



“Die Möglichkeiten
haben keine Grenzen”



**Validierung von satellitengestützten und terrestrischen
Monitoringsystemen für die Messung von Bodenverformungen**

**Deliverable
D.4.02**

**Aktualisierte Karten:
Darstellung der
Deformationsevolution in den
Testgebieten**

Datum: 02.2015

Das Projekt SloMove wird vom Programm Interreg IV (FESR) kofinanziert
Europäische territoriale Kooperation Italien-Schweiz 2007-2013

www.SloMove.eu

Danksagung

Dank der Unterstützung von folgenden Körperschaften wurde die Ausführung des Projektes erst ermöglicht:

- Kofinanzierung durch das Interreg-Programm IV europäische territoriale Kooperation Italien – Schweiz 2007 – 2013, Convezion ID 27384220;
- Kofinanzierung durch die Autonome Provinz Bozen;
- Kofinanzierung durch die Europäische Akademie Bozen EURAC
- Kofinanzierung durch das WSL -Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Kontakte:

Lead Partner (Management)

Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen, Südtirol

Eggentalerstrasse 48

I-39053 Kardaun (BZ)

Verantwortliche

Claudia Strada

Tel +39 0471 361564

Fax +39 0471 361512

E-Mail: claudia.strada@provinz.bz.it

Wissenschaftliche Koordination

Institut für Angewandte Fernerkundung Europäische Akademie Bozen EURAC

Drususallee 1

I-39100 Bozen (BZ)

Verantwortlicher

Giulia Chinellato

Tel +39 0471 055 396

Fax +39 0471 055389

E-Mail: giulia.chinellato@eurac.edu

Die Daten und die Informationen, welche in diesem Dokument wiedergegeben werden, zeigen Ideen und Erfahrungen der Autoren. Die Verwaltungsbehörden und Partnerinstitutionen des Projektes sind für die Nutzung der hier wiedergegebenen Informationen nicht Verantwortlich.

Das Projekt SloMove

Die Entstehung des Projektes SloMove beruht auf das Anliegen das heutig technisch zur Verfügung stehende Monitoringpotential für die Messung von Bodenverformungen zu verbinden. Weiters soll es für die Raumreglementierung und -planung eingesetzt werden. Dieses Bedürfnis ist vor allem im grenzüberschreitenden Hochgebirge gefragt, diese Teilen die Sicherung von wichtigen strategischen Verbindungsinfrastrukturen.

Allgemeine Ziele

- Abschätzung von Nutzen und Grenzen von satellitengestützter Radarinterferometrie für das Monitoring von Bodenverformungen im Hochgebirge;
- Optimierung der Monitoringprozeduren indem die durch terrestrischen Methoden erhaltenen Daten zur Validierung der Daten aus satellitengestützter Radarinterferometrie genutzt werden;
- Festigung des Grundwissens der Techniker über die Standardanwendung von SAR- und Geländedaten für das Monitoring von Hangbewegungen.

Spezielle Ziele

- Ausbildung des Personals durch gezielte Fortbildung in die einzelnen Ausarbeitungstechniken von Radardaten und der Implementierung von integrierten Monitoringsystemen, satellitengestützt wie auch terrestrisch;
- Test des integrierten Monitorings auf gut bekannten Untersuchungsgebieten;
- Erstellung eines Protokolls über die Anwendung der Monitoringmethoden (Planung und Prävention). Es sollten die limitierenden Faktoren und Erfordernisse aufgelistet werden, welche in den verschiedenen untersuchten Territorien, vor allem im alpinen Raum auftreten;
- Produktion und Verbreitung der Monitoringmethoden und der Prozeduren für die Anpassung der Verwaltungsverfahren zum Risikomanagement. Dies soll durch das erstellen von Leitfäden und Handbücher für die Techniker der öffentlichen Verwaltung und technischen Büros erfolgen. Dabei soll ein effizienter Informationsfluss garantiert werden zwischen Monitoring- und Planungsphase.

Methoden

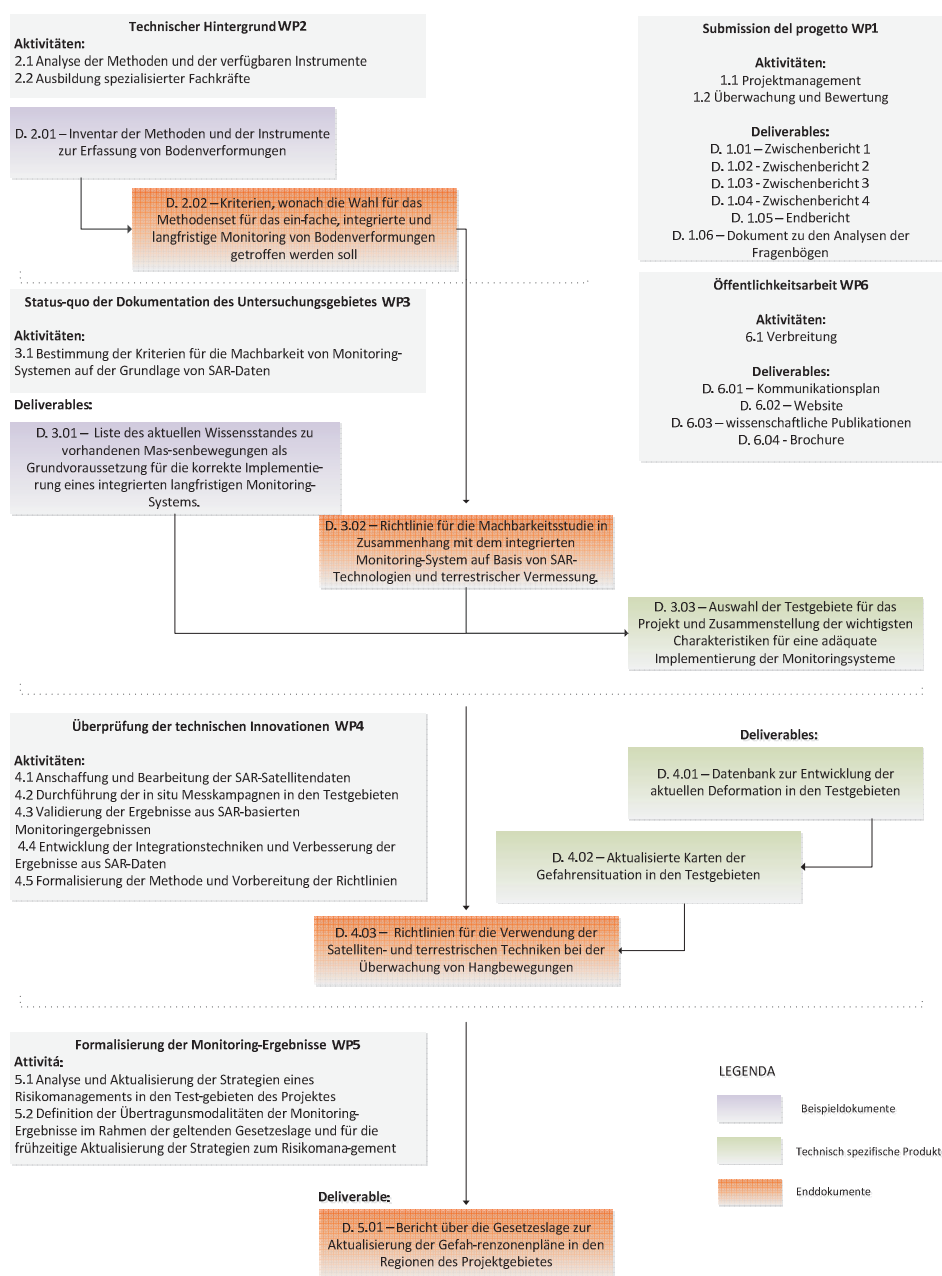
- satellitengestützte SAR Multi-Interferometrie;
- Terrestrial Laser Scanner;
- Differenzieller GPS;
- Auswertung der Daten zwischen Technikern und Administratoren

Dokumentation

Das Projekt besteht aus vier technisch operativen Arbeitspaketen und zwei weiteren Paketen, welche sich um Management und Öffentlichkeitsarbeit kümmern.

Der Fortschritt dieser Aktivitäten wird in vier Zwischenberichten und einem Endbericht wiedergegeben.

Die Produkte aus Forschung, Entwicklung und methodologischer Innovation werden in folgender Weise wiedergegeben: vier Dokumenten bzw. Leitlinien zur generellen Veranschaulichung, zwei Beispieldokumente mit Datenbanken und aktuellen Kartenmaterial des Testgebietes. Die Verbindung zwischen den einzelnen Dokumenten wird im Diagramm dargelegt:



Partner & Autoren

Italien

Lead Partner

Amt für Geologie und Baustoffprüfung
Autonome Provinz Bozen

Volkmar Mair
Claudia Strada
David Mosna

Partner 1

Institut für Angewandte Fernerkundung
Europäische Akademie Bozen EURAC

Giulia Chinellato

Schweiz

Partner 2

WSL -Institut für Schnee- und Lawinenforschung
SLF

Marcia Phillips
Robert Kenner

Partner 3

Abenis A.G. Ingenieure und Planer

Andreas Zischg

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen.....	8
2.	Deformationskarten	9
2.1	RG Nr. 4.02.1 – Vergleich zwischen GNSS- und TLS-Daten (CH)	9
2.2	RG Nr. 4.02.2 – Vergleich zwischen GNSS- und SAR-Daten (CH)	10
2.3	RG Nr. 4.02.3 – Vergleich zwischen GNSS-, SAR- und TLS-Daten (CH).....	11
2.4	RG Nr. 4.02.4 – Karte/Retrospektive Daten und Daten des SloMove-Projektes (IT).....	11

1. Vorbemerkungen

Das vorliegende Dokument knüpft an die im **Deliverable 4.03** beschriebenen Aspekte an.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Deformationskarten zusammenfassend beschrieben und am Ende eines jeden Kapitels angeführt. Unter dem Begriff "Deformationskarten" versteht man kartographische Darstellungen, die Informationen über den Verformungszustand enthalten, der in diesem Fall durch die jährliche Durchschnittsgeschwindigkeit ausgedrückt wird, sowie über die Prozesse, die mit den im Projekt verwendeten Messtechniken - multitemporale Interferometrie, differentielles GNSS und terrestrischer Laserscanner - analysiert wurden.

Die Karten bilden das wichtigste Mittel zum Verständnis der während der Messkampagnen ermittelten Daten und können dazu verwendet werden, um Bereiche mit unterschiedlichem Fortschrittsgrad räumlich zu definieren und um Instrumente für die Raumplanung zu unterstützen.

2. Deformationskarten

2.1 RG Nr. 4.02.1 – Vergleich zwischen GNSS- und TLS-Daten (CH)

Im vorliegenden Kapitel werden die wichtigsten Punkte des zwischen den Ergebnissen der GNSS- und der TLS-Messungen in den Zeiträumen 2012-2013 und 2013-2014 zusammengefasst. Für nähere Details wird auf das **Kap. 6.2 des Deliverable 4.03** verwiesen.

Das Layout ist in 4 Rechtecke unterteilt, in denen oben die Daten des differentiellen GNSS für den Zeitraum 2012-2013 und 2013-2014, und unten, die TLS-Daten desselben Zeitraums angeführt sind. Die Werte sind in mm/Jahr angegeben und stellen die Gesamtbewegungen dar. Die Daten werden im Maßstab 1:2.000 dargestellt.

Im Allgemeinen scheinen die für beide Zeiträume erhobenen Geschwindigkeitsspannen, so wie auch die Verteilung der Geschwindigkeitsfelder, kohärent zu sein. Die festgestellten Unterschiede liegen in der horizontalen Komponente in der Größenordnung von Dezimetern und entlang der vertikalen Komponente der Deformation in der Größenordnung von einigen Zentimetern.

Die Punktgenauigkeit der GNSS-Daten, die sehr hoch, doch oft nur wenig repräsentativ für das untersuchte komplexe System ist, wird mit einer repräsentativen Information eines Bereichs verglichen. Wie im **Kap. 3 des D 4.03** beschrieben, wurde die Prozessierung der TLS-Daten so durchgeführt, dass eine möglichst zuverlässige Information daraus gewonnen werden konnte, die mit den GNSS-Daten vergleichbar ist.

Im Zeitraum 2013-2014 sticht das Fehlen von TLS-Informationen über im Zeitraum 2012-2013 ermittelte Bereiche hervor; dies kann auf Probleme mit der Sichtbarkeit oder mit einem Verlust an Kohärenz zwischen den beiden Scans zurückgehen. Insbesondere bezieht man sich dabei auf den östlichsten Teil des Rock Glaciers Ursina III und des Rock Glaciers Ursina II.

2.2 RG Nr. 4.02.2 – Vergleich zwischen GNSS- und SAR-Daten (CH)

Im vorliegenden Kapitel ist die graphische Darstellung **Nr. 4.02.2** beschrieben, in der die auf den Sommer 2013 bezogenen GNSS- und SAR-Daten verglichen werden.

Das Layout ist in 2 Teile unterteilt, in denen oben die Daten des differentiellen GNSS für den Sommer 2013, und unten die SAR-Daten desselben Zeitraums angeführt sind. Die Werte sind in mm/Jahr angegeben und beziehen sich auf die LoS (Line of Sight) des Satelliten. Die GNSS-Daten wurden entlang der Sichtlinie des Satelliten entsprechend weiterprojiziert (**Kap.5.1 Deliverable 4.03**). Die Daten werden im Maßstab 1:2.000 dargestellt.

Die im untenstehenden Rechteck angeführten SAR-Daten geben die Bereiche mit der größten Deformation an (Punkte in roter Farbe). Das Fehlen von Informationen in einigen Bereichen ist auf die mangelnde Kohärenz der jeweiligen Information aufgrund hoher Deformationsgeschwindigkeiten und einer begrenzten Anzahl an ausgearbeiteten Bildern zurückzuführen (siehe **Kap. 4 des Deliverable 4.03**). Auf der Grundlage der zuvor beschriebenen GNSS- und TLS-Daten kann behauptet werden, dass die räumliche Aufteilung der Deformationsfelder der SAR-Daten jedoch mit den von den anderen beiden Technologien erhobenen Daten kohärent und kompatibel ist.

Die Analyse zeigt, dass die SAR-Punkte in den Bereichen rund um die GNSS-Punkte mit einer höheren Deformationsgeschwindigkeit die Geschwindigkeit unterschätzen und der Verlust an Kohärenz schlimmstenfalls zum Fehlen von Daten führt, so wie es rund um die GPS-Punkte Nr. 15, 22 und 23 der Fall ist. In Bezug auf RG Nr. 4.02.1 wird festgehalten, dass das TLS räumliche Informationen zu diesem Teil des Rock Glaciers liefert, der vom SAR nicht gemessen und nur punktuell von den differenziellen GNSS-Daten gedeckt wird.

2.3 RG Nr. 4.02.3 – Vergleich zwischen GNSS-, SAR- und TLS-Daten (CH)

Im vorliegenden Kapitel werden die graphischen Darstellungen der aus den drei eingesetzten Messtechniken erhaltenen Daten beschrieben.

Das Layout ist in 4 Rechtecke unterteilt, in denen Folgendes angegeben ist: i) in der Graphik A die GNSS-Daten 2012-2014, ausgedrückt in Geschwindigkeit (3D) mm/Jahr, ii) in der Graphik B die TLS-Daten 2012-2014 mm/Jahr für die ebenen Verschiebungen iii) in der Graphik C die SAR-Daten, ausgedrückt in mm/Jahr entlang der Sichtlinie des Satelliten, in Bezug auf den Sommer 2013. In der letzten Graphik (Graphik D) wird eine Extrapolation dargestellt, die man durch Kombination aller verfügbaren Informationen erhält und die die Bereiche im Testgebiet Schafberg angibt, die einen anderen Leistungsfortschritt aufweisen.

Die Daten werden im Maßstab 1:2.000 dargestellt.

2.4 RG Nr. 4.02.4 – Karte/Retrospektive Daten und Daten des SloMove-Projektes (IT)

Das vorliegende Kapitel enthält eine kurze Beschreibung der graphischen Darstellung **Nr. 4.02.4** mit folgenden Inhalten: im Kästchen A) die Ergebnisse der differentiellen GNSS-Messungen im Zeitraum 2012-2014 Kästchen B) Darstellung der TLS-Daten für den Zeitraum 2012-2014, Kästchen C) Auszug aus der Geologischen Detailkarte (Blatt Schlanders, nicht veröffentlicht) des Dr. Gianluca Piccin und, Kästchen D) die Ergebnisse der Auswertung der Radarsat-Daten, die von der T.R.E im Rahmen des SAFER-Projektes durchgeführt wurde.

Die Daten werden im Maßstab 1:4.000 dargestellt.

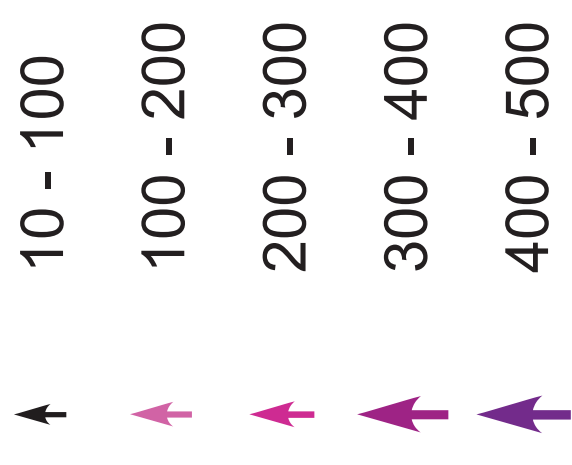
Die verfügbaren Daten haben es nicht ermöglicht, wie im Fall des Schweizer Standortes, Vergleiche und Validierungen zwischen den verschiedenen eingesetzten Messtechniken durchzuführen. Es werden daher die verfügbaren, im Rahmen des Projektes SloMove ermittelten retrospektiven Daten angegeben, mit welchen die Studie der auf dem Gebiet vorliegenden Phänomene unterstützt wurde.

RG n. 4.02.1

Vergleich von TLS und GNSS

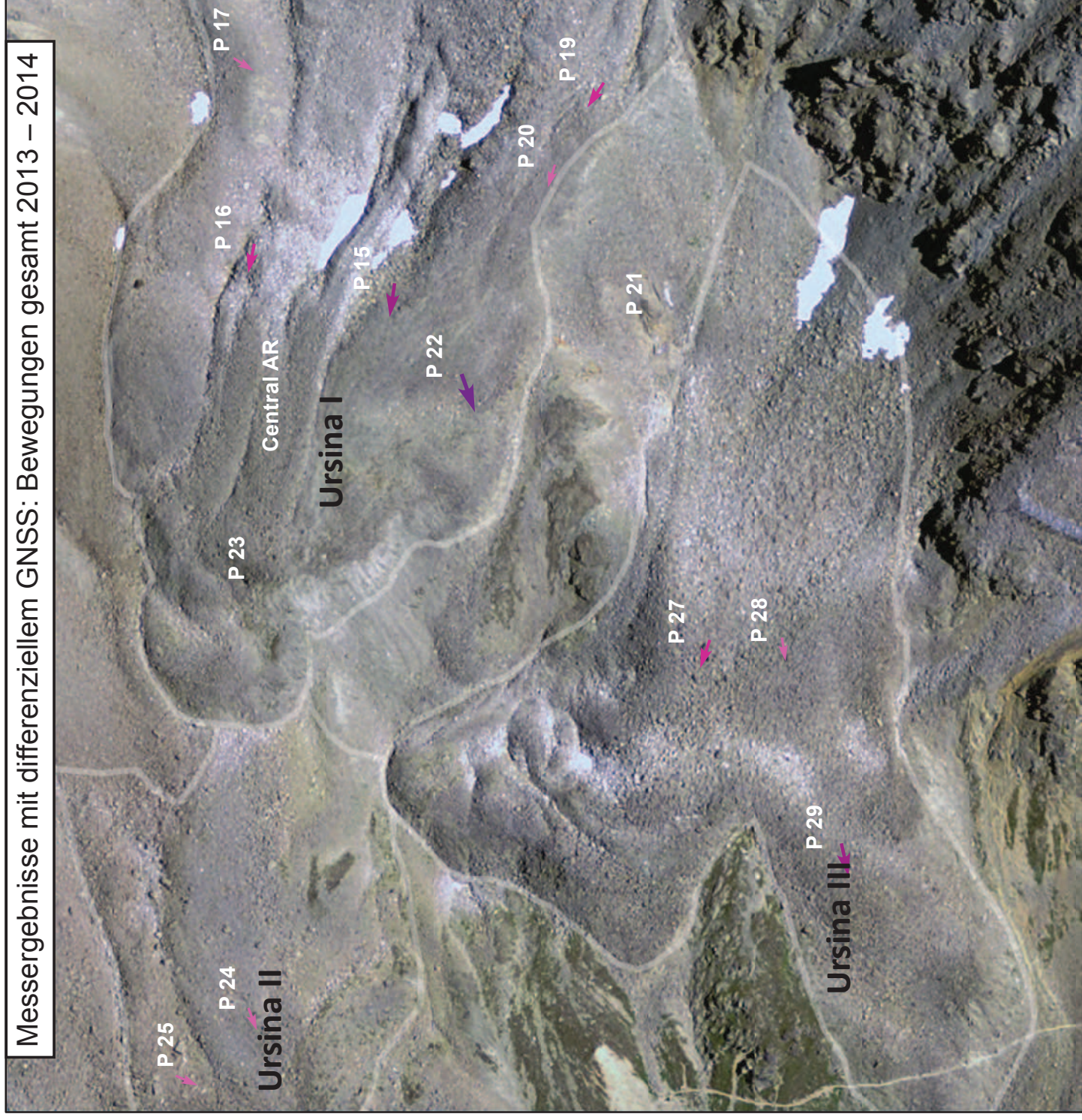
Testgebiet Schweiz
Schafberg, Pontresina (CH)

**Bewegung gesamt
mm/Jahr**

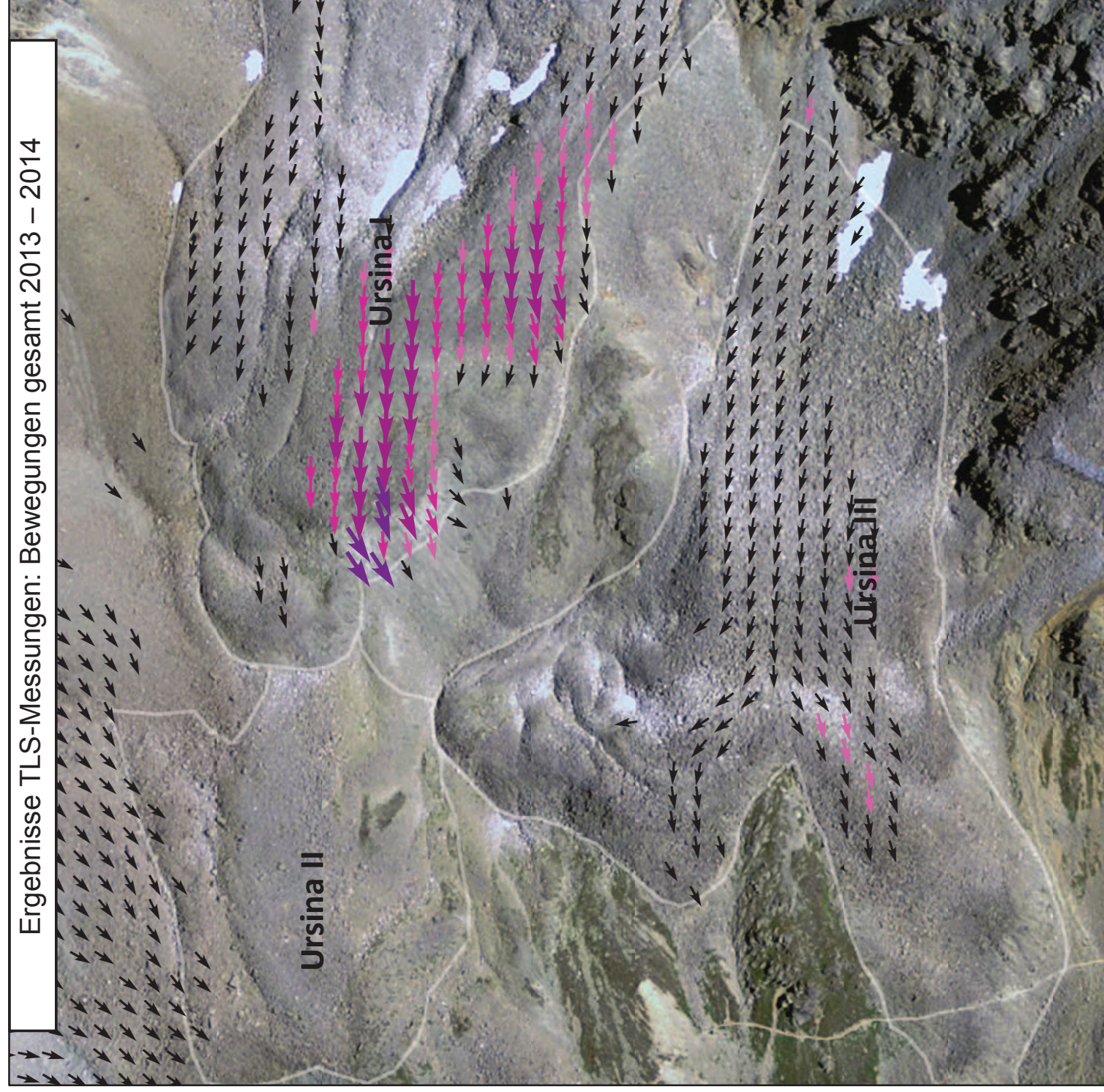


Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
ITALIA-SVIZZERA ITALIAE-SUISSE ITALIEN-SCHWEIZ

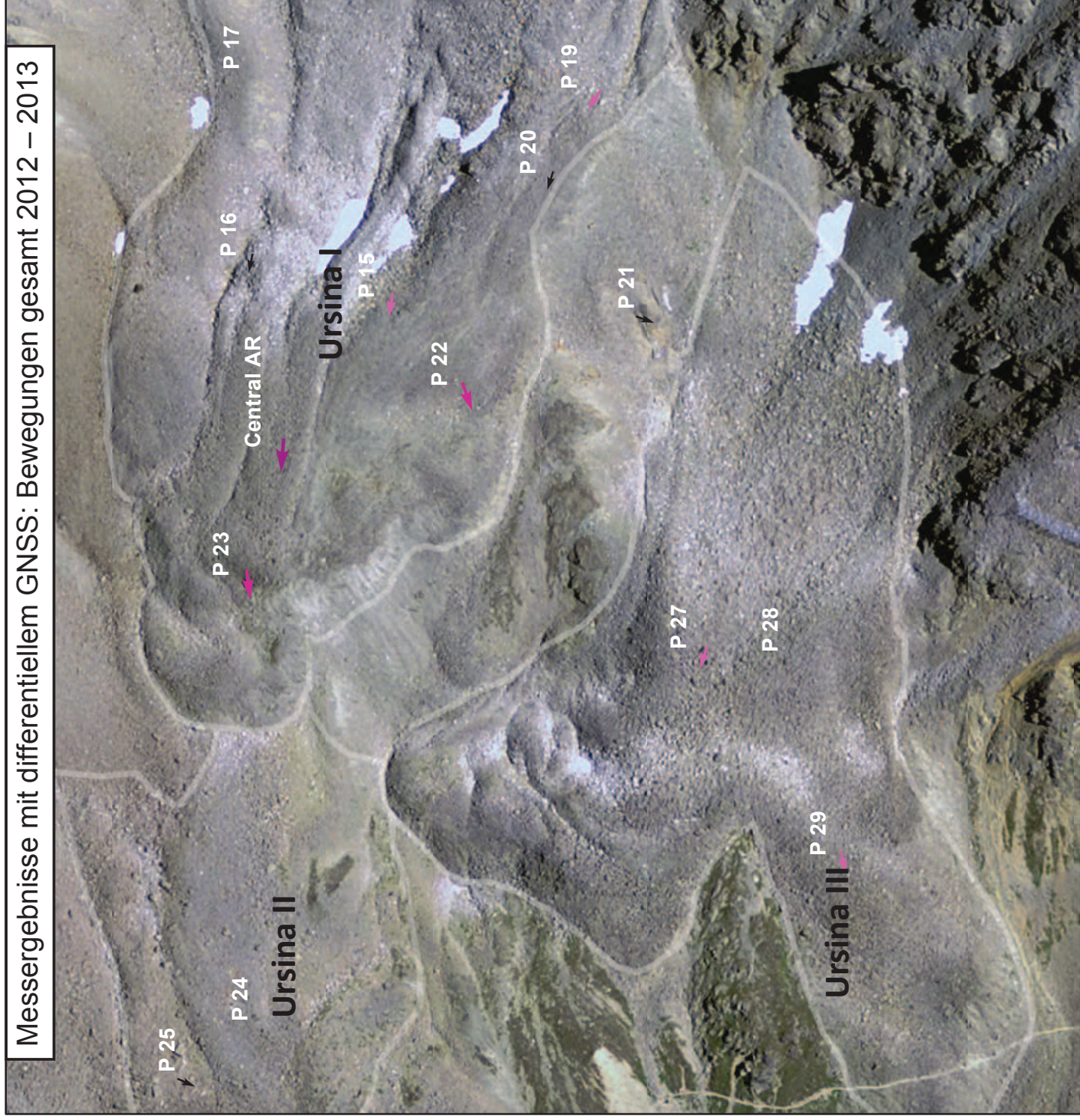
Messergebnisse mit differenziellem GNSS: Bewegungen gesamt 2013 – 2014



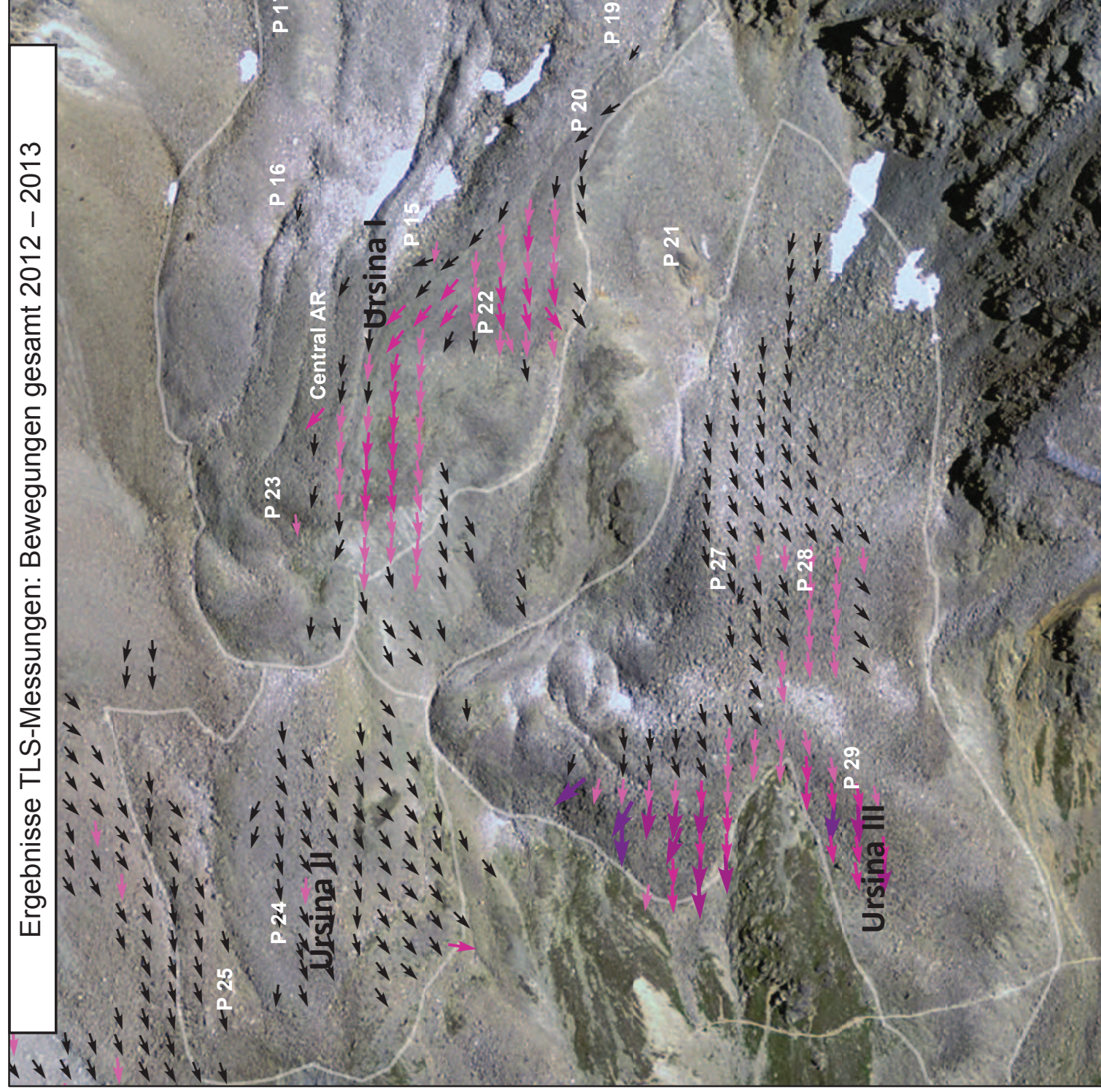
Ergebnisse TLS-Messungen: Bewegungen gesamt 2013 – 2014



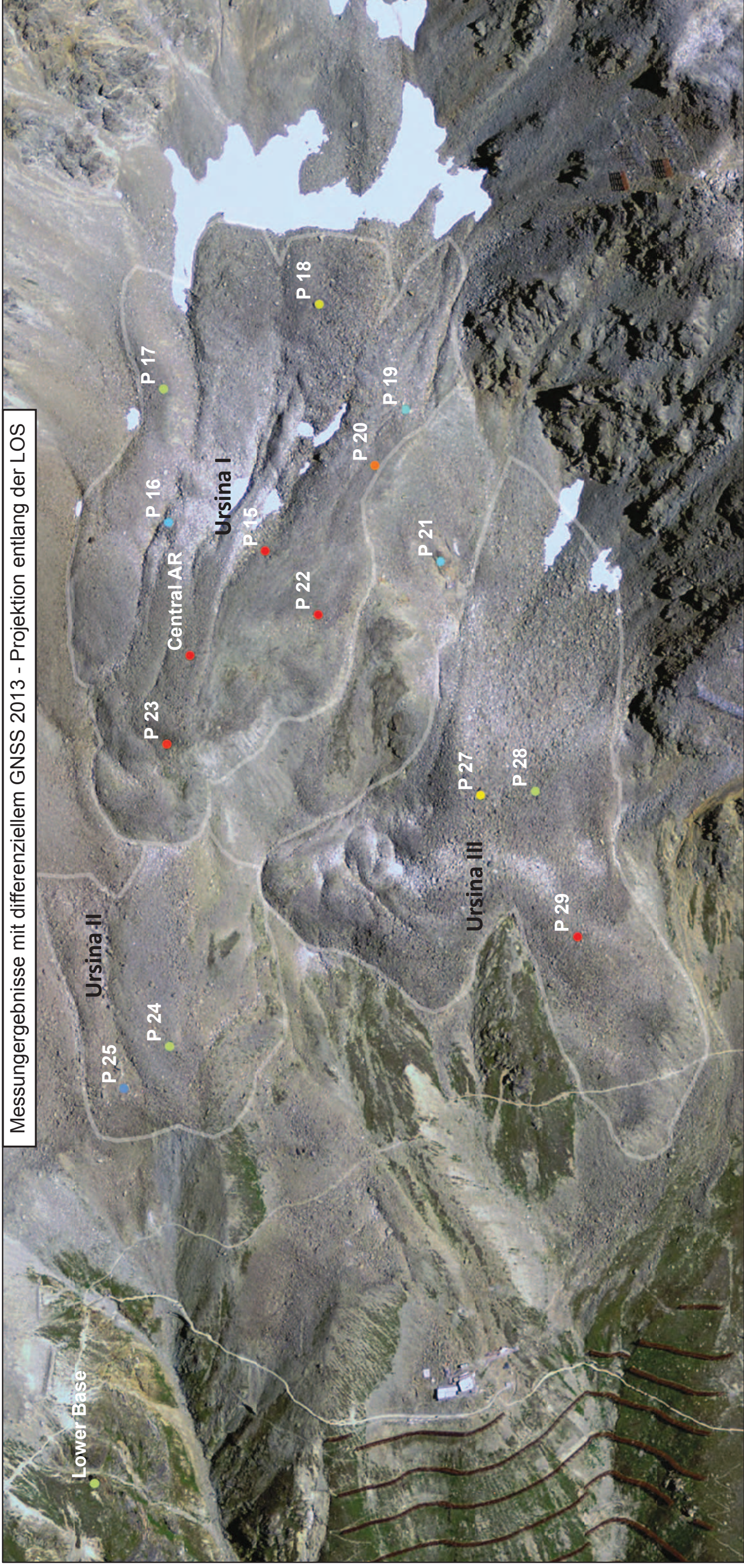
Messergebnisse mit differenziellem GNSS: Bewegungen gesamt 2012 – 2013



Ergebnisse TLS-Messungen: Bewegungen gesamt 2012 – 2013



Messungsergebnisse mit differenziellem GNSS 2013 - Projektion entlang der LOS



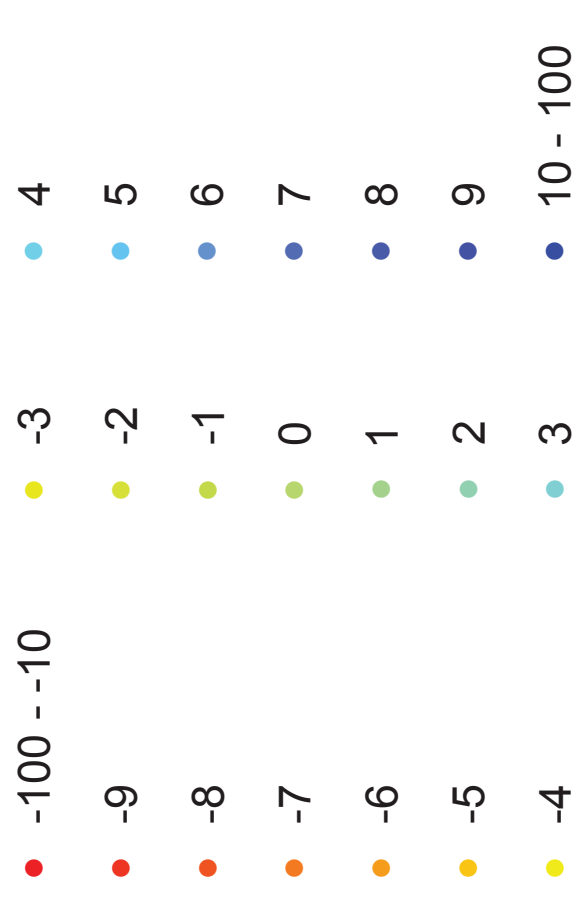
RG n. 4.02.2

Vergleich von SAR und GNSS

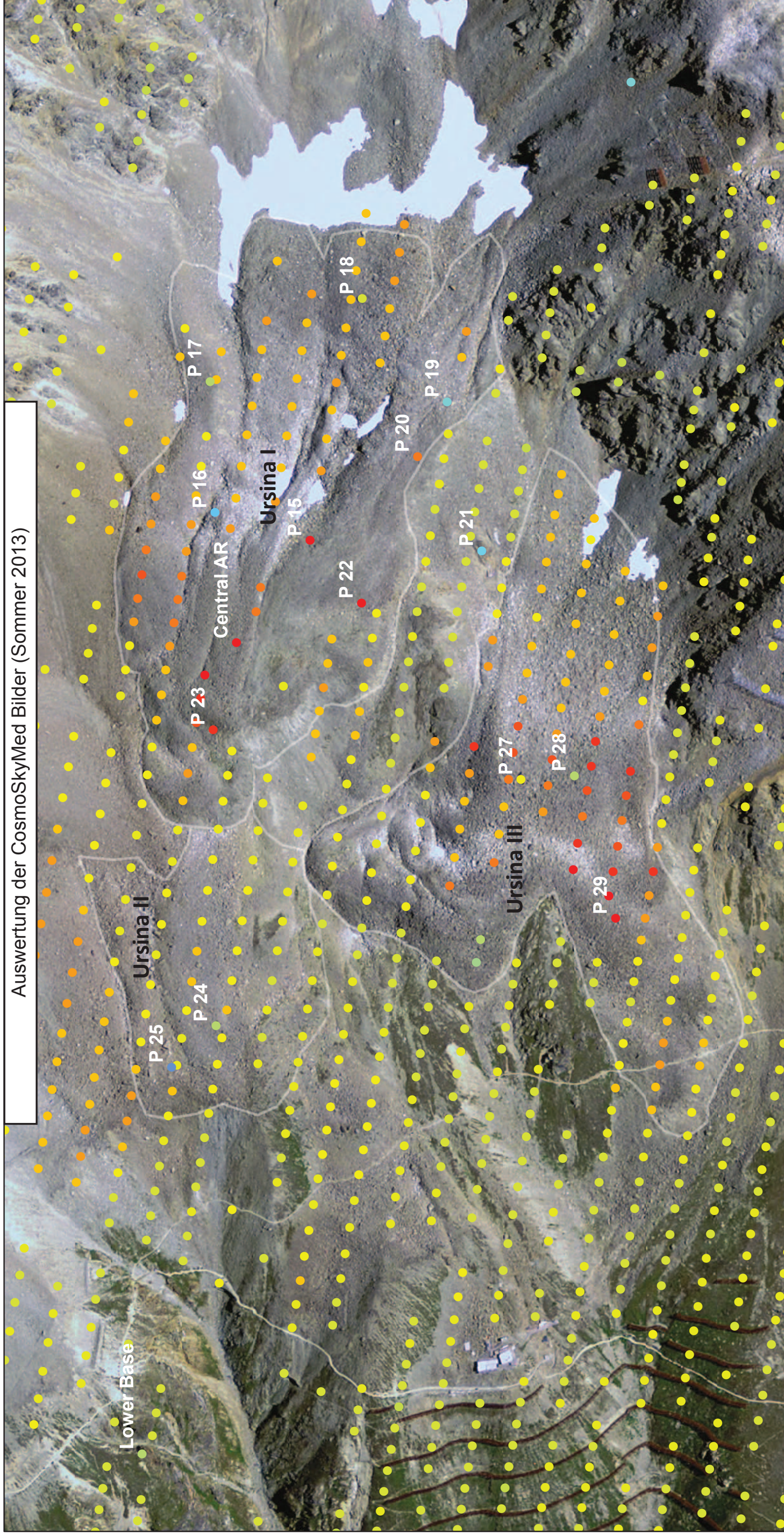
Area test Svizzera
Schafberg, Pontresina (CH)

Mittlere Geschwindigkeit (2013)

mm/Jahr



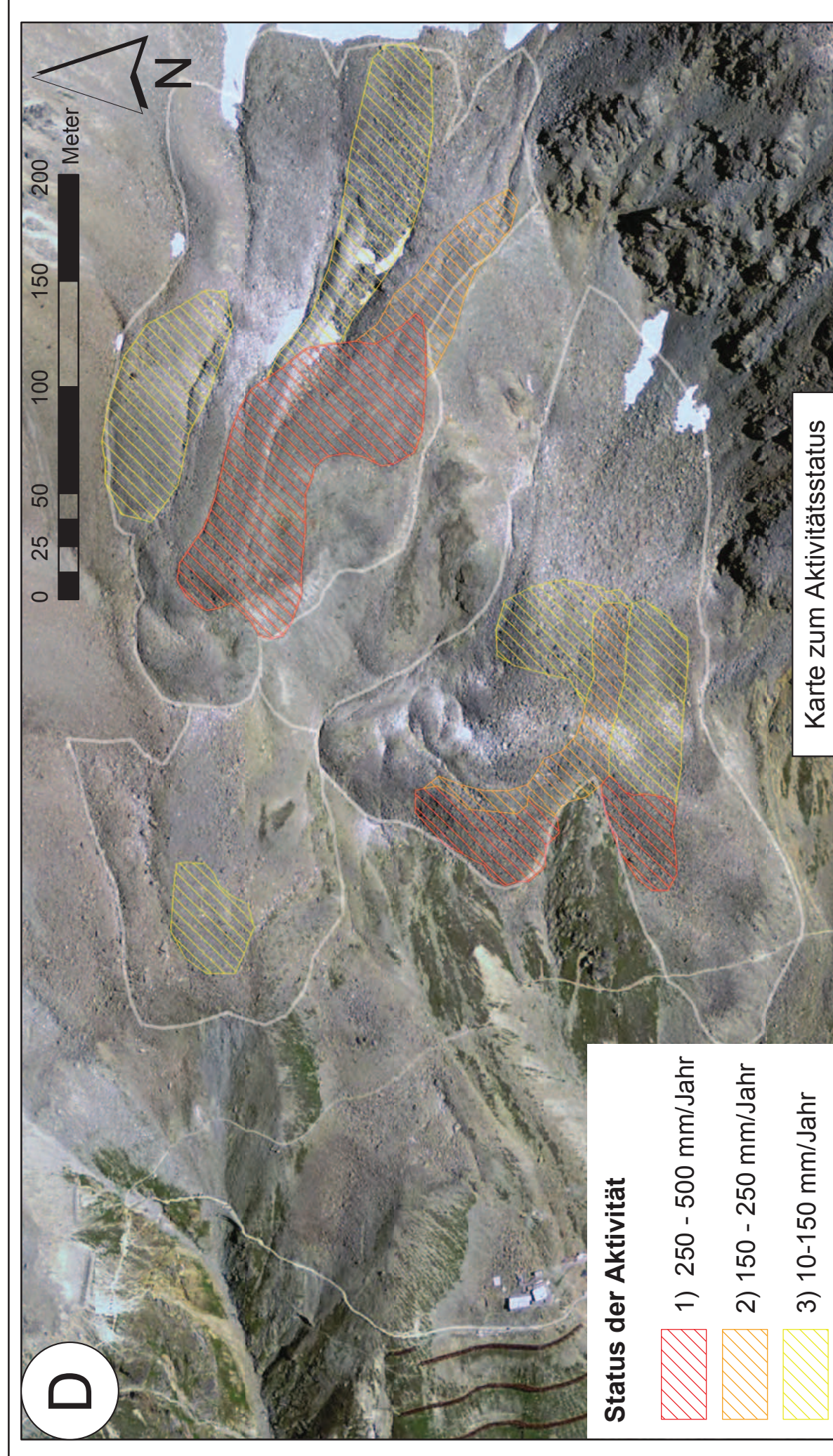
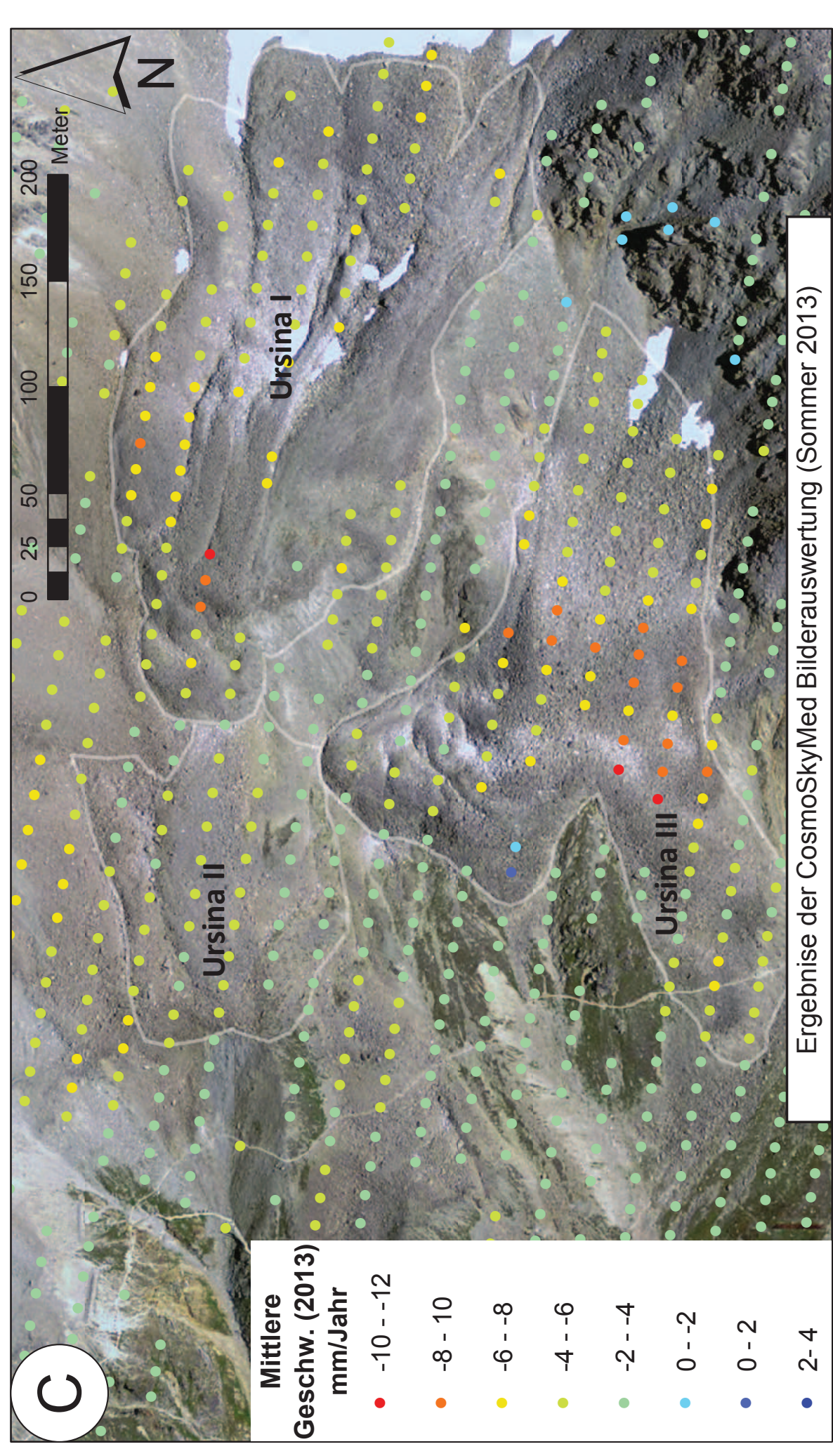
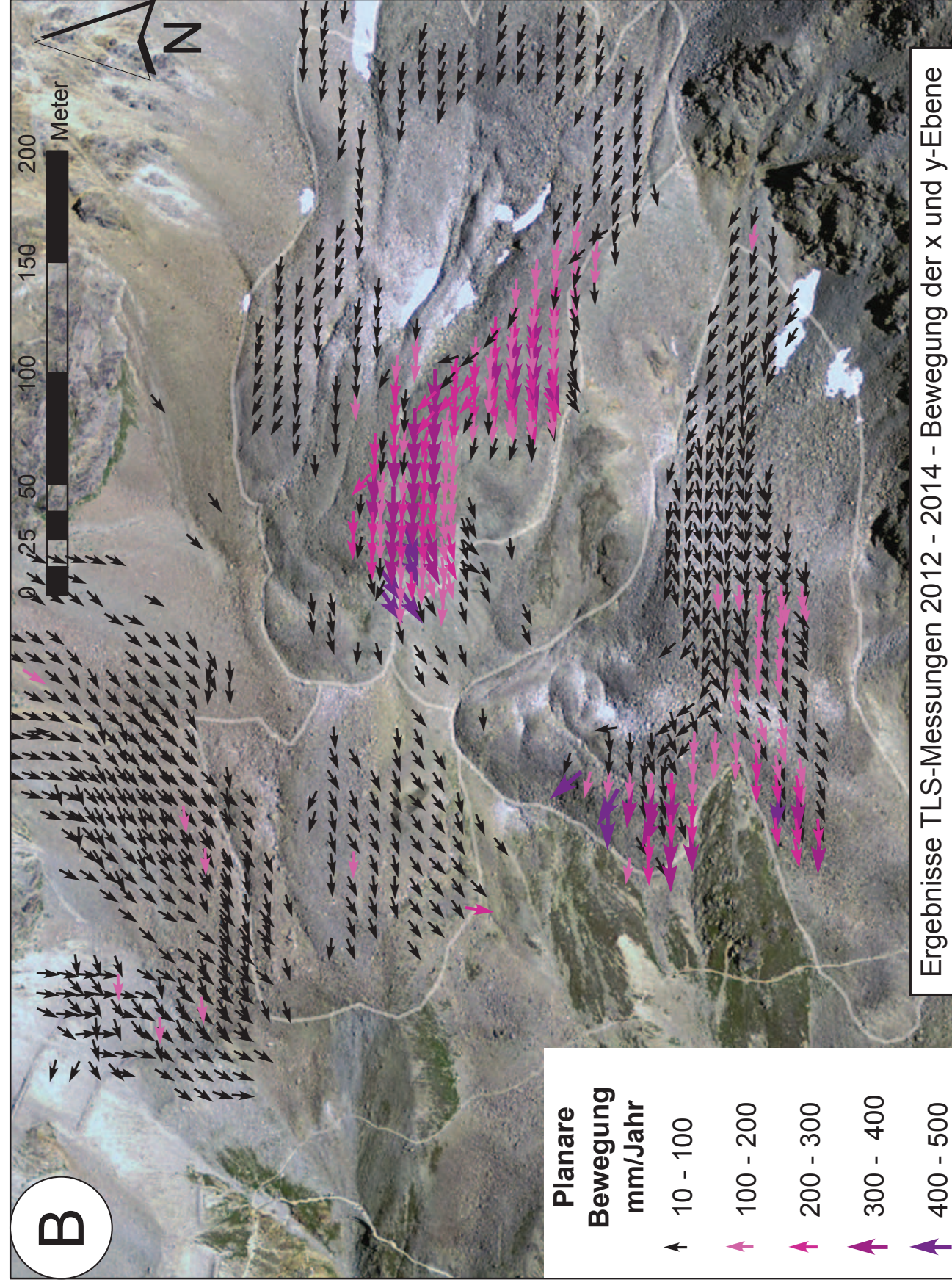
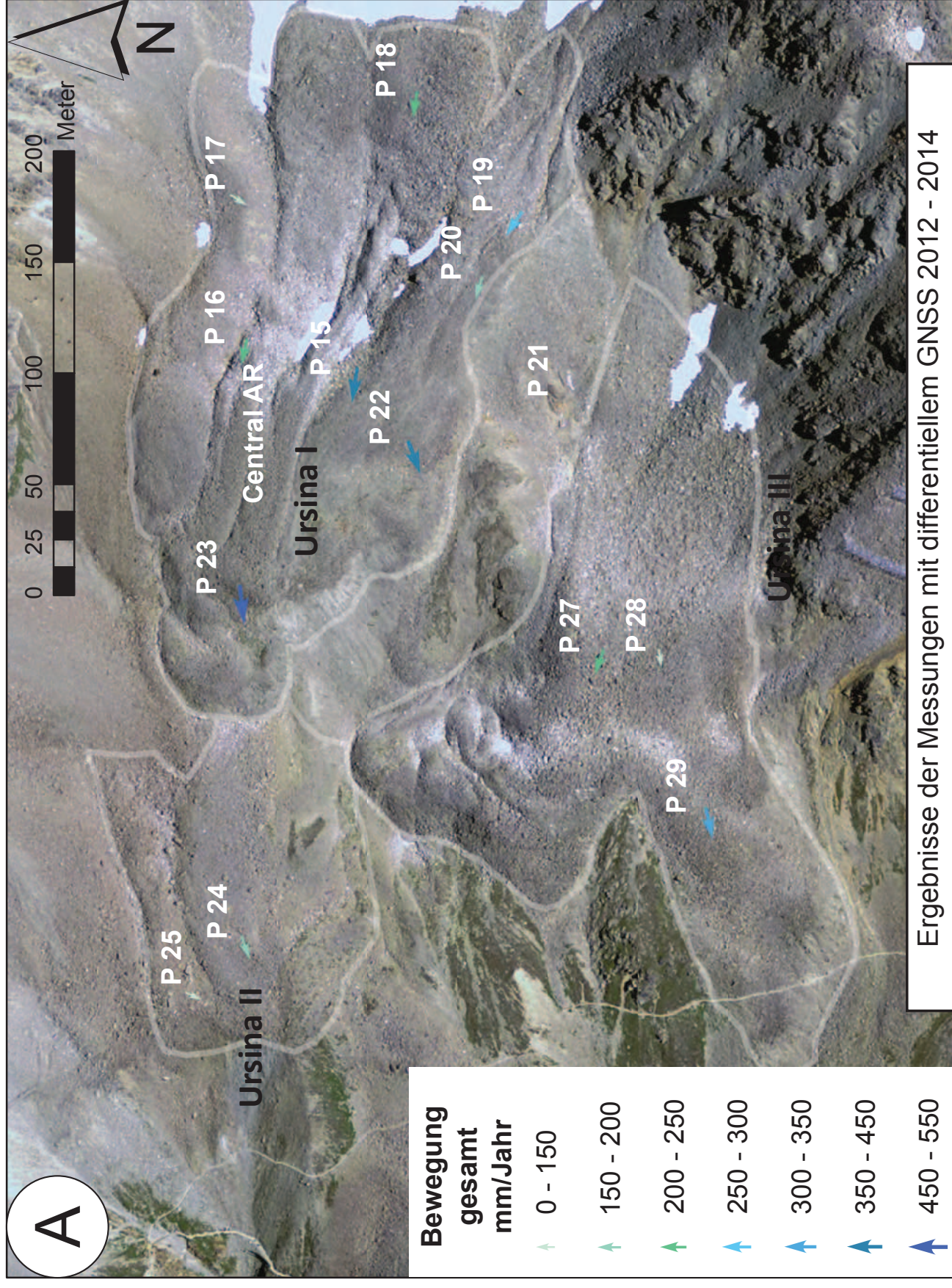
Auswertung der CosmoSkyMed Bilder (Sommer 2013)



Ergebnisse des Monitorings mit SAR, TLS und GNSS

Deliverable 4.02

Testgebiet - Schafberg, Pontresina (CH)



Ergebnis des Monitorings mit TLS und GNSS

Deliverable 4.02

Testgebiet Italien - Schnalstal, Kurzras

