

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 13

Artikel: Sondages aérologiques
Autor: Berger, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83295>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.05.2025

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

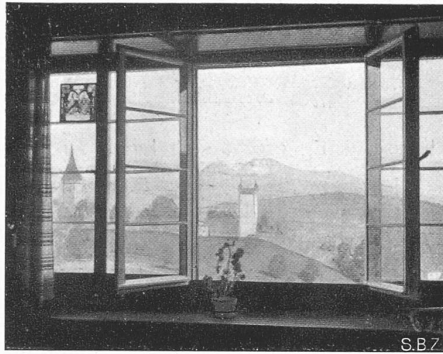


Abb. 11 und 12. Im grossen Wohn- und Musikzimmer des I. Stocks. — Eigenheim Arch. W. Baur-Schill, Luzern.

Der Einfluss der Temperatur.

Die vorgängig skizzierte Methode erfordert lange Dauer-Kriech-Versuche für den betreffenden Spannungsbereich und bei der fraglichen Temperatur. Sie kann nur dann als völlig zuverlässig angesehen werden, wenn sie sich auf Versuche bei den richtigen Temperaturen und Spannungen stützt. Solche Versuche liegen aber selten für viele Temperaturen vor, sodass es gewöhnlich nötig ist, sogar hinsichtlich der Temperatur zu extrapolieren.

Wenn die obigen Untersuchungen für zwei oder drei Temperaturen durchgeführt werden können, so erhält man dazwischenliegende Werte, indem man die Grössen σ_1 , v_1 und $f(\varepsilon_p)$ als Funktion der Temperatur betrachtet. Obschon man häufig so zu verfahren haben wird, kann nicht genug betont werden, dass eine solche Extrapolation in der Richtung höherer Temperaturen mit Risiko verbunden ist.

In einigen jüngeren Untersuchungen über das Kriechen ist versucht worden, in die Ursachen dieser Erscheinung einzudringen. Möglicherweise werden diese Bemühungen zu besseren Extrapolationsmethoden führen. Bailey¹⁷⁾ hat gefunden, dass die Bildung von körnigem Perlit die Veränderung der mikroskopischen Struktur von Kohle-Stählen ausdrückt, die das Kriechen auf das tiefste beeinflusst. Vielleicht werden Methoden, die sich auf quantitative Messungen von Faktoren wie diese Perlitbildung stützen, zuverlässigere Extrapolationen gegen höhere Temperaturen gestatten.

Zwei bürgerliche Wohnhäuser in Luzern.

Von Dipl. Arch. S. I. A. W. BAUR-SCHILL, Luzern.

Haus an der Brambergstrasse.

Der Bauplatz liegt an ruhiger Wohnstrasse mit leichter Neigung gegen Süden und schöner Aussicht auf Berge und Museggmauer. Die westliche Laube schützt die offene Gartenterrasse gegen das Wetter und den Einblick vom nahe gelegenen Nachbarhaus. Südlich ist in zwei Terrassierungen ein grosser Garten vorgelagert.

Der Bau hat 25 cm starke Backsteinmauern mit innerer, 5 cm starker Weltonplatte; aussen Kalkverputz mit der Kelle abgezogen und weiss getüncht, Fensterladen grün, Holzwerk braun lasiert. Das Treppenhaus im Innern ist mit Patentfarbe weiss gestrichen, das Holzwerk blaugrün. Guter Ausbau mit grossem Boiler und Küchenschrank, elektrischem Kachelofen, Zentralheizung und Warmwasserbereitung und grossem Badzimmer mit komfortabler Ausstattung. Das Dachgeschoss ist unausgebaut mit Ausnahme eines Zimmers im Ostgiebel.

Erstellungsjahr 1928. Baukosten ohne Umgebungsarbeiten 74 Fr./m³.

Das Eigenhaus des Architekten.

Der Bauplatz hat ein Gefälle von rd. 6 m in südwestlicher, diagonalen Richtung, das Anlass gab zu den starken Terrassierungen. Der ganze Keller musste ausgesprengt

werden. Zu den notwendigen Stützmauern konnten die beim Aushub gewonnenen Steine verwendet werden.

Alle ständig benützten Räume, nämlich vier Zimmer, Küche und Bad, liegen auf einem Boden. Drei der Zimmer werden als Schlafzimmer benützt und liegen mit dem Bad und WC an einem internen, abgeschlossenen Korridor. Bad und WC sind durch eine 2 m hohe Wand getrennt. Das Wohn- und Esszimmer an der Südwestecke des Hauses steht in enger Verbindung mit der westlich angebauten offenen Laube und dem intimen kleinen Blumengarten. Im Sommer dient diese Laube als Freiluft-Wohnraum und hauptsächlichster Aufenthaltsort der Familie auch für die Mahlzeiten. Von der Küche aus ist sie durch ein Fenster des Windfanges leicht bedienbar.

Von der Laube führt eine Treppe zum untern, dem Kellergeschoss südlich vorgelagerten Garten mit der Spielwiese für die Kinder. Ein Steinwall aus den schlechtern Aushubsteinen ermöglichte es, auch diesen Gartenteil horizontal zu legen trotz des starken Gefälles des Bauplatzes. Die südlichen Räume des Untergeschosses liegen auf gleicher Höhe wie dieser Garten. Sie sind nicht unterkellert, haben aber gut isolierte Böden und sind an die Heizung angeschlossen.

Im Dachstock liegt auf der Südseite, wo die Aussicht auf die Berge und die alte Stadtmauer mit den Türmen am schönsten und unverbaubar ist, die grosse Wohndiele, ein Raum für Musik und Geselligkeit, auch gelegentlicher Arbeitsraum des Hausherrn. Sie steht in guter direkter Verbindung mit dem Hauseingang durch die gradläufige Treppe, und mit der Küche durch einen Speiseaufzug. Die abgeschrägten seitlichen Teile, der mit Klinkern gemauerte Kamin und die sichtbaren Holzbalken der Decke geben dem Raum eine behagliche Wohnlichkeit. Nach der Nordwestseite liegen im Dachstock noch zwei Schlafräume und ein WC mit Waschgelegenheit.

Der Bau ist sparsam ausgeführt mit 25 cm starkem Marmurwerk, enthält aber viele eingebaute Schränke. Auch das Esszimmermobiliar, Truhenbank und niedriges Buffet aus gestrichenem Tannenholz mit Inlaidabdeckung wurden eingebaut. Baujahr 1932/33. Baukosten ohne Umgebungsarbeiten 55 Fr./m³.

Sondages aérologiques.

Par PIERRE BERGER, Dr. ès sciences, ingénieur, Zurich.

Ces dernières années les sondages aérologiques ont pris une rapide extension. Les raisons en sont nombreuses, et nous les analyserons très brièvement un peu plus loin. Auparavant il est utile, pour saisir l'étendue des progrès réalisés, de donner un court aperçu de l'historique de cette question.

Depuis près d'un demi-siècle des météorologistes ont analysé plus ou moins régulièrement la structure atmosphérique à l'aide de sondages de la température, de la pres-

¹⁷⁾ R. W. Bailey und A. M. Roberts: „Testing of Materials for Service in High Temperature Steam Plant“, Proc. of Inst. M. E. 1932, S. 209.

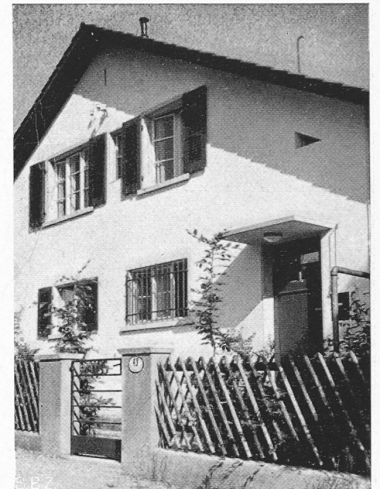


Abb. 10. Bergseite mit Eingang.



Abb. 8. Die Aussicht über die Stadt von der Terrasse aus.

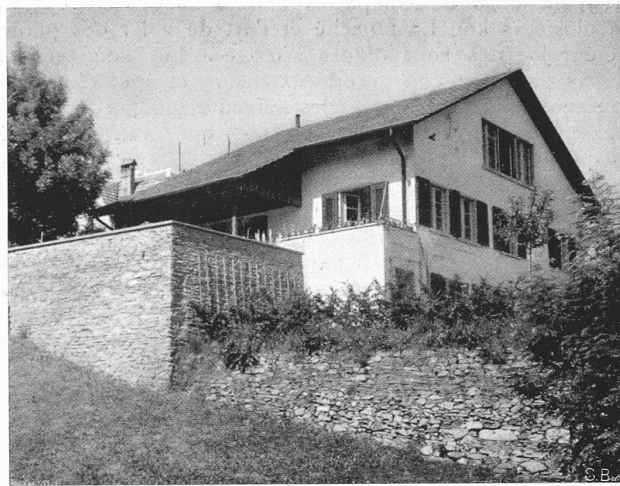


Abb. 9. Südsicht mit der grossen Terrasse vor der Laube.

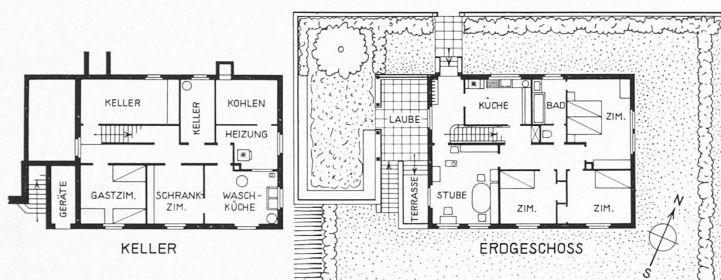
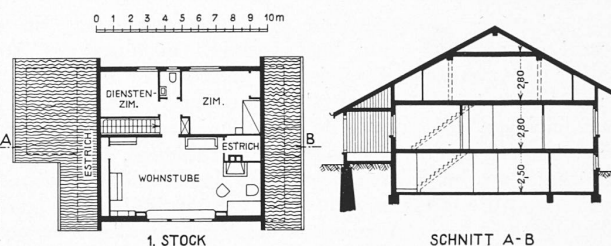


Abb. 7. Das Eigenheim der Architekten W. Baur-Schill in der Geissmatt in Luzern. Grundrisse und Schnitt 1:400.



sion et de l'humidité de l'air. Je ne citerai pas ici les intéressants résultats obtenus. Pour l'instant, je désire ne parler que de la technique de ces sondages. Il sont faits à l'aide d'un appareil „porteur“ et d'un ensemble d'instruments enregistreurs (thermographe, barographe, hygrographe) généralement réunis en un seul agrégat (météorographe). Les appareils porteurs usuels sont: les cerfs-volants ou les ballons-captifs pour les couches très basses de l'atmosphère; les avions pour les altitudes ne dépassant pas 7000 mètres; les ballons sondes pour l'exploration de la haute atmosphère.

L'avantage des cerfs-volants et des ballons-captifs est de pouvoir enregistrer pendant plusieurs heures consécutives, sans grands frais, les variations locales de la température, de la pression et de l'humidité en „atmosphère libre“, à quelques km du sol. Lorsque ces appareils sont en l'air, il suffit de les ramener au sol pour que l'on puisse dépouiller les météorogrammes, dont l'étude peut servir à la prévision du temps. L'emploi de ces engins est lié à des inconvénients notables: 1° ils ne montent généralement pas bien haut; 2° il n'est pas toujours aisé de les „lancer“; 3° leurs câbles d'attache présentent un double danger: a) comme obstacle pour la navigation aérienne, b) à cause de leur propre poids, ils ne peuvent avoir une grande section; il est arrivé qu'ils se sont rompus et qu'ils ont provoqué de coûteux courts-circuits.

Pour ces différentes raisons, leur emploi ne s'est jamais très développé; d'autres solutions furent étudiées. On mit au point de petits ballons-libres: les ballons-sondes, capables de pénétrer dans la stratosphère. Au début ils furent en papier, et dès les premières années du siècle on chercha à les faire en caoutchouc. Grâce au progrès dans les méthodes de travailler cette matière, son emploi a rapidement évincé le papier.

Les sondages aérologiques par ballons-sondes se font principalement à l'aide des deux méthodes usuelles suivantes: 1° On emploie un seul ballon recouvert d'un petit parachute auquel on suspend un météorographe. A une certaine altitude, en général très élevée, le ballon-sonde étant

dilaté à la limite, éclate subitement. Le parachute ralentit la descente et amortit l'atterrissage du météorographe.

2° Au lieu de se servir d'un seul ballonnet, on en emploie deux en „tandem“. A très haute altitude, tôt ou tard l'un éclate à cause d'un défaut quelconque du caoutchouc. Le météorographe étant trop lourd pour le ballon resté intact, l'entraîne vers le sol; sa force ascensionnelle ralentit la chute et préserve les appareils enregistreurs d'un choc trop violent à l'atterrissage.

Le principal avantage des ballons-sondes est de pénétrer souvent dans la stratosphère et d'atteindre fréquemment 20000 mètres et plus. Cette précieuse qualité est compensée par de graves inconvénients inhérents à la technique du sondage. En effet les ballons-sondes, après avoir été lâchés, sont complètement livrés aux caprices des vents. Généralement on l'observe aussi longtemps que possible à l'aide de théodolites, mais dans la plupart des cas ils s'éloignent tant qu'ils sont plus ou moins vite perdus de vue. Dès cet instant on ne sait plus rien; dans quelle direction sont ils entraînés? Où iront-ils se poser? Pour pouvoir restituer les diagrammes, il faut que quelqu'un les retrouve, en prenne soin, veuille bien se conformer aux prescriptions écrites qui les accompagnent pour les retourner à l'Office météorologique d'où ils furent lancés. De nombreuses heures, des jours, voire des semaines peuvent s'écouler avant que l'on puisse étudier les diagrammes. Certains de ces ballons-sondes atterrissent très loin de leur point de départ (200, même 300 km), quelques uns ne sont peut-être jamais retournés, d'autres ne sont pas retrouvés. Les renseignements qu'ils livrent sur l'état de l'atmosphère servent seulement à une étude scientifique rétrospective de la situation atmosphérique.

Dès la fin de la guerre, il fut possible de se servir d'un nouveau „porteur“ pour les météorographes: l'avion; ils atteignent journalièrement 5000 à 7000 m et reviennent après quelque 100 minute à leur point de départ. Ces avions météorologiques sont pour la plupart dotés de TSF. Ils volent par tous les temps, startent dans le brouillard,

grimpent dans de compactes masses nuageuses, épaisses de plusieurs km. La tenacité et l'art de voler des pilotes-météorologistes sont dignes d'éloges. Les sondages par avions prennent une grande extension et sont d'un usage courant. La liste fragmentaire suivante indique le nombre maximum et la nature des sondages qui seraient effectués, chaque jour, dans différents pays:

France: 5 par avions, les jours ouvrables, 1 par ballon-sonde; Allemagne: 11 par avions, dont 1 par cerf-volant, tous les jours; Hollande: 3 à 4 par avions, les jours ouvrables; Angleterre: 8 par avions, les jours ouvrables; Pologne: 9 par avions, les jours ouvrables; Belgique: 1 par avion, les jours ouvrables et 1 par ballon sonde, etc.

En Suisse depuis de nombreuses années, ces mesures en pleine atmosphère ont été assez délaissées. Nos postes météorologiques alpestres: Jungfraujoch, Säntis, Pilate, Rigi, Rochers de Naye, etc., nous livrent des renseignements complets; ils ne peuvent malheureusement pas être comparés sans autre aux sondages. Nos observations en montagne présentent l'avantage d'être faites, quelque soit le temps, 3 fois par jour, à heure fixe, à une altitude connue sans ambiguïté.

L'intérêt croissant, en particulier au cours de ces dernières années, pour les sondages aérologiques a de nombreuses causes, dont je ne désire citer que quelques unes. Les météorologistes d'Aéroport sont constamment en liaisons avec des pilotes de ligne qui, au retour de leurs vols, leur signalent des zones de turbulence, des courants différents, des inversions thermiques, les altitudes de couches de brume, de nuages, etc. Ces météorologistes prennent ainsi un contact réel avec les diverses masses d'air: arctique, subpolaire, tropicale, etc. Il est nécessaire qu'ils les connaissent avec exactitude (d'où nécessité des sondages) pour préciser des points importants (en particulier les dépôts de glace, etc.) des prévisions qu'ils établissent à chaque instant pour l'aviation commerciale.

L'étude des courants aériens verticaux, nécessaires au vol à voile, a amené de nouveaux fervents adhérents aux sondages aérologiques. Le degré de stabilité de l'atmosphère ne peut être évalué que si les variations de température et d'humidité sont connues en fonction de l'altitude.

Les météorographes ont subi dernièrement une profonde évolution. Je ne m'attarderai qu'aux dernières créations. Un météorographe quasi standard pour avion est le météorographe Bosch-Cannegieter. Il consiste d'un tambour enregistreur, entraîné par un mouvement d'horlogerie placé à l'intérieur du cylindre; d'une cheminée d'aération dans laquelle sont placés un thermomètre bimétallique et un faisceau de cheveux servant à mesurer l'humidité de l'air; d'un baromètre composé de capsules de Vidi. L'enregistrement se fait à l'aide de stylets sur une feuille métallique très mince, enduite de noir de fumée. Les météorographes d'avions sont lourds; montés, ils pèsent de 5 à 10 kgs; ceux des ballons sondes sont semblables mais plus légers, cependant avec les impédiments nécessaires pour la suspension, panier, para-soleil, etc, leur poids s'élève encore à environ 2 kgs.

Très souvent les mouvements d'horlogerie cessent malheureusement de fonctionner lorsque les ballons-sondes atteignent 10 à 15 km de hauteur; à cause de l'arrêt du tambour il est impossible d'analyser les parties des diagrammes qui correspondent aux plus hautes altitudes atteintes. Pour cette raison, les mouvements d'horlogerie sont supprimés sur quelques appareils modernes: météorographe Jaumotte, radiosondes; il en résulte aussi une diminution appréciable du poids à emporter.

Le météorographe Jaumotte ne pèse que 100 gr environ; il enregistre directement la température et l'humidité en fonction de la pression. Toute amplification par leviers ou bielles est supprimée, par conséquent le graphique est très petit. Le procédé d'enregistrement réalise un trait très délié qui supporte un fort grossissement. L'appareil est représenté schématiquement sur la fig. 1. Sur un support (S) très léger, est fixé un ressort (R) courbé de 180° en-

viron dont l'extrémité libre porte une petite plaque (P) qui lui est perpendiculaire. Une capsule de Vidi (V) modifie l'écartement des bras du ressort. Sur le même support sont fixés un thermomètre bimétallique T enroulé et un hygromètre (H) à cheveux actionnant chacun un stylet qui appuie sur la plaque d'enregistrement. Un troisième stylet

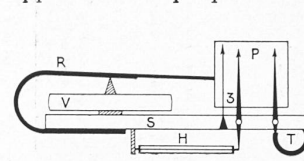


Fig. 1. Météorographe Jaumotte.

monté sur le support trace un trait de repère sur la plaque.

Si la pression seule varie, la capsule de Vidi entraîne la plaque P de haut en bas et les trois autres stylets traacent trois droites parallèles.

Si la température ou l'humidité seule varie, le stylet décrit sensiblement un arc de cercle. Si les trois éléments évoluent simultanément on enregistre la température et l'humidité en fonction de la pression et un trait de repère. Le météorographe est protégé par un boîtier. Il pèse 14 à 16 gr; mesure environ 9 cm de long; la plaque enregistreuse a 8 mm sur 20 mm. Les traits sont gravés par de petits diamants.

Grâce à ces appareils, le service météorologique belge a trouvé tout dernièrement une nouvelle inversion thermique, temporaire, dans la stratosphère. Vers 25 km d'altitude la température, dans certains cas, serait supérieure à 245° C absolu.

Les avantages constructifs de cet appareil sont compensés par l'inconvénient inhérent à la méthode des sondages, que les diagrammes ne peuvent être dépouillés que très tardivement.

Les sondages de la haute atmosphère auraient beaucoup plus d'intérêt s'il était possible de connaître quasi instantanément les valeurs de la température, de la pression et de l'humidité.

En 1927 on a songé en France à suspendre un poste émetteur de TSF, ultraléger, à un ballon libre et à écouter au sol l'émission sur ondes courtes. Le 3 mars 1927 eut lieu la première expérience à Trappes; elle fut couronnée de succès. L'émission était audible pendant toute l'ascension, même lorsque l'émetteur était dans la stratosphère. Dès cet instant il n'y avait qu'un pas à faire pour réunir le poste émetteur à un météorographe, mais il fallait encore imaginer un système de création de signaux. Par radio-sonde nous désignons un météorographe qui commande l'émission d'un très léger émetteur sur ondes courtes.

Après de patientes recherches, Mrs. Bureau et Idrac mirent au point une radio-sonde. Le premier sondage à l'aide de cet appareil fut effectué le 7 janvier 1929.

Depuis les premiers sondages de 1929 des modifications importantes furent apportées à ces appareils. L'appareil pèse 900 gr, sans antenne et sans alimentation. La radio-sonde complète, prête à fonctionner, ne pèse que 1,5 kg. La réception au sol est enregistrée par un oscillographe, seule la pression et la température sont mesurées, mais d'une manière discontinue. En Allemagne d'autres radio-sondes furent mises au point. Les Etablissements Telefunken en prêtèrent une pour la deuxième Ascension du Professeur Piccard. Malheureusement elle ne put être employée pour le vol Zurich-Desenzano. Cet appareil (fig. 2) mesure la température et la pression atmosphérique. Il fonctionne de la manière suivante: la capsule barométrique 1 entraîne la roue 2 à l'aide d'une petite chaînette. La roue 2 est composée de petits segments isolants et de larges segments conducteurs. Sur ce contacteur circulaire s'appuie une deuxième roue intercalée dans le circuit anodique. Lorsque cette radio-sonde est élevée, le baromètre provoque une rotation de la roue 2 dont les segments isolants coupent la tension de la plaque.

L'émission est donc interrompue à intervalles réguliers de 100 en 100 m à peu près. Le thermomètre, invisible sur la figure 2, est dans le cylindre 3. Il entraîne une armature d'un petit condensateur variable 4, intercalé dans le circuit oscillant. La variation de température pro-

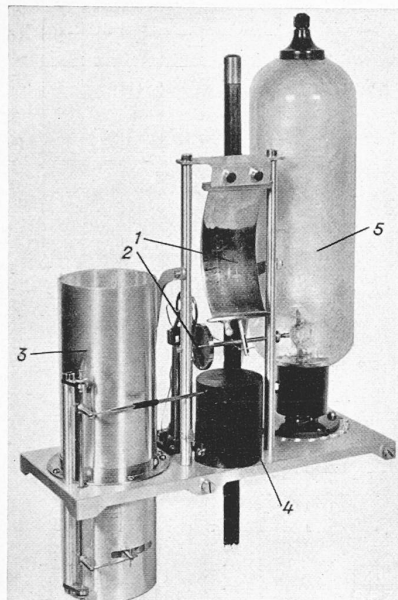


Fig. 2. Radio-sonde système „Telefunken“.

la pression. La réception au sol se fait à l'écoute à l'aide d'un récepteur spécial. Après étalonnage, il est facile de déduire du nombre d'interruptions la pression correspondante; la longueur d'onde donne la température. Cette dernière est donc communiquée d'une manière continue, ce qui est nécessaire pour avoir des renseignements précis sur les inversions thermiques. La pression est transmise point par point.

Les Etablissements Askania ont sorti la radio-sonde de la fig. 3. Cet appareil se compose d'un baromètre, thermomètre, hygromètre et d'un émetteur ($\lambda = 25$ à 100 m). L'appareil pèse, sans antenne, environ 1,5 kg.

Depuis près d'un an, des batteries très légères sont construites, d'après le procédé Schmidt, à l'Observatoire Aéronautique de Lindenberg. Une batterie de 30 V pèse 100 gr, un accumulateur pour la chauffe du filament 40 gr. Ces nouvelles sources de courant permettent un gain de plus de 300 gr.

Le principe de fonctionnement de la radio-sonde Askania est semblable à celui qui fut étudié par Moltchanoff. Voici quelques précisions sur cette méthode (fig. 4):

Les trois stylets conducteurs du thermomètre, baromètre et hygromètre se déplacent sur un cercle. A chaque stylet est attribué un secteur isolant de 100°. Entre ces secteurs sont trois segments conducteurs décalés de 120°, de différentes longueurs. Un balai, entraîné par un mouvement d'horlogerie, parcourt le cercle d'un mouvement uniforme. Chaque fois qu'il rencontre un des segments conducteurs ou un des stylets un circuit électrique est fermé.

La durée que met le balai à passer d'un segment conducteur à un stylet sert de mesure pour la température ou la pression ou encore l'humidité. Le balai fait une rotation complète en 30 sec environ. Les mouvements d'horlogerie dont se servent les Etablissements Askania semblent être moins sensibles au froid que ceux employés en France. — La réception peut être faite graphiquement à l'aide d'un récepteur d'image, système Dieckmann.

Ces trois radio-sondes: française, Telefunken et Askania, et le météorographe Jaumotte sont les appareils modernes pour l'exploration météorologique de la haute atmosphère. Ces radio-sondes sont plus légères que les anciens météorographes pour ballons sondes.

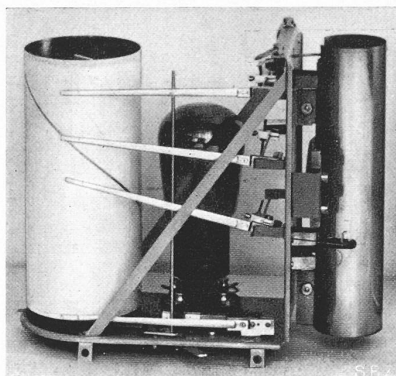


Fig. 3. Radio-sonde système „Askania“.

voque ainsi une variation de la longueur d'onde; l'émetteur proprement dit 5 travaille sur 45 m environ.

Cet appareil enregistre seulement la température et

pérature équivalente; b) à quelle altitude est, au sein de chaque masse d'air, le niveau de condensation et quelle est l'énergie nécessaire pour la provoquer; c) l'évolution de l'humidité si l'air est contraint de s'élever; d) le degré de stabilité des diverses masses atmosphériques; f) les régions où des dépôts de glace peuvent se produire sur les aéronefs; etc.

Pour résoudre quelques-unes de ces questions, nous disposons de divers diagrammes spéciaux: téphigrammes, thétagrammes, diagrammes de Stüve, de Robitzsch, etc. Grâce aux progrès en aéronautique, en TSF et en aérologie, les météorologistes peuvent être en possession de très nombreuses observations en atmosphère libre.

Les sondages récents de la haute atmosphère ne confirment pas les hypothèses émises au début de ce siècle sur la stratosphère. Les lois qui lient éventuellement les grandes évolutions à haute altitude et les troubles météorologiques de la troposphère sont encore à trouver. Espérons que les beaux progrès actuels ne serviront pas seulement à acquérir une connaissance abstraite et précise de notre atmosphère, mais qu'ils provoqueront une amélioration notable pour l'étude des prévisions du temps.

Knickversuche mit Leichtmetall.

Noch heute, 24 Jahre nach ihrer Veröffentlichung, ist es ein Vergnügen, die „Untersuchungen über Knickfestigkeit“ von Theodor von Kármán zu lesen¹⁾. Die in dieser Dissertation entwickelten und experimentell erhärteten Gedanken haben in die Praxis Eingang gefunden und mit der Einführung des Leichtmetalls verdoppelte Wichtigkeit erlangt.

Die Eulersche Knickformel beruht auf der Berechnung des Momentes der in einem Stabquerschnitt übertragenen Spannungen um dessen neutrale Axe (unter „neutraler Axe“ in etwelcher Abweichung vom Sprachgebrauch diejenige Querschnittsgerade verstanden, längs welcher die mittlere Spannung σ_m herrscht) Abb. 1 erinnere an die hierbei supponierte Spannungsverteilung. Die neutrale Axe ist die Axe des kleinsten Hauptträgheitsmomentes I , geht also durch den Schwerpunkt S des Querschnitts. Das gesuchte Moment der Spannungen um sie beträgt EI/ρ (E = Elastizitätsmodul, ρ = Krümmungsradius der elastischen Linie). Indem man dieses Moment jenem der äusseren Druckkraft gleichsetzt, gelangt man zur Differentialgleichung der elastischen Linie und damit zur Eulerschen Formel $\sigma_k = \pi^2 E/s^2$ (σ_k = Knickbeanspruchung = kritischer Wert von σ_m , s = Schlankheit). Diese wegen anscheinender Diskrepanz mit der Wirklichkeit in Verruf geratene Formel wurde durch die ihre Voraussetzungen beachtenden Knickversuche von Tetmajer's rehabilitiert; die Annäherungskunst, mit der v. Kármán, v. Tetmajer an Präzision noch übertreffend, im elastischen Fall die von Leonhard Euler vor beiläufig anderthalb Jahrhunderten vorzeichnete, im unelastischen Fall die von ihm selber errechnete mathematische Linie im Laboratorium beinahe zu verwirklichen wusste, macht einen der Reize seiner Arbeit aus.

Der Spannungsverteilung von Abb. 1 liegen folgende Annahmen zugrunde: 1. Ebene Querschnitte bleiben eben; 2. jede

¹⁾ Erschienen 1910 als Heft 81 der Mitteilg. über Forschungsarbeiten des V.D.I.

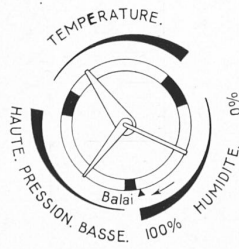


Fig. 4. Système Moltchanoff.