

XIV. Internationaler Kongress der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. Hamburg 1980

Kommission IV  
Freiwilliger Fachbeitrag

ÖRMECI, C.-AYTAÇ, M.  
Technische Universität Istanbul  
Lehrstuhl für Photogrammetrie und Ausgleichsrechnung

## DIE LAGEGENAUIGKEIT DER LANDSAT MSS-AUFNAHMEN DER TÜRKEI

### Zusammenfassung:

In dieser Arbeit wurde die Anwendungsmöglichkeit der LANDSAT MSS Bilder untersucht. Zu diesem Zweck wurden vier Bilder ausgesucht, die die ganze Türkei repräsentieren können. Diese Bilder enthalten Szenen aus West-, Mittel- und Ostanatolien. In diesen LANDSAT MSS Aufnahmen mit dem Masstab 1:1000000 und topographischen Karten mit dem Masstab 1:25000 wurden erst die Passpunkte wie Fluss-schleifen, Zufluss-, Mündungsstellen in Seen und Meeren ausgewählt und ihre Koordinaten bestimmt. Aus der Helmert- und Affintransformation der Passpunktkoordinaten erhält man einen mittleren Fehler von  $m_L \approx \pm 300$  m.

## Einleitung

Die von der NASA gelieferten, auf Photodetektoren abgetasteten Aufnahmen von Erderkundungssatelliten LANDSAT sind bereits geometrisch behandelt und nach 14 Parametern korrigiert/6/. Die Grösse der einzelnen Korrekturen ändert sich für jedes Bild. Diese Aufnahmen, deren Originalmassstab 1:3.369.000 ist, können auf die Massstäbe 1:1.000.000, 1:500.000 und 1:250.000 vergrössert werden. Für die geometrische Bildverarbeitung ist die geometrische Analyse der Bilder nötig, insbesondere für die Untersuchung der zeitabhängigen Phänomene. Aus diesem Grunde muss die Verwendbarkeit dieser Bilder mit genügender Lagegenauigkeit und ohne zusätzliche Verarbeitung untersucht werden. Einige Arbeiten in diesem Sinne sind für manche Länder, wie die Vereinigten Staaten von Amerika/5/ und die Bundesrepublik Deutschland/1-2/ gemacht worden. In dieser Arbeit wurde die Lagegenauigkeit der LANDSAT-MSS-Bilder der Türkei geprüft.

## Arbeitskonzeption

Bei der Beurteilung der Bildgeometrie der LANDSAT-MSS-Bilder, also bereits bearbeiteter Aufnahmen, soll herausgefunden werden, "wie genau" die geometrische Korrektur erfolgte. Am besten eignet sich hier ein einfacher, linearer Ansatz zwischen den Bildpunkten und terrestrischen Passpunkten. Dabei muss dieser Ansatz das Punktgefüge analytisch nicht verändern. Eine ebene Ähnlichkeitstransformation (Helmert-Transformation)

$$X = a_0 + a_1x - b_1y$$

$$Y = b_0 + b_1x + a_1y$$

erfüllt diese Bedingungen, da sie Verschiebungen, Drehung und Massstabverbesserung zwischen Karte und Bild enthält. Auf dieser Weise kann das Punktgefüge des Bildes der Karte überlagert werden.

## Ebene Affintransformation

$$X = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y$$

## und Polynome höherer Ordnung

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 + \dots$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + \dots$$

geben einen analytischen Ausdruck für die Verbesserung der Bildgeometrie in Bezug auf ein Feld terrestrischer Passpunkte.

Bei dieser Arbeit wurden vier LANDSAT-MSS-Bilder untersucht, die für die ganze Türkei als repräsentativ anzusehen sind, nämlich Szenen aus West-, Mittel- und Ostanatolien (Tabelle 1). Es wurden Bilder 18 x 18 cm<sup>2</sup> aus Kanälen 5 und 7 untersucht. Die Gewässersysteme und die kulturellen Eigenschaften sind im Kanal 5 (0,6-0,7 µm), und die Wasserflächen im Infrarotbereich, also Kanal 7 (0,8-1,1 µm) leicht und gut identifizierbar. Aus diesem Grunde sind in den Bildern Passpunkte in Verbindung mit Wasserflächen gewählt worden.

Tabelle 1  
Die untersuchten LANDSAT Bilder

<u>Bild Nr</u>	<u>Datum</u>	<u>Eckpunkt-kordinaten</u>	<u>Mittelpunktkoord.</u>	<u>Gebiet</u>
E-2268- 07390-5	17.10.1975	N39°20'47"-E36°20'12" N39°40'20"-E34°15'23" N37°49'21"-E35°45'21" N38°08'22"-E33°43'03"	N38°45'00"-E35°00'59"	Kayseri
E-2146 08024-7	17.6.1975	N42°05'11"-E31°30'34" N42°25'34"-E29°20'54" N40°34'05"-E30°53'40" N40°53'53"-E28°46'52"	N41°30'00"-E30°07'59"	Istanbul Zonguldak
E-2147 -08085-7	18.6.1975	N40°49'22"-E29°35'51" N41°09'24"-E27°28'43" N39°18'16"-E28°59'56" N39°37'44"-E26°55'29"	N40°13'59"-E28°15'00"	Istanbul Bursa
E-2157 -07232-7	28.6.1975	N39°24'28"-E40°31'44" N39°43'57"-E38°27'45" N37°53'43"-E39°57'00" N38°12'41"-E37°55'30"	N38°48'59"-E39°12'59"	Erzurum

Die Messung der Bildkoordinaten erfolgte am Wild B8 S Aviograph (Nr.4397) mit einer Genauigkeit

von  $m_x = m_y = \pm 28 \mu\text{m}$ . Die Bildkoordinaten wurden am Wild B8 S Aviograph (Nr.4397) 10 mal gemessen und am Ende arithmetisches Mittel gebildet. Dabei sind die mittleren Fehler im x- und y-Richtungen  $m_x \approx \pm 84,1 \mu\text{m}$  und  $m_y \approx \pm 79,0 \mu\text{m}$ , und mittlere Fehler der  $x$ -Mitteln  $m(x)_x \approx \pm 26,1 \mu\text{m}$  und  $m(x)_y \approx \pm 26,1 \mu\text{m}$  und  $m(x)_y \approx \pm 25,0 \mu\text{m}$ . Die Passpunktkoordinaten konnten mit einer inneren Genauigkeit von  $\pm 5 \text{ m}$ . aus topographischen Karten 1/25.000 abgelesen werden.

Da die Randmarken, als Kreuze in den Bildecken ausgebildet, und die am Bildrand angegebenen geographischen Koordinaten von ihrer Sollage meistens abweichen, ist es unmöglich, die LANDSAT-Bilder einer Karte zu überlagern. Deshalb ist aus den nach Gauss-Krüger-Passpunktsystem von 60-System verfertigten Karten 1/25.000 die Koordinaten der Passpunkten abgelesen worden, die auch in den LANDSAT-Bildern zu identifizieren sind. Die Ergebnisse nach der Helmerttransformation sind in der Tabelle 2 gegeben worden.

Tabelle 2  
Ergebnisse nach der Helmerttransformation

<u>Bild Nr.</u>	<u>Kanal</u>	<u>Punkt- anzahl</u>	<u><math>V_{y\text{max}}</math> (m)</u>	<u><math>V_{x\text{max}}</math> (m)</u>	<u><math>m_y</math> <math>\pm</math>(m)</u>	<u><math>m_x</math> <math>\pm</math>(m)</u>	<u><math>m_0</math> <math>\pm</math>(m)</u>
E-2268-07390	5	10	963,39	897,06	386,86	295,54	486,83
E-2146-08024	7	10	1395,13	1319,88	462,89	498,66	680,39
E-2147-08085	7	17	739,91	602,78	257,73	200,56	326,57
E-2157-07232	7	10	391,97	332,46	165,18	167,44	235,21

Die Restfehler sind in der Abbildung 1 zu sehen. Während die Restfehler in der Bildmitte kleine Werte aufweisen, nehmen sie an den Bildrändern grosse Werte. Da aber die Passpunkte im Bild ungleichmässig verteilt sind, kann man zu keinem bestimmten Ergebnis kommen.

Die von NASA grob entzerrten MSS-Bilder sind bereits geometrisch korrigiert. Da die Orientierungsunbekannten, Abstraten nicht bestimmt werden können, wird ein Polynomansatz den unübersichtlichen Verzerrungsverhältnissen am besten gerecht.

Unter den gleichen Bedingungen wie bei der Helmerttransformation erhält man nach der Affintransformation die in der Tabelle 3 angegebenen Ergebnisse.

Tabelle 3  
Ergebnisse nach der Affintransformation

<u>Bild Nr</u>	<u>Kanal</u>	<u>Punkt- anzahl</u>	<u>V<sub>y</sub>max (m)</u>	<u>V<sub>x</sub>max (m)</u>	<u>m<sub>y</sub> ± (m)</u>	<u>m<sub>x</sub> ± (m)</u>	<u>m<sub>o</sub> ± (m)</u>
E-2268-07390	5	10	248,33	494,20	105,47	166,73	197,29
E-2146-08024	7	10	677,81	355,08	284,29	173,61	333,20
E-2147-08085	7	17	856,87	573,65	261,48	204,78	332,12
E-2157-07232	7	10	308,72	318,10	156,44	141,07	210,65

Die dazugehörigen Restfehler sind in der Abbildung 2 zu sehen. Die für Helmerttransformation Gesagten kann man auch hier wiederholen.

Polynome 2., 3. und 4. Grades haben für das Bild E-2147-08085 folgende Werte gegeben:

$$\begin{array}{lll}
 m_{2x} = \pm 289,91 \text{ m}; & m_{2y} = \pm 371,33 \text{ m}; & m_{02} = \pm 471,04 \text{ m} \\
 m_{3x} = \pm 204,59 \text{ m}; & m_{3y} = \pm 403,88 \text{ m}; & m_{03} = \pm 452,74 \text{ m} \\
 m_{4x} = \pm 99,70 \text{ m}; & m_{4y} = \pm 171,05 \text{ m}; & m_{04} = \pm 197,98 \text{ m}
 \end{array}$$

Die Fehler in Abtastrichtung (y-) liegen höher als in Flugrichtung (x-). Die Ergebnisse der Affintransformation sind besser als die der Helmerttransformation und der Ausgleichung mit Polynomen höheren Grades.

Die bei den früheren Arbeiten gewonnenen Ergebnisse sind  $m_0 = \pm 200 \text{ m} - \pm 450 \text{ m}$  (Colvocoresses-Mc Even, 1973),  $m_0 = \pm 143 \text{ m} - \pm 279 \text{ m}$  (Schoonmaker, 1974),  $m_0 = \pm 163 \text{ m} - \pm 171 \text{ m}$  (Bähr-Schur, 1974),  $m_0 = \pm 325 \text{ m}$  (Bähr, 1976),  $m_0 = \pm 187 \text{ m} - \pm 347 \text{ m}$  (Wong, 1975). Die von uns nach der Affintransformation erhaltenen Ergebnisse liegen auch in dieser Grössenordnung.

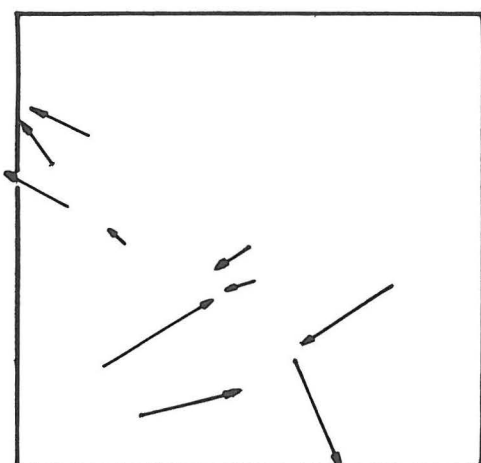
Die etwas grössere Werte dieser Arbeit können von den in Verbindung mit Wasserflächen gewählten Passpunkten verursacht sein, da die Gewässersysteme der Türkei meistens unregelmässige Strömungsverhalten zeigen, und da auf den Bildern gewählte solche Punkte den momentanen Zustand, nicht den mittleren Zustand zeigen, wie es für die Karte der Fall ist.

## Ergebnis

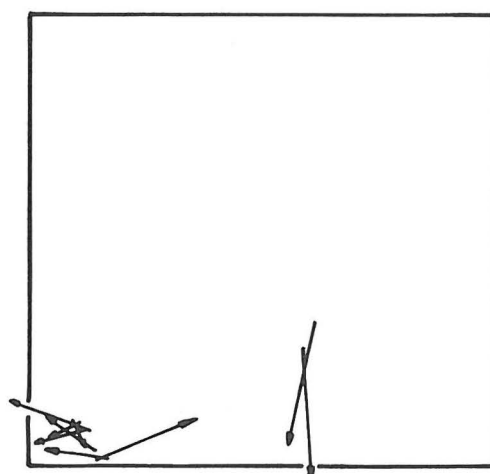
Die gefundenen Ergebnisse bestätigen quantitativ für die Bildgeometrie die sehr gute Qualität der LANDSAT-MSS Bilder. Die LANDSAT-Aufnahmen der zwischen den Parallelen  $\sim N36^{\circ}$  und  $\sim N42^{\circ}$  und Längen  $\sim E26^{\circ}$  und  $\sim E45^{\circ}$  liegenden Türkei im Masstab 1/1.000.000 können ohne störende Abweichungen einem Gauss-Krüger System überlagert werden.

## Literaturverzeichnis

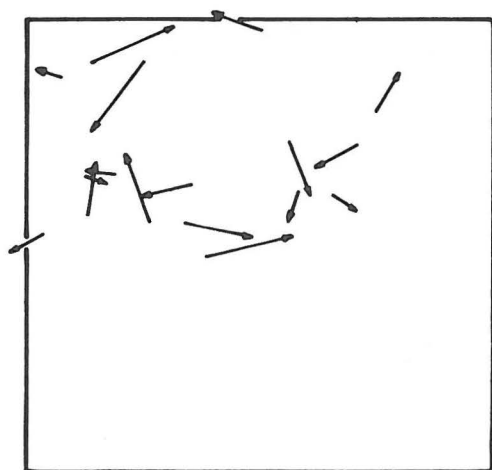
- /1/ Bähr, H.P.: "Analyse der Geometrie auf Photodetektoren abgetasteter Aufnahmen von Erderkundungssatelliten", Wissenschaftliche Arbeiten der Lehrstühle für Geodäsie, Photogrammetrie und Kartographie an der Technischen Universität Hannover, Nr.71, Hannover, 1976.
- /2/ Bähr, H.P.-Schuhr, W.: "Versuche zur Ermittlung der geometrischen Genauigkeit von ERTS-Multispektral-Bildern", BUL, Heft 1, St. 22-24, 1974.
- /3/ Konecny, G.: "Mathematical Models and Procedures for the Geometric Restitution of Remote Sensing Imagery", Comm. III, ISP Congress, Helsinki, 1976.
- /4/ Örmeci, C.: "Fernerkundung und ihre Anwendungen in der Türkei", Habilitationsschrift, St. 147, Istanbul, 1977.
- /5/ Wong, K.W.: "Geometric and Cartographic Accuracy of ERTS-1 Imagery", Phot.Eng.-Remote Sensing, Vol.41, No.5, p.621-635, 1975.
- /6/ \_\_\_\_\_ : "ERTS Data Users Handbook", NASA Document No.71, SD.4249.



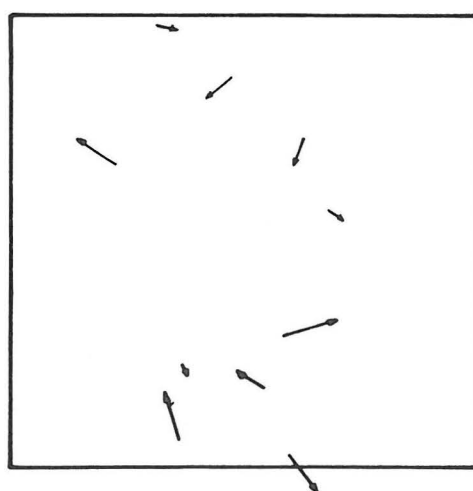
(E-2268-07390-5)



(E-2146-08024-7)



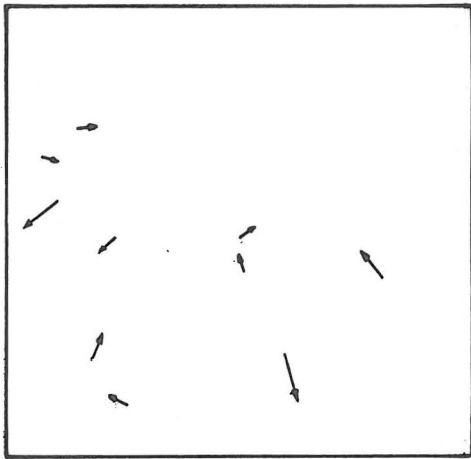
(E-2147-08085-7)



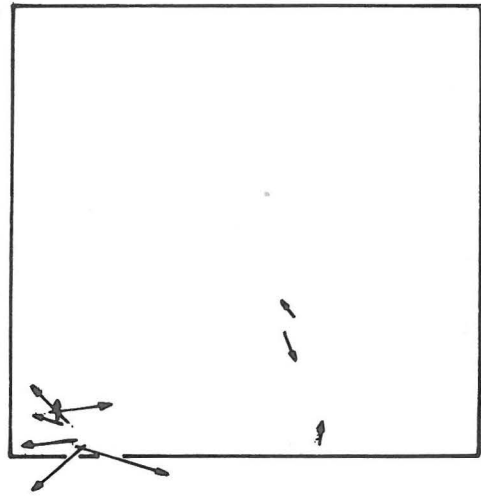
(E-2157-07232-7)

Vektor 0 200m 1000m  
 Bild 0 10km 50km

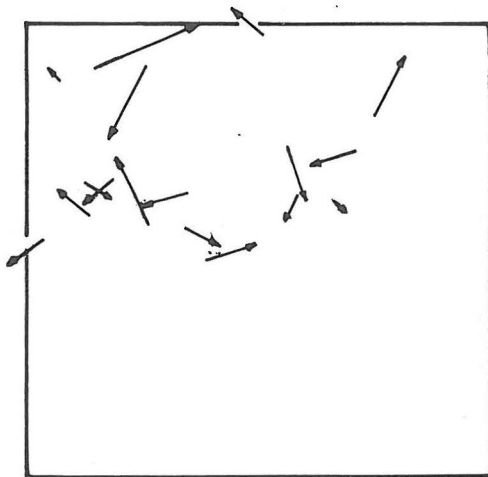
Abbildung 1. Restfehler nach der Helmerttransformation



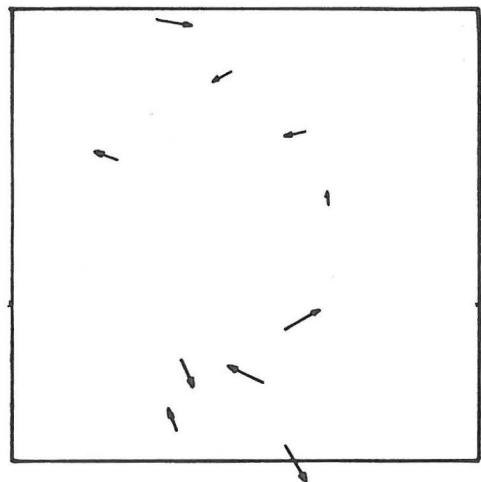
(E-2268-07390-5)



(E-2146-08024-7)



(E-2147-08085-7)



(E-2157-07232-7)

Vektor 0 200m 1000 m  
 Bild 0 10km 50km

Abbildung 2. Restfehler nach der Affintransformation.