

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 13

Artikel: Automatische Flugzeug-Kurssteuerung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83526>

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

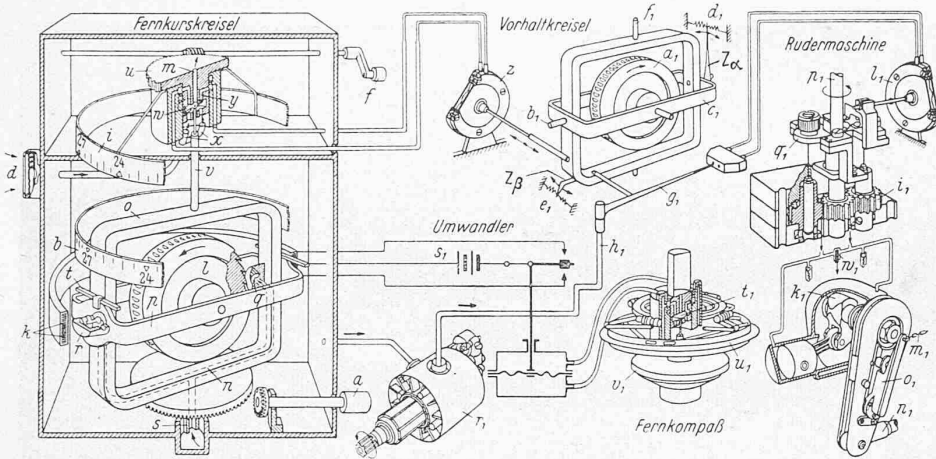
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 22.02.2026

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



Automat. Flugzeug-Kurssteuerung (nach Z. VDI, 1941, Nr. 4) - Legende: a Knopf für Verstellung der Kursrose b, d Luftfilter, f Kurbel für Kursverstellung, i flugzeugfeste Kursgeberrose, k Stützspulen, l Kreiselkörper, m Luftaustritt, n Luftkanal, o, p Kreiselrahmen, q, r, s Lagerzapfen, t Magnet, u Impulsgeber, v Achse des Kreiselrahmens, w Steuerscheibe, x, y Düsen, z Kursdose, a₁ Kreiselkörper, b₁ Längsachse, c₁ Kreiselrahmen, d₁, e₁ Feder, f₁ Hochachse, g₁ Strahlrohr, h₁ Luftdruckleitung, i₁ Dreiräderpumpe, k₁ Kurbelstellmotor, l₁ Mischimpulsdose, m₁ Notzug, n₁ Seitenrudergestänge, o₁ Abtriebshebel, p₁ Antrieb des Elektromotors, q₁ Wippe, r₁ Sog- und Druckpumpe, s₁ Bordnetz, t₁ Steuerscheibe, u₁ Tragring, v₁ Kompasskessel, w₁ Kurzschlussventil

Sowohl der Kompass als auch der Kreisel sind als Befehlsorgane ausgebildet. Erstens ruft (auf pneumatisch-elektromagnetischem Weg) der Kompass dann ein Drehmoment um die Achse r des Kreiselrahmens hervor¹⁾, wenn der Winkel φ zwischen der Magnetnadel und der Längsachse des Flugzeugs (Flugrichtung) von dem eingestellten Sollkurs z abweicht, und zwar im einen oder im entgegengesetzten Sinn je nach dem Vorzeichen des Unterschiedes $\varphi - z$. Zweitens leitet der Kreisel mit einem pneumatischen Befehl an die Rudermaschine dann eine Drehung des Seitenruders im einen oder andern Sinn ein, wenn der Winkel ψ zwischen der Normalen zur Ebene der Rahmenhälfte o und der Flugrichtung von dem eingestellten Kurswinkel x sich positiv oder negativ unterscheidet. Solange $\psi = x$, verharrt das Seitenruder in Ruhe. Ein allein durch Kompass und Kurskreisel gesteuerter, von äusseren Störungen freier Flug würde so verlaufen: Flug geradeaus mit zunächst unverstelltem Seitenruder. Allmählich wachsender Kursfehler, zugleich, wie oben dargelegt, leichte Stellungenänderung der Kreiselaxe zum Flugzeug. Der Unterschied $|\varphi - z|$ erreicht den zur Befehlsabgabe erforderlichen Schwellwert: Auf das um die Achse r erzeugte Drehmoment reagiert der Kreisel mit einer Drehung um die Achse v . Die dadurch eingeleitete Ruderverstellung bewirkt alsbald eine Ueberkorrektur, d. h. einen Unterschied $\varphi - z$ von entgegengesetztem Vorzeichen, also ein Drehmoment um die Achse r im umgekehrten Sinn; das Ruder wird zurückverstellt usw.; es kann ja nicht eher zur Ruhe kommen, als bis nicht bloss φ , sondern auch ψ sich von x um weniger als die befehlsauslösenden Schwellwerte unterscheiden. — Dieses Bild wird natürlich durch unzählige Einflüsse, wie Erschütterungen, Böen usw. ständig gestört; die Magnetnadel zuckt bald nach links, bald nach rechts; dank der Trägheit des Kreisels schadet ihre Unruhe aber nicht, da erst eine von Null verschiedene mittlere Differenz zwischen φ und z eine Verstellung des Seitenruders zu bewirken vermag.

Augenscheinlich befriedigt die skizzierte Steuerung nicht: Solange das Seitenruder auf Rechtskurs verstellt ist, beschreibt das Flugzeug eine Kurve; erst wenn die Flugrichtung zu weit nach rechts weist, tritt eine Korrektur ein, und zwar notwendig eine Ueberkorrektur; gleiches gilt für die eingeleitete Linkskurve usw.: Statt einer Geraden ist die Flugbahn eine Wellenlinie: Das Flugzeug führt, mit wechselnder Winkelgeschwindigkeit ω , ständig Drehungen um eine lotrechte Achse aus. Wie wäre es, die Ausschläge der geflogenen Wellenlinie dadurch zu vermindern, dass man den Befehl an die Rudermaschine ausser vom Kursfehler, auch von ω , oder gar zudem von der Winkelbeschleunigung $\dot{\omega}$, abhängig machte? Dies geschieht in der Tat, mit Hilfe des sogenannten, in der Abbildung gleichfalls skizzierten Vorhaltkreisels.

Die Achse f_1 , um die dessen Rahmen drehbar gelagert ist, ist zu der (im Horizontalflug lotrechten) Hochaxe des Flugzeugs parallel. Beschreibt das Flugzeug eine (waagrechte) Kurve mit der Winkelgeschwindigkeit ω , so wird der Rahmen, von der Feder e_1 mitgenommen, mit ω um die Achse f_1 rotieren. Dabei wird

sich die zunächst horizontale Achse des Kreisels, um die er mit gegenüber ω grosser, konstant gehaltener Winkelgeschwindigkeit Ω umläuft, um einen kleinen Winkel α aufrichten, nämlich soweit, bis die geweckte Kraft der Feder d_1 das Moment M um die Achse b_1 hervorbringt, das zur Erhaltung der (merklich mit α übereinstimmenden) Neigung des (mit ω um f_1 rotierenden) Drallvektors \mathfrak{g} nötig ist:

$$M = |\mathfrak{g}| \cos \alpha \cdot \omega$$

Da merklich $\cos \alpha \approx 1$, $|\mathfrak{g}| \approx C\Omega$ (C = Hauptträgheitsmoment des Kreisels) und M zu α proportional ist: $M = k\alpha$, so wird stationären Falles:

$$\alpha = \frac{C}{k} \Omega \omega \quad (1)$$

Der Zeiger Z_α gibt also direkt die Drehgeschwindigkeit ω des Flugzeugs an.

Bei zwar nicht konstanter, jedoch nur langsam veränderlicher Drehgeschwindigkeit ω wird man sich immer noch auf die Gleichung (1) berufen können, um, durch deren zeitliche Differentiation, die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ zu ermitteln, mit der sich die Kreiselaxe infolge der Schwankung

von ω hebt oder senkt:

$$\dot{\alpha} = \frac{C}{k} \Omega \dot{\omega}$$

Die Geschwindigkeit, mit der sich die Spitze des Drallvektors bewegt, hat jetzt also ausser der zur Achse b_1 parallelen, zu ω proportionalen Komponente eine solche, die, normal zur Ebene der Rahmenhälfte c_1 und zu $\dot{\omega}$ proportional, hervorgebracht wird durch ein in den Lagern der Kreiselaxe entwickeltes Moment vom Betrag $|\mathfrak{g}| \dot{\alpha} \approx C^2 \Omega^2 \dot{\omega} / k$. Das ist angenähert ($\cos \alpha \approx 1$) auch der Betrag des von der jetzt gespannten Feder e_1 um die Achse f_1 ausgeübten, zur Federverrückung β proportionalen Momentes; der Zeiger Z_β gibt direkt die Drehbeschleunigung $\dot{\omega}$ des Flugzeugs an:

$$\beta = c \dot{\omega} \quad (2)$$

Der in Funktion der drei dem Strahlrohr g_1 gemeldeten Werte $\varphi - z$, ω , $\dot{\omega}$ der Rudermaschine erteilte Befehl besteht, genauer, in einem der drei Kommandos: Auf — Ab — Mitte — an die Kontaktwippe q_1 . Deren Bewegung versperrt dem einen der durch die Zahnradpumpe i_1 auf die beiden Seiten des Kolbens des Stellmotors k_1 geleiteten Oelströme den Auslass und ruft so, als rasche Reaktion auf die Kommandos Auf oder Ab, einen kräftigen Verstelldruck auf den Kolben hervor. Auf das Kommando Mitte! hört er auf.

Dies ist in groben Zügen unsere Interpretation der wiedergegebenen, in ihren Einzelheiten vom Leser leicht zu verfolgenden Abbildung. Genauerem Aufschluss über die Art der Kombination der Grössen $\varphi - z$, ω , $\dot{\omega}$ zu einem der drei genannten Befehle gibt sie nicht. Bei gleichem Vorzeichen jener drei kinematischen Werte scheint der Vorhaltkreisel im Sinne einer Befehlsbeschleunigung zu wirken; welches ist aber bei nicht übereinstimmenden Vorzeichen die Befehlsrichtung? Mit diesen Fragen berühren wir offenbar ein verschiedenes lösbares Problem dieser der Aufmerksamkeit unserer feinmechanischen Industrie empfohlenen, entwicklungsfähigen und wohl nicht auf die Flugsteuerung beschränkten Regelung.

Die Bauten für das Bundesfeierspiel 1941 in Schwyz

Architekten KELLERMÜLLER & HOFMANN, Zürich
Oertliche Bauleitung Arch. W. NESCHER, Schwyz

Wie der Name Hans Hofmann, so wecken auch diese Bauten sofort die Erinnerung an die unvergessliche «Landi»: hier wie dort die festliche Stätte eingebettet in die herrliche Natur, damals wie jetzt Bauten, die in ihrer Selbstverständlichkeit keine leere Pose zeigen, aber einen trefflichen und würdigen Rahmen bilden für das Leben, das sich in ihnen abspielt. Auch dieses Leben und Treiben, wie es zwischen Ort und Feierstätte hin- und herwogt, gleicht so sehr dem, das unser Schweizerherz 1939 in Zürich höher schlagen liess. Wie damals die Ausstellung innerhalb der Stadt ihr Leben versprühte, so liegt heute der Festspielplatz eng eingeschnitten am Dorfkern von Schwyz. Das Kommen und Gehen auf dem Hauptplatz, zwischen Bahnhof und Bundesbriefarchiv, lebt schon von der Festfreude, und die wenigen Häuser, um die herum der Zugang gesucht werden

¹⁾ Mittels eines von der Spule k erzeugten, auf die permanenten Magnetstäbchen t wirkenden Magnetfeldes.