

Zeitschrift: Ski : Jahrbuch des Schweizerischen Ski-Verbandes = Annuaire de l'Association Suisse des Clubs de Ski

Herausgeber: Schweizerischer Ski-Verband

Band: 21 (1926)

Artikel: Vom Ski-Weitsprung und seiner Mechanik

Autor: Straumann, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-541395>

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: 10.04.2025

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

Vom Ski-Weitsprung und seiner Mechanik.

Innert wenigen Jahren hat der Skisprung, speziell der Ski-Weitsprung ungeahnte Fortschritte gemacht. Von Jahr zu Jahr werden grössere Weiten erreicht. Dem objektiven Beobachter ist aufgefallen, dass bei den grossen Sprungweiten ein anderes Gesetz massgebend sein muss als bei kleinern und mittlern Sprungweiten. Man hat eingesehen, dass bei Weitsprüngen die Ski während des Fluges unbedingt in der Flugbahn liegen müssen, da sie sonst schwere Gleichgewichtstörungen und Stürze verursachen können. Man hat beobachtet, wie leicht einige wenige Springer von der Schanze wegfliegen, bei gestreckter Flugbahn und ruhigem Flug grosse Weiten erreichen und federleicht stehen. Man hat sich gefragt, weshalb andere, ebenso mutige Springer trotz gut fahrenden Ski und wuchtigem Absprung weniger weit sprangen, schwer aufkamen und nur mit grossem Kraft- und Energieaufwand zu stehen vermochten. Ich hatte speziell in Pontresina anlässlich des Sprungwettlaufes vom 10. Januar 1926 Gelegenheit zu prüfen, ob meine Vermutung, die aërodynamischen Kräfte seien beim Weitsprung von ausschlaggebender Wirkung, richtig ist. Es war dort deutlich zu beobachten, dass die Ueberlegenheit hinsichtlich Sprungweite und Sicherheit von Carlsen und Wuilleumier ihren Kameraden gegenüber nicht auf besser fahrende Ski, sondern allein auf ihren Absprung und die Haltung des Körpers (starkgewölbte Vorlage) während des Fluges zurückzuführen ist. Die weiten Sprünge von Carlsen und Wuilleumier waren typische Gleitflüge. Diese Beobachtungen veranlassten mich, am schweiz. Skirennen in Wengen der Sache durch Geschwindigkeits- und Flugbahnvermessungen auf den Grund zu gehen.

Es sind in erster Linie folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie sieht die Flugbahn des Springers aus, die bei gegebener Abgangsgeschwindigkeit von der Sprungschanze die grösste Sprungweite und den geringsten Druck beim Aufsprung ergibt oder mit andern Worten, welches ist die Flugbahn, die die vorhandenen Kräfte möglichst ökonomisch in Weite umsetzt?
2. Wie hat sich der Springer zu verhalten, damit er diese Flugbahn beschreibt?
3. Wie muss eine Sprunganlage aussehen, damit sie sich den Flugbahnen möglichst anpasst, d. h. für alle Sprunglängen minimale Einfallswinkel ergibt?

Wir unterscheiden zwei Arten von Sprüngen, den «ballistischen» Sprung und den «aërodynamischen» Sprung. Der ballistische Sprung ist der altgewohnte Sprung, der eher ein Tiefsprung als ein Weitsprung ist und bei dem die Flugeschwindigkeit in der Regel unter 20 msk. liegt. Bei diesem Sprung spielt die Masse, das Gewicht in Verbindung mit der Geschwindigkeit die Hauptrolle. Der Luftwiderstand hat bei dieser Geschwindigkeit im Verhältnis zu den Trägheitskräften nur unbedeutend Einfluss auf Sprunglänge und Flugbahn. Infolgedessen ist auch die Körperlage und Skiführung während des Fluges nicht von Bedeutung für die Form der Flugbahn. Der aufmerksame Beobachter wird auch festgestellt haben, dass bei diesen Sprüngen mit oft vorn aufgebäumten Ski und wenig Vorlage ebenso weit gesprungen wurde wie mit herunter gedrückten Skispitzen und starker Vorlage. Man beobachtete ferner, dass die Wucht des Absprunges die Sprunglänge vorteilhaft beeinflussen konnte. *Beim ballistischen Sprung liegt der Erfolg in aller erster Linie beim wichtigen Absprung* (Dr. Baader, Lauener, Schneider, Bärtsch usw.), *Skiführung und Körperlage spielen eine hinsichtlich Sprunglänge untergeordnete Rolle.*

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim *Weitsprung mit grosser Geschwindigkeit* (beim aërodynamischen Sprung Gleitflug). Bei Geschwindigkeiten von 22 Meter und mehr (Sekundenmeter), wie sie bei den modernen Weitsprungschanzen für Sprunglängen von 50 und mehr Meter erreicht werden, spielt der Luftwiderstand, der bekanntlich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, gegenüber den Trägheitskräften eine dominierende Rolle.

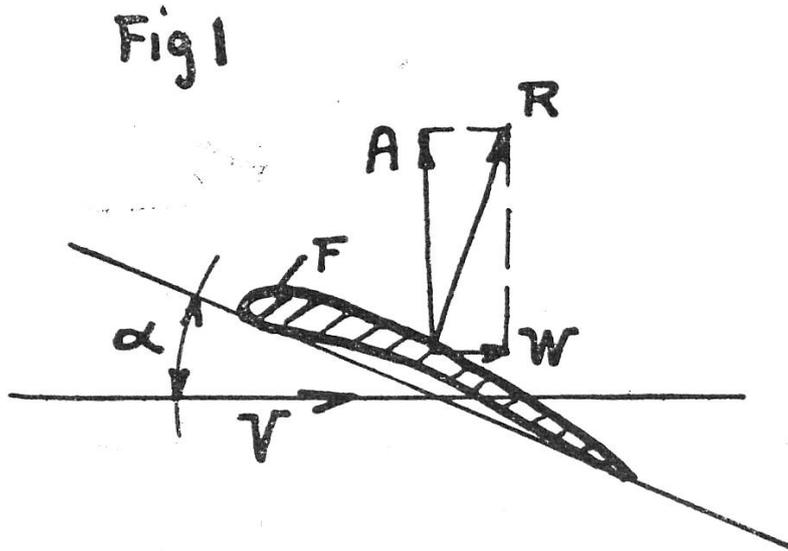
Bei der nachfolgenden Untersuchung setzen wir voraus, dass die Ski in der Flugbahn liegen; es ist dies die einzig mögliche stabile Lage für die Ski bei grosser Flugeschwindigkeit.

Die Aërodynamik lehrt uns, dass bei einem Flügelprofil F (Fig. 1), das sich gegen die Luft unter einem Einfallswinkel α mit der Geschwindigkeit V bewegt ein Luftwiderstand R entsteht, der sich in einen Auftrieb A und einen der Bewegung entgegengesetzten Widerstand W zerlegen lässt. Es ist ferner bekannt, dass die Reaktion R proportional ist dem Flächeninhalt der Tragfläche S , dem Quadrat der Geschwindigkeit V und einem durch die geometrische Form der Tragfläche bestimmten Faktor K . Wir können somit für einen bestimmten Einfallswinkel α schreiben:

$$R = K S V^2 \quad A = R \cos \varphi \quad W = R \sin \varphi.$$

R und φ somit auch A und W verändern sich mit dem Einfallswinkel α . Durch Laboratoriumsuntersuchungen

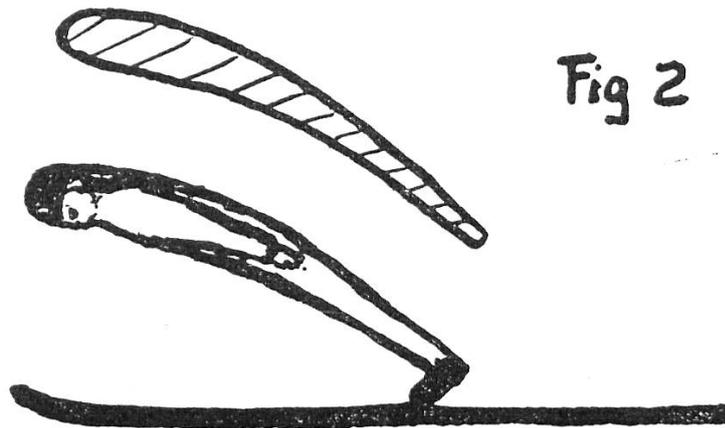
(Eiffel usw.) wurden für eine grosse Anzahl von Profilen Grösse und Lage der Reaktion R in Abhängigkeit vom Einfallswinkel α festgelegt. Ebenso das Verhältnis A/W in Abhängigkeit von α . A ist nun diejenige Kraft, die dem Gewicht des gleitenden Körpers entgegen wirkt d. h. den Fall gegen die Erde verlangsamt; W wirkt der Geschwindigkeit entgegen d. h. bremst die Fluggeschwindigkeit ab. Es



soll somit danach getrachtet werden, A möglichst gross und W möglichst klein zu machen, d. h. es soll das Verhältnis A/W möglichst gross sein. Die Untersuchungsergebnisse (es sei hier auf das Werk von Eiffel hingewiesen: «Recherches sur la résistance de l'air et l'aviation faites au laboratoire d'Auteuil») lehren uns, dass das Minimum von A/W bei Einfallswinkel α von durchschnittlich 4–10 Grad liegen. Die Aërodynamik zeigt uns ferner, dass bei den für weite Sprünge in Betracht kommenden Geschwindigkeiten von 22 bis gegen 30 Meter pro Sekunde gewölbte Profile vorteilhafter sind als solche von geringer Durchbiegung, dies mit Berücksichtigung der durch die maximale Vorlage (10–15 Grad gegen Horizont) die einem Springer praktisch zugemutet werden darf, gegebenen Einfallswinkel. Die stark gewölbte Fläche hat den weitem Vorteil einer grösseren Stabilität im Fluge. (Fig. 2)

Der Körper des Springers lässt sich sehr gut in ein bekanntes Profil einsetzen. Er dürfte somit bei richtiger Körperhaltung ähnliche Eigenschaften aufweisen wie das zugehörige Flügelprofil. Wir dürfen somit das Resultat obiger Ueberlegung auf den Springer anwenden und den ersten Grundsatz für die Körperhaltung formulieren:

Damit der Stirnwiderstand d. h. der Geschwindigkeitsverlust möglichst klein wird, der aërodynamische Auftrieb (die nach oben gerichtete Komponente des Luftwiderstandes) möglichst gross wird, muss der Körper des Springers gewölbt sein und gegen die Flugrichtung eine Vorlage von ca. 10 Grad oder womöglich noch weniger aufweisen. Mit andern Worten, bei gegebener Abgangsgeschwindigkeit von der Sprungschanze ist die Flugbahn des Sprunges um so gestreckter und der Sprung um so länger, je stärker die Vorlage ist.



Herr Dr Baader kommt in seiner unlängst erschienenen, reich illustrierten Schrift (Wunder des Schneeschuhs, Sprunglauf) *) ebenfalls auf den Einfluss des Luftwiderstandes zu sprechen, hat es aber unterlassen, die aërodynamischen Verhältnisse, wie sie beim Skiweitsprung vorliegen, zu untersuchen. Er schildert rein aus praktischer Erfahrung, wie die grössere Vorlage aërodynamisch günstiger sein muss. Es ist ihm jedoch ganz entgangen, dass nicht nur der durch starke Vorlage verringerte Stirnwiderstand den Sprung verlängert, sondern dass es hauptsächlich der aërodynamische Auftrieb ist, der der Erdbeschleunigung entgegen wirkt und dadurch den Sprung streckt. Der Springer muss nicht auf der Luft liegen wie Dr Baader schreibt, sondern der Körper des Springers muss, wie die Tragfläche eines Flugzeuges, auf der Luft *gleiten*. Je mehr sich das Verhalten des Springers in der Luft demjenigen einer Gleitfläche nähert, desto wirksamer wird der Luftwiderstand in Sprunglänge umgesetzt.

Die bestehenden Sprunganlagen gestatten die Anwendung dieser Sprungtechnik in der Regel gar nicht oder nur in stark beschränktem Masse. Auf ihnen ist die bis heute praktizierte und auch von Dr Baader beschriebene Sprung-

*) Siehe Besprechung Seite 111.

technik anzuwenden. In diesem Falle wirkt der Luftwiderstand, weil nicht aërodynamisch nützlich verwertet (in Auftrieb umgesetzt), nicht sprungverlängernd, sondern lediglich als Bremse, d. h. sprungverkürzend. Auch bei starker Vorlage liegt der Körper meist senkrecht auf der Flugbahn, selten etwas stärker nach vorne. Bei diesem grossen Einfallswinkel des Luftwiderstandes kann von einem aërodynamischen Auftrieb nicht die Rede sein; der Körper wirkt lediglich als Fallschirm. Eine weitere Auswirkung des bremsenden Luftwiderstandes ist ein starkes Abkrümmen der Flugbahn gegen die Erde zu. Es ergeben sich dadurch auf einer geradlinig verlaufenden Aufsprungbahn bei zunehmender Sprunglänge grösser werdende Einfallswinkel und in Folge dessen steigender Druck beim Aufsprung, bis schliesslich der Sprung nicht mehr zu stehen ist. Wir haben diesen Vorgang anlässlich der Sprungkonkurrenz am schweizerischen Skirennen in Wengen 1926 durch Flugbahnvermessungen, deren Ergebnisse am Schluss dieser Arbeit zu finden sind, untersucht. Sollen noch grössere Sprunglängen erzielt werden, so kann dies lediglich dadurch erreicht werden, dass die Aufsprungbahn der Flugbahn angepasst wird, d. h. dass ihr stärkeres Gefälle gegeben wird. Es darf jedoch eine gewisse Grenze, die schätzungsweise bei 38 bis 40 Grad liegen dürfte, nicht überschritten werden, ansonst die Stürze zu gefährlich werden.

Diese neue Weitsprungtechnik lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Anlauf: Der Springer sitzt in tiefer Hocke, möglichst klein zusammen geduckt auf den Ski, das Gewicht stark nach hinten verlegt auf ganzer Fusssohle. Dadurch wird die Widerstandsfläche gegen die Luft in Fahrtrichtung auf ein Minimum beschränkt. Diese Gewichtsverteilung entlastet den Vorderteil der Ski, und vermindert dadurch den Gleitwiderstand (Reibung gegen Anlaufbahn). Erfolgreiche Vertreter dieser Anlauftechnik, die bei gegebenem Anlauf grösstmögliche Fahrt gibt, sind z. B. Carlsen, Wuilleumier und Girardbille.

Absprung: Der Absprung besteht im Vorschnellen des Körpers aus der tiefen Hocke in die starke Vorlage. Das Gewicht des Körpers soll möglichst schnell nach vorne geworfen werden. Der Winkel des gewölbten Körpers gegen die Horizontale soll kurz nach Verlassen der Sprungschanze nicht grösser sein als ca. 10° . Da sich das Umsetzen des Luftwiderstandes in Auftrieb in der Anfangsphase des Fluges wegen dem kleinen Einfallswinkel am wirksamsten gestaltet, soll die starke Vorlage möglichst rasch erreicht werden.

Das pfeilartige Vorschnellen des Körpers ergibt ein schönes, wuchtiges Absprungbild, und gibt im Gegensatz zum «Hochsprung», der *mit Unrecht* von vielen Kampfrichtern als der einzig richtige Absprung angesehen wird, einen viel schönern und vor allem *ruhigeren* Flug. Der Hochsprung gibt infolge des Kampfes gegen den bremsenden, passiven Luftwiderstand in der Regel unruhigen Flug mit starken, wiederum bremsenden Armbewegungen.

Vom Flug: Der Uebergang vom Anlauf zum Flug soll möglichst so erfolgen, dass die Fahrtrichtung durch den Absprung nicht *gebrochen* wird. Die beschriebene Bahn soll vom Anlauf gleichmässig in die Flugbahn übergehen. Jedes Brechen der Fahrtrichtung nach oben, d. h. Hochsprung, bedeutet grössere Flughöhe, stark gekrümmte Flugbahn, grossen Einfallswinkel bei der Landung und somit grössern Druck und geringe Standsicherheit. Während des Fluges sollen die Ski immer genau in der Flugbahn liegen. Sie geben so den geringsten Luftwiderstand und stören das Gleichgewicht und die Ruhe des Fluges nicht. Der Körper bleibt in der starken Vorlage und ist ziemlich stark gewölbt. Der Oberkörper liegt dabei möglichst parallel zur Flugrichtung. Es bedingt dies ein im Verlaufe des Fluges stärker werdendes Abknicken des Körpers nach Vorne. Vor der Landung werden entweder die Beine nach Vorne direkt unter den Oberkörper gebracht (Tams, Wuilleumier) oder es wird das Kreuz hohl gezogen, dadurch der Luftwiderstand auf den Oberkörper vergrössert, wodurch der Springer leicht aus der starken Vorlage in die normale Landungsstellung (senkrecht zum Hang) kommt (Carlsen).

Bewertung: Nachdem die Internationale Wettlaufordnung ausdrücklich verlangt, dass der Absprung ein Hochsprung sein soll, scheint es angebracht, hier darauf hinzuweisen, dass diese Vorschrift mit den mechanischen Bedingungen, denen ein ruhiger Weitsprung genügen soll, in Widerspruch steht. Eine solche Vorschrift ist unbedingt veraltet und beeinflusst die Sprungtechnik mit Unrecht einseitig. Der Skisprung soll eine schöne sportliche Leistung sein und tendiert als solche nach Höchstleistung unter Vermeidung jeglicher Akrobatik. Es ist deshalb diejenige Sprungtechnik die richtige, die unter gegebenen Bahnverhältnissen die grösste gestandene Sprungweite gibt. Diese letzte Forderung verlangt aber:

- a) Für Sprünge von kleiner und mittlerer Sprunglänge mit kleiner Geschwindigkeit (unter 22 m) auf parabelähnlicher Aufsprungbahn *Hochsprung*.

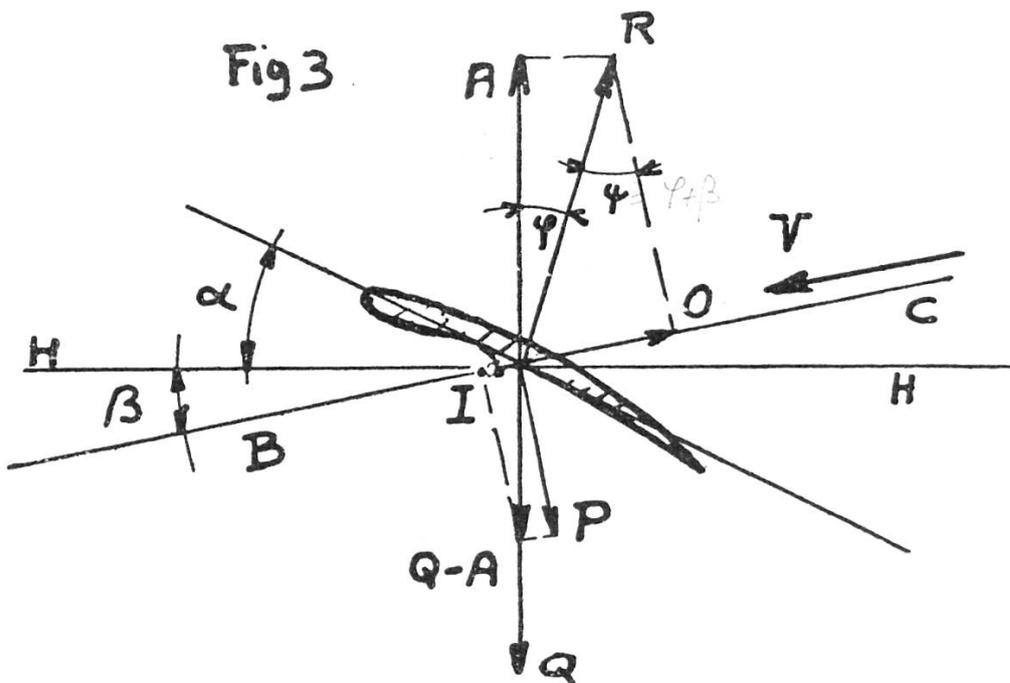
b) Für grosse Sprunglängen von über 40 m bei grosser Geschwindigkeit *Gleitflug*.

Es scheint nicht überflüssig zu sein, im Interesse einer gerechten Sprungbewertung die Herren Sprungrichter aufzufordern, der hier beschriebenen und untersuchten Sprungtechnik die ihr gebührende Beachtung zu schenken. Es ist ungerecht und zeugt von Unkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse, wenn ein Sprungrichter a priori ablehnt, eine neue entwicklungsfähige Sprungtechnik gelten zu lassen.

Das Ergebnis der aërodynamischen Untersuchung, sowie obige Erwägungen führen dazu, für den Skiweitsprung nicht nur die oben erwähnte Flugtechnik (*Gleitflug*) anzuwenden, sondern auch die Sprunganlagen dieser Flugtechnik anzupassen.

Untersuchung der Flugbahn.

Wir nehmen an, der Springer gehe beim Absprung stark in die Vorlage und bilde so mit dem durch die Absprungkante gelegten Horizont einen Winkel α (Fig. 3). Wir nehmen



ferner an, er bleibe bis kurz vor der Landung unveränderlich in dieser Lage. Es entspricht dieses Verhalten durchaus einem ruhigen ausgeglichenen Weitsprung. In einem beliebigen Punkt der Flugbahn B—C lassen sich die Kräfte zerlegen, wie es Fig. 3 illustriert. Es sei H die Horizontale B—C ein Stück der Flugbahn, das mit H einen Winkel β bildet. Es sei ferner V die Fluggeschwindigkeit des Springers, Q sein Gewicht, R die Resultierende der dem Einfallswinkel α ent-

sprechenden Luftreaktionen, φ ihr Winkel mit der Vertikalen. Wir unterscheiden Kräfte, die vertikal wirken, Gewicht des Springers Q und der Auftrieb A . Wir haben ferner Kräfte, die längs der Flugbahn wirken, so die Kräfte I und O ferner eine senkrecht zur Flugbahn liegende Kraft P . Wir können schreiben:

$$R = k V^2 S$$

$$A = R \cos \varphi$$

$$P = (Q - A) \cos \beta$$

$$W = O - I = R \sin (\beta + \varphi) - \sin \beta (Q - A)$$

Die Kräfte W (längs der Flugbahn wirkend) und P (senkrecht zur Flugbahn wirkend) verändern sich während des Fluges mit R und β und bestimmen die Form der Flugbahn. Zur Berechnung der Flugbahn teilen wir letztere in Teilstücke D (Fig. 4). Es sei V_0 die Fahrgeschwindigkeit

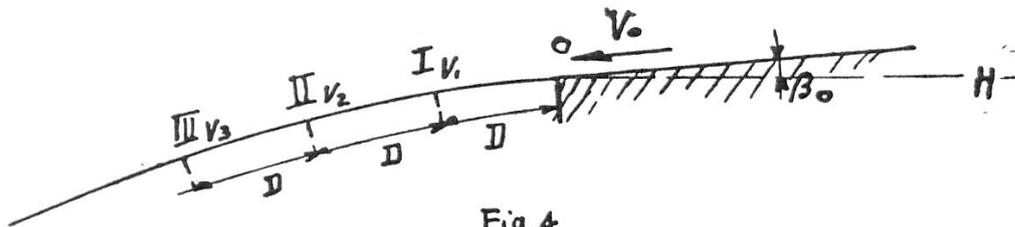


Fig. 4.

auf der Sprungkante O ; für das Teilstück $O-I$ können wir schreiben:

$$R^0 = K_0 V_0^2 S \quad W_0 = R_0 \sin (\beta_0 + \varphi) - \sin \beta_0 (Q - A_0)$$

$$A_0 = R_0 \cos \varphi \quad P_0 = (Q - A_0) \cos \beta_0$$

Die Krümmung der Flugbahn ergibt sich durch die Berechnung der Abweichung e . Wenn wir mit m die Masse des Springers bezeichnen, so ist:

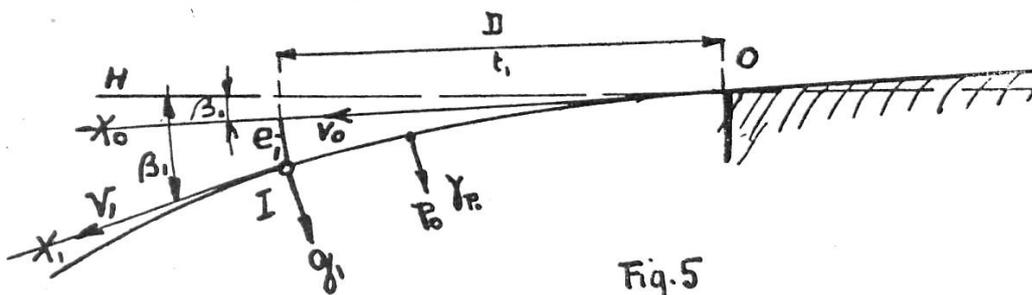


Fig. 5

$$\text{Flugzeit } t_1 = \frac{V_0}{D} \quad \text{Beschleunigung } \gamma_0 = \frac{P_0}{m}$$

$$\text{Abweichung } e_1 = \frac{1}{2} \gamma_0 t_1^2 \quad \text{Geschwindigkeit } g_1 = \gamma_0 t_1$$

Für die Bewegung längs der Flugbahn:

$$\gamma w_0 = \frac{W_0}{m} \quad V_1 = V_0 - \gamma w_0 t_1$$

$$\frac{g_1}{V_1} = \operatorname{tg} \omega^1 \quad \beta_1 = \beta_0 + \omega_1$$

β_1 = Winkel der Tangente an die Flugbahn im Punkt 1 mit der Horizontalen H . Die Linie 1— X ist die Richtung der Resultante der Geschwindigkeiten $g-V$, d. h. die Flugrichtung des Springers in Punkt I.

Analog berechnet sich das Teilstück I—II

$$R_1 = K_1 V_1^2 S$$

$$\gamma w_1 = \frac{W_1}{m}$$

$$A_1 = R_1 \cos \varphi$$

$$W_1 = R_1 \sin (\beta_1 + \varphi) - \sin \beta_1 (Q - A) \quad V_2 = V_1 - \gamma w_1 \cdot t_2$$

$$P_1 = (Q - A_1) \cos \beta_1$$

$$\frac{g_2}{V_2} = \operatorname{tg} \omega_2$$

$$t_2 = \frac{V_1}{D}$$

$$\beta_2 = \beta_1 + \omega_2$$

$$\gamma_2 = \frac{P_1}{m}$$

$$e_2 = \frac{1}{2} \gamma_1 t_2^2 \quad g_2 = \gamma_1 \cdot t_2$$

Die Berechnung der folgenden Teilstücke wird nach demselben Schema durchgeführt. Nachdem wir so alle Teilstücke berechnet haben lässt sich die Flugbahn nach Fig. 6 konstruieren:

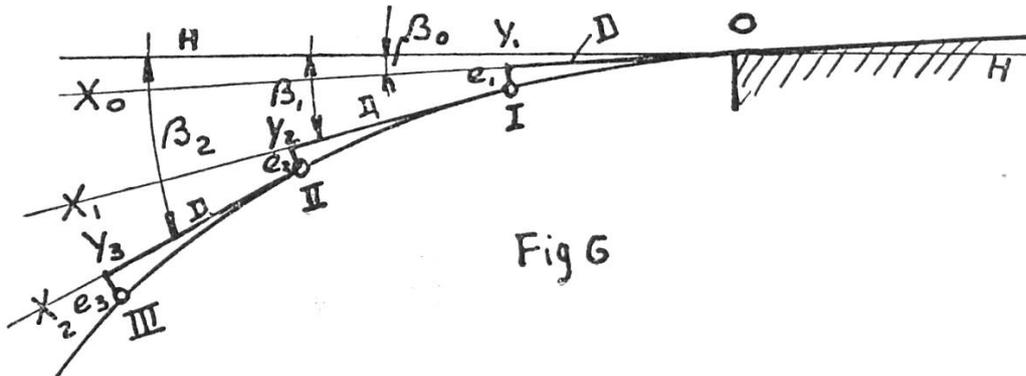


Fig 6

V_0 kann aus dem zur Verfügung stehenden Anlauf berechnet werden, D wird angenommen, die Berechnung nach obigem Schema gibt und ferner

$$D_1 \quad V_0 \quad e_1 \quad e_2 \quad e_3 \quad e_4 \quad \text{usw.}$$

$$\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \beta_3 \quad \beta_4 \quad \text{»}$$

Von der Kante O der Sprungschanze (letztere bilde mit der Horizontalen einen Winkel β_0) ziehen wir die Linie $O-X$.

Auf dieser Linie tragen wir die Distanz $O-Y_1 = D$ ab. In Y_1 tragen wir senkrecht auf $O-X_1$ die Distanz e_1 ab. Wir finden so den Punkt I der Flugbahn.

Durch I legen wir die Linie X_1 unter dem Winkel β_1 . Auf dieser Linie tragen wir wieder $I-Y_2 = D$ ab, in Y_2 senkrecht dazu e_2 und finden so den Punkt II der Flugbahn.

Durch II legen wir X_2 unter dem Winkel β_2 usw.

Wir finden so die Punkte der Flugbahn $I II III$ usw.

Die durch diese Punkte gelegte Kurve entspricht der Flugbahn des Springers.

Beispiel: Es sei die Anfangsgeschwindigkeit $V_0 = 22$ m. Es sei ferner die Neigung der Sprungschanze $= \beta_0 = 5^\circ$, das Gewicht des Springers mit Ski $= 80$ Kilo, die Oberfläche des Springers $= 1$ m². Die aërodynamischen Faktoren entnehmen wir nachfolgender Tabelle. Sie entsprechen den anlässlich der Sprungkonkurrenz in Wengen vermessenen Sprüngen.

$\alpha =$	10°	30°	60°	90°
$K =$	0,06	0,066	0,073	0,08

Es sei $\alpha_0 = 15^\circ$

$\varphi = 15 = \text{Konstant}$

Es sei ferner $D = 20$ m.

$$R_0 = 22^2 \cdot 0,06 = 29$$

$$A_1 = 29 \cdot \cos 15^\circ = 28$$

$$Q - A_0 = 52$$

$$P_1 = 52 \cdot \cos 5^\circ = 52$$

$$\gamma_0 = \frac{52}{8,15} = 6,4$$

$$t_1 = \frac{20}{22} = 0,91$$

$$e_1 = 3,4 \cdot 0,88 = 2,8$$

$$g_1 = 0,91 \cdot 6,4 = 5,8$$

$$W_1 = 29 \cdot \sin 20^\circ - 52 \cdot \sin 5^\circ = 5,4$$

$$\gamma w_1 = \frac{5,4}{8,15} = 0,66$$

$$V_1 = 22 - 0,66 \cdot 0,91 = 21,4$$

$$\text{tg } \omega_1 = \frac{5,8}{21,4}$$

$$\omega_1 = 15^\circ, \beta_1 = 5 + 15 = 20^\circ$$

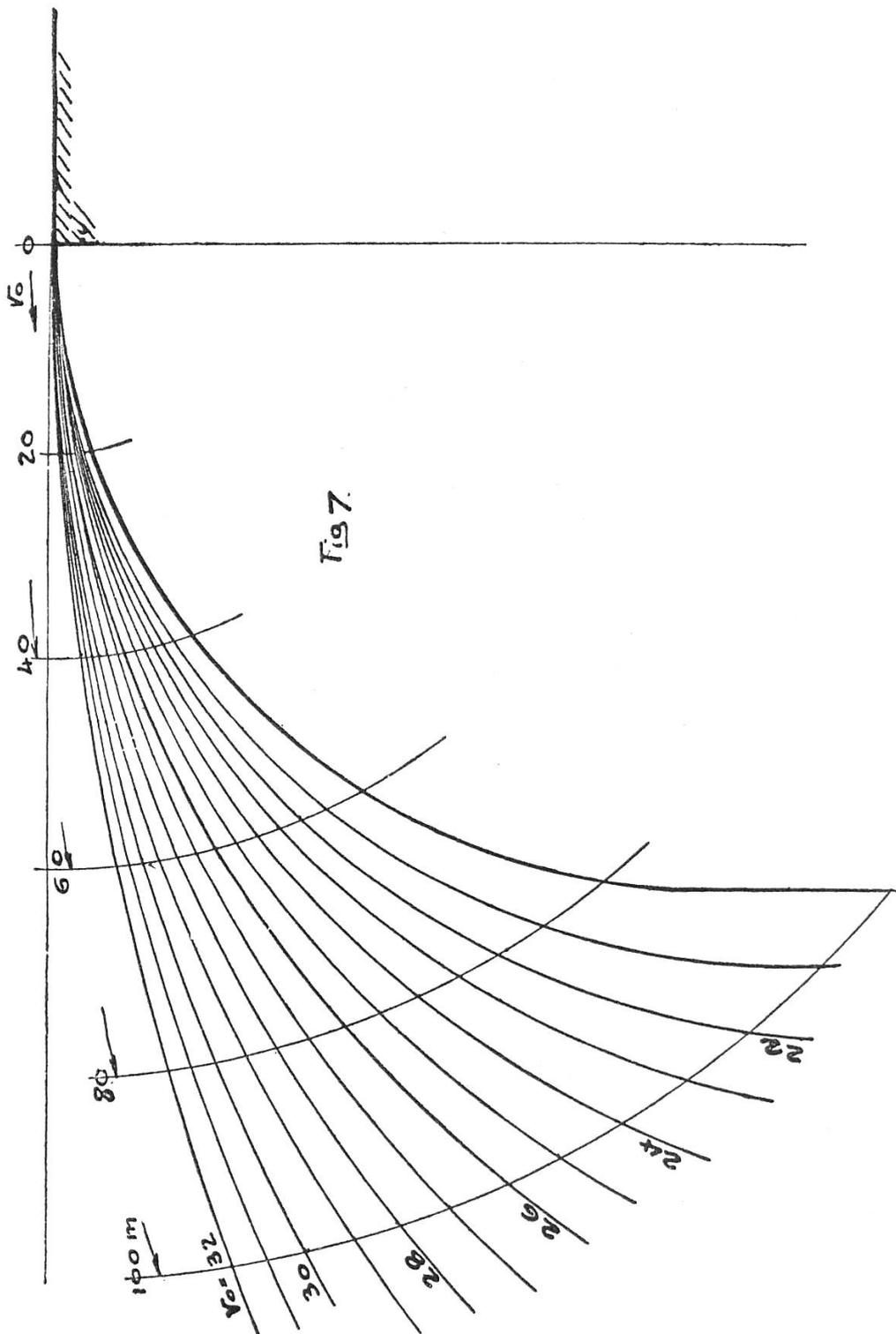
Wir finden analog:

$$e_2 = 2,7 \quad e_3 = 2,6$$

$$\beta_2 = 34^\circ \quad \beta_3 = 55^\circ$$

$$V_2 = 21,2 \quad V_3 = 21,4$$

Wenn bei 60 m von der Sprungschanze die Bahn 35° Neigung hat, so ist der Einfallswinkel $= \beta_3 - 35 = 20^\circ$.



$V_3^2 \cdot \sin 20^\circ = 156$. Der Sprung kann bei 60 m nicht gestanden werden. Es entspricht dieses Beispiel den Verhältnissen an der Jungfrauschanze.

Vom Ski-Weitsprung und seiner Mechanik.



Gestreckte Flugbahn (Wuilleumier).

Photo-Jeck, Basel



Hochsprung-Flugbahn (Lauener).

Photo-Jeck, Basel

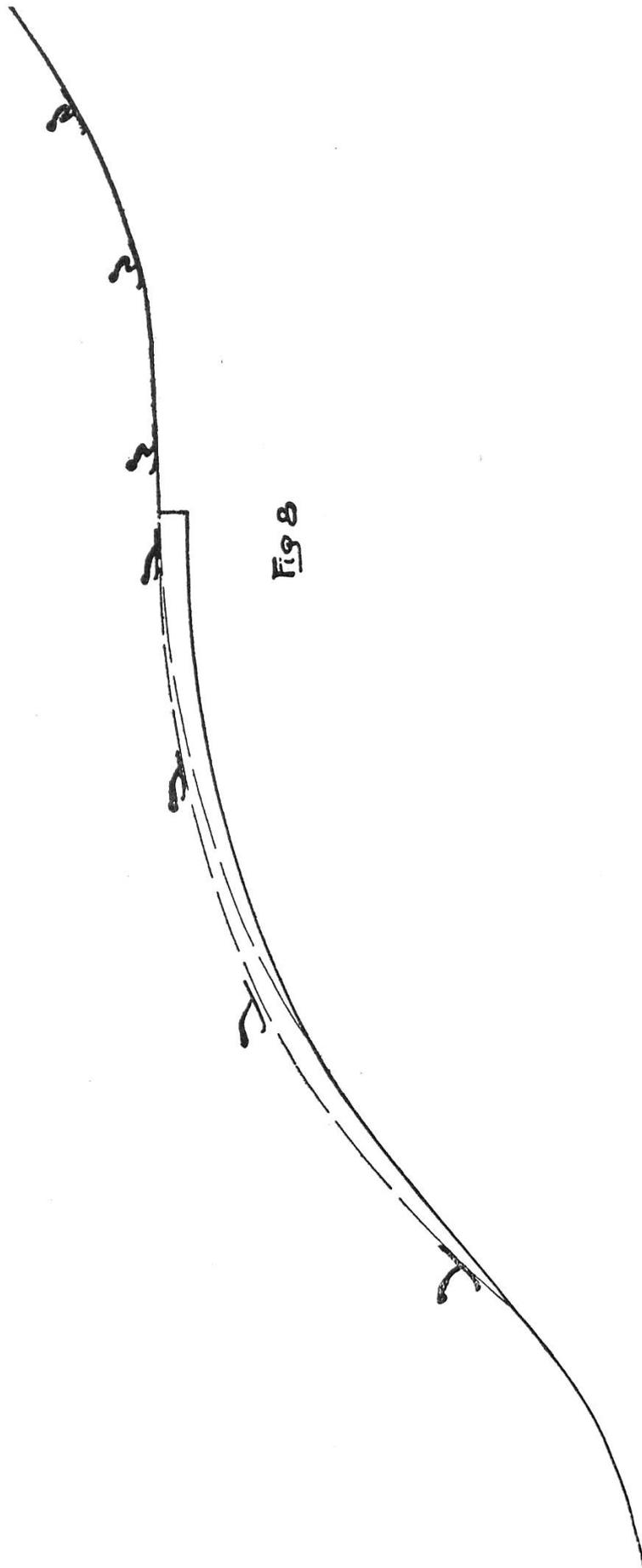


Fig 8

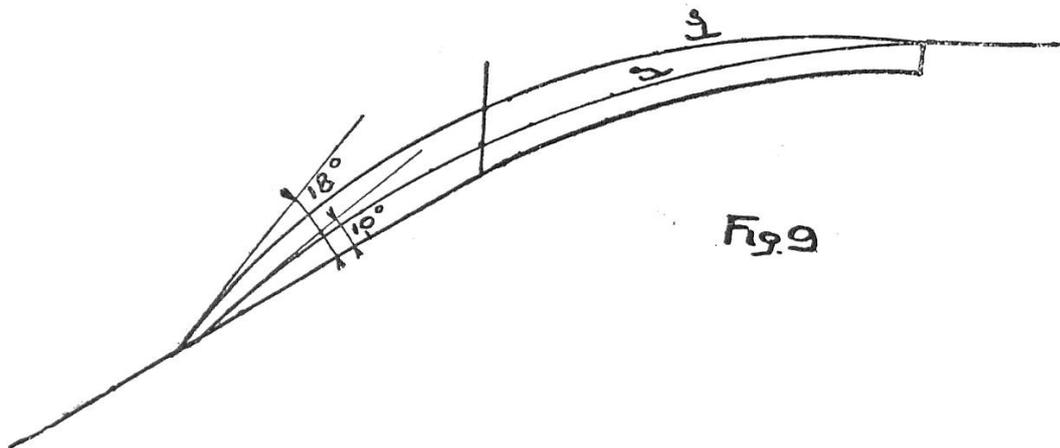
Sprungschanzenbau.

Wie wir gesehen haben, fordert die auf dem Gleitflugprinzip fussende Sprungtechnik auch eine neuartige Sprunganlage. Es muss vor allem festgelegt werden, wie weit an der zu erstellenden Anlage maximal gesprungen werden soll. Aus der nach oben beschriebenen Berechnungsmethode aufgestellten Flugbahntabelle (Fig. 7) wird diejenige Flugbahn herausgegriffen, die bei der gegebenen Maximal-Sprungweite eine Neigung gegen den Horizont von 36 bis 38 Grad aufweist. Dieses Profil der Flugbahn wird zum Profil der Aufsprungbahn, der zu erstellenden Sprunganlage gemacht. Vom Punkt der maximalen Sprunglänge wird die Bahn in gleichmässiger Krümmung in den Auslauf übergeführt. Die Sprungschanze wird beim Anfangspunkt der Aufsprungbahn 2–3 m hoch aufgesetzt, 10–15 m lang in leicht zunehmender Neigung nach Rückwärts geführt, um dann in gleichmässiger Krümmung in den Anlauf überzugehen, der vorzugsweise 30–40° Neigung haben soll, damit die für grössere Sprunglängen nötige Geschwindigkeit von 22–28 Sekundenmeter erreicht werden kann. Auf der so erstellten Sprungbahn werden die Einfallswinkel der Flugbahnen in den Berührungspunkten sehr klein sein. Sie liegen in der Regel um 5° und steigen bei den kürzern Sprüngen (unter 30 m) nicht über ca. 15° an. Aus den Beobachtungen in Wengen haben wir berechnet, dass das Produkt $V^2 \sin \varphi \leq 150$ sein soll, wo V = Fluggeschwindigkeit des Springers im Moment der Landung und φ = Einfallswinkel der Flugbahn ist. Damit ein Sprung gestanden werden kann, muss somit $V \cdot \sin \varphi$ kleiner sein als 150. Bei Sprüngen von 60–80 m beträgt die Landungsgeschwindigkeit ca. 23 Sekundenmeter. Bei richtig angelegter Sprungbahn beträgt der Einfallswinkel bei dieser Sprunglänge 4–5°. Es ergibt sich somit für die Standsicherheit das Produkt $V^2 \cdot \sin \varphi = 23^2 \times 0,08 = 529 \cdot 0,08 = 42,5$. Der Druck ist somit sehr klein und kann der Sprung auch auf diese grosse Länge spielend gestanden werden. In Wengen wurden noch Sprünge mit $V^2 \sin \varphi = 140$ gestanden, allerdings mit Mühe. Es lässt sich errechnen, wie die Verhältnisse bei einem Hundertmetersprunge liegen. Vorausgesetzt, dass die Sprunganlage für diese Sprunglänge korrekt gebaut ist, so ist der Einfallswinkel maximal 5°, die Landungsgeschwindigkeit ca. 24 Metersekunden. Es ergibt sich somit $V^2 \sin \varphi = 46$. Durch Berechnung dieser Grösse $V^2 \sin \varphi$ für noch grössere Sprungweiten kommt man zum Schluss, dass bei richtiger Anlage der Sprungbahn, d. h. wenn sie nach oben beschriebenen Grundsätzen aus-

geführt ist, die praktisch erreichbare maximale Sprunglänge nicht durch den Druck bei der Landung sondern lediglich durch die Begrenzung der Anlaufgeschwindigkeit durch den mit dem Quadrat der Geschwindigkeit steigenden Luftwiderstand begrenzt ist.

Es würde zu weit führen, auf alle durch die Terrainverhältnisse gegebenen Abweichungen vom hier beschriebenen Konstruktionsprinzip einzutreten, weil jeder Fall nach den Terrainverhältnissen speziell studiert, die Flugbahn auch der maximal möglichen durch den vorhandenen Anlauf gegebenen Anlaufgeschwindigkeit berechnet werden muss und die Aufsprungbahn entsprechend zu wählen ist.

In Fig. 8 ist ein Beispiel einer Weitsprungbahn gegeben, verschiedene Flugbahnen eingezeichnet und auf einer derselben die korrekte Körperlage des Springers während Anlauf und Flug angedeutet.



Flugbahnvermessungen in Wengen.

Die beiden Photographien illustrieren zwei extreme Sprünge, der eine mit gestreckter Flugbahn (die aufgestellten Messlatten gestatten die Flughöhe genau festzustellen), der zweite mit Hochsprung, wie er bis heute als allein seeligmachend betrachtet wurde. In Fig. 9 sind diese beiden Sprünge auf das Profil der Jungfrauschanze eingezeichnet. Es ist nun bezeichnend, dass der gestreckte Sprung maximal 2 m über der Aufsprungbahn fliegt, währenddem die maximale Höhe des Hochsprunges 4 m beträgt. Die Einfallswinkel sind folgende:

gestreckte Bahn $\zeta = 10^\circ$, Hochsprung: $\zeta = 18^\circ$
 gestreckte Bahn Fluggeschwindigkeit = $V = 22,5$ m/sec.
 Hochsprung . . Fluggeschwindigkeit = $V = 21$ m/sec.
 gestreckter Flug $V^2 \sin \zeta = 80$ Hochsprung $V^2 \sin \zeta = 137$
 Es geht aus dieser Zahl hervor, dass der Sprung mit ge-

streckter Flugbahn leicht zu stehen war, was tatsächlich auch zugetroffen ist, währenddem der Hochsprung bedeutend höheren Druck aufwies und sich somit der Grenze des Stehvermögens näherte. Die Abgangsgeschwindigkeiten von der Sprungschanze waren für beide Sprünge dieselben (die Zeit wurde gemessen). Die erreichten Sprunglängen sind annähernd dieselben. Der Vorzug der gestreckten Flugbahn geht ohne weiteres aus vorliegenden Daten hervor. Die gestreckte Flugbahn wurde durch Wuilleumier nach der neuen Gleitflugtechnik gesprungen, währenddem der Hochsprung nach der alten Methode durch Lauener ausgeführt wurde.

Die Fluggeschwindigkeit bei gestreckter Flugbahn betrug im Durchschnitt $V = 21,5$ m. Die Berechnung der Flugbahn unter Benützung der aërodynamischen Faktoren aus der obenstehenden Tabelle ergab vollkommene Uebereinstimmung der gemessenen und berechneten Flugbahnen. Die berechnete Flugzeit beträgt von der Sprungkante bis zur Landung 2,36 Sekunden, die gemessene Flugzeit 2,4 Sekunden

Die Uebereinstimmung ist derart gut, dass wir uns berechtigt fühlen, obenstehende Faktoren zur Berechnung von Flugbahnen, d. h. von Sprungschanzprofilen zu verwenden. Die erste nach dieser Methode berechnete und konstruierte Sprunganlage ist die Erzenbergschanze in Langenbruck. Letztere wurde für maximal 60 m Sprunglänge berechnet. Ohne dass es möglich war, die Anlage einzuspringen (in Folge Schneemangels), wurde an der Eröffnungskonkurrenz vom 24. Januar 1926 unter Anwendung der Gleitflugtechnik trotz stark durchnässten Schnees die 50 Meter Marke von Wuilleumier und Girardbille übersprungen. Es war dies eine beredete Bestätigung der Richtigkeit der hier vertretenen Sprungtechnik und Konstruktionsmethode für Weitsprungschancen.

¶ Schlussbemerkung.

1. Für Weitsprünge ist eine neue Sprungtechnik zu entwickeln, die nach dem Gleitflugprinzip den Luftwiderstand zur Verlängerung des Sprunges in aërodynamischen Auftrieb umsetzt.

2. Um minimalen Druck beim Aufsprung zu erhalten, muss als Profil der Aufsprungbahn die Flugbahn des längsten an der Anlage ausführbaren Sprunges gewählt werden.

3. Die neue Weitsprungtechnik ist beschrieben und aërodynamisch begründet.

4. Es wird eine Methode für Flugbahnberechnung gegeben.

SIEGER IM SPRUNGLAUF



«Das Springen war ja leichter als das Photographierenlassen und ich tue es nur meiner Lilli zu lieb und meinen Konkurrenten zu leid».

5. Die der Berechnung zu Grunde liegenden aërodynamischen Faktoren wurden durch Flugbahnvermessungen in Wengen auf ihre Richtigkeit geprüft und bestätigt.

6. Es wird ein Ausführungsbeispiel einer modernen Weitsprungschanze gegeben.

Ich möchte nicht unterlassen den mir bei der Vermessung der Flugbahnen behilflichen Herren De Beauclair, Allemann und St. Lauener für ihre Mithilfe meinen herzlichen Dank auszusprechen.

R. Straumann, Waldenburg.

Un sauvetage au Grand Saint-Bernard.

Hochmut kommt vor dem Fall!

Ce soir là, un cortège interminable d'autos et de cars alpins, rentrant du Grand Saint-Bernard, s'écoulait à travers la grand'rue de Martigny-Bourg dans un vacarme assourdissant. Attablés sur la terrasse d'une pinte, Fredy, fervent amateur de courses... assises, et moi, contemplions d'un œil, assombri par les rancœurs d'une étape forcée, la joyeuse rentrée des touristes.

C'est que nous-mêmes, nous revenions de l'hospice. Nous y étions montés le matin, dans l'allégresse d'une radieuse journée de juillet, sur la ronflante Bugatti de course de mon ami. Un bijou de machine que cette Bugatti-Sport: souple et racée, au moteur poussé, très poussée... si singulièrement poussée qu'ayant, à l'entrée du bourg, heurté une bouleroue, en évitant un pochard, nous avons dû pousser la machine, à l'huile de bras, jusqu'à un proche garage. Et tandis qu'on y procédait à une hâtive réparation, nous nous efforcions de noyer dans une bouteille de Malvoisie l'amertume de notre déveine.

Mon compagnon, devenu d'une humeur massacrate, s'en prit à l'hospice.

— Non... ton Grand Saint-Bernard, il ne faut plus m'en parler. Ça le refuge millénaire, providence des voyageurs exténués? La belle blague! Je n'y ai vu qu'une sorte de kermesse de salon d'auto à 2400 m d'altitude. Au faite de ces monts austères, dans ce site pétri d'histoire, c'était grotesque, voire impie. Car c'est la profaner que de faire de cette oasis de la charité évangélique, un rendez-vous de désœuvrés et le paradis des pique-assiettes. Oh! j'en conviens, je suis fautif autant que les foules ineptes que j'accuse; mais moi, du moins, je fais mon *méa culpa* et j'expie humblement, stoïquement... sacrebleu!