

Die BFW-Rutschungsdatenbank und das C3S-ISLS Rutschungsinventar

Grundlagen für die Analyse und Modellierung von (flachgründigen) Rutschungen

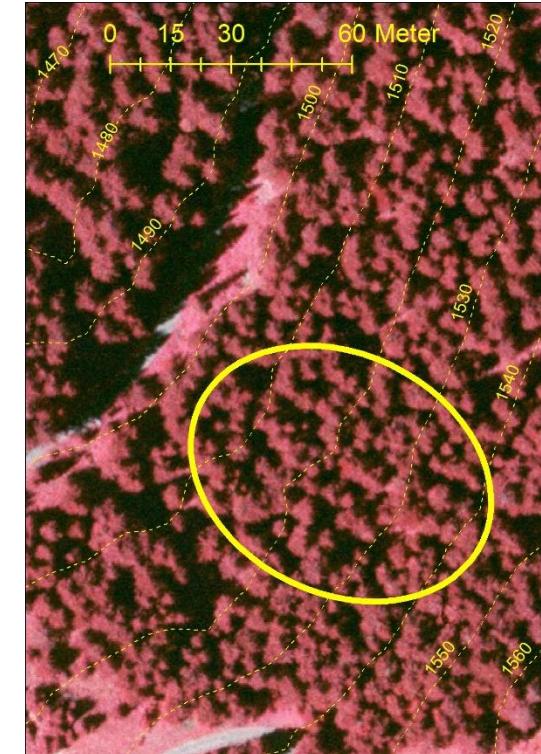
Frank Perzl & Monika Rössel, BFW

Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



Schutzfunktion und Schutzwirkung des Waldes vor Naturgefahren (Rutschungen)

- ▶ Schutzfunktion: Wo?
(Grunddisposition für Rutschungen → Waldentwicklungsplan)
- ▶ Schutzwirkung: Wie?
(Beurteilung der Schutzwirkung, Waldbauziel)

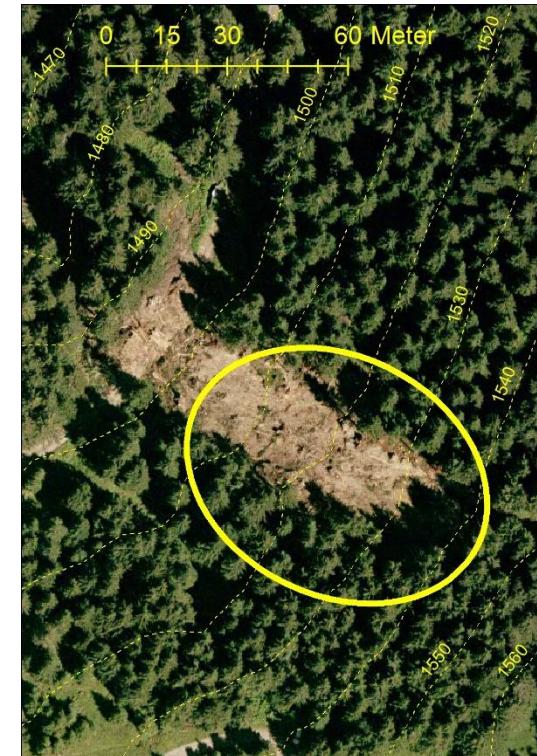


Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



Schutzfunktion und Schutzwirkung des Waldes vor Naturgefahren (Rutschungen)

- ▶ Schutzfunktion: Wo?
(Grunddisposition für Rutschungen → Waldentwicklungsplan)
- ▶ Schutzwirkung: Wie?
(Beurteilung der Schutzwirkung, Waldbauziel)



EVENTID 2103

Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



Schutzfunktion und Schutzwirkung des Waldes vor Naturgefahren (Rutschungen)

- ▶ Schutzfunktion: Wo?
(Grunddisposition für Rutschungen → Waldentwicklungsplan)
- ▶ Schutzwirkung: Wie?
(Beurteilung der Schutzwirkung, Waldbauziel, Maßnahmen)
- ▶ Daten?



Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



Erhebung von Rutschungen am BFW (FBVA)

- ▶ Starkregenereignis 21.05.1999
[Andrecs et al. \(2002\)](#): Laternsertal/Vorarlberg
- ▶ Starkregenereignis 22./23.08.2005 im Auftrag der WLV (WLK)
[Andrecs et al. \(2007\)](#): Gasen, Haslau/Steiermark
[Markart et al. \(2007\)](#): Au, Dünserberg, Laterns, Lech, Schnepfau, Mittelberg/Vorarlberg
- ▶ Zusammenfassung der Datenbestände und Web-Data-Mining ab 2009 →
BFW-Rutschungsdatenbank
- ▶ Ziel: Zentrale versus projektspezifische Datenhaltung im BFW

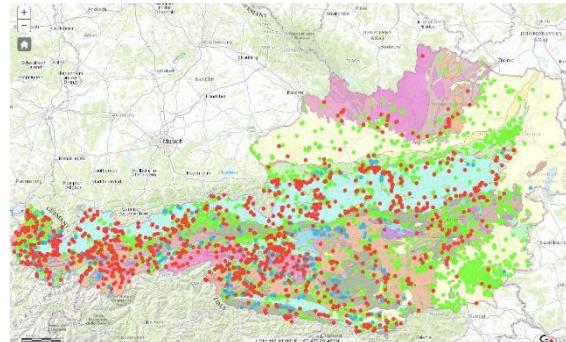
Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



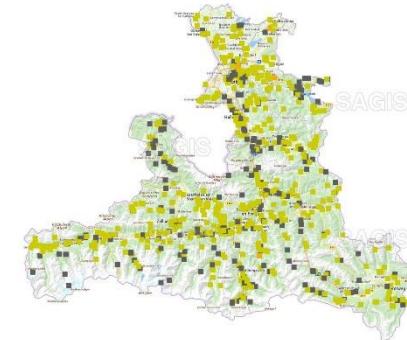
Web-Data-Mining (Rutschungen/Steinschlag) in Ergänzung zum WLK
(WLV)

- ▶ GEORIOS der GBA ab 2000 (mit Web-Data-Mining)
- ▶ WLK-Ereignismeldungsportal ab 2005
- ▶ Dokumentationssysteme einiger Bundesländer

**Warum auch
Web-Data-Mining?**



Massenbewegungen im GBA Web-Viewer

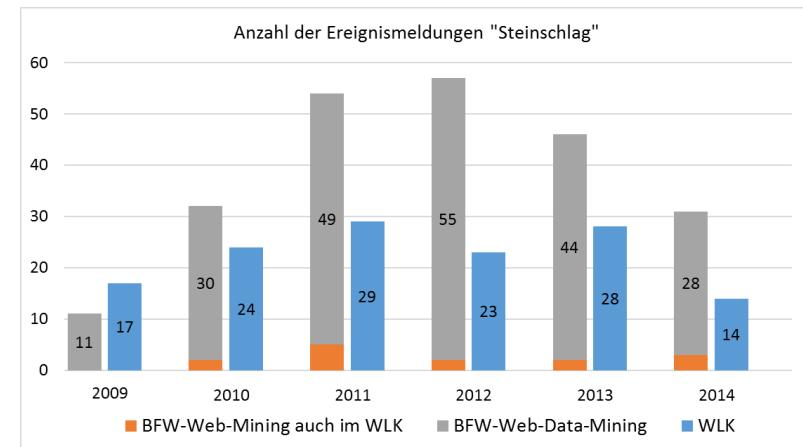
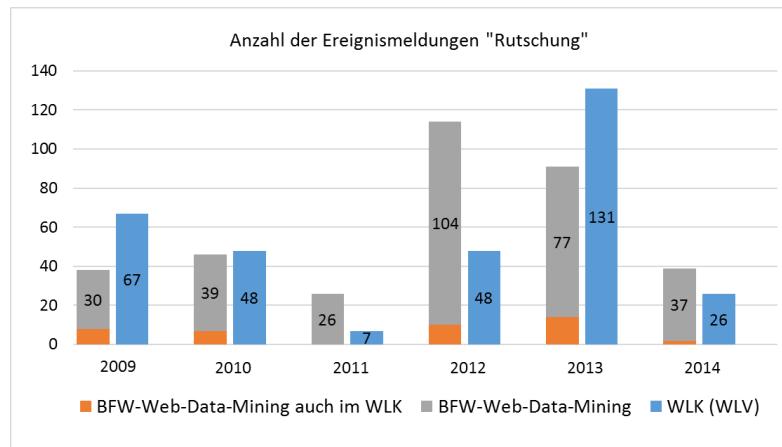


Ereigniskataster in SAGISonline

Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare



Web-Data-Mining (Rutschungen/Steinschlag) in Ergänzung zum WLK
(WLV) Hauptquellen: ORF.at, Bundespolizei



Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare

Treten vermehrt (in Zukunft) spontane Lockergesteinsrutschungen auf?

Wo und Warum?

- ▶ Überregionale und regionale Starkregen mit Rutschungen in kurzer Folge:
1999, (2002?), 2005, 2009, 2010, 2013, 2015
- ▶ Naturgefahrenereignis-Archive: überproportionaler Anstieg von Rutschungen
- ▶ Diskussion über Ursachen und Trends: Climate and Land Use Change
- ▶ Verzerrung der Information aus Naturgefahren-Dokumentationen und Medien

Rahmen und Motivation der Rutschungsinventare

Austrian Climate Research Program (ACRP):

"Klimabedingte Systemzustandsänderungen an Hängen und ihre Bedeutung für das Auftreten von Lockergesteinsrutschungen (C3S-ISLS)"

Arbeitsgruppe:

- ▶ Universität Innsbruck, Institut für Geographie (Lead)
- ▶ Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Institut für Naturgefahren
- ▶ Universität für Bodenkultur (BOKU Wien), Institut für Meteorologie

Geobasisdaten: **Land Vorarlberg**

Hydrografische Daten: **Hydrographischer Dienst**

ZAMG

DWD (Klimadatenzentrum)



Projektfragestellungen und Datengrundlage "Rutschungsinventar"

Identifikation/Änderung
der auslösenden
meteorologischen
Bedingungen/Ereignisse

Standortsfaktoren der
Rutschungsneigung
• Geomorphologie
• Boden/Untergrund

Einfluss/Änderung
Landnutzung
• Vegetationstyp/Wald
• Bodenbewirtschaftung



Experiment
• Beregnungsversuche

statistische Ansätze
Modellierung
• Trends
• Prognosen



Rutschungsinventar
• Analyse
• Training/Modellierung
• Validierung



Rutschungsinventuren

Anforderungen an die C3S-ISLS
Rutschungsinventur:

"dated & located"

- ▶ Wann? Ereigniszeitpunkt
- ▶ Wo? Verortung
- ▶ Was?
 - Prozess-Phänomen
(Klassifikation/Beschreibung)
 - Optional: Vegetation/Standort
 - Optional: Schäden



- Inventur =

Raum A
Wann, Wo und Was?
Ereignisinventur
"Archivinventur"

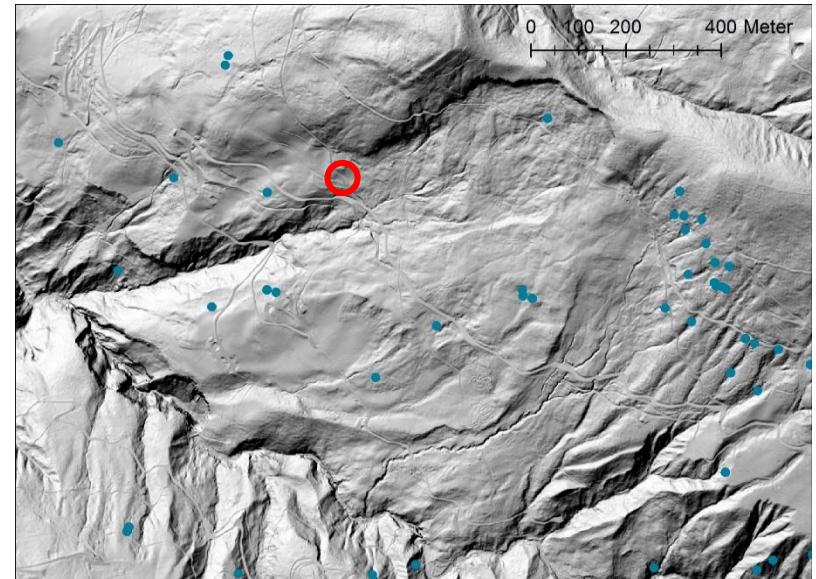
Raum B
Wo und Was?
geomorphologische
Inventur
"multitemporal"

Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation



- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) ([Hung et al. 2001](#))
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - LG-Rutschung mit Hangmure
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - Hangmure mit Rinnenerosion
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"

permanent or deep-seated landslides
(aktiv oder reaktivierbar ?)

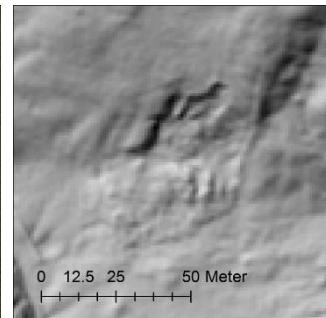
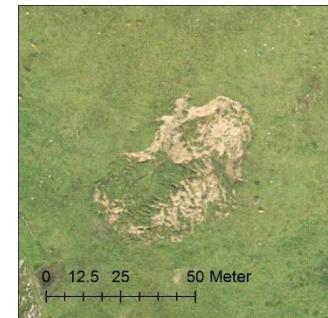


Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation



- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) (Hung et al. 2001)
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - LG-Rutschung mit Hangmure
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - Hangmure mit Rinnenerosion
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"

debris slide

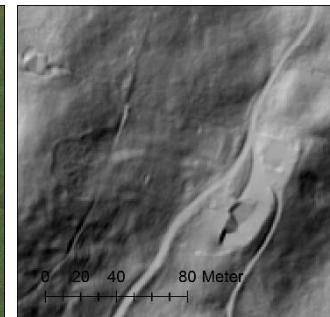
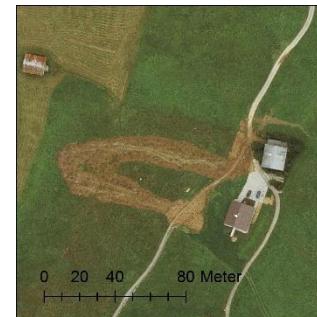
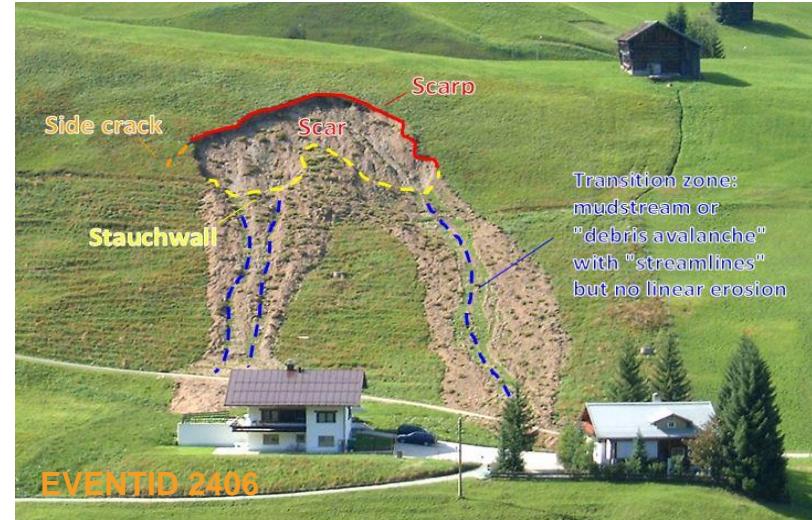


Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation



- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) ([Hungr et al. 2001](#))
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - LG-Rutschung mit Hangmure
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - Hangmure mit Rinnenerosion
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"

debris slide – debris avalanche



Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation



- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) ([Hungl et al. 2001](#))
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - **LG-Rutschung mit Hangmure**
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - **Hangmure mit Rinnenerosion**
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"



[Moser \(1975\):](#)
"Rinnenabbrüche aus Muschelanbrüchen mit
rinnenförmiger Erosion und Vermurung"

Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation



- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) ([Hungl et al. 2001](#))
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - LG-Rutschung mit Hangmure
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - Hangmure mit Rinnenerosion
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"

rock – debris slide



Foto: Bundespolizei©

Rutschungstypen - Rutschungsklassifikation

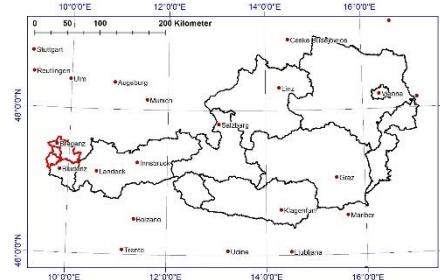


- ▶ Raum A: Rutschungen, Steinschlag
- ▶ Raum B: (Hang-)rutschungen
 - permanente Rutschungen (Grobverortung)
 - spontane Lockergesteinsrutschungen LG (mit noch offenem Anbruch) ([Hungl et al. 2001](#))
 - LG-Rutschung ohne Hangmure
 - LG-Rutschung mit Hangmure
 - Hangmure ohne Rinnenerosion
 - Hangmure mit Rinnenerosion
 - FG-LG-Rutschung
 - "Ufernahe Hangrutschung"



- an Uferböschung
- Unterschneidung
- Anbruch hat Kontakt zum Gerinne

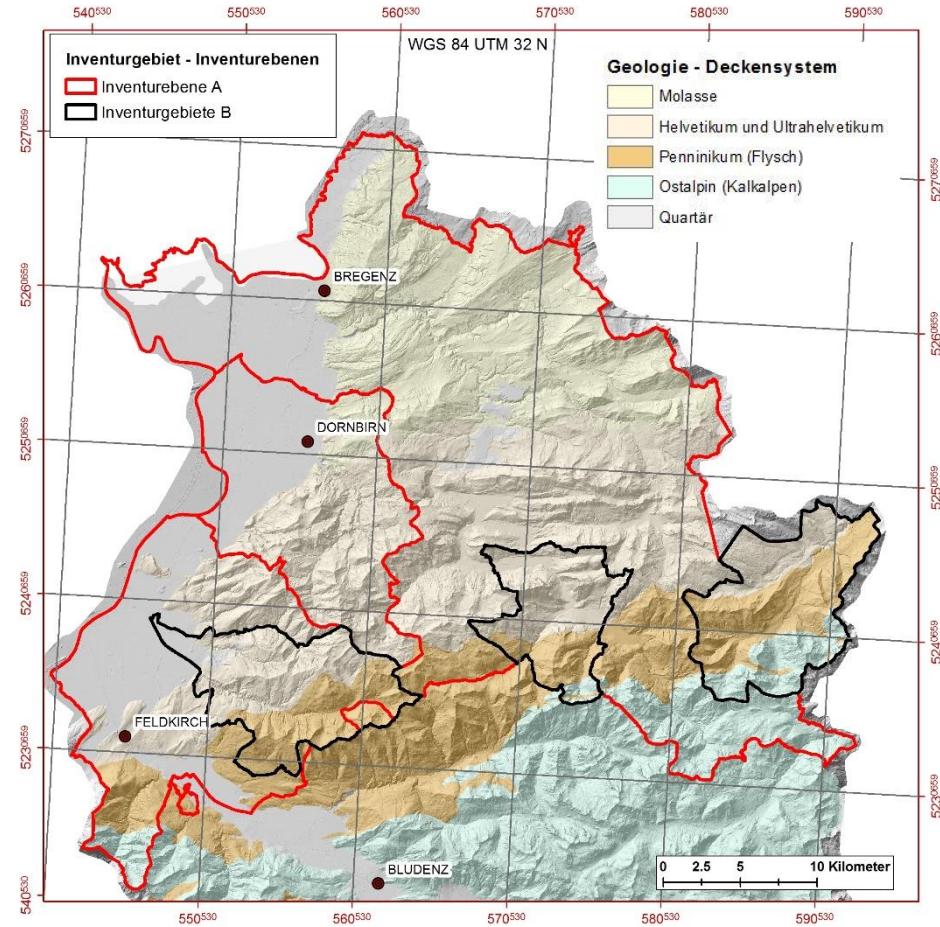
Inventurebenen – Inventurgebiete



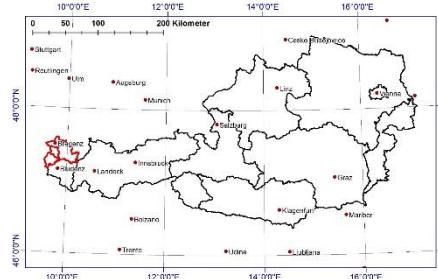
- ▶ Inventurebene A (1.310 km²)
Archivdaten/Homogenisierung

Geomorphologische Inventur

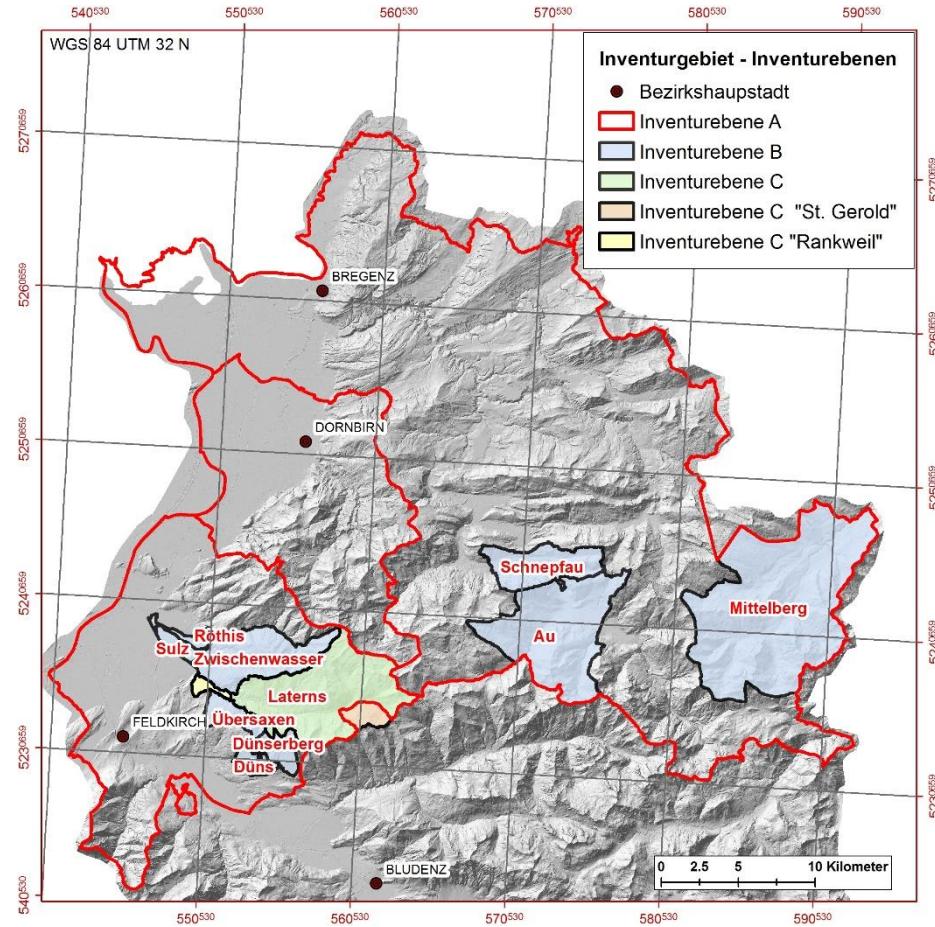
- ▶ Inventurebene B (251 km²)
- ▶ Inventurebene C (50 km²)



Inventurebenen – Inventurgebiete



- Inventurbene A (1.310 km^2)
 - Archivdaten/Homogenisierung
 - Geomorphologische Inventur
 - Inventurbene B (251 km^2)
 - Inventurbene C (50 km^2)

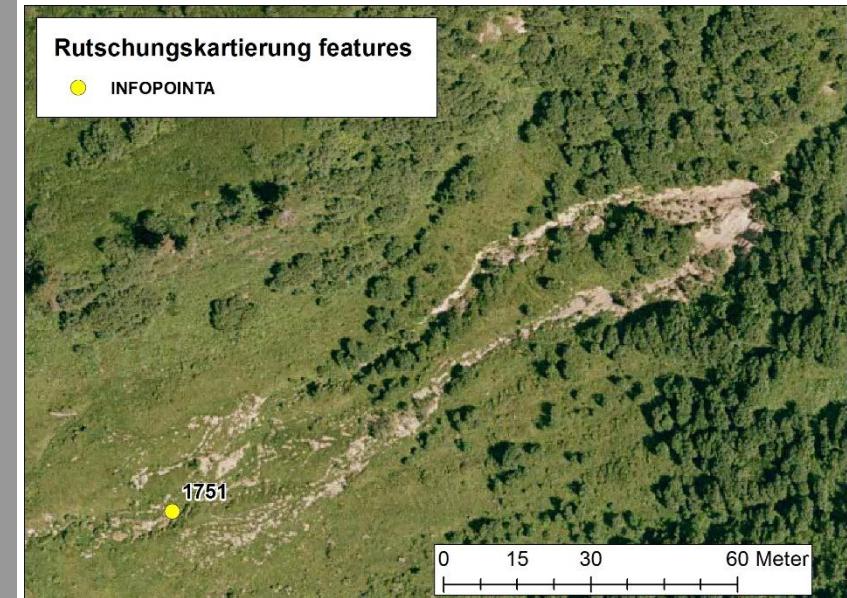


Inventurebene A – Archivdaten, Datenquellen und Features



► Datenquellen (Datensätze)

- BFW 21.05.1999 (148 R)
- BFW 23.08.2005 (319 R)
- BFW Web-Mining ab 2009 (35 R, 13 S)
- WLV WLK.EKM (210 R, 19 S)
- GBA – GEORIOS (264 R, 36 S)
- ~~ABB Förderdaten ab 1995 (R 1237 (660))~~
- Sonstiges (z.B. [Wirth 2004](#))



Inventurebene B – Methoden und Datenquellen

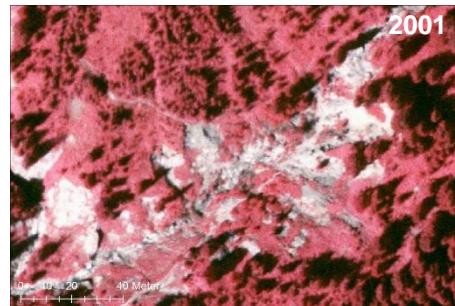
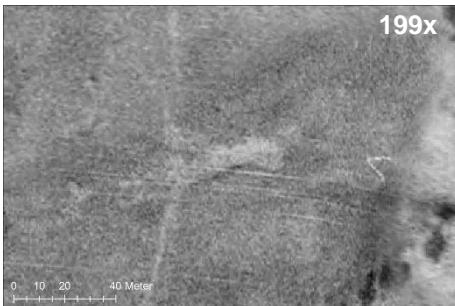
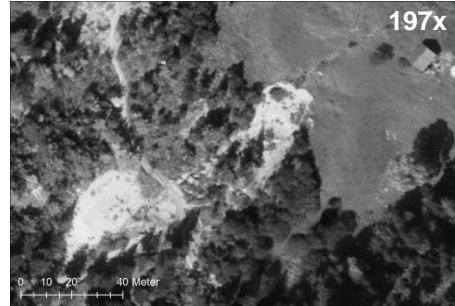


Interpretation von digitalen Orthofoto-Serien

Serie	195x	197x	198x	199x	2001	2005	2006	2009	2012
Spatial resolution [m]	0.25	0.25	0.2	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.125
Spectral resolution	BW	BW	CIR	BW	CIR	RGB	RGB	RGB	RGB
Dominanter Flug	1950-08-01	1972-10-04	1985-08-22	1995	2001-08-14	2005-08-29	2006-07-14	2009-07-26	2012-08-01
Zeitraum (Jahren) nach Seamlines	11 – 19,699 - 23		7 – 16,375 - 17				2,911		
		11 – 14,361 - 22				5,019		3,022	
Gemeinde Au: Anzahl Rutschungen sichtbar am OP					53	154	12	13	
						232			
					160 (31 % Verlust in 6.935 Jahren!)				

OP-Serie 199x: schlechte Qualität, OP-Serie 2005: Flächendeckung 25 %

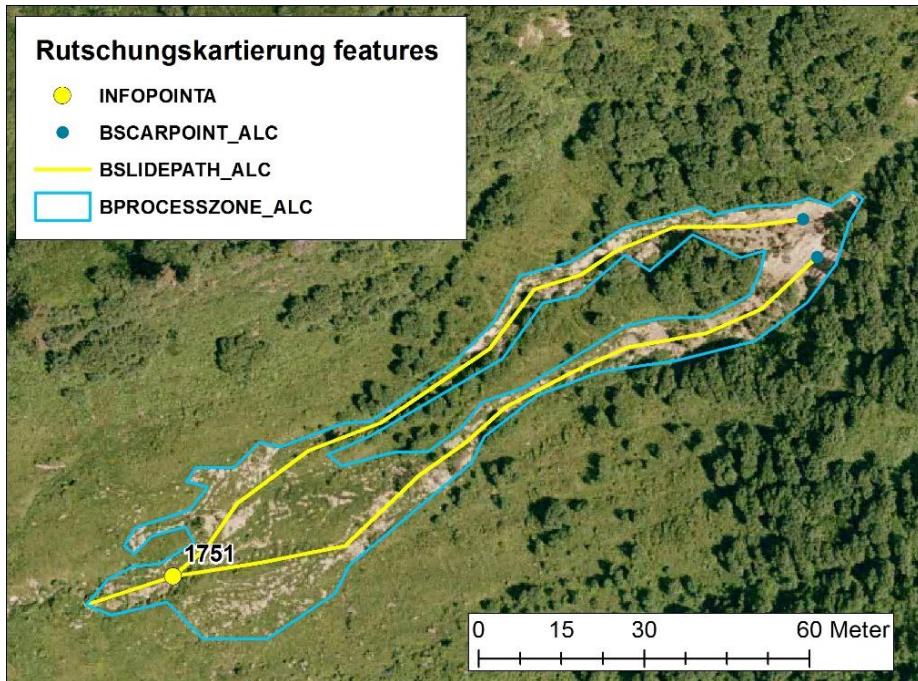
Inventurebene B – Methoden: OP-Interpretation



Inventurebene B – Methoden: Features

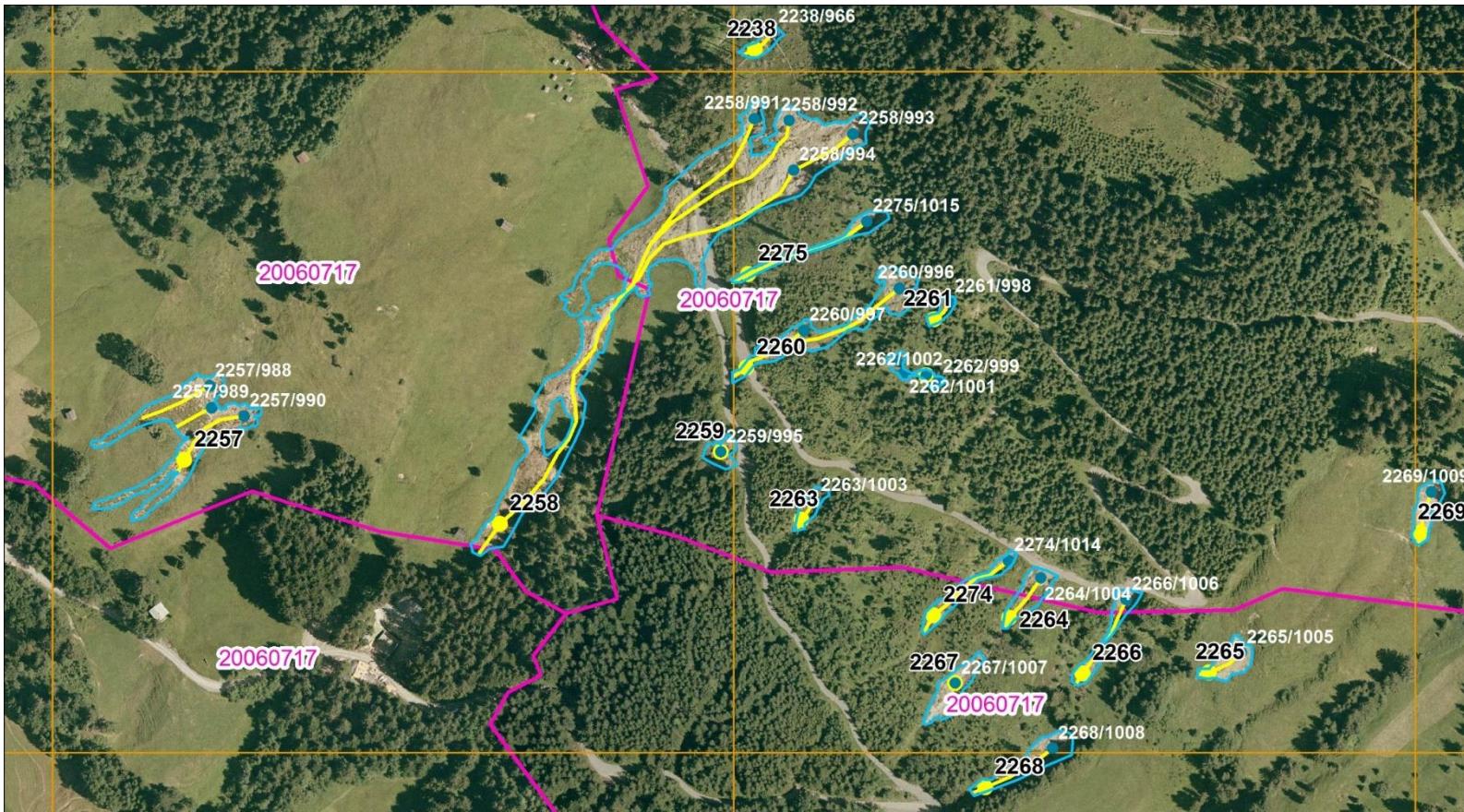


Interpretation von digitalen Orthofoto-Serien



- ▶ Suchmaßstab 1:1.000
- ▶ Delinierungsmaßstab 1:400
- ▶ Minimale Größe (MMU):
 - Prozesszone: B 10 m, L 20 m
 - Anbruchfläche: B 10 m, L 10 m

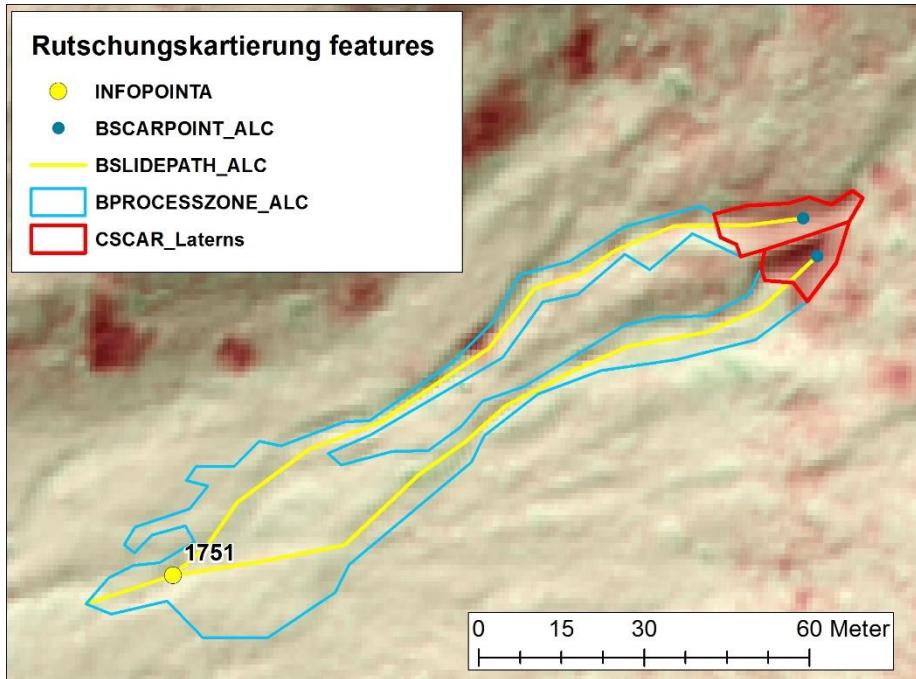
Inventurebene B – Methoden: "Interpretationskacheln"



Inventurebene C – Datenquellen, Methoden, Features



Abgrenzung von Anbruchsflächen am DDM (Laternsertal)



- ▶ DTM 2004: 1 m (1 Pkt/m²)
- ▶ DTM 2011: 0,5 m (4 Pkt/m²)
- ▶ DDM = DTM 2004 – DTM 2011
- ▶ Überprüfung am Orthofoto!
- ▶ 45 Ereignisse/Scarpoints nur aus DDM von gesamt 680/820 aus Fernerkundung (5,5 %)

Datenmodell und Datenbankstruktur

- ▶ Ereignis: Einzelereignis oder ein Sammelereignis (Archivdaten, Web-Data-Mining)
- ▶ Ein Rutschungsereignis besteht aus einer oder aus mehreren Rutschungen (1:n)

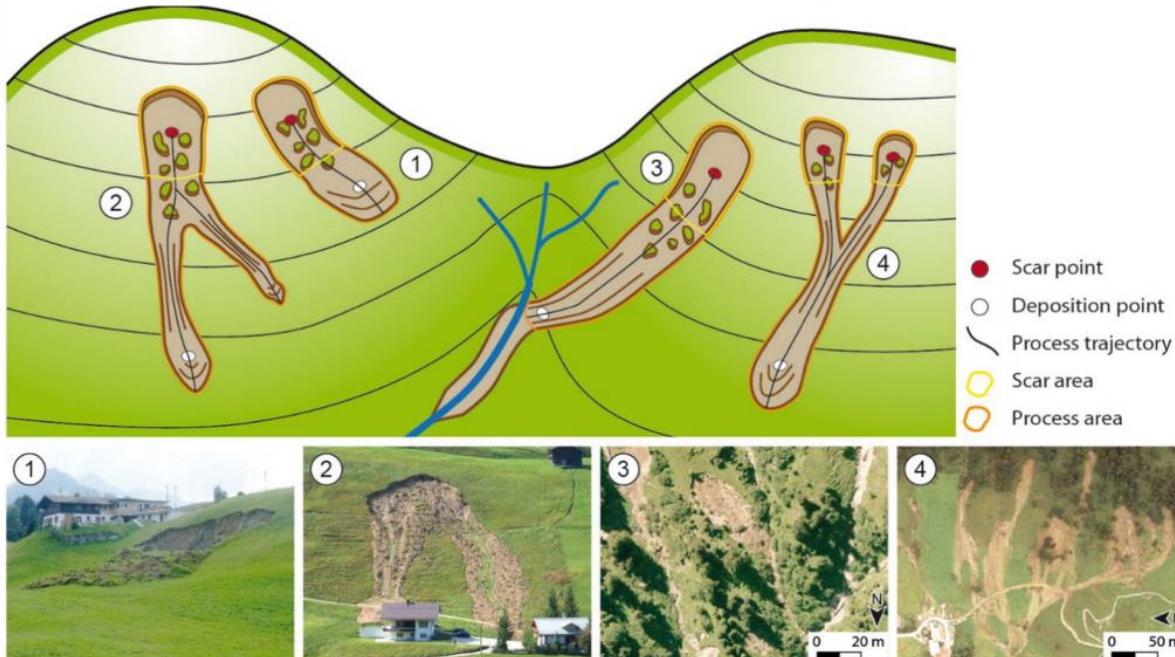


Abbildung:
Zieher T. aus
Zieher et al., 2016

Datenmodell und Datenbankstruktur (Was braucht man wirklich?)

- ▶ Verteilte Datenhaltung: Attribut- (MS Access) und Geometriedaten (ESRI Geodatabase)
- ▶ große Zahl von Relationen und Attributen (aber z.B. keine Hangneigung, Reliefform)
 - 11 Relationen, 148 Attribute (45 "Organisation", 14 "Waldmerkmale", 30 "Schäden")
 - 5 Features, 36 Attribute (19 "Organisation")
- ▶ Walddichte/-struktur an der Anbruchskante und auf der Anbruchsfläche nach vorherigem OP (29 Typen), Lücken-/Blößenbreiten

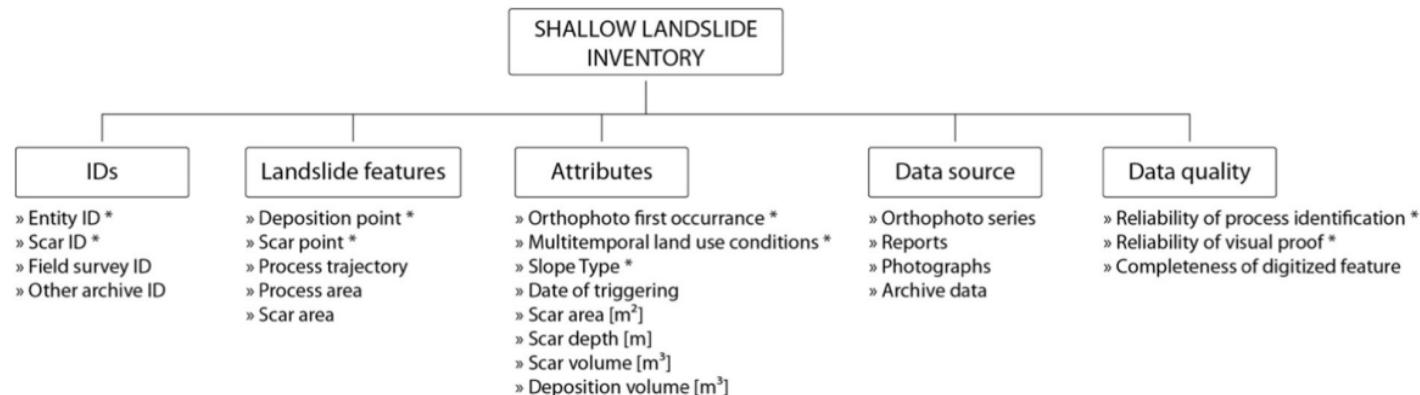
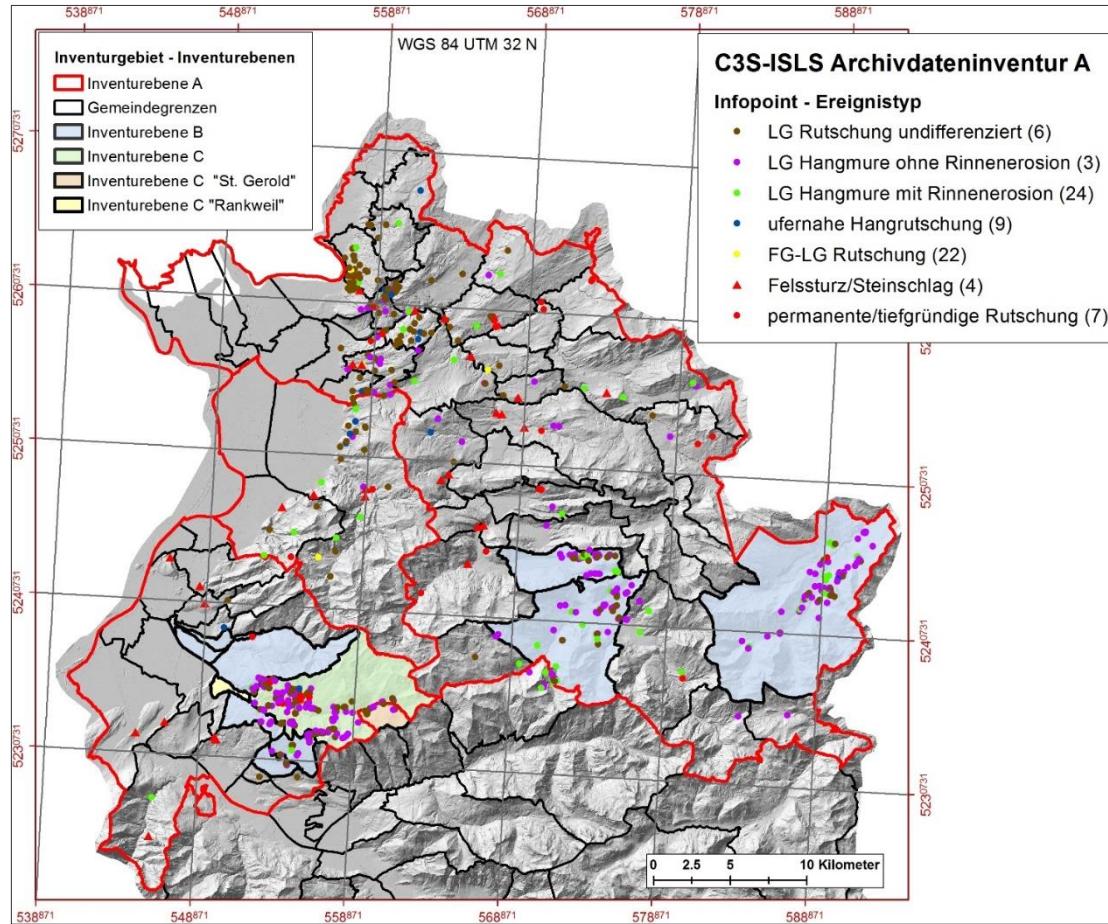


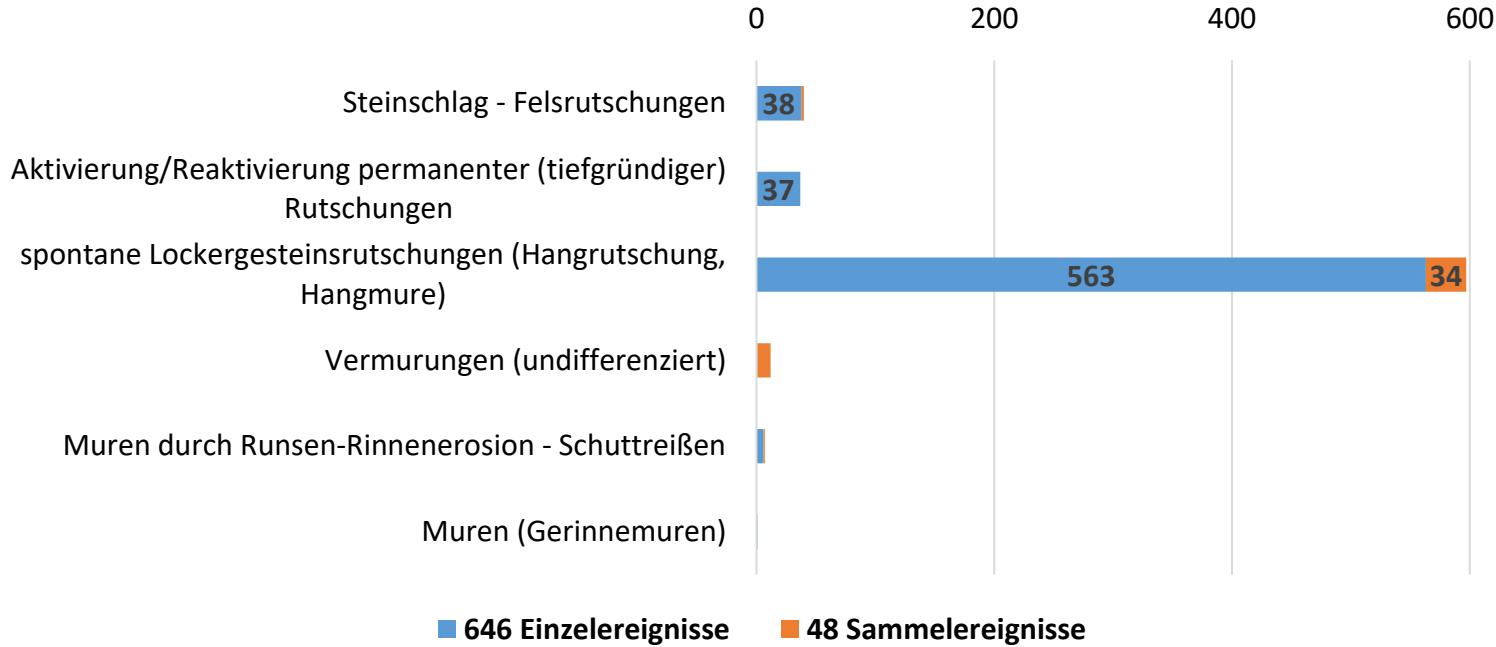
Abbildung: Zieher T. aus Zieher et al., 2016

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A

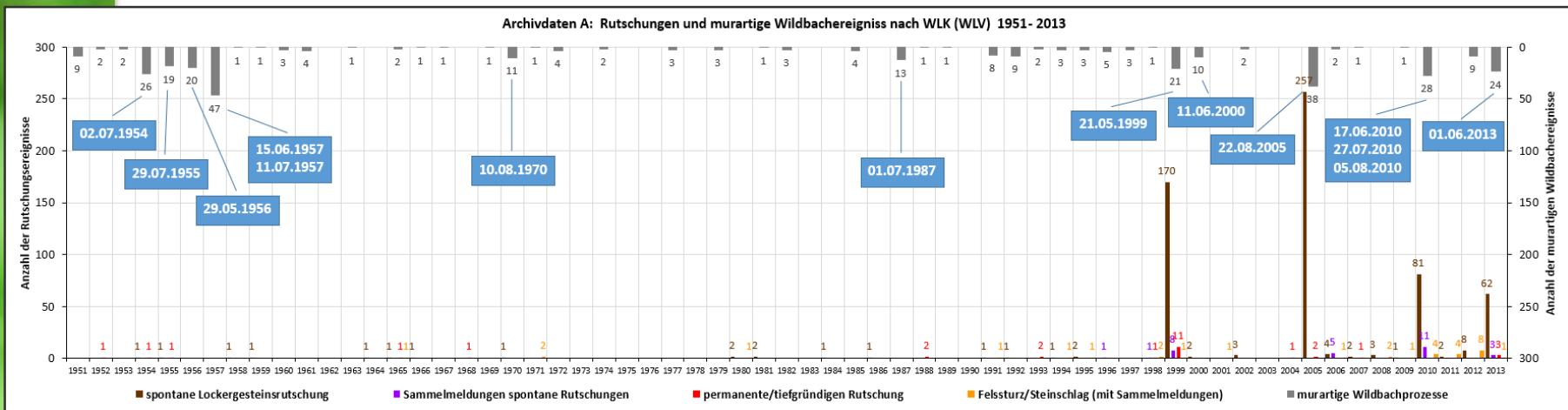
C3S-Rutschungsinventar Archivdaten A: Anzahl der Ereignisse bis 2012: 694



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A

Historische Ereignisse nach 1950 bis 2013

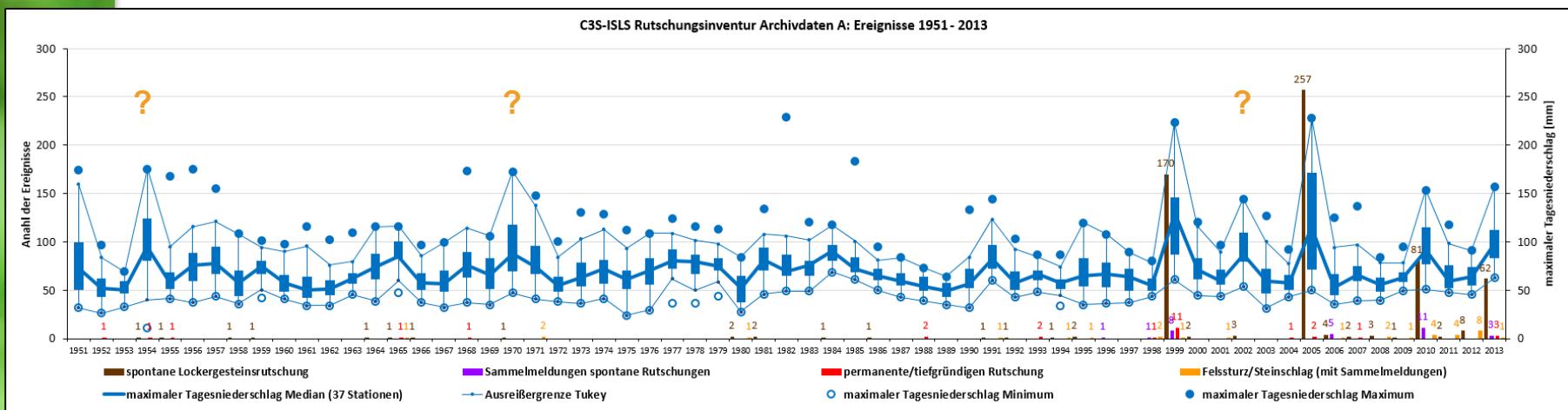
- vor 1951: 18 spontane Lockergesteinsrutschungen: 11 Einzelereignisse
- 1951 bis 1998: 21 spontane Lockergesteinsrutschungen: 19 Einzel-, 2 Sammelereignisse
- 1999 bis 2013: 622 spontane Lockergesteinsrutschungen: 595 Einzel-, 27 Sammelereignisse



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A

Historische Ereignisse nach 1951 bis 2013: Vergleich mit Niederschlagsdaten (37 Stationen)

- Median des maximalen Tagesniederschlags $\geq 90 \text{ mm}$
- größte maximale Tagesniederschlag $\geq 150 \text{ mm}$
- der größte maximale Tagesniederschlag ist kein Ausreißer

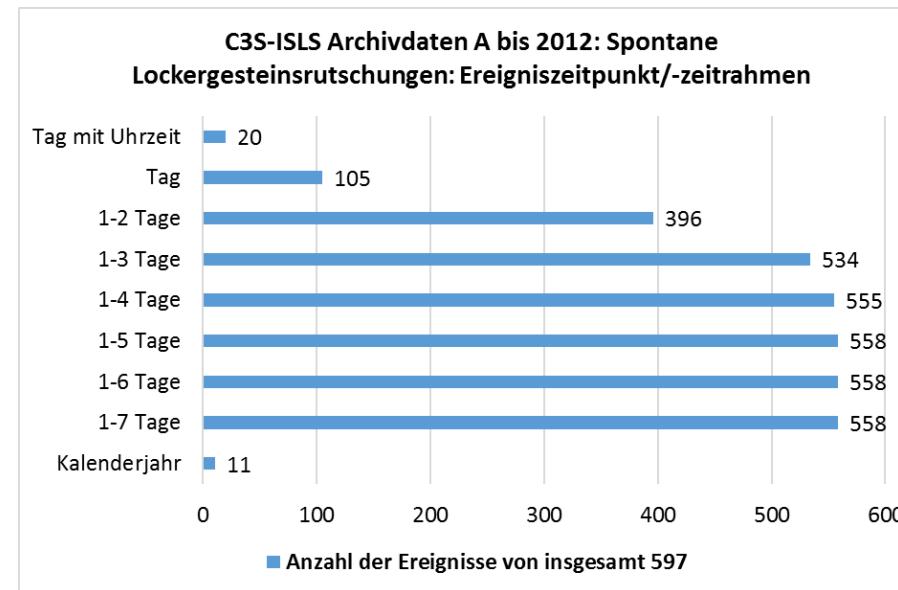


Niederschlagsschwellenwerte für Rutschungen?

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A

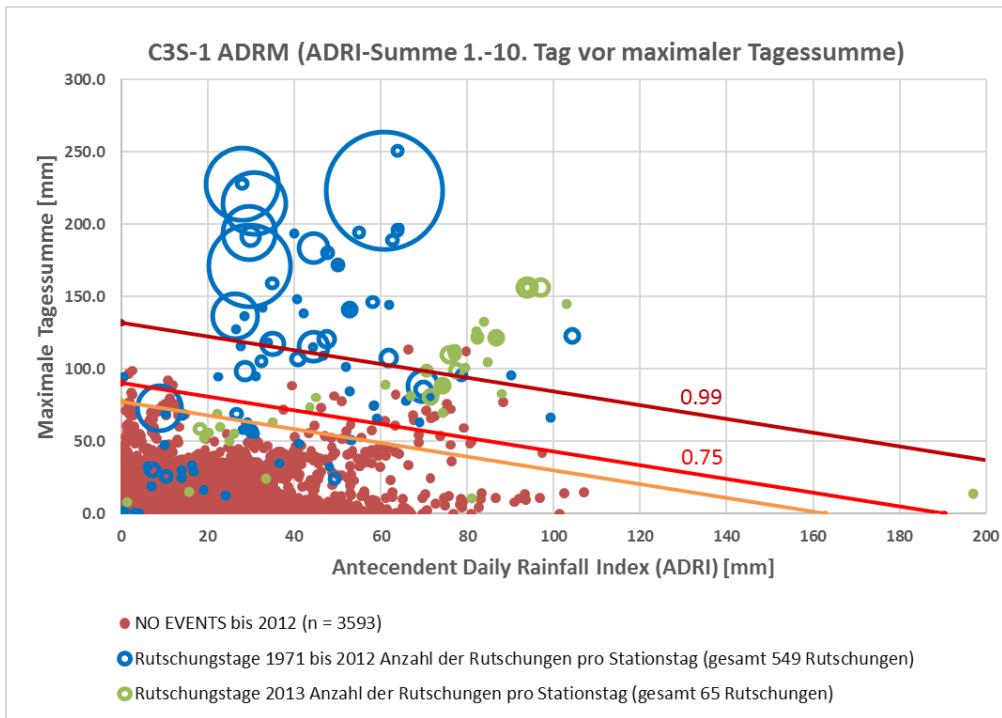
Niederschlagsschwellenwerte für Rutschungen:

- Intensität (I) und Dauer (D) des Niederschlagsereignisses ([Caine, 1980](#)):
z.B. [Moser & Hohensinn, 1983](#): $I \geq 41.66 D^{-0.77}$ (in 24 h → 87 mm)
- Rutschungszeitpunkt?



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Archivdaten A

ADRM: Crozier & Eyles 1980, Version nach Glade 2000



N in 24 h ohne Vorregen:

- $p = 0,50 \rightarrow 77,5 \text{ mm}$
- $p = 0,75 \rightarrow 90,6 \text{ mm}$
- $p = 0,99 \rightarrow 132,5 \text{ mm}$

Schoppernau (ZAMG):

02.07.1954: $p = 0.99$

29.07.1955: $p = 0.39$

29.05.1956: $p = 0.01$

15.06.1957: $p = 0.01$

11.07.1957: $p = 0.14$

10.06.1965: $p = 0.99$

10.08.1970: $p = 0.99$

19.07.1981: $p = 0.99$

01.07.1987: $p = 0.07$

28.08.1995: $p = 0.98$

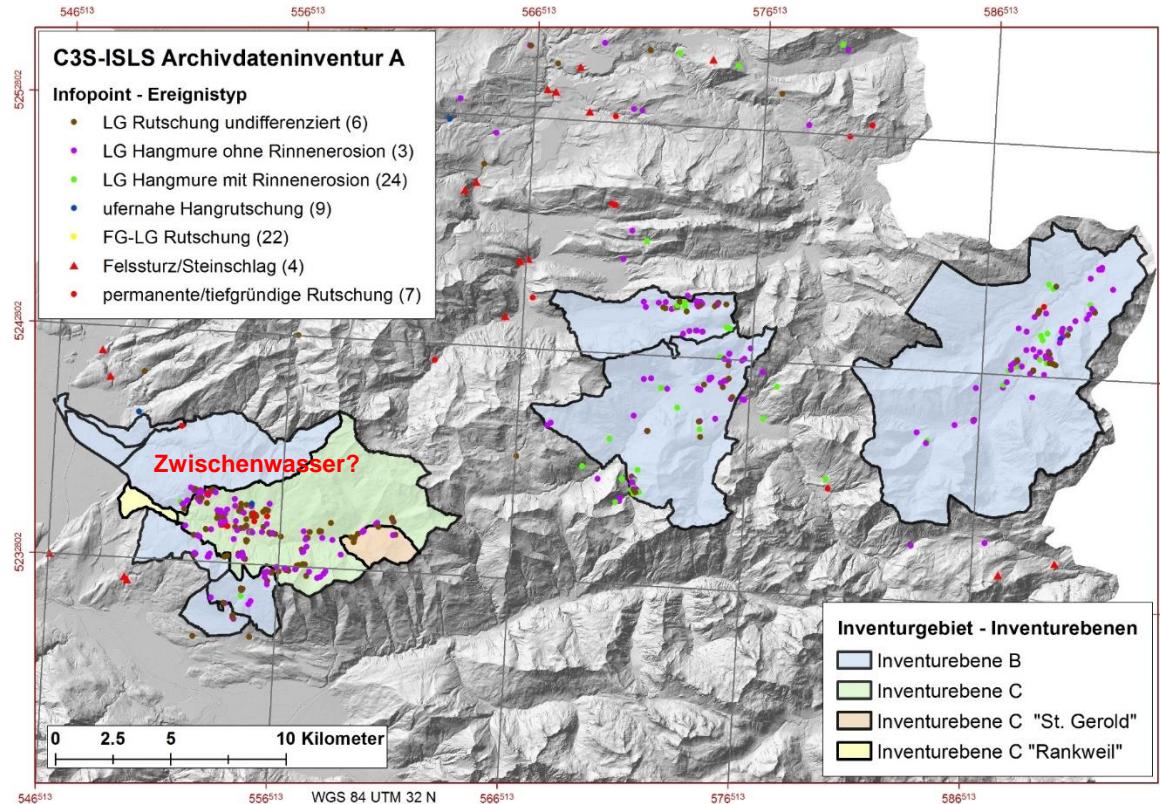
21.05.1999: $p = 0.99$

11.06.2000: $p = 0.00$

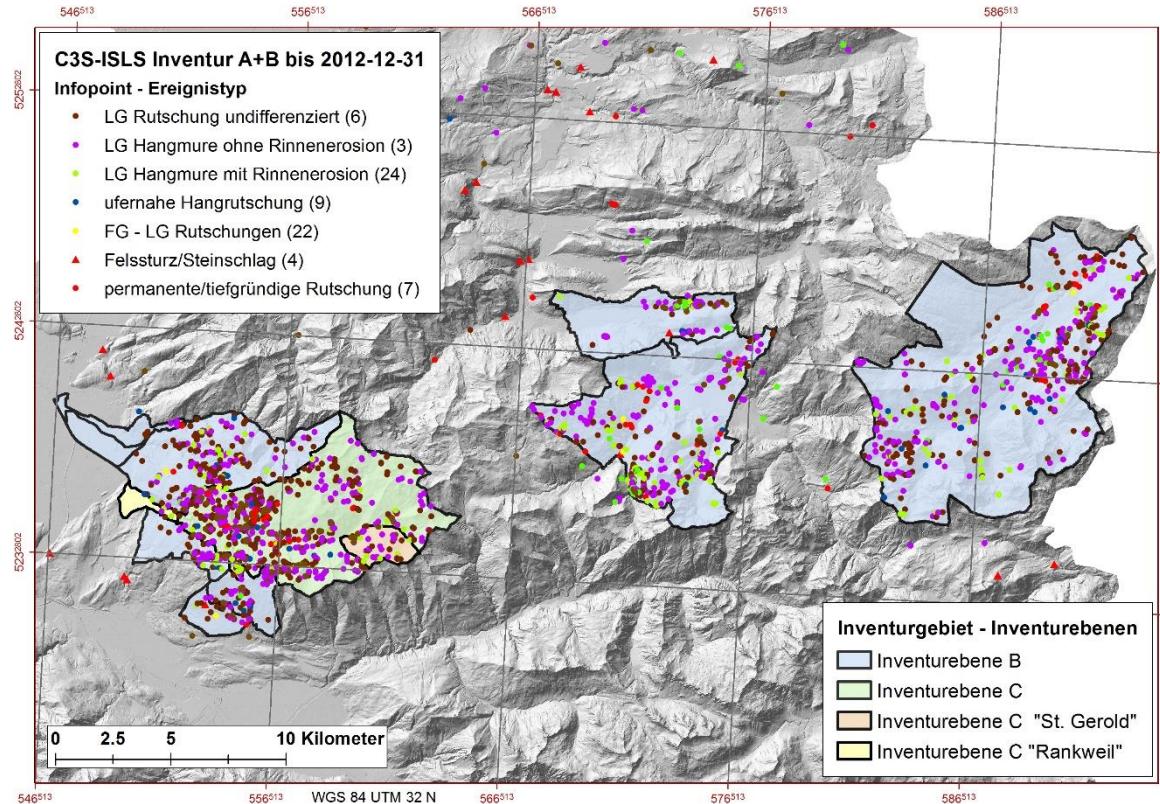
11.08.2002: $p = 0.99$

22.08.2005: $p = 0.99$

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B



Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B

Teilgebiet (Gemeinde)	Kartierte Fläche [km ²]	Anzahl der erhobenen Rutschungereignisse und Rutschungen					
		Ebenen A + B + C		Spontane Rutschungen aus Archiven	Anbruchspunkte (SCARPOINTS B + C) am OP+DDM		
		Alle Typen	Alle spontanen Hangrutschungen		gesamt		
Mittelberg	96,881	566	544	75	639	640	
Au	44,959	408	392	61	443	446	
Laterns	43,776	658	628	152	677	708	
Zwischenwasser	22,624	211	210	14	248	251	
Schnepfau	16,530	72	71	42	79	82	
Übersaxen	5,760	62	62	12	72	76	
Dünserberg	5,563	72	71	19	75	77	
St. Gerold*	3,953	43	43	10	44	45	
Düns	3,452	24	23	3	23	23	
Sulz	3,015	0	0	0	0	0	
Röthis	2,732	10	9	0	8	8	
Rankweil*	1,691	3	3	0	4	4	
Σ	250,936	2.129	2.056	388	2.312	2.360	

* die Erhebung umfasste nur einen Teil des Gemeindegebiets

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B

- ▶ morphometrische Analysen
- ▶ Faktorenanalysen
- ▶ Dispositionsmodelle
- ▶ **Reichweitenmodelle**
- ▶ Einfluss der Vegetation

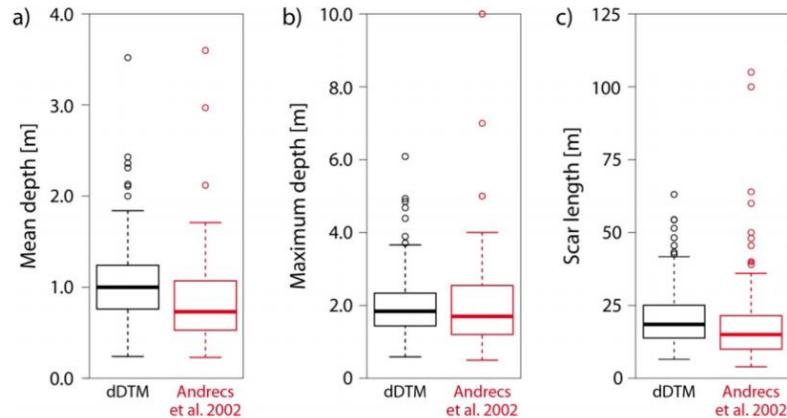
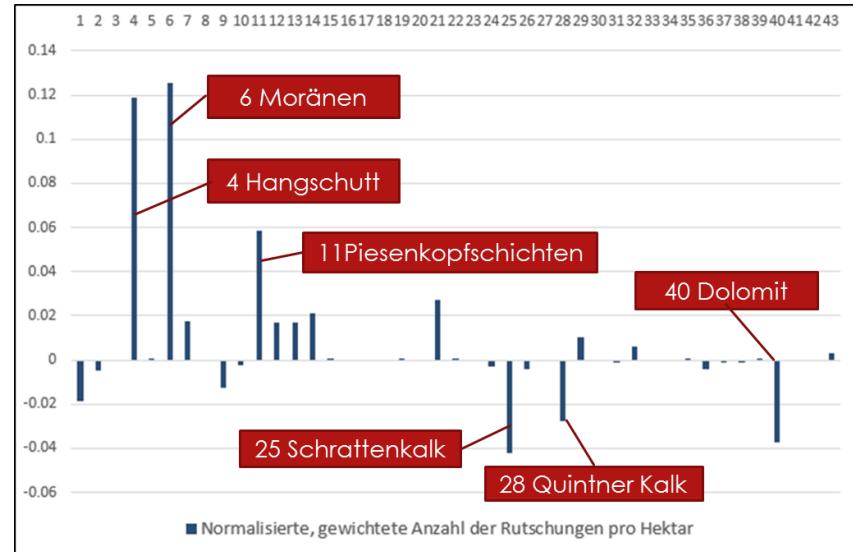
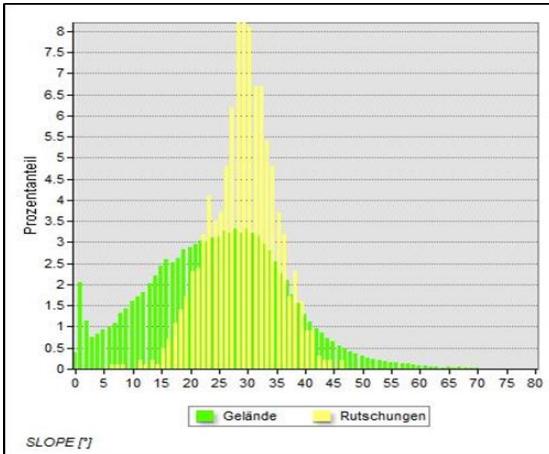


Abbildung: Zieher T. aus Zieher et al., 2016

- 2000 Angaben zur Rutschungsbreite
- 1500 Angaben zur Rutschungslänge
- 380 kartierte Anbruchsflächen
- 1280 kartierte Prozesszonen

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B

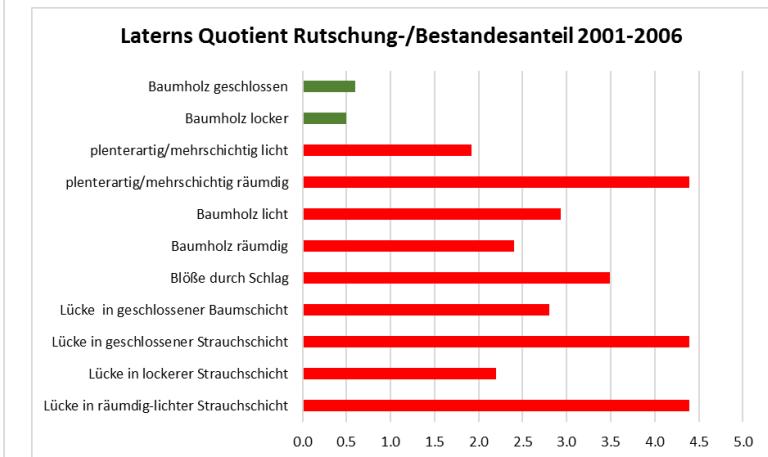
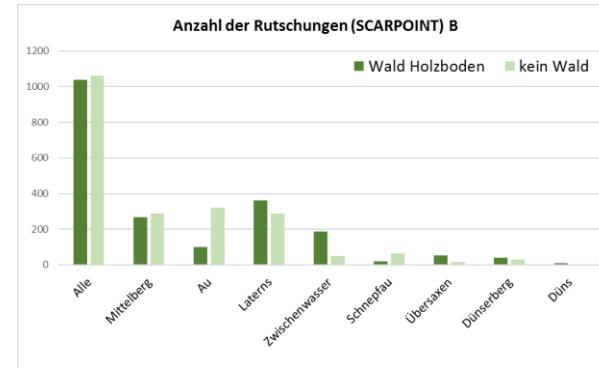
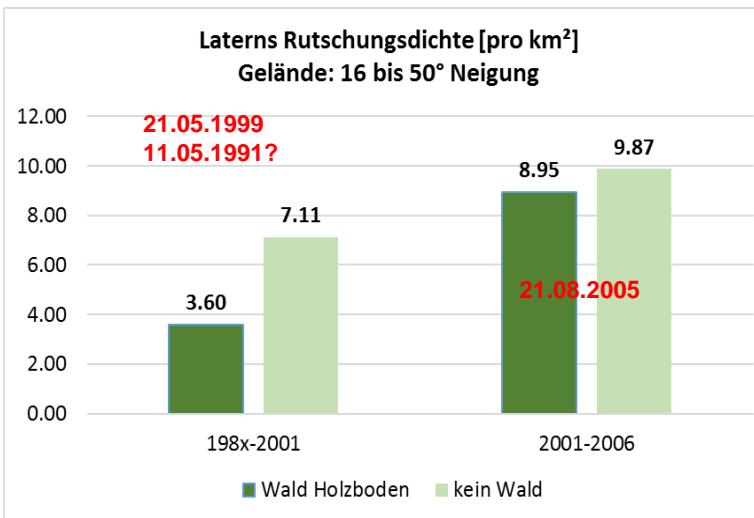
- ▶ morphometrische Analysen
- ▶ **Faktorenanalysen**
- ▶ **Dispositionsmodele**
- ▶ Reichweitenmodelle
- ▶ Einfluss der Vegetation



Abbildungen: Rössel M., 2015

Ergebnisse und Anwendungen: C3S-Inventar Ebene B

- ▶ morphometrische Analysen
- ▶ Faktorenanalysen
- ▶ Dispositionsmodelle
- ▶ Reichweitenmodelle
- ▶ **Einfluss der Vegetation**





Wir wissen
alles
über den Wald

Foto | Filmstill aus „See Aural Woods“ (Luma.Launisch & Takamovsky)

... aber noch nicht über Rutschungen!

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Austria, 1131 Wien
Seckendorff-Gudent-Weg 8
Tel.: +43 1 878 38-0
direktion@bfw.gv.at
<http://www.bfw.ac.at>



<https://www.facebook.com/BundesforschungszentrumWald>



<https://twitter.com/bfwald>



<https://www.youtube.com/user/Waldforschung>