



**Inhalt**

<b>0</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
0.1	ANDROMEDA®-Projekt .....	2
0.2	Ziel des ANDROMEDA®-Projekt .....	2
0.3	Entwicklungen im ANDROMEDA®-Projekt .....	3
0.4	Umsetzung der Ergebnisse .....	4
<b>1</b>	<b>ANDROMEDA®-Prozesskette .....</b>	<b>5</b>
1.1	Bedeutung der Prozesskette .....	5
1.2	Ablauf der ANDROMEDA®-Prozesskette .....	6
1.2.1	Missionsvorbereitung .....	6
1.2.2	Befliegung, Erfassung von Luftbildern .....	7
1.2.3	Entzerrung der Einzelbilder und Zusammenführung zu Bildmosaiken .....	8
1.2.4	Automatisierte Auswertung (Kartierung) .....	8
1.2.5	Erstellung von Geo-Produkten .....	9
<b>2</b>	<b>Das unbemannte Flugsystem Carolo P200 .....</b>	<b>10</b>
2.1	Flugtechnik .....	11
2.2	Kamera als Nutzlast .....	12
2.3	Flugregelung und Bahnführung der Carolo-Drohne .....	13
2.4	Integrierte Navigation .....	15
2.4.1	Das Navigationsfilter .....	17
2.5	Bodenstationssoftware und automatisierte Missionsplanung .....	19
2.5.1	Prozess der automatischen Missionsplanung .....	20
2.6	Zusammenfassung .....	23
<b>3</b>	<b>Planung und Durchführung von Befliegungen .....</b>	<b>24</b>
3.1	Missionsvorbereitung .....	24
3.1.1	Zielstellung der Befliegung .....	26
3.1.2	Datenbeschaffung .....	27
3.1.3	Aufstiegserlaubnis .....	27
3.1.3.1	Gesetzliche Grundlagen .....	27
3.1.3.2	Einholung der Aufstiegserlaubnis .....	28
3.1.3.3	Aufstiegserlaubnis .....	28
3.1.4	Start- und Landeplätze .....	29
3.1.5	Konkrete Flugplanung .....	29
3.2	Missionsdurchführung .....	30
3.2.1	Befliegung .....	30
3.2.2	Kontrolle der Flugergebnisse .....	30
<b>4</b>	<b>Bildaufbereitung und -auswertung .....</b>	<b>34</b>
4.1	Bildmosaike aus kontinuierlich erfassten Einzelbildern .....	34
4.1.1	Ausgangssituation .....	35
4.1.2	Anforderungen .....	36
4.1.3	Vorgehensweise .....	36
4.1.4	Einlesen .....	37



4.1.5	Feature Detection und Feature Eliminierung .....	38
4.1.6	Mosaikerzeugung und Blending .....	39
4.1.7	Ergebnisse .....	40
4.2	Farb- und Helligkeitsanpassung von Einzelbildern über EXIF-Metadaten .....	40
4.2.1	EXIF-Metadaten .....	41
4.2.2	Farb- und Helligkeitsanpassung .....	43
4.2.3	Ergebnis .....	44
<b>5</b>	<b>Bildanalyse und Objekterkennung .....</b>	<b>45</b>
5.1	Bildanalyse-Software IMALYS .....	45
5.2	Informationen aus Bilddaten .....	48
5.2.1	Bildobjekte aus Rasteranalyse .....	48
5.2.1.1	Techniken zur Rasterverarbeitung .....	48
5.2.1.2	Wasserscheide .....	48
5.2.1.3	Gezählte Objekte .....	51
5.2.1.4	Laplace-Erweiterung .....	51
5.2.2	Finite Elemente .....	52
5.2.2.1	Zellbildung .....	52
5.2.2.2	Einflussmöglichkeiten .....	53
5.2.2.3	Zellmerkmale .....	54
5.2.3	Vektorisierung und GIS .....	56
5.2.4	Objektdefinition und Training .....	56
5.2.4.1	Regeln für den Merkmalsraum .....	57
5.2.4.2	Training mit Polygonen .....	57
5.2.4.3	Selbstorganisation (SOMs) .....	59
5.2.4.4	Mustervergleich (k-Means, SVM) .....	61
5.2.5	Klassifikation mit Objektmodell .....	61
5.2.6	Wissensbasis als Datenbank .....	63
5.2.7	Veränderungen .....	63
<b>6</b>	<b>Möglichkeiten und Grenzen der Höhenmessung der Objekte aus Drohnenbildern ....</b>	<b>64</b>
6.1	Photogrammetrische Grundlagen .....	65
6.1.1	Anforderungen an Luftbilder .....	65
6.1.2	Basisverhältnis .....	65
6.1.3	Innere Orientierung .....	65
6.1.4	Äußere Orientierung .....	67
6.1.5	Relative und absolute Orientierung .....	68
6.1.6	Passpunkte / Verknüpfungspunkte .....	68
6.1.7	Bildtriangulation .....	69
6.1.8	Orthobild-Erstellung .....	69
6.2	Untersuchtes Gebiet .....	70
6.3	Eingesetzte Systeme .....	71
6.4	Vorgehensweise .....	72
6.5	Verbesserungen für photogrammetrische Auswertungen .....	73



6.5.1	Kalibrierung der Kamera .....	73
6.5.2	Änderungen am Aufnahmesystem „Carolo P200“ .....	77
6.6	Photogrammetrische Auswertung .....	77
6.6.1	Pictran .....	77
6.6.2	Übergang zur Leica Photogrammetry Suite .....	79
6.6.3	Erstellung eines Bildmosaiks .....	81
6.7	Ergebnisse .....	82
6.7.1	Punktmessgenauigkeit in den orientierten Bildern .....	82
6.7.2	Genauigkeit der äußeren Orientierung (Projektionszentren) .....	83
6.7.3	Genauigkeit der äußeren Orientierung (Drehwinkel) .....	84
6.7.4	Vergleich mit Lageplan .....	84
6.8	Ausblick .....	86
6.9	Fazit .....	87
<b>7</b>	<b>Produkte und Einsatzbereiche .....</b>	<b>89</b>
7.1	Produkte .....	89
7.1.1	Einzelbilder .....	90
7.1.2	Orthorektifiziertes Bildmosaik.....	90
7.1.3	Bildauswertungen.....	91
7.2	Einsatzbereiche .....	91
7.3	Praktische Anwendungsbeispiele .....	93
7.3.1	Drohnenbasiertes Kartierung von Biodiversitätsexploratorien im Rahmen des DFG-Projektes „Die Effekte von Landnutzung und struktureller Heterogenität auf Biodiversität: Eine neue Erfassungsmethode unter Verwendung kostengünstiger Fernerkundung und kleinskaliger Musteranalyse“ .....	94
7.3.2	Einsatz von ANDROMEDA®-Daten für Vermessungsaufgaben .....	97
7.3.3	Leinakanal – Erfassung des Zustandes eines historischen Bauwerkes .....	99
7.3.4	Forst .....	102
7.3.4.1	Erfassung von Sturmschäden .....	103
7.3.4.2	Erfassung von Bestandesparametern .....	106
<b>8</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>110</b>
<b>9</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>111</b>
<b>10</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>113</b>
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>116</b>
11.1	Abbildungsverzeichnis .....	116
11.2	Tabellenverzeichnis .....	119
11.3	Abkürzungsverzeichnis .....	119
11.4	Glossary .....	120
11.5	Bildnachweis .....	123
	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>124</b>
	<b>Summary .....</b>	<b>126</b>
	<b>Danksagung .....</b>	<b>128</b>