



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
**Abteilung Gefahrenprävention**

# **Warnung vor Massenbewegungen Programm WARMA**

13. Naturgefahrenkonferenz, WS2 WARMA  
18.05.2022, Olten



# Traktanden und Programm

- Begrüssung / **Salutations**
- Einführung Programm WARMA (allg.), Organisation / **Introduction Programme WARMA**
  
- **Projekt 1 InSAR Monitoring / Projet 1 InSAR Monitoring**
- Fragen und Diskussion / **Questions et discussions**
  
- **Projekt 2 Dispositionswarnungen vor Rutschungen und Hangmuren / Projet 2 Alerte de prédisposition aux glissements spontanés et coulées boueuses**
- Statistisches Modell / **Modèle statistique**
- Vorgehen, Vernehmlassung / **Procédure, consultation**
- Fragen und Diskussion / **Questions et discussions**
  
- Abschluss / **Conclusion**

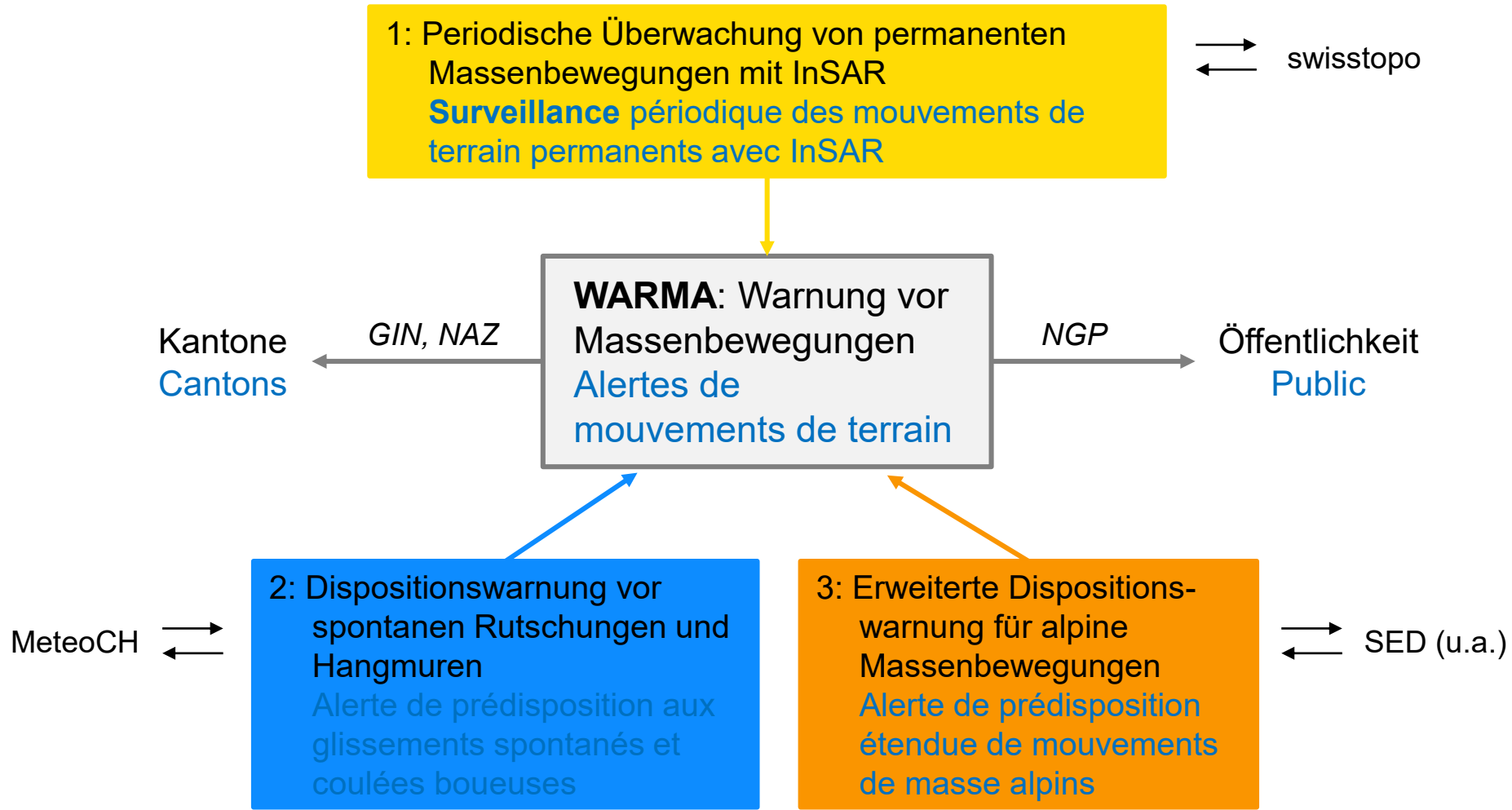


# Vorgehen Workshop WARMA 18.5.

- Es wird ein Kurzprotokoll erstellt. Hugo Raetzo verfasst eine Zusammenfassung für das Plenum der NGK.
- Die Präsentation des Workshops (ppt) wird zur Verfügung gestellt.
- Eine Liste der **Ansprechpersonen der Kantone** für WARMA wird geführt: Bitte mit der Programmleitung Kontakt aufnehmen, wenn Ergänzungen gewünscht werden (mail oder mündlich).
- **Compte rendu succinct est rédigé. Résumé par H. Raetzo pour la conférence plénière.**
- **La présentation est mise à disposition (ppt).**
- **Une liste des personnes de contact des cantons pour WARMA est tenue à jour. En cas de besoin, veuillez prendre contact avec la direction du programme.**



# WARMA Programm





# WARMA Programm / WARMA Programme

Programmmanagement, Führung

## Projekt 1 Monitoring InSAR

P1A: Punktdaten / **Données Points PS DS** (Betrieb ab **2024**)

P1B: Flächendaten / **Surfaces** (Pilotarbeiten)

## Projekt 2 Dispositionswarnungen / **Alertes de disposition**

P2A: Warnungen mit statistischem Modell /

**Alertes avec un modèle statistique pour glissements** (Betrieb ab **2024**)

P2B: Warnungen mit physikalischem Modell /

**Alertes avec un modèle physique pour glissements** (Pilot)

## Projekt 3 Warnung vor alpinen Prozessen / **Alertes des processus alpins**



# Team WARMA



**Hugo Raetzo**  
Programmleiter WARMA  
Chef de programme  
WARMA



**Florian Denzinger**  
Projektleiter InSAR  
Chef de projet InSAR



**Alexandre Loye**  
Projektleiter  
Dispositionswarnung  
Chef de projet alertes de  
prédisposition  
Stv. Programmleiter  
Chef de programme adjoint



**Adrian Wicki**  
Projektleiter  
Dispositionswarnung  
Chef de projet alertes de  
prédisposition



# Programmorganisation

## Steuerung

**Auftraggeber**

Paul Steffen

**Programmausschuss**

6 Personen BAFU

## Führung

Programmleiter

# Programm

**WARMA**

Hugo Raetzo  
Alexandre Loye (Stv.)

**Fachausschuss**

Manfred Stähli (WSL)  
Nils Hählen (BE)  
Andreas Huwiler (GR)  
Raphaël Mayoraz (VS)  
Markus Müller (BAFU)  
Markus Aeschlimann (BAFU)

## Ausführung

Projektleiter und  
Fachspezialisten

# Projekte

**P1A (InSAR  
Punktdaten)**

Florian Denzinger  
Hugo Raetzo (Stv.)

**P1B (InSAR  
Flächendaten)**

Florian Denzinger  
Hugo Raetzo (Stv.)

**P2A (Statistisches  
Modell)**

Alexandre Loye  
Adrian Wicki (Stv.)

**P2B (Physikalisches  
Modell)**

Adrian Wicki  
Alexandre Loye (Stv.)



# WARMA Programm

- Verständnisfragen?  
Questions ?





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Abteilung Gefahrenprävention

# **WARMA1A: Periodische Überwachung von permanenten Massenbewegungen mit InSAR Punktdaten**

## **WARMA1A: Surveillance périodique des mouvements de terrain permanents avec des données ponctuelles InSAR**

Florian Denzinger  
Hugo Raetzo

13. Naturgefahrenkonferenz | 18.05.2022 | Olten



# WARMA 1A: InSAR

## Projekthintergrund / Contexte du projet

- Umsetzung des Auftrags aus OWARNA zweiter Folgebericht: Periodische Überwachung von Massenbewegungen mit InSAR  
Mise en œuvre du mandat d'OWARNA, deuxième rapport de suivi, mesure E : Surveillance périodique des mouvements de terrain avec InSAR.
- swisstopo beschafft einen Geodatensatz der Oberflächenbewegungen aus Radarinterferometrie (InSAR Punktdaten) für die CH & FL  
swisstopo fournira un ensemble de géodonnées des mouvements de surface issus par l'interférométrie radar (données ponctuelles InSAR) pour CH & FL.
- BAFU wird jährliche Auswertungen vornehmen und den Kantonen sowie interessierten Kreisen die Rutschungsdaten zur Verfügung stellen (Inventar).  
L'OFEV effectuera des évaluations annuelles des mouvements de terrain et les mettra à la disposition des cantons et des milieux intéressés.



# WARMA 1A: InSAR Produkte

## Geobasisdatensatz (swisstopo)

### Geodonnées de base (swisstopo)

- Geobasisdatensatz der Oberflächenbewegungen mit InSAR Punktdaten  
Géodonnées des mouvements avec données ponctuelles InSAR

## Auswertungen der Bewegungen (BAFU)

### Évaluations des mouvements (OFEV)

- Filter: Bewegende Punkte  
Filtre: Points en mouvement
- Buffer: Bewegende Flächen  
Buffer: Surfaces en mouvement  
(Barra et al. 2017)
- **Inventar** der permanenten Massenbewegungen mit InSAR Punktdaten  
Inventaire des mouvements de surface permanents avec des données ponctuelles InSAR

## Publikation

BGDI  
Open Government  
Data

## Publikation ab

**2024**  
GIN (?)



# WARMA 1A: Produkte

## Geobasisdatensatz swisstopo: Technische Spezifikationen

## Géodonnées de base swisstopo: Spécifications techniques

- Datengrundlage ist die Sentinel-1-Konstellation des ESA Copernicus-Programms  
*La base de données est la constellation Sentinel-1 du programme Copernicus de l'ESA*
- Methodologie- und Qualitätsanforderungen vergleichbar zu European Ground Motion Service (EGMS)  
*Méthodologie et exigences de qualité comparables à celles de l'European Ground Motion Service (EGMS)*
- Aufnahmen aus unterschiedlichen Aufnahmegeometrien werden zusammen verwendet  
*Les observations provenant de différentes géométries d'enregistrement seront utilisés ensemble*
- Punktdaten inkl. Zeitserie ab 2014 (Historie) und Rasterprodukte werden erstellt.  
*Des données ponctuelles (avec historique) et des produits matriciels seront créés.*
- Mindestens jährliche Updates der Daten (inkl. Inventar), voraussichtlich monatliche Updates.  
*Mise à jour des données au moins annuelle, actualisation plus fréquente en option*



# WARMA 1A: Umsetzung

## Stand der Umsetzung

### État de la mise en œuvre

- Beschaffung der Daten für CH & FL mittels WTO-Ausschreibung: Gewinnerin ist sarmap SA aus Caslano, TI.  
*Acquisition des données pour CH & FL via un marché public de l'OMC: La gagnante est sarmap SA de Caslano, TI*
- Mai 2022: Reprozessierung und Ergänzung des Jahres 2021 durch sarmap SA  
*Mai 2022: Reprocessing et intégration de l'année 2021 par sarmap SA*
- Anschliessend Qualitätskontrollen durch swisstopo und BAFU  
*Ensuite, contrôles de qualité par swisstopo et l'OFEV*
- Voraussichtliche Publikation des Datensatzes der Messungen 2014-2021 als Open Government Data im 2. Semester 2022  
*Publication prévue des données des mesures 2014-2021 en OGD probablement au deuxième semestre 2022*
- Anschliessend regelmässige Updates (sarmap SA) und Erstellung der Auswertungsprodukte (BAFU)  
*Ensuite, mises à jour régulières (sarmap SA) et élaboration des produits d'évaluation (OFEV)*



# P1A Weiteres Vorgehen

**2022:** Daten Beschaffung

**2023:** Planung von Workshops für den Umgang mit den BAFU Produkten im IRM, Vorgehen mit Kantonen vereinbaren

**2023:** Realisierungsphase in S2 (IT am BAFU)

**2024:** Einführung in S1, Betrieb, Publikation GIN



# WARMA 1A: Fragen und Diskussion

- InSAR Monitoring
  - Vorgehen mit Kantonen
  - Produkte
  - ...



# WARMA 2 – **Warnung** vor **Massenbewegungen** 2

## Alerte contre les mouvem<sup>ts</sup> de masse 2

### Dispositionswarnung vor spontanen Rutschungen und Hangmuren

### Alerte de prédisposition aux glissements spontanés et coulées boueuses

Alexandre Loye (OFEV)  
[alexandre.loye@bafu.admin.ch](mailto:alexandre.loye@bafu.admin.ch)

Adrian Wicki  
[adrian.wicki@bafu.admin.ch](mailto:adrian.wicki@bafu.admin.ch)

13. Naturgefahrenkonferenz | 18.05.2022 | Olten

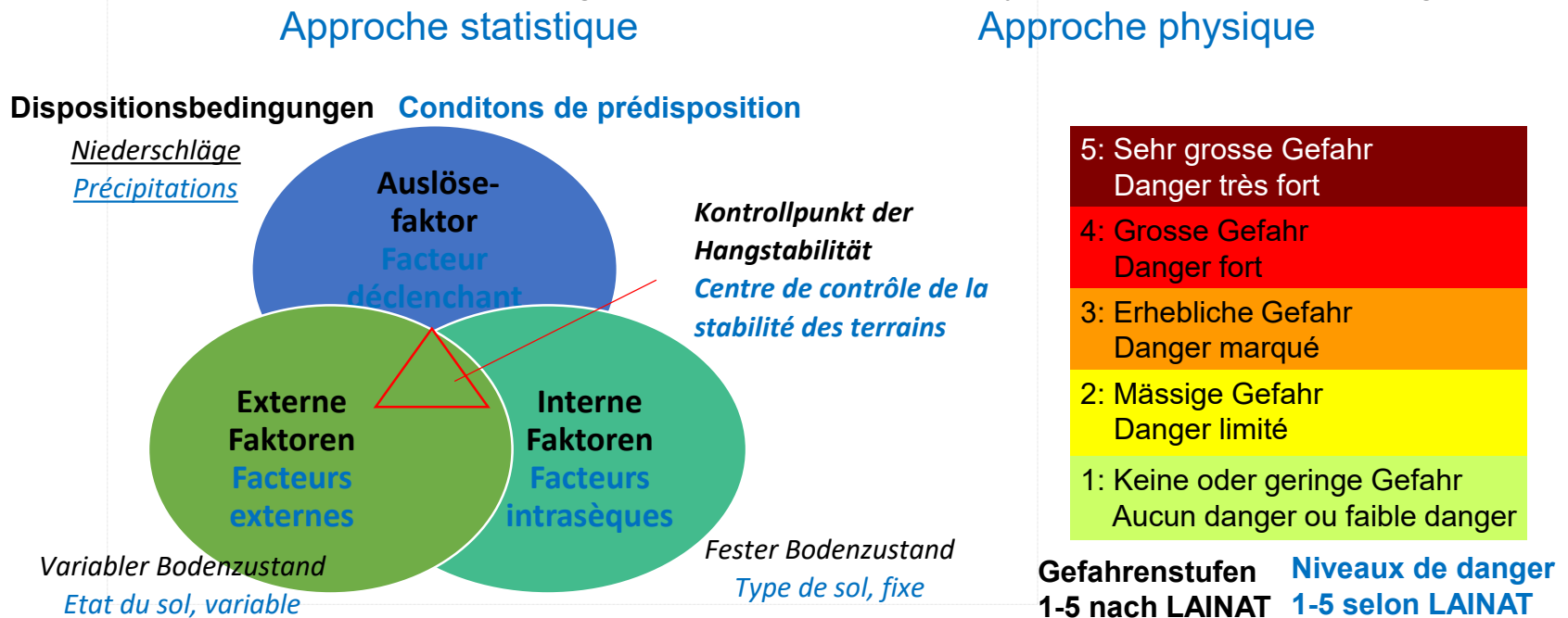




# WARMA 2: Beschreibung & Ziele

## Définition & objectifs

- Dispositionswarnung vor spontanen Rutschungen und Hangmuren  
*Alerte de prédisposition aux glissements spontanés et coulées boueuses*
- Schweizweit A l'échelle nationale
- Disposition = Bedingungen, welche zu einer Gefährdung führen können  
*Prédispositions = conditions pouvant engendrer un danger*
- Warnstufe (Disposition) = die Wahrscheinlichkeit, dass diese Gefahr auftritt  
*Degré d'alerte (prédispositions) = la probabilité que ce danger se réalise*
- WARMA 2A = Statistisches Vorgehen; WARMA 2B = physikalisch-basiertes Vorgehen



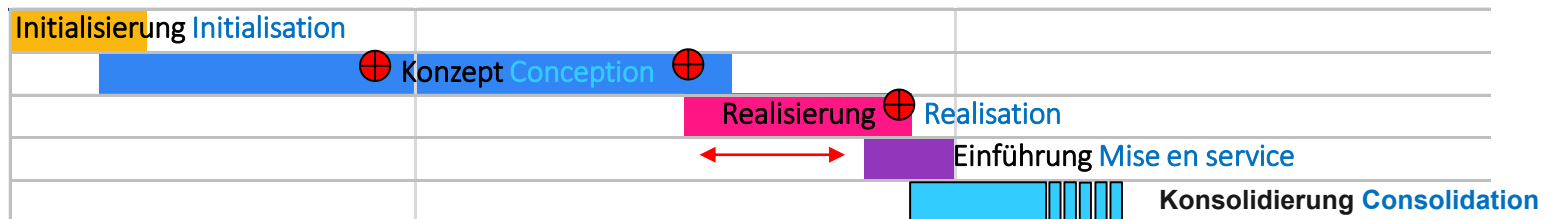


# WARMA 2A – Planung & Zeitplan

## Planification & Echancier

### MONATSANSICHT PROJEKT WARMA 2A

avr.22	mai.22	juin.22	juil.22	août.22	sept.22	oct.22	nov.22	déc.22	janv.23	févr.23	mars.23	avr.23	mai.23	juin.23	juil.23	août.23	sept.23	oct.23	nov.23	déc.23	janv.24	févr.24	mars.24	avr.24	mai.24	juin.24	juil.24	août.24	sept.24	oct.24	nov.24	déc.24
--------	--------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------



↔ Vernehmlassung mit Bundesstellen und Kantonen *Consultation service et cantons*

- Nov. 22 : Workshop Nr 1 - Information der statistischen Modellvariante (endgültiges Konzept)  
Nov. 22 : Workshop N° 1 - information sur la variante du modèle statistique (concept définitif)
- Jun. 23 : Workshop Nr 2 - Vorstellung der definitiven Lösungsvariante (vor der Realisation)  
+ Einladung zur Vernehmlassung mit Bundesstellen und Kantonen  
Juin 23 : Workshop N° 2 - Présentation de la variante de solution definitive (avant réalisation)  
+ Invitation à la consultation avec les services fédéraux et les cantons
- Nov. 23 : Workshop Nr 3 - Auswertung der Vernehmlassung, finale Erstellung der Disp. Warnung  
Nov. 23 : Workshop N° 3 - Résultats de la consultation, finalisation de l'alerte de prédisposition

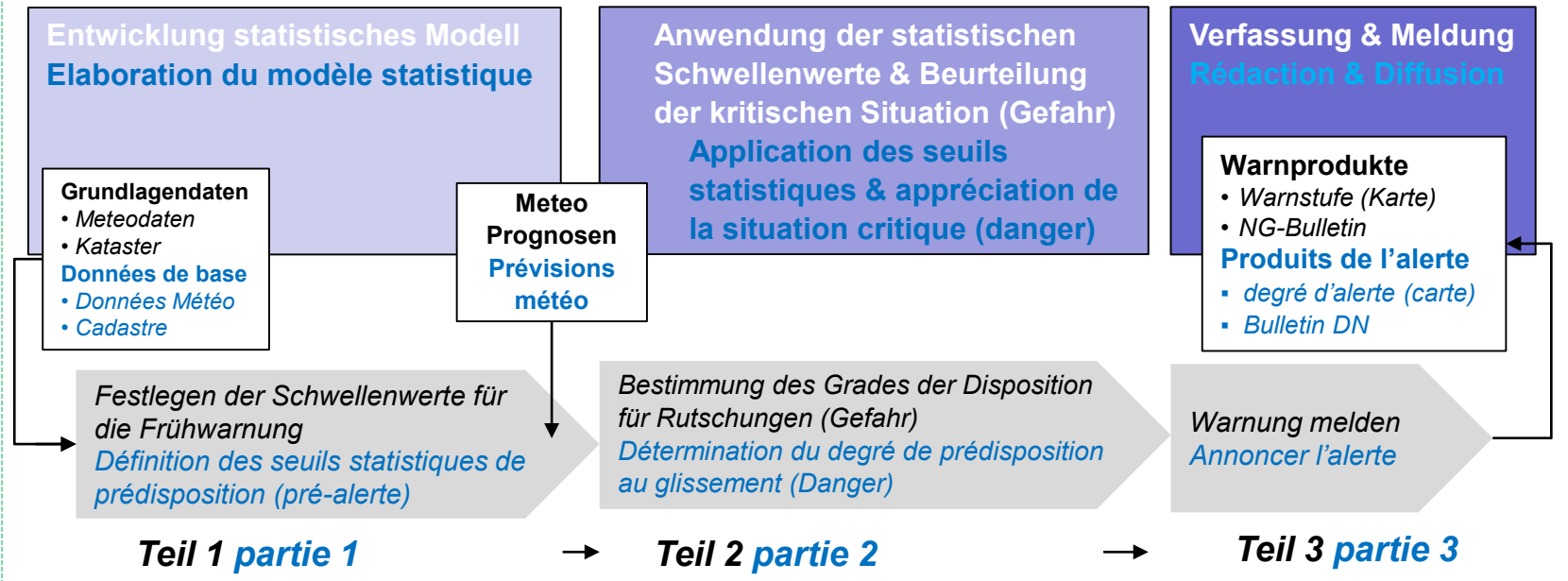


# WARMA 2A – Konzept der «statistischen» Lösung

## Aperçu de la solution «statistique»

### Lösungskonzept in 3 Teile

### Concept de la solution en 3 parties



### Grundlagen

### Travaux de base

LEONARDUZZI, E. PHD THESIS, ETH:2020:  
TOWARDS AN EARLY WARNING CONCEPT FOR  
RAINFALL-INDUCED SHALLOW LANDSLIDES IN  
SWITZERLAND: RAINFALL THRESHOLDS AND  
ANTECEDENT WETNESS.

Viele Fragen? ?Bcp de questions

Übersetzung bzgl. die kritische  
global Situation von der Spezialist

Traduction selon la situation  
critique globale par le responsable

LAINAT & OWARNA  
Produkt & anzeigen

LAINAT & OWARNA  
Produits et formes



# WARMA 2A – Rutschungskataster

## Cadastre des glissements

Basis: Rutschungsdaten aus StorMe und WSL Hangmurendatenbank

- Validierungsarbeiten Kantone 2020-2021
- Flachgründige Hangrutschungen und Hangmuren
- 15'100 Einträge seit 1970, (20% mit Zeitangabe)

Base : Inventaire StorMe - Glissements de terrain, Hangmurendatenbank WSL

- Travaux de validation auprès des cantons 2020-2021
- Glissements sup. spontané et coulées boueuse
- 15'100 entrées depuis 1970 (20% avec indication temporelle)



**StorMe 3.0 = *single point of register***

=> Bitte Einträge weitermachen !

=> **Merci de continuer d'enregistrer !**

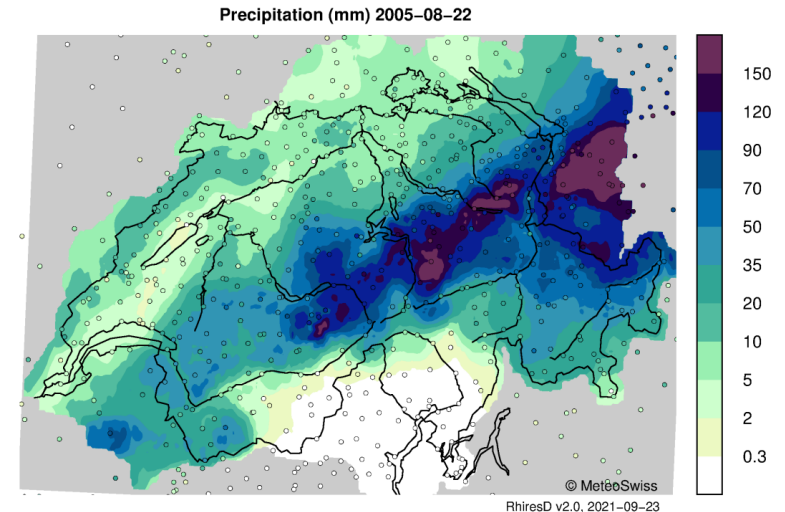


# WARMA 2A – Niederschlagsdaten

## Données de précipitations

Basis: Historische Rasterdatensätze /  
Base: Données raster historiques

- RhiresD: Tägliche Daten seit 1962 /  
Données quotidiennes depuis 1962
- CombiPrecip: Stündliche Daten seit 2005  
Données horaires depuis 2005



<i>Rhires D – MeteoSwiss</i>	<i>CombiPrecip – MeteoSwiss</i>
<i>Stationsdaten (ca. 430)</i>	<i>Radar- und Stationsdaten (ca. 200)</i>
<i>Interpolation der Stationsdaten (tägliche Summen)</i>	<i>Radardaten, die mit Stationsdaten korrigiert werden (stündliche Summen)</i>
<i>Auflösung: 1 km (effektiv 15-20 km)</i>	<i>Auflösung: 1 km</i>
<i>Seit 1962</i>	<i>Seit 2005</i>

MeteoSchweiz



# WARMA 2A – Niederschlagsdaten

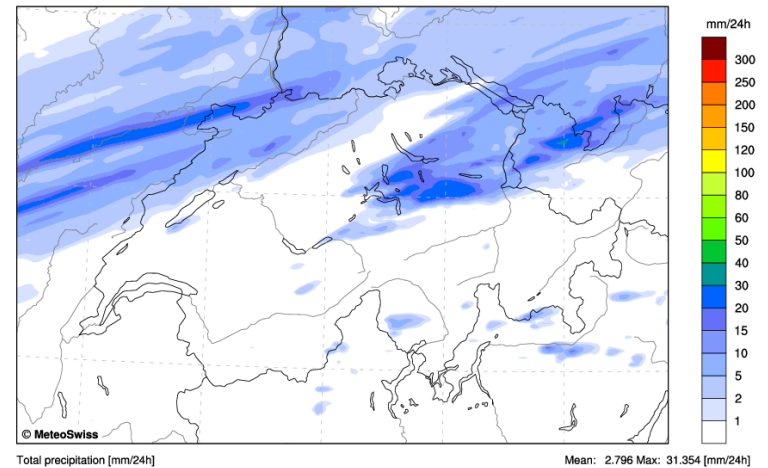
## Données de précipitations

### Eigenschaften von Niederschlagsereignissen Caractéristiques des événements pluvieux

- Summe (mm/Ereignis)  
Somme (mm/événement)
- Mittlere und max. Intensität (mm/d; mm/h)  
Intensité moyenne et max. (mm/d ; mm/h)
- Ereignisdauer (Tage; Stunden)  
Durée de l'événement (jours ; heures)

COSMO-2E ENSEMBLE\_FORECAST  
24h Sum of Total Precipitation (CTRL)

Fri 13 May 2022 00UTC  
12.05.2022 00UTC +24h



Modèle	COSMO	INCA-CH (Nowcasting)
Time lapse (time resolution)	1 h	10 min.
Spatial resolution	1.1 km (COSMO-1E); 2.2 km (COSMO-2E)	1 km
Forecasting at	33 h (COSMO-1E) ; <b>5 days</b> (COSMO-2E)	6 h
Update frequency	3 h (COSMO-1E) ; 6 h (COSMO-2E)	10 min.

MeteoSchweiz



# WARMA 2A – Produkte Produits

## Produkte Produits

- Statistische Disposition (Karte)  
*Prédisposition statistique (carte)*
- Zugrundeliegende Schwellenwerte  
*Valeurs seuils utilisées*
- Erwartete Ereignis-Niederschläge  
*Evènement de pluies attendues*
- Sättigungszustand und Grundwasserstände  
*Etat de saturation du sol et des nappes*
- Warnstufe pro Warnregion (Karte)  
*Degré d'alerte par région alertée (carte)*
- Naturgefahrenbulletin  
*Bulletin dangers naturels*
- Warnungen an Behörden  
*Alertes aux services*

## Warnkanäle Canaux d'alerte

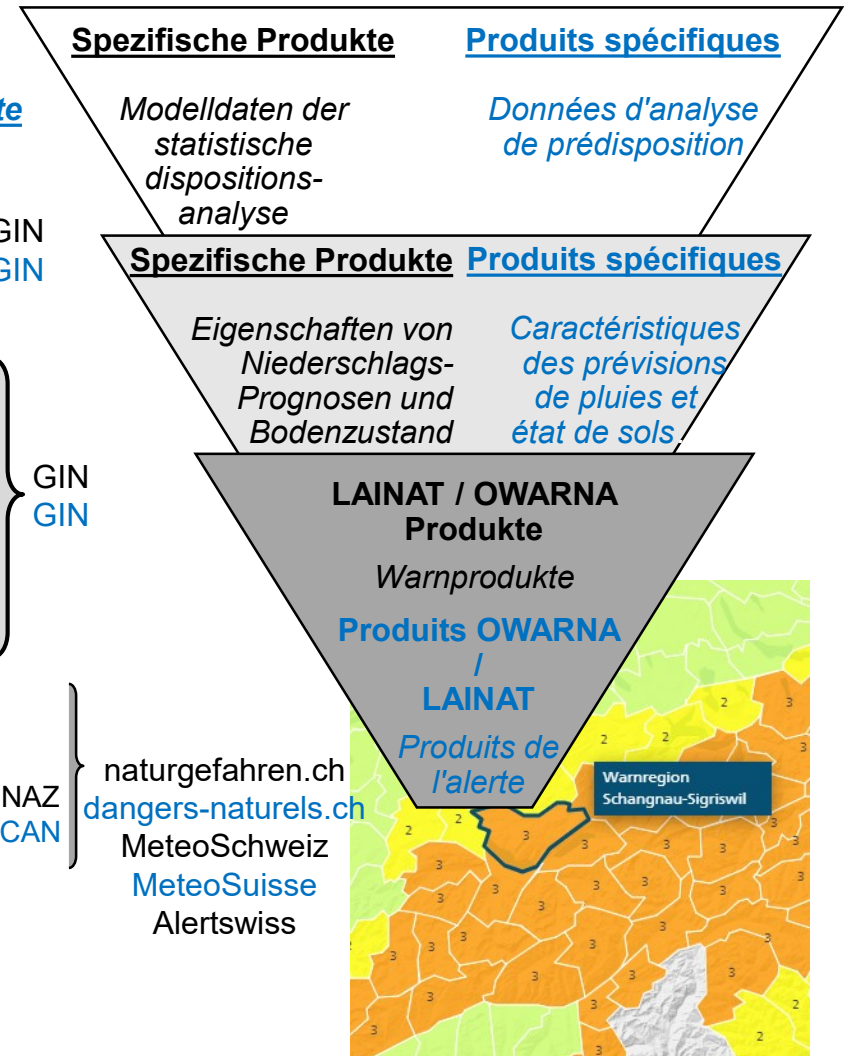
GIN  
GIN

GIN  
GIN

NAZ  
CAN

naturgefahren.ch  
dangers-naturels.ch  
MeteoSchweiz  
MeteoSuisse  
Alertswiss

## Aufbau des Informations Structure de l'information



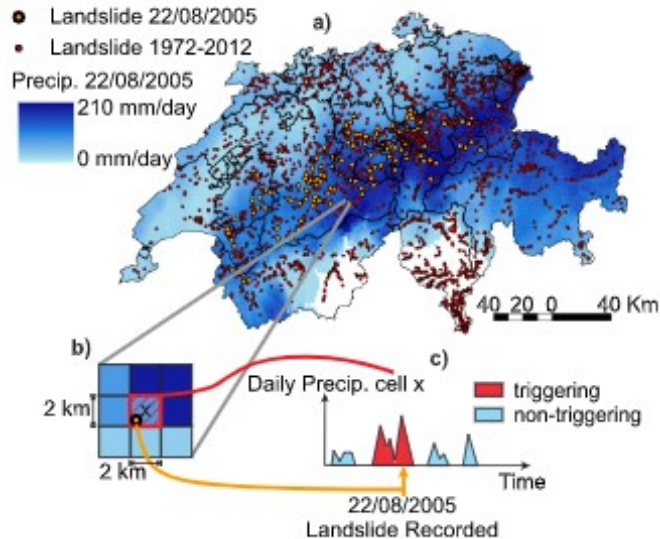




# WARMA 2A – Schwellenwertdefinition

## Définition des seuils

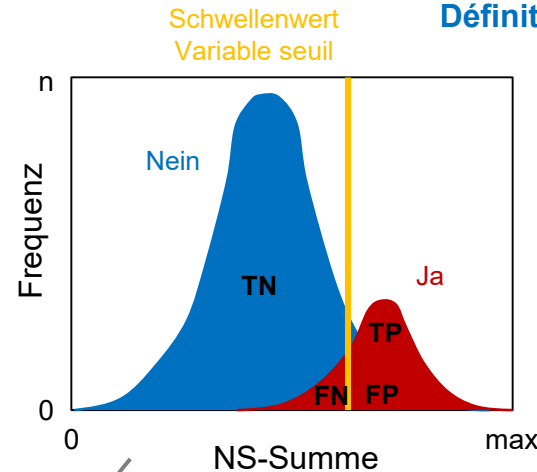
### 1) Charakterisierung von Niederschlagsereignissen Caractérisation des événements de pluie



Leonarduzzi et al. (2017)

## 1. Workshop Bund-Kantone

### 2) Schwellenwertdefinition Définition des seuils



Kompromiss zwischen Erkennen von Rutschereignissen vs. Vermeiden von Fehlalarmen

Compromis entre détection des événements de glissement vs. prévention des fausses alertes

### 3) Quantifizieren der Vorhersagegüte Quantifier la qualité de la prédiction

		Beobachtungen (Rutschungen)	
		Ja	Nein
Modell (Alarme)	Ja	True Positives	False Positives
	Nein	False Negatives	True Negatives

Statistische Gütekriterien für die Vorhersagekraft einzelner Schwellenwerte und von Modell insgesamt

Critères de qualité statistique pour le pouvoir prédictif des différents seuils et du modèle dans son ensemble





# WARMA 2A – Schwellenwertdefinition

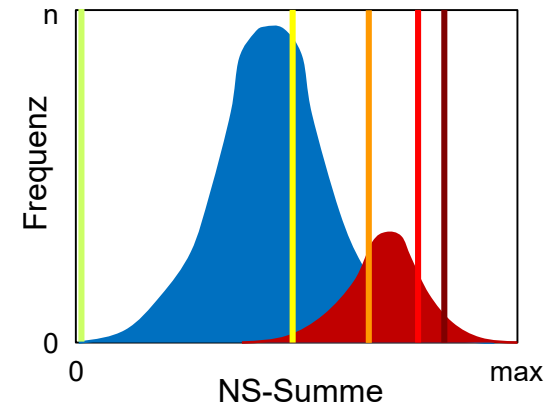
## Définition des seuils

Gefahrenstufen 1-5 nach LAINAT  
Niveaux de danger 1-5 selon LAINAT

5: Sehr grosse Gefahr Danger très fort
4: Grosse Gefahr Danger fort
3: Erhebliche Gefahr Danger marqué
2: Mässige Gefahr Danger limité
1: Keine oder geringe Gefahr Aucun danger ou faible danger

Übersetzung  
→  
Traduction

Schwellenwerte 1-5  
Variables seuils 1-5



2. Workshop  
Bund-Kantone



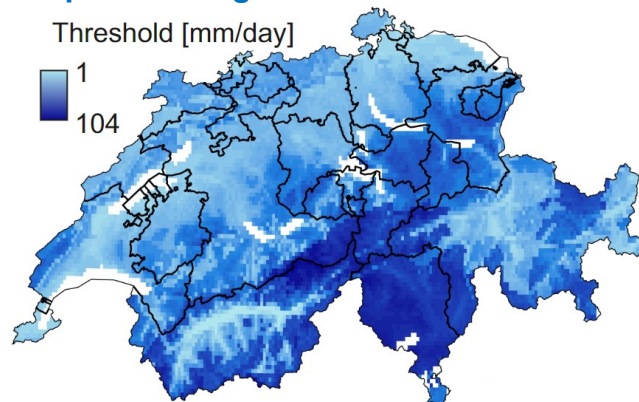
# WARMA 2A – Schwellenwertdefinition

## Définition des seuils

### Modellvarianten / variantes de modèles

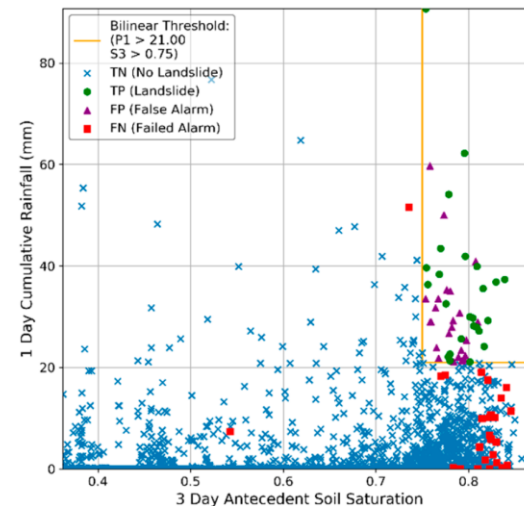
- Regionalisierung / régionalisation
- Einbezug verschiedener statistischer Modelle /  
Intégration de différents modèles statistiques
- Charakterisierung der Vorfeuchte mittels hydrologischer Modellierung /  
Caractérisation de l'antécédent de saturation par modélisation hydrologique

#### Beispiel regionalisierter Schwellenwert Exemple seuil régionalisé



Leonarduzzi et al. (2017)

#### Beispiel Charakterisierung Vorfeuchte Exemple caractérisation de la saturation



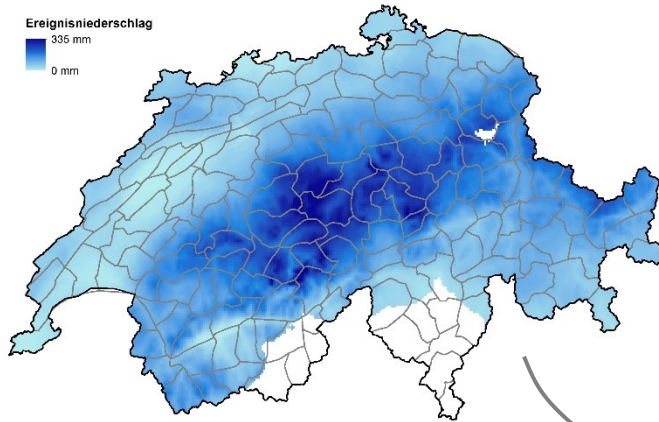
Mirus et al.  
(2018)



# WARMA 2A – Betrieb: Beispiel August 2005

## Service: Exemple août 2005

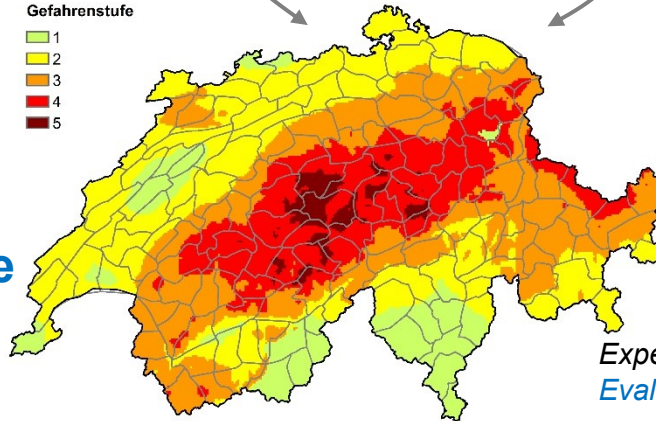
Prognose MeteoSchweiz: Ereignisniederschlag  
Prévisions MeteoSuisse: Pluie d'évènement totale



Schwellenwerte 1-5  
Variables seuils 1-5



Beispiel  
Exemple

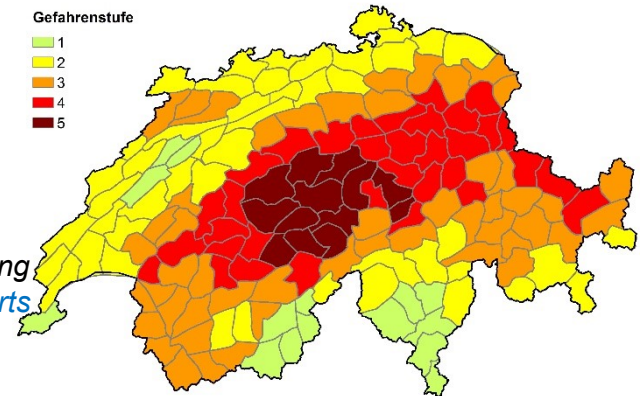


Schwellenwertüberschreitung  
Dépassement des seuils

Aggregation in Warnregionen  
Agrégation en régions d'alerte



Expertenbeurteilung  
Evaluation d'experts



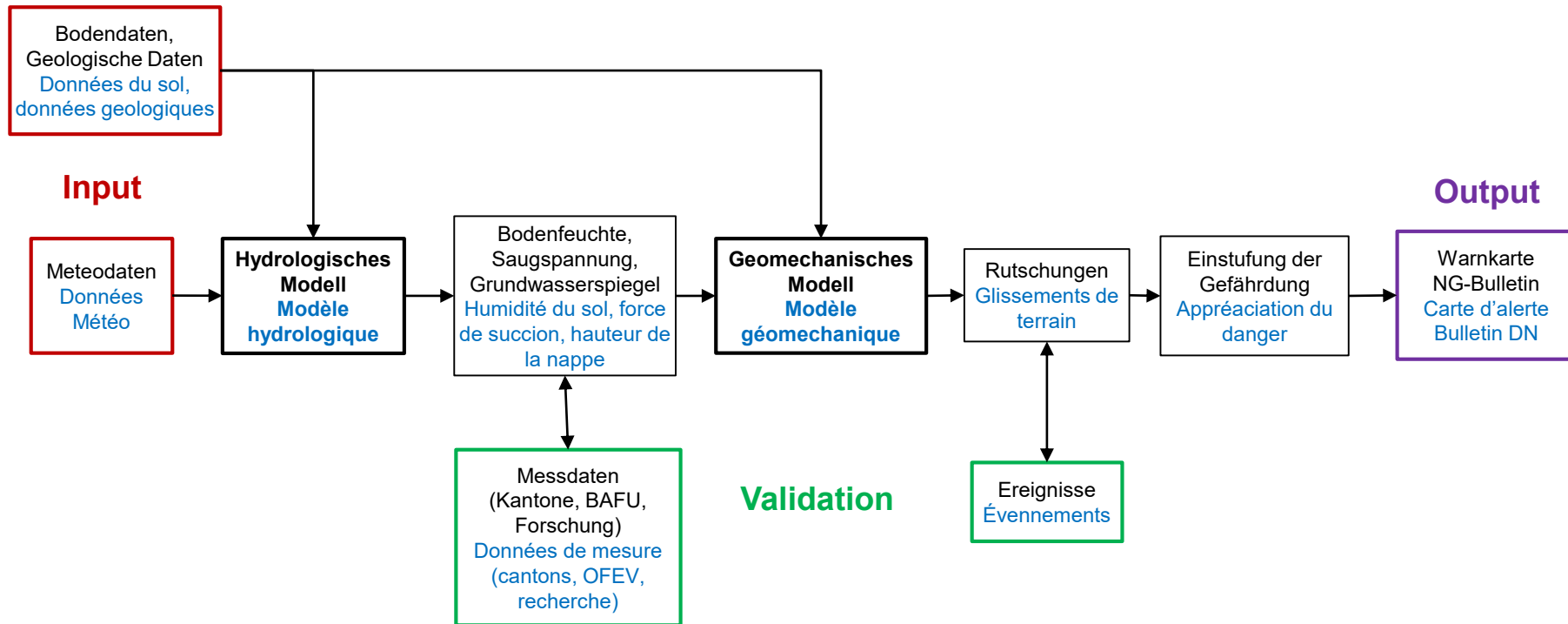


# WARMA 2B – Physikalisches Modell

## Modèle physique

Ziel: Prognose von Hanginstabilitäten mit physikalisch-basierten Ansätzen

Objectif : Prévisions des instabilités de pente avec des approches physiques





# WARMA 2B – Physikalisches Modell

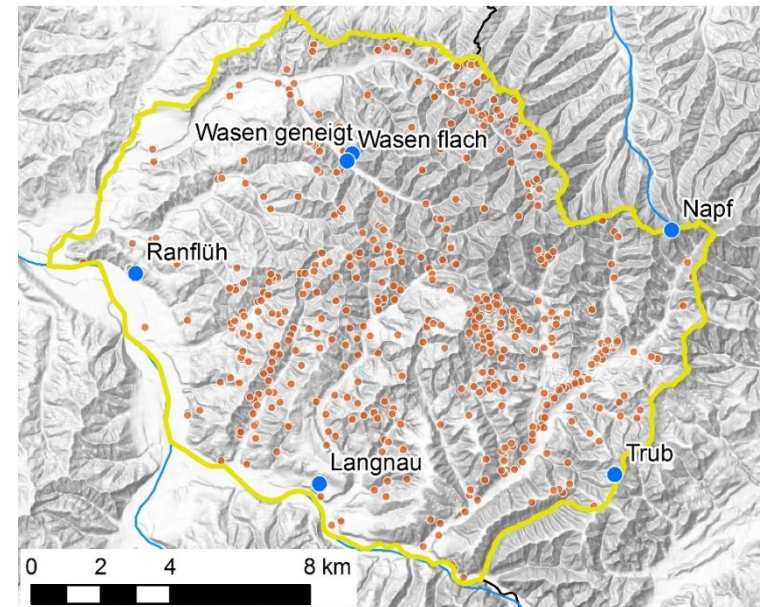
## Modèle physique

### Testen der Modellkette im Pilotgebiet Napf (Fläche 186 km<sup>2</sup>)

- Vergleich verschiedener Rutschmodelle (Infinite Slope, Finite Elemente, Fibre Bundle)
- Aufbereitung geomechanischer Grundlagendaten
- Hydrologische Modellierung mit WASIM in 25 m Auflösung
- Bodenfeuchtemessungen WSL an 6 Standorten

### Tester la chaîne de modèles dans la région pilote du Napf (surface 186 km<sup>2</sup>)

- Comparaison de différents modèles de glissement (Infinite Slope, Finite Elemente, Fibre Bundle)
- Préparation des données géomécaniques de base
- Modélisation hydrologique avec WASIM à une résolution de 25 m
- Mesures de l'humidité du sol sur 6 sites (WSL)





# WARMA 2

- Verständnisfragen?  
Questions ?



# WARMA 2A: Fragen und Diskussion

## Questions et discussion

F1 Bedürfnisse :

Q1 D'après vos besoins :

- Welche Benutzer ? *Quel utilisateur?*  
(Zielpublikum nach Bedarf *Public cible selon les besoins*)

F2 Je nachdem, was eine Warnung bei bei Behördenstellen auslöst

Q2 *Selon ce que déclenche l'alerte parmi vos services*

- Bis wann macht eine Meldung noch Sinn?  
*Jusqu'à quel intervalle de temps sert l'alerte ?*

F3 Gefahrenstufen gemäss LAINAT; für Sie:

Q3 *Niveau de danger selon LAINAT; selon vous :*

- Was bedeutet *Warnung - Erhebliche Gefahr (3) und mässige Gefahr (2)?*  
*Que signifie Alerte GSS - Danger marqué (3) et danger limité (2) ?*
- Handlungsempfehlungen bzgl. Warnstufen?  
*Besoin de recommandation d'usage par rapport au degré d'alerte ?*



# Abschluss des Workshops

Abschluss, Hugo Raetzo

Conclusions, Hugo Raetzo

**Herzlichen Dank für das Interesse und die Teilnahme!**

**Merci beaucoup pour votre intérêt et votre participation!**