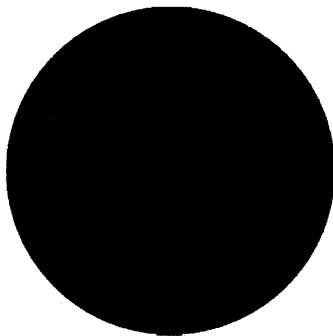


PermaSAR

Entwicklung einer Methode zur Detektion von Subsidenz in
Permafrostgebieten mit D-InSAR

SCHLUSSBERICHT



**UNIVERSITÄT
HEIDELBERG**
ZUKUNFT
SEIT 1386



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG

Zuwendungsempfänger Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	Förderkennzeichen 50EE1418
Vorhabensbezeichnung PermaSAR	
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2015 - 31.03.2019	
Projektleitung: Prof. Dr. Bernhard Höfle, PD Dr. Julia Boike	

Autoren: S. Antonova, I. Beck, S. Marx, K. Anders, J. Boike, B. Höfle

ORCID: S. Antonova (0000-0002-5310-786X), I. Beck (0000-0002-0059-9469), S. Marx (0000-0002-8465-6589), K. Anders (0000-0001-5698-7041), J. Boike (0000-0002-5875-2112), B. Höfle (0000-0001-5849-1461)

Inhaltsverzeichnis

1.	Kurzdarstellung	4
1.1.	Aufgabenstellung	4
1.2.	Voraussetzungen.....	5
1.3.	Planung und Ablauf des Vorhabens	6
1.4.	Ausgehender wissenschaftlicher und technischer Stand	8
1.4.1.	DInSAR zur Erfassung von Bodenbewegungen in Permafrostlandschaften	8
1.4.2.	Vegetationseigenschaften der Wald-Tundra-Übergangszone.....	8
1.4.3.	Terrestrisches Laserscanning	9
1.5.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	10
2.	Ergebnisse	10
2.1.	Datenakquise	10
2.1.1.	TanDEM-X Daten	10
2.1.2.	Höhenmodelle und optische Daten	11
2.2.	Feldkampagnen.....	11
2.3.	Globales Navigationssatellitensystem	14
2.3.1.	GNSS-Messungen der Geländeoberfläche.....	14
2.3.2.	Messung von Höhenänderungen mit GNSS.....	17
2.4.	Messung von Höhenänderungen mit Referenzstäben	18
2.4.1.	Höhenänderungen mit Referenzstäben.....	18
2.4.2.	Messung von Auftautiefen.....	20
2.5.	Terrestrisches Laserscanning	21
2.5.1.	Raster-basierter Ansatz zur Berechnung der Höhendifferenz.....	22
2.5.2.	Filterstrategie für Bodenpunkte und Punktwolken-basierter Ansatz zur Quantifizierung der Höhenänderung.....	23
2.5.3.	Experten-basierte und automatisierte Ableitung der Bodenhöhenänderung an den Referenzstäben aus den TLS-Daten	25
2.6.	Evaluation der Messmethoden zur Subsidenzerfassung	27
2.7.	Luftgestütztes Laserscanning.....	28
2.8.	Explorative Analysen der TanDEM-X Daten	32
2.8.1.	Rückstreuung	32
2.8.2.	Bistatische Interferometrie.....	38
2.8.3.	TanDEM-X CoSSC DGM	43
2.8.4.	Repeat-pass Interferometrie.....	48
2.9.	Ableitung von Vegetationsstrukturklassen aus TanDEM-X Daten	53
2.9.1.	TanDEM-X Vegetationskartierung	54
2.9.2.	Validierung	56
2.10.	Erfassung von Vegetationseigenschaften mit TanDEM-X und ALS Daten	57

2.11.	Validierung digitaler Höhenmodelle	60
2.11.1.	IDEM	60
2.11.2.	Gemittelttes CoSSC DGM	61
2.11.3.	ArcticDEM	62
2.11.4.	Vergleich von IDEM, ArcticDEM und gemitteltem CoSSC DGM mit ALS DGM	63
3.	Bewertung der Ergebnisse	65
3.1.	Bewertung der wissenschaftlichen Ergebnisse	65
3.2.	Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	66
3.3.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	66
3.4.	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses	66
4.	Fortschritt Seitens Dritter	67
5.	Veröffentlichungen	67
5.1.	PermaSAR Fachartikel	67
5.2.	Fachartikel in Kooperation mit PermaSAR	68
5.3.	Abschlussarbeit	68
5.4.	Konferenzbeiträge	68
5.5.	Daten	69
5.6.	Quellcodes	69
5.7.	Öffentlichkeitsarbeit	69
6.	Literatur	70
Anlagen	77