Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97/98 (1931)
Heft: 1

Artikel: Prof. Dr. Aug. Piccards Stratosphären-Flug
Autor: Scherrer, P. / Berger, Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44712

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: 13.07.2025

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

Prof. Dr. Aug. Piccards Stratosphären-Flug.

Der Vorstoss Prof. Aug. Piccards und seines Assistenten Paul Kipfer am 27. Mai 1931 in die bisher unerreichte Stratosphärenhöhe von 16 km ü. M. bedeutet eine Pionierleistung, die umso höher zu werten ist, als sich die beiden wagemutigen Physiker, trotz aller Umsicht und Gründlichkeit der ballontechnischen Vorbereitung, mit dem Einsatz ihres Lebens in den Dienst einer *Idee* gestellt haben. Mag auch der wissenschaftliche Erfolg, gemessen an dieser Opferwilligkeit, nicht alle Erwartungen erfüllen, so flösst eben doch *die Tat als solche* hohe Achtung ein. Deshalb berichten wir auch in der „S. B. Z." über diesen Höhenflug ausführlicher, als es unserem eigentlichen Arbeitsfeld entspräche, umsolieber, als die Beiden Schweizer und zudem „Ehemalige" unserer E. T. H. sind. Von den nachfolgenden drei Kapiteln über die wissenschaftliche, die ballontechnische und aeronautische Seite der Unternehmung, verdanken wir die zweite der Erstellerin des Höhenballons, der „Aug. Riedinger Ballonfabrik A.-G." in Augsburg, die sich mit ihrer reichen Erfahrung in den Dienst der Sache gestellt hat. Finanziell ermöglicht wurde der interessante Forschungsversuch durch den „Fonds national de recherches scientifiques belge", der Piccard, als Professor an der Universität Brüssel, die sehr beträchtlichen Mittel zur Verfügung gestellt hat.

DIE PHYSIKALISCHE BEDEUTUNG DES HÖHENFLUGES.

Von Prof. Dr. P. SCHERRER, E. T. H., Zürich.

Während der unbemannte, nur mit Registrierapparaten steigende Ballon mit primitiven Mitteln schon auf 35 km Höhe gebracht worden ist, war der bemannte Ballon vor dem neuen Rekord erst auf 10,8 km emporgestiegen. Die maximale Steighöhe mit einem gegebenen Ballon ist, wie bekannt, dann erreicht, wenn dem Auftrieb durch das Gewicht des gesamten Ballons das Gleichgewicht gehalten wird. In grösserer Höhe nimmt der Auftrieb ab, weil ja die Dichte der Luft immer geringer wird. In 16 km Höhe z. B. beträgt der Luftdruck nur noch $^1/_{10}$ at und der Auftrieb von 1 m³ Wasserstoffgas sinkt daher von etwa 1,2kg (bei 760 mm Luftdruck und 0°) auf rd. 100 g; man muss also sehr grosse Ballons haben, um in solcher Höhe noch beträchtliche Gewichte tragen zu können.

Den Hauptzweck der Expedition in die Stratosphäre bildete die Erforschung der kosmischen Strahlung und der luftelektrischen Verhältnisse in dieser grossen Höhe. Diese Messungen benötigten eine Gondel mit guten Arbeitsverhältnissen. So kam nur eine völlig geschlossene Gondel in Frage, in der die Atmung unbeschwert durch komplizierte Atmungsapparate erfolgen konnte. Die Technik der Lufterneuerung durch Entzug der ausgeatmeten Kohlensäure und Ersatz des verbrauchten Sauerstoffes ist heute sehr gut ausgebildet, hauptsächlich durch die Bedürfnisse der Untersee-Boote, die ja schon bis zu fünf Tagen ohne Frischluft-Zufuhr unter Wasser geblieben sind.

Allerdings würde eine Undichtheit der Kabine im Piccardschen Falle eine Katastrophe bedeutet haben, weil ja wegen des Versagens der Ventilleine[1]) der willkürliche Abstieg des Ballons verunmöglicht war, und beim Aussendruck von nur $^1/_{10}$ at genügende Atmung nicht mehr stattfinden kann. Ausserdem muss man bedenken, dass bei $^1/_{10}$ at das Wasser schon bei nur 46° C siedet. In wenig grösserer Höhe als Piccard sie erreichte, müsste also das Blut zu sieden beginnen (unter 47 mm Luftdruck) und ein Leben schon deshalb nicht mehr möglich sein.

Die Kabine war eine Aluminiumkugel von nur 3,5 mm Wandstärke mit kleinen Fenstern und zwei gut verschliessbaren Mannlöchern. Die Temperatur sollte im Innern in erträglicher Höhe gehalten werden durch Absorption der Sonnenstrahlung auf der geschwärzten Hälfte der Kugel; falls die Innentemperatur zu hoch steigen würde, sollte die blanke Halbkugel der Sonne zugewendet werden. Da beim Start der Propeller, der diese Drehung des Ballons um die vertikale Axe bewirken sollte, beschädigt worden war, entstand in der obern Kalotte der Kabine zeitweise eine Temperatur, die fast 100° über der Aussentemperatur von —55° lag, während am Boden

[1]) Beim Hochlassen des Ballons hatte sich ein zusätzliches Haltetau mit der Ventilleine verfangen, diese aus der Trommel geschlagen und dann zwischen Trommel und Gondel eingeklemmt, sodass sie beim Versuch, die Trommel zu drehen, abgescheert wurde.

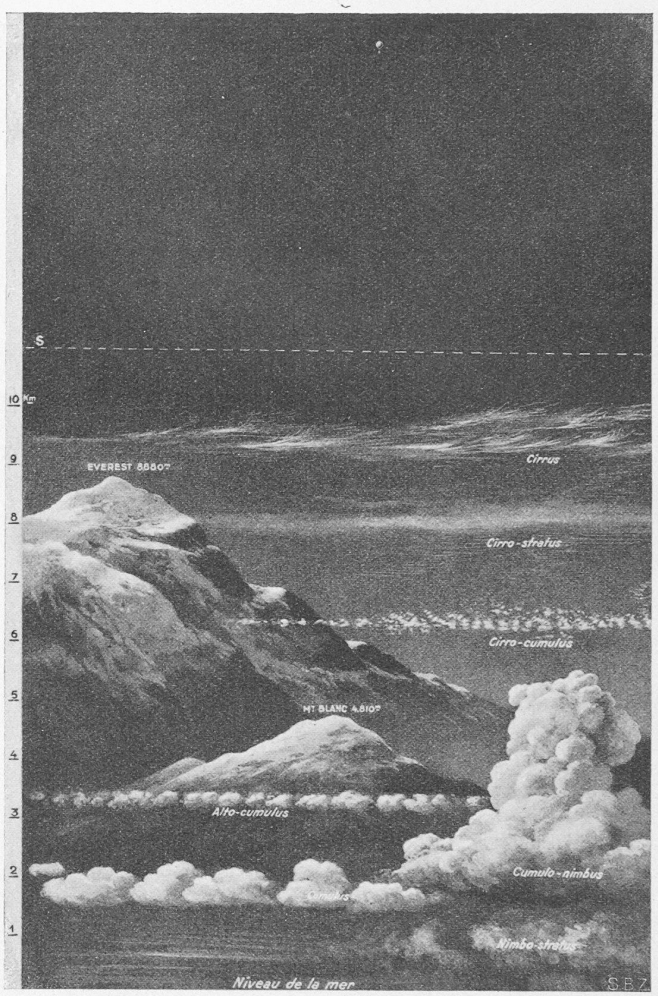


Abb. 1. Schemat. Darstellung der Luft- und Wolkenschichten (nach „Illustration"). Der Piccard'sche Ballon von 30 m Durchm. müsste auf diesem Bilde masstäblich 0,25 mm Durchm. zeigen, d. h. den 4. Teil der oben gezeichneten Grösse. S Beginn der Stratosphäre. Am Bildrand links Höhenskala in km.

der Hohlkugel von 2,1 m Durchmesser die Temperatur um etwa 25° tiefer war, als im Scheitel.

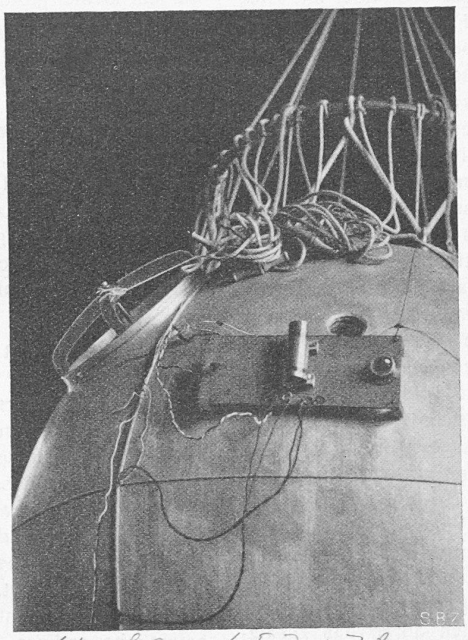
Was nun die Messung der kosmischen Strahlung anbetrifft, so ist darüber folgendes zu sagen: Wie bekannt, kommt vom Weltraum [sehr wahrscheinlich von allen Seiten gleichmässig] eine Strahlung zu uns. Diese Strahlung ist äusserst durchdringend, es bedarf sehr dicker Schichten von Materie, um sie zu schwächen. So ist sie z. B. auf dem Grunde des Bodensees in 250 m Wassertiefe noch in grosser Intensität vorhanden. Diese Strahlung ist also vielmal durchdringender als die härtesten uns bekannten radioaktiven oder gar Röntgenstrahlen. Röntgenstrahlen, die mit 1 Million Volt hergestellt werden, haben nur ein Durchdringungsvermögen entsprechend einigen Dezimetern Wasserdicke, und wenn es sich bei dieser kosmischen Strahlung um eine Wellenstrahlung analog den Röntgen- oder γ-Strahlen handelt, müssen wir annehmen, dass ihr Durchdringungsvermögen allermindestens etwa 1 Milliarde Volt Röntgenstrahlen entsprechen würde.

Weil die Physik im Laboratorium niemals mit solch harten Strahlen zu tun hatte, muss der Physiker sich jetzt mühsam in diesem fremden Gebiete vorwärts tasten und neue Messmethoden ersinnen, um die Strahlen zu untersuchen. Im Verlaufe dieser Forschungen hat sich aber anderseits gezeigt, dass es nicht ausgeschlossen ist, dass diese Strahlung nicht aus sehr harten Röntgen-Impulsen, sondern aus äusserst schnellen Elektronen besteht (Hypothese von Bothe). Diese heute noch unentschiedene Frage: Ist die Höhenstrahlung eine harte γ-Strahlung oder handelt es sich um ungeheuer schnelle geladene Teilchen, lässt sich durch Messung der Strahlenintensität als Funktion der Höhe in der Atmosphäre entscheiden.

Unsere Messinstrumente (das sogenannte Zählrohr von Geiger und Müller) zeigen stets nur das Vorhandensein schneller Elek-

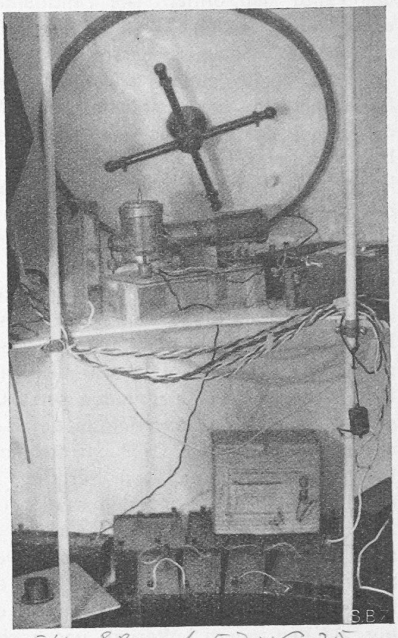
5,7 × 8,8

Abb. 2. Kabine mit seitlicher Rillenscheibe für die Ventilleine (Startversuch vom 14. Sept. 1930.)



6,4 × 8,8 auf 5,7 × 7,8 m

Abb. 3. Einzelheiten der Aluminium-Kugel von 3,5 mm Wandstärke und 2,1 m Durchmesser.



5,4 × 8,8 auf 5,7 × 9,25 m

Abb. 4. Das Innere mit Mannloch-Verschluss, Instrumententisch und Vertikalstangen.

tronen, und nicht der γ-Impulse selbst, an. Diese Elektronen können nun durch die Höhenstrahlung sekundär durch Atomzertrümmerung erzeugt worden sein, oder aber es können diese schnellen Elektronen die Höhenstrahlung selbst darstellen. Welche von beiden Alternativen richtig ist, kann nun durch Messung der Intensität der Höhenstrahlung in verschiedenen Höhen der Atmosphäre entschieden werden. In beiden Fällen ist der Verlauf der Intensität in der Atmosphäre ein ganz verschiedener: Wenn nämlich die Höhenstrahlung als äusserst rasche Elektronen zu uns kommt, dann ist offenbar deren Zahl in grosser Höhe (im Randgebiet der Atmosphäre) am grössten, und sie nimmt nach unten durch Absorption allmählich ab. (Man darf nicht vergessen, dass die Atmosphäre verflüssigt eine Schichtdicke von etwa 20 m hätte, also eine ziemlich beträchtliche Absorptionsschicht darstellt.) Wenn aber die Höhenstrahlung nur aus Wellenstrahlung besteht und die schnellen Elektronen, die unsere Apparate messen, sekundär in der Luft erzeugt werden, so sind an der obersten Grenze der Atmosphäre noch keine Elektronen da; ihre Zahl nimmt beim Fortschreiten nach unten erst zu und dann wegen Absorption wieder ab, d. h. im diesem Falle müssen unsere Instrumente in einer bestimmten Höhe ein Maximum für die Zahl der schnellen Elektronen zeigen, statt eines stetigen Abnehmens im erstbesprochenen Fall. Die Existenz oder Nichtexistenz dieses Maximums wollte Prof. Piccard prüfen.

Leider verliefen dann Aufstieg und Abstieg so rasch, dass eine systematische Messung in verschiedenen Höhen nicht vorgenommen werden konnte[1]); aber vielleicht kann ein Anschluss der Messungen in 16 km Höhe an andere Messungen, die in 4 bis 5 km Höhe ausgeführt wurden, gefunden werden.

Luftelektrische Messungen, die uns Aufschluss geben sollten über das elektrische Feld in diesen Höhen, sind leider ebenfalls durch Isolationsfehler verunmöglicht worden. Die Luftfeuchtigkeit in der völlig geschlossenen Gondel ist eben doch viel schwerer zu regulieren, als in einem Laboratorium.

Es besteht aber kein Zweifel, dass nach dem ersten mutigen Vorstoss von Piccard und Kipfer in nächster Zeit weitere Höhenflüge zu erwarten sind, die neues Material liefern werden. In dieser Beziehung ist die konsequente Durchführung der Piccardschen Idee, den Ballon ohne Netz zu fliegen, als entscheidender Fortschritt und als mutige Tat hoch einzuschätzen.

Zürich, 6. Juni 1931.

[1]) Kurz vor dem Start in der Morgenfrühe des 27. Mai nötigten auftretende Windstösse zu grösster Beschleunigung, sodass Verschiedenes durcheinander geriet und beschädigt wurde und die Piloten in der programmgemässen Vornahme ihrer physikalischen Arbeiten gehindert wurden. Zudem waren sie in Anspruch genommen durch Behebung einer gefahrdrohenden Undichtheit der Gondel. Red.

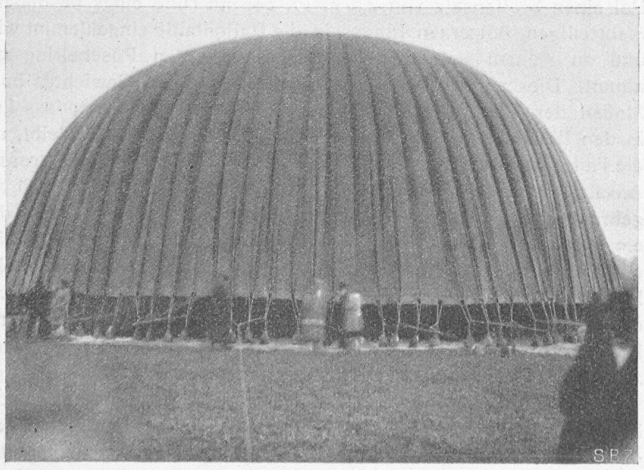
TECHNISCHE BESCHREIBUNG DES HÖHENBALLON.

Der Ballon hat, prall gefüllt, mit seinen 30 m ∅ 14130 m³ Inhalt; die Füllung beim Start beträgt 2600 m³, d. h. zwischen $^1/_5$ und $^1/_6$ des gesamten Inhalts, und zwar ist das Füllgas Wasserstoff vom Gewicht von 0,09 kg/m³. Diese Füllung reicht aus, um das gesamte tote Gewicht von Hülle, Kabine, Besatzung und Ballast = 2150 kg zu tragen und ausserdem auch noch 840 kg freien Auftrieb (1,15 kg/m³, in Augsburg) zu gewähren. Den Ballon ganz voll zu füllen, wäre zwecklos, weil man in diesem Falle etwa 14000 kg Ballast mitnehmen müsste, was ausserordentlich hohe Materialstärken und dementsprechend hohe Gewichte und noch riesigere Ballonausmasse bedingen würde. Die oben erwähnten 840 kg freier Auftrieb genügen vollkommen, um den Ballon zwangsläufig bis zu seiner „Prallhöhe", die sich zu etwa 14000 m errechnet, steigen zu lassen; nach Ballastabgabe in dieser Höhe kann er dann noch weitere 2000 bis 3000 m steigen, wobei weniger die Sonnenwärme als die tiefe Temperatur der Stratosphäre von etwa −55° noch in günstigem Sinne mitwirkt. Der Ballast besteht aus Bleisand, der in kleinen Säckchen im Innern der Kugelgondel mitgeführt wird, aus der er mittels einer sinnreichen Schleusenvorrichtung beliebig nach aussen abgegeben werden kann. Die Ausführung entspricht im allgemeinen bis auf die Materialauswahl und -Anordnung der eines normalen Freiballons. *Die Hülle* besteht aus einfachem, einseitig gummiertem, gelbem Ballonstoff, die obern $^3/_4$ der Oberfläche von 90 g/m², das untere $^1/_4$ von 55 g/m². Sie besitzt am unteren Pol einen Stoffansatz von 2,5 m ∅, der mit Hilfe eines besondern, mehrteiligen, hölzernen Ringes in die Ballonhülle eingeklemmt wird und an seinem unteren Ende den sogenannten Pöschelring aufnimmt. Dieser hat die Aufgabe, vermöge seines Gewichtes beim Sinken des Ballons den Stoffansatz offen zu halten, sodass Luft in den Ballon eintreten kann und dieser möglichst prall bleibt, um die Fallgeschwindigkeit zu bremsen. Zu beiden Seiten dieses grossen Ansatzes sind noch zwei weitere Stoffstutzen von je 1,5 m ∅ angebracht, die während der ganzen Fahrt offen bleiben. Durch den einen Stutzen wird die Ventilleine, durch den andern die Reissleine geführt; diese Anordnung ist deswegen so getroffen, damit beide Leinen getrennt voneinander und vollständig klar liegen. Das am oberen Pol eingesetzte Ventil ist ein normales Freiballonventil mit Hubbegrenzung; es kann von aussen durch Ziehen an der Leine, aber auch vom Inneren der während des Höhenfluges luftdicht geschlossenen Kugelgondel aus bedient werden. Zu diesem Zwecke befindet sich im Innern der Kugelgondel eine Handkurbel, auf deren Welle eine sich ausserhalb befindliche Rillenscheibe sitzt; über diese läuft die Ventilleine (Abb. 2). Durch Drehen der Handkurbel bewirkt der Führer das Aufwickeln der Ventilleine, wodurch

das Ventil sich öffnet. Die Ventilleine kann sich aber mit Hilfe eines Gegengewichtes auch automatisch auf der Rillenscheibe aufwickeln. Wie oben bemerkt, ist der Ballon beim Start nur zum Teil gefüllt, der untere Hüllenteil hängt lose herunter und der Ballon hat eine langgestreckte Form. Mit zunehmender Steighöhe dehnt sich das Gas aus und der Ballon verliert allmählich seine längliche Form, bis er in der sog. Prallhöhe Kugelform annimmt. Es ist einleuchtend, dass die Ventilleine mit zunehmender Verkürzung des Ballons immer weiter durchhängen müsste; dieser Durchhang wickelt sich nun durch den Gegenzug des Gewichtes von selbst auf der Rillenscheibe auf, sodass die Ventilleine immer leicht in Spannung bleibt und jederzeit ohne toten Gang mit der Handkurbel im Innern der Kabine betätigt werden kann. Die Reissbahn hat Dreieckform wie beim normalen Freiballon; sie besteht aus doppeltem Ballonstoff und ist am Ventilring zweimal gesichert. Der Ballon ist aus Gewichtsgründen netzlos. Zur Aufnahme der Kugelgondel ist an der *untern* Kalotte des Ballons ein Parabelbogengurt angeordnet, von dem 32 Auslaufleinen ausgehen (Abb. 6 und 7). Diese laufen an einen sog. Korbring, wo sie mittels Knebeln mit den Korbringleinen verbunden werden (Abb. 3); diese Knebel sind ziemlich hoch gesetzt, damit sie mit der Ventil- und Reissleine nicht in Berührung kommen sollen. Der Ring selbst ist ein normaler, kräftiger Freiballonring, an dem die aus Aluminiumblech gebaute Kugelgondel hängt. Damit die dünne Kugelschale statisch nur auf den innern Luftdruck und nicht auch durch das zusätzliche Gewicht der Piloten, Instrumente usw. beansprucht wird, werden die Vertikallasten von einem eingebauten Boden von 1,2 m ∅ und einem in der Aequatorebene ringsumlaufenden Instrumententisch aufgenommen. Boden und Instrumentetisch werden getragen von acht vertikalen Stangen, die oben durch die Kugelkalote hindurchgehen und in den äussern acht Ringen endigen, an denen die Kugel am Korbring angehängt ist (vergl. Abb. 2 bis 4).

Die *Kugelgondel* aus Aluminium von 3,5 mm Wandstärke und 2,1 m ∅ (Abb. 2 bis 4) besitzt zwei grosse Mannlöcher, durch die die beiden Insassen ein- und aussteigen können. Beim Abstieg des Ballons, was entweder durch Ventilziehen erreicht wird oder infolge Abkühlung des Gases eintritt, werden diese Mannlöcher in etwa 5000 bis 4000 m Höhe vom Innern aus geöffnet, um dann in tiefern Luftschichten den Ballon frei führen zu können; Reissleine und Pöschelansatzleinen liegen oberhalb der Kugel in greifbarer Nähe. Die Insassen können auch auf die obere Fläche der Kugelgondel gelangen, um bei der Landung von hier aus mit dem dort untergebrachten Sandballast zn manövrieren. In der Gondel befindet sich der grössere Teil der Instrumente (Abb. 4), sowie Sauerstoff-Flaschen und Vorrichtungen (KOH-Patronen), um die Luft in der luftdicht abgeschlossenen Kabine ständig regenerieren zu können. Zu erwähnen ist noch, dass das Aeussere der Kugel zur Hälfte schwarz gefärbt ist, während die andere Hälfte blank ist, dies aus dem Grunde, weil schwarz die Sonnenstrahlen absorbiert, somit das Innere der Gondel erwärmt wird, während der blanke Teil die Strahlen reflektiert und das Innere der Gondel abgekühlt wird. Um zur Temperatur-Regelung im Innern der Gondel abwechselnd eine dieser Flächen der Sonne aussetzen zu können, war ein kleiner Motor mit Propeller am Ballon angehängt, der von der Kabine aus bedient werden kann und der eine entsprechende Drehung des Ballons erwirkt. Um von innen aus nach aussen sehen zu können, sind über die Gondel sog. „Bullaugen" verteilt. Das Schleppseil ist 100 m lang und am Stahlrohrring befestigt. Die Kugelgondel wiegt einschliesslich Besatzung, Instrumente und Ballast etwa 1350 kg, der Ballon selbst rd. 800 kg. Sicherheitshalber war die Kugelgondel an einem mitgeführten Fallschirm befestigt, der so gross bemessen war, dass die Gondel im Notfall (Platzen der Hülle, Blitzschlag oder a. m.) mit max. 30 m/sec gefallen wäre, wobei die Piloten noch Zeit gehabt hätten, mit ihren individuellen Fallschirmen durch die Mannlöcher rechtzeitig abzuspringen.

Füllung und Start des Höhen-Ballons erfolgen nicht wie beim Freiballon mit Hilfe des Netzes und Umhängen von Sandsäcken, sondern auf folgende Weise: Am *obern* Drittel der Ballonhülle ist ein horizontal ringsumlaufender sog. Lochtaschengurt angebracht; an diesem befinden sich 32 endlos eingehängte Doppelseile, die in zwischengeschaltete Gänsefüsse eingreifen (Abb. 5 und 6). Am Ende der Gänsefüsse laufen diese Doppelseile durch Ringkauschen und sind auf der Erde mit der gleichen Anzahl von Erdankern verbunden; diese bestehen aus sehr starken, spiralig gewundenen Eisenstäben, die tief in die Erde eingeschraubt werden. Der erwähnte Lochtaschengurt ist für diesen Montagezweck des Ballons ausserordentlich geeignet, weil die über der Lochtasche befindliche endlose Leine beliebige Richtungen annehmen kann; in jedem Falle geht die Resultierende durch das Lochtaschenmittel, sodass eine ganz gleichmässige Verteilung der Kräfte auf den Gurt gewährleistet ist, was von besonderer Wichtigkeit ist. Beim Start des Ballons werden dann die Befestigungsknoten am Erdanker gelöst und die Seile, sobald der Ballon an den Hochlasstauen von der Haltemannschaft gehalten wird (Abb. 7), herausgezogen. Der Ballon bleibt somit fest in der Hand der Füllmannschaft und das Anknebeln der Kugelgondel sowie das Hochlassen ist gesichert. Die Füllung erfolgt durch einen seitlich unter dem Aequator angeordneten Füllansatz von 30 cm Durchmesser, der nach beendeter Füllung geschlossen wird. Um während des Aufstieges das Eindringen von Luft und um damit eine Verschlechterung des Gases zu vermeiden, bleibt der oben erwähnte 2,5 m weite Pöschelansatz zunächst geschlossen (Abb. 7); er wird erst beim Abstieg des Ballons, in einer Höhe von 5000 bis 4000 m geöffnet, wodurch dann Luft in den fallenden Ballon eindringt und den Fall in der bekannten Weise abbremst. Die Fallgeschwindigkeit wird wegen der bedeutenden Fläche der wieder schlaff werdenden Hülle nicht allzugross; der



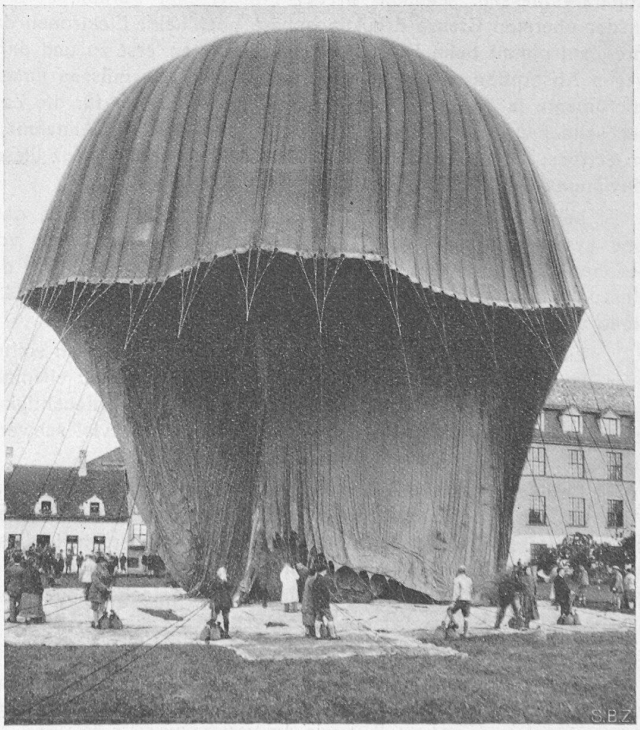


Abb. 5 und 6. Erste und zweite Phase der Füllung (am 14. Sept. 1930): die gefüllte Kalotte wird am (obern) Lochtaschengurt gehalten und langsam hochgelasssen.

Flächendurchmesser beträgt, wenn die Hülle nur noch in ihrem obern Teil gefüllt ist, immer noch etwa 26 m.

Im Vergleich zum gewöhnlichen Freiballon erfordert der Höhenballon infolge der bedeutenden Ballonausmasse und des beträchtlichen Gewichtes umfangreiche Vorbereitungen. In erster Linie muss das erforderliche Wasserstoffgas beschafft werden und zwar, sofern nicht von einem Gasometer weggefüllt werden kann, in Stahlflaschen mit in der Regel 6 m³ Inhalt, auf 150 at komprimiert. Für den Gesamtbedarf von 2600 m³ werden 434 Flaschen benötigt, die in Stapeln von je 64 Stück zusammengefasst werden, unter Verwendung eines Sammelrohres, an das die einzelnen Flaschen mittels Kupferrohrleitungen angeschlossen sind.

Die Ballonhülle muss vorher sorgfältig ausgelegt werden, wozu bei dem Gewicht von rd. 800 kg etwa 40 Leute benötigt werden. Nach dem Auslegen werden die 32 zum oberen Gurt laufenden Doppelleinen in die in einem grossen Kreise gleichmässig angeordneten und in die Erde eingeschraubten Erdanker eingeknotet und in den an die Doppelleinen anschliessenden Gänsefüssen Sandsäcke zur Beschwerung der Ballonhülle eingehängt, damit sie beim Füllen nicht hochsteigt. Sind die Armaturen, wie Ventil, Ventilleine, Reissleine ordnungsmässig eingesetzt, so kann die Füllung beginnen, indem die einzelnen Flaschenventile nacheinander geöffnet werden; das Gas strömt dann in das Sammelrohr und durch den Füllschlauch in den Ballon. In dieser Weise wird das gesamte Gas eingefüllt, ohne dass irgendwelche Veränderungen an der Hülle, z. B. Versetzen der Sandsäcke, wie es beim Netzballon der Fall ist, vorgenommen werden müssen. Zur Bewachung der in den Erdankern eingeknoteten Doppelleinen werden pro Doppelleine zwei Mann, im ganzen also 64 Mann benötigt.

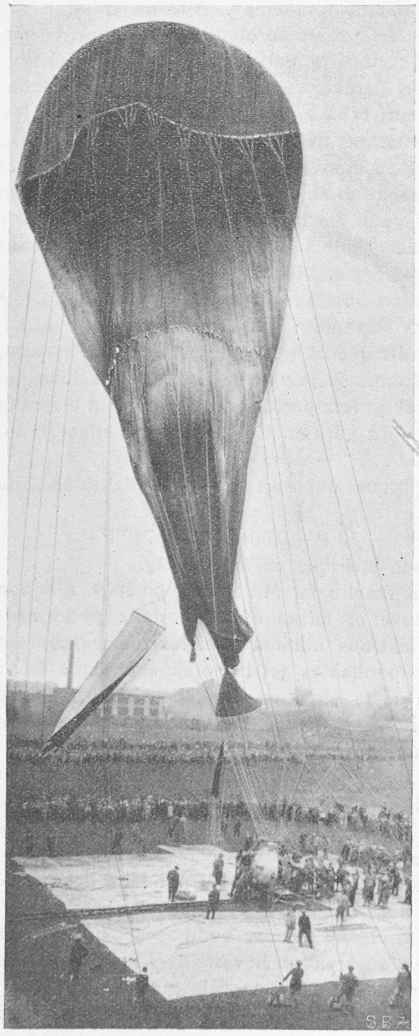
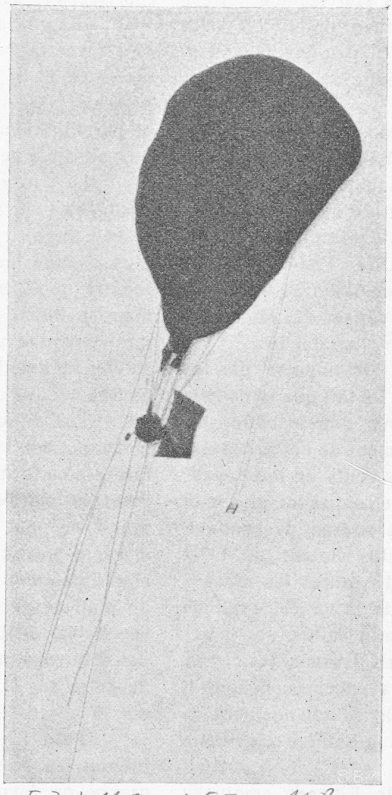


Abb. 7. Höhenballon startbereit (14. Sept. 1930).

5,7 x 14,6



5,3 + 11,0 auf 5,7 + 11,8 m

Abb. 8. Unmittelbar nach dem Start Piccards am 27. Mai 1931, morgens 3.56 h.

Nach beendigter Füllung wird der Ballon langsam höher gelassen, was zunächst durch Tieferhängen der Sandsäcke erfolgt; diese werden vom untersten Gänsefuss auf die Doppelleinen übergehängt, wo man sie unter gleichzeitigem Nachlassen der Doppelleinen langsam zurückgleiten lässt, sodass auf diese Weise der Ballon höher geht. Ist dieser vom Boden frei und genügend hoch, so wird die Kugelgondel angehängt und der Ballon nach Ordnung der verschiedenen Leinen, Verschrauben der Kabine usw. startfertig gemacht. Der Auftrieb muss bei einem schlaffen Ballon sehr kräftig sein, damit er rasch vom Boden wegkommt und keine Hindernisse ihn hemmen (Abb. 8). Das Fahren mit dem Höhenballon ist genau gleich wie beim normalen Freiballon. Der zur Landung übergehende Ballon muss entweder durch Ventilziehen ins Fallen gebracht werden oder er kommt durch Abkühlen der Gasmasse von selbst ins Fallen. Ist die Landung vollzogen, so gilt es, die am Boden liegende Stoffmasse sachgemäss zu verpacken und zu bergen; diese Arbeit kann je nach den Geländeverhältnissen sehr schwierig sein, insbesondere ist hierzu eine grosse Zahl von Hilfskräften notwendig, um das erhebliche Gewicht von 800 kg befördern zu können.

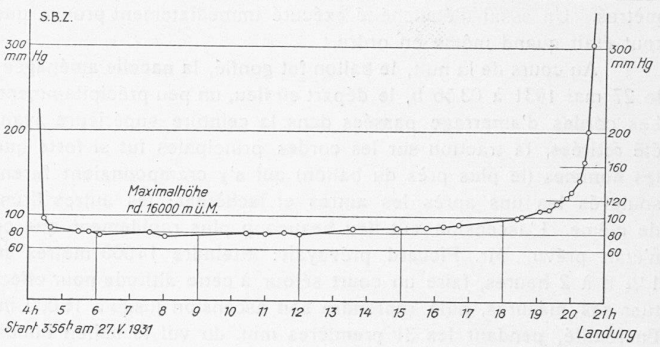


Abb. 10. Barogramm, aufgetragen nach Piccards Bordbuch, laut Ablesungen am Quecksilber-Präzisionsbarometer.

LES POINTS DE VUE MÉTÉOROLOGIQUES.

Par PIERRE BERGER, ing., attaché au Service météorologique suisse, Zurich.

Le 26 mai 1931, après avoir attendu près d'un an un régime anticyclonique propice, Mr. Piccard estima la situation météorologique favorable et décida de partir le lendemain matin. Le mardi après-midi, un incident stupide faillit compromettre toute l'expérience. Au cours d'un dernier contrôle du poids de la nacelle, un câble de suspension se rompit, la moufle supérieure d'un palan tomba sur le faîte de la cabine, la déformant un peu, aux pieds de Mr. Kipfer. La nacelle elle-même fit une chute de quelques centi-

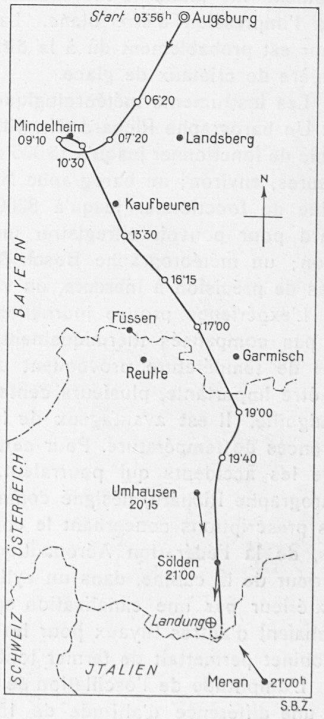


Abb. 9. Fahrtverlauf mit Zeiten-Angabe. Masstab 1 : 2 000 000. Die Pfeile bezeichnen Orte und Richtung der letzten Beobachtungen des Ballons vom Boden aus in der Abenddämmerung.

mètres. Un essai d'étanchéité exécuté immédiatement prouva que tout était quand même en ordre.

Au cours de la nuit, le ballon fut gonflé, la nacelle aménagée; le 27 mai 1931 à 03.56 h, le départ eu lieu, un peu précipitamment. Les cordes d'amarrage passées dans la ceinture supérieure ayant été retirées, la traction sur les cordes principales fut si forte que les hommes (le plus près du ballon) qui s'y cramponnaient furent soulevés les uns après les autres et lachèrent; les autres firent de même. L'ascension eut lieu beaucoup plus rapidement que ce n'était prévu. Mr. Piccard prévoyait: atteindre 14000 mètres en 1 1/2 h à 2 heures, faire un court séjour à cette altitude pour effectuer ses mesures, puis reprendre son ascension jusqu'à 16000 m. En réalité, pendant les 31 premières min. du vol le ballon bondit jusqu'à environ 14500 m (95 mm de Hg). La montée continua rapide jusqu'à une pression de 83 mm de Hg, atteinte à 04.37 h. Le vol se poursuivit à une altitude supérieure jusqu'à 13.00 h. Au début de l'ascension, le ballon était gonflé au 1/6 de son volume. Ainsi il put prendre une forme aérodynamique possédant un faible coefficient de récistance unitaire. Ce n'est que peu à peu que la valeur de ce coefficient augmenta, le ballon devenant de plus en plus sphérique.

L'itinéraire suivis est indiqué dans le croquis annexé (fig. 9). Les chiffres indiquent l'heure du passage du ballon à cet endroit, d'après nos observations. Elles se composaient d'une mesure d'azimut et d'une mesure de hauteur. L'altitude admise pour les calculs était de 16000 mètres. Les flèches donnent le direction dans laquelle le ballon fut vu des localités, les chiffres l'heure des observations. Parmi tous les renseignements que nous avons reçus au cours de notre poursuite, très peu ont été conservés, les autres n'étant pas assez précis, ou même entièrement fantaisistes.

Il y a tout lieu de croire que le ballon fut emporté par les vents plus au Sud de l'endroit où il a atterri. Le fait que la nacelle était en amont, et, l'enveloppe en aval, prouve que le ballon fut entraîné par un courant venant du Sud au moment de l'atterrissage. Il s'agit certainement du régime classique des vents en montagne; le soir, après le coucher du soleil, l'air se refroidissant plus vite en haute montagne qu'en plaine, provoque un courant descendant. Celui de la vallée encaissée d'Oetztal fut plus violent que ceux des vallées voisines. Ce courant, composé de toutes les masses d'air descendantes, convergentes vers l'axe de la vallée, explique pourquoi le ballon s'est posé au milieu de cette vallée.

Aussi longtemps que le ballon monta, en dessous des cirrus, sa couleur fut jaune. Dès l'instant où il traversa ces nuages il donna l'impression d'être blanc. La cause de ce changement de couleur est probablement dû à la diffusion de la lumière dans cette poussière de cristaux de glace.

Les instruments météorologiques que Mr. Piccard emportait sont: Un barographe Richard (Nr. 137227) construit en août 1930, capable de fonctionner jusqu'à 18000 mètres; durée d'une révolution 12 heures, environ; un barographe NS (Nr. 3815), construit en 1918, capable de fonctionner jusqu'à 8000 mètres, transformé par Mr. Piccard pour pouvoir enregistrer une altitude de 18000 mètres, environ; un météorographe Bosch & Bosch (Nr. 3138); des baromètres de précision à mercure, un variomètre.

L'expérience prouve journellement que les barographes ne sont pas compensés thermiquement. A pression égale, de forts écarts de température provoquent une variation d'amplitude (qui peut être importante, plusieurs centaines de mètres) de l'oscillation de l'aiguille. Il est avantageux de les soumettre aux plus faibles différences de température. Pour cette raison et pour les préserver contre les accidents qui pourraient se produire à l'atterrissage, le barographe Richard, désigné comme barographe officiel (Article 5 des prescriptions concernant le contrôle et les mesures des altitudes, de la Fédération Aéronautique Internationale) fut placé à l'intérieur de la cabine, dans un cylindre métallique étanche, relié à l'extérieur par une canalisation spéciale. Sur cette conduite se branchaient d'autres tuyaux pour les baromètres et le variomètre. Un robinet permettait de fermer toutes les canalisations.

L'amplitude de l'oscillation de l'aiguille est de 56 mm environ pour une différence d'altitude de 15500 mètres. Malgré un trait de 1/10 mm d'épaisseur, il est difficile d'effectuer l'étalonnage avec une précision très satisfaisante. Il est à souhaiter que la F.A.I. émette de nouvelles prescriptions indiquant que pour le contrôle des altitudes supérieures à x m (10000 mètres par ex.), un barographe spécial soit emporté, ne fonctionnant que depuis cette hauteur et jusqu'à $x+y$ m (20000 mètres par ex.) muni d'un tambour enregistreur de 10 cm de haut.

Les irrégularités au cours de l'ascension révèlent quelque difficultés provoquées par le manque d'étanchéité des joints: „Pendant toute la durée de la course, nous avions une petite perte d'air dans notre cabine dont nous n'avons pas pu déterminer l'origine. Soupçonnant que la fuite se produisait à la tuyauterie des baromètres ou à la fermeture du tambour contenant le barographe, nous avons fréquemment contrôlé l'étanchéité du système en fermant le robinet mentionné plus haut. La manœuvre des baromètres nous a obligé plusieurs fois à agir sur ces robinets, et enfin, pendant la descente finale, nous avons dû, pour pouvoir ouvrir plus vite les trous d'homme, laisser échapper une partie de l'air de la cabine par une des conduites des baromètres. Ces différentes manœuvres expliquent pourquoi l'altimètre a enregistré à plusieurs reprises des descentes brusques."

D'après ce barographe, l'altitude maximum aurait été atteinte peu après 09.00 h, tandis que le livre de bord de Mr. Piccard indique 08.00 h, et le barographe NS 10.30 h. Ce manque d'unité peut s'expliquer par des phénomènes d'hystérésis dans les bourdons, et par l'influence thermique. D'après l'allure de la courbe il n'est pas possible de dire si le mouvement d'horlogerie a bien fonctionné.

Le barographe NS fut suspendu à l'anneau de fixation des cordages (voir description technique). Comme il était entre le ballon et la cabine, il se trouvait dans un milieu où la température était plus chaude que celle du milieu ambiant. L'étude du diagramme[1]) montre qu'au début de l'après-midi le ballon avait encore exactement la même altitude que le matin. Au début de la descente, le mouvement d'horlogerie qui entraîne le tambour enregistreur s'est arrêté, comme le prouve la comparaison de ce diagramme avec la courbe déduite des observations barométriques (fig. 10) de Mr. Piccard.

Les difficultés qu'offrent les mouvements d'horlogerie à haute altitude sont connues depuis longtemps. Aucune solution satisfaisante ne fut trouvée. Certains météorologistes suppriment simplement le mouvement d'horlogerie dans leurs météorographes. Le temps ne peut plus être marqué, l'enregistrement s'effectue de la manière suivante: un petit tableau est fixé à l'extrémité d'un levier amplificateur des déformations des capsules barométriques. Dans un plan perpendiculaire au mouvement de ce tableau se déplacent les stylets du thermographe et de l'hygromètre enregistreur. L'arrêt des mouvements d'horlogerie est probablement dû soit à un dépôt de givre sur le mécanisme, soit à des frottements parasites causés par la contraction irrégulière des leviers.

Pour l'homologation officielle du record d'altitude, la F.A.I. prévoit les prescriptions suivantes: — „Le dépouillement du barographe ne devra être opéré que 24 heures après la fin de l'ascension. La dépression sera déterminée par un tarage à la machine pneumatique au cours duquel on fera parcourir à la plume un diagramme de même profil que celui à vérifier. Ce tarage sera effectué à une température de 15° cent . . . " —

La formule empirique qui sert à estimer l'altitude Z dans l'atmosphère standard est:

$$Z = 5\,(3064 + 1{,}73\,P - 0{,}0011\,P)\,\log 740/P$$

P étant la pression atmosphérique en mm de Hg.

Cette formule fut établie par Mr. Soreau en 1919. Elle donne une altitude toute fictive et laisse ex-æquo deux performances pour lesquelles les pressions minima sont les mêmes, alors que les températures correspondantes (et le poids spécifique de l'air) diffèrent. La précision de la „hauteur officielle" atteinte est donc trompeuse. Pour connaître, avec exactitude, la hauteur réelle atteinte, il faudrait connaître la température et l'humidité au cours de l'ascension à différentes altitudes, puis opérer par tranches où ses éléments varient linéairement, et faire la somme de ces hauteurs partielles. Cependant un tel calcul n'est pas possible, pour deux raisons: Au cours de la très rapide ascension, Mr. Piccard fut absorbé par des questions techniques et ne put faire des mesures. Le météorographe n'a pas régulièrement fonctionné.

Pour éprouver la cloche à vide, composée d'un carter métallique et d'une fenêtre d'observation en verre de 9,5 mm d'épaisseur, le barographe de réserve NS fut étalonné le premier. La pression minimum mesurée qui correspondait au point le plus élevé de la

[1]) Nous avons dû renoncer à reproduire ici ce diagramme, la photographie qui a été mise à notre disposition ne s'y prêtant pas. La réd.

courbe était de 115 mm de Hg. Cette pression équivaut à une altitude fictive de 13 320 mètres, d'après la formule de la F. A. I. La cause de cette indiquation si surprenante est due au déplacement du stylet qui s'est produit, probablement lors des chocs de l'atterrissage. Un étalonnage de ce barographe antérieur au vol permet d'évaluer la hauteur atteinte à 16 000 mètres environ.

La cloche ayant donné satisfaction pendant les 10 heures de l'étalonnage du barographe secondaire, le barographe principal fut taré. Après 3 h d'expérience le verre de la cloche s'est fendu; l'étalonnage selon les prescriptions de la F. A. I. dut être arrêté.

Toutes corrections faites, la pression minimum mesurée fut de 78,4 mm de Hg, correspondant à une altitude fictive de 15 781 mètres d'après la F. A. I. Bien malheureusement, cet étalonnage est défavorable à Mr. Piccard. D'après mon estimation, le point le plus élevé de la courbe correspond à une pression qui est inférieure de 3 à 4 mm à celle mesurée.

MITTEILUNGEN.

Oberleitungs-Omnibus-Linien. In Ergänzung der auf S. 356 von Band 96 (27. Dezember 1930) erschienenen Notiz über den Oberleitungs-Omnibus-Betrieb Mettmen-Gruiten mag erwähnt werden, dass besonders in England, seit Kriegsende, der Trolleybus unter seiner modernen Form eine weite Verbreitung erfahren hat, namentlich in über 20 Städten, wobei insgesamt weit über 300 solche Wagen in Betrieb stehen. In Wolverhampton und Ipswich wurde sogar das gesamte Geleisenetz der Strassenbahn abgeschafft und durch Trolleybuslinien ersetzt. Diese rasche Verbreitung lässt sich meist dadurch erklären, dass die notwendige Erneuerung der Tramgeleise sich nicht lohnte oder dass entsprechend den lokalen Verhältnissen die zu bedienenden Strassen für einen störungsfreien Trambetrieb zu eng waren. Im Wettbewerb zwischen Strassenbahn, Trolleybus und Autobus stellt sich der Trolleybus besonders günstig für einen mittelmässigen Verkehr, der indessen zur Verzinsung des für eine Strassenbahn erforderlichen Anlagekapitals noch nicht ausreicht. Für den Kostenvergleich spielen natürlich noch andere Faktoren mit, die sich von Stadt zu Stadt und von Land zu Land stark ändern können, wie Konzessionsverhältnisse, Steuerbelastung, Strassenzustand usw. Gegenüber dem Autobus wird am Oberleitungs-Omnibus besonders die Geruchlosigkeit, das geräuschlosere und gleichmässigere Anfahren und die im Voraus etwas besser zu schätzenden Energiekosten hervorgehoben. Die Vorteile des Trolleybus zeigen sich besonders ausgeprägt in Ipswich, einer Stadt von 85 000 Einwohnern mit einer Betriebslänge des Trolleybus-Netzes von 27 km mit 41 in Betrieb stehenden Wagen zu je 34 Sitzplätzen. Ausser der Amortisation des eigenen Kapitals wird dort, wie berichtet wird, auch noch die Tilgung der Schulden des frühern Trambetriebes herausgewirtschaftet. — Abgesehen von verschiedenen Orten in Deutschland hat sich der Trolleybus auf dem Kontinent beispielweise auch in Savoyen als Ersatz einer Nebenbahn mit 600 mm Spurweite im Vorortverkehr der Stadt Chambéry, und in Lüttich als Ersatz einer erneuerungsbedürftigen Strassenbahnlinie (Linie 20 nach Cointe) Eingang verschafft.

Man hört häufig die Aeusserung, der zukünftige Stadtverkehr fordere eine Abschaffung der Tramgeleise und ein Ersetzen derselben durch Autobusse oder Trolleybusse. Dies ist u. E. falsch und kann nur in einzelnen Fällen, immer je nach lokalen Verhältnissen, zutreffen. Es wäre ein grosser Fehler, daraus eine Regel machen zu wollen; die richtige Lösung wird zweifellos in der Mehrzahl der Fälle, namentlich bei starkem Personenverkehr, in der eigentlichen Strassenbahn bleiben. Ein Beispiel, wie gefährlich es ist, in solchen Sachen zu kategorisch vorzugehen, zeigt der jetzige Betrieb in der Stadt Rom, wo vor einiger Zeit im ganzen Stadtzentrum die Strassenbahn durch Autobusse ersetzt wurde. Es hat sich sehr rasch gezeigt, dass die Autobusse den starken Stossverkehr nicht aufnehmen können und auch dass sie in den engen Strassen des Stadtzentrums sich nicht die nötige freie Bahn verschaffen können. Die Zustände liegen augenblicklich so, dass man den Bau der geplanten Untergrundbahn möglichst zu fördern sucht. A.-M. Hug, Ing.-Conseil.

Stadtplanbureau Basel. Wir erhalten aus Fachkreisen folgende Zuschrift, der wir gerne Raum geben:

In Basel erwartet man die Vollziehung der Wahl eines Leiters des neuen Stadtplanbureau, dessen erste Aufgabe es sein wird, die endgültigen Pläne für die Korrektion der Innerstadt auszuarbeiten. Der Erfolg der Tätigkeit dieses Bureau hängt wesentlich davon ab, dass der richtige Mann an seine Spitze gestellt wird, und es ist daher die Bedeutung dieser Wahl nicht zu unterschätzen. Glücklicherweise ist Basel in der Lage in dem Architekten und Städtebau-Dozenten der E. T. H. Prof. H. Bernoulli einen allseitig anerkannten Fachmann auf dem Gebiet des Städtebaues zu seinen Bürgern zu zählen, der, wie kaum ein zweiter, zur Leitung des Stadtplanbureau befähigt ist. Aussenstehende und Kollegen dieses bekannten Architekten befremdet es daher, dass die Stelle zur öffentlichen Bewerbung ausgeschrieben wurde und Prof. Bernoulli nicht durch Berufung mit der Leitung dieses Bureau betraut worden ist. Erinnert man sich beispielsweise daran, welche Dienste Bernoulli der Stadt Zürich bei der Durchführung des Wettbewerbes für einen Gesamtbebauungsplan geleistet hat, so gibt man sich gerne der Hoffnung hin, dass er, trotzdem der direkte Weg nicht beschritten worden ist, als der richtige Mann an den richtigen Platz gestellt werde. Seine Wahl würde im Interesse der städtebaulichen Entwicklung Basels von allen, jedenfalls von allen unbefangenen Fachleuten als die gegebene begrüsst werden.

Nachweisstelle für betriebswissenschaftliche Literatur. Das Betriebswissenschaftliche Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule hat eine Nachweisstelle für betriebswissenschaftliche Literatur eingerichtet. Sie umfasst folgende Gebiete: Allgemeine Betriebsorganisation; Organisation der Aufgabenkreise; Leitung, Einkauf, Fertigung (Auftragswesen, Arbeitsverteilung, Zeitstudien, Material- und Lohnwesen der Werkstatt usw.), Lager, Verkauf, Rechnungswesen, Verwaltung (Personalwesen, Schriftverkehr usw.); Organisationsmittel; Grenzgebiete: Wirtschaftswissenschaft, Arbeitswissenschaft. Die Nachweisstelle wird allen Interessenten, die sich für Fachliteratur aus obigen Gebieten interessieren. Auskunft über die wichtigsten Publikationen geben, soweit sie von der Nachweisstelle erfasst werden. Dies betrifft sowohl Buch- als auch Zeitschriften-Literatur. Eventuell können die betreffenden Original-Publikationen Interessenten zur Verfügung gestellt werden.

Wasserlose Gasbehälter. Seitens der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (M. A. N.) ist vor etwa zehn Jahren die Bauart von Gasometern ohne Wasserbassin entwickelt worden, über die unsere Leser durch den Aufsatz auf Seite 333 von Band 90 (am 24. Dez. 1927) ausführlich unterrichtet wurden. In „Génie civil" vom 13. Juni 1931 lesen wir, dass heute schon 236 Gasometer der neuen Bauart mit einem Gesamt-Fassungsvermögen von rund 18 Millionen m³ im Betriebe sind. Davon befinden sich 98 Gasometer mit 5 Millionen m³ in Deutschland, 46 Gasometer mit 8,5 Mill. m³ in Amerika, 31 Gasometer mit 2,1 Mill. m³ in England und seinen Kolonien, 18 Gasometer mit 0,4 Mill. m³ in Frankreich; die übrigen 43 Gasometer mit rund 2 Millionen m³ verteilen sich auf verschiedene Länder.

Flugzeuge besonderer Art, wie das Cierva-Schraubenflugzeug mit seinem langsam rotierenden horizontalen Windmühlenrad, die scheinbar rückwärts fliegende Focke-Wulf-„Ente", das Soldenhof-Flugzeug, ferner von Motorflugzeugen und Automobilen geschleppte Segelflugzeuge werden Sonntag 5. Juli nachmittags auf dem Flugplatz Dübendorf vorgeführt, worauf Freunde des Flugwesens aufmerksam gemacht seien.

Eidgen. Technische Hochschule. Die Konferenz der ordentlichen Professoren wählte zum Rektor für die Amtsperiode Oktober 1931 bis Oktober 1933 Prof. Dr. M. Plancherel aus Bussy (Freiburg), Professor für höhere Mathematik an der E. T. H.

WETTBEWERBE.

Neubau eines Bank- und Verwaltungsgebäudes der Solothurner Kantonalbank in Grenchen. Zu diesem Wettbewerb sind die seit mindestens einem Jahr im Kanton Solothurn niedergelassenen sowie die auswärtigen, im Kanton heimatberechtigten Architekten zugelassen. Als Einlieferungstermin ist der 20. Oktober 1931 festgesetzt. Das Preisgericht besteht aus den Architekten Ernst Bützberger (Burgdorf), Friedrich Saager (Biel) und Edgar Schlatter (Solothurn), Bankpräsident H. Obrecht und Landammann F. von Arx, beide in Solothurn. Ersatzmann ist Kantonsbaumeister Fritz Hüsler. Für die Prämiierung von drei oder vier Entwürfen steht dem Preisgericht eine Summe von 7500 Fr. zur Verfügung. Falls der Verfasser des in den ersten Rang gestellten