die drei Wege der Massenverminderung bekannt: das Entwerfen und Bemessen der Konstruktion, die Anwendung eines neuen Werkstoffes und die zweckmäßige Technologie. So können wir direkt auf die Bewertung der Erleichterung der Verkehrsmittel eingehen.

Aus der Vielzahl der Verkehrsmittel werden hier die Landfahrzeuge — die Schienen- und Straßenfahrzeuge — behandelt, und zwar auch von diesen jene für den Massen- oder Lastverkehr.

Für die Massenverminderung werden immer neue Möglichkeiten ausgenutzt. Oft wird aber das neue Fahrzeug trotz der leichteren Tragkonstruktion schwerer sein als sein Vorgänger, da durch die zeitgemäßen Anforderungen des Verkehrs — wie die höhere Geschwindigkeit, gesteigerte Sicherheit, komplizierte Heiz-, Kühl-, Lüftungseinrichtungen usw. — die Gesamtmasse erhöht wird. Das komplexe Ergebnis wird durch andere Umstände — Amortisation, Instandhaltung, Reparatur, Lebensdauer usw. — noch verwickelter werden, da diese Faktoren neben der rein technischen Beurteilung auch eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung notwendig machen.

Dementsprechend ist die Verminderung der Masse eine komplexe Aufgabe und auch in ihren Ergebnissen, aber noch vielmehr vom Gesichtspunkt der Bewertung aus kompliziert. Die Bewertung kann und muß nämlich unter Berücksichtigung von skalaren und vektoriiellen Faktoren oft entgegengesetzter

* Abschnitt 2 bildet einen Teil der Dissertation des Verfassers, derzufolge ihm am 13. 10. 1973 der Grad eines Dr.-Ing. erteilt wurde. Abschnitt 1 gibt eine Einleitung zum vorliegenden Beitrag.

** Der im Beitrag statt »Gewicht« benutzte Ausdruck »Masse« wird dem SI entsprechend überall in kg bzw. in t angegeben.

Wirkung durchgeführt werden. Eine Lösung dieses Problems wird im folgenden versucht. Sie kann offenbar nur zum Teil gelingen, da ja schon die Kenngrößen oft in keinem Zusammenhang stehen, und — wie gezeigt wurde — wegen des dialektischen Wesens der Frage höchstens eine bessere Annäherung der idealen Lösung erreicht werden kann.

Die Aufgabe ist im Bewußtsein dessen zu lösen, daß das Verkehrsmittel Träger eines humanen und sozialen Fragenkomplexes ist, der zum Teil zahlenmäßig gar nicht meßbar ist. Darum sollen unsere Untersuchungen auf die rein technischen Teile, d. h. auf die lasttragende Konstruktion beschränkt werden.

Die Tragkonstruktion kann durch neue, verfeinerte Bemessungsmethoden und in vielen Fällen auch durch eine neue Technologie den Leichtbauprinzipien entsprechend gestaltet werden, ein bedeutender Erfolg wird aber nur *durch den Einsatz grundsätzlich neuer Werkstoffe* erreicht. Die Massenverminderung hängt in diesem Falle von der Dichte des neuen Materials und von dem eingebauten Volumen ab, das wiederum durch die Festigkeitsverhältnisse bestimmt wird. Es dürfen aber auch die Einheitspreise der verschiedenen Werkstoffe nicht außer acht gelassen werden. Der spezifisch ausnutzbare »Wert« des Materials (z. B. σ/ρ) ist nur der erste Faktor bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit. Wie wir sehen werden, müssen auch andere Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkte in Betracht gezogen werden, damit die Bewertung in technischer und *artl.* in wirtschaftlicher Hinsicht begründet sei.

2. Ein neues Verfahren zur technischen und wirtschaftlichen Bewertung der Massenverminderung von Fahrzeugen

2.1 Aufstellen eines allgemeinen mathematischen Modells

Die auszuarbeitende Meßzahl zeigt nicht die physikalischen, mechanischen, wirtschaftlichen Eigenschaften einer einzigen, bereits leichteren Konstruktion. Auch das Wesen dieser Tätigkeit — Erleichterung, Massenverminderung — weist darauf hin, daß das neue Ergebnis im Vergleich mit etwas erreicht wird. Also muß *eine Verhältniszahl* gesucht werden, die im Vergleich mit einer vorhandenen oder entworfenen Fahrzeugkonstruktion eine Bewertung gibt.

Diese Feststellung soll aber mit größter Vorsicht behandelt werden. Es ist wesentlich, womit die Leichtigkeit der neuen Konstruktion, genauer: ihre leichtere Bauart verglichen, woran sie gemessen wird. *Die richtige Meßzahl ist das Ergebnis eines Vergleichs von zwei zeitgemäßen Konstruktionen gleicher Bestimmung und mit gleichen Hauptabmessungen.*

Zwei Konstruktionen können in ihren Massen am einfachsten so verglichen werden, wenn die Eigenmassen (Eigengewichte) — mit Index s — derselben zueinander ins Verhältnis gestellt werden:

$$\frac{G_{s1}}{G_{s2}} \text{ oder } \frac{G_{s2}}{G_{s1}}.$$

Das sagt an und für sich sehr wenig. Im ersten Schritt ist die Nutzlast — mit Index n — heranzuziehen:

$$G_g = G_s + G_n. \quad (1)$$

Die Nützlichkeit *dieses* Fahrzeugs — hinsichtlich der Masse — wird durch das Verhältnis

$$h = \frac{G_n}{G_s} \quad (2)$$

gekennzeichnet. Je größer h ist, desto wirtschaftlicher ist das Fahrzeug, wenn nur die Massenverhältnisse als maßgebend betrachtet werden.

Der Wert h kann durch die Erhöhung von G_n oder durch die Verminderung von G_s erhöht werden. Meistens verändern sich beide, weil im Verkehr die Gesamtmasse maßgebend ist. Für den allgemeinen Fall gilt also:

$$G_g = G_{s1} + G_{n1} = G_{s2} + G_{n2}, \quad (1a)$$

wo

$$\frac{G_{n1}}{G_{s1}} = h_1 < h_2 = \frac{G_{n2}}{G_{s1}}. \quad (2a)$$

Für den Leichtbau von Fahrzeugen ist man bestrebt, G_s zu vermindern. Es läßt sich aber auch vorstellen, daß die Nutzlast auch bei unverändertem G_s erhöht wird, z. B. wenn die Konstruktion mit derselben Eigenmasse aus einem Werkstoff höherer Festigkeit und derselben Dichte ausgeführt und damit die Tragfähigkeit erhöht wird. Dann ist $G_{n3} > G_{n1}$. In diesem Falle erhöht sich aber auch G_g :

$$G_{g3} = G_{s1} + G_{n3} > G_{g1} = G_{s1} + G_{n1} \quad (3)$$

und

$$h_3 > h_1.$$

Da bei einem richtig entworfenen Fahrzeug die Gesamtmasse G_g bereits ursprünglich so bestimmt werden sollte, daß die Leistungsfähigkeit der Fahrbahn (Straße) und der die Bewegungsenergie gebenden Maschineneinrichtung ausgenützt seien, wäre es nicht wünschenswert, die Gesamtmasse zu erhöhen. So ist beim Leichtbau die Gesetzmäßigkeit nach den Formeln 1a und 2a einzuhalten.

Sollen zwei zeitgemäße Fahrzeuge verglichen werden, gibt die Gleichung

$$b = \frac{h_2}{h_1} \quad (4)$$

einen Hinweis auf den Wert der Massenverminderung.

Die wegen ihrer Einfachheit oft benutzten Zusammenhänge $h_2 > h_1$ (und b) zeigen jedoch nicht,

- um welchen Preis dieses Ergebnis erreicht wurde,
- welchen Nutzen es für die Volkswirtschaft bringt,
- welche Lebensdauer die Konstruktion haben wird,
- wie groß der Unterschied in den Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturkosten sein wird,
- in welchem Maße die etwaigen Mehrkosten hereingebracht — amortisiert — werden können usw.

Leider geben die bisher erschienenen Beiträge, Formeln auf die Gesamtfrage keine Antwort. Es sind sehr geistreiche Artikel im Fachschrifttum veröffentlicht worden, von denen die Arbeiten von HOLFERT [1], ODENHAUSEN [2], MENGERINGHAUSEN [3], [4], ALTEN [5], ZAHN [6], BLEICHER [7], MAMPE [8], JONES [9], GROSS [10], BATIZ und VOITH [11], HARTMANN [12], [13], MICHELBERGER und MARTÉNYI [14], SAMU [15], RUDNAI und MICHELBERGER [16], RUDNAI—MICHELBERGER—MARTÉNYI [17], HAUG [18] erwähnt werden sollen.

Die meisten Beiträge machen in ihrer Auffassung sozusagen Halt am Ausgang des Herstellerwerks und beschäftigen sich nicht mit dem weiteren »Leben« des Fahrzeugs. Es werden manche wichtige Faktoren oder Umstände vernachlässigt, was eine lückenhafte Bewertung zur Folge hat. Obwohl die Frage der Lösung nähergebracht wird, kommen bei vielen kaum andere Meßzahlen als die hier erwähnten Werte b und h vor.

Es soll also eine solche, *alle maßgebenden Faktoren in Betracht ziehende Meß-(Bewertungs-)zahl gesucht werden, die durch ihre Einfachheit beim Entwerfen einer neuen leichteren Konstruktion praktisch gut anwendbar sei. Eine solche Meßzahl wird durch die auf dem folgenden mathematischen Modell beruhende Untersuchung geliefert.* Die Grundformeln sind mit den Bezeichnungen der Tafel 1 die folgenden:

$$B = \frac{B'_j}{B'_i} + \frac{B''_j}{B''_i} \quad (5)$$

$$B = B' + B'' \quad (6a)$$

$$B_i = B'_i + B''_i \quad (6b)$$

$$B_j = B'_j + B''_j, \quad (6c)$$

Tafel I

Größen im allgemeinen mathematischen Modell von B			
im Zähler		im Nenner	
Kennwerte abhängig			
von der Form	vom Werkstoff	von der Form	vom Werkstoff
<p>W wirksames Widerstandsmoment I Trägheitsmoment des wirksamen Querschnitts</p>	<p>σ zur Bemessung τ dienende Festigkeiten E Elastizitätsmoduls G moduls</p>	<p>A wirksame Querschnittsfläche der Konstruktion L Länge der Tragkonstruktion</p>	<p>ρ Dichte des Werkstoffes</p>
<p>c Massenverminderungsverhältnis der zur indirekten Massenverminderung herangezogenen Konstruktionsteile und der leichteren Konstruktionsteile</p>		<p>F äußere Kräfte und Eigengewicht M Biegemoment(e) erzeugt durch F r Verhältniszahl der oberen und unteren Grenzbeanspruchungen N Lastspielzahl</p>	
<p>T Lebensdauer des Fahrzeugs H Nutzeffekte aus der Massenverminderung C Selbstkostensparung aus der indirekten Massenverminderung steht im Nenner mit negativem Vorzeichen, demzufolge wirkt sie, als wäre sie im Zähler</p>		<p>S Wert der Größe der während der Lebensdauer des Fahrzeugs verbrauchten Traktionsenergie bzw. des Triebstoffes P Herstellungskosten bzw. Preis des für die Massenverminderung in Frage kommenden Bauteils R Instandhaltungs- und Reparaturkosten während der Lebensdauer des Fahrzeugs</p>	

Die Erhöhung dieser Größen

verbessert

vermindert

die Gesamtnützlichkeit des Leichtbaues

wo zum Beispiel

$$B'_i = \frac{\sigma_i(\tau_i) E_i(G_i) W_i(I_i) c_i}{\rho_i A_i^2 L_i F_i(M_i) r_i N_i} \tag{7}$$

$$B''_i = \frac{T_i H_i}{S_i (P_i - C_i + R_i)}, \tag{8}$$

also

$$B = f \left[\frac{\sigma(\tau), E(G), W(I), c}{\rho, A^2, L, F(M), r, N} + \frac{T, H}{S, (P - C + R)} \right]. \tag{9}$$

Dieses Modell ist dadurch gekennzeichnet, daß

— alle Größen berechenbar, meßbar sind — mit Ausnahme des Wertes H , der aber, wie im folgenden erörtert wird, genau und eindeutig bestimmbar ist;

— alle Werte im Zähler durch ihre Zunahme den technischen und wirtschaftlichen Wert der Erleichterung verbessern, während die Werte im Nenner durch ihre Zunahme diesen beeinträchtigen. (Siehe hierzu auch Tafel I.)

Für die Bestimmung der Verhältniszahl darf die rechte Seite der Gleichung von B_j durch die rechte Seite der Gleichung von B_i nicht einfach dividiert werden, sondern es müssen die ersten Glieder der rechten Seiten zueinander und dann die zweiten Glieder ebenso zueinander ins Verhältnis gestellt und dann die Quotienten addiert werden. Dieses Verfahren wird einerseits dadurch gerechtfertigt, daß die ersten Glieder technische, die zweiten wirtschaftliche Faktoren enthalten, andererseits, daß auch durch die durchgeführten Berechnungen diese Methode bestätigt wurde.

Wegen der Eigenartigkeit der Frage erfordern die Bezeichnungen und Größen in den Formeln 7, 8 und 9, sowie in Tafel I eine ergänzende Erläuterung:

Es genügt nicht, die Werte σ und τ als die zulässigen Spannungen für statische Belastungen aufzunehmen, sondern sie sind in dieser Berechnung zweckmäßig so zu bestimmen, daß in diesen die Wirkung von r und N mit inbegriffen ist, d. h., es muß die Ermüdungsgrenze bzw. die Dauerfestigkeit angesetzt werden. Das bedeutet aber, daß z. B. im Falle von Aluminiumlegierungen eine gewisse Lebensdauer festgesetzt und dementsprechend eine Dauerfestigkeit oder Zeitfestigkeit angegeben werden muß. (S. auch den Abschnitt 2.21.)

Die Größe A , d. h. die tatsächlich arbeitende Querschnittsfläche steht darum im Quadrat, da sie eine zweifache Rolle spielt: im Produkt ρAL dient sie zur Berechnung der Masse der Konstruktion und zur Bestimmung des Verhältnisses W/A , bzw. I/A . Die Werte W und I interessieren nämlich in dieser Berechnung nur insofern, daß sie zeigen, wie große Werte W oder I unter Anwendung eines gegebenen A -Wertes haben können.

Die Größe c zeigt, in welchem Maße sich die Massen der Baugruppen (Maschineneinrichtungen, Federn usw.) vermindern, die einer indirekten (sekundären) Massenverminderung unterzogen werden können. Hierzu kommen noch weitere Massenverminderungen, die nicht mit dem primären Zweck des Leichtbaues durchgeführt werden, sondern aus anderen theoretischen und praktischen Überlegungen in Zusammenhang mit dem Leichtbauprinzip herrühren.

Im allgemeinen fallen die Größen r und N bei der weiteren Berechnung aus, da diese einerseits für das ursprüngliche und das neue Fahrzeug den gleichen Wert haben müssen, andererseits — wie bereits erwähnt wurde — in den Werten σ und τ inbegriffen sind.

Bei dem Wert T ist zu überlegen, ob man z. B. die Lebensdauer eines Fahrzeugs in Stahlkonstruktion viel länger ansetzen soll, als z. B. in Aluminiumkonstruktion. Hier tritt der Begriff des sogenannten »moralischen Verschleißes« in den Vordergrund. Ist es richtig, bei der Bewertung ein veraltetes, den wachsenden Ansprüchen des Verkehrs nicht mehr entsprechendes Fahrzeug in dieser Beziehung dem an seine Stelle tretenden neuen gleichzustellen?

Die Sache liegt aber anders, wenn es sich um ein Fahrzeug aus nichtrostendem Stahl handelt. Im Zahlenbeispiel in Abschnitt 2.21 werden Beispiele für beide Auffassungen gegeben.

Die Nützlichkeit H wird auf jeden Fall als *Verhältniszahl* betrachtet. Sie drückt aus, welcher handgreifliche, zahlenmäßig darstellbare und objektiv beurteilbare Nutzen sich aus der neuen, leichteren Konstruktion für die Wirksamkeitserhöhung des Verkehrs ergibt. Obwohl auf die Bedeutung der einzelnen Faktoren in den Beispielen in den Abschnitten 2.21 und 2.22 zahlenmäßig näher eingegangen wird, sollen zur Illustrierung des Gesagten auch hier einige Zahlen angegeben werden. Wenn z. B. statt 7 LKW 6 genügen, wird H mit vollem Recht gleich $7 : 6$ gesetzt; wenn 92 Eisenbahngüterwagen ebensoviel leisten wie 100, ist dieser Faktor $100 : 92$; wird die Nutzlast von 8 t auf 10 t erhöht, ist der Faktor $10 : 8$; wird die Reisegeschwindigkeit von 18 km/h auf 22 km/h vergrößert, darf der Quotient $22 : 18$ eingesetzt werden usw. — Für H wird natürlich immer eine Zahl über 1 gewählt, da durch diese der Vorteil der Leichtbauweise herausgestellt wird, der mit dem für die Leichtbauweise gebrachten Opfer erreicht werden sollte. (Bei der Massenverminderung von Eisenbahngüterwagen wird die Interpretation von H im Abschnitt 2.22 gegeben.)

Die Größe S bezieht sich auf den Wert der Energieersparung, und zwar in folgender Auffassung: Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die »Bewertung« nur als Verhältniszahl anzunehmen ist; d. h. die Quotienten nach Formel 5 liefern den Wert B . Sollte die »Einsparung« wörtlich genommen werden, ist leicht zu sehen, daß bei der *einen* Ausführung von keiner »Ersparung« gesprochen werden kann, d. h. nach den Formeln 5—9 wäre das zweite Glied unendlich. S_i und S_j bedeuten den Energieverbrauch, bezogen auf die Massen der beiden verschiedenen Fahrzeuge und für eine beliebige Bezugszeitdauer, ausgedrückt in Energie- oder Geldwert. Das Verhältnis der beiden drückt den Vorteil der Erleichterung aus. Bei Eisenbahngüterwagen liegt die Sache anders, wie in Abschnitt 2.22 ausführlich erörtert werden soll.

Die Größe P bedeutet die Herstellungskosten, Selbstkosten — in gewissen Fällen den Preis — der Tragkonstruktion. P^* ist der nach dem bekannten Verfahren mit Zinseszinsen berechnete Wert von P , wo die Zahl der Jahre im vorliegenden Falle T ist.

C zeigt, wie groß die Ersparung an Selbstkosten bzw. am Preis infolge der sekundären Massenverminderung ist. (Siehe auch noch die Bemerkung der Tafel 1.)

R umfaßt die während der Lebensdauer der Fahrzeuge, genauer während der Vergleichszeit, also der auch für S angenommenen Zeit entstehenden Instandhaltungs- und Reparaturkosten. In den letzten sind nur die mit den untersuchten Konstruktionselementen zusammenhängenden Kosten zu verstehen, d. h. für die Trag- und ähnlichen Konstruktionen in der ursprünglichen

und in der leichteren Ausführung. Diese sich jährlich wiederholenden oder sogar erhöhenden Kosten könnten nach der Rentenberechnung genau ermittelt werden, da dadurch aber sich die Quotienten dieser Werte nur vernachlässigbar verändern würden, wird die Berechnung der Einfachheit halber mit dem Jahresaufwand durchgeführt.

Die Einflußgrößen in den Formeln 7, 8 und 9 treten als Multiplikatoren (Divisoren) auf. Es stellt sich hier die Frage, ob es nicht richtiger wäre, das Verfahren von ODENHAUSEN [2] zu benutzen und Wichtigkeitsexponenten anzuwenden oder vielmehr nach der Wichtigkeit gewogene Koeffizienten einzuführen. Dieses Verfahren hätte nur dann einen Sinn, wenn die Exponenten

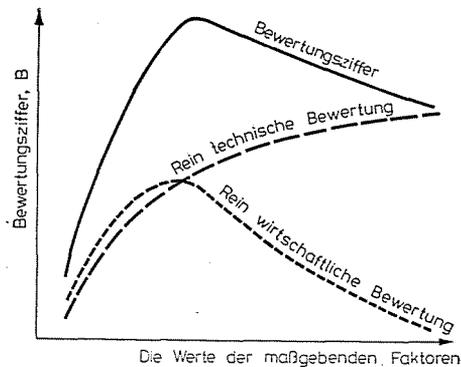


Abb. 1

oder Koeffizienten den angewandten Verfahren bzw. Werkstoffen gemäß nach einer objektiven Methode bestimmt würden. Leider ist nach reiflicher Überlegung einzusehen, daß solche nur recht subjektiv angenommen werden könnten. Bei zwei Konstruktionen fallen nämlich alle Faktoren auf der ersten Potenz mit dem Koeffizienten »eins« ins Gewicht. Für die besonderen Vorteile der Leichtbauweise steht der objektiv feststellbare Wert von H zur Verfügung.

Es schien notwendig, die technischen und wirtschaftlichen Einflüsse zu verknüpfen, da die Tendenzen der zwei Beurteilungsgesichtspunkte — über einen gewissen Grad des Leichtbaues — einander oft gerade entgegengesetzt sind. Diese Tendenzen sind aus Abb. 1 ersichtlich, wo der Verlauf der beiden Glieder auf der rechten Seite der Gleichungen 5—9 qualitativ dargestellt ist. Das technisch optimale Titan ist z. B. von dem Gesichtspunkt des Preises aus sehr nachteilig. (Titan ist pro Kilogramm 100mal teurer, als der gewöhnliche Baustahl und sein spezifischer Preis ist noch immer 12—15mal höher, als der von Aluminiumlegierungen.)

Um eine technisch-ökonomisch wohlbegründete Konstruktion zu entwerfen, müssen neben den spezifischen Werten der allgemein bekannten und verwendeten Werkstoffe auch die relativen Preise mitberücksichtigt werden.

Im Modell kommt der spezifische, d. h. der Einheitpreis in P bzw. P^* zum Ausdruck.

Um eine gute Übersichtlichkeit der gegensätzlichen Einflüsse der Faktoren zu sichern, wurde im mathematischen Modell die Zähler—Nenner-Anordnung gewählt.

2.2 Zahlenbeispiele zum mathematischen Modell

Zum größten Teil werden hier Ergebnisse von ausgeführten Konstruktionen dargestellt, die noch weiter berechnet wurden. Auf Grund der so erhaltenen Daten wird der »Wert« der Erleichterung objektiv und zahlenmäßig bestimmt.

2.21 Vierachsiger elektrischer Triebwagen

Hier werden die Angaben von zwei Fahrzeugen mit denselben Hauptabmessungen und mit demselben Fassungsvermögen angenommen. (Die Indizes der Stahlausführung seien St , die der Aluminiumkonstruktion Al .)

Den Formeln 5—9 und der gegebenen Erläuterungen gemäß sollen also B'_{Al} zu B'_{St} ins Verhältnis gestellt, d. h. durch die letztere Größe dividiert werden und dann B''_{Al} durch B''_{St} . Man erhält:

$$B' = \frac{\sigma_{Al} E_{Al} W_{Al} c_{Al}}{\varrho_{Al} A_{Al}^2 L_{Al} F_{Al} r_{Al} N_{Al}} : \frac{\sigma_{St} E_{St} W_{St} c_{St}}{\varrho_{St} A_{St}^2 L_{St} F_{St} r_{St} N_{St}}. \quad (10)$$

Bevor die Durchführung der Operationen begonnen wird, ist festzustellen, welche Größen in den beiden Brüchen identisch sind, und ob eine einfache Verhältniszahl zwischen den übriggebliebenen gefunden werden kann.

Identisch sind:

- die Längen der beiden Wagen (Ausgangsbedingung), $L_{Al} = L_{St}$;
- die äußeren Kräfte (gleiche Fahrgastzahlen), $F_{Al} = F_{St}$. (Die Belastungen aus Eigengewicht sind zwar verschieden, da die Aluminiumkonstruktion leichter ist, sie werden aber in diesem Beispiel — zum Nachteil des Aluminiums — gleichgesetzt);
- die Art der dynamischen Beanspruchungen, $r_{Al} = r_{St}$;
- die Anzahl der dynamischen Beanspruchungen, d. h. die Lastspielzahlen (gleiche Lebensdauer und Betriebsverhältnisse vorausgesetzt), $N_{Al} = N_{St}$.

Die Quotienten dieser Faktoren ergeben also je 1.

Für die Feststellung der Verhältnisses $W_{Al} : W_{St}$, da die Lage der äußeren Fasern annähernd gleich ist, greifen wir auf I_{Al} bzw. I_{St} zurück. Durch einen der Faktoren von A wird sein eigener I -Wert dividiert und man erhält beinahe gleiche Werte, d. h. auch der Quotient der Quotienten beträgt etwa 1.

Obwohl $L_{Al} = L_{St}$ (Ausgangsbedingung) ist, wurden diese Werte in der Berechnung belassen, weil $\rho_{Al} A_{Al} L_{Al}$ und $\rho_{St} A_{St} L_{St}$ die Massen der beiden Tragkonstruktionen geben, die aber auch auf andere Weise berechnet werden können.

Die sekundäre (indirekte) Massenverminderung c kann nur bei der Aluminiumkonstruktion in Frage kommen. Das Verhältnis $c_{St} : c_{Al}$ (nach dem im Zusammenhang mit Tafel 1 Gesagten ist das schon der Reziprokwert von $c_{Al} : c_{St}$), den man erhält, wenn die originale Masse, die aber potentiell (sekundär) eine leichtere Ausführung zuläßt, durch die verminderte Masse dividiert wird.

Demzufolge gilt:

$$B' = \frac{\sigma_{Al} E_{Al} G_{\text{Stahlkonstr.}} c}{\sigma_{St} E_{St} G_{\text{Alum. konstr.}}} . \quad (10a)$$

Nach sorgfältiger Überlegung nehmen wir an, bzw. berechnen wir folgende Zahlenwerte:

$$\sigma_{Al} = 12,5 \text{ kp/mm}^2 \quad E_{Al} = 7\,000 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_{St} = 16 \text{ kp/mm}^2 \quad E_{St} = 21\,000 \text{ kp/mm}^2$$

$$G_{\text{Stahlkonstr.}} : G_{\text{Alum. konstr.}} = 4\,538 : 1990 = 2,39$$

$$c = (2800 + 8300) : (1700 + 7550) = 11\,100 : 9250 = 1,2$$

und

$$B' = \frac{12,5 \cdot 7000 \cdot 2,39 \cdot 1,2}{16 \cdot 21000} = 0,745 .$$

Das wird das erste Glied von B sein. Für das zweite ergibt sich:

$$B'' = \frac{T_{Al} H_{Al}}{S_{Al} (P_{Al} - C_{Al} + R_{Al})} : \frac{T_{St} H_{St}}{S_{St} (P_{St} - C_{St} + R_{St})} . \quad (11)$$

Zuerst sind — wie zuvor — die Werte bzw. die Verhältnisse der Größen zu erwägen:

Für die Bestimmung der Lebensdauer T stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: a) Die Lebensdauer der Stahlkonstruktion könnte länger als die der Aluminiumkonstruktion sein. (Dafür liegt keine besonderer Grund vor, da bei einem gut konstruierten und richtig gebauten Aluminiumwagen mit keinem vorzeitigen Versagen zu rechnen ist.) b) Die Aluminiumkonstruktion ist nicht nur wegen der Korrosionsbeständigkeit vorteilhafter — dieser Vorteil

wird bei der Bestimmung von R in Betracht gezogen —, sondern die beiden Ausführungen können auch hinsichtlich des »moralischen Verschleißes« gleichgesetzt werden. — Im ersten Schritt soll also $T_{Al} = T_{St}$ sein. — Am Ende dieses Abschnitts wird als zweiter Schritt die Annahme verschiedener Lebensdauern untersucht.

Für S_{Al} und S_{St} könnten Werte aus der ausländischen Literatur genommen werden. Glücklicherweise stehen aber für ungarische Straßenbahnwagen in Aluminiumkonstruktion gemessene Stromverbrauchswerte zur Verfügung. (Für die Stahlwagen ist dieser Wert bekannt.) Bei beiden Wagentypen sind der Strompreis und die jährlichen Kilometerzahlen gleich. (Die größere Kilometerzahl infolge der Erhöhung der Beschleunigung soll hier darum nicht in Betracht gezogen werden, weil die Triebleistung beim Aluminiumwagen vermindert und dieser Umstand schon im Werte von c zum Ausdruck gebracht wurde.) Es bleibt also der gemessene Stromverbrauch je Wagenkilometer, der beim Stahlwagen 2,25 kWh/Wkm, beim Aluminiumwagen 1,69 kWh/Wkm beträgt [19], [20]. Dementsprechend: $S_{St} : S_{Al} = 2,25 : 1,69 = 1,35$.

Der Wert P enthält nur die Herstellungskosten für den Rohbaukasten. Die Fertigmassen wurden bereits bei der Berechnung von B' angegeben. Vereinfacht, aber die Wahrheit gut annähernd, nehmen wir den Einheitspreis des Stahlrohbaues zu 20 Ft/kg, den der Aluminiumkonstruktion zu rund 80 Ft/kg an. So ergeben sich $4358 \cdot 20 = 90\,760$ Ft, rd. 90 000 Ft und $1990 \cdot 80 = 159\,200$ Ft, rd. 160 000 Ft.

Die Werte von C : Bei Stahl gibt es weder primäre noch sekundäre Ersparnis, so ist $C_{St} = 0$. Bei der Berechnung von C_{Al} hat sich eine Massenersparnis von $11\,100 - 9\,250 = 1\,850$ kg ergeben. Da es sich hier im allgemeinen um Maschineneinrichtungen handelt, wird der Einheitspreis derselben mit 40 Ft/kg sehr bescheiden angesetzt; mit der Masse multipliziert ergibt sich 74 000 Ft.

Die Reparaturkosten R gestalten sich der tatsächlichen Erfahrung gemäß so, daß sie bei Stahlwagen im Laufe von 25 Jahren aus Abmontieren, Entrosten, Neuanstrich usw. etwa 50 000 Ft betragen können, bei Aluminiumwagen dagegen nur mit etwa 5 000 Ft anzusetzen sind [21].

Bei der Berechnung von H kann die theoretische Verhältniszahl gar nicht bestimmt werden, weil H_{St} gleich Null ist. Dementsprechend müssen alle bisher nicht betrachteten Vorteile erwogen und bewertet, zahlenmäßig ausgedrückt werden.

Die Erhöhung der Nutzlast kommt hier nicht in Betracht, da die beiden Triebwagen mit denselben Hauptabmessungen für dieselbe Kapazität gebaut werden. Für LKW oder Omnibus kann eine solche Nützlichkeitszahl reell angenommen werden, da dort die Massenersparung zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Wagens ausgenützt werden kann. Im untersuchten Falle ergibt sich keine besondere »Nützlichkeitszahl« — bei dem Fassungsvermögen.

Die Reisegeschwindigkeit wurde aber erhöht. Die Meßergebnisse zeigten, daß die Beschleunigung gesteigert werden konnte, und wenn auch — wie vorher erwähnt — mit keiner jährlichen Kilometermehrleistung gerechnet wird, darf bei der Nützlichkeitsbewertung die erwähnte erhöhte Reisegeschwindigkeit nicht außer acht gelassen werden. Trotz der Stromersparung wurde die Reisegeschwindigkeit um etwa 4% erhöht, daher beträgt der erste Faktor der Nützlichkeitsbewertung 1,04.

Hier kann auf die Berechnung der Amortisation nicht näher eingegangen werden, darum soll hier nur das Ergebnis stehen: Bei Traktionsenergiekosten von 0,05 Ft/tkm und einer jährlichen Leistung von 100 000 km genügen nach den Berechnungen für eine 25jährige Amortisation spezifische Stromkosten von 0,041 Ft/tkm. Aus diesen beiden Werten erhält man eine Verhältniszahl der Nützlichkeitsbewertung: $5,0 : 4,1 = 1,22$.

Nach dem Gesagten ist also:

$$B'' = \frac{H_{Al} S_{St} (P_{St} + R_{St})}{S_{Al} (P_{Al} - C_{Al} + R_{Al})} \quad (11a)$$

Die Substitutionen durchgeführt:

$$B'' = \frac{1,04 \cdot 1,22 \cdot 2,25 \cdot (90000 + 50000)}{1,69 \cdot (160000 - 74000 + 5000)}$$

$$B'' = 2,61 ,$$

ergibt sich schließlich:

$$B = 0,745 + 2,610 = 3,355$$

$$\mathbf{B = 3,355 .}$$

Den bisherigen Erörterungen gemäß ist diese Erleichterung richtig und gut ($B > 2$).

Wir sehen, daß in der Gleichung von B das erste Glied auf der rechten Seite $B' < 1$, das zweite $B'' > 1$, d. h. daß *Aluminium technisch mit Stahl nicht konkurrieren kann, wirtschaftlich aber doch*.

Zur besseren Veranschaulichung der numerischen Veränderung der Größe B soll hier auch der Fall gezeigt werden, wo die Erleichterung durch Anwendung von *nichtrostendem Stahl* erzielt wurde. Dieser Fall wird mit dem Index nr bezeichnet.

Die Formeln sind schon bekannt, auch die Überlegungen müssen nicht wiederholt werden; nur das Endergebnis soll hier stehen:

$$B'_{nr} = 2,41$$

$$B''_{nr} = 0,27 \quad B_{nr} = B'_{nr} + B''_{nr}$$

$$\mathbf{B_{nr} = 2,68 < B = 3,355 .}$$

Unter den Bedingungen Ungarns zeigt sich also ein Leichtbau aus Aluminium vorteilhafter als unter Anwendung von nichtrostendem Stahl.

In der Gleichung von B_{nr} ist das erste Glied auf der rechten Seite $B'_{nr} > 1$, das zweite $B''_{nr} < 1$; das heißt, daß der nichtrostende Stahl dem einfachen Baustahl gegenüber technisch weitaus konkurrenzfähiger, viel wertvoller als Baustahl ist — unter den heutigen und hiesigen Preisverhältnissen —, aber wirtschaftlich hinter diesem zurückbleibt.

Der Vollständigkeit halber soll noch untersucht werden, wie sich diese Bewertungsziffern gestalten, wenn *auch ein Unterschied in der Lebensdauer* berücksichtigt wird.

Bei den bisherigen Berechnungen galt:

$$T_{St} = T_{Al} = T_{nr}.$$

Es seien jetzt:

$$T_{St} = 40 \text{ Jahre, } T_{Al} = 25 \text{ Jahre, } T_{nr} = 50 \text{ Jahre.}$$

Dann werden die Bewertungsziffern der Leichtbauweise die folgenden Werte annehmen:

Vom Stahl auf Aluminium:

$$B_{St-Al, 40/25} = 0,745 + 2,06 = 2,805$$

$$B_{St-Al, 40/25} = 2,81.$$

Vom Stahl auf nichtrostenden Stahl:

$$B_{St-nr, 40/50} = 2,41 + 0,337 = 2,747$$

$$B_{St-nr, 40/50} = 2,75.$$

Unter *solchen* Bedingungen haben die beiden Werkstoffe — Aluminium und nichtrostender Stahl — schon gleiche technische und wirtschaftliche Chancen. Eine wirtschaftspolitische Überlegung kann die Entscheidung bringen, da es sich in dem einen Fall um Import handelt, im anderen nicht. Dabei soll aber bemerkt werden, daß für den Fahrzeugkastenrohbau aus nichtrostendem Stahl die doppelte Lebensdauer gegenüber jener der Aluminiumkonstruktion angenommen wurde, was auf Grund der vorigen Ausführungen gar nicht begründet ist und so der Realität entbehrt.

Allerdings zeigt auch die jetzt behandelte Bewertungsziffer, daß die Lebensdauer eine entscheidende Wirkung auf die Wirtschaftlichkeit hat.

2.22 Eisenbahngüterwagen großer Kapazität

Das mathematische Modell ist auch für diesen Fall gültig, und da bei der Anwendung gewisse neue Gesichtspunkte zu berichtigen sind, soll der Gang der Berechnung durch ein Beispiel erläutert werden.

Es sind Bedingungen festzulegen, die zu einer reellen, vergleichbaren und richtungsweisenden Bewertungsziffer führen. Solche Grundbedingungen sind:

— Die Gesamtmasse (das Bruttogewicht) bleibt unverändert.

— In diesem Falle kommt eine sekundäre Massenersparnis gar nicht in Frage. $c = 1$ und $C = 0$, da die Lauf- und Tragwerke und andere, unbedingt aus Stahl herzustellenden Teile unverändert bleiben müssen.

— Die Lebensdauer wird bei beiden Wagenarten als gleich angenommen, obwohl die Betriebserfahrungen darauf hinweisen, daß ein Stahlwagenkasten sogar früher zu Grunde gehen kann, als einer aus Aluminium [19], [21]. Also ist $T_{Al} = T_{St}$.

— Die anderen Werte sind im allgemeinen sinngemäß die im Abschnitt 2.21 angegeben.

Als Beispiel soll hier der in zwei Ausführungen gebaute kanadische Trichterwagen mit einem Fassungsraum von 85 m^3 dienen, über den ausführliche Beschreibungen und Angaben zur Verfügung stehen (Tafel 3, Pos. 1). Für die beiden Ausführungsarten — Stahl und Aluminium — sind die folgenden Daten kennzeichnend:

$$G_{nSt} = 72 \text{ t} \quad G_{sSt} = 24 \text{ t}$$

$$G_{nAl} = 80 \text{ t} \quad G_{sAl} = 16 \text{ t}.$$

Die Einsparung an Eigenmasse ist $D = 8 \text{ t}$.

Die ersparte Eigenmasse dient ganz zur Erhöhung der Nutzlast.

Die in einen Wagen eingebaute Aluminiummenge beträgt 8 t und die wegfallende Stahlkonstruktion wiegt 16 t .

Da 18 Aluminiumwagen so viel leisten wie 20 Stahlwagen, wird im weiteren dieser Umstand in Betracht gezogen. Es gilt also für einen Zug:

a) Nutzlast:

$$G'_{nSt} = 20 \cdot 72 = 1440 \text{ t}$$

$$G'_{nAl} = 18 \cdot 80 = 1440 \text{ t}.$$

b) Die Eigenmassen der Konstruktionsteile der Kästen der 20 bzw. 18 Güterwagen:

$$G'_{Konstr.St} = 20 \cdot 16 = 320 \text{ t}$$

$$G'_{Konstr.Al} = 18 \cdot 8 = 144 \text{ t}.$$

c) Die Selbstkosten der Konstruktionsteile mit den Einheitspreisen von $p_{St} = 20 \text{ Ft/kg}$ und $p_{Al} = 90 \text{ Ft/kg}$:

$$P'_{St} = 320\,000 \cdot 20 = 6\,400\,000 \text{ Ft}$$

$$P'_{Al} = 144\,000 \cdot 90 = 12\,960\,000 \text{ Ft.}$$

d) Bei solchen großen Materialmengen und größtenteils aus dicken, homogenen Elementen bestehenden Konstruktionen kann auch der Wert des Aluminiumschrotts in Rechnung gestellt werden, wodurch sich die Selbstkosten um $(p_{Al-Schrott} = 16 \text{ Ft/kg}) 144\,000 \text{ kg} \cdot 16 \text{ Ft/kg} = 2\,300\,000 \text{ Ft}$ vermindern. Die Zinsen usw. werden hier nicht gerechnet, aber die Summe wird, um auf der sicheren Seite zu bleiben, stark abgerundet. Dadurch werden einerseits die Zinslasten, andererseits die bei der Zerlegung vorkommenden Materialbeschädigungen annähernd ausgeglichen. Deshalb wird eine Summe von nur $2\,000\,000 \text{ Ft}$ in Abzug gebracht:

$$P'_{Al} = 12\,960\,000 - 2\,000\,000 = 10\,960\,000 \text{ Ft.}$$

e) Die Kosten für Instandhaltung und Reparatur stehen der Literatur und den Erfahrungen gemäß in einem Verhältnis von rund $1 : 10$:

$$R_{St} = 50\,000 \text{ Ft/Wagen und } R_{Al} = 5\,000 \text{ Ft/Wagen.}$$

f) Die »Ersparnis« an Traktionsenergie wird wie folgt berechnet:

Da die Bruttomasse G'_g beider Zugtypen die gleiche ist, wäre die Ermittlung der Ersparnis nur durch sehr aufwendige Versuche festzustellen. Daher wird folgender Gedankengang verfolgt:

Gemäß [22] können die Traktionskosten nach Tafel 2 aufgeteilt werden. Auf Grund des Durchschnitts der Werte in der letzten Zeile ergibt sich $H_1 = 1,3$.

Tafel 2

Werkstoff	Prozentanteil der Traktionskosten			
	auf die Eigenmasse		auf die Nutzlast	
	im Falle gleicher Bruttomassen	in einer Fahrrichtung belastet, zurück leer	im Falle gleicher Bruttomassen	in einer Fahrrichtung belastet, zurück leer
Stahlwagen	25%	40%	75%	60%
Aluminiumwagen	16,6%	28,6%	83,4%	71,4%
Verhältnis der beiden	1,51	1,40	1,11	1,19

(Die zwei letzteren Werte sind Reziprokwerte im Sinne der Erklärung des Nützlichkeitswertes H .)

Statt dieses Gedankengangs kann als Alternative auch folgendes angenommen werden: Die erste Zeile in der auf Grund von [22] zusammengestellten Tafel 3 bezieht sich auf den untersuchten Güterwagen. Durch die hier angeführten Werte wird die Wirksamkeit der Erleichterung aus der Sicht des Verkehrs hervorgehoben. Daher kann mit Recht die »Nützlichkeit« aus diesen Werten berechnet werden. Der Mittelwert der Quotienten bzw. ihrer Kehrwerte ergibt $H_1^* = 2,9$.

Tafel 3

Land, Typ		Verhältnis der Traktionskosten für die Eigenmasse zu denen für die Nutzlast, von der Annahme gleicher Nutzlast oder gleicher Zuglast ausgehend, wo die Eigenmassentraktionskosten gleich 1 gesetzt werden			
		bei Stahlwagen		bei Aluminiumwagen	
		für die Fälle			
		I	II	I	II
Kanada	85 m ³	1 : 3,00	1 : 1,50	1 : 5,00	1 : 2,50
Frankreich	81 m ³	1 : 2,15	1 : 1,07	1 : 4,25	1 : 2,12
USA	65 m ³	1 : 3,28	1 : 1,64	1 : 5,55	1 : 2,77
deutscher Tankw.	90 m ³	1 : 2,50	1 : 1,25	1 : 4,44	1 : 2,22

Fall I: Die Nutzlast bzw. die Zuglast (Bruttogewicht) sind gleich in beiden verschiedenen Bauweisen.

Fall II: Der Zug fährt in einer Fahrtrichtung stets mit Nutzlast und zurück stets leer.

g) Es darf noch in Betracht gezogen werden, daß statt 20 Wagen nur 18 laufen, was eine Ersparung in der Instandhaltung und Reparatur der eisenbahnbetrieblichen Stahlbestandteile usw. von ungefähr 10% bedeutet, d. h. $H_2 = 1,1$. (Diese ist in R_{Al} nicht inbegriffen.)

Ähnlich wie bei den Formeln 10—11 bzw. 10a—11a gilt:

$$B' = \frac{12,5 \cdot 7000 \cdot 320}{16 \cdot 21000 \cdot 144} = 0,577.$$

Für B'' gibt es zwei Varianten. Die erste lautet:

$$B_1'' = \frac{(6400000 + 20 \cdot 50000) \cdot 1,3 \cdot 1,1}{10960000 + 18 \cdot 5000} = 0,960.$$

Dementsprechend ist:

$$B_1 = 0,577 + 0,960 = 1,537.$$

Die zweite Variante:

$$B_2'' = \frac{(6400000 + 20 \cdot 50000) \cdot 2,9 \cdot 1,1}{10960000 + 18 \cdot 5000} = 2,14.$$

Demzufolge ist:

$$B_2 = 0,577 + 2,14 = 2,717.$$

Dem Gedankengang in den Tafeln 2 und 3 entsprechend ist es begründet, den Wert der zweiten Varianten anzunehmen, d. h.:

$$B = 2,7.$$

Es kann aber auch der arithmetische Mittelwert der beiden Werte genommen werden:

$$B = 2,127.$$

Diese Erleichterung ist also nützlich und für die Wirksamkeit des Verkehrs wertvoll.

2.23 Solche Berechnungen wurden auch für *Straßenfahrzeuge* angestellt, die einerseits Ergebnisse ähnlicher Größenordnung lieferten, andererseits vom praktischen Leben bestätigte Zahlenwerte aufwiesen.

*

Diese Berechnungen beruhen nicht auf subjektiver Beurteilung, sondern auf einer objektiven, die tatsächlichen Beurteilungsmöglichkeiten darstellenden Methode. Wird diese Berechnungsmethode auf eine Anzahl verschiedener Fahrzeuge, Typen, Betriebsbedingungen angewendet, kann *ein einfaches Berechnungsverfahren entwickelt werden, das während des Entwurfes und der Konstruktion der Fahrzeuge oder gewissermaßen bereits vorher eine objektive Bewertungsziffer gibt, auf deren Basis der einzuschlagende Weg festgelegt und die erforderlichen Maßnahmen getroffen werden können.*

Zusammenfassung

Die Bewertung der Leichtbauweise von Fahrzeugen ist eine komplexe Aufgabe. Der einfache Vergleich auf Grund von »Nutzlast — Eigengewicht« usw. läßt sehr viele technische und wirtschaftliche Faktoren außer acht. Das im Beitrag behandelte mathematische Modell zieht sämtliche wichtigen, technisch-wirtschaftlichen Einflußfaktoren in Betracht, die berechenbar oder objektiv bestimmbar sind. Es wurden zwei zahlenmäßige Beispiele — elektrischer Triebwagen und Eisenbahngüterwagen großer Kapazität — angeführt, die ermöglichen, den Einfluß der einzelnen Faktoren zu besprechen. Wird diese Berechnungsmethode auf eine Anzahl verschiedener Fahrzeuge, Betriebsbedingungen angewendet, kann ein einfaches Berechnungsverfahren entwickelt werden, das während des Entwerfens und der Konstruktion der Fahrzeuge oder gewissermaßen bereits vorher eine objektive Bewertungsziffer gibt, auf deren Basis der einzuschlagende Weg festgelegt und die erforderlichen Maßnahmen getroffen werden können.

Literatur

1. HOLFERT, E.: I. f. L. Mitteilungen, **5**, 87 (1966)
2. ODENHAUSEN, N.: Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge, **6**, 102 (1962)
3. MENGERINGHAUSEN, M.: Aluminium, **37**, H. 2. (1961)
4. MENGERINGHAUSEN, M.: VDI-Zeitschrift, H. 13. (1960)
5. ALTEN: Glasers Annalen, **32**, 201 (1958)

6. ZAHN, E.: Aluminium, **38**, H. 6. (1962)
7. BLEICHER, W.: Aluminium, **46**, 569 (1970)
8. MAMPE, H.: Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge, **6**, 102 (1962)
9. JONES, D. L.: CIDA-Meldung, Göteborg, Okt. 1964.
10. GROSS, G. H.: Aluminium, **46**, 564 (1970)
11. BATIZ, Z.—VOITH, A.: Magyar Aluminium, **7**, 42 u. 138 (1970)
12. HARTMANN, G.: I. f. L. Mitteilungen, **5**, 52 (1966)
13. HARTMANN, G.: I. f. L. Mitteilungen, **9**, 349 (1970)
14. MICHELBERGER, P.—MARTÉNYI, S.: Járűvek, Mg. g. **10**, 281 (1963)
15. SAMU, B.: Aluminium in der Fahrzeugindustrie (red.: BARÁNSZKY-JÓB, I.). Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964
16. RUDNAI, G.—MICHELBERGER, P.: Proceeding of the Second Conference on Dimensioning, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1965.
17. RUDNAI, G.—MICHELBERGER, P.—MARTÉNYI, S.: Alumínium, **42**, 617 (1966)
18. HAUG, A.: Leichtbau der Verkehrsfahrzeuge, **16**, 186 (1972)
19. BARÁNSZKY-JÓB, I.: Aluminium in der Fahrzeugindustrie, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964
20. BARÁNSZKY-JÓB, I.—FEKETE, K.: Elektrische Straßenbahn- und Schnellbahn-Fahrzeuge, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963
21. KÜRTI, G.—RÁDICS, I.: Magyar Alumínium, **6**, 139 (1969)
22. BARÁNSZKY-JÓB, I.: Járűvek, Mg. g., **17**, 200, 258 u. 294 (1970)

Dr. Imre BARÁNSZKY-JÓB, H-1012 Budapest, Attila út. 105.