

Vom Sonnenkompass zum CCNS4 – 80 Jahre Navigation von Bildflügen bei der Hansa Luftbild

PETER HERMS, Münster

Keywords: aerial photography, history of aerial survey navigation, Doppler Radar, CCNS

Summary: *The long Way from Solar Compass to CCNS4 – 80 Years of Survey Flight Navigation at Hansa Luftbild.* A description of methods for navigation of aerial survey flights as executed by *Hansa Luftbild* flight crews starting in the early twenties of the last century until today.

Zusammenfassung: Eine Beschreibung von Methoden der *Hansa Luftbild* Flugbesatzungen zur Navigation von Bild- und anderen Messflügen von den frühen zwanziger Jahren bis heute.

1 Sichtnavigation

80 Jahre *Hansa Luftbild* – das bedeutet 80 Jahre Navigation für Bildflüge.

Darüber, wie die Bildflüge in den Anfangsjahren navigiert wurden, gibt es kaum Berichte von Zeitzeugen. Im Wesentlichen dürften diese Flüge nach Sichtnavigation durchgeführt worden sein. Das heißt, der Navigator hat das überflogene Gelände mit einer detailreichen Karte verglichen und danach den Piloten eingewiesen. Optische Hilfsmittel wie Navigationsteleskope gab es nicht, und wir dürfen annehmen, dass man sich mit Konstruktionen aus Drähten oder Blechstreifen im Rumpfboden des Flugzeuges behalf, um den Nadirpunkt abzuschätzen und die Abtrift zu bestimmen. Wenn man sich hierzu noch die Flugeigenschaften der in den zwanziger und Anfang der dreißiger Jahre eingesetzten Flugzeuge vorstellt – Kursanzeige durch einfachste Magnetkompass –, lässt sich leicht ermesen, dass die Bildfliegerei damals alles andere als eine präzise Angelegenheit war.

Sicherlich haben die Flugbesatzungen bereits damals von etwas geträumt – wie es beinahe fünfzig Jahre später ALBRECHT GRIMM bei der Gründung von IGI formulierte – ein Bildflugzeug „wie auf Schienen“

metergenau mit exakt ermittelter Abtrift über die aufzunehmenden Flugstreifen zu führen. Doch bis dahin war es noch ein langer Weg.

2 Antarktisbefliegung

Die bis dahin mit Sicherheit großartigste Leistung auf dem Gebiet der Navigation von Bildflügen war die Durchführung der Antarktisbefliegung durch die Abteilung *Hansa Luftbild* der *Lufthansa* im Jahre 1939.

Das Flugzeugmutterschiff *Neuschwabenland* mit den beiden für Bildflüge umgerüsteten Flugbooten des Typs Dornier Wal „*Boreas*“ und „*Passat*“ erreichte die Antarktis am 19. 01. 1939 bei 4 Grad 15 Min W und 69 Grad 10 Min Süd.

In den folgenden Wochen wurden fast 600 000 km² (!) Fläche mit ZEISS Reihemesskammern in Form von Schrägaufnahmen fotografiert.

Die Navigation und Ortung erfolgte ausschließlich durch Koppelnavigation, gestützt durch Funkpeilung von Bord des Mutterschiffs.

Der Wind in Richtung und Stärke wurde durch das Personal der *Schwabenland* gemessen und an die Flugboote gefunkt. Die Windinformation wurde in gewissen Ab-

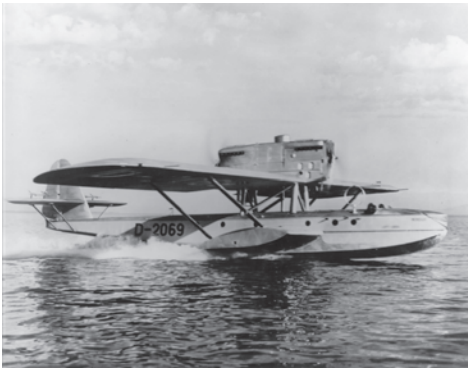


Abb. 1: „Bildflugzeug“ DORNIER WAL.



Abb. 2: Sichtnavigation mit Teleskop.

ständen durch Abwurf von Rauchbomben verifiziert resp. korrigiert. Einen erheblichen Anteil an der Bestimmung der für die Koppelnavigation so wichtigen Windkomponente hatte der Bordfunker, der durch Bedienung des Peilrahmens fortlaufend Standlinien zu dem auf bekannter Position liegendem Mutterschiff lieferte. Aus den Informationen über Flugeschwindigkeit, Wind und aktuellem Kompasskurs errechnete der Navigator Position, Sollkurs und – last not least – die Zeiten für das Intervallometer zum richtigen Auslösen der Messkammern.

Anstelle des in Polarnähe ohnehin unbrauchbaren Magnetkompasses wurde ein durch den Copiloten nachgeführter Sonnenkompass eingesetzt, der eine auf 1 Winkelgrad genaue Kurssteuerung ermöglichte.

Die unter den geschilderten Umständen doch recht komplizierte Koppelnavigation war nicht nur für die Führung der Flugzeuge erforderlich, sondern diente gleichzeitig der Positionierung aller (11 000 !) Luftbilder für die spätere Kartierung, immerhin mit einer Genauigkeit im Bereich von 10 Kilometern.

3 Die Situation nach dem 2. Weltkrieg

Nach dem zweiten Weltkrieg nahm *Hansa Luftbild* die Bildfliegerei zunächst mit ausländischen Luftfahrzeugen, 1955 nach Gewährung der Lufthoheit durch die Alliierten mit eigenen Flugzeugen wieder auf.

Die Navigation der Bildflüge erfolgte wie in der Zeit vor dem Kriege nach Sichtnavigation. Neu war der Einsatz von Drift – resp. Bombsights – optischen Geräten entwickelt zum zielgenauen Abwurf von Fliegerbomben. Die aus den Beständen der Luftwaffen erworbenen Geräte ermöglichten dem Navigator aus einer bequemen Sitzposition Senkrechtsicht nach unten und eine brauchbare Bestimmung der Abtrift.

Diese Navigationsteleskope – in den 60er und 70er Jahren durch die bekannten Hersteller von Messkammern wesentlich verbessert – verbunden mit gutem Kartenmaterial (in der Regel die TK 25 oder die TK 50) waren bis in die neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts die Standardausrüstung für die Durchführung von Messflügen.

Diese spezielle Sichtnavigation für Messflüge waren von einem abhängig: der Verfügbarkeit entsprechend geschulter und geübter Bildflugnavigatoren. Die erforderliche Ausbildung dieser Spezialisten bis zur Perfektion war langwierig und in Anbetracht des benötigten Flugaufwandes recht kostspielig.

4 Erprobung elektronischer Systeme

So ist es erstaunlich, dass der rasante Fortschritt bei der Entwicklung elektronischer Navigationshilfen für die Militär- und Ver-

kehrsfliederei in der Messbildfliegerei bis zur Verfügbarkeit des GPS kaum Niederschlag fand. Gemessen an den damals sehr hohen Kosten für derartige Systeme war ihr Einsatz aber ganz einfach zu wenig effektiv. Bei der *Hansa Luftbild* wurde in den 70er Jahren u. a. ein DECCA Navigationssystem erprobt, ein Hyperbelsystem, bei dem der zu fliegende (gerade) Flugstreifen – zu dieser Zeit mangels geeignetem Rechner – dem Piloten auf seiner Anzeige tatsächlich als Hyperbel präsentiert wurde.

Systeme, deren Einsatz für die Bildflugnavigation für kleine Maßstäbe durchaus recht erfolgreich war, VLF Omega und LORAN, kamen kaum noch zum Einsatz, weil anschließend das weit überlegene GPS verfügbar wurde.

5 Doppler Radar

Seit Mitte der 60er Jahre gab es bei der *Hansa Luftbild* ein elektronisches Navigationssystem, das sich über viele tausend Flugstunden bestens bewährt hat.

Im Rahmen einer Kooperation mit der Firma *PRAKLA-SEISMOS* führte die *Hansa Luftbild* weltweit Messflüge für geophysikalische Exploration durch.

Navigiert wurde mit Doppler Radar. Bei diesem ursprünglichen für militärische Zwecke entwickeltem System macht man sich den Dopplereffekt zunutze. Hierbei werden Radarimpulse in und quer zur Flugrichtung emittiert; beim Empfang der vom überflogenen Gelände reflektierten Signale stellt man Frequenzänderungen fest, die gemäß dem Dopplerprinzip ein Maß für die Geschwindigkeit des Luftfahrzeuges über Grund sowie für die Abtrift ergeben.

Entsprechend dem damaligen Stand der Technik wurde mit Hilfe eines mechanischen (!) Rechners hiermit die Position des Flugzeuges, bezogen auf einen bekannten Ablaufpunkt, errechnet.

Diese Dopplernavigation ist ein Flugzeug autarkes System und arbeitet also völlig unabhängig von jedweden Bodenstationen. Dies war nicht nur aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine ideale Lösung, sondern

ermöglichte in unzugänglichen Gebieten überhaupt erst den Messflugeinsatz.

Nachteil war jedoch die Einschränkung im Hinblick auf die erreichbare Genauigkeit. Die Positionsgenauigkeit war zeitabhängig und betrug 0,5 % der zurückgelegten Flugstrecke. Bei einem Flugstreifen, der 50 km lang ist, ergab sich also ein Ortungsfehler von 250 Metern.

6 Hilfsmittel Sicht/Koppelnavigation

Das Doppler-Verfahren hatte sich für Befliegungen von Blöcken eingeschränkter Größe bestens bewährt. Für großflächige Luftbildbefliegungen, zumal aus großer Höhe, war es jedoch wenig geeignet.

Die Befliegung weiträumiger Gebiete, für die es im außereuropäischen Ausland häufig keine geeigneten Navigationskarten gab, wurde so bis zum Ende der achtziger Jahre mit Hilfe einer Kombination aus Sicht- und Koppelnavigation realisiert

Der Autor erinnert sich an einen Auftrag, bei dem eine Fläche von den Ausmaßen Bayerns in der Südsahara aufzunehmen war. Die Übersichtskarte, die der freundlich lächelnde Repräsentant des Auftraggebers an die Flugbesatzung übergab, bestand aus einem Blatt weißen Papiers mit den Begrenzungskordinaten.

Als Hilfsmittel standen der Autopilot, ein Kurskreiselssystem, die Borduhr und ein gut justiertes Navigationsteleskop des Typs ZEISS *NT1* zur Verfügung. In das Gesichtsfeld dieses *NT1* war eine Strichplatte mit einer Markierung für die Lage des Nachbarstreifens eingespiegelt.

Von einem der Eckpunkte des Gebietes wurde nun unter Berücksichtigung der sorgfältig erflogenen Windkomponente der erste Flugstreifen ausschließlich nach Kompasskurs und Uhr geflogen. Auf diesem Streifen fertigte der Navigator mit Hilfe der Markierung „Nachbarstreifen“ eine Skizze des nächsten zu befliegenden Streifens an.

Nach der Kehrtkurve wurde der nächste Flugstreifen nach eben dieser Skizze navigiert und auf diesem Streifen Nr. 2 die Skizze für den Streifen Nr. 3 angefertigt usw.

7 Auf Schienen durch die Luft

Ein erster Ansatz in diese Richtung ergab sich, als Anfang der achtziger Jahre einer unserer Kollegen von einer Demonstrationsveranstaltung einer Firma IGI aus Siegen zurückkehrte und begeistert von eben diesen *Schienen* berichtete, die nicht nur das Flugzeug „unheimlich genau“ über die geplanten Streifen führten, sondern deren *Schwellen* darüber hinaus die Kamera immer an der richtigen Stelle auslösten – also perfekte Zielaufnahmen machten.

So interessant das so vorgestellte *CCNS* war, so hatte es doch zu diesem Zeitpunkt einen gravierenden Nachteil: das dazugehörige Streckenmesssystem *TRIDENT* erforderte den Betrieb mehrerer Sender am Boden, die stationiert und während der Messflüge überwacht werden mussten.

Die nächste Stufe des *CCNS* benutzte als Navigationskomponente die durch die Flugsicherung betriebenen DME- (Entfernungsmess-) und TACAN-Stationen.

Damit war bereits der Einsatz des *CCNS* für nahezu die gesamte Bundesrepublik ohne den kostenaufwändigen Betrieb eigener Bodenstationen möglich geworden.

Der erfolgreiche Einsatz eines ersten – aus heutiger Sicht – primitiven GPS-Empfängers während einer Bildflugmission in Thailand regte zu der Idee an, das weltweit verfügbare GPS mit dem ja bereits verfügbaren und erprobt gut funktionierenden Flugführungs- und Managementsystem – dem *CCNS* – zu kombinieren. Im Hause IGI waren bereits ähnliche Überlegungen angestellt worden. Jedoch war man zu diesem Zeitpunkt überhaupt nicht sicher, ob der für zivile Anwendungen freigegebene C/A Code des GPS eine für Zwecke der Navigation von Messflügen ausreichende Positionierungsgenauigkeit ermöglichte.

So war die Beschaffung eines ersten *CCNS* auf Basis der GPS Navigation im Hause *Hansa Luftbild* zunächst durchaus umstritten.

Zur Überraschung aller Beteiligten war die Genauigkeit des GPS auch im *non differential mode* wesentlich besser als erwartet und das *CCNS4* übertraf von Anbeginn alle gesetzten Erwartungen.

Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dieses Systems waren auf Anhieb so überzeugend, dass kurzfristig Systeme für die gesamte aus 5 Flugzeugen bestehende Flotte beschafft wurden.

8 Ergebnis

Der Traum von der Flugführung *wie auf Schienen* ist erfüllt. Nach 10 Jahren operationellem Einsatz und nahezu 10000 Flugstunden mit dem *CCNS* ist der Einsatz dieses Systems so selbstverständlich geworden, dass für die inzwischen nachgerückten jungen Flugbesatzungen die Erzählungen von Drahtkonstruktionen, vom Sonnenkompass, von Sicht- oder Koppelnavigation, ja selbst vom Flug mit dem Navigationsteleskop, Historie aus einer vergangenen Zeit sind.

Literatur

- HANSA LUFTBILD, 1939: Kartierung Neuschwabenland. – Luftbild u. Luftbildmes. **16**: 1–48.
BOIE, D., 1970: Untersuchungen zur Doppler-Navigation und -Ortung von geophysikalischen und photogrammetrischen Messflügen. – Wiss. Arb. Univ. Hannover, Nr. 39.

Anschrift des Autors:

PETER HERMS

Hansa Luftbild Sensorik und Photogrammetrie GmbH, Elbestr. 5, D-48145 Münster

Tel: 49-251-2330-190, Fax: 49-251-2330-112

e-mail: herms@hansaluftbild.de

Manuskript eingereicht: April 2003

Angenommen: Mai 2003



Abb. 3: Kontroll- und Anzeigeelement des *CCNS4*, integriert im Instrumentenbrett eines Vermessungsflugzeuges von Hansa Luftbild.