Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 99/100 (1932)

Heft: 17

Artikel: Ein Universalschema für zugkraftregelnde Zwischengetriebe von Oelmotor-Triebfahrzeugen

Autor: Kummer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45576

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: 08.08.2025

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

INHALT: Ein Universalschema für zugkraftregelnde Zwischengetriebe von Oelmotor-Triebfahrzeugen. — Die Wild'schen photogrammetrischen Instrumente. — — Einige Bemerkungen zum Wettbewerb um einen Generalbebauungsplan für Lausanne. — Samstag-Kurse an der E. T. H. für Maschinen- und Elektroingenieure. — Mitteilungen: Das „Daily Express"-Gebäude in London. Lokomotiven mit Kohlenstaubfeuerung. Lichtbogenschweissung mit Gleichstrom oder Wechselstrom. Neuartige Doppeldrehkrane im Hamburger Hafen. Hydroelektr. Grosskraftwerke im französischen Zentralmassiv. Beschickungsvorrichtungen an Elektrostahlöfen. Langschienen-Geleise auf Eisenbetonschwellen. Schachtausbau durch aufsteigenden Zementguss. Neon- und Glühlampenlicht für den Nachtluftverkehr. Neuere Anlagen mit Sulzer-Senkpumpen. Eine Sozialkonferenz über Krisenaufgaben der Menschenführung. Das Bauhaus. — Erweiterungsplan der Stadt Bern und ihrer Vororte. Schul- und Gemeindehausbau Zollikon. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortragskalender.

Band 100 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 17

Ein Universalschema für zugkraftregelnde Zwischengetriebe von Oelmotor-Triebfahrzeugen.

Von Professor Dr. W. KUMMER, Ingenieur, Zürich.

Die Verbrennungskraftmaschine, die wir in der Folge, der Kürze halber, durchgängig als „Oelmotor" bezeichnen, ist, wie bekannt, ohne ein zugkraftregelndes Zwischengetriebe als Antriebsmaschine für Landfahrzeuge ungeeignet. Der schnellaufende Dieselmotor kann als Hauptvertreter der Fahrzeugs-Oelmotoren betrachtet werden; obwohl im Gewicht ungünstiger, ist er durch seine Wirtschaftlichkeit, sowohl bei Vollast, als besonders auch bei Teillast, ferner durch geringere Feuergefährlichkeit und durch an sich schon etwas bessere Eignung zum Fahrbetrieb dem Vergasermotor umsomehr überlegen, je höher die zur Traktion benötigte Leistung ist. Wir gehen daher aus von der natürlichen Zugkraft-Charakteristik eines solchen Motors bei einer Drehzahländerung bei demjenigen annähernd konstanten Drehmoment, das der Nennleistung gerade entspricht; diese Drehzahländerung kann, wie bekannt, nicht vom Stillstand aus stattfinden, sondern erst von der „Zünddrehzahl" an, die etwa gleich dem vierten Teil der Maximaldrehzahl ist, die ihrerseits wegen auftretender Wärmespannungen auch nur rund 20 % über der Drehzahl der Nennleistung liegen kann. Um unsere Darlegungen möglichst kurz und klar entwickeln zu können, setzen wir verlustlose Zwischengetriebe voraus.

DIE ÜBERSETZUNG NACH DER KENNLINIENNORM.

Als Kennliniennorm betrachten wir jene ideale Zugkraft-Geschwindigkeits-Charakteristik eines Traktionsmotors[1]), die am Randumfang für das Geschwindigkeits-Intervall der Anfahrt eine konstante Zugkraft und mit in einem zweiten Intervall weiter wachsender Geschwindigkeit ein Fallen der Zugkraft bei gleichbleibender Leistung, wie am Ende der Anfahrt, zum Ausdruck bringt. Indem wir in der Folge statt Zugkräfte und Umfangsgeschwindigkeiten stets Drehmomente und Winkelgeschwindigkeiten darstellen, gehen wir aus von der Motorwelle, an der diese Grössen durch M_1 und ω_1 gegeben seien. Ueber dem totalen Bereich der Winkelgeschwindigkeit ω_2 der Triebachsen der Fahrzeuge dargestellt, weist also unser Oelmotor einen Verlauf von M_1 und ω_1 auf, den Abb. 1 veranschaulicht; im Zuge

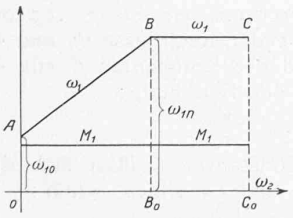

Abb. 1.

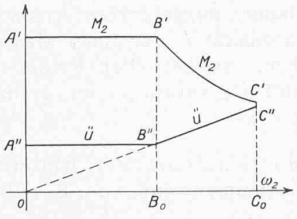

Abb. 2.

der Linie AB wächst also die Winkelgeschwindigkeit ω_1 vom Zündanfangswert ω_{10} bis zum Nennleistungswert ω_{1n}, um dann im Zuge der Linie BC konstant bei diesem Werte zu bleiben. Die Abb. 2 zeigt uns, wie gleichzeitig M_2 zu verlaufen hat, um der Kennliniennorm zu genügen, und wie weiter die Uebersetzung $\ddot{u}$ im Zwischengetriebe beschaffen sein muss, um die geforderte Kennliniennorm zu befriedigen. Dabei ist $\ddot{u}$ gegeben durch:

$$\ddot{u} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

[1]) Dieses Idealdiagramm verwendeten wir auch in unserem, auf S. 99 von Bd. 100 (am 20. Aug. 1932) erschienenen Aufsatz über eine neue Kennziffer zur Beurteilung der Gewichte von Lokomotiven.

Um nun der für M_2 geforderten, durch den Verlauf A'B'C' in Abb. 2 dargestellten Kennliniennorm zu genügen, muss offenbar $\ddot{u}$ im Anfahrintervall konstant sein, wie es die Linie A''B'' zeigt; dann muss sie, wie es die Gerade O B'' C'' veranschaulicht, proportional ω_2 zunehmen. So entsteht dann, gemäss dem konstanten Werte der Leistung im zweiten Intervall, dem der Ausdruck der Nennleistung

$$M_1\,\omega_1 = M_2\,\omega_2 = N_n$$

entspricht, der geforderte hyperbolische Verlauf B'C' von M_2 über ω_2. Indem man mit der Konstanten m den Ansatz

$$\ddot{u} = m\,\omega_2$$

für die Gerade O B'' C'' benützt, folgt für B'C':

$$M_2 = \frac{M_1}{\ddot{u}} = \frac{M_1}{m}\,\frac{1}{\omega_2}$$

bezw.

$$M_2\,\omega_2 = \frac{M_1}{m} = \text{konstant},$$

womit die Hyperbel B'C' begründet ist.

Der ausgezogene Linienverlauf A''B''C'' in Abb. 2 stellt somit allgemein gültig die Anforderung an das Uebersetzungsverhältnis des zugkraftregelnden Zwischengetriebes dar.

EIN VERWENDBARES UNIVERSALSCHEMA.

Die praktisch verwendbaren Zwischengetriebe sind sehr mannigfaltig. Die gewöhnliche mechanische Uebertragung mit starren Maschinenelementen, die Uebertragung über deformierbare Medien und die Uebertragung auf elektrischem Wege sind als gruppenbildende Merkmale der verschiedenen Typen von Zwischengetrieben festzustellen. Da rein mechanische Schemata, im Sinne der Mechanik fester Körper, besonders anschaulich sind, wählen wir als bezügliches, universell interpretierbares Schema den Riementrieb nach Abb. 3. Er umfasst links ein System loser Scheiben auf den zwei Wellen, der Motorwelle einerseits, der Triebachse anderseits, an das sich rechts zunächst feste Scheiben mit festen Radien r_1 und r_2, und dann feste Scheiben mit profiliert sich ändernden Radien r_1 und r_2 anschliessen.

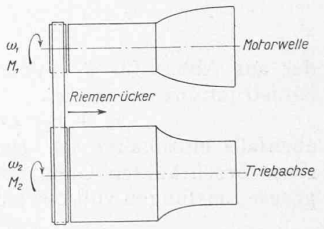

Abb. 3.

Mit dem Einrücken des Riemens von den Leerrollen auf die Rollen mit festen Radien wird vom bereits in Gang gesetzten und mit ω_{10} rotierenden Oelmotor aus der Anlauf der Triebachse begonnen, der dann bei stetigem Weiterrücken des Riemens von links nach rechts auf den Rollen mit festen Radien, und bei gleichzeitiger Drehzahlsteigerung am Motor von ω_{10} auf ω_{1n} nach den Geraden AB und A''B'' der Abb. 1 und 2 beendigt wird. Beim Rücken des Riemens von links nach rechts über die profilierten Rollen wird das Fahren nach den Geraden BC und B''C'' der zwei Abbildungen, bei $\omega_1 = \omega_{1n} =$ konstant, während der variierten Uebersetzung $\ddot{u}$ bewirkt. Es frägt sich, nach welcher Regel die Profiländerung der profilierten Rollen zu erfolgen habe. Eine technisch befriedigende Riemenübertragung ist möglich bei einem Zusammenhange:

$$r_1 + r_2 = d = \text{konstant}.$$

Vereinigt man diese Beziehung mit jener für die Uebersetzung mittels Riemenscheiben:

$$\ddot{u} = \frac{r_1}{r_2}$$

so ergibt sich die Gleichung:

$$\ddot{u} = \frac{r_1}{d - r_1}$$

mit der man die Regel der Profiländerung gemäss den Formeln:

$$\begin{cases} r_1 = d \dfrac{\ddot{u}}{\ddot{u} + 1} \\ r_2 = d \dfrac{1}{\ddot{u} + 1} \end{cases}$$

erhält. In Abb. 4 sind die nach diesen einfachen Formeln ermittelten Kurven für r_1 und r_2 über $\ddot{u}$ dargestellt.

ANWENDUNG AUF DAS WECHSELGETRIEBE.

Das Riemengetriebe nach Abb. 3, das grundsätzlich die Kennliniennorm in vollkommen stetiger Weise befriedigt, ist praktisch kaum brauchbar. Bei Verzicht auf Stetigkeit der Zugkraftregelung im zweiten Intervall sind aber für kleine und mässig grosse Nennleistungen die aus dem Schema unseres Riemengetriebes folgenden Profilregeln beim sog. Wechselgetriebe verwendbar. Dieses ist ein Zahnrädergetriebe für veränderliche Uebersetzung, das im Antrieb von Automobilen eines der wichtigsten Elemente geworden ist. Im Vergleich mit unserem Schema ist folgendes zu beachten: Dem Riemenrücken von den Leerscheiben auf die zylindrischen Vollscheiben entspricht das Einkuppeln des sogen. ersten „Ganges" des Wechselgetriebes. Während der Benützung dieses ersten Ganges bei der Anfahrt setzen wir wiederum die Drehzahländerung des Oelmotors von ω_{10} auf ω_{1n} voraus, wobei wir wieder genau die Geraden AB und A″B″ der Abb. 1 und 2 erhalten. Nun müssen, wiederum unter Benützung geeigneter Kupplungen, die weitern Gänge (in der Regel im ganzen nicht über 4) eingeschaltet werden, wobei man ebensoviele Einzelpunkte, in passend von einander bestehenden Abständen, der Kurven BC und B″C″ der Abb. 1 und 2 erhält, als man weitere Gänge besitzt, also unstetig sich folgende Einzelpunkte dieser Kurven anstelle ihres stetigen Gesamtverlaufs. Die für die Räder der einzelnen Gänge zu benützenden Teilkreis-Radien r_1 und r_2 sollen wieder genau den Kurvenbildern in Abb. 4 entsprechen, da neben der aus Abb. 2 für $\ddot{u}$ folgenden Regel, für Zahnräder die Konstruktionsbedingung:

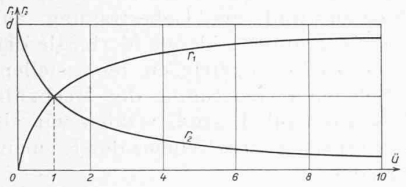

Abb. 4.

$$r_1 + r_2 = d = \text{konstant}$$

ebenfalls einzuhalten ist. Dass die unstetige Regelung bei einer beschränkten Gangzahl nur für kleinere und mässig grosse Leistungen voll befriedigen kann, liegt auf der Hand.

ANWENDUNG AUF DIE ÜBERTRAGUNG MITTELS DEFORMIERBARER MEDIEN.

Für den Durchgang durch den Riemen unseres Schemas ändert die übertragene Leistung zweimal ihre Form, von der Drehform zur Verschiebungsform und wieder zur Drehform, nach der Beziehung:

$$M_1\,\omega_1 = P\,c = M_2\,\omega_2$$

wo P die im Riemen übertragene Kraft, c seine Laufgeschwindigkeit bedeuten. Beim ersten Uebergang haben wir formell die erste Arbeitsmaschine, beim zweiten Uebergang formell den Sekundärmotor, beide als eingeschaltete „Hülfsmaschinen". Nicht bloss formell, sondern tatsächlich treten solche Hülfsmaschinen auf, wenn wir den Effektfluss $P\,c$ mittels deformierbarer Medien, wie tropfbare, gasförmige oder dampfförmige Flüssigkeiten verwirklichen, wobei die Effektgleichung die Form:

$$M_1\,\omega_1 = p\,Q = M_2\,\omega_2$$

erlangt, mit p als Flüssigkeitspressung (Kraft pro Fläche 1), und mit Q als Raumintensität (Volumen pro Zeit 1). Die einzuschaltenden Flüssigkeits-Hülfsmaschinen können grundsätzlich sowohl Turbomaschinen als auch Kolbenmaschinen sein. Wie dem auch sei, es mögen mit V_1 und V_2 Füllvolumina dieser, in der Bauart identischen primären und sekundären Hülfsmaschinen bezeichnet sein. Mit der Konstanten A gilt dann:

$$p = A\frac{M_1}{V_1} = A\frac{M_2}{V_2}$$

als Beziehung zwischen Druck, Momenten und Füllvolumina. Anderseits gilt für die durch diese Hülfsmaschinen zirkulierende Raumintensität des deformierbaren Mediums, mit der weitern Konstanten B, eine Beziehung:

$$Q = B\,V_1\,\omega_1 = B\,V_2\,\omega_2.$$

Die Uebersetzung $\ddot{u}$, die stets durch:

$$\ddot{u} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

gemessen wird, folgt nun, nach den gegebenen Beziehungen für p und für Q zu:

$$\ddot{u} = \frac{V_1}{V_2}.$$

Es tritt also, verglichen mit unserem Riemenschema, V_1 an die Stelle von r_1, und V_2 an die Stelle von r_2. Die Parallele geht aber noch weiter; es kann nämlich auch noch ein Zusammenhang:

$$V_1 + V_2 = d = \text{konstant}$$

realisiert werden. Dann ändern sich aber V_1 und V_2 während der Aenderung von $\ddot{u}$ in genau gleicher Weise, wie es für r_1 und r_2 festgestellt wurde, d. h. nach Abb. 4.

Die technischen Mittel zur Durchführung der für veränderliche Uebersetzung $\ddot{u}$ erforderlichen Volumenänderungen bestehen z. B. in der Aenderung von Nebenwegen der Zirkulation, in Ausgleichsbehältern usw. der benutzten Flüssigkeiten. Bei Kolbenmaschinen bilden auch ein veränderlicher Kolbenhub, sowie variierte Benutzung von Einzelzylindern an Mehrzylinder-Anordnungen, solche Möglichkeiten. Uebrigens muss ja nur: $\ddot{u} = \frac{V_1}{V_2}$ eingehalten werden.

Gasförmige und dampfförmige Medien weisen neben der Deformierbarkeit auch noch die Komprimierbarkeit auf, was erst recht zu einer andern, besondern Festlegung des Uebersetzungsverhältnisses $\ddot{u}$ führen kann.

ANWENDUNG AUF DIE ÜBERTRAGUNG MITTELS ELEKTRISCHER ZWISCHENGETRIEBE.

Zum Zwecke der Verwendung auf Triebfahrzeugen mit grösserer Leistung erfreuen sich heute elektrische Zwischengetriebe einer besondern Wertschätzung. In diesem Falle handelt es sich um eine Effektgleichung:

$$M_1\,\omega_1 = J\,E = M_2\,\omega_2$$

mit J als Stromstärke-Symbol und mit E als Spannungs-Symbol, für Gleichstrom als Stromart.[1]). Die bei Zugrundelegen unseres Riemenschemas an den zwei Effektübergängen nötigen Hülfsmaschinen sind nun ein Gleichstrom-Generator und ein Gleichstrom-Motor; ihre in identischer Bauart ausgeführten Anker durchsetzt ein Strom von der Intensität J, der nach Massgabe der Kraftflüsse Φ_1 und Φ_2 ihrer magnetischen Felder und der Konstanten C mit M_1 und M_2 verknüpft ist, gemäss der Beziehung:

$$J = C\frac{M_1}{\Phi_1} = C\frac{M_2}{\Phi_2}.$$

Mit Benutzung der weitern Konstanten D lässt sich der Zusammenhang von E mit ω_1 und ω_2 bilden, wofür:

$$E = D\,\Phi_1\,\omega_1 = D\,\Phi_2\,\omega_2$$

gilt. Die Uebersetzung:

$$\ddot{u} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

wird nun nach den Beziehungen für J und für E gegeben durch:

$$\ddot{u} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2}.$$

Verglichen mit unserem Riemenschema tritt also Φ_1 an die Stelle von r_1 und tritt Φ_2 an die Stelle von r_2. In Weiterverfolgung der Parallele mit dem Schema lässt sich auch der Zusammenhang:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = d = \text{konstant}$$

[1]) Falls das Produkt $J\,E$ in Watt, die Produkte $M\,\omega$ in mkg/sec gemessen werden, gilt natürlich: $M\,\omega = \frac{J\,E}{9{,}81}$.

herstellen, derart, dass Φ_1 wie r_1, Φ_2 wie r_2 variieren, wofür wieder Abb. 4 massgebend ist.

Bei dem besondern Interesse, dem der diesel-elektrische Antrieb heute begegnet, sollen nun die elektrischen Grössen, die nach diesem Schema auftreten, näher geprüft werden. In Abb. 5 ist gezeigt, wie sich J, E und Φ_2 über ω_2, d. h. über der Fahrgeschwindigkeit des diesel-elektrischen Triebfahrzeugs ändern müssen, wobei sich für die beiden Fahrintervalle, die auf der Abszissenaxe wieder durch die Marken B_0 und C_0 kenntlich gemacht sind, gut unterscheidbare Kennlinien ergeben. Der Verlauf von J wird durch einen Verlauf $\frac{1}{\Phi_1}$, im Schema also wie $\frac{1}{r_1}$, ausgedrückt. Für den Verlauf von E ist das Produkt $\omega_1 \Phi_1$, im Schema also $\omega_1 r_1$, massgebend, wobei im ersten Intervall ω_1 den linearen Anstieg, im zweiten Intervall r_1 den Kurvenverlauf je allein festlegen. Was den Verlauf von Φ_2 angeht, so ist er schematreu durch r_2 begründet. Vergleichen wir Abb. 5 mit den entsprechenden Kurven, die aus dem praktischen Betrieb guter dieselelektrischer Fahrzeuge bekannt geworden sind, so stellen wir eine vollständige Uebereinstimmung fest inbezug auf das erste Fahrintervall, dagegen nur eine gewisse Annäherung des jeweiligen Kurvencharakters im zweiten Fahrintervall. Der Grund der bestehenden Abweichungen ist darin zu erblicken, dass die gleichzeitige Regelung von Φ_1 und von Φ_2, die nach unserem Schema im zweiten Fahrintervall nötig ist, für die Praxis als umständlich erscheint. Die Praxis verwendet als Generatoren und als Motoren nicht identisch geschaltete Gleichstrommaschinen, sondern separat erregte Maschinen zur Stromerzeugung, und Reihenschluss-Maschinen als Achsentriebmotoren der Fahrzeuge. Damit wird nun Φ_2 von J abhängig, und zwar nach Massgabe der Magnetisierungsfunktion; für das erste Fahrintervall, in dem J unter allen Umständen konstant ist, ist dies zwar durchaus irrelevant; im zweiten Fahrintervall wird die Uebersetzung $\ddot{u}$ nun aber durch:

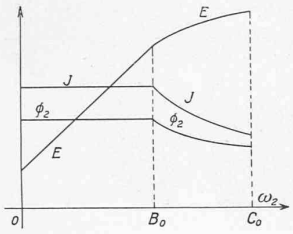

Abb. 5.

$$\ddot{u} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{\Phi_1}{f(J)}$$

gegeben. Unsere Kennliniennorm erfordert in diesem Intervall die Beziehung:

$$\ddot{u} = m\,\omega_2,$$

und aus der für die Verwirklichung der Kennliniennorm geltenden Bedingung: $\ddot{u} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ folgt:

$$\Phi_1 = m\,\omega_2\,f(J).$$

Dies besagt, dass der Flux Φ_1 derart zu regeln ist, dass er nach Massgabe der Magnetisierungsfunktion der Achsentriebmotoren und nach Massgabe von ω_2 verläuft. Wie weit man in jedem Einzelfall die nach der Kennliniennorm im zweiten Fahrintervall geforderte Konstanz der Leistung N_n verwirklicht, wird praktisch durch das Bestreben nach einfachster Betätigung der Variation von $\ddot{u}$ entscheidend beeinflusst sein. Grundsätzlich gibt es zur Verwirklichung der Leistungskonstanz im zweiten Fahrintervall viele Möglichkeiten. Es ist indessen technisch durchaus genügend, eine mechanische Charakteristik zu verwirklichen, die etwa derjenigen normaler elektrischer Triebfahrzeuge mit Seriemotoren entspricht; die heutige Praxis der dieselelektrischen Fahrzeuge ist in der Hauptsache von diesem Standpunkt beherrscht, wenn auch das Bestreben, die Nennleistung des Dieselmotors über ein möglichst grosses Gebiet der Fahrgeschwindigkeit voll auszunützen, deutlich erkennbar ist.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Verwirklichung eines Idealdiagramms des Verlaufs der Fahrzeugszugkraft über der Fahrgeschwindigkeit kann durch den Oelmotor als Fahrzeugsmotor nur mittels zugkraftregelnder Zwischengetriebe mit einer angebbaren, gesetzmässigen Veränderlichkeit des Uebersetzungsverhältnisses erreicht werden. Für solche Zwischengetriebe wird ein Universalschema vom Typus eines Riemengetriebes entwickelt und gezeigt, dass die dabei massgebende Veränderlichkeit der die Uebersetzung herbeiführenden Einzelteile auch im Zahnrad-Wechselgetriebe, im Zwischengetriebe der Uebertragung mittels deformierbarer Medien und im elektrischen Zwischengetriebe zur Anwendung kommen muss oder kommen kann.

Die Wild'schen photogrammetr. Instrumente.

Von Dipl. Ing. E. VUILLE, Abteilung für Landestopographie, Bern.

(Fortsetzung von Seite 209.)

2. Die Aufnahmeausrüstung für Aerophotogrammetrie.

Die Aufnahmeausrüstung für Aerophotogrammetrie besteht aus einer sehr leistungsfähigen Fliegerkammer und den einfachen Hilfseinrichtungen zur groben Orientierung der Aufnahmen. In Anbetracht der durch die Fluggeschwindigkeit bedingten kurzen Intervalle zwischen den einzelnen Expositionen müssen sowohl Kammer wie Hilfseinrichtungen möglichst einfach und rasch manipuliert werden können. Bevor wir diese Apparate beschreiben, müssen wir die *Aufnahmemethoden aus dem Flugzeug* kurz darstellen.

Die Aufnahmeanordnung richtet sich nach dem Zweck der Aufnahme und der Gestaltung des Geländes. Handelt es sich um die Kartenherstellung eines ebenen Geländes oder um die Nachführung der vorhandenen Karte eines nicht allzu unebenen Gebietes, so wird man mit Vorteil solche Aufnahmen ausführen, die den Uebergang zur Karte oder zum „Photoplan" möglichst vereinfachen. In diesen Fällen wird die Fliegerkammer derart gerichtet, dass die Bildebene möglichst horizontal liegt. Man spricht dann von „Senkrecht-Aufnahmen", weil die Kammer annähernd lotrecht gerichtet ist; das Gelände wird durch eine Bodenöffnung im Rumpf des Flugzeuges photographiert (Abb. 12). Die Einhaltung der lotrechten Stellung der optischen Axe der Fliegerkammer und die Manipulation der Kammer sind durch Benützung der Aufhängevorrichtung sehr erleichtert. Der Flugzeugbeobachter, der die photographische Tätigkeit besorgt, muss bei solchen Aufnahmen seine Aufmerksamkeit auf eine genügende Ueberdeckung der sich folgenden Einzelbilder richten, damit die Zusammenstellung der (entzerrten) Bilder keine Lücken aufweist.

Im hügeligen Gelände kann eine photographische Karte nur dann hergestellt werden, wenn wir über Bildpaare verfügen, die paarweise das *gleiche* Geländestück abbilden, zugleich aber in ihrer Gesamtheit doch das *ganze* aufzunehmende Gebiet mit genügender Ueberdeckung der einzelnen Bildpaare erfassen. Die zwei Aufnahmen des gleichen Bildpaares weisen im allgemeinen eine 100 %ige Ueberdeckung auf. Es folgt daraus, dass die Aufnahmeaxen der zwei Aufnahmen eines Paares, die von verschiedenen Standorten aus aufgenommen werden, gegeneinander konvergieren müssen; man spricht deswegen von „konvergenten Aufnahmen". Je nach dem der Beobachter durch die Bodenöffnung des Flugzeuges nach abwärts photographiert oder über Bord seitwärts aufnimmt, unterscheidet man zwischen „konvergenten Steilaufnahmen" und „Schrägaufnahmen". Je nach der Grösse des Konvergenzwinkels zwischen den Aufnahmeaxen eines Bildpaares und je nach der Lage des Flugzeuges im Moment der Exposition variiert bei den Steilaufnahmen der Neigungswinkel der Kammeraxe gegenüber dem Lot. Bei Steilaufnahmen leistet die Aufhängevorrichtung zur Orientierung der Kamera wertvolle Dienste. Bei den Schrägaufnahmen hingegen ist die Kammeraxe seitwärts, also gegen den Horizont gerichtet; die Fliegerkammer wird dabei über Bord aus freier Hand betätigt (Abb. 13). Die Kippung der Kammeraxe gegenüber dem Horizont variiert je nach der Höhenlage des Flugzeuges gegenüber dem aufzunehmenden Gelände.

Die Aufnahmedispositionen in jeder der drei obigen Aufnahmemethoden werden im sog. „Flugplan" festgelegt, der die nötigen Angaben über die Aufnahmedistanz (Flug-