

EINSATZ VON CCNS/GPS UND RMK TOP

Neue Erfahrungen und Überlegungen zur Bildflugnavigation

Peter Herms, Münster

Einleitung

Während der letzten Jahre sind erhebliche Fortschritte bei der Entwicklung von Aufnahmekammern gemacht worden.

Umso erstaunlicher ist es, daß die Technik der Navigation von Meßflügen im wesentlichen immer noch die der sechziger Jahre ist.

Abgesehen von wenigen Ausnahmen werden Meßflüge immer noch nach Sichtnavigation durchgeführt.

Es gibt zwar seit langem elektronische Navigationssysteme, die eine mehr oder weniger brauchbare Flugführung für Meßflüge ermöglichen. Jedoch fand bisher keines dieser Systeme eine breite Anwendung.

Ich möchte in diesem Zusammenhang u. a. Doppler Radar, INS (Trägheitsnavigation), VLF-Omega, Loran und Decca nennen.

Hauptgründe, warum sich bisher keines dieser Systeme durchsetzen konnte, sind: zu teuer - zu ungenau - zu schwierig in der Handhabung.

Eines haben die o. g. Systeme gemeinsam - sie sind alle für die allgemeine Flugführung (d. h. Flug von A nach B) konzipiert, und ihr Einsatz für die komplexe Navigation von Meßflügen ist ein Notbehelf.

Forderungen an ein Navigationssystem für Bildflüge

Es bildete sich in unserem Hause bereits vor etlichen Jahren die Meinung, daß für ein operationelles Bildflugnavigationssystem nicht nur ein ausreichend genauer Navigationssensor, sondern zusätzlich ein an unsere ganz speziellen Belange angepaßtes Flugführungssystem erforderlich sei.

Der Forderungskatalog an ein solches System sieht aus unserer Sicht wie folgt aus:

- Positionierung mit ausreichender Genauigkeit
- automatische Bestimmung der Abtrift
- einfache Einweisung des Piloten auf den Flugstreifen oder Ansteuerung des Autopiloten
- Auslösung von gezielten Aufnahmen
- weltweite Verfügbarkeit
- Flugvorbereitung im jeweiligen Landeskoordinatensystem
- und -last not least- vertretbare Kosten

Das CCNS/GPS

Die Hansa Luftbild experimentierte bereits seit etlichen Jahren mit einem speziell für Meßflüge entwickelten Flug-Management- und Navigationssystem der Firma IGI - Hilchenbach, dem CCNS (Computer Controlled Navigation System).

Trotz guter Lösungen für Navigation und Kamerabetrieb bedeuteten die verwendeten Navigationssensoren - wie z. B. DME oder Loran - erhebliche Einschränkungen beim operationellen Einsatz des Systems. Eine generelle Ablösung der Sichtnavigation durch das CCNS kam für uns daher nicht in Frage.

Mit dem GPS steht nun aber ein Ortungssystem zur Verfügung, das die bisher kritischen Punkte erfüllt:

- ausreichende Genauigkeit
- weltweite Verfügbarkeit
- einfache Handhabung
- günstige Kosten

Mit Blick auf die fortschreitende Installation der NAVSTAR-Satelliten beauftragten wir die Firma IGI-Hilchenbach, ein CCNS-System mit einem GPS-Empfänger als Navigationssensor auszurüsten.

Die erste Anlage ist bei der Hansa Luftbild seit einigen Monaten im Betrieb und hat sich bestens bewährt.

Lassen Sie mich hier einige Anmerkungen zu den Komponenten des Systems machen:

Als GPS-Empfänger haben wir uns für ein in Großserie gebautes Flugzeuggerät entschieden. Wichtiges Kriterium bei der Auswahl des Gerätes war die Möglichkeit, durch Kombination mit einem 'encoding altimeter' (Höhenmesser) auch mit nur 3 nutzbaren Satelliten eine brauchbare Positionierung zu erhalten. D. h., wir sind bereits heute weitgehend von den 'Fenstern' unabhängig.

Das CCNS besteht aus einer Flug- sowie einer Bodenkomponente.

Die Bodenkomponente ist ein PC mit den Programmen für die Flugplanung. Die Flugvorbereitung kann prinzipiell in allen gängigen Koordinatensystemen vorgenommen werden. Wir haben zur Zeit die Möglichkeiten: UTM, Gauß-Krüger, RD (Niederlande) sowie geografisch.

Kernstück der Flugzeuganlage ist ein speziell entwickelter flugtauglicher (!!) Rechner. (Schlechte Erfahrungen beim Dauerbetrieb von herkömmlichen PCs und Laptops in Propellerflugzeugen machten die Entwicklung eines speziellen CCNS-Rechners wünschenswert.) Die Software ist für Flugführung und Kamerasteuerung ausgelegt.

Beim Bildflug ruft der Operateur über ein Terminal das Projekt, den Flugstreifen und die gewünschte Flugrichtung auf. Der Pilot bekommt nun auf seinem Display die relative Lage des

Flugstreifens zum Flugzeug angezeigt. Die Pilotenanzeige läßt sich 'zoomen', so daß der Flugzeugführer bereits aus 100 km Entfernung den aufgerufenen Streifen 'sieht', beim eigentlichen Streifenflug aber eine Anzeige von +/- 100 m hat.

Das bei uns eingesetzte CCNS/GPS hat eine Verbindung zum Kurskreisel des Flugzeuges, um kontinuierlich die Abtrift zu berechnen. Der Pilot bekommt Steuerkurse vorgeschrieben, die das Flugzeug auf dem Streifen halten; die Kamera läuft automatisch auf den genauen Triftwert.

Ein aus technischer sowie aus ökonomischer Sicht überaus wichtiges Detail des CCNS/GPS ist die Möglichkeit, gezielte Aufnahmen auszulösen. Es gibt drei Möglichkeiten der Überdeckungsregelung:

- Auslösung über vorgegebenen Punkten
- Auslösung mit konstanter Basis
- Auslösung nach dem v/h Verhältnis (in Kombination mit dem automatischen Überdeckungsregler ZEISS NA)

Überlegungen und Erfahrungen zur Navigationsgenauigkeit

Kernpunkt der Überlegung bez. des Einsatzes der GPS-Navigation für Bildflüge ist zweifellos die Frage der erzielbaren Navigations- resp. Auslösegenauigkeit für die Meßkammer.

Im C/A Code bietet das GPS eine Ortungsgenauigkeit von 40 m - eine Größe, die für nahezu alle Aufgaben photogrammetrischer Meßflüge akzeptabel ist.

Es steht jedoch die Ankündigung der amerikanischen Militärs im Raum, die Genauigkeit des GPS durch Schaltung der SA (Selective Availability) auf 100 m weiter zu verschlechtern.

(Tatsächlich ist SA seit Anfang Juli d. J. wieder geschaltet.) Selbst diese (Un-)Genauigkeit ist - zumal im Vergleich zu der bisher angewandten Sichtnavigation - für die Mehrzahl der Bildflüge durchaus akzeptabel.

Z. B. fordert das Niedersächsische Landesvermessungsamt die Einhaltung folgender Toleranzen:
für Bildmaßstäbe 1 : 6000 +/- 100 m
1 : 8000 +/- 150 m
1 : 12500 +/- 200 m

Zu der Ungenauigkeit des GPS kommt allerdings noch die Steuerungenauigkeit des Flugzeugführers resp. des Autopiloten, die nach unserer bisherigen Erfahrung nicht schlechter als 50 m ist.

Man muß also insgesamt von einer Navigationstoleranz im C/A Code ohne SA von 90 Metern, im C/A Code mit SA von 150 Metern ausgehen - Werte, die nach unseren bisherigen Erfahrungen eher Obergrenzen darstellen.

Wir befliegen in unregelmäßigen Abständen ein Testfeld mit 30 Zielpunkten auf 2 Flugstreifen. Bei 4 Durchgängen vor Schaltung der SA lag keine der Aufnahmen außerhalb des Zielkreises von 100 m Radius um den Sollpunkt. Bei dem einzigen bisher durchgeführten Flug nach Schaltung

der SA hatte sich das Ergebnis erstaunlicherweise kaum verändert.

Es kann also gesagt werden, daß Bildflüge der Maßstäbe 1 : 8000 und kleiner durchaus mit dem allgemein zugänglichen GPS/SPS durchgeführt werden können.

Einsatz von Differential GPS?

Für größere Maßstäbe oder für sonstige Anwendungen, die eine hohe Navigationsgenauigkeit erfordern, ist bei Schaltung der Selective Availability der Einsatz von DGPS (Differential GPS) erforderlich.

Der Betrieb einer eigenen Telemetrie-Station zur Übertragung der Korrekturdaten scheidet sicherlich bereits aus dem Grund aus, daß nicht mit der Zuteilung einer geeigneten Frequenz gerechnet werden kann.

Hoffnung für die Meßfliegerei gibt jedoch die Absicht der Organisation 'Seezeichenversuchsfeld', über bestehende Mittelwellenfunkfeuer an der deutschen Küste DGPS-Korrekturdaten zu senden. Wenn man von einer Reichweite von 300 km ausgeht, besteht Hoffnung, daß zumindest in größeren Teilen Norddeutschlands mit DGPS gearbeitet werden kann.

Eine weitere Möglichkeit zum Empfang eines DGPS Korrektursignals bieten die INMARSAT Kommunikationssatelliten. Dieser kommerzielle Service existiert bereits für den Bereich der Nordsee.

Sowohl die für die Seefahrt konzipierte, relativ geringe Aufdatierungsrate als auch die sicherlich häufig große Entfernung zur Referenzstation sollten jedoch keine zu großen Erwartungen an die erreichbaren Genauigkeiten aufkommen lassen.

RMK TOP und CCNS/GPS

Der Einsatz der neuen Meßkammer ZEISS RMK TOP in Kombination mit dem CCNS/GPS bietet eine Reihe interessanter Perspektiven.

So können die Koordinaten des Aufnahmestandortes direkt in der Legende des Luftbildes abgebildet werden. Bei Flügen im Blattschnitt der DGK lassen sich die Blattnummern automatisch einbelichten. Der Einsatz der kreiselstabilisierten Aufhängung T-AS ermöglicht die Umschaltung des CCNS/GPS auf den Autopiloten, der bekannterweise Richtungsänderungen stets mit Schräglage macht.

Daten, die während des Bildfluges vom RMK TOP System sowie vom CCNS/GPS aufgezeichnet werden, ermöglichen die schnelle Überprüfung des Bildfluges (mit Ausnahme der photographischen Qualität) unmittelbar nach der Landung.

Z. B. erlauben die vom CCNS/GPS aufgezeichneten Koordinaten aller Aufnahmestandorte, daß sofort nach der Landung - vor Entwicklung des Films ! - die Bildmittenübersicht ausgeplotet wird.

Keine Utopie! ... es funktioniert bereits!

Wirtschaftliche Überlegungen

Zum Abschluß einige Überlegungen zum wirtschaftlichen Aspekt beim Einsatz von CCNS/GPS:

Ein entscheidender Vorteil des Systems ist zweifellos, daß auch ungeübtes Personal nach kurzer Einweisung für Bildflüge eingesetzt werden kann. Gegenüber der Arbeit einer erfahrenen Bildflugbesatzung bringt das CCNS/GPS nach unseren Erfahrungen allerdings kaum Einsparungen an Flugzeit.

Einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil stellt jedoch die Möglichkeit der exakt ausgelösten 'gezielten Aufnahmen' dar.

Bei Flügen im Schnitt von Grundkarten, Flugkarten etc. entfällt der Zwang der 80 %- oder 90 %-Längsüberdeckung. Aber auch bei Flügen mit 60 %iger Überdeckung lassen sich - zumal beim sehr teuren Color- oder Color-Infra Film - erhebliche Materialkosten einsparen, indem wirklich nur das Minimum der erforderlichen Aufnahmen gemacht wird.

Einsparungen ergeben sich auch bei der Auswertung dergestalt, daß genau das Minimum der erforderlichen Aufnahmen vorgeplant und geflogen werden kann.

Ein weiterer Aspekt, der speziell für eine weltweit tätige Luftbildfirma wie die Hansa Luftbild von Bedeutung ist, ist die Tatsache, daß heutzutage in vielen Entwicklungsländern die Beschaffung der für die Sichtnavigation erforderlichen topografischen Karten schwierig, wenn nicht sogar unmöglich ist. Es ist offensichtlich, daß hier das weltweit funktionierende CCNS/GPS eine entscheidende Verbesserung der Arbeitsmöglichkeiten darstellt.

Schluß

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich mit der Einführung von GPS die seit langem aufgestellten Forderungen an ein Navigationssystem für Meßflüge weitgehend realisieren lassen. Es zeichnet sich ab, daß die 2 links - 2 rechts Methode der Sichtnavigation für Bildflüge in Kürze der Vergangenheit angehören wird.

Literatur

Grimm, A.: CCNS/GPS - Ein Führungs-, Positionierungs-, und Managementsystem für Fernerkundungsflüge

Speckter, H.: Stand der Arbeiten des Internationalen Seezeichenverbandes IALA zur Standardisierung und Einführung eines weltweiten Differential-GPS Dienstes für den maritimen Bereich

Gibbons, G.: Birds of a feather (GPS World, May 1991)

Peter Herms
Hansa Luftbild GmbH
Elbestraße 5
W - 4400 Münster