



“Die Möglichkeiten
haben keine Grenzen”



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

**Deliverable
D.4.01**

**Vorschlag zur Archivierung
von Monitoringdaten in
Datenbanken**

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 Standartanwendung 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

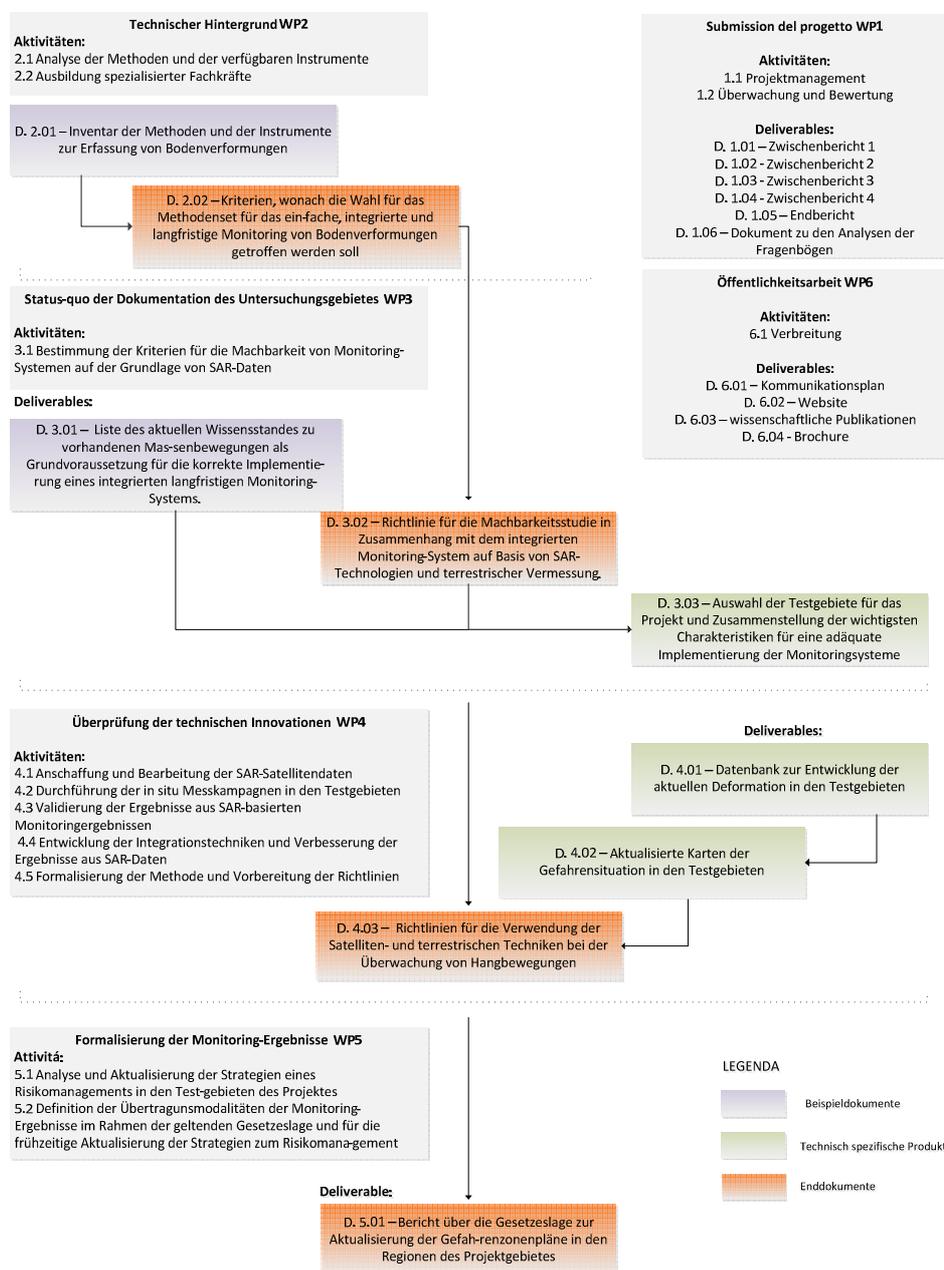
- satellitengestützte SAR Multi-Interferometrie;
- Terrestrial Laser Scanner;
- Differenzieller GPS;
- Auswertung der Daten zwischen Technikern und Administratoren

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. METHODEN DER DATENARCHIVIERUNG	8
3. ANALYSE DER MONITORINGDATEN	11
3.1 TLS-Daten	11
3.2 GPS-Daten	11
3.3 SAR-Daten.....	11
Beispiel einer SAR-Daten-Auswertung.	12
4. AUSWAHL DER ZU ARCHIVIERENDEN DATEN	13
4.1. Beispiel eines Datenbankschemas	14
BIBLIOGRAPHIE.....	16

1. VORBEMERKUNGEN

Im vorliegenden *Deliverable* werden die verschiedenen Möglichkeiten der Archivierung der Daten aus den Monitoringkampagnen des im Auftrag der öffentlichen Verwaltung durchgeführten Projekts SloMove ausgeleuchtet, damit diese für verschiedene Arten von Nutzern verfügbar gemacht werden, und zwar vom Experten im Bereich Datenverarbeitung bis hin zum Experten für Naturgefahren, dessen Interesse und Bestreben darin liegt, in kürzester Zeit die Ergebnisse der Messkampagnen und die für die Aufschlüsselung der Daten notwendigen Informationen zu erhalten.

Zu diesem Zweck wurden die Datenbanken einiger öffentlicher Verwaltungen (Ligurien, Piemont, Friaul-Julisch Venetien, Lombardei), die bereits in der Vergangenheit mit durch Satellitentechnik erhobenen Daten gearbeitet haben, herangezogen. Da es zu diesem Thema keine Fachliteratur gibt, erforderte diese Untersuchung die direkte Kontaktaufnahme mit den jeweiligen Technikern per Telefon und per E-Mail.

2. METHODEN DER DATENARCHIVIERUNG

Man ist der Ansicht, dass die wesentlichen Eigenschaften eines „Behälters“ zur Archivierung derartiger Daten folgende sind:

1. Zugänglichkeit der Daten;
2. Dauerhaftigkeit der Daten;
3. Möglichkeit der Überarbeitung (Nachvollziehbarkeit des Datenverarbeitungsprozesses).

Im Allgemeinen werden die Daten aus Monitoringkampagnen von den öffentlichen Verwaltungen in GIS-Projekten, als tabellarische Dateien (Excel, Textdateien etc.) gespeichert und können somit für mehrere Nutzer verfügbar gemacht werden; Allerdings liegen sie nicht auf einer gemeinsamen Plattform bzw. werden sie nicht automatisch synchronisiert, sodass nach jeder Aktualisierung die Daten zwischen den Nutzern erneut ausgetauscht werden müssen. Die Archivierung dieser Daten in einem Dateisystem führt dazu, dass diese im Idealfall maximal von den Techniken des gleichen Büros eingesehen und aktualisiert werden können.

Anders verhält es sich hingegen, wenn die Daten von einem im Bereich Monitoring spezialisierten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden. Derartige Unternehmen stellen die Daten auf eine Internetseite (auf einer eigenen Website) für die öffentliche Verwaltung zur Verfügung. In diesem Fall verliert der Auftraggeber jedoch vollkommen die Kontrolle über die Daten; dadurch könnten zum

Beispiel bei Geschäftseinstellung des Lieferanten die Daten verloren gehen. Überdies ist diese Dienstleistung häufig kostenpflichtig.

Durch die Archivierung der Daten in einer Datenbank der öffentlichen Verwaltung, unabhängig ob es sich um geometrische oder alphanumerische Daten handelt, ist die Zugänglichkeit für eine Vielzahl von Nutzern gewährleistet. Die Anzahl der Nutzer vervielfacht sich, wenn die Datenbank über Internet abrufbar ist. Da es sich um sehr sensible Daten handelt, ist man der Ansicht, dass die Bevölkerung derzeit noch nicht dazu bereit ist, diese Daten korrekt zu nutzen, weswegen sie einstweilen geschützt verwahrt und nur für Techniker zugänglich sein sollten.

Eine weitere Frage, die wir uns gestellt haben ist, ob die Monitoringdaten nur dem Selbstzweck dienen. Die Antwort auf diese Frage lautet "Nein": sie stehen in engem Zusammenhang mit den analysierten Naturphänomenen, weswegen die Monitoringdaten idealerweise in eine **Datenbank der Naturphänomene** eingespeist werden sollten.

Es wird vorausgeschickt, dass ein Ereignis das Auftreten eines bestimmten geologischen Phänomens beschreibt und dass ein geologisches Phänomen einer Änderung der Erdkruste entspricht (z.B. ein Erdbeben oder Steinschlag kann auf eine tiefreichende, gravitativ induzierte Deformation zurückzuführen sein).

Sowohl in Südtirol als auch im Kanton Graubünden existieren eigene Kataster für die Aufzeichnung von ¹hydrogeologischen Ereignissen (http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/awn/dienstleistungen/3_1_naturgefahren/Seiten/3_1_2_2_ereigniskataster.aspx, <http://www.provinz.bz.it/wasserschutzbauten/wildbachverbauung/913.asp>). Die Naturphänomene² werden hingegen in den Hydrogeologischen Gefahrenkarten analysiert (siehe dazu D.5.01)

In Südtirol, beim Amt für Geologie und Baustoffprüfung, so wie in ganz Italien, besteht darüber hinaus eine Datenbank (IFFI_ <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/iffi-inventario-dei-fenomeni-franosi-in-italia>), in der sowohl die Phänomene als auch die Ereignisse zusammen gespeichert sind. Diese Datenbank umfasst zusätzlich zu den Massenbewegungen (Klassifikation nach Cruden & Varnes 1978) auch andere **gravitative Phänomene** wie die sog. *sinkholes* (unterirdische Hohlräume) und bietet die Möglichkeit, auch weitere Informationen einzuspeisen, zum Beispiel *Blockgletscher* und Subsidenzen.

¹ Ereignis: Auftreten eines Phänomens an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit

² Phänomen: Transformationsprozess

Beinahe alle lokalen Körperschaften analysieren Naturphänomene im Zusammenhang mit hydrogeologischen Gefahren oder mit Subsidenzen durch Monitoringkampagnen. Einige italienische Regionen (Piemont, Ligurien, Lombardei, Friaul-Julisch Venetien) haben sogar schon PS-Analysen verwendet, um die Dokumentation der Massenbewegungen im IFFI-Katasters zu erweitern, wobei die Monitoringdaten nicht immer in die Datenbank eingeflossen sind.

Diese Daten sollten hingegen in die gemeinsamen Datenbanken einfließen, um verfügbar zu sein und angemessen zeitnah für Zivilschutzzwecke abgerufen (sowie auch verarbeitet) werden zu können.

3. ANALYSE DER MONITORINGDATEN

3.1 TLS-Daten

Die mit TLS erfassten Daten sind Punktwolken (XYZ), die weiterverarbeitet werden (s. *Deliverables* D.3.02; D.4.03), um Vergleiche mit den früheren Aufnahmen anzustellen. Um die Daten zu verarbeiten ist es erforderlich, jedes Mal die Koordinaten des Erfassungsstandortes und die Ausrichtung des Gerätes zu erfassen.

Nach der Verarbeitung wurden dem Techniker vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) Rasterdaten, denen die Planarverschiebung der Zelle zugeordnet ist (ΔE , ΔN) und Vektordaten (Mittelpunkte der Zellen), denen eine vertikale Bewegungen zugeordnet ist, übergeben. Auf der Grundlage dieser Daten ist es möglich, einen Bewegungsvektor (Verschiebung) in 2D und in 3D anzuzeigen.

3.2 GPS-Daten

Die von jeder Aufnahme stammenden Daten sind die ENZ-Koordinaten des Punktes. Sie müssen in Abhängigkeit von den Koordinaten des Festpunkts zum selben Zeitpunkt verarbeitet werden (siehe *Deliverables* d. 3.02; D. 4.03). Auf dieser Grundlage ist es möglich, einen Bewegungsvektor (Verschiebung) in 2D und in 3D anzuzeigen.

Punto N° Corner 30									
Misura	Data_ok	Est	Nord	Qell	ΔE	ΔN	ΔQ	Vector 2D	Vector3D
M01	18/9/2012	571133,996	5149541,58	2857,50					
	15/6/2013	571133,99	5149541,59	2857,51	-0,00450	0,01110	0,00870	0,0120	0,01480372
M02	24/7/2013	571133,99	5149541,59	2857,52	-0,00375	-0,00015	0,01160	0,0038	0,01219201
M03	23/8/2013	571133,988	5149541,60	2857,52	0,00020	0,00160	-0,00025	0,0016	0,00163172
M04	23/9/2013	571133,994	5149541,59	2857,52	0,00650	-0,00030	0,00350	0,0065	0,0073885
	9/7/2014	571133,9836	5149541,585	2857,54775	-0,01085	-0,01000	0,02700	0,0148	0,03076886
	18/8/2014	571133,9848	5149541,594	2857,5778	0,00125	0,00925	0,03005	0,0093	0,03146629
	30/9/2014	571133,9917	5149541,584	2857,5412	0,00690	-0,01045	-0,03660	0,0125	0,03868297

Beispiel einer GPS-Daten-Auswertung.

3.3 SAR-Daten

Die SAR-Daten sind Bilder, die sehr viel Speicherplatz im Dateiensystem erfordern (etwa 1 Gigabyte).

Die Verarbeitung dieser Daten ist bis dato nur mit sehr teuren Geräten und mit von hoch spezialisierten Firmen und Institutionen erarbeiteten Algorithmen möglich. Dem Benutzer werden die bereits verarbeiteten Daten in Tabellenform mit Zuordnung der Bewegung und der Durchschnittsgeschwindigkeit (projiziert auf die Sichtlinie LOS - line of sight) ausgehändigt.

Der Benutzer kann entscheiden, ob er die historischen Daten (z.B. Region Piemont oder Umweltministerium – Außerordentlicher Fernaufnahmepan) analysieren, oder die Satellitenbilder verarbeiten will, um den Fortgang einer Massenbewegung zu überprüfen, wie es im Projekt SloMove erfolgt ist.

x	y	coeh	vmedia los	azimuth	range	lat	lan	topo res	20 07 13	09 08 13	23 08 2013	25 08 2013	07 (
575005,48	5147510,2	0,983141	-5,30792	445	1	46,476989	9,977091	6,62141	0	-0,450634	-0,615956	-0,620535	-0,7
573224,87	5137983	0,970125	-6,53605	913	1	46,391455	9,952404	2,29929	0	-0,4893	-0,663179	-0,710104	-0,8
575046,29	5142753,1	0,995161	-7,64717	671	2	46,434178	9,976857	1,76145	0	-0,610374	-0,789243	-0,814406	-1
572501,95	5127157,5	0,951435	-4,27423	1434	2	46,294119	9,941329	-4,78273	0	-0,295423	-0,385087	-0,456865	-0,7
575674,11	5150568	0,823237	-4,43507	294	5	46,504428	9,986297	-0,564086	0	-0,409031	-0,478582	-0,527207	-0
574924,15	5146683,7	0,988095	-1,35736	485	5	46,469561	9,975899	-2,44907	0	-0,229802	-0,261126	-0,273666	-0,2
575045,63	5142858,3	0,983832	-8,8584	666	5	46,435126	9,976865	-2,6531	0	-0,680311	-0,878001	-0,92711	-1
574815,48	5142541	0,98656	-7,49476	683	5	46,432295	9,973819	-2,05707	0	-0,587465	-0,760393	-0,790728	-1
572394,49	5127008,1	0,894806	-3,12314	1442	5	46,292786	9,939911	-12,479	0	-0,219605	-0,29689	-0,410784	-0,6
574391,82	5142173,2	0,991468	-5,17337	704	6	46,429033	9,968247	-5,89194	0	-0,432343	-0,534141	-0,557	-0,6
572285,26	5133438,2	0,994339	-1,99713	1137	6	46,35066	9,939483	-17,2159	0	-0,222551	-0,214857	-0,308168	-0,3
574987,38	5147198,3	0,956054	-4,32203	460	7	46,474184	9,976805	-0,05101	0	-0,364264	-0,697597	-0,636441	-0,6
574711,76	5146258,3	0,992806	-3,311	507	7	46,465756	9,973065	1,27719	0	-0,178709	-0,599414	-0,679706	-0,6
574746,8	5142553	0,965425	-6,29741	683	7	46,432411	9,972927	-0,766157	0	-0,463142	-0,757985	-0,738815	-

Beispiel einer SAR-Daten-Auswertung.

Während hinsichtlich der Archivierung der historischen Daten der Vorschlag der Region Piemont, nämlich die Archivierung in der IFFI-Datenbank, für zweckmäßig erachtet wird, ist man der Ansicht, dass die *Echtzeit*-Monitoringdaten zusammen mit den anderen, über das selbe Phänomen erfassten Daten gespeichert werden können, um dann verglichen zu werden.

Die SAR-Daten beziehen sich auf die LoS (Line of Sight), die Bewegung ist auf diese Linie projiziert; aufgrund dieser Eigenschaft können diese Daten nicht in räumliche Koordinaten E-W-N aufgeschlüsselt werden. Es ist hingegen möglich, wie unter Punkt 5.1 des *Deliverable* D.4.03 im Detail angeführt, die Daten der anderen Monitorings auf die Sichtlinie zu projizieren.

Die Berechnung dieser bereits in der Datenbank enthaltenen Projektion würde es ermöglichen, eigene Ansichten zur schnelleren räumlichen Darstellung der Daten (in einem GIS) auch seitens eines im Bereich SAR-Interferometrie weniger bewanderten Benutzers, der jedoch ein Experte im Bereich der Interpretation von langsamen Massenbewegungen ist, zu erstellen.

4. AUSWAHL DER ZU ARCHIVIERENDEN DATEN

Durch eine Analyse dieser Daten können die folgenden Gemeinsamkeiten in allen Datenverarbeitungssätzen festgestellt werden:

1. Die durch die drei Methoden erfassten Daten haben alle eine räumliche Referenzierung, weswegen es erforderlich ist, sie auf einen Punkt im Raum zu beziehen.
2. Für die mit den drei Messmethoden erhobenen Daten gibt es jeweils Quelldaten (*Rohdaten*), deren Inhalte weiter verarbeitet werden müssen.
3. Die mit den drei Methoden erfassten Daten haben als Ergebnis eine Planarbewegung (DE und DN) und eine Vertikalbewegung (Z).

Um funktional zu sein, muss eine Datenbank:

1. die Möglichkeit, von mehreren Benutzern an verschiedenen Standorten benutzt zu werden, vorsehen;
2. eine einfache Umsetzung und Verwendung ermöglichen;
3. die Möglichkeit bieten, sämtliche für die Suche, die Abfragen und die statistischen Analysen erforderlichen Informationen zu speichern; Eine Datenbank ist ein elektronisches Informationsarchiv, das nach bestimmten Kriterien strukturiert ist, die anhand einer Software Datenbankabfragen ermöglichen, wodurch die Informationen wieder abgerufen werden können;
4. einen Bereich für Dokumente vorsehen, in welchen Details zu den Unterlagen der Daten eingefügt werden können.

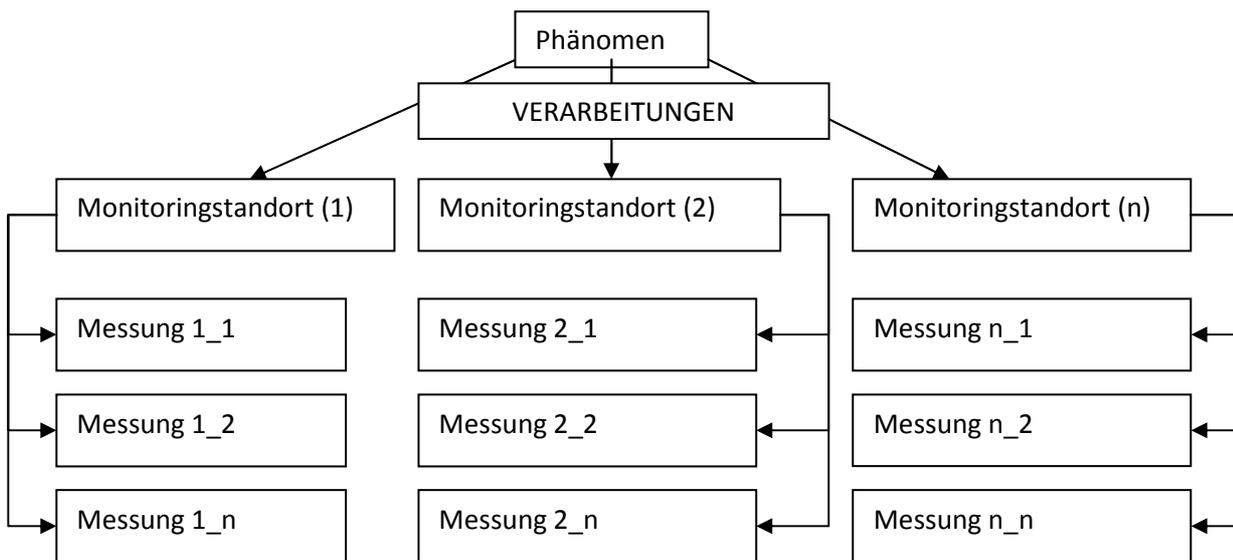
Aufgrund dieser Überlegungen ist man der Ansicht, dass die Daten, die notwendig sind, um die Informationen aus den Monitoringkampagnen für mehrere Techniker mit verschiedenen Fachspezialisierungen und unterschiedlichen Anforderungen an verschiedenen Standorten einsehbar bzw. nutzbar zu machen, folgende sind:

- a. Möglichkeit, die Datenbank mit einem georeferenzierten Geographischen Informationssystem anzuzeigen (idealerweise mit Punkten);
- b. Möglichkeit, in einer Grafik (oder in einem georeferenzierten Geographischen Informationssystem) die Entwicklung der Massenbewegung im Laufe der Zeit anzuzeigen (ΔE , ΔN ; Z; DATUM; UHRZEIT);

- c. Möglichkeit, die Quelldaten (*Rohdaten*) und die für die Wiederholung der Verarbeitung erforderlichen Daten abzurufen.

4.1. Beispiel eines Datenbankschemas

Nachstehend wird in einer sehr vereinfachten Form eine mögliche Datenbankstruktur dargestellt, die sich für alle drei Monitoringarten eignet:



MONITORING (mehrere Messpunkte bezogen auf ein Phänomen)

ID_Phänomen

ID_Monitoring (bezogen auf einen Punkt)

Koordinaten des Referenz-Punktes:

Verwendete Monitoringtechnik (SAR, GPS, TLS)

Verwendeter Gerätetyp (Beschreibung der Eigenschaften des Gerätes)

Daten-Erfassungsart (Beschreibung des Verfahrens, nach welchem die Daten erfasst werden)

Daten-Verarbeitungsart (Beschreibung des Verfahrens, nach welchem die Daten verarbeitet werden)

Orbit (SAR)

Sichtwinkel (SAR)

MESSUNG (mehrere Aufnahmen, bezogen auf einen Messpunkt)

ID_Messung

DATUM und UHRZEIT der Aufnahme

TECHNIKER

ROHDATEN (der Dokumente)

E_ Bewegungsvektor in 2D, bezogen auf die vorhergehende Messung (errechnet)

E_ Bewegungsvektor in 3D, bezogen auf die vorhergehende Messung (errechnet)

E_ Bewegungsvektor entlang der Sichtlinie (bezogen auf die vorhergehende Messung)

E_ steht für die Parameter, die direkt von der Datenbank, auf der Grundlage der in den anderen Feldern eingetragenen Werte, verarbeitet werden können.

VERARBEITUNGEN

DARSTELLUNG EINER MONITORINGPERIODE

VERWENDETE MONITORINGTECHNIK

VON (yy/mm/dd) BIS (yy/mm/dd)

E_ Grafik der Bewegungen (auf der Grundlage der Daten der Aufnahmen)

E_ Bewegungsvektor gesamt in 3D

E_ Bewegungsvektor gesamt in 2D

E_ Durchschnittsgeschwindigkeit 3D

E_ Durchschnittsgeschwindigkeit 2D

E_ Bewegungsvektor gesamt entlang der LOS (SAR)

E_ Durchschnittsgeschwindigkeit entlang der LOS (SAR)

PROJEKTION DER BEWEGUNGSVEKTOREN AUS ANDEREN MONITORINGSYSTEMEN ENTLANG DER SICHTLINIE (LOS)

VON (yy/mm/dd) BIS (yy/mm/dd)

E_ Bewegungsvektor gesamt entlang der LOS (SAR)

Monitoring (Monitoring-ID)

E_ Bewegungsvektor des auf die LOS projizierten Monitorings (Algorithmus im Kapitel 5.1 des *Deliverable D.4.03*).

BIBLIOGRAPHIE

APAT_ Servizio Difesa del Suolo (Servizio Geologico) _ Allegato Tecnico del Progetto IFFI _Inventario dei fenomeni franosi (2005)

ARPA_Piemonte. Alessio Colombo, Carlo Troisi_ Nota tecnica sintetica per la comprensione del dato satellitare PSiNSARTM^

ARPA_Piemonte. Alessio Colombo, Carlo Troisi_ Guida alla lettura delle aree anomale