

Bemerkungen über den Rückstossantrieb von Flugzeugen

Autor(en): **Ackeret, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **123/124 (1944)**

Heft 20

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53949>

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.

INHALT: Bemerkungen über den Rückstossantrieb von Flugzeugen. — Neue Leichtstahlwagen der SBE. — 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 Tagental. Dreissig Jahre Kaplan-Turbinen. Elektr. Akkumulierherde. Schweiz. Vereinigung für Landesplanung. Naturstein und seine besondere Verwendung im Hochbau. Luzerner Betoninstruktions-kurse. — 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 kann¹⁾. 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.

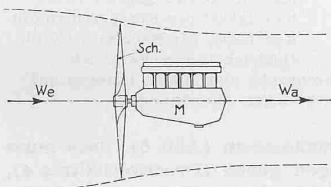


Abb. 1. Normaler Schraubenantrieb. Die Luft wird von der relativen Eintrittsgeschwindigkeit w_e durch die Schraube Sch auf w_a beschleunigt. Die Reaktion der Luft äussert sich als Schraubenschub

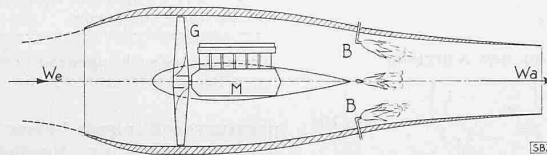


Abb. 2. Anordnung CAMPINI. Die Luft wird bis zum Gebläse G verzögert, erhält dann Druckenergie und wird durch die Brenner B zusätzlich erwärmt

In Abb. 1 wird eine Luftschaube *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 andererseits 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.

¹⁾ Beispielsweise in den «Illustrated London News», 15. Januar 1944. Zieht man Kombinationen von Benzinmotoren, Gasturbinen, Luftschauben 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.

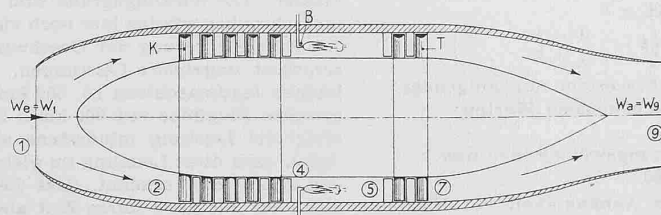


Abb. 3. Reaktionsantrieb mit Gasturbine. Die Erwärmung erfolgt zwischen Kompressor K und Turbine T. Die eingetragenen Zahlen entsprechen den Punkten im Entropiediagramm Abb. 4

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

$$\text{Mach'sche Zahl } M_1 = \frac{w_1}{a_1} \text{ ein,}$$

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

für Luft ($k = 1,4$) also:

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

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

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

Es ist für:

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

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

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

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

$$T_5 = K T_1 \dots (4)$$

Würden wir nun einfach adiabatisch auf den Aussenruck 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:

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

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.

$$T_4 - T_2 = T_5 - T_7$$

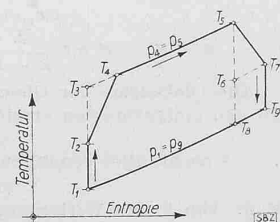


Abb. 4. Entropiediagramm (Schema), des Vorgangs in Anordnung nach Abb. 3

Damit sind T_6 und T_7 gegeben:

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

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

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)

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

Die Austrittsgeschwindigkeit w_9 ergibt sich aus:

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

zu:

$$w_9 = a_1 \sqrt{\frac{2}{k-1} \cdot \sqrt{\frac{K \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K} - \frac{1}{\mathfrak{M} \vartheta}\right) \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K}\right)}}} \dots (9)$$

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:

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

Nach Einsetzen der gefundenen Werte finden wir:

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

$$\left\{ \sqrt{\frac{K \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K} - \frac{1}{\mathfrak{M} \vartheta}\right) \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K K}\right)}{\left(\mathfrak{M} - 1\right) \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K}\right)}} - 1 \right\} \dots (11)$$

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:

$$S = F_9 a_1 \sqrt{\frac{2}{k-1}} \varrho_1 \mathfrak{M} \vartheta \left\{ \frac{1}{K} \frac{\left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K} - \frac{1}{\mathfrak{M} \vartheta}\right) \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K K}\right)} - 1 \right\} = \left\{ a_1 \sqrt{\frac{2}{k-1}} \sqrt{\frac{K \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K} - \frac{1}{\mathfrak{M} \vartheta}\right) \left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K K}\right)}{\left(1 - \mathfrak{M} \frac{\vartheta - 1}{\eta_K \eta_T K}\right)}} - w_1 \right\} \dots (12)$$

Im Falle des Startes findet man für den Standschub

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

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

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

$$\eta_K = 0,8$$

$$\eta_T = 0,85$$

(einschl. aller sonstigen Strömungswiderstände usw.)

ist in Abb. 5 der Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Höchsttemperatur 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 ($T_1 = 250^\circ$)

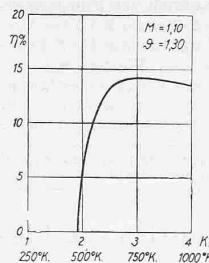


Abb. 5. Wirkungsgrad in Funktion d. Höchsttemp.

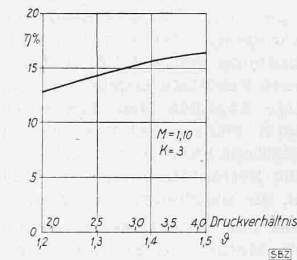


Abb. 6. Wirkungsgrad des Reaktionsantriebes nach Abb. 3 in Abhängigkeit des Druck- bzw. des Temperaturverhältnisses im Kompressor

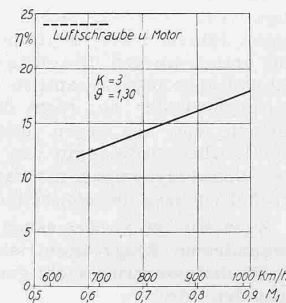


Abb. 7. Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Fluggeschwindigkeit bzw. der Mach'schen Zahl. Gestrichelt zum Vergleich: Propulsionswirkungsgrad von Luftschraube und Motor, bezogen auf den Brennstoffverbrauch bei heute üblichen Anordnungen

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 Totalwirkungsgrad von 13% bei 700 km/h (Abb. 7) wird schon in zwei Stunden ein Brennstoffmehrgewicht verbraucht, das dem Gewicht eines in Bezug auf Leistung äquivalenten guten Flugmotors 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 unternetzt werden und erhalten etwas grössere Durchmesser. Die Wirkungsgrade sind aber unverändert gut (Gegenluftschrauben 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 Strahltrieb 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 Städte-schnellzüge einsetzen, 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. Klasseabteile mit geringen Kosten in 2. Klasseabteile 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 Städte-schnellzügen 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 Leichtstahlwagen¹⁾. 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 bequemer Treppen ermöglicht.

Die sieben Abteile zu je sechs Sitzplätzen auf zwei Wandsofas mit halboher 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 weitem 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 Städte-schnellzüge²⁾ 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 Dienst-räume.

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 AB⁴-Wagen, was bequemstes Einsteigen erlaubt. Auf der Klitchensseite befindet sich auf jeder Wagenseite ein Diensteingang mit nach innen öffnender und gegen unbeabsichtigtes Öffnen 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

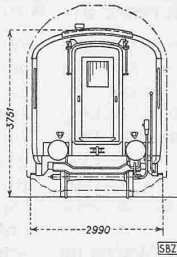
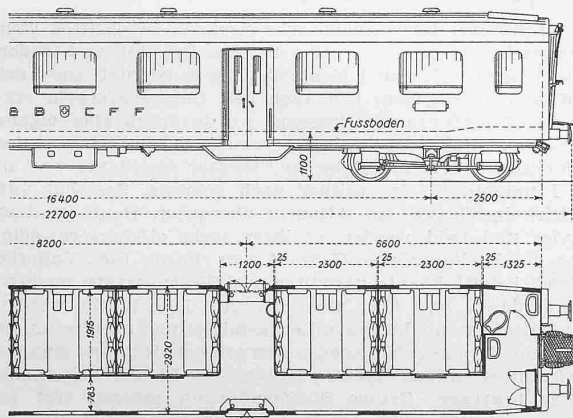


Abb. 1. — 1 : 150
AB^{4ü}-Wagen
Vierachser in
Leichtstahlbau SIG
Schweiz. Industrie-
Ges. Neuhausen

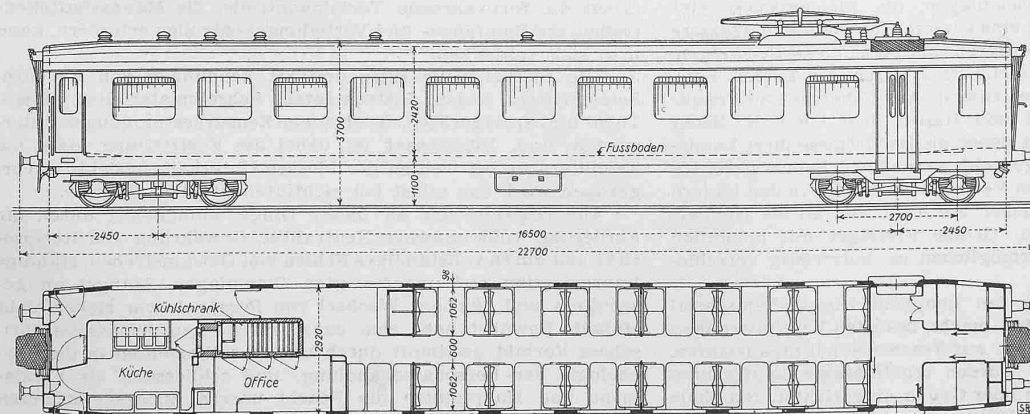


Abb. 2. Speisewagen der SBB in Leichtstahlbau der Schweiz. Wagons- u. Aufzüge-Fabrik Schlieren SWS. — 1 : 150

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

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