Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 20

Artikel: Bemerkungen über den Rückstossantrieb von Flugzeugen
Autor: Ackeret, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-53949

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: 07.08.2025

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

INHALT: Bemerkungen über den Rückstossantrieb von Flugzeugen. — Neue Leichtstahlwagen der SBB. — Das Internationale Komitee vom Roten Kreuz als Welttransport-Unternehmen. — Eidg. Institut für Schnee- und Lawinen-Forschung auf Weissfluhjoch/Davos. — Warum wir den Nussbaumersee schützen wollen. — Eine freigelegte Bodenverfestigung. — Mitteilungen: S. I. A.-Fachgruppe der Ing. für Brücken- und Hochbau. Hydraul. Erscheinungen im Einspritzsystem bei Verbrennungsmotoren. Zustandsbild und Aussichten der Französischen Eisenbahngesellschaft. Kraftwerk Tagenstal. Dreissig Jahre Kaplan-Turbinen. Elektr. Akkumulierherde. Schweiz. Vereinigung für Landesplanung. Naturstein und seine besondere Verwendung im Hochbau. Luzerner Betoninstruktionskurse. — Nekrologe: Ludwig Chomton. Ernst Renner. Prof. Dr. Rob. Eder. — Wettbewerbe: Planung der Region Solothurn und Umgebung. Planung der Region Olten und Umgebung. — Literatur.

Band 123 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. 20

Bemerkungen über den Rückstossantrieb von Flugzeugen

Von Prof. Dr. J. ACKERET, E. T. H., Zürich

Seinem verehrten Kollegen Prof. H. QUIBY zum 60. Geburtstag gewidmet

In letzter Zeit hat der sogenannte Rückstossantrieb für Flugzeuge wieder viel von sich reden gemacht. Es sind zwar vor einigen Jahren schon in Italien *(Campini)* interessante Ergebnisse erzielt worden. Die neue Anordnung von *Whittle* in England soll aber jetzt wesentlich bessere Resultate ergeben haben. Nun liegen leider nur recht dürftige Angaben über dies letzte Flugzeug vor, aus denen man kaum sichere Schlüsse ziehen kann [1]). Aber unabhängig von den Details kann man durch einfache thermodynamisch-mechanische Betrachtung sich ein Bild verschaffen über die *Möglichkeiten*, die überhaupt vorliegen.

Zunächst ist zu bemerken, dass der Unterschied zwischen gewöhnlichem Flugzeugantrieb mit Motor und Schraube und dem Rückstossantrieb nicht ganz so gross ist, wie man vielleicht annehmen wird.

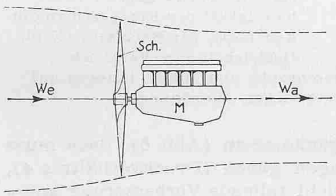

Abb. 1. Normaler Schraubenantrieb. Die Luft wird von der relativen Eintrittsgeschwindigkeit W_e durch die Schraube Sch auf W_a beschleunigt. Die Reaktion der Luft äussert sich als Schraubenschub

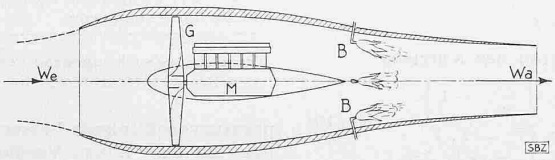

Abb. 2. Anordnung CAMPINI. Die Luft wird bis zum Gebläse G verzögert, erhält dann Druckenergie und wird durch die Brenner B zusätzlich erwärmt

In Abb. 1 wird eine Luftschraube *Sch* durch den Motor *M* angetrieben. Sie bewirkt (beobachtet von einem flugzeugfesten Koordinatensystem) eine Beschleunigung der mit der entgegengesetzten Fluggeschwindigkeit w_e ankommenden Luft auf die höhere Geschwindigkeit w_a. Der so hervorgerufene «Rückstoss» entspricht gerade dem Schube *S* der Schraube.

Bei *Campini*, Abb. 2, wird die Schraube in einen Tunnel verlegt, wirkt also als Gebläse *G*, und wird als neu hinzukommend, der Schraubenstrahl durch Oelbrenner *B erhitzt*. Die Luft tritt somit nicht nur mit erhöhter Geschwindigkeit w_a, sondern auch mit höherer Temperatur aus. Das Gebläse schafft eine Vorverdichtung; die Erhitzung ergibt eine Volumenvermehrung bei konstantem Druck und damit eine zusätzliche Geschwindigkeitsvergrösserung. Die Schwäche des Verfahrens liegt darin, dass man weder mit der Verdichtung in *G* noch auch mit der Temperaturerhöhung in *B* weit gehen darf, weil sonst w_a zu gross wird. Wenn auch grosses w_a grossen Schub ergibt, so bedeutet anderseits die zurückbleibende Absolutgeschwindigkeit $(w_a - w_e)$ des Luftstrahles einen beträchtlichen kinetischen Energieverlust.

Bei der im Folgenden näher betrachteten Anordnung nach Abb. 3 ist eine Variation insofern vorgenommen, als der Antrieb des Gebläses nicht durch einen Flugmotor, sondern durch eine Gasturbine erfolgt, der die Brenner *B* vorgeschaltet sind. Die Anlage wird dadurch wesentlich eleganter und wahrscheinlich auch leichter.

Man kann den Arbeitsprozess einigermassen vereinfacht im (schematischen) Entropiediagramm Abb. 4 verfolgen und erhält dann einen Ueberblick, insbesondere aber die Möglichkeit der Berechnung des Verbrauchs an Brennstoff.

Die Maschine fliege mit einer Geschwindigkeit w_1 in einer Flughöhe, der die Temperatur T_1 entspricht. Wir betrachten die Zustands- und Geschwindigkeitsänderungen eines Kilogramms Luft. Zunächst wird die Luft von w_1 auf w_2 verlangsamt. w_2 nehmen wir gleich Null an, was keine besondere Vernachlässigung bedeutet. Erfahrungsgemäss sind die Verluste bei guter Formgebung der Mündung recht klein, sodass wir sie, indem wir damit etwas zu günstig rechnen, weglassen können.

Die Temperaturerhöhung ergibt sich zu:

$$\frac{A\, w_1^2}{2\, g\, c_p} = T_2 - T_1$$

Führen wir die Schallgeschwindigkeit $a_1 = \sqrt{g\, k\, R\, T_1}$ und die Mach'sche Zahl $M_1 = \frac{w_1}{a_1}$ ein,

so folgt $\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{k-1}{2} M_1^2 = \mathfrak{M}$

für Luft $(k = 1{,}4)$ also:

$$\mathfrak{M} = 1 + 0{,}2\, M_1^2 \quad . \quad . \quad (1)$$

Die nun folgende Verdichtung messen wir durch das zugehörige adiabatische Temperaturverhältnis:

$$\vartheta = \frac{T_3}{T_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Es ist für:

$\frac{p_3}{p_2}$ =	1,5	2	2,5	3	4
ϑ =	1,123	1,219	1,299	1,369	1,487

Für die Verdichtung im Kompressor ist ein Wirkungsgrad η_K einzusetzen, sodass:

$$T_4 - T_2 = \frac{T_3 - T_2}{\eta_K}\,; \quad \frac{T_4}{T_1} = \mathfrak{M}\left(1 + \frac{\vartheta - 1}{\eta_K}\right) \quad . \quad (3)$$

Die Erwärmung durch die Brenner erfolgt von T_4 auf T_5, für das wir setzen:

$$T_5 = K\, T_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Würden wir nun einfach adiabatisch auf den Aussendruck expandieren, so würde die Temperatur T_8 erreicht:

$$\frac{T_5}{T_8} = \frac{T_3}{T_1}$$

da adiabatische Expansion zwischen gleichen Drücken, also:

$$\frac{T_8}{T_1} = \frac{T_5}{T_3} = \frac{K\, T_1}{\mathfrak{M}\, \vartheta\, T_1} = \frac{K}{\mathfrak{M}\, \vartheta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Nun müssen wir aber einen Teil des Gefälles in der Turbine umsetzen, nämlich gerade so viel, dass die Kompressorarbeit gedeckt werden kann. Mit dem Turbinenwirkungsgrad η_T muss also sein:

$$\frac{T_3 - T_2}{\eta_K} = (T_5 - T_6)\, \eta_T$$

bzw.

$$T_4 - T_2 = T_5 - T_7$$

[1]) Beispielsweise in den «Illustrated London News», 15. Januar 1944. Zieht man Kombinationen von Benzinmotoren, Gasturbinen, Luftschrauben und Rückstoss-Strahlen in Betracht, so gelangt man zu sehr zahlreichen Baumöglichkeiten mit teilweise höheren Wirkungsgraden. Auch ist es möglich, durch Mischung des Auspuffstrahles mit Aussenluft zusätzliche Effekte zu erzielen. Wir haben uns hier auf den einfachsten Fall beschränkt.

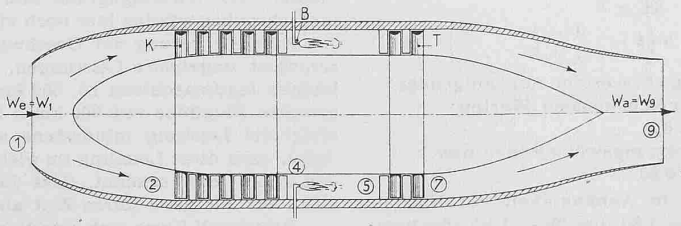

Abb. 3. Reaktionsantrieb mit Gasturbine. Die Erwärmung erfolgt zwischen Kompressor K und Turbine T. Die eingetragenen Zahlen entsprechen den Punkten im Entropiediagramm Abb. 4

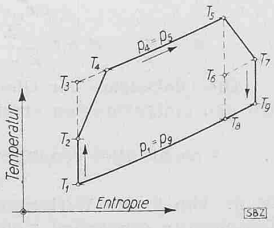

Abb. 4. Entropiediagramm (Schema), des Vorgangs in Anordnung nach Abb. 3

Damit sind T_6 und T_7 gegeben:

$$\frac{T_6}{T_1} = K - \mathfrak{M}\,\frac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$\frac{T_7}{T_1} = K - \mathfrak{M}\,\frac{\vartheta - 1}{\eta_K} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Schliesslich folgt, weil Expansion zwischen gleichen Drücken

$$\frac{T_6}{T_8} = \frac{T_7}{T_9}$$

$$\frac{T_7 - T_9}{T_6 - T_8} = \frac{T_7}{T_6}$$

und somit: (Gl. 5, 6 und 7)

$$T_7 - T_9 = T_1\left(K - \mathfrak{M}\,\frac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T} - \frac{K}{\mathfrak{M}\,\vartheta}\right)\frac{K - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K}}{K - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T}} \quad (8)$$

Die Austrittsgeschwindigkeit w_9 ergibt sich aus:

$$\frac{A\,w_9^2}{2\,g\,c_p} = T_7 - T_9$$

zu:

$$w_9 = a_1\sqrt{\frac{2}{k-1}}\;\cdot$$

$$\cdot\sqrt{K\,\frac{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K} - \dfrac{1}{\mathfrak{M}\,\vartheta}\right)\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K}\right)}} \quad (9)$$

Aufzuwenden sind je kg:

$$c_p\,(T_5 - T_4) \text{ Kalorien.}$$

Der Schub je kg/s ist nach dem Impulssatz:

$$s = \frac{1}{g}\,(w_9 - w_1)$$

Daraus findet man den Wirkungsgrad des Antriebs:

$$\eta = \frac{A\,s\,w_1}{c_p\,(T_5 - T_4)} = \frac{A}{g}\,\frac{w_1^2\left\{\dfrac{w_9}{w_1} - 1\right\}}{c_p\,(T_5 - T_4)} \quad . \quad . \quad (10)$$

Nach Einsetzen der gefundenen Werte finden wir:

$$\eta = \frac{2\,(\mathfrak{M} - 1)}{K - \mathfrak{M}\left(1 + \dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K}\right)}\;\cdot$$

$$\cdot\left\{\sqrt{K\,\frac{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K} - \dfrac{1}{\mathfrak{M}\,\vartheta}\right)\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,K}\right)}{(\mathfrak{M} - 1)\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K}\right)}} - 1\right\} \quad (11)$$

Es ist weiterhin nicht schwierig, den *Gesamtschub* S auszurechnen, wenn die Düsenaustrittsfläche F_9 gegeben ist.

Wir haben:

$$S = \frac{1}{g}\,F_9\,w_9\,\gamma_9\,(w_9 - w_1)$$

ferner:

$$\gamma_9 = \frac{p_9}{R\,T_9} = \frac{p_1}{R\,T_9}$$

und

$$T_9 = \frac{T_8}{T_6}\,T_7$$

Damit finden wir:

$$S = F_9\,a_1\sqrt{\frac{2}{k-1}}\,\varrho_1\,\mathfrak{M}\,\vartheta\,\left\{\sqrt{\frac{1}{K}\,\frac{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K} - \dfrac{1}{\mathfrak{M}\,\vartheta}\right)\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,K}\right)}}\right\} =$$

$$= \left\{a_1\sqrt{\frac{2}{k-1}}\,\sqrt{K\,\frac{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K} - \dfrac{1}{\mathfrak{M}\,\vartheta}\right)\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M}\,\dfrac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K}\right)}} - w_1\right\} \quad . \quad (12)$$

Im Falle des Startes findet man für den *Standschub*

$$(w_1 = 0)\,, \quad \mathfrak{M} = 1$$

$$S = S_0 = F_9\,a_1^2\,\frac{2}{k-1}\,\varrho_1\,\vartheta\left(1 - \frac{\vartheta - 1}{\eta_K\,\eta_T\,K} - \frac{1}{\vartheta}\right) \quad . \quad (13)$$

Die Diskussion der Gleichung (11) ergibt nun Folgendes: Mit den einigermassen erreichbar scheinenden Werten:

$$\eta_K = 0{,}8$$

(einschl. aller sonstigen Strömungswiderstände usw.)

$$\eta_T = 0{,}85$$

ist in Abb. 5 der Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Höchst-Temperatur angegeben, wobei $\vartheta = 1{,}30$ und $\mathfrak{M} = 1{,}10$ angenommen wurden. Diese Daten entsprechen beispielsweise einer Geschwindigkeit von 800 km/h in 6000 m Flughöhe ($T_1 = 250^0$)

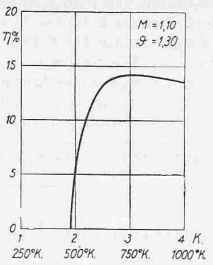

Abb. 5. Wirkungsgrad in Funktion d. Höchsttemp.

und einem Druckverhältnis der Verdichtung von 2,5, das schon eine ziemlich grosse Stufenzahl voraussetzt. Ersichtlich hat es keinen Zweck, mit der Temperatur zu hoch zu gehen. $K = 3$ entspräche in unserem Beispiel $T_5 = 750^0$, $K = 477^0$ C. Der Höchstwert von 14,3 % ist nun sehr niedrig. Man müsste schon einen recht schlechten Motor (Verbrauch 280 gr/PS-h) und einen sehr ungünstigen Propeller ($\eta_P = 0{,}635$) heranziehen, um gleich niedrige Gesamtwirkungsgrade zu bekommen. Nun kann man versuchen, durch Wahl eines anderen Tem-

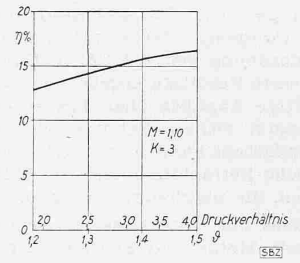

Abb. 6. Wirkungsgrad des Reaktionsantriebes nach Abb. 3 in Abhängigkeit des Druck- bezw. des Temperaturverhältnisses im Kompressor

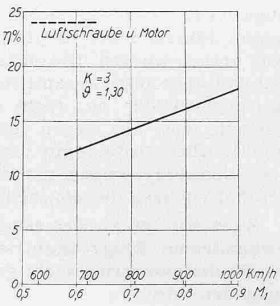

Abb. 7. Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Fluggeschwindigkeit bezw. der Mach'schen Zahl. Gestrichelt zum Vergleich: Propulsionswirkungsgrad von Luftschraube und Motor, bezogen auf den Brennstoffverbrauch bei heute üblichen Anordnungen

peraturverhältnisses besser wegzukommen (Abb. 6); doch muss man zu sehr hohen Verdichtungen gehen (Druckverhältnis 4), bis eine einigermassen ins Gewicht fallende Verbesserung spürbar ist.

Der reine Strahlantrieb krankt also daran, dass er nur bei *sehr hohen* Fluggeschwindigkeiten einen brauchbaren Wirkungsgrad aufweist. Abb. 7 zeigt, dass erst bei 1000 km/h Werte erreicht werden, die mit den auf bisherige Weise erreichbaren einigermassen vergleichbar sind.

Wenn ich den Wirkungsgrad stark in den Vordergrund schiebe, so geschieht das nur ganz nebenbei aus wirtschaftlichen Erwägungen, die ja nur bei Verkehrsflugzeugen angebracht sind. Grosser Verbrauch bedeutet eben nicht so sehr grosse Kosten als vielmehr Gewicht und Raum (für den Brennstoff), mit dem man im Flugzeug ganz besonders sparen muss. Bei einem Total-Wirkungsgrad von 13 % bei 700 km/h (Abb. 7) wird schon in zwei Stunden ein Brennstoff*mehrgewicht* verbraucht, das dem Gewicht eines in Bezug auf Leistung äquivalenten guten Flug-Motors entspricht. Daraus ergibt sich aber, dass Anordnungen wie die hier angenommene nur für sehr *kurze Flugdauer* in Frage kommen und dies auch nur dann, wenn es gelingt, das Gewicht der Anlage je PS bedeutend unter die heutigen Motor-Gewichte zu senken. Wie weit dies aber möglich ist, kann ohne nähere Angaben zur Zeit kaum beurteilt werden.

Man hört recht häufig die Ansicht, dass die Luftschraube sich für sehr hohe Fluggeschwindigkeiten (700 bis 900 km/h) nicht eigne. Dazu ist zu sagen, dass man Luftschrauben so bauen kann, dass ihre Umfangsgeschwindigkeit weit unter der Schallgeschwindigkeit liegt. Natürlich müssen sie dann stärker untersetzt werden und erhalten etwas grössere Durchmesser. Die Wirkungsgrade sind aber unverändert gut (Gegenlaufschrauben würden hier noch viele neue Möglichkeiten bieten).

Eine Steigerung der Geschwindigkeit über 900 km/h hinaus erfordert ungeheure Leistungen. Heute können mit 1000 PS in kleinen Jagdmaschinen rd. 550 km/h erreicht werden. Soll in der gleichen Flughöhe mit 900 km/h horizontal geflogen werden, so steigt die Leistung mindestens auf 4000 PS. Vorausgesetzt ist dabei, dass diese Leistung im gleichen Raum untergebracht werden kann. Man erkennt, dass die vorhandenen Brennstoffvolumina nur für ganz kurze Zeit ausreichen können.

Prinzipiell liesse sich eine Verbesserung des Wirkungsgrades erreichen, wenn es gelänge, einen *Wärmeaustauscher* zu verwenden, der die in dem heissen Abgasstrahl nutzlos weggeführte

Wärme dem Gase vor der Turbine zuführen würde. Doch ist sehr fraglich, ob die dazu nötigen Gewichte und Volumina erträglich werden.

Zusammenfassend kann man sagen:

Reiner Strahlantrieb mit Turbomaschinen nach dem Schema Abb. 3 ist für Geschwindigkeiten unter 900 km/h verbrauchsmässig wesentlich ungünstiger als der übliche Schraubenantrieb. Seine Verwendung lässt sich rechtfertigen, wenn es gelingt, das Baugewicht stark zu verringern, oder wenn höhere Geschwindigkeiten, wenn auch nur für ganz kurze Zeit, erreicht werden sollen.

Neue Leichtstahlwagen der SBB

Seit im Jahre 1937 die ersten Personenwagen in leichter Stahlbauart in Betrieb genommen wurden und die SBB in der Folge ganze Leichtstahlwagen-Kompositionen für die Städteschnellzüge einsetzten, erfreut sich diese neue Wagenbauart beim reisenden Publikum einer zunehmenden Beliebtheit. Die Generaldirektion hat sich deshalb entschlossen, weitere Züge vor allem auch auf der Gotthardlinie mit Leichtstahlwagen-Kompositionen auszurüsten und die für die Nachkriegszeit notwendige Modernisierung des Rollmaterials vorzubereiten. Wünschbar war hierzu nicht nur die starke Vermehrung der schon bestehenden, sondern auch die Schaffung zweier neuer Wagentypen: 1. und 2. Klass-Wagen mit Seitengang und Speisewagen.

Trotzdem das Dreiklassensystem seit einiger Zeit auch bei uns zur Diskussion steht, muss die Notwendigkeit von Leichtstahlwagen 1. Klasse vor allem im Hinblick auf den internationalen Verkehr bejaht werden. Der neue Wagentyp wird für den In- und Ausland-Verkehr gleich gut verwendbar sein. Es ist auch möglich, die 1. Klassabteile mit geringen Kosten in 2. Klassabteile umzuändern.

Die im Auslandverkehr zu verwendenden Wagen müssen mit Seitengang und abschliessbaren Abteilen ausgerüstet sein, wie das schon bisher üblich war. Im allgemeinen werden im Inlandverkehr Wagen mit Mittelgang in der 2. Klasse bevorzugt; in den Städteschnellzügen hat sich aber doch das Bedürfnis nach Wagen mit Seitengang und abschliessbaren einzelnen Abteilen geltend gemacht, weil solche Abteile für geschäftliche Besprechungen oft sehr erwünscht sind und weil die Reisenden bei Fahrten bis spät in die Nacht sich in solchen Abteilen besser ausruhen können.

Die Bauart der acht neuen AB 4ü-Wagen (Abb. 1), von denen einer bereits in Betrieb ist, zeigt grosse Aehnlichkeit mit der der bisherigen Leichtstahlwagen[1]). Das Eigengewicht konnte gegenüber den gleichen Wagen in schwerer und mittelschwerer Stahlbauart bei gleicher Sitzplatzzahl, von rd. 40 auf 28 t vermindert werden; pro Sitzplatz entspricht das einem Gewicht von rd. 670 kg. Diese Gewichtsreduktion ist in erster Linie auf die bewährte Ausbildung des Wagens als Kastenträger in geschweisster Stahlkonstruktion, die Verwendung von Drehgestellen leichter Bauart und von Aluminium für alle keiner starken Beanspruchung unterworfenen Teile zurückzuführen.

Obschon sonst bei Auslandwagen Mitteleingänge nicht üblich sind, wurden solche im Hinblick auf die vorläufige Verwendung als Inlandwagen doch vorgesehen. Dadurch kann die Höhe des Wagenbodens über Schienenoberkante wesentlich vermindert werden, was die Anbringung bequemerer Treppen ermöglicht.

Die sieben Abteile zu je sechs Sitzplätzen auf zwei Wandsofas mit halbhoher Rückwand sind in bezug auf Grösse und Ausstattung alle gleich. Aus Gründen der Klassendisziplin wurden für die 1. und 2. Klasse verschiedene Farben gewählt, nämlich rot für die 1. und grau für die 2. Klasse. Die Abteile können mit im Seitengang angebrachten Umstelltafeln als Raucher- oder Nichtraucherabteil bezeichnet werden. Durch Aufklappen der Rückwand kann das Sofa in eine Couchette verwandelt und zum Schlafen benützt werden. Lose Kopfkissen und Armstützen dienen der weitern Bequemlichkeit der Reisenden. Die grossen Fenster aus Securitglas können mit Kurbel oder durch Schieben betätigt werden.

Die neuen AB 4ü-Wagen sind mit der doppelten Westinghouse-Bremse mit verstärkter Bremswirkung bei grosser Geschwindigkeit Bauart SBB (R-Bremse) sowie der normalen elektrischen Beleuchtung (36 Volt) und Heizung für 1000 V ausgerüstet. — Herstellerin dieser Wagen ist die Schweizerische Industriegesellschaft in Neuhausen.

Aus den bekannten Buffetwagen der Städteschnellzüge[2]) haben sich die neuen Speisewagen (Abb. 2) entwickelt. Sie werden, wie die Buffetwagen, von der Schweizerischen Speisewagen-Gesellschaft betrieben. Es sind zur Zeit sechs neue Speisewagen der Serie Dr 4ü im Bau, wovon einer bereits im Betrieb steht. Die Bauart der Dr 4ü-Speisewagen entspricht der der Leichtstahlwagen. Auch hier war eine wesentliche Gewichtsverminderung gegenüber den gleichen Wagen früherer Bauart möglich. Der neue Speisewagen wiegt nur 33 t gegenüber einem Gewicht von 48 t der zuletzt gebauten Wagen der Schweizerischen Speisewagen-Gesellschaft oder gar 57 t der Speisewagen der internationalen Schlafwagen-Gesellschaft. Dabei besitzt das neue Modell wesentlich mehr Raum pro Sitzplatz und verfügt auch über grössere Diensträume.

In der Regel betreten oder verlassen die Reisenden den Speisewagen durch die Stirnwandtüren vom Inneren des Zuges her, weshalb pro Wagenseite nur ein Einstieg über der Mitte eines Drehgestelles vorhanden ist. Die Wagenbodenhöhe ist gleich wie beim AB 4-Wagen, was bequemstes Einsteigen erlaubt. Auf der Küchenseite befindet sich auf jeder Wagenseite ein Diensteingang mit nach innen öffnender und gegen unbeabsichtigtes Oeffnen gesicherter Türe.

Der Gästeraum in geschmackvoller Ausstattung ist in zwei Abteile von gleicher Grösse mit insgesamt 52 Sitzplätzen unterteilt. Der Tisch mit vier Sitzplätzen beim Office, bestimmt für

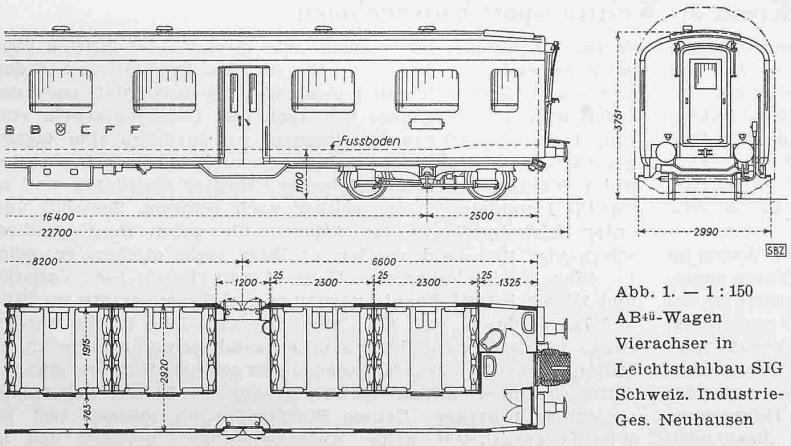

Abb. 1. — 1 : 150
AB 4ü-Wagen
Vierachser in
Leichtstahlbau SIG
Schweiz. Industrie-
Ges. Neuhausen

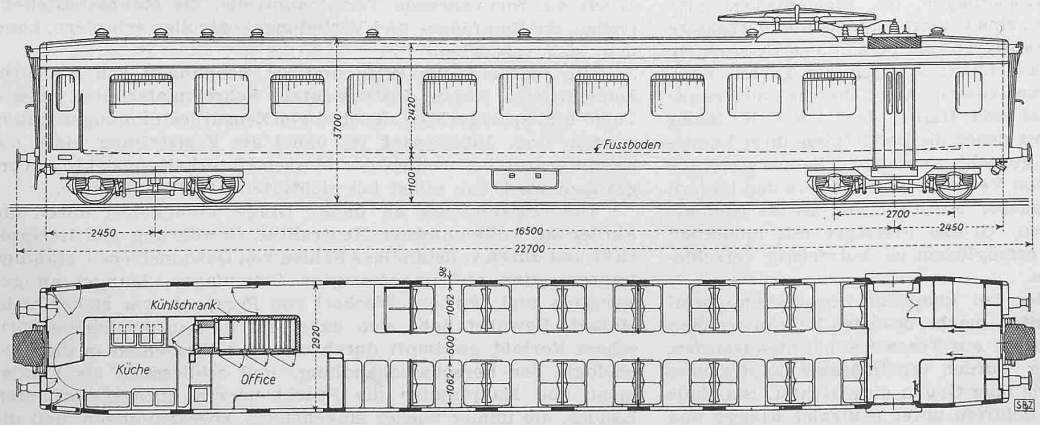

Abb. 2. Speisewagen der SBB in Leichtstahlbau der Schweiz. Wagons- u. Aufzüge-Fabrik Schlieren SWS. — 1 : 150

[1]) Bd. 110, S. 116* (1937); Bd. 123, S. 26* (1944).

[2]) Beschrieben in Bd. 110, S. 13* (1937).