

Einsatz einer “low cost” Drohne für hochauflösende Fernerkundung in der Forstwirtschaft

**Kai Jütte,
Landesforst Mecklenburg-Vorpommern
-Anstalt öffentlichen Rechts-
Betriebsteil Forstliche Informationssysteme und Kartografie
Zeppelinstraße 3, 19061 Schwerin
Telefon: 0385 – 6700 227**



Landesforst

MECKLENBURG-VORPOMMERN

Gliederung

Wieso, Weshalb, Warum

Das System

Ergebnisse



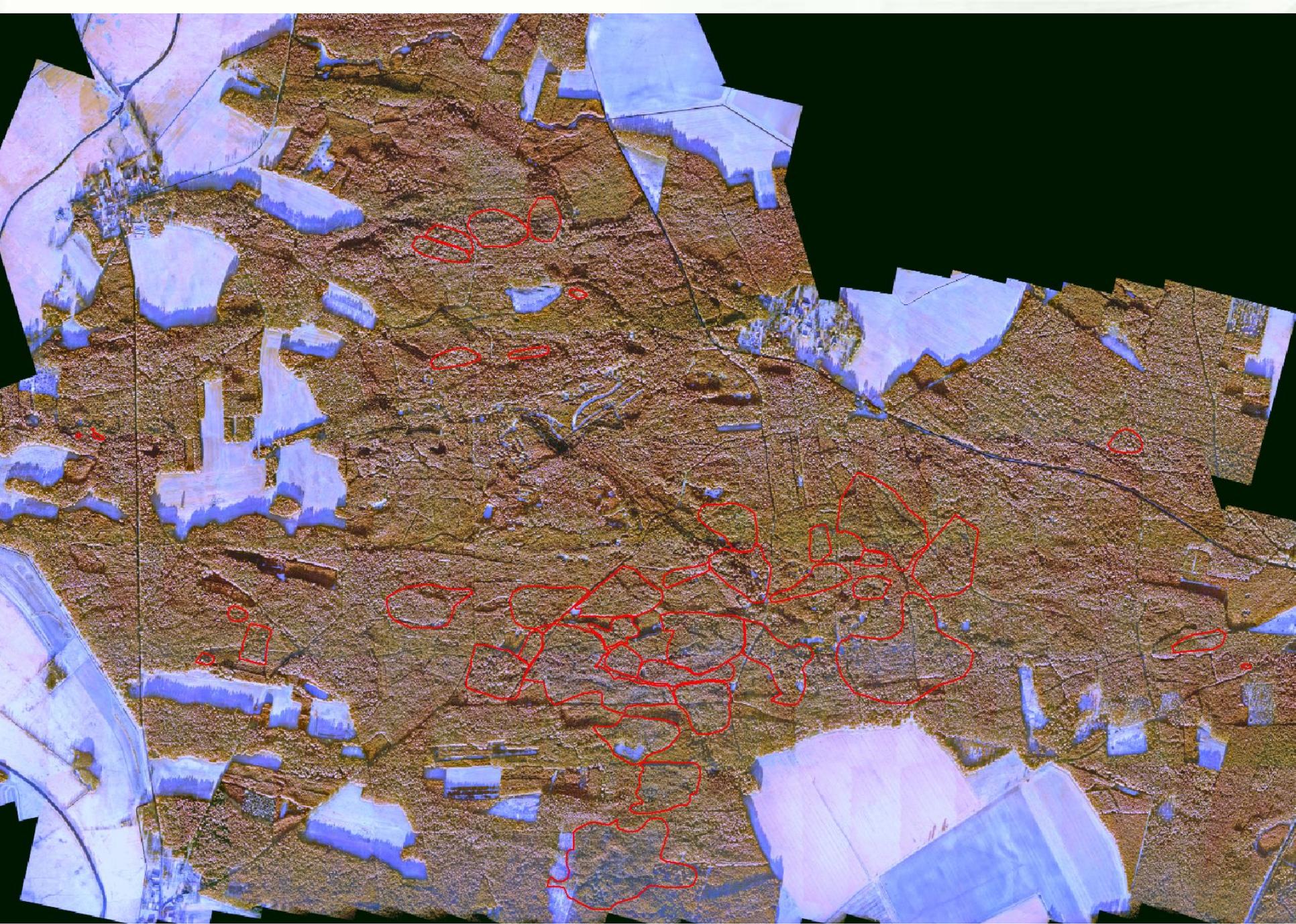
Landesforst

MECKLENBURG-VORPOMMERN

Wieso, Weshalb, Warum

1. Häufig sind die zu untersuchenden Flächen so klein, so dass eine im Kosten / Nutzen Verhältnis vertretbare, kommerzielle Befliegung nicht durchgeführt werden kann.
2. In der Vergangenheit behinderten, in der forstlich interessanten Zeit, Schlechtwetterfronten Luftbildflüge, obwohl in den Untersuchungsgebieten die Wetterbedingungen für einen Bildflug ausreichend waren.
3. Mit den verschiedenen Auftragnehmern wechseln die Kamerasysteme und damit die spektrale Auflösung. Eine Automatisierung der Auswertung ist somit kaum möglich.







Wieso, Weshalb, Warum

1. Häufig sind die zu untersuchenden Flächen so klein, so dass eine im Kosten / Nutzen Verhältnis vertretbare, kommerzielle Befliegung nicht durchgeführt werden kann.
2. In der Vergangenheit behinderten, in der forstlich interessanten Zeit, Schlechtwetterfronten Luftbildflüge, obwohl in den Untersuchungsgebieten die Wetterbedingungen für einen Bildflug ausreichend waren.
3. Mit den verschiedenen Auftragnehmern wechseln die Kamerasysteme und damit die spektrale Auflösung. Eine Automatisierung der Auswertung ist somit kaum möglich.



Das System



Die Kameras



Die Fernsteuerung



Landesforst
MECKLENBURG-VORPOMMERN

Projektpartner
Dr. Hans-Peter Thamm
Geographische Institut der Universität Bonn
Arbeitsgruppe Fernerkundung
Telefon: 0228 - 732092

Beschreibung:

Fluggewicht : ca. 5-7 kg

Flugzeit: max 3 Stunden

Reichweite: ca. 4 km

Maximalgeschwindigkeit: 25 km/h

Maximale Flughöhe: ca. 4500 m (nicht in Deutschland)

Nutzlast: max 5 kg

Motor: 2-Takt, 5.5 PS

Sensor: variabel, im Moment digitale und multispektrale Kamera

Sicherheitsfunktionen: "fail save"



Die Kameras

RGB Kamera Sony DSC-R1

Sensor: 21,5 x14,4mm Farb-CMOS-Sensor
Gesamt Pixelzahl: 10.286.000 Pixel
Objektiv: Carl Zeiss Vario-Sonnar T*
f= 14,3 bis 71,5 mm
(entspricht 24 -120 mm)
Speichermedium: Compact Flash-Karte

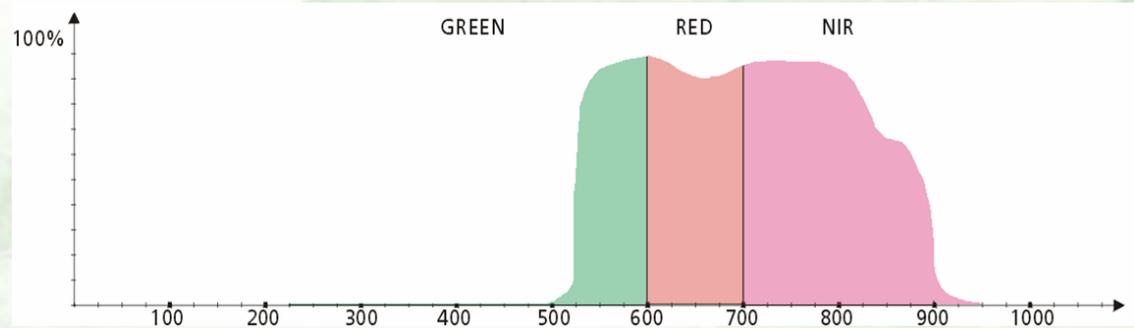


Sensorparameter

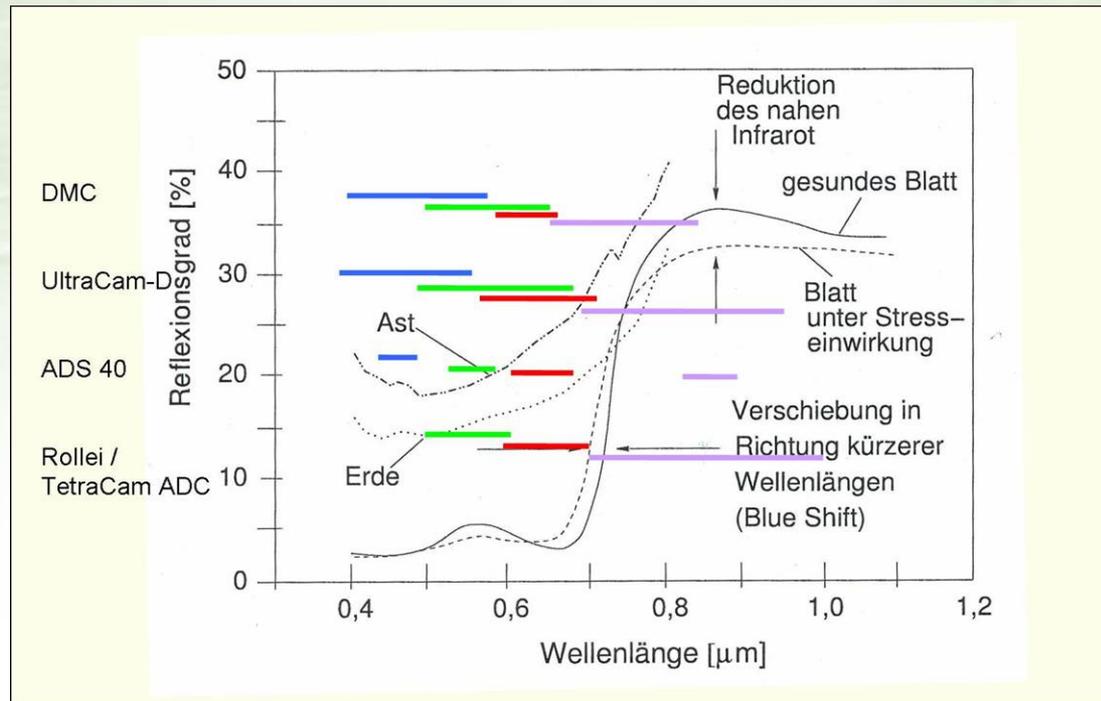
	Anzahl der Pixel	Größe des Sensors (mm)	Größe eines Pixel (mm)
Länge	3887	21,5	0,005531
Breite	2591	14,4	0,005558
Gesamt	10.071.217	309,6	0,000031

Flughöhe über Grund (m)	Abdeckung bei f= 24 mm			Auflösung bei f= 24 mm	
	Länge (m)	Breite (m)	Fläche (qm)	Länge (cm)	Breite (cm)
100	93	64	5.979	0,02	0,02
150	139	96	13.452	0,04	0,04
200	186	129	23.915	0,05	0,05
250	232	161	37.367	0,06	0,06
300	279	193	53.809	0,07	0,07
350	325	225	73.240	0,08	0,09
400	372	257	95.660	0,10	0,10

Multispektralkamera TetraCAM ADC



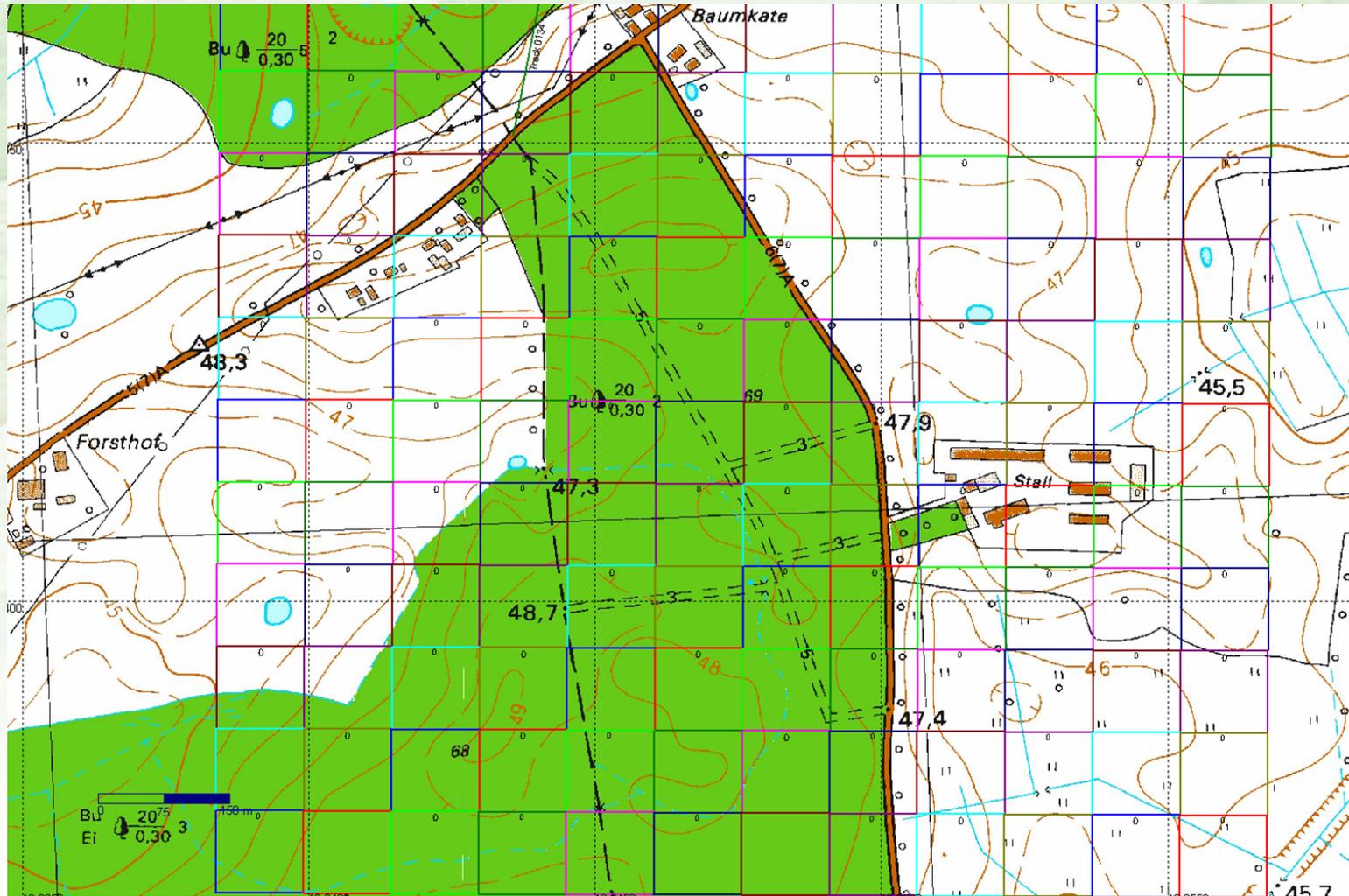
Spektrale Auflösung der TetraCAM ADC

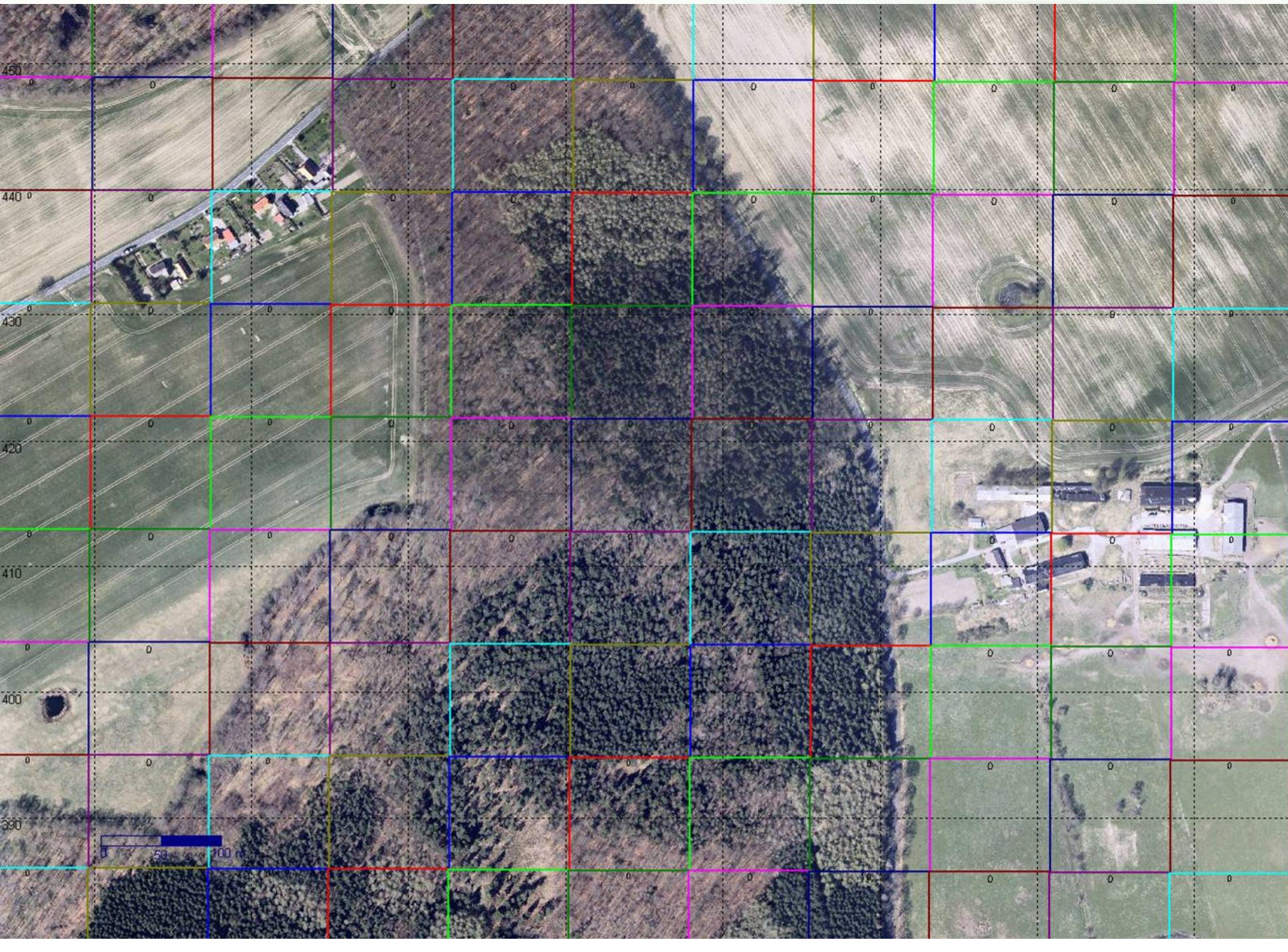


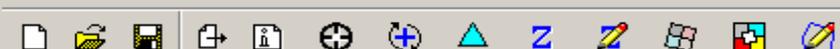
Flugplanung- und Flugüberwachung

Die Video- und GPS- Daten werden per Funk übertragen

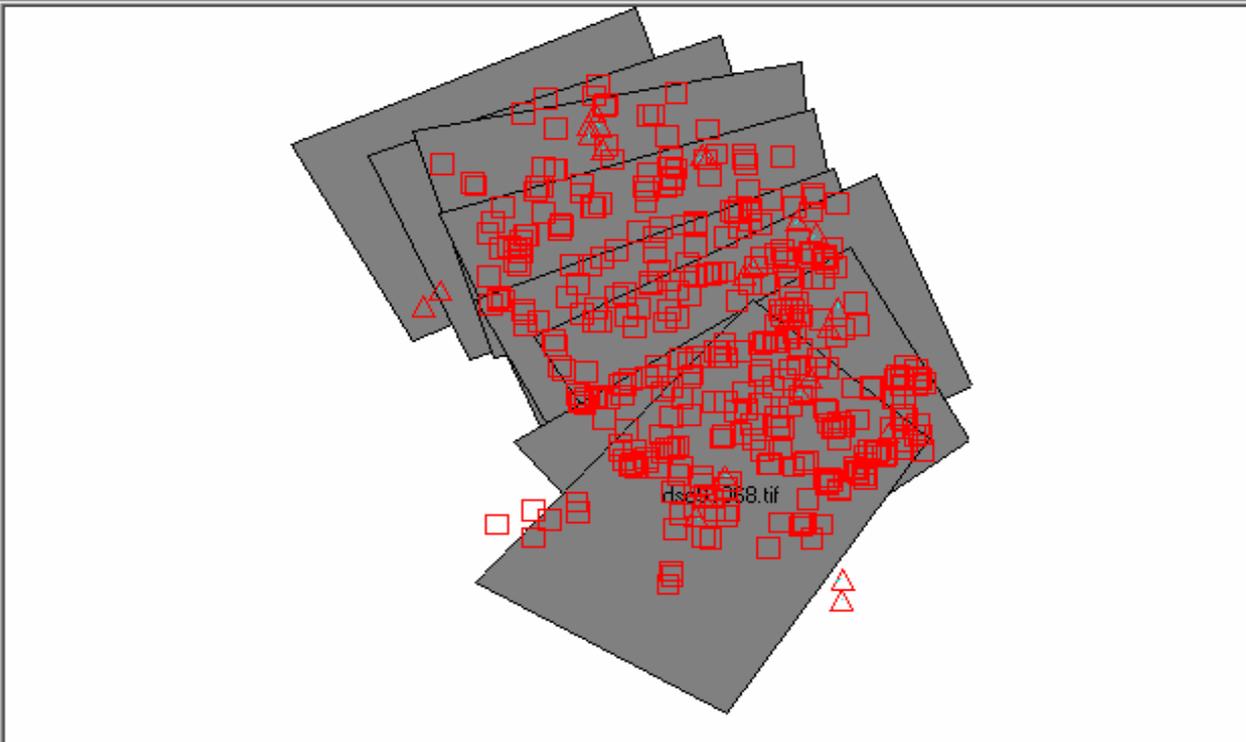
GPS: GPS Mouse der Firma Gramin







- Block - 04-07-06.bl
 - Images
 - Orthos
 - DTMs



Display Mode

- Map Space
- Image Space

- Image Extents
- Image IDs
- Control Points
- Tie Points
- Check Points
- Point IDs
- Residuals

Residual Scaling %

100

Point Criteria:

0 ray(s)

Row #	Image ID	Description >	Image Name	Active	Py.	Int.	Ext.	DTM	Ortho	Online
1	1	>	k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01042.tif	X						
2	2		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01043.tif							
3	3		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01044.tif	X						
4	4		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01045.tif							
5	5		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01046.tif							
6	6		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01047.tif	X						
7	7		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01048.tif							
8	8		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01049.tif							
9	9		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01050.tif	X						
10	10		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01051.tif							
11	11		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01052.tif	X						
12	12		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01053.tif							
13	13		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01054.tif	X						
14	14		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01055.tif							
15	15		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01056.tif							
16	16		k:/daten_kai/drohne/07-04-06/dsc01057.tif							



Auswertung nach Triangulation und Beurteilung der Bilder

Verlängerung bzw.
Verkürzungen von ebenen Linien

	Xo	Yo	Zo	Omega	Phi	Kappa
1	4471962.86	5934089.68	369.31	10.32	6.46	-156.63
2	4471787.17	5934187.19	342.74	-12.36	-20.60	-150.51
3	4472006.71	5934073.66	375.93	9.22	3.57	-160.06
4	4472062.70	5934059.37	365.77	11.48	16.10	-159.23
5	4471783.60	5934211.65	370.55	-21.75	-25.14	-145.13
6	4472050.07	5934023.51	378.15	14.86	3.92	-169.21
7	4472099.60	5933990.71	360.25	13.66	15.27	-165.04
8	4472073.49	5933999.81	396.11	8.19	9.89	-137.90
9	4472088.27	5933979.09	380.21	13.10	5.41	-163.15
11	4472130.89	5933941.79	384.96	9.29	6.71	-157.73
13	4472176.08	5933922.65	388.55	9.64	5.93	-152.97
26	4472215.04	5933868.15	389.79	6.58	12.12	-146.04
28	4472197.51	5933907.90	400.41	-12.69	11.01	-104.19
29	4472274.11	5933763.01	359.50	12.94	19.74	-94.67
42	4472223.50	5933870.18	388.32	-2.77	17.34	-126.34
Mittelwert			376.70	4.65	5.85	-145.92
Standartabweichung			15.58	11.43	12.74	21.91

Verlängerung in Längsrichtung (in cm)	Verlängerung in Querrichtung (in cm)
12.85	20.54
-41.00	-24.60
7.10	18.34
32.04	22.84
-50.03	-43.28
7.80	29.57
30.38	27.18
19.68	16.29
10.77	26.08
13.36	18.49
11.79	19.18
24.12	13.09
21.91	-25.26
39.27	25.75
36.11	-5.76
11.74	9.23
25.45	22.76

Untersuchung zur Beurteilung der Qualität der automatisch extrahierten Höhendaten

Brennweite: 24 mm
Luftbildmaßstab 1:15.696

Basis	C _K	Querüberdeckung %			Basisverhältnis θ		
21.5	19	60	70	80	4.53	3.39	2.26
21.5	24	60	70	80	3.58	2.69	1.79
21.5	30	60	70	80	2.87	2.15	1.43
21.5	35	60	70	80	2.46	1.84	1.23

Theoretische Lagegenauigkeit für natürliche Punkte:

$$\text{Lage: } \delta_{xy(\text{nat})} = \sqrt{\delta_{xy(\text{sig})}^2 + \delta_{xy(\text{def})}^2}$$

Das entspricht für diesen Block 60.73 cm

$$\text{Höhe: } \delta_{z(\text{nat})} = \sqrt{\delta_{z(\text{sig})}^2 + \delta_{z(\text{def})}^2}$$

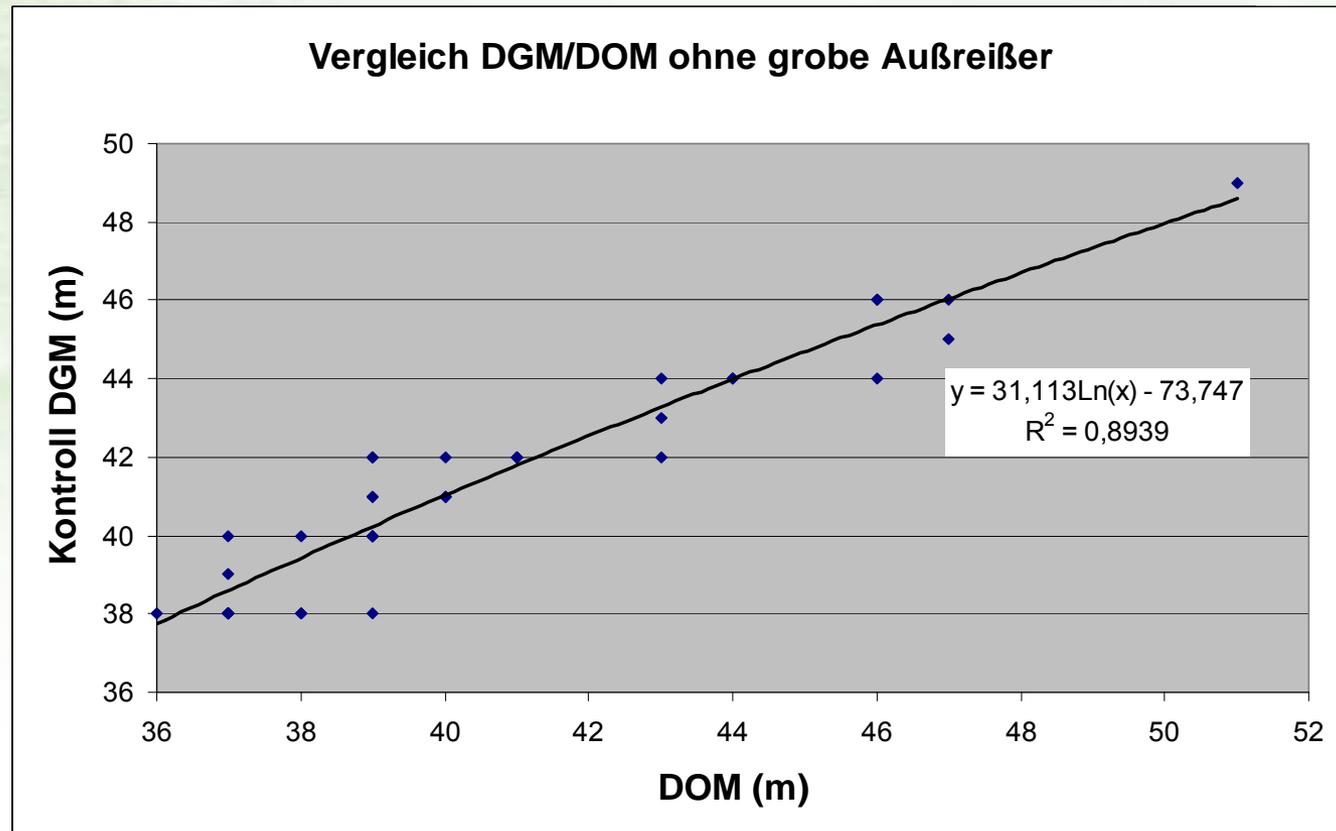
Das entspricht für diesen Block 64.11 cm



Qualitätsüberprüfung

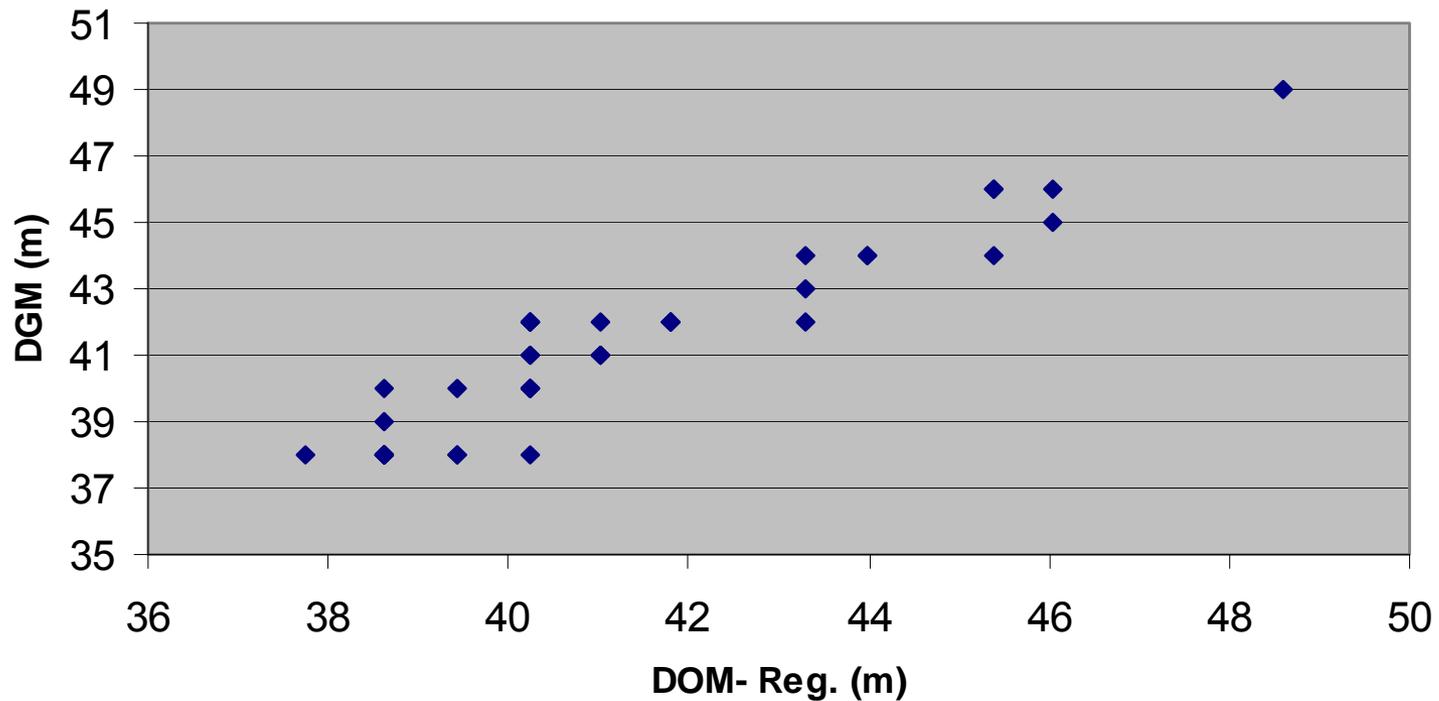
54 Kontrollpunkte entlang von Straßen wurden im DGM bestimmt und mit DOM aus Luftbildern verglichen

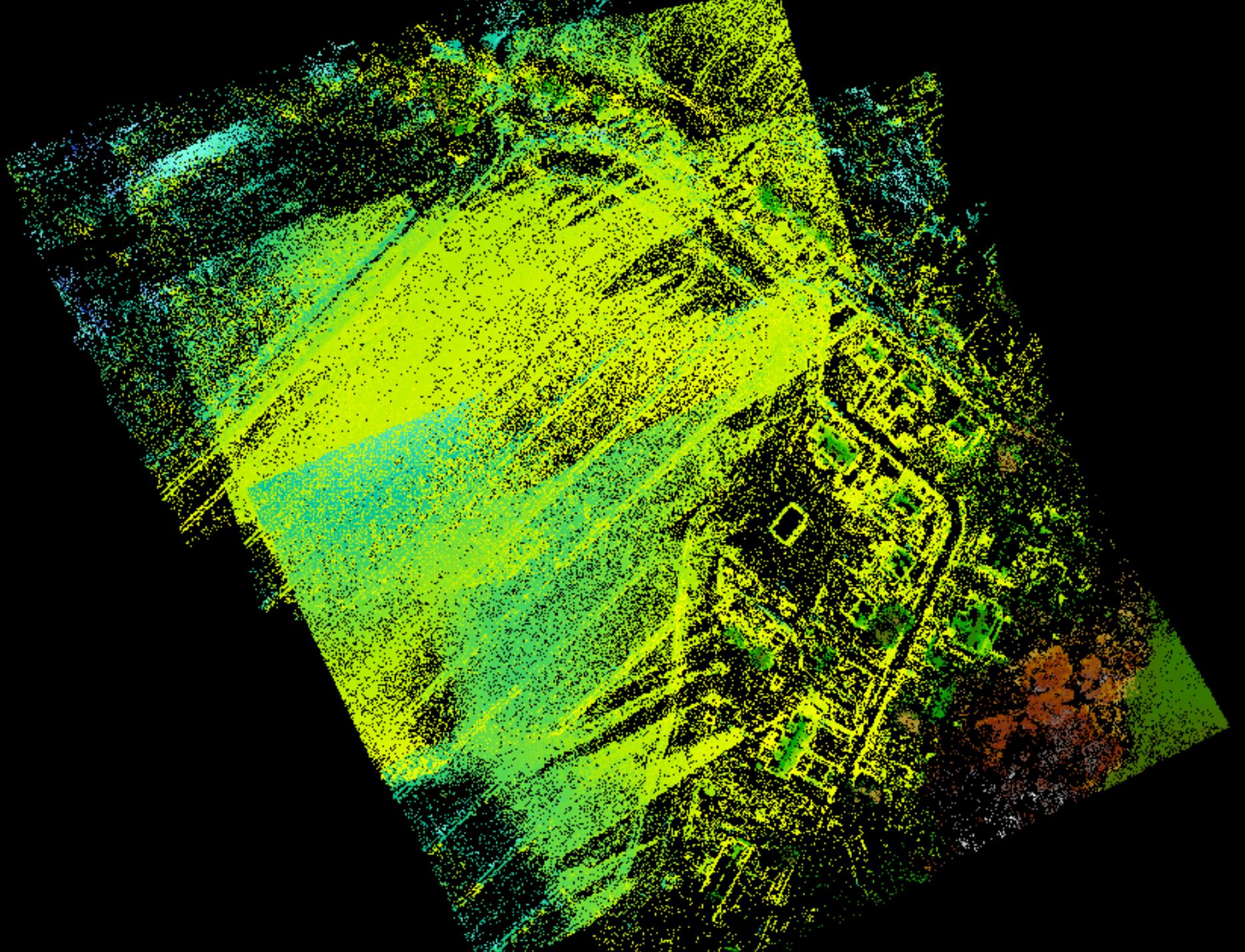
mit groben Aufreißern	Mittelwert (m)	0,127
	Standartabweichung	7,958
ohne grobe Ausreißer	Mittelwert (m)	0,795
	Standartabweichung	1,321

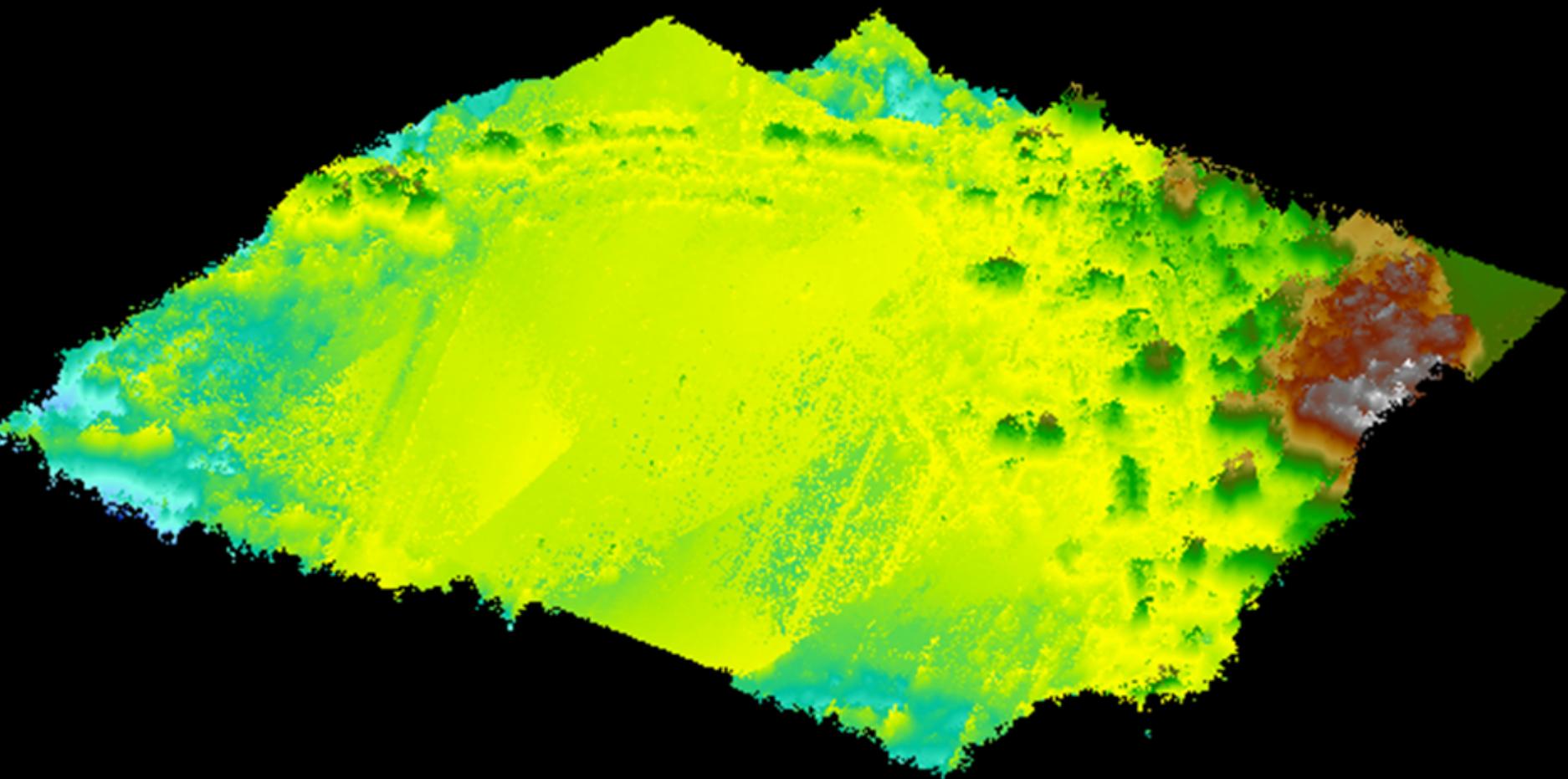


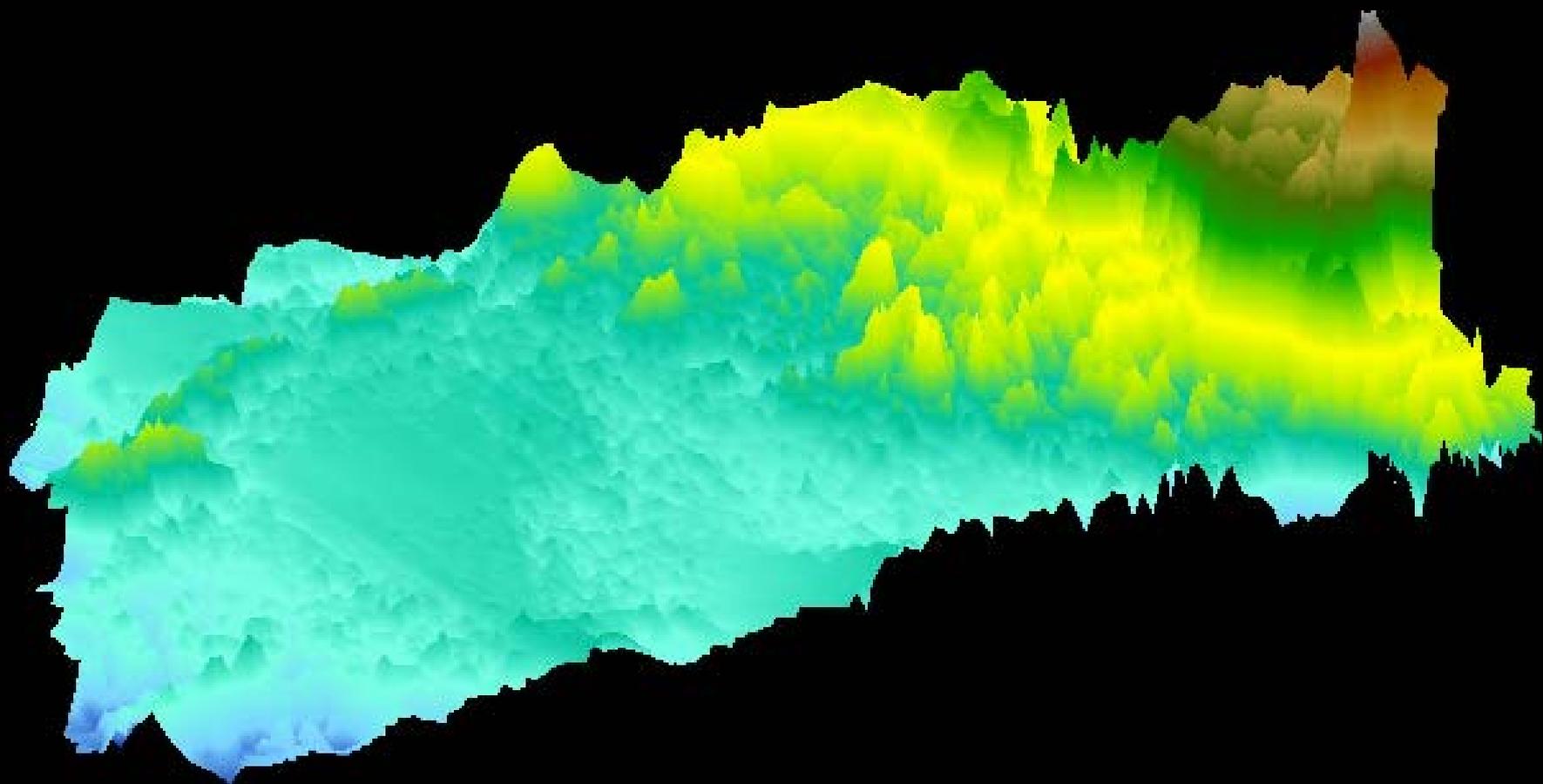
ohne groben Ausreißern	Mittelwert (m)	-0,008
	Standartabweichung	0,913

Vergleich DGM/DOm nach Einführung der Regression









Einsatzgebiete der Drohne

Überwachung des Landeswaldgesetzes, Dokumentation und Beweissicherung
z.B. bei illegaler Waldrodung für Baumaßnahmen

Überwachung von Fördermaßnahmen, Beweissicherung bei Rückforderungen

Untersuchung der Schädigung von Röhrlingbeständen durch Kanufahrer
im Müritz-Nationalpark

Kartierungen und Dokumentation von Veränderungen in Naturwäldern

Schadkartierungen

Moorkartierungen

Unterstützung bei der Forsteinrichtung



2002



2006

Überwachung des Landeswaldgesetzes, Dokumentation und Beweissicherung
z.B. bei illegaler Waldrodung für Baumaßnahmen



Überwachung von Fördermaßnahmen, Beweissicherung bei Rückforderungen



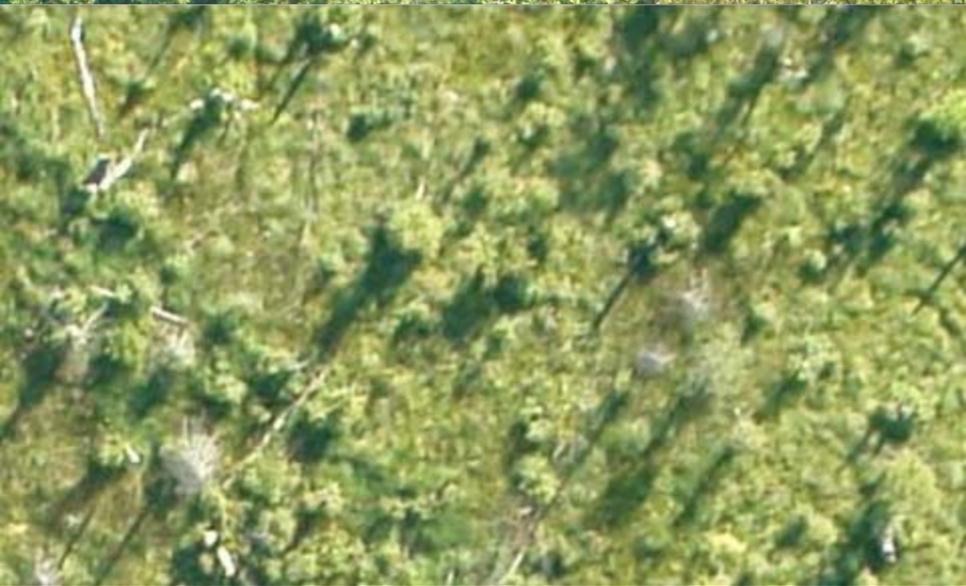
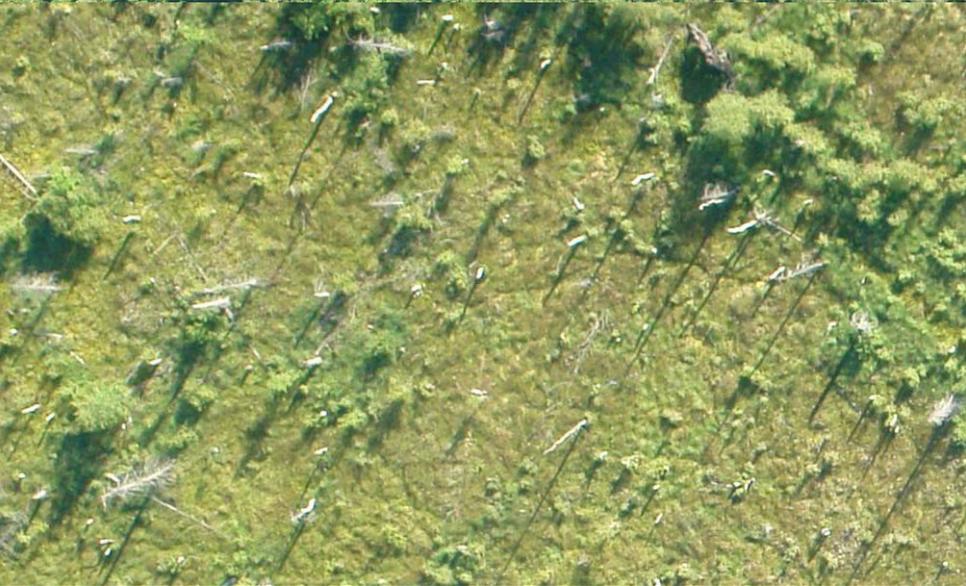
Untersuchung der Schädigung von Röhrigbeständen durch Kanufahrer
im Müritz-Nationalpark



Kartierungen und Dokumentation von Veränderungen in Naturwäldern



Schadkartierungen



Moorkartierungen

Vorteile

1. Schnell einsetzbar
2. Leicht zu transportieren und bedienen
3. Unabhängig von Ausschreibungen
4. Es wird immer dieselbe Kamera eingesetzt
5. Leicht in Reparatur und Wartung
6. Auch einfache Tests/Befliegungen kostengünstig möglich
7. Sehr gut für kleine Flächen mit hoher Auflösung
8. Sehr robust

Nachteile

1. Windanfällig
2. Benötigt gute Startbahn

Die Drohne bietet faszinierende Möglichkeiten bei der Unterstützung und Erfüllung der vielfältigen Aufgaben in der Forstwirtschaft, bei niedrigen Kosten. Sie ist ein nützliches Werkzeug für viele Anwendungen.



Danke



Landesforst

MECKLENBURG-VORPOMMERN