

3.1 ALLGEMEINE ANGABEN ZUM TEILPROJEKT C3

3.11 Thema: Übertragungskette des optischen Bildaufnahmeprozesses bei Flug- und Satellitenaufnahmen

3.12 Leiter:	Prof. Dr. H. Tiziani	Dr.-Ing. W. Förstner
	Institut für	Institut für
	Technische Optik	Photogrammetrie
	Universität Stuttgart	Universität Stuttgart
	Pfaffenwaldring 9	Keplerstraße 11
	7000 Stuttgart 80	7000 Stuttgart 1
	Tel.: 0711/685-6075	Tel.: 0711/2073-722

3.13 BISHERIGE UND BEANTRAGTE FÖRDERUNG DES TEILPROJEKTES
(Ergänzungsausstattung)

Das Teilprojekt wird gefördert seit 01.07.1984. Beträge in DM 1.000

Haushalts- jahr	Personalkosten bzw. BAT-Stellen	Sächliche Verwaltungs- ausgaben	Investitionen	Gesamt
	100	101	102	103
1984	40.9	10.0	--	50.9
1985	83.2	22.0	32.0	137.2
1986	84.8	9.5	--	94.3
Zwischensumme	208.9	41.5	32.0	282.4
1987	84.8	15.9	31.0	131.7
1988	84.8	25.9	--	110.7
1989	84.8	15.9	--	100.7

3.2 ZUSAMMENFASSUNG

Die Beurteilung des Informationsverlustes bei Abbildungen ist zentral für die Erkennbarkeit und präzise Lokalisierbarkeit von Objektdetails. Gute Bildqualität zeichnet sich durch scharfe Abbildung von Punkten und Kanten aus. Die Ermittlung der Bildqualität kann sich auf klassische Verfahren zur Bestimmung der Punktverwaschungsfunktion stützen.

Das Teilprojekt verfolgt zwei Ziele:

- a) Die Untersuchung des Abbildungsvorgangs im Hinblick auf die für die Bildqualität wichtigsten Parameter, um zu einer Verbesserung derselben zu kommen

Dies sind insbesondere folgende Einflüsse:

- Bildbewegung
- Schwingungen
- Temperatureinfluß
- Atmosphäre

Die Entfaltung der Bildinformation mit der resultierenden Verwaschungsfunktion führt zur Bildverbesserung und zur Genauigkeitssteigerung bei der Punktbildzuordnung. Die Untersuchungen sollen auf den Nahbereich ausgedehnt werden - dies speziell im Hinblick auf die Vermessung und Navigation im Nahbereich. Dabei ist die Verwaschungsfunktion von bewegten und defokussierten Objekten von besonderer Bedeutung.

- b) Die automatische Bestimmung der Punktverwaschungsfunktion aus einem Bild, um daraus ein Filter für die Rekonstruktion des Originals zu erhalten

Dieser Abschnitt des Teilprojektes ist neu und dient der Umsetzung der unter a) erzielten Ergebnisse auf digitale Bilder zur Steigerung der Meßgenauigkeit in den Teilprojekten C2 und C6.

Die Untersuchungen sollen in diesem Antragszeitraum abgeschlossen werden.

3.3 STAND DER FORSCHUNG

Für die Beschreibung der einzelnen Einflüsse auf die Bildübertragungskette und diese als Ganzes eignet sich das Konzept der optischen Übertragungsfunktion (OTF) bzw. Modulationsübertragungsfunktion (MTF). Dieses ist zur Beurteilung optischer Linsensysteme gebräuchlich /1/ - /2/ .

- Bestimmung der Modulationsübertragungsfunktion aus Testmustern

Die prinzipielle Methode zur Berechnung der Modulationsübertragungsfunktion aus dem Kantenbild besteht aus dessen Differentiation und anschließender Fouriertransformation. Sie ist schon seit einiger Zeit eingeführt /3/ - /6/. Das entscheidende bei der Kantenbildanalyse auftretende Problem ist die korrekte Unterdrückung des Filmkornrauschens, dessen Frequenzspektrum dem der Modulationsübertragungsfunktion überlagert ist. In ersten Ansätzen begnügte man sich damit, Ortsfrequenzen oberhalb einer bestimmten Grenze abzuschneiden /3/. Spätere Varianten beinhalteten eine Multiplikation des durch Differentiation erhaltenen Linienbildes mit einer Gaußfunktion, um dieses nach außen hin zu glätten /4/, oder ein schlichtes Abschneiden desselben ab einem bestimmten Abstand vom Zentrum /5/. Beide Methoden führen zwar zu einer Glättung der Modulationsübertragungsfunktion, würden aber auch ein von Filmkornrauschen völlig freies Linienbild verändern, was bei einer Rauschunterdrückung eigentlich vermieden werden sollte.

Neben der Kante werden auch andere spezielle Testmuster zur Bestimmung der Modulationsübertragungsfunktion benutzt /7/ .

- Einfluß der Atmosphäre

Für den Einfluß der Atmosphäre existieren einige theoretische Untersuchungen und auch Modelle für die Modulationsübertragungsfunktion /9/ - /11/ . Dabei wird eine mehr oder weniger große Anzahl heuristischer Parameter zur Beschreibung der Atmosphäre verwendet.

- Einfluß von Bildbewegung und Schwingungen

In /12/ werden verschiedene Arten von Bildbewegung diskutiert, nämlich lineare, parabolische, sinusförmige und zufällige Bewegung. In /13/ wird die Wirkung von Systemen zur Bildbewegungskompensation beschrieben.

- Einfluß der Temperatur

In /14/ und /16/ wird die Abhängigkeit der Seidelschen Bildfehler von der Temperatur eines photographischen Objektivs bei homogener Verteilung - größtenteils theoretisch - untersucht. In /15/ wird ein erster Ansatz zur Beschreibung der Auswirkungen inhomogener Temperaturverteilungen behandelt.

- Digitale Kameras

Der Einsatz von Diodenarrays als Bildspeichermedium wird in /17/, /18/ und /19/ untersucht.

3.4 EIGENE VORARBEITEN

Im Rahmen des Teilprojekts C3 wurden Verfahren und neuartige Methoden zur Berechnung der Modulationsübertragungsfunktion aus photographischen Aufnahmen von Testmustern entwickelt. Die Arbeiten wurden auf natürliche Testmuster ausgedehnt, welche in Luftbildern gefunden werden können, z.B. Häuser, Straßen, Die rechnerische Unterdrückung des Filmkornrauschens stellte dabei eine der wichtigsten Teilaufgaben dar. Dies liegt in der Tatsache begründet, daß sich das Fourierspektrum dieses Rauschens auch über den für die Modulationsübertragungsfunktion interessierenden Bereich erstreckt und folglich eine hinreichende Rauschunterdrückung allein durch Elimination bestimmter Ortsfrequenzen nicht möglich ist.

So wurden neue Verfahren und entsprechende Computerprogramme zur Bestimmung der Modulationsübertragungsfunktion aus Kantenbildern entwickelt /8/. "Natur-

liche Kanten treten in Form von Hausdächern, Schattengrenzlinien u.a. auf.

Darüberhinaus wurde eine Methode und ein Verfahren entwickelt, das die Modulationsübertragungsfunktion beispielsweise aus dem geradlinigen Mittelstreifen einer Straße liefert (Rechteckbild).

Zum Zwecke der Abtastung von Testmustern auf Luftbildern wurde ein Mikrodensitometer mit Rechnersteuerung aufgebaut. Dieses wird derzeit noch weiterentwickelt. Mit dieser Anordnung werden spezielle Objekte, sowie "natürliche" Kanten- und Rechteckbilder aus Luftaufnahmen abgetastet und die entsprechenden Modulationsübertragungsfunktionen berechnet. Auf diese Weise konnte die Wirkung von Bildbewegungskompensationssystemen auf die Bildqualität untersucht werden. Die ersten dabei ermittelten Ergebnisse stimmen mit denen der Modellrechnung gut überein.

Um den Einfluß des Objektivs auf die Bildqualität zu untersuchen, wurde ein Computerprogramm zur Berechnung der optischen Übertragungsfunktion von Linsensystemen erstellt. Die existierende Anlage zur Messung der optischen Übertragungsfunktion konnte modifiziert werden zur Vermessung von Luft- und Satellitenbildobjektiven.

Erste Untersuchungen zum Einfluß der Temperatur auf die Modulationsübertragungsfunktion wurden im Rahmen des Teilprojektes durchgeführt. Es zeigte sich, daß temperaturbedingte Defokussierung einen der wichtigsten resultierenden Störeinflüsse darstellt. Allerdings müssen weitere aufwendigere Untersuchungen zum Temperatureinfluß auf die Bildqualität angestellt werden.

Der Einfluß linearer Filter auf die Präzision der (digitalen) Bildkorrelation zur Objektlokalisierung oder Bildzuordnung wurde in /20/ untersucht. Unschärfen bei der Abbildung sind spezielle lineare Filter. Etwa wurde in /20/ gezeigt, daß die Verwendung eines Gradienten-Filters, also einer suboptimalen Korrelation, zu einem Genauigkeitsverlust von ca. 60% führt, welcher experimentell bestätigt ist. Einen vergleichbaren, wenn nicht noch größeren Verlust an Präzision muß man erwarten, wenn man die Unschärfe der Bilder nicht durch

Entfaltung mit der resultierenden MTF rückgängig macht.

Literatur zum Stand der Forschung (3.3) und eigene Vorarbeiten (3.4) :

- /1/ Tiziani, H.J.: The use of optical transfer function for assessing the quality of optical systems
Photogrammetria 34, S. 45-68 (1978)
- /2/ Tiziani, H.J.: Image quality criteria for aerial survey lenses
ISP-Symposium Com. I, Tokyo (1978)
- /3/ Jones, R.A., Yeadon, E.C.:
Determination of the Spread Function from Noisy Edge Scans
Phot. Sci. Eng., 13 : 200 (1969)
- /4/ Blackman, E.S.: Effects of Noise on the Determination of Photographic System Modulation Transfer Functions
Phot. Sci. Eng., 12 : 244 (1968)
- /5/ Gerencser, M.G.: Automated Edge Gradient Analysis (EGA) for Testing Photogrammetric Systems
Photogrammetria 35 : 101 (1979)
- /6/ Sievers, J.: Die Kantenbildanalyse als Mittel zur Bestimmung von "Bildparametern"
für die Arbeitsgruppe "Semantische Information" der Kommission E der OEEPE (1976)
- /7/ Kölbl, O.: Comparative Test of Aerial Cameras
Arbeitstagung Kammerkalibrierung in der photogrammetrischen Praxis (1985)
Deutsche geodätische Kommission, Reihe B, Heft 275 S. 48-64
- /8/ Lei Fang, Tiziani, H.: Eine neue Methode zur Bestimmung der MTF aus dem Kantenbild
erscheint in OPTIK
- /9/ Hufnagel, R.E.: Random Wavefront Effects
Phot. Sci. Eng., 9 : 244 (1965)
- /10/ Tiziani, H.: Beurteilung der Bildqualität von Luftbildkamern
Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 4-77 (1977)
- /11/ Roddier, F.: The Effects of Atmospheric Turbulence in Optical Astronomy
Progress in Optics XIX 281 (1981)
- /12/ Rosenau, M.D.: Image Motion Modulation Transfer Functions
Phot. Sci. Eng., 9 : 252 (1965)

- /13/ Meier, H.-K.: Progress by Forward Motion Compensation for Zeiss Aerial Cameras
Bildmessung und Luftbildwesen, 52 : 143 (1984)
- /14/ Strähle, F.: Temperaturabhängigkeit von Objektiven unter besonderer Berücksichtigung von Fernrohrobjectiven und ihre Korrektion
Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 1969
- /15/ Strähle, F.: Über die Einwirkung von homogener Temperaturänderung und radialen Temperaturgradienten auf optische Linsensysteme
Dissertation, Universität Stuttgart, 1972
- /16/ Ketterer, G.: Diplomarbeit, Universität Stuttgart, 1970
- /17/ Schaff F.: Comparing Satellite Scanning Techniques
Laser Focus / Electro Optics, November 1983
- /18/ Park, S.K., Schowengerdt, R., Kaczynski, M.-A.:
Modulation-transfer-function analysis for sampled image systems
Applied Optics, Vol. 23, No. 15, (1984)
- /19/ Schowengerdt, R.A., Archwamety, C., Wrigley, R.C.:
Landsat Thematic Mapper Image Derived MTF
Photogrammetric Engineering and Remote Sensing
Vol. 51, No. 9, (1985)
- /20/ Förstner, W.: Quality Assessment of Object Location and Point Transfer using Digital Image Correlation Techniques
International Archives for Photogrammetry, Vol. 25-III
Rio de Janeiro (1984)

3.5 ZIELE, METHODEN, ARBEITSPROGRAMM UND ZEITPLAN

3.51 ZIELE

Die resultierende optische Übertragungsfunktion (OTF) bzw. Modulationsübertragungsfunktion (MTF) in Luft- und Satellitenbildern setzt sich u.a. aus dem optischen System, dem Detektor (z.B. Film oder CCD-Array), der Bildbewegung, Schwingungen des Flugzeuges, Temperatureinflüssen und dem Einfluß der Atmosphäre zusammen. Diese Einflüsse sollen weiter untersucht werden, um die Aufnahmebedingungen zu optimieren. Aus speziellen und natürlichen Objekten wird vorerst die resultierende MTF, später - sofern nötig - auch die OTF ermittelt. Daraus läßt sich auch die resultierende Verwaschungsfunktion gewinnen. Durch Entfaltung der Bildinformation mit der resultierenden Verwaschungsfunktion kann die Genauigkeit der Bildauswertung gesteigert werden. Die Einflüsse der einzelnen Glieder sollen - soweit möglich - ermittelt werden.

Da sich für ein vorliegendes Luftbild die einzelnen Komponenten aus der resultierenden OTF nicht rekonstruieren lassen und i.a. nicht bekannt sind bzw. bestimmt werden, die Gesamt-OTF aber für die Bildrestaurierung entscheidend ist, soll im zweiten Teil die Gesamt-OTF aus - insbesondere digitalen - Bildern automatisch ermittelt werden.

Für die meisten Untersuchungen wird die Phase nicht berücksichtigt werden, sodaß die Messungen sich voraussichtlich auf die MTF beschränken werden.

Für den Nahbereich soll ein mathematisches Modell zur Beschreibung der Unschärfe bei gleichzeitiger Bewegung und Defokussierung entwickelt und erprobt werden.

3.52 METHODEN UND ARBEITSPROGRAMM

3.521 Untersuchung der Glieder der Verwaschungsfunktion

a) **Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf die MTF von Luft- und Satellitenobjektiven**

Die Untersuchung der ersten Näherung - nämlich die einer homogenen Temperaturverteilung im Objektiv - ist Gegenstand der laufenden Projektphase.

Aus einer vereinfachten rechnerischen Abschätzung für ein Objektiv in einem erdnahen Photosatelliten ging hervor, daß unter den dort vorherrschenden Bedingungen teilweise auch mit inhomogenen Temperaturverteilungen im Objektiv zu rechnen ist.

Daher soll der Einfluß solcher Temperaturverteilungen auf die Modulationsübertragungsfunktion von Luft- und Satellitenbildobjektiven untersucht werden. Die dabei erwarteten Resultate sollen mit denen aus den Untersuchungen homogener Temperaturverteilungen verglichen werden. Die genannten Untersuchungen sollen sowohl experimentell als auch theoretisch durchgeführt werden. Damit soll der Versuch unternommen werden, den Einfluß der Temperatur auf die Modulationsübertragungsfunktion von Linsensystemen nicht nur experimentell, sondern auch rechnerisch zu beschreiben und, wenn möglich, sogar vorherzusagen.

b) **Untersuchung des Einflusses der Bildbewegung und von Schwingungen auf die resultierende Modulationsübertragungsfunktion**

Der Einfluß der Bildbewegung auf die Bildqualität soll genauer untersucht werden. Durch den Einsatz von Systemen zur Bildbewegungskompensation werden längere Belichtungszeiten und damit die Verwendung von Filmen höherer Auflösung möglich. Jedoch wird nun u.a. der Einfluß von Flugzeugschwingungen auf die resultierende Modulationsübertragungsfunktion stärker. Dieser soll untersucht werden.

c) **Untersuchung des Einflusses der Atmosphäre auf die resultierende Modulationsübertragungsfunktion**

Hierzu sollen künstliche Kanten und andere Testmuster aus verschiedenen

Flughöhen und bei unterschiedlichen Wetterbedingungen bei sonst möglichst gleichen Bedingungen photographiert und die resultierende Modulationsübertragungsfunktion bestimmt werden. Daraus läßt sich deren Abhängigkeit von der Flughöhe und den Wetterbedingungen ermitteln und es kann eine Übertragungsfunktion für die Atmosphäre extrahiert werden. Diese soll mit entsprechenden theoretischen Modellen verglichen werden und ggf. sollen letztere erweitert oder modifiziert werden. Es ist nicht immer möglich, bei der Wahl der Aufnahmebedingungen für ein Luft- oder Satellitenbild einen optimalen Zustand der Atmosphäre abzuwarten. Die Untersuchungen dienen dazu, den relativen Anteil an der gesamten MTF abzuschätzen, bzw. die optimalen Aufnahmebedingungen zu ermitteln.

d) Bestimmung der resultierenden Modulationsübertragungsfunktion aus Luft- und Satellitenbildern

Es sollen ideale Kanten und andere spezielle Testmuster am Boden ausgelegt und aus der Luft photographiert werden. Die Bilder dieser Objekte sollen mit dem noch weiterzuentwickelnden Mikrodensitometer abgetastet werden. Ferner sollen die vorhandenen Auswerteprogramme zur Ermittlung der resultierenden Modulationsübertragungsfunktion an diesen idealen Kanten und Testmustern getestet und ggf. auch noch weiterentwickelt werden. Die Eignung verschiedener künstlicher Testmuster zur Bestimmung der resultierenden Modulationsübertragungsfunktion soll untersucht werden. Diese Ergebnisse sollen mit denen aus "natürlichen" Kanten- und Rechteckbildern verglichen werden.

Dieser Vergleich ist wichtig im Hinblick auf die vorgesehene Auswertung von Luft- und Satellitenbildern, bei denen i.a. keine künstlichen Testmuster vorhanden sind oder ausgelegt werden können.

e) Einfluß der Objektbewegung auf die Bildschärfe im Nahbereich

Im Nahbereich ist bei bewegten Objekten i.a. eine Nachführung der Fokussierung notwendig, welche jedoch nicht immer durchgeführt werden kann - insbesondere bei schnellen Bewegungen. Wegen der zeitlichen Änderung der Bewegungs- und

Defokussierungsunschärfe ist eine Darstellung durch Entfaltung mit der resultierenden MTF zu aufwendig und rechenzeitintensiv. Daher sollen Randbedingungen für eine einfachere, genäherte Betrachtungsweise gefunden werden. Der Zusammenhang zwischen Unschärfe, Geschwindigkeit, Defokussierungsgrad und Belichtungszeit soll theoretisch und experimentell untersucht werden.

3.522 Automatische Ermittlung der 2-dimensionalen MTF

Die 2-dimensionale MTF läßt sich automatisch aus Bildern abschätzen, wenn diese genügend verschieden orientierte Kantenbilder enthalten. Jedes Kantenbild führt auf ein Profil der 2-dimensionalen MTF, welche dann mit einem geeigneten Verfahren interpoliert wird. Damit zerfällt das geplante Verfahren in drei Schritte:

- a) Automatische Erkennung und Lokalisierung von Kanten
- b) Bestimmung der 1-dimensionalen MTF-Profile
- c) Resampling der MTF auf ein Gitter

In allen Schritten kann man auf Erfahrungen zurückgreifen (Bildverarbeitung, Signaltheorie, Computertomographie). Die dort vorliegenden Verfahren lassen sich aber nur z.T. übertragen, da etwa die Orientierung der Kanten von der zufälligen Situation im Bildausschnitt abhängt. Außerdem muß man damit rechnen, daß einzelne Kantenbilder Abbildungen von bereits im Objekt unscharfen Kanten sind.

Im einzelnen sind folgende Arbeiten vorgesehen:

- a) Kantenbildanalyse und Ermittlung der MTF aus digitalen Bildern
- Das Programm soll zunächst von manuell oder von aus Simulationen vorgegebenen Kanten ausgehen. Die im vorigen Antragsabschnitt entwickelte Kantenbildanalyse soll übernommen werden. Es sollen verschiedene Verfahren für die Interpolation der MTF realisiert werden.

b) Erprobung des Verfahrens an simulierten digitalen Bildern

Für eine objektive Prüfung sollen simulierte Bilder herangezogen werden. Insbesondere geht es um die Abhängigkeit der Schätzgenauigkeit von der Zahl und der Orientierung der Kanten, der Form der wahren MTF und den u.U. vorgegebenen Bedingungen für die MTF, etwa Symmetrie oder Formeigenschaften.

c) Erprobung des Verfahrens an realen Bildern

Nach der Automatisierung der Kantenlokalisierung mit Hilfe der Hough-Transformation lassen sich auch Tests an realen Bildern leicht durchführen, welche mit den genügend hoch auflösenden Kameras am Meßgerät Planicomp C 100 (s. Investition zum Teilprojekt C2) von Transparenten oder mit den separat zur Verfügung stehenden CCD-Kameras direkt aufgenommen werden. Für die Untersuchungen kann das Bildmaterial von Abschnitt 1.4 benutzt werden und die Resultate können mit den dortigen Ergebnissen verglichen werden. Außerdem kann die MTF der CCD-Kameras auf diese Weise empirisch bestimmt werden. Die Untersuchungen sollen Auskunft geben, inwieweit die Nutzung der geschätzten MTF für die Entfaltung der Bilder die Meßgenauigkeit des im Teilprojekt C2 entwickelten Kleinste-Quadrate-Algorithmus verbessert.

3.53 ZEITPLAN

- 1987
- Untersuchung des Temperatureinflusses auf die MTF
 - Untersuchung der Bewegungskompensation und weiterer Einflüsse auf die Bildqualität wie Schwingungen und die Atmosphäre, Optimierung der Auswerteverfahren
 - Entwicklung eines Rechenprogramms zur automatischen Kantenidentifikation und Interpolation der MTF aus digitalen Bildern
- 1988
- Untersuchung der Atmosphäre auf die Bildqualität anhand der resultierenden MTF.
 - Untersuchungen zur automatischen MTF-Bestimmung und Entfaltung an simulierten digitalen Bildern

- Erstes Umsetzen der Erkenntnisse auf den Nahbereich.
- 1989
- Untersuchungen zur automatischen MTF-Bestimmung und Entfaltung an realen Bildern
 - Untersuchung der Bildübertragung und Verbesserung der Bilder bewegter Objekte.
 - Untersuchung und Verbesserung der Bildübertragung bei digitalen Aufnahmesystemen im Nahbereich

3.6 STELLUNG DES PROGRAMMS INNERHALB DES SFB

Eine enge Kooperation mit C1 und C2 (Institut für Photogrammetrie) findet statt und soll fortgesetzt und intensiviert werden. So wurden uns Luftbilder mit und ohne Bewegungskompensation zur Verfügung gestellt. Das ermöglichte es uns, die entsprechenden Vergleiche anzustellen. Ferner sollen die Ergebnisse zur resultierenden Modulationsübertragungsfunktion dem Institut für Photogrammetrie zur Verfügung gestellt werden. Diese können dann dazu dienen, die dort durchzuführende digitale Bildauswertung durch entsprechende inverse Filter entscheidend zu verbessern.

Weitere Zusammenarbeit ist vorgesehen mit A1 (Institut für Navigation), wo Bildinformation ausgewertet wird, welche durch die Übertragungseigenschaften der Abbildungskette stark beeinträchtigt werden kann, sowie mit D1 (Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen) für die Bildübertragung von bewegten Objekten.

Im Nahbereich ist darüberhinaus eine enge Kooperation mit C6 vorgesehen. Die in C6 gewonnenen Erkenntnisse über 3D-unterstützte digitale Bildverarbeitung sollen übernommen werden, während die Resultate zur Vermessung bewegter und defokussierter Objekte wiederum für erweiterte Untersuchungen in C6 angewendet werden können.

3.7 ERGÄNZUNGS-AUSSTATTUNG FOR DAS TEILPROJEKT C3

Es bedeuten: PK = Personalbedarf und Personalkosten

SV = Sächliche Verwaltungsausgaben

I = Investitionen

PK

1987			1988			1989		
Vergütungs- gruppe	Anzahl	Betrag in DM	Vergütungs- gruppe	Anzahl	Betrag in DM	Vergütungs- gruppe	Anzahl	Betrag in DM
105 a	106	107	108	109	110	111	112	113
IIa	1	69.600	IIa	1	69.600	IIa	1	69.600
Stud.Hi	1	15.200	Stud.Hi	1	15.200	Stud.Hi	1	15.200
zusammen:	2	84.800	zusammen:	2	84.800	zusammen:	2	84.800

SV

1987		1988		1989	
Bezeichnung	Betrag in DM	Bezeichnung	Betrag in DM	Bezeichnung	Betrag in DM
114	115	116	117	118	119
(515)	12.000	(515)	12.000	(515)	12.000
(522)	3.000	(522)	3.000	(522)	3.000
(527)	900	(527)	900	(527)	900
		(547)	10.000		
zusammen:	15.900	zusammen:	25.900	zusammen:	15.900

I

Investitionen insgesamt in DM	Investitionen insgesamt in DM	Investitionen insgesamt in DM
120	121	122
31.000		

3.71 BEGRÜNDUNG DES PERSONALBEDARFES (EINSCHLIEßLICH TEILPROJEKTL EITER):

	Name, akademischer Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mitarbeiters	Bezeichnung des Instituts der Hoch- schule bzw. der Einrichtung außer- halb der Hochschule	Gesamtar- beitszeit f.d. Teil- projekt in Std./Woche	bera- tend	im SFB tätig seit	beantragte Vergutungs- gruppe
	123	124	125	129	130	131	132
<u>Grundausrüstung</u> 3.71.1 <u>wissenschaftliche</u> Mitarbeiter (ein- schl.Hilfskräfte)	1. Tiziani, H. o.Prof. Dr.phil. Institutsleiter	Techn. Optik	Inst. f. Techn. Optik	5		1984	X
	2. Förstner, W. Dr.Ing.	Photogrammetr.	Inst. f. Photo- grammetrie	5		1984	
	3. Lei Fang, Dipl.-Ing. Gastwissenschaftler	Techn. Optik	Inst. f. Techn. Optik	20		1984	
	4. Berndt-Wiele, O., Dipl.-Ing.	Photogrammetr.	Inst. f. Photo- grammetrie	10			
3.71.2 <u>nichtwissenschaft- liche</u> Mitarbeiter	1. Diem, G. Techn. Angest.	X	Inst. f. Techn. Optik	3	X	1984	X
	2. Pöschel, I. Sekretärin		Inst. f. Techn. Optik	3		1984	
<u>Ergänzungs- ausstattung</u> 3.71.3 <u>wissenschaftliche</u> Mitarbeiter (ein- schl.Hilfskräfte)	1. Kolbert, G. Dipl.-phys.	Techn. Optik	Inst. f. Techn. Optik	40	X	1984	II a
	2. N.N., Stud. Hi.	Techn. Optik	Inst. f. Techn. Optik	20			
3.71.4 <u>nichtwissenschaft- liche</u> Mitarbeiter		X			X		

zu 3.71 Begründung des Personalbedarfs

Grundausrüstung C3

3.711

(1) o. Prof. Dr. phil. H. Tiziani - Teilprojektleiter

Leitende und koordinierende Aufgaben

(2) Dr. Ing. W. Förstner

Herr Förstner ist auch Teilprojektleiter der Teilprojekte C1 und C2 am Institut für Photogrammetrie. Er befaßt sich im vorliegenden Teilprojekt speziell mit der Leitung und der Koordination der automatischen Ermittlung der 2-dimensionalen MTF am Planicomp C 100 mit den im Teilprojekt laufenden Untersuchungen zur Ermittlung der MTF aus Testmustern. Er betreut die Umsetzung der Entfaltung des Bildes mit der entsprechenden resultierenden Verwaschungsfunktion am Planicomp C 100 von der theoretischen und konzeptionellen Seite. Er ist seit 1984 im SFB tätig.

(3) Dipl.-Ing. Lei Fang

Herr Lei Fang ist seit 1984 im Teilprojekt C3 des SFB tätig. Er war an der Erstellung und ist an der Weiterentwicklung der Software für die Berechnung der MTF aus Bildern von Testmustern beteiligt. Er führt auch die Weiterentwicklung des Mikrodensitometers durch. Darüberhinaus befaßt er sich eingehend mit dem Einfluß der Atmosphäre auf die Bildqualität. Schließlich soll er auch auf dem Gebiet der Navigation im Nahbereich tätig sein und dort die Forschungsarbeiten von C3 mit denen von C6 koordinieren.

(4) Dipl.-Ing. O. Berndt-Wiele

Herr Berndt-Wiele wird die Entfaltung von Luftbildern mit Hilfe der resultierenden MTF am Meßgerät Planicomp C 100 durchführen.

3.712

(1) G. Diem

Herr Diem wird sich als Werkstattleiter mit der Ausführung der mechanischen Aufbauten und der Adaption an die jeweilige Meßaufgabe befassen.

(2) I. Pöschel

Frau Pöschel obliegen die Schreifarbeiten, welche im Rahmen des Teilprojektes anfallen.

Ergänzungsausstattung C3

3.713

(1) Dipl.-phys. G. Kolbert

Herr Kolbert ist seit 1984 im Teilprojekt C3 des SFB tätig. Er war an der Erstellung und ist an der Weiterentwicklung der Software für die Berechnung der resultierenden MTF aus Bildern von Testmustern beteiligt. Darüberhinaus führt er die Experimente zum Einfluß der Temperatur auf die optische Übertragungsfunktion von Objektiven durch. Ab 1988 soll er auf dem Gebiet der Navigation im Nahbereich tätig sein.

(2) N.N. wissenschaftliche Hilfskräfte

Diese werden im wesentlichen mit der Durchführung von Meßreihen und der routinemäßigen Auswertung von Daten beschäftigt werden.

3.72 AUFGLIEDERUNG UND BEGRÜNDUNG DER SÄCHLICHEN VERWALTUNGS-AUSGABEN
(nach Haushaltsjahren)

	1987	1988	1989
	133	134	135
Mittel für Neuanschaffung von Klein- geräten (515) sowie Verbrauchsmaterial (522)			
- aus der Grundausrüstung	1.000	1.500	1.500
- aus der Ergänzungsausstattung beantragt (vgl. Sp. 114-119)	15.000	15.000	15.000

- Verbrauchsmaterial (522)

Datenträger, insbesondere Disketten; Materialien zur Verkabelung; Photo-
chemikalien und Filmmaterial

1987: 3.000,-- 1988: 3.000,-- 1989: 3.000,--

- Reisekosten (527)

Besuch von forschungsprojektspezifischen Konferenzen, Instituten, Firmen

1987: 900,-- 1988: 900,-- 1989: 900,--

- Liste der Geräte im Einzelwert bis zu DM 14.000 (netto) ohne Fahrzeuge (515)

1987: 1. Elektronische Komponenten zur Mikrodensitometer- automatisierung	DM	3.000
2. Optische und mechanische Komponenten zum Mikro- densitometer	DM	2.000
3. Komponenten zur Schwingungssimulation	DM	3.500
4. Mechanische und elektronische Komponenten zur Ergänzung des Temperatureinflusses	DM	2.000
5. Zwischenabbildungsobjektiv	DM	1.500

1988:	1. Mechanischer Experimentieraufbau für die Bildaufnahme im Nahbereich	DM	3.000
	2. Zusatzoptik	DM	2.500
	3. Fokussiereinheit	DM	3.000
	4. Elektronische Steuerung zur Fokussierung und Auswerteeinheit	DM	3.500
1989:	1. Objektverschiebeeinheit	DM	6.000
	2. Steuerung zur Objektverschiebung	DM	3.000
	3. Optische Komponenten	DM	1.500
	4. Elektronische Komponenten	DM	1.500

Begründungen

Geräte im Einzelwert bis zu DM 14.000,-- (netto) ohne Fahrzeuge (515)

1987:

Zu 1. und 2.:

Um die nötigen Reihenuntersuchungen von Luft- und Satellitenbildern durchführen zu können, ist es erforderlich, daß die abzutastenden Testmuster automatisch von der Abtasteinheit des Mikrodensitometers mehrfach auch versetzt abgetastet werden können. Der Objektträgertisch des Mikrodensitometers muß dazu noch an die Aufnahme der 230 mm x 230 mm großen Luftbildfilme angepaßt werden. Darüberhinaus sind Modifikationen am bisher noch provisorischen Beleuchtungsstrahlengang erforderlich.

Zu 3.:

Diese Komponenten sind erforderlich zur Realisierung eines Aufbaus zur Simulation von Flugzeugschwingungen bei Bildflügen.

Zu 4. und 5.:

Um die MTF's von Objektiven verschiedener Brennweite im Klimaschrank messen zu können, sind ein Zwischenabbildungsobjektiv, sowie zusätzliche mechanische und

elektronische Komponenten erforderlich. Damit wird der in den meisten Fällen innerhalb des Klimaschranks liegende Brennpunkt des zu prüfenden Objektivs auf die außerhalb stehende Abtasteinheit abgebildet.

1988:

Zu 1.:

Dieser mechanische Aufbau ist als Experimentier-Plattform für die Untersuchungen im Nahbereich erforderlich.

Zu 2.:

Eine Zusatzoptik ist erforderlich, um die nötige Flexibilität der digitalen Bildaufnahmeeinheit (s. 3.73 - Investitionen) in den verschiedenen Aufnahmebedingungen, z.B. Abstand zum Objekt, zu erreichen.

Zu 3. und 4.:

Die Fokussiereinheit mit elektronischer Steuerung erlaubt die automatische Nachführung des Fokus (s. 3.521 e)), sowie die Übertragung der Nachführgröße an die digitale Bildaufnahmeeinheit zur Berücksichtigung bei der Bildauswertung.

1989:

Zu 1. und 2.:

Zur Erprobung der Vermessung bewegter Objekte wird eine elektronisch gesteuerte Objektverschiebeeinheit benötigt. Um hinreichend genau definierte und reproduzierbare Objektbewegungen und -geschwindigkeiten zu gewährleisten, ist ein hoher mechanischer Aufwand erforderlich.

Zu 3. und 4.:

Verschiedene optische und elektronische Komponenten sind zur Lösung auftretender Detailprobleme erforderlich.

- Sonstiges (547)

Kosten für Objektivnutzung und Bildflüge

1988: 8.000,--

Begründung der Ausgaben für Sonstiges (547)

Die Ausgaben für Sonstiges sind vorgesehen für das Leasing von Luft- und Satellitenbildobjektiven und die Durchführung von Bildflügen (s. 3.521 d)).

Die geleasteten Objektive werden darüberhinaus zur temperaturabhängigen Messung der MTF (s. 3.521 a)) benötigt. Aus diesem Grund ist ihr Verbleib am Institut für längere Zeit erforderlich.

3.73 INVESTITIONEN (GERÄTE OBER DM 14.000 (NETTO) UND FAHRZEUGE)

Bezeichnung des Gerätes	beantragt für das Haushaltsjahr		
	1987 Einzelpreis	1988 Einzelpreis	1989 Einzelpreis
136	137	138	139
1. Digitale Bildaufnahme- einheit	31.000		
Summe	31.000		

Begründung zu 3.73 - Investitionen

Die digitale Bildaufnahmeeinheit ist von zentraler Bedeutung für die Untersuchung der Navigation im Nahbereich. Sie dient zur Aufnahme der zu vermessenden bewegten Objekte, zur Digitalisierung und Abspeicherung der gewonnenen Bilder und zur EDV-gerechten Aufbereitung derselben.