

## HOCHAUFLÖSENDE PHOTOGRAPHIE MIT DER CONTAX RTS III - MESSKAMMER MIT FILMANSAUGUNG

F.-J. Heimes, O.-M. Balve, M. Brandenburg  
Fachhochschule Bochum  
H. M. Hülsebusch  
Fa. Maxien, Bochum  
D. Ludwig  
SPUR, Systeme und Verfahren, Kreuzau  
R. Lorenz

International Institute for Aerospace Survey (ITC), Enschede (NL)

### ABSTRACT:

The new Contax RTS III camera with film flattening is another milestone in the development of small format cameras. Its potentialities are exhausted fully by the application of high resolution photography - diffraction limited photography.

Practical results and problems are illustrated.

The camera was modified and equipped with fiducial marks. System calibration results demonstrate its high accuracy performance. Close-range as well as light aircraft aerial applications - supported by low cost GPS based navigation - mark its photogrammetric potentialities.

### 1. Einleitung

Die neue Contax RTS III Kleinbildkamera mit Filmansaugung wurde bei der Photokina 1990 als Neuheit vorgestellt.

Die Firma Contax Yashica stellte der Fachhochschule Bochum die Kamera zur Verfügung um zu untersuchen, inwieweit diese für photogrammetrische Anwendungen geeignet ist.

Die Filmansaugung wurde realisiert mit dem Ziel, die Abbildungsqualität zu verbessern. Um diesen Effekt zu untersuchen, wurden Auflösungstests mit und ohne Filmansaugung durchgeführt. Das SPUR Verfahren zur Erzielung hochauflösender Photographie erwies sich dabei als besonders nützlich.

Filmplanlage ist andererseits eine wesentliche Voraussetzung, um beim Einsatz von Nicht-Meßkammern für photogrammetrische Zwecke evtl. auf eine Reseau-Platte vor dem Film verzichten zu können. Die Contax RTS III wurde deshalb mit Rahmenmarken ausgestattet und als Meßkammer kalibriert.

Verschiedene Anwendungsbeispiele zeigen die potentiellen Möglichkeiten dieser rel. kostengünstigen Meßkammer auf.

### 2. Hochauflösende Photographie mittels SPUR Verfahren

Bei den Untersuchungen zur Bildqualität wurden die Filmentwicklungen fast ausschließlich nach dem SPUR Verfahren durchgeführt. Dieses Verfahren soll deshalb zunächst näher erläutert werden.

#### 2.1 Allgemein

SPUR steht für (engl.) "Sensitive Photography with Ultra high Resolution". Es beinhaltet photographisches Verfahren (bei heute üblichen Empfindlichkeiten von 40 bis 200 ISO) mit ultrahoher Auflösung. Dazu werden "Ultra High Resolution" Filme (abgekürzt UHR-) mit Auflösungswerten von bis zu 800 bis 1000 Linien/mm verwandt, während normalübliche Filme nur bis zu 150 l/mm erreichen. Die hauptsächliche Anwendung bezieht sich auf bildnis-mäßige Photographie mit niedrigem Gamma. Hierbei beträgt der Überbelichtungsspielraum bis zu 7 Blenden, ohne daß die hohe Auflösung auch in den stark belichteten Stellen nennenswert nachläßt. Die damit erreichte Abbildungsqualität der Negative führt zu einem neuen Begriff: "Beugungsbegrenzte Aufnahmeverfahren - Diffraction limited recording systems"

Dies bedeutet: Das schwächste Glied in der Abbildungskette "Gegenstand - Optik - Kamera - Film - Wiedergabe" ist nur noch das Aufnahmeobjektiv, wenn eine Kamera mit Filmansaugung und UHR-Filmmaterial verwendet wird.

Die Auflösung einer Optik unterliegt physikalisch-mathematischen Naturgesetzen und ist bei höchstmöglicher Blende 1 : 0,5 am höchsten. Je stärker abgeblendet wird, desto stärker schwächt die dabei auftretende Beugung die Auflösung. Die Bezeichnung "beugungsbegrenzt" für eine bestimmte Optik bedeutet, daß diese ihren theoretisch-maximalen Grenzwert erreicht hat. Eine weitere Steigerung ist nicht möglich.

Aus optischen Gründen legt der Autor den Grenzwert für die Lichtstärke einer Optik für die bildnis-mäßige Photographie auf die Blende 1 : 1,8 fest. Objektive solcher Lichtstärke sind gerade noch beugungsbegrenzt zu rechnen, herzustellen und für einen Photographen finanzierbar. Auch die Größe und das Gewicht einer solchen Optik bleibt in den anwendungsgünstig bekannten Dimensionen. Die Auflösung bei Blende 1 : 1,8 liegt für 0° Bildwinkel, einer Wellenlänge von 575 nm sowie hohem Kontrast 1 : 1000 bei 780 l/mm, für schwachen Kontrast 1 : 1,6 bei 180 l/mm. Auch diese Auflösungswerte lassen sich heute mit hohem Wirkungsgrad und vergleichsweise hoher Empfindlichkeit aufzeichnen. Daher ist es realistisch, von "beugungsbegrenzter Photographie" zu sprechen.

Was wird mit heutigen Geräten praktisch erreicht? Mit handelsüblichen Kameras und -Optiken wird mit SPUR Verfahren bei Empfindlichkeiten bis zu 100 ISO im Blendenbereich von 1 : 3,5 - 4 beugungsbegrenzt aufgezeichnet. Das heißt: Auf dem entwickelten Film sind um die 200 bis 300 l/mm vorhanden und auch in der Rückvergrößerung sichtbar.

#### 2.2 Probleme mit handelsüblichen Objektiven

Warum sind die meisten modernen Objektive nicht ultrahochauflösend?

Bis Ende der 60er Jahre wurden Photo-Optiken mit AV-Werten von 400-500 l/mm gebaut. Dann bemerkte man, daß bei den damaligen (und auch noch heutigen) schlechten Filmauflösungen in Verbindung mit dem photochemischen Kanteneffekt in der Verarbeitungschemie sowie einer Vergrößerung des Auflösungs-scheibchens der Optik durch höhere sphärische Bildfehler man zu einer spürbar besseren Wiedergabe

im Bereich von 20-40 l/mm kam. Solche Optiken nannte und nennt man "kontrastreicher" arbeitend. Leider haben diese Optiken keine Hochauflösung - ihre Leistung wurde ja rechnerisch vermindert. Eine gewisse Ausnahme sind starke Weitwinkel für Spiegelreflexkameras. Sie erlauben eine starke Abblendung ohne Auflösungsverlust - denn ihre Retrofokus-Bauart bedingt, daß ihr rückseitiger Pupillendurchmesser erheblich größer und damit auflösender ist als der von Optiken mit normalen Schnittweiten. So wird mit Blende 11 bei dem Zeiss 2,8/25 mm 180 l/mm erreicht, doppelt soviel wie beugungstheoretisch zu erwarten wäre.

### 2.3 Prinzip des SPUR Verfahrens

Wie arbeitet das SPUR Verfahren?

Die heutigen Filmemulsionen erreichen ihre hohen Empfindlichkeitswerte durchweg durch den besonderen Aufbau der Kristalle im Inneren des einzelnen Silberhalogenidkornes. Am meisten wendet man die sogenannte "Innerverschleierung" an. Diese verhilft dem äußeren, normal empfindlichen Kristallüberzug zu einer wesentlich leichteren Entwicklung und damit einer besseren Empfindlichkeitsausbeute.

Auch werden Kristallformen, die eine möglichst große Oberfläche bilden, bevorzugt, um dort erheblich mehr Sensibilisatoren anzulagern, als es bei klassisch runden Silberhalogenidkristallen möglich sind. Solche Emulsionen haben Korndurchmesser von ca. 0,5 - 0,7 µm.

UHR-Emulsionen sind monodispers mit einem Korndurchmesser von ca. 0,3 µm. Diese sind zu klein für die o. g. Verfahren zur Empfindlichkeitssteigerung. SPUR wendet als Maßnahme zur vollen Empfindlichkeitsnutzung einen Entwickler an, der auf geringe Belichtung verschleiern wirkt, unbelichtete Stellen nicht bzw. unterdrückt entwickelt sowie stark belichtete Stellen proportional den Latenzzentren entsprechend ausentwickelt.

So können hochauflösende, monodisperse Filme, die bei klassischer Verarbeitung ausentwickelt nur starke Kontraste und kaum Halbtöne aufzeigen, jetzt bei niedrigem Gamme um 0,5-0,7 G mit hohen Empfindlichkeitswerten verwendet werden. Die 1-Stufen Entwicklung dauert in der Variante des Einmal-Entwicklers ca. 3-4 Min. Die komplette Verarbeitungszeit - Entwicklung (s. o.), Fixieren, archivfest Wässern und Trocknen - dauert bei diesen monodispersen Filmen ca. 5-8 Min. Dies ist 1/3 bis 1/4 der Zeit, die für klassische Halbtonfilme benötigt wird. Eine Maschinenentwicklung für Luftbildfilme wurde zusammen mit dem ITC/Enschede erprobt. Dabei ergaben sich folgende Werte:

Panatomic-X-Aerial 2412	bei $\bar{G}$ = 1,0	150 EAFS
High Definition Aerial 3414	bei $\bar{G}$ = 1,1	25 EAFS
Fuji (UHR)	bei $\bar{G}$ = 0,8	40 EAFS
Aviphot 50 (nicht UHR)	bei $\bar{G}$ = 0,85	130 EAFS

### 2.4 Verbesserungsmöglichkeiten für das SPUR Verfahren

Was kann noch an dem SPUR Verfahren verbessert werden?

Die Entwicklung kann nur das an Empfindlichkeit aus den hochauflösenden Filmen herausholen, was schon emulsionstechnisch vorhanden ist.

Wünschenswert wäre:

Die Steigerung der Empfindlichkeit von den seit ca. 20 Jahren bekannten monodispersen Emulsionen. Wünschenswert wäre eine extrem gleichmäßige Empfindlichkeit der einzelnen Silberhalogenid-Kristalle untereinander. Dann würde sich auch der Niedrig-Kontrast Auflösungs Wert noch erheblich steigern lassen.

Der Autor schätzt die mögliche Steigerung des 1 : 1,6 Kontrastes von bisher ca. 22 % auf ca. 60 % des Auflösungs Wertes des 1 : 1000 Kontrastes, wenn die Größe des Beugungsscheibchens der Optik mit

der der Silberhalogenidkristallgröße in einem bestimmten Verhältnis zusammenfallen würde. Dies wäre vor allem für die Luftbildphotogrammetrie von Vorteil.

## 3. Ergebnisse der Auflösungstests

### 3.1 Erste Versuchsreihe

Es wurden Standardtesttafeln (helle Miren auf dunklem Untergrund) verwendet. Die Testtafeln waren bei dieser Versuchsreihe lediglich für den rel. hohen, in der Nahbereichsphotogrammetrie durchaus üblichen Kontrast von 1 : 30 (log 30 = 1.4) ausgelegt.

Die Contax Aufnahmen wurden ausschließlich gemacht mit einem 28 mm Weitwinkel-Objektiv, und zwar mit folgenden Filmen:

- Fuji Negativfilm (schwarz/weiß, ISO 40)
- SPUR Entwicklung
- Kodachrome 25 (ISO 25)

Es zeigten sich die folgenden Auflösungsergebnisse (l/mm):

Blende	SPUR Entwicklung	
	Bildmitte (l/mm)	Bildrand (l/mm)
1:2.8	126	160
1:4	126	160
1:5.6	141	160
1:8	141	185
1:11	185	185
1:16	160	185
1:22	126	141

Blende	Kodachrome 25	
	Bildmitte (l/mm)	Bildrand (l/mm)
1:2.8	100	100
1:4	100	115
1:5.6	100	115
1:8	100	115
1:11	115	126
1:16	115	115
1:22	100	115

Die beste Auflösung wurde demnach bei Blende 1:11 erzielt. Die höhere Auflösung am Bildrand deutet auf Bildfeldwölbung hin.

Die Auflösungs werte liegen über dem, was theoretisch zu erwarten wäre. Eine Erklärung kann gegeben werden mit der Retrofokus-Bauweise des Weitwinklers.

Zum Vergleich wurden die Auflösung einer UMK 10/1318 bei Blende 1 : 11 und einer Rollei 6006 Teilmeßkammer mit Distagon 50 mm ebenfalls bei Blende 1 : 11 getestet:

UMK 10/1318  
f=100 mm, Blende 1 : 11, Agfapan 100:  
Bildmitte: 50 (l/mm)  
Bildrand: 50 (l/mm)

Rollei 6006  
f=50 mm, Blende 1 : 11, Kodak T-MAX 100:  
Bildmitte: 80 (l/mm)  
Bildrand: 103 (l/mm)

### 3.2 Zweite Versuchsreihe

Diese Versuchsreihe war erheblich umfangreicher. Dem bereits in der ersten Versuchsreihe erkannten Problem der Bildfeldwölbung wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Da es erstmalig eine Ansaugfläche für Kleinbildspiegelreflexkameras gibt, ergab sich die aus der Luftbildphotogrammetrie bekannte Möglichkeit der Bildfeldwölbungskorrektur durch eine entsprechende Anpassung der Ansaugplatte. Die Eigenflexibilität des Materials gestattet dies ohne Probleme für große Formate. Für den Kleinbilddfilm wurden im Experiment durch systematisches Verändern der Ansaugfläche

che meßbare Erfolge erzielt, die zu folgenden Schlußfolgerungen führen:

- Bildfeldwölbungskorrektur für Kleinbildkameras mit Filmansaugung ist möglich durch Anpassung der Ansaugplatte.
- Anfertigung und Aufbringung der Korrekturausführung ist einfach durchführbar und mit Standardmaterialien möglich.
- Bildfeldwölbung ist unterschiedlich für verschiedene Objektive. Ideal wäre eine Ansaugplatte mit variabler Bildfeldwölbungskorrektur, z. B. durch Segmentierung - auch flexibel zusammenhängend - der Platte.

Die im folgenden aufgeführten Auflösungs tests wurden durchgeführt nach einer empirisch ermittelten Bildfeldwölbungskorrektur.

Es wurden diesmal Standardtesttafeln hergestellt und benutzt mit dunklen Miren auf hellem Untergrund.

In der ersten Versuchsreihe, die einige Monate zuvor durchgeführt worden ist, waren die hellen Miren auf dunklem Untergrund. Aus diesem Grunde können die absoluten Auflösungswerte aus erster und zweiter Versuchsreihe nicht direkt miteinander verglichen werden. Erfahrungsgemäß muß bei dunklen Miren auf hellem Untergrund (Überstrahlungseffekt) mit mindestens 30 % geringeren Auflösungswerten gerechnet werden.

Die Testtafeln waren zweigeteilt und sowohl für den rel. hohen "Nahbereichskontrast" 1 : 30 ( $\log 30 = 1.4$ ) als auch für Niedrigkontrast 1 : 1.6 ( $\log 1.6 = 0.2$ ) ausgelegt. Es wurden jeweils 13 Testtafeln, die gleichmäßig in der Objektebene verteilt waren, abgebildet. Die Bildebene wurde parallel zur Objektebene eingestellt.

Bei der Auswertung wurde zwischen horizontalen und vertikalen Miren unterschieden. Alle Beobachtungen wurden in Tabellen festgehalten; zwei solcher Tabellen sind im folgenden beispielhaft aufgeführt.

In den Graphiken sind die Ergebnisse für den hohen Kontrast 1 : 30 und für die Objektive  $f = 50$  mm und  $f = 28$  mm anschaulich dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, daß vom Standpunkt der erzielbaren Abbildungsqualität die Contax RTS III eine echte Alternative darstellt zur doch erheblich teureren Mittelformatkamera. Wegen der vorhandenen Filmplanlage kann nach Einbau eines Rahmenmarkensystems auf eine Reseauplatte verzichtet werden; d. h., die Contax RTS III Meßkammer kann auch weiterhin als normaler Photoapparat genutzt werden - ohne störende Gitterkreuze im Bild.

#### 4. Contax RTS III Meßkammer mit Filmansaugung

##### 4.1 Rahmenmarkensystem

Die Kamera wurde mit einem Rahmenmarkensystem ausgestattet. Nach intensiven Vorüberlegungen wurde eine Lösung gewählt, bei der eine Maske aus 0.2 mm starkem Federstahl in die Bildebene eingebracht und verklebt wird. Zuvor müssen die Filmführungsstege herausgefräst werden; dazu wird die Kamera demon tiert.

Die Metallmaske hat die Außenmaße 50 x 35 mm und enthält die 8 Rahmenmarken.

Diese sind sowohl definiert als die ins Bild hineinragenden Dreiecksspitzen, welche am photogrammetrischen Auswertegerät gut einstellbar sind, als auch durch Bohrungen (Durchmesser 0.2 mm), welche sich in den jeweiligen Dreiecksflächen nahe den Spitzen befinden. Diese Bohrungen sind in Richtung der Austrittspupille des Objektivs geneigt eingebracht, so daß sich (je nach Hintergrundbeleuchtung) eine gute Abbildung auf dem Film ergibt.

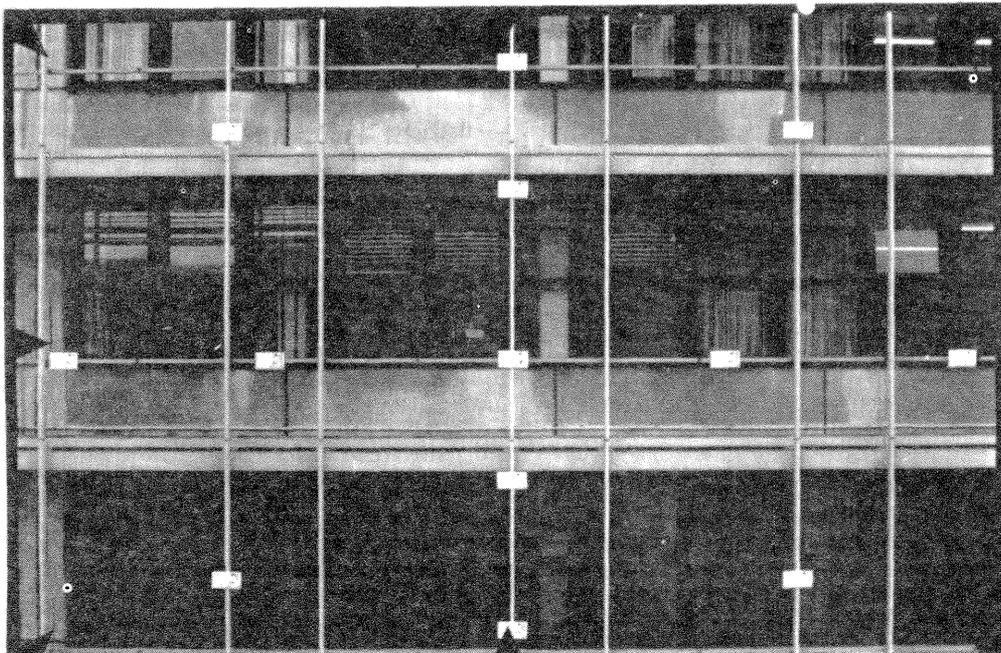


Photo mit den 13 Auflösungs testtafeln

Blende	Tafel	hoher Kontrast		niedriger Kontrast	
		horizontal Abl. 1/mm	vertikal Abl. 1/mm	horizontal Abl. 1/mm	vertikal Abl. 1/mm
2.8	1 u	-2/1 64.9	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	2 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	3 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	4 lu	-1/1 123.8	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	5 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	6 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	7 lu	-2/1 64.9	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	8 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	9 lu	-2/4 90.8	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	10 lu	-2/4 90.8	-2/4 90.4	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	11 lu	-2/5 104.7	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	12 lu	-2/4 90.8	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	13 u	-2/4 90.8	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
4	1 lu	-2/1 64.9	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	2 lu	-2/4 90.8	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	3 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	4	-1/1 123.8	-2/5 104.7	-2/0 64.9	-2/0 64.9
	5	-2/6 113.5	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	6	-2/5 104.7	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	7	-1/1 123.8	-2/5 104.7	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	8	-2/4 90.8	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	9	-2/4 90.8	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	10	-2/6 113.5	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	11 lu	-2/5 104.7	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	12 lu	-2/4 90.8	-2/1 64.9	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	13 lu	-2/3 85.2	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
5.6	1 lu	-2/3 85.2	-2/2 71.6	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	2 lu	-2/6 113.5	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	3 lu	-2/6 113.5	-2/5 104.7	-2/1 64.9	-2/1 64.9
	4	-1/2 136.2	-2/5 104.7	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	5	-2/5 104.7	-2/5 104.7	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	6	-1/1 123.8	-2/6 113.5	-2/1 64.9	-2/1 64.9
	7	-1/1 123.8	-2/5 104.7	-2/1 64.9	-2/1 64.9
	8	-2/5 104.7	-2/5 104.7	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	9	-2/4 90.8	-2/4 90.8	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	10	-2/6 113.5	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	11 lu	-2/6 113.5	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	12 lu	-2/5 104.5	-2/3 85.2	g.A. <64.9	g.A. <64.9
	13 lu	-2/6 113.5	-2/2 71.6	g.A. <64.9	g.A. <64.9

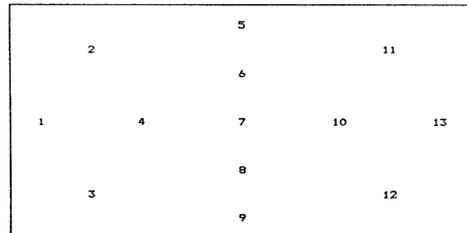
Blende	Tafel	hoher Kontrast		niedriger Kontrast	
		horizontal Abl. 1/mm	vertikal Abl. 1/mm	horizontal Abl. 1/mm	vertikal Abl. 1/mm
2.8	1 lu	-2/4 46.4	-2/4 46.4	-2/0 <33.2	-2/0 <33.2
	2	-1/1 63.3	-2/6 58.0	-2/2 36.6	-2/2 36.6
	3	-1/3 77.3	-2/6 58.0	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	4	-1/1 63.3	-2/5 53.5	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	5	-1/2 69.6	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/2 36.6
	6	-1/3 77.3	-1/1 63.3	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	7	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/3 43.5
	8	-1/3 77.3	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	9	-1/3 77.3	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	10	-1/2 69.6	-2/6 58.0	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	11	-2/6 58.0	-2/6 58.0	-2/1 3.25	-2/1 33.2
	12	-1/2 69.6	-2/6 58.0	-2/4 46.4	-2/3 43.5
	13 lu	-2/6 58.0	-2/3 43.5	g.A. <33.2	g.A. <33.2
4	1 lu	-2/1 33.2	-2/2 36.6	g.A. <33.2	g.A. <33.2
	2	-2/6 58.0	-2/4 46.4	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	3	-2/6 58.0	-2/4 46.4	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	4	-2/4 46.4	-2/2 36.6	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	5	-2/6 58.0	-2/6 58.0	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	6	-1/3 77.3	-1/3 77.1	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	7	-1/1 63.3	-2/6 58.0	-2/2 36.6	-2/2 36.6
	8	-1/2 69.6	-1/2 69.6	-2/2 36.6	-2/2 36.6
	9	-1/2 69.6	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	10	-1/3 77.3	-1/1 63.3	-2/4 46.4	-2/2 36.6
	11	-1/2 69.6	-2/6 58.0	-2/1 33.2	-2/1 33.2
	12	-1/2 69.6	-2/6 58.0	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	13 lu	-2/6 58.0	-2/3 43.5	g.A. <33.2	g.A. <33.2
5.6	1	-2/5 53.5	-2/5 53.5	-2/1 33.2	-2/2 36.6
	2	-1/1 63.3	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	3	-1/2 69.6	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	4	-1/2 69.6	-1/2 69.6	-2/2 36.6	-2/2 36.6
	5	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/6 58.0	-2/5 53.5
	6	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/3 43.5	-2/2 36.6
	7	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	8	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	9	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	10	-1/3 77.3	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	11	-1/1 63.3	-1/1 63.3	-2/3 43.5	-2/3 43.5
	12	-1/2 69.6	-1/2 69.6	-2/4 46.4	-2/4 46.4
	13	-1/2 69.6	-2/5 53.5	-2/3 43.5	-2/1 33.2

g.A. = geringe Auflösung (<64.9 1/mm)

-2/0 = Quadrat

u = unscharf

lu = leicht unscharf



Lage der Testtafeln im Bild

g.A. = geringe Auflösung (<33.2 1/mm)

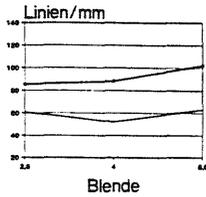
-2/0 = Quadrat

u = unscharf

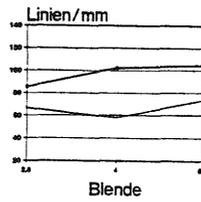
lu = leicht unscharf

# Auflösevermögen Contax RTS III mit 28mm - und 50mm - Objektiv

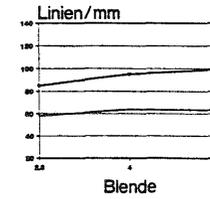
Testtafel 2



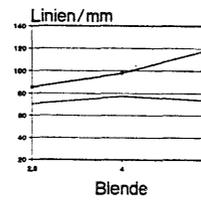
Testtafel 5



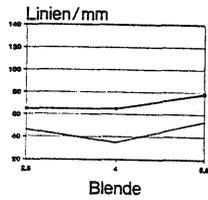
Testtafel 11



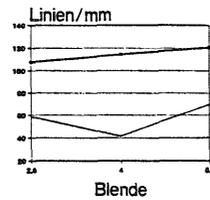
Testtafel 6



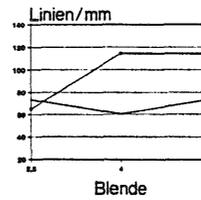
Testtafel 1



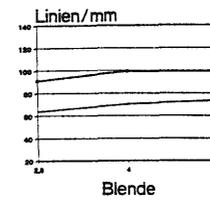
Testtafel 4



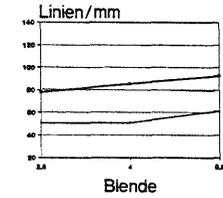
Testtafel 7



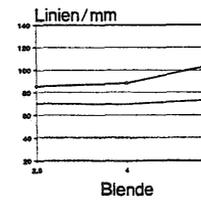
Testtafel 10



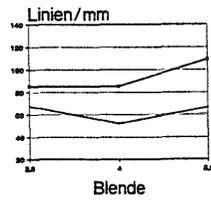
Testtafel 13



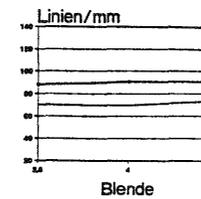
Testtafel 8



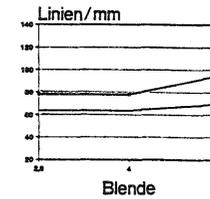
Testtafel 3

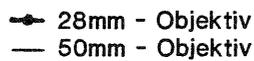


Testtafel 9



Testtafel 12




 28mm - Objektiv  
 50mm - Objektiv

Diplomarbeit Balve/Brandenburg  
 Fachhochschule Bochum  
 Sommersemester 1992



## 5. Contax RTS III Meßkammer im praktischen Einsatz

### 5.1 Beispiel Architekturphotogrammetrie

Die Contax RTS III wurde als kalibrierte Meßkammer für verschiedene Aufgaben im Anwendungsbereich Architekturphotogrammetrie eingesetzt.

Es soll ein Beispiel aufgezeigt werden, wo die Fassade eines historischen Industriegebäudes sowohl mit einer Rollei 6006 Teilmeßkammer als auch mit der Contax

aufgenommen worden ist. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Rollei Auswertung und der Contax Vergleichsauswertung. Die Bildmaßstäbe waren 1 : 270 resp. 1 : 500.

Es kann festgestellt werden, daß sowohl vom Standpunkt der Genauigkeit als auch bezüglich der Detailerkennbarkeit die Contax Aufnahmen den Anforderungen mindestens in gleicher Weise wie die Rollei Aufnahmen genüge getan haben.



Fassadenauswertung 1 : 50: Rollei und Contax im Vergleich

- Aufnahmedaten: - Größe der Fassade: 36 m breit x 16 m hoch  
- Aufnahmeentfernung: 13.5 m  
- Bildmaßstäbe: Rollei 1 : 270, Contax 1 : 500  
- Filmmaterial:  
Rollei: Kodak T-MAX, Contax: Kodachrome 25  
- Anzahl der Stereo-Modelle: 6

### 5.2 Beispiel Aerophotogrammetrie

Es wurde ein kleiner Block von 36 Senkrecht-Aufnahmen im Maßstab 1 : 13.500 mit der Contax vom Kleinflugzeug aus aufgenommen. Benutzt wurde das Objektiv Distagon f = 28 mm. Für die Navigation wurde das an der Fachhochschule Bochum entwickelte GPS-gestützte, Computer-kontrollierte Bildflugnaviga-

tionssystem eingesetzt. Die Aufnahmen wurden durch den Rechner an den in der Bildflugplanung festgelegten Positionen ausgelöst (gezielter Bildflug). Aufgenommen wurde das Gebiet der Fachhochschule, wo es ein aus 40 Punktgruppen bestehendes signalisiertes Punktfeld gibt zur Untersuchung verschiedener Luftaufnahmesysteme. Auf dem Dach der Fachhochschule wurden die vom International Institute for Aerospace

Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, Niederlande, zur Verfügung gestellten Auflösungstest-Bahnen vor dem Bildflug ausgelegt.  
Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Auflösung: Kontrast = 1:2 ( $\log 2 = 0.3$ )  
Bildmitte: 57 l/mm, Bildrand: 45 l/mm  
N.B.: Eine höhere Auflösung war bei der Belichtungszeit von 1/1000 s nicht zu erwarten.  
- Genauigkeit:  
Für die Lagegenauigkeit wurde eine Standardabweichung von 10 cm, für die Höhengenaugigkeit eine Standardabweichung von 20 cm ermittelt.



Luftaufnahme, Fachhochschule Bochum, Originalmaßstab 1 : 13000,  
Vergrößerung ca. 18fach  
Auf dem Dach des Gebäudes die Auflösungstest-Bahn

## 6. Schlußfolgerungen

Die Contax RTS III mit Filmansaugung und Rahmenmarkensystem stellt eine kostengünstige Alternative dar zu den sog. Teilmeßkammern. Die störenden Reseaukreuze verschwinden, die Kamera kann weiter als normaler, sehr leistungsstarker Photoapparat eingesetzt werden. Das Ausmessen der Reseaukreuze entfällt. Durch Anwendung des SPUR Verfahrens kann hochauflösende Photographie erzeugt werden, wodurch die Contax zweifellos in ihrer Leistungsfähigkeit einer Mittelformatkamera mit (nicht in den optischen Strahlengang eingerechneter) Reseauplatte überlegen ist.

Diese Kamera ist sowohl für Anwendungen im Nahbereich zu empfehlen wie für die Vermessung von örtlich begrenzten Gebieten durch Aerophotogrammetrie. Hier bietet sich der Einsatz von Kleinflugzeugen mit kostengünstiger GPS-gestützter Bildflugnavigation an.