

DER EINSATZ VON DRACHEN FÜR LUFTAUFNAHMEN IM NAHBEREICH

Hans-Joachim Kunkel

Deutsches Bergbau-Museum Bochum

Federal Republic of Germany

WG V/2

Zusammenfassung

In diesem Aufsatz stellt der Verfasser, Mitglied am Deutschen Bergbau-Museum in Bochum (BRD), seine eigenen Experimente mit verschiedenen Drachentypen als Kameraträger für photogrammetrische Luftaufnahmen im Nahbereich vor. Der Verfasser beschreibt unterschiedliche Drachenmodelle, konstruktionsbedingte Vor- und Nachteile der einzelnen Typen, deren Verarbeitung und Stabilität, Flug- und Manövriertechniken und Aufnahmetechniken für Luftaufnahmen im Nahbereich.

The Use of Kites for close range aerial photogrammetry

In this paper the author, a member of the German Mining Museum of Bochum (FRG), gives a brief abstract of his own experiences with the use of several types of kites for the purpose of terrestrial-photogrammetry. The author describes the different advantages and disadvantages of the kites concerning the construction, the manufacturing, the stability, the flight- and handiness-qualities and the gained successes for the close range aerial photogrammetry.

L'Usage des Cerf-Volants concernant la Photogrammetrie

Dans l'article l'auteur, membre du Musée Allemand Minier à Bochum (R.F.A.), donne un résumé de ses propres expériences en utilisant plusieurs types de cerf-volants à propos de la photogrammetrie à l'échelle sous 1 : 3000. L'auteur décrit les avantages et les désavantages différents des cerf-volants à propos de la construction, de la fabrication, de la stabilité, des qualités du vol et du pilotage et - enfin - ses succès pour la photogrammetrie.

Fotografische Luftaufnahmen mit Hilfe von Drachen sind fast so alt, wie die Erfindung der Kameras.

Ein Pionier dieser Technik war G.E. Hemshaw, der zusammen mit G.T. Woglom 1895 eine Plattenkamera bis auf 150 m über New York mit einem Drachen hinaufgeschickt hat. Mit einer Zusatzleine löste er den Verschluss aus. Mit unseren modernen Kameras, die mit Motoren und Fernsteuerungen ausgerüstet sind, ist diese Art von Fotografie ein weit verbreiteter Zeitvertreib geworden.

Zu den Pionieren photogrammetrischer Luftaufnahmen mit Hilfe von Drachen gehört A. Georgeopoulos. Er macht seit etwa 1980 fotografische Luftaufnahmen von archäologischen Ausgrabungen in England. Als Kamera benutzt er dazu eine Kleinbildkamera und als Drachensystem eine Flying Machine 2000. Angeregt durch A. Georgeopoulos wurden in letzter Zeit vom Verfasser verschiedene Drachensysteme ausprobiert und untersucht. Im folgenden sollen einige Drachentypen auf ihre Eignung als Kamera-träger für Luftaufnahmen im Nahbereich verglichen werden.

Ein Drachensystem muß leicht aufzubauen und leicht handhabbar sein. Es darf keine großartigen Einstellarbeiten erforderlich machen. Ein Fotodrachen muß in der Luft stehen wie ein "Satellit", soll gut und sorgfältig verarbeitet sein, und, was nicht immer selbstverständlich ist, grobe Bedienungsfehler nicht unbedingt mit einem Absturz quittieren.

1) Flying Machine 2000, Erfinder Don Dunford (Abb. 1)
(Hersteller Cochranes in Oxford/England)

Es handelt sich um einen großen lenkbaren Drachen mit einer Spannweite von 2 m. Die Form wurde aus einem einfachen Conyne entwickelt, einem Semikastendrachen. Der senkrechte Zentralstab dient als Waage und als Kameraaufhängung. Der untere Dreieckskasten wird mit diesem Stab gespreizt, ebenfalls die Aluminiumstäbe für die Flügel. Der Drachen ist aus einem Baumwolltuch gefertigt und wird mit zwei Schnüren lenkbar geflogen. Wenn der Drachen von Könnern geflogen wird, hat er ganz gewaltige Vorteile durch seine Lenkbarkeit gegenüber jedem anderen System.

Er hat aber auch entschiedene Nachteile. Bei regnerischem Wetter saugt sich die Bespannung voll Wasser und beschwert den Drachen dadurch erheblich. Die fabrikmäßige Auslieferung des Drachens ist sehr einfach, und so wurden vom Verfasser z.B. alle Spreizstäbe aus Holz oder Aluminiumrohr durch Stäbe aus Glas- oder Kohlefaser ersetzt. Ein

weiterer Nachteil ist die Afhängung der Kamera direkt am Drachen. Aufnahmen aus einer Höhe von 30 oder 50 m, wie sie eigentlich für diese Art von Systemen nicht selten sind, werden erheblich erschwert durch den Wind, der bekanntlich in Bodennähe immer wirbelig ist. Cochranes bietet daher noch einen Twinkeel Delta an, der etwa in Höhe der laminaren Luftströmungen fliegt und die Flying Machine trägt. Wenn diese beiden Drachensysteme zusammen mit einer Lenkstange geflogen werden, kann das die Körperkräfte des Piloten erheblich beanspruchen. Die Waageeinstellung bei diesem Drachen ist sehr schwierig, zumal dann, wenn der Drachen mit Gewicht und einem Leitdelta geflogen wird. Anfängern ist von diesem Drachensystem abzuraten.

2) Parafoil von Domina Jalbert (Abb. 2)

(Hersteller Kite Factory/Seattle, USA)

Der Parafoil ist ein stabloser Drachen mit Profilwölbung und damit ähnlich einem Fallschirm, Spannweite ca. 2,50 m. Er besteht aus einzelnen Luftkammern, die an der Vorderseite offen sind, mittels Flatterventilen automatisch durch den Wind gefüllt und so in Profilform gebracht werden. An die Unterseite des Drachens sind dreieckige Finnen angenäht, von denen Schnüre zur Zugleine des Drachens führen. Diese Schnüre geben dem Drachen seinen Anstellwinkel zum Wind. Der Drachen ist aus Spinnakernylon gefertigt, sehr klein und leicht im Tragezustand. Er besitzt eine ganz enorme Auftriebskraft. Dieser Drachen ist ein hervorragender Kameraträger bei gleichmäßigem Wind. Nachteilig ist bei diesem Drachen die sehr komplizierte Waage und deren Feinabstimmung, die eine sehr große Erfahrung voraussetzt. Falls dieser Drachen überzogen wird (oft ein Anfängerfehler), kann er zusammenklappen und fällt dann herunter wie ein Backstein. Für den erfahrenen Drachenflieger gibt es aber kein besseres System. Anfänger sollten deshalb sehr lange damit üben, ehe sie eine Reseaukamera an den Drachen hängen.

3) Paraflute z.B. Stratoscoop von Jim Bede

(Hersteller Greens Kites of Burnley/England)

Bei diesem Drachen handelt es sich um eine Variante des vorher genannten Parafoils. Der Drachen hat ein vorne geschlossenes Profil. Die Lufteintrittsöffnungen liegen zwischen den vorderen Finnen. Mit diesem System läßt sich der Drachen leichter starten. Er behält beim

Überziehen seine Form und stürzt deshalb nicht ab. Jedoch ist es bei stärkerem Wind fast unmöglich, ihn ruhig zu stellen, weil er durch die vorderen Lufteinlaßöffnungen im Finnenbereich keine Luft ablassen kann. Die Waage ist vom Hersteller nicht voll durchkonstruiert, so daß es vieler Feinarbeiten bedarf, bis dieser Drachen so fliegt, daß man damit arbeiten kann. Eine kluge Variante dieses Systems wird unter dem Namen Airkiss von Sieger de Boer, Beilen/Holland, hergestellt und vertrieben. Er versetzte die Lufteintrittsöffnungen an die hinteren Finnen und veränderte die Waage. Außerdem sind diese Drachen außerordentlich sauber gearbeitet, der Stoff ist von hoher Qualität. Fortgeschrittene werden mit diesem Drachen gute Ergebnisse erzielen können. Anfänger sollten etwas länger damit üben.

4) Conyne als doppelt- oder dreifach-Kasten, Erfinder S.J. Conyne/USA, 1902 (Abb. 3)

(Hersteller Sieger de Boer, Beilen/Holland)

Der Conyne besteht aus mehreren Längsholmen und einem bzw. zwei Querholmen, wodurch dreieckige Zellen mit flexiblen Seitenwänden aus Spinnakernylon entstehen. Spannweite 2 - 4 m. Nach Entfernung der Querstreben kann der Stoff um die Längsholme gewickelt werden. Bei diesem Drachen handelt es sich um einen hervorragenden Leichtwinddrachen, der sehr ruhig steht, sehr leicht gehandhabt werden kann und vom Hersteller sehr sauber und klug durchdacht verarbeitet ist. Der Drachen kann leicht zu größeren Gespannen zusammengestellt werden. Nachteilig bei diesem Drachen ist die Waage, die auf die verschiedenen Windgeschwindigkeiten eingestellt werden muß. Für den Anfänger ist dieser Drachen gut zu bewältigen und nach einer kurzen Lernphase "narrensicher". Mit diesem Drachen wurden gute Erfahrungen gemacht, vor allem mit der "Drei-Kasten-Variante".

5) Hargrave-Box Variante. Erfinder L. Hargrave, USA, 1893

(Hersteller "Der Drachenladen" Gevelsberg/Deutschland) (Abb. 4)

Bei dieser Variante handelt es sich um eine Mischung aus dem Kastendrachen des Washingtoner Wetteramtes, dem Meteorologischen Blue-Hill Kastendrachen und der traditionellen Hargrave Box. Spannweite 1,50 m. Er ist aus zwei quadratischen Stoffboxen gebaut, die mit Glasfaserstäben verspreizt werden. Als Bespannung dient Spinnakernylon. Der Drachen hat keine Waage, sondern wird direkt an der Zugleine befestigt.

Er ist sehr leicht, einfach aufzubauen und leicht zu handhaben. Der Drachen steht sehr ruhig und ist außerordentlich gutmütig. Bei frischem Wind entwickelt er allerdings beängstigenden Auftrieb. Damit der Drachen auch bei leichten Winden noch eine gute Nutzlast tragen kann, wird er zu kleinen Gespannen zusammengestellt, zwei, drei oder vier Drachen je nach Windgeschwindigkeit an einer Leine übereinander. (Abb. 5)

Bei diesem Drachen ist der Gespannflug deshalb sehr zu empfehlen, weil mehrere kleine Drachen proportional leichter und stabiler zu bauen und zu handhaben sind als ein großer. Die Drachen sind sehr sauber verarbeitet und gut ausgestattet. So werden z.B. Stecklehren für die gleichmäßige Anspannung der Spannschnüre mitgeliefert und allerlei Ersatz für Verschleißteile. Der Drachen steht sehr steil, was ihn sehr berechenbar für die Aufnahme von Meßbildern macht. Dieses Drachensystem aus Gevelsberg gehört zu den besten Modellen, die z.Zt. auf dem Markt sind. Die Firma liefert ein komplettes Fotosystem und bietet außerdem Schulungen vor Ort an.

Kameraaufhängung (Abb. 6)

Die Kamera wird in einem Aluminiumrahmen aus Profilen verschraubt. Sie kann durch seitlich befestigte Holzscheiben in einer Aufnahme- richtung verstellt werden (OMEGA). Die beiden anderen Richtungen KAPPA und PHI bleiben durch die Aufhängung an der Drachenleine konstant. Die Kamera kann durch einen Luftsack noch zusätzlich ruhig gestellt werden. Die Aufnahmefunktionen der Kamera werden durch eine Fernsteuerung aus dem Flugmodellbau ausgelöst. An der Kameraaufhängung wird zusätzlich noch eine Lotleine für die genaue Positionierung und Definition der Aufnahmehöhe befestigt.

Handhabung

Durch die technischen Forderungen, daß die Drachen ruhig in der Luft stehen müssen und auch auf Böen ruhig reagieren sollen und durch unsere spezielle Aufnahmetechnik, bedarf es eines Drachensystems, was einen starken Auftrieb entwickelt. Aus diesem Grund und um der leichten Handhabung willen, hat sich als Verankerung ein 60 kg Betonblock gut bewährt. Auf den Betonblock ist die Haspel montiert. Aus den Stirnseiten ragen je zwei Rohre heraus, mit denen der Anker leicht transportiert werden kann. Zur Bedienung des

Drachensystems sind immer zwei Personen notwendig. Eine Person bedient den Haspel, die zweite Person bedient mit Fernsteuerung und Lot-schnur die Kamera. Der Einsatz von Walkie-Talkies ist zu empfehlen. Das Aufnahmeobjekt muß begehbar sein. Zu beachten ist, daß sich in der Nähe von Bäumen oder Gebäuden immer Luftwirbel bilden. Als Haspel hat sich ein einfaches System bestens bewährt. Ein Fahrradrahmen wurde so zerschnitten, daß anstelle des Hinterrades eine Seilrolle eingebaut wurde. Die Seilrolle ist mit einem Ritzel verbunden, das sich durch einfache Kurbelbewegung vorwärts und rückwärts bewegen läßt und bei Bedarf leer läuft. Das Ritzel ist mit einer Fahrradkette mit dem Kettenblatt verbunden, welches in dem originalen Tretlager läuft. Das Kettenblatt wird mit einer Pedalkurbel betätigt.

Die Schnurrolle ist in zwei Teile unterteilt. Eine rechte Hälfte, welche doppelt so breit ist wie die linke Hälfte und auch doppelt so viel Schnur aufnimmt. Die Schnur der rechten Hälfte, die Steuerleine, führt zum Drachen und ist mit diesem über eine Rolle verbunden. Vom Drachen führt die Schnur in einer riesigen Schlaufe zum Anker zurück und wird dort mit einem Schäkel zum Drachenstart befestigt. Man läßt den Drachen gegen den Wind starten und gibt so lange Schnur, bis der Drachen ruhig steht. Sodann wird die Steuerleine mit dem oberen Teil der Kameraaufhängung verbunden. An das untere Ende der Kameraaufhängung wird die Schnur der linken Rollenhälfte angeschäkelt. Somit wird eine endlose Schnur gewonnen. Einmal wird an dieser Schnur der Drachen geführt, der nun konstant in der einmal gewählten Höhe stehen bleibt, und mit dem gleichen Haspel wird die Kamera gehoben oder gesenkt. Zusätzlich wird die Kameraaufhängung mit einer oberen Rolle an der Steuerleine befestigt, was der Kamera weitere Stabilität verleiht. Gleichzeitig mit dem Heben der Kamera in die gewünschte Aufnahme-position wird die Lotleine abgewickelt. Die Lotleine wird durch den Fotografen festgehalten und wenn die Kamera genau senkrecht über dem Fotografen fliegt, wird durch die Fernsteuerung der Kameraverschluß betätigt. Durch die Objektivgröße der Kamera, deren Format und die Höhe der Kamera, wird der Abbildungsmaßstab bestimmt. Da die Lotleine eine vorher genau definierte Länge hat, kann der Fotograf durch entsprechenden Zug auf die Kameraaufhängung eine genaue Höhe erreichen. Wenn jetzt für die zweite Aufnahme durch die Windenbedienung die Kamera gehoben wird, kann der Fotograf in der neuen, in Drachenrichtung ver-

lagerten Position durch entsprechenden Zug an der Lotschnur eine Aufnahme mit dem gleichen Abbildungsmaßstab fertigen.

Schnur

Es wird eine Schnur aus der Aramidfaser KEVLAR[®] 29 benutzt. Die Schnur ist 1 mm dick, wiegt 1 g pro Meter und reißt bei 1.500 N bei einer Dahnung von 4 %. Die Schnur wurde für uns von der Firma OLBO Textilwerke GmbH, Solingen/Deutschland, entwickelt. Den Herren Dipl.-Ing. Alker und Dipl.-Ing. Schaaf sei an dieser Stelle besonders herzlich gedankt.

Als Kameraträger geeignete Drachen sind in Spezialgeschäften für ca. DM 500,00 - DM 1.000,00 zu erwerben. Hinzu kommen noch die Kosten für das Zubehör, die Halteleinen, Haspel, Kamerabefestigungen, Haltevorrichtungen u.ä.

Die Handhabung eines Drachens als Kameraträger ist relativ leicht zu erlernen. Für die Bedienung müßten zwei Personen zur Verfügung stehen. Der Einsatz ist wetterabhängig. Bei Regen, Luftturbulenzen und Windgeschwindigkeiten unter 5 m/s ist ein erfolgreicher Einsatz unwahrscheinlich.

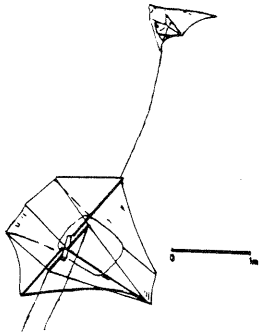


Abb.1
Dunford Flying Machine 2000
mit Delta Twinkeel

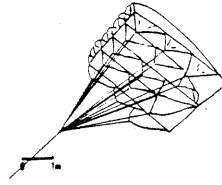


Abb.2
Jalbert Parafoil

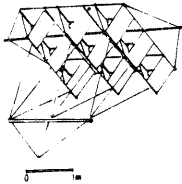


Abb.3
Dreifach Conyne

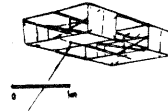


Abb.4
Hargrave Box

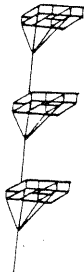


Abb.5
Gespannflug

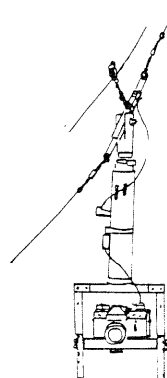


Abb.6
Kameraaufhängung