



Grundlagen und bisherige Forschungsarbeiten der Nagra zur Verbesserung des Verständnisses der glazialen Tiefenerosion im Alpenvorland

Michael Schnellmann

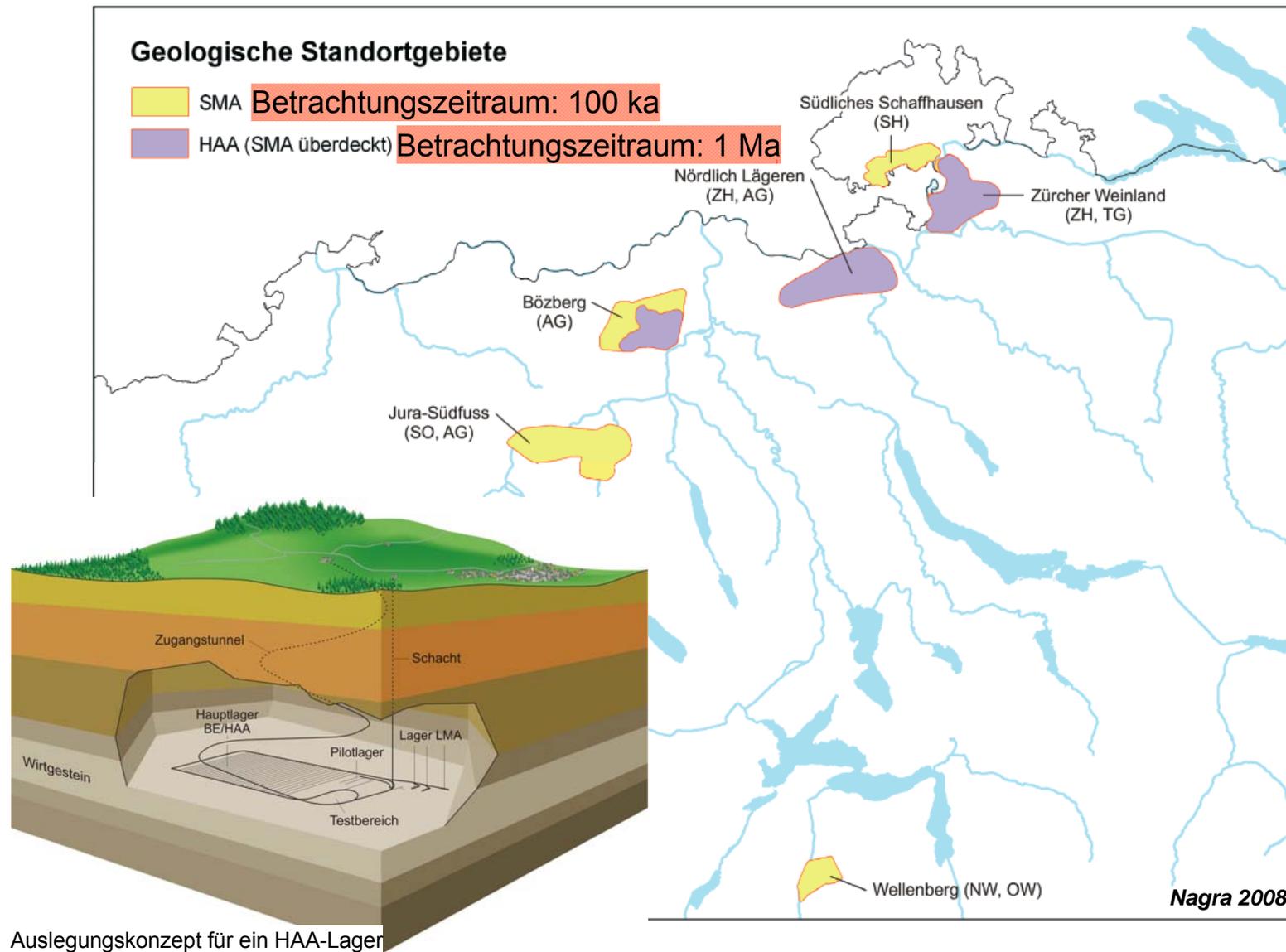
Dank an: W. Albert, H.-R. Graf, H. Naef, P. Jordan,
A. Gautschi, W.H. Müller, H-P. Weber

nagra.

Inhalt

1. (Sachplan Geologische Tiefenlager)
2. Grundlagen: Quantifizierung Erosionsraten
3. Kriterium glaziale Tiefenerosion bei der Auswahl von geologischen Standortgebieten
4. Ausblick

Geologische Tiefenlagerung: Konzept und vorgeschlagene Standortgebiete



Sachplan geologische Tiefenlager SGT: Kriterien

Kriterien zur Standortevaluation hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit

Kriteriengruppe	Kriterien
1. Eigenschaften des Wirtgesteins bzw. des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches	1.1 Räumliche Ausdehnung 1.2 Hydraulische Barrierenwirkung 1.3 Geochemische Bedingungen 1.4 Freisetzungspfade
2. Langzeitstabilität	2.1 Beständigkeit der Standort- und Gesteinseigenschaften 2.2 Erosion 2.3 Lagerbedingte Einflüsse 2.4 Nutzungskonflikte
3. Zuverlässigkeit der geologischen Aussagen	3.1 Charakterisierbarkeit der Gesteine 3.2 Explorierbarkeit der räumlichen Verhältnisse 3.3 Prognostizierbarkeit der Langzeitveränderungen
4. Bautechnische Eignung	4.1 Felsmechanische Eigenschaften und Bedingungen 4.2 Untertägige Erschliessung und Wasserhaltung

Erosions- und Hebungsraten

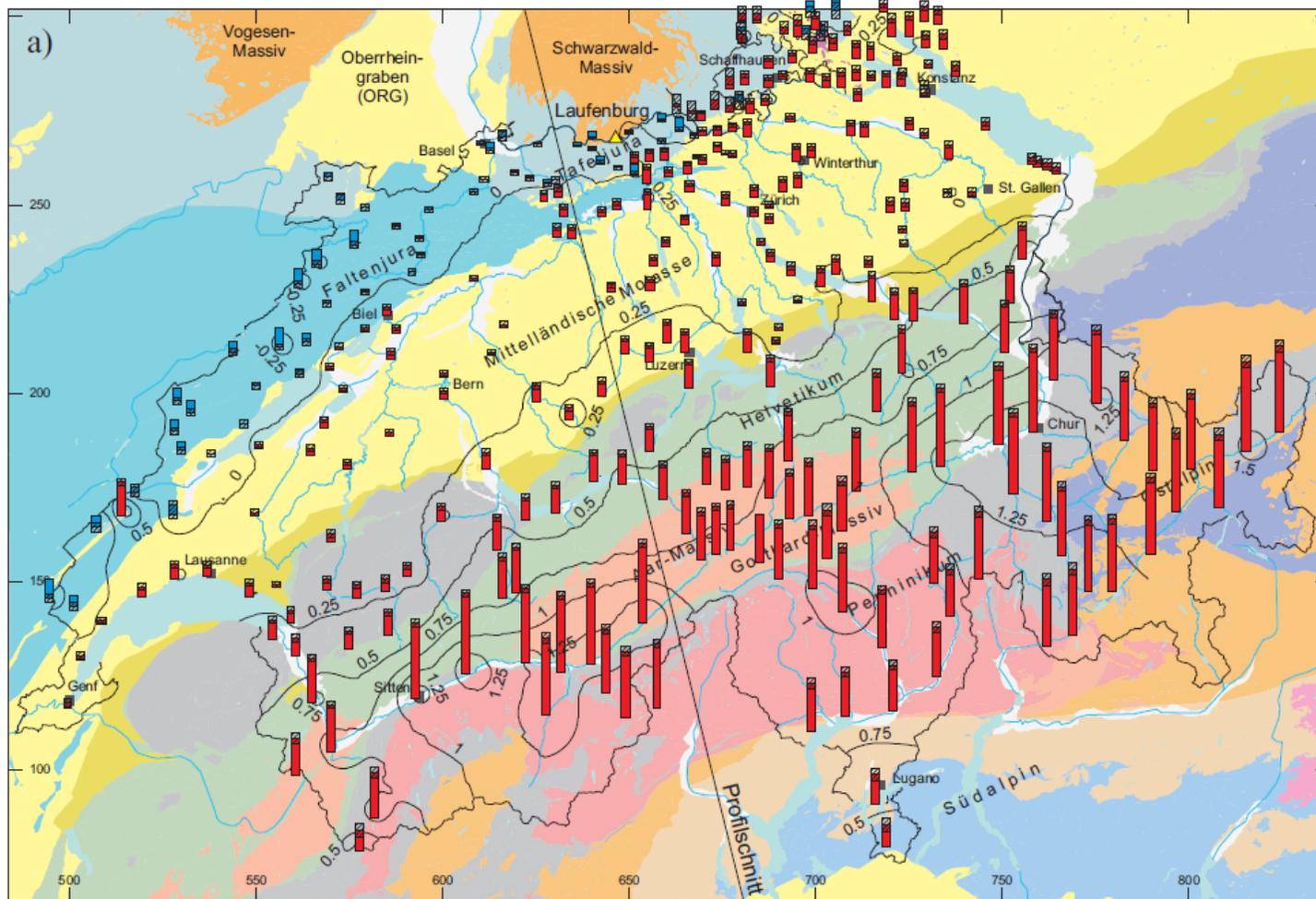
Methoden (unterschiedliche Betrachtungszeiträume):

- Präzisionsnivellement (10^2 a)
- Sedimentbudgets ($10^2 - 10^7$ a)
- Kosmogene Nuklide in rezenten Flusssedimenten (10^3 a)
- Spaltspuranalysen ($10^6 - 10^7$ a)
- Beckenmodellierungen ($10^6 - 10^7$ a)
- Geomorphologische Studien (lineare Erosion; $10^4 - 10^6$ a)

Resultate:

- Flächenhafte Abtragung (Denudation) in den Alpen 0.5 – 1.5 mm/a
- Flächenhafte Abtragung und lineare Erosion Nordschweiz: < 0.1 – 0.2 mm/a

Rezente Hebungsraten Schweiz (Präzisionsnivellement)



Vergleichsmassstab Vertikalbewegung:

Hebungs-/Senkungsgeschwindigkeit = 1 mm/a



Hebung



Senkung



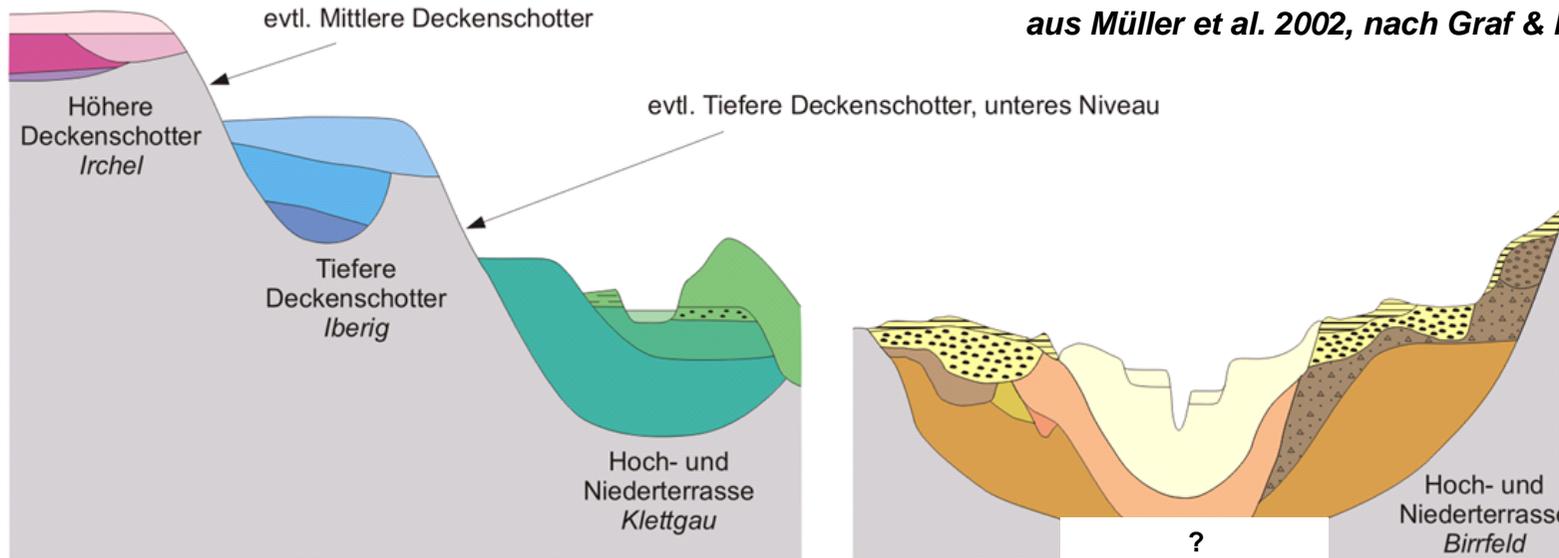
▲ Referenzpunkt Laufenburg

▨ Mittlerer Fehler
(Einfache Standardabweichung)

Nagra 2008, basierend auf Schlatter 2006, 2007 und Zippelt & Dierks 2007

Geomorphologische Studien Nordschweiz

aus Müller et al. 2002, nach Graf & Müller 1999

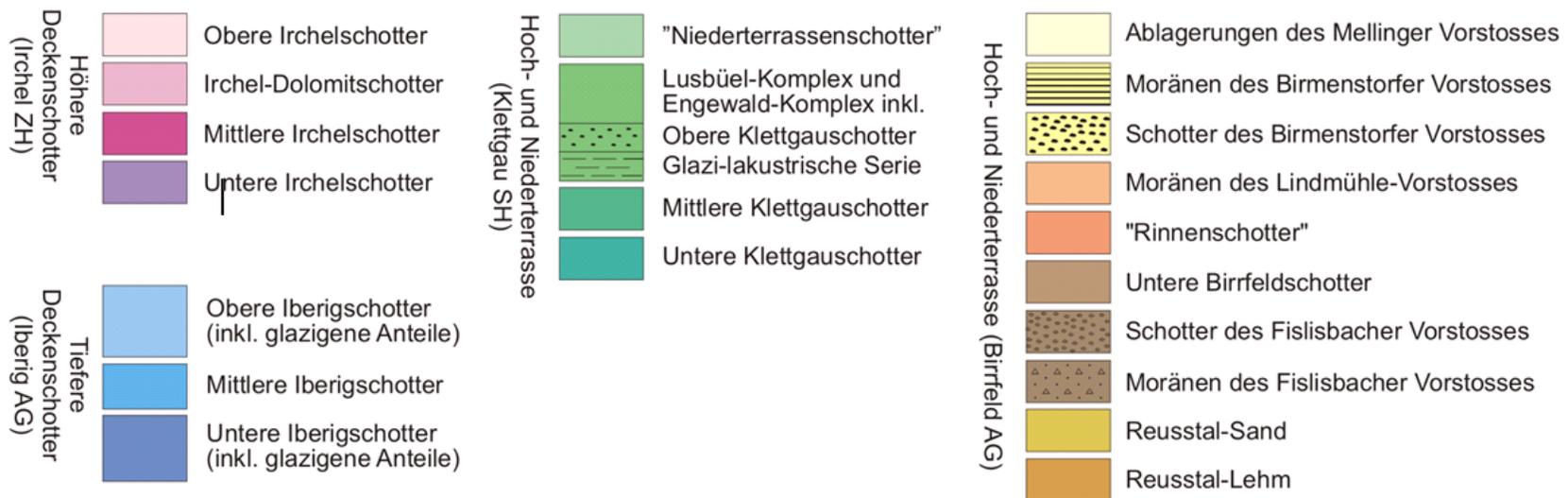
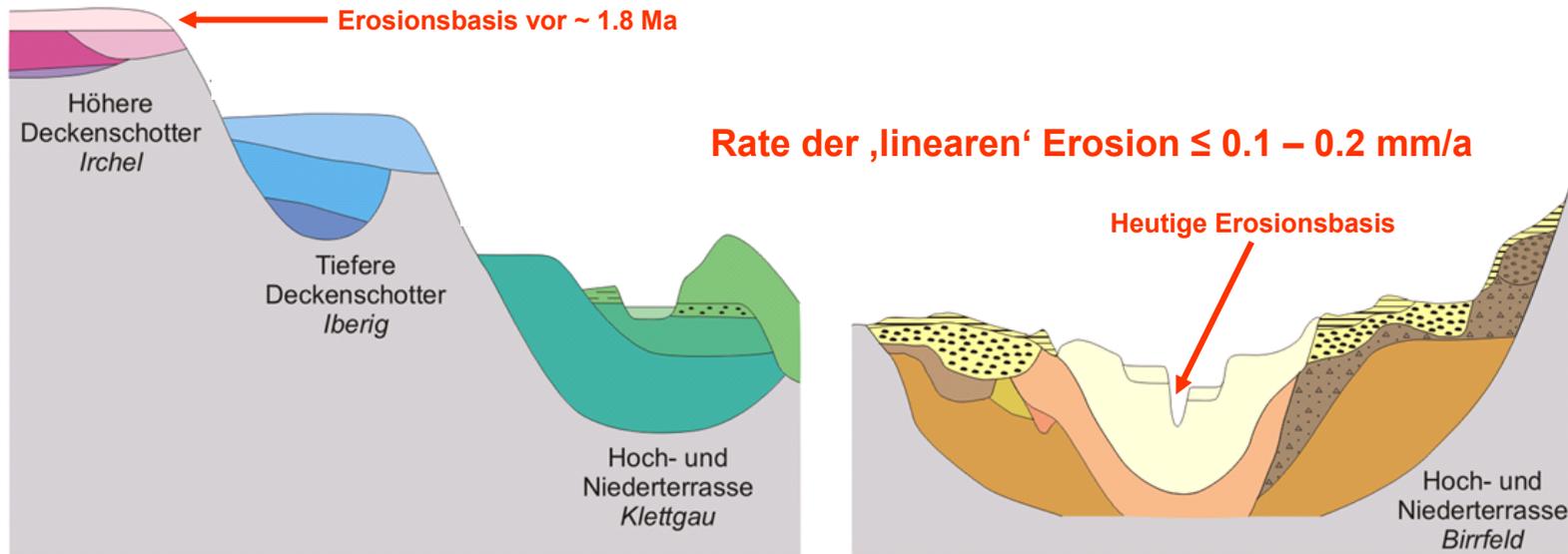


- | | | |
|------------------------------------|--|---|
| Höhere Deckenschotter (Irchel ZH) | | Obere Irchelschotter |
| | | Irchel-Dolomitschotter |
| | | Mittlere Irchelschotter |
| | | Untere Irchelschotter |
| Tiefere Deckenschotter (Iberig AG) | | Obere Iberigschotter (inkl. glazigene Anteile) |
| | | Mittlere Iberigschotter |
| | | Untere Iberigschotter (inkl. glazigene Anteile) |

- | | | |
|--|--|---|
| Hoch- und Niederterrasse (Klettgau SH) | | "Niederterrassenschotter" |
| | | Lusbüel-Komplex und Engewald-Komplex inkl. Obere Klettgauschotter |
| | | Glazi-lakustrische Serie |
| | | Mittlere Klettgauschotter |
| | | Untere Klettgauschotter |

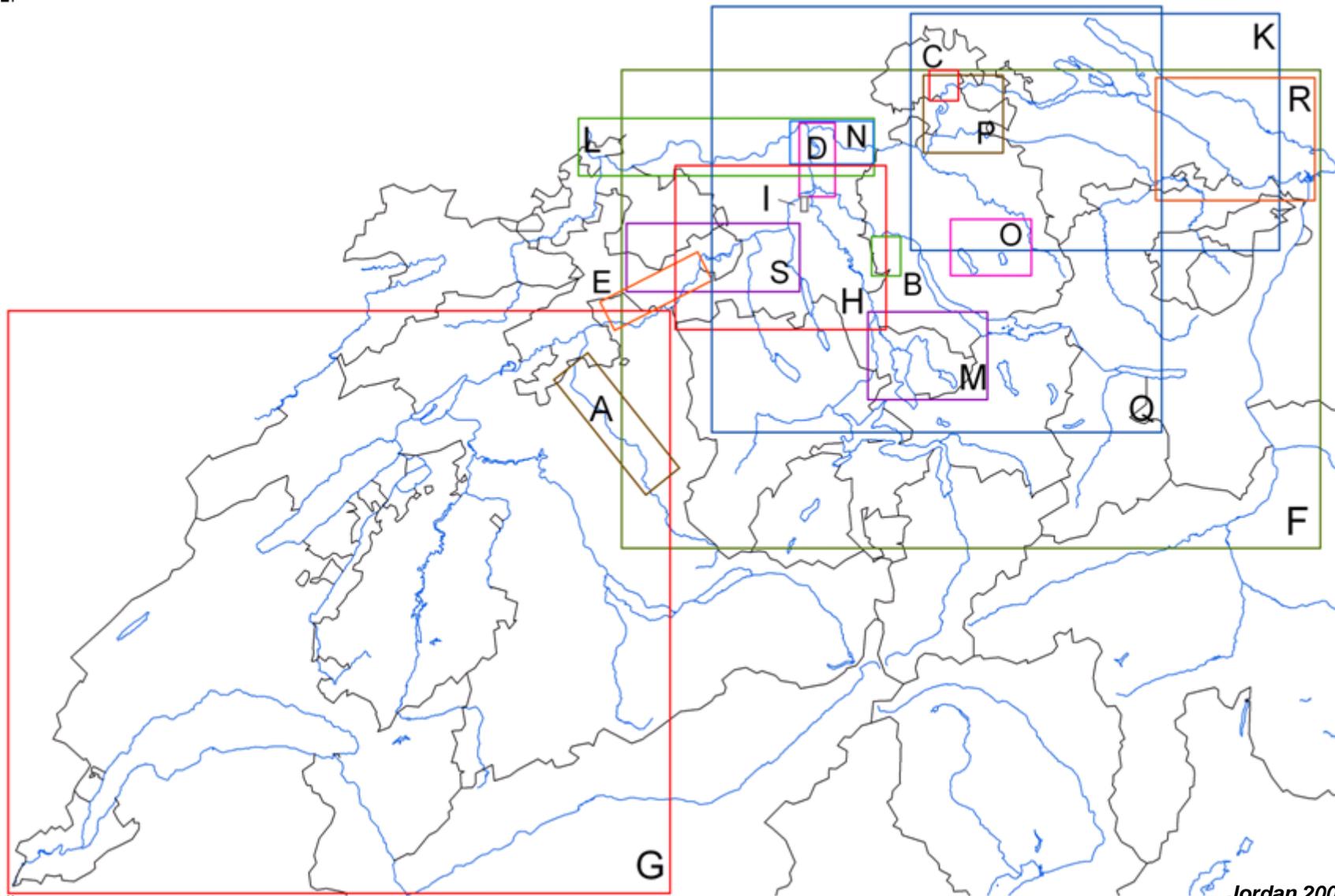
- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| Hoch- und Niederterrasse (Birrfeld AG) | | Ablagerungen des Mellinger Vorstosses |
| | | Moränen des Birmenstorfer Vorstosses |
| | | Schotter des Birmenstorfer Vorstosses |
| | | Moränen des Lindmühle-Vorstosses |
| | | "Rinnenschotter" |
| | | Untere Birrfeldschotter |
| | | Schotter des Fislisbacher Vorstosses |
| | | Moränen des Fislisbacher Vorstosses |
| | | Reusstal-Sand |
| | | Reusstal-Lehm |

Geomorphologische Studien Nordschweiz

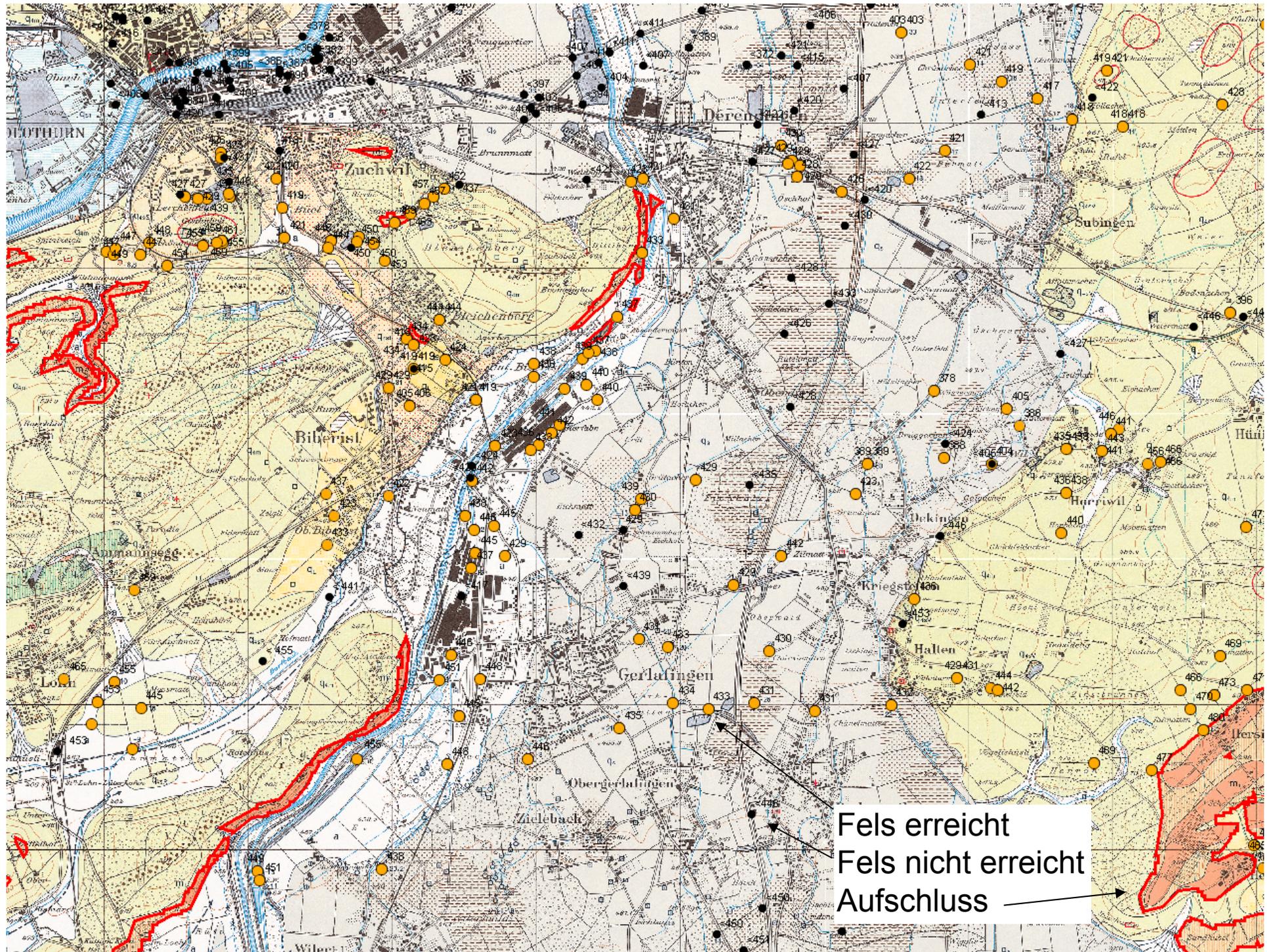


aus Müller et al. 2002, nach Graf & Müller 1999

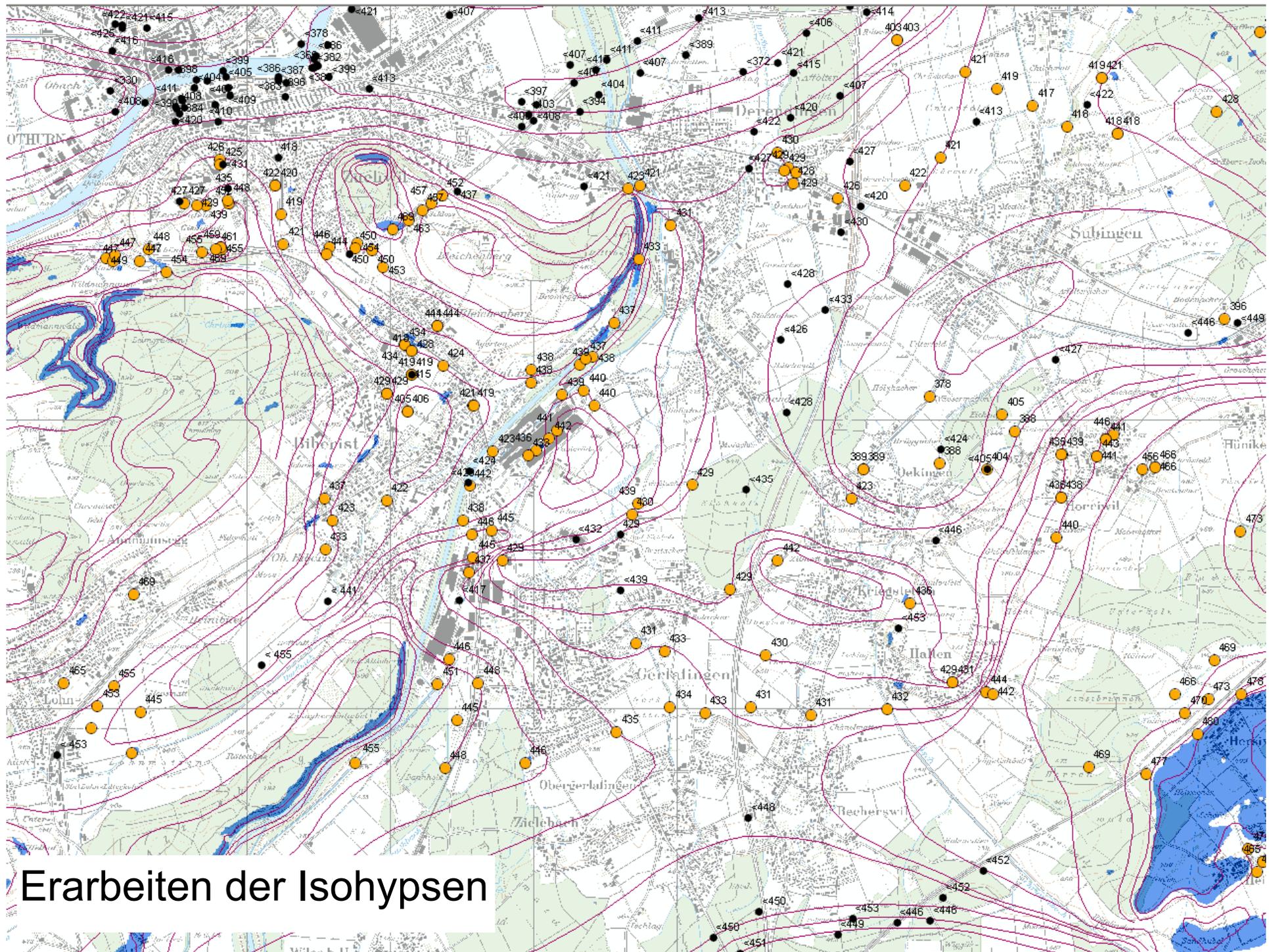
Ausgangslage Felsmodell



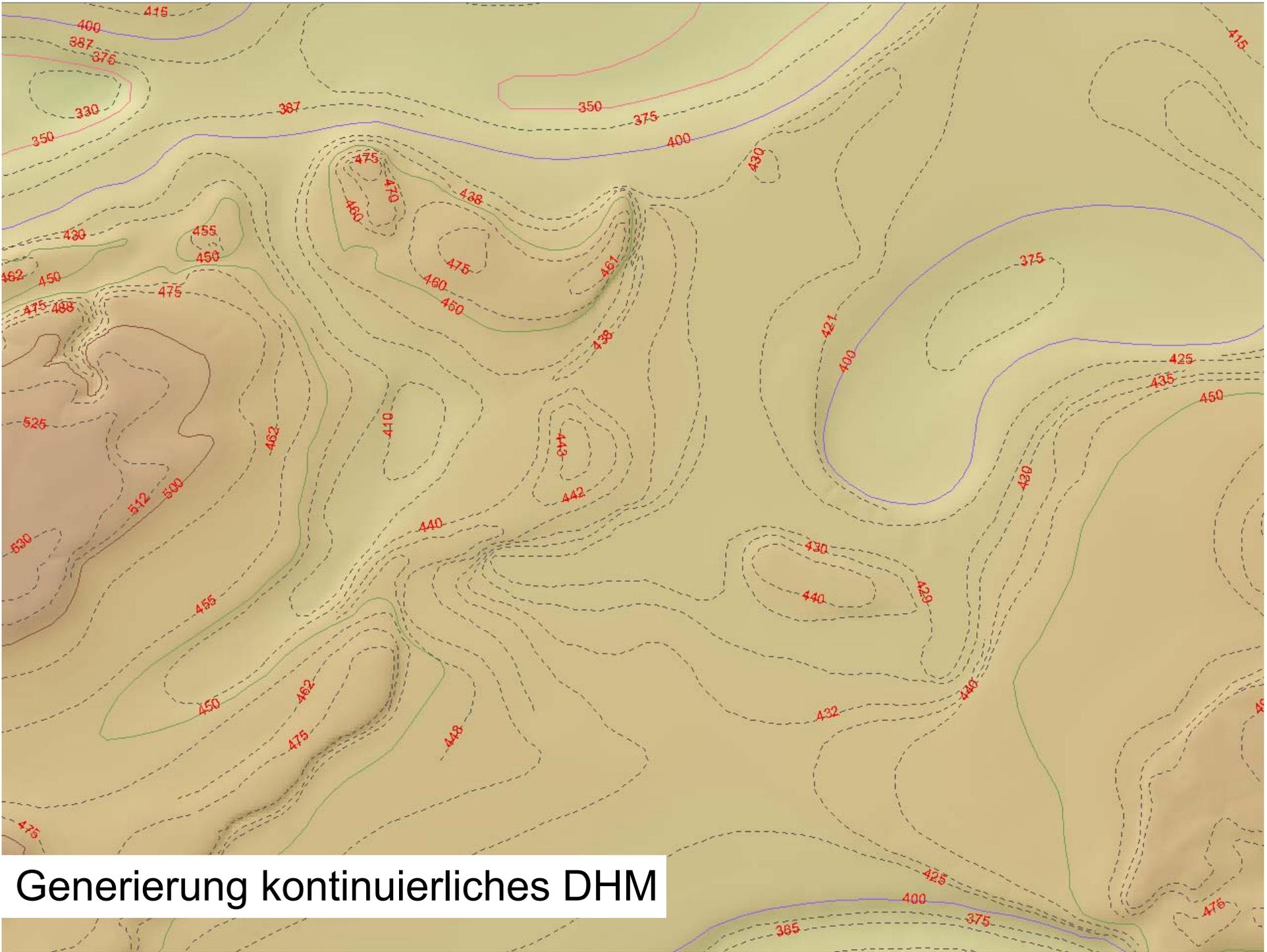
Jordan 2007



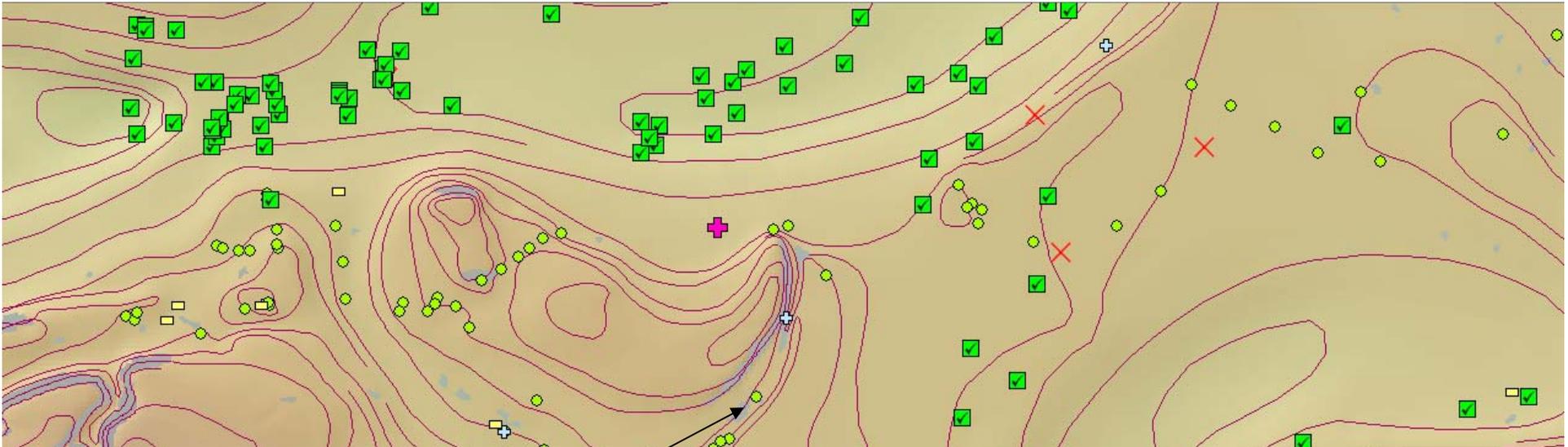
Fels erreicht
Fels nicht erreicht
Aufschluss



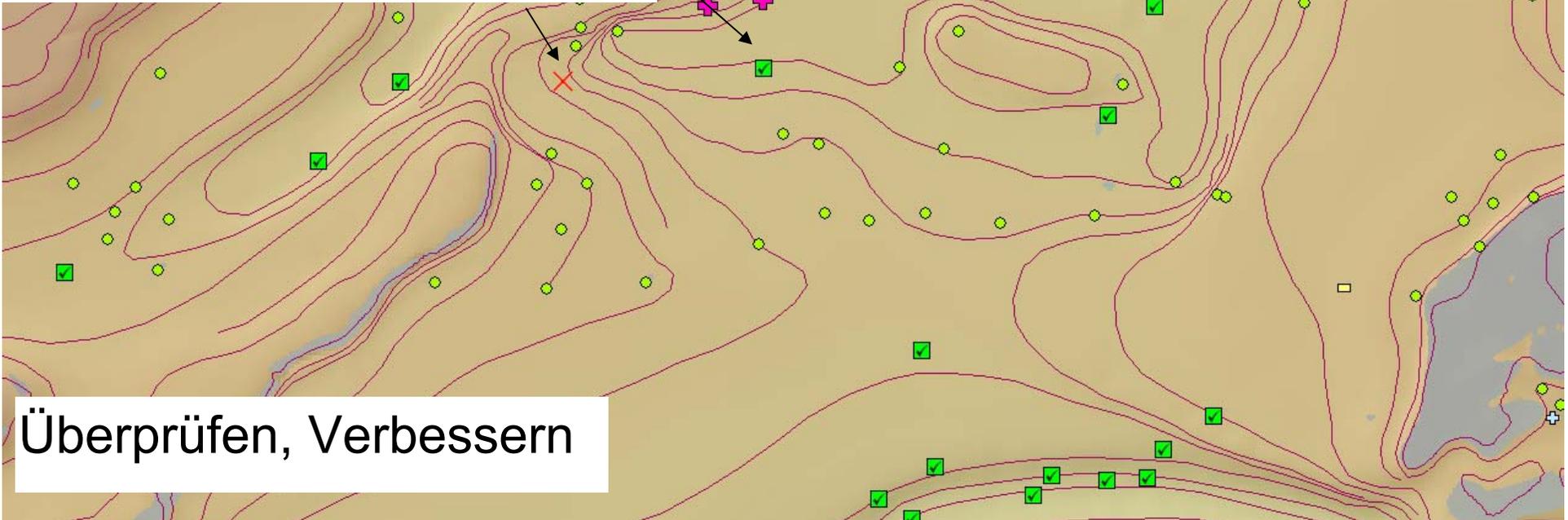
Erarbeiten der Isohypsen



Generierung kontinuierliches DHM

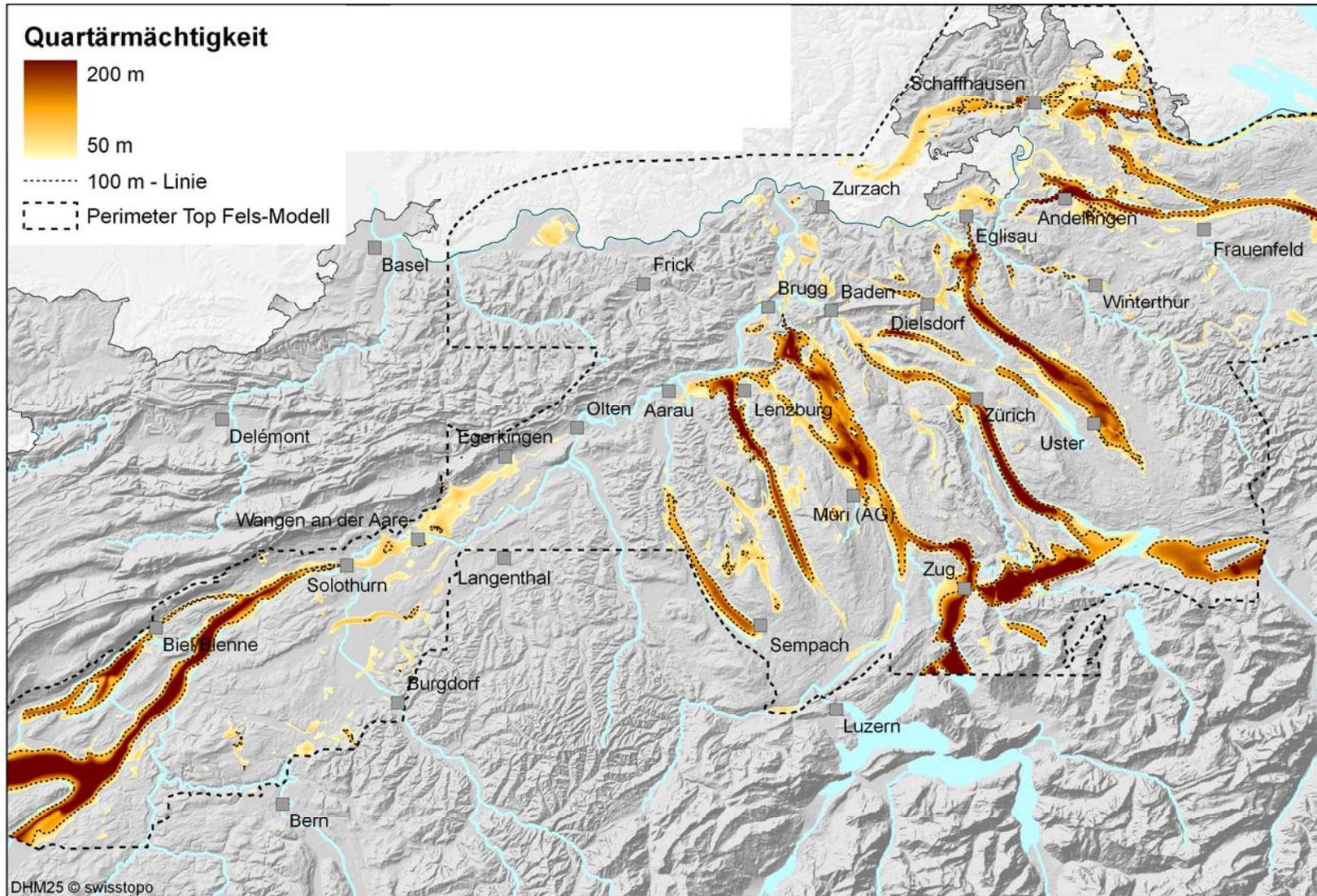


Fels erreicht OK
Fels erreicht nicht OK, DHM zu tief
Fels erreicht nicht OK, DHM zu hoch
Fels nicht erreicht OK
Fels nicht erreicht nicht OK, DHM zu hoch

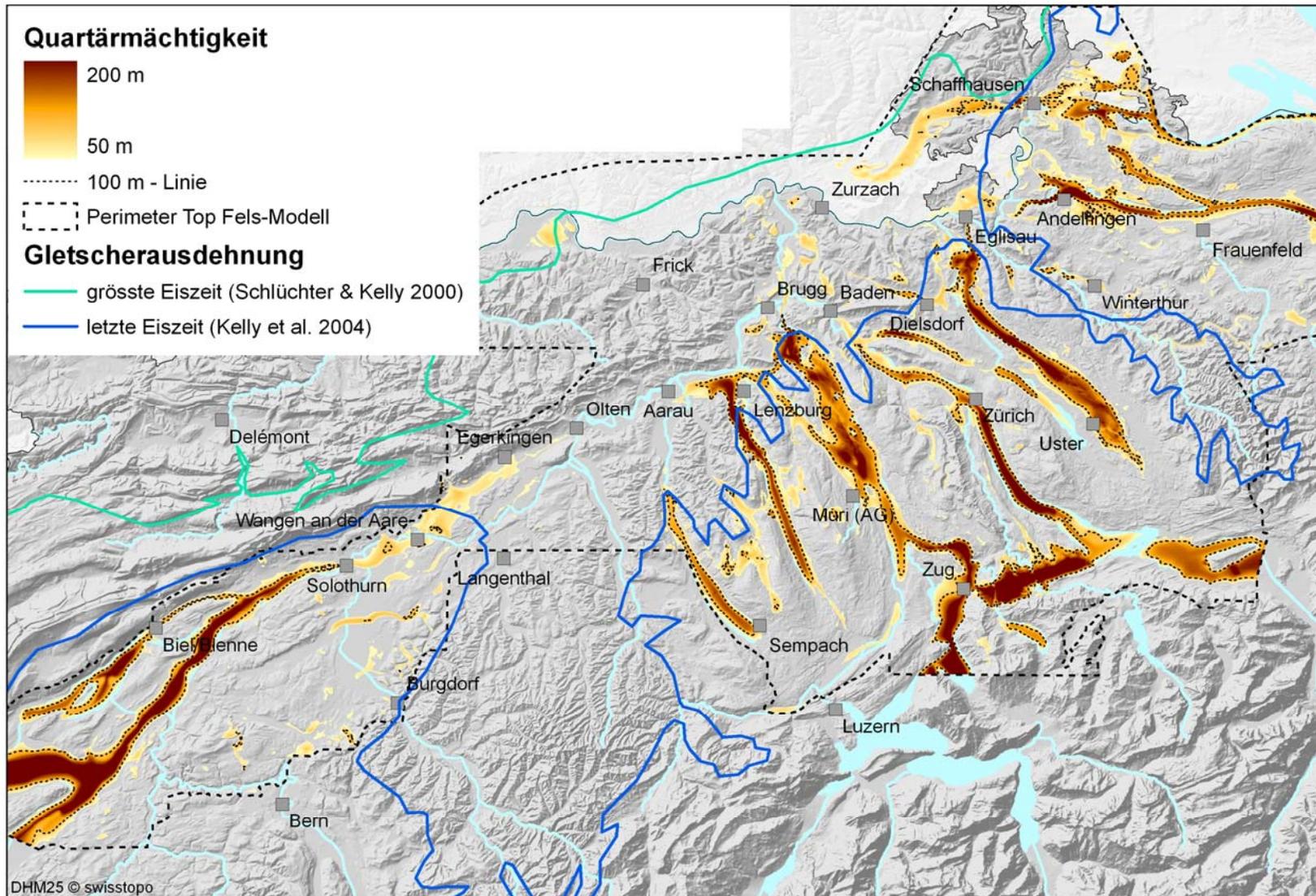


Überprüfen, Verbessern

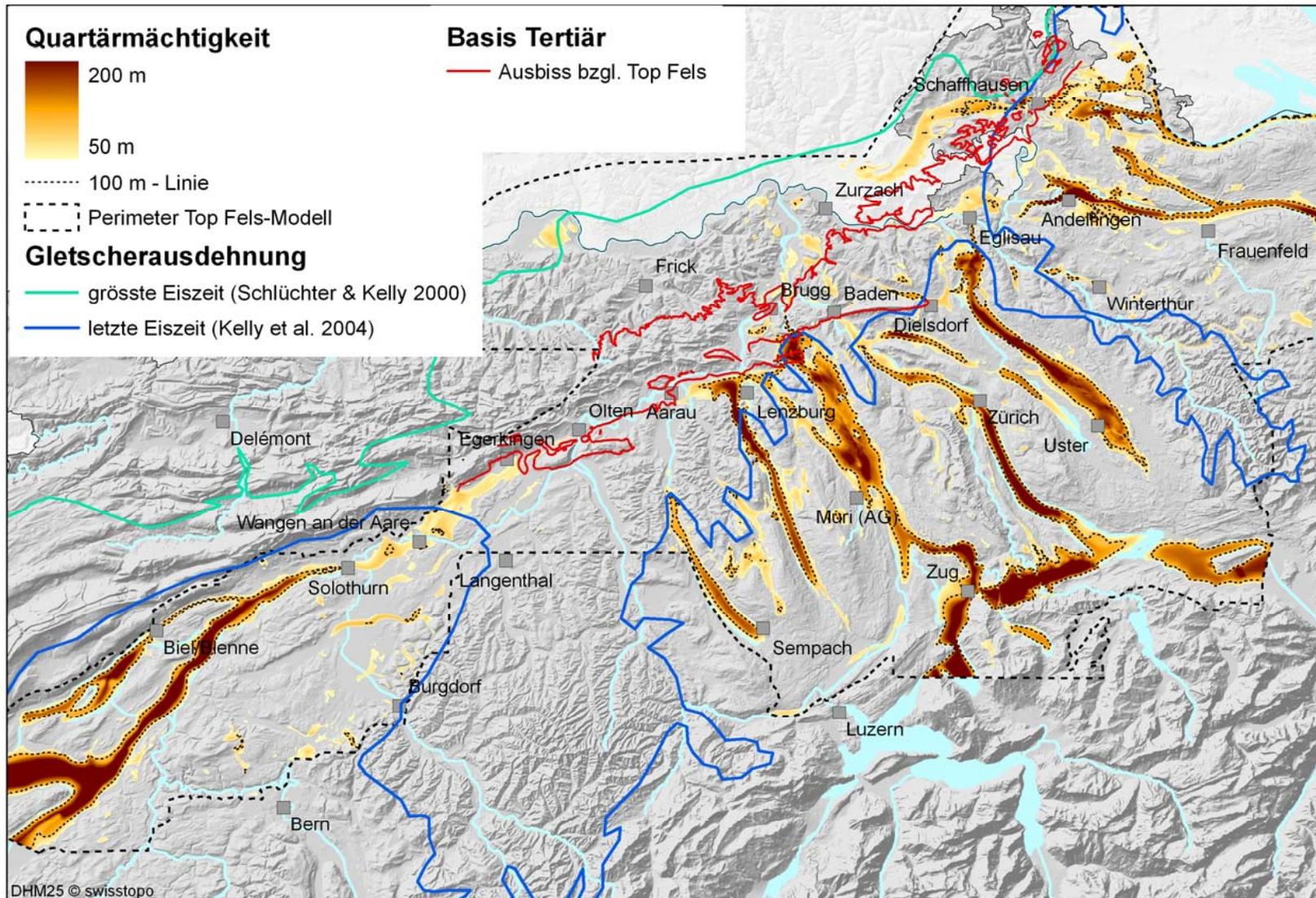
Quartärmächtigkeit zentrale und östliche N-Schweiz



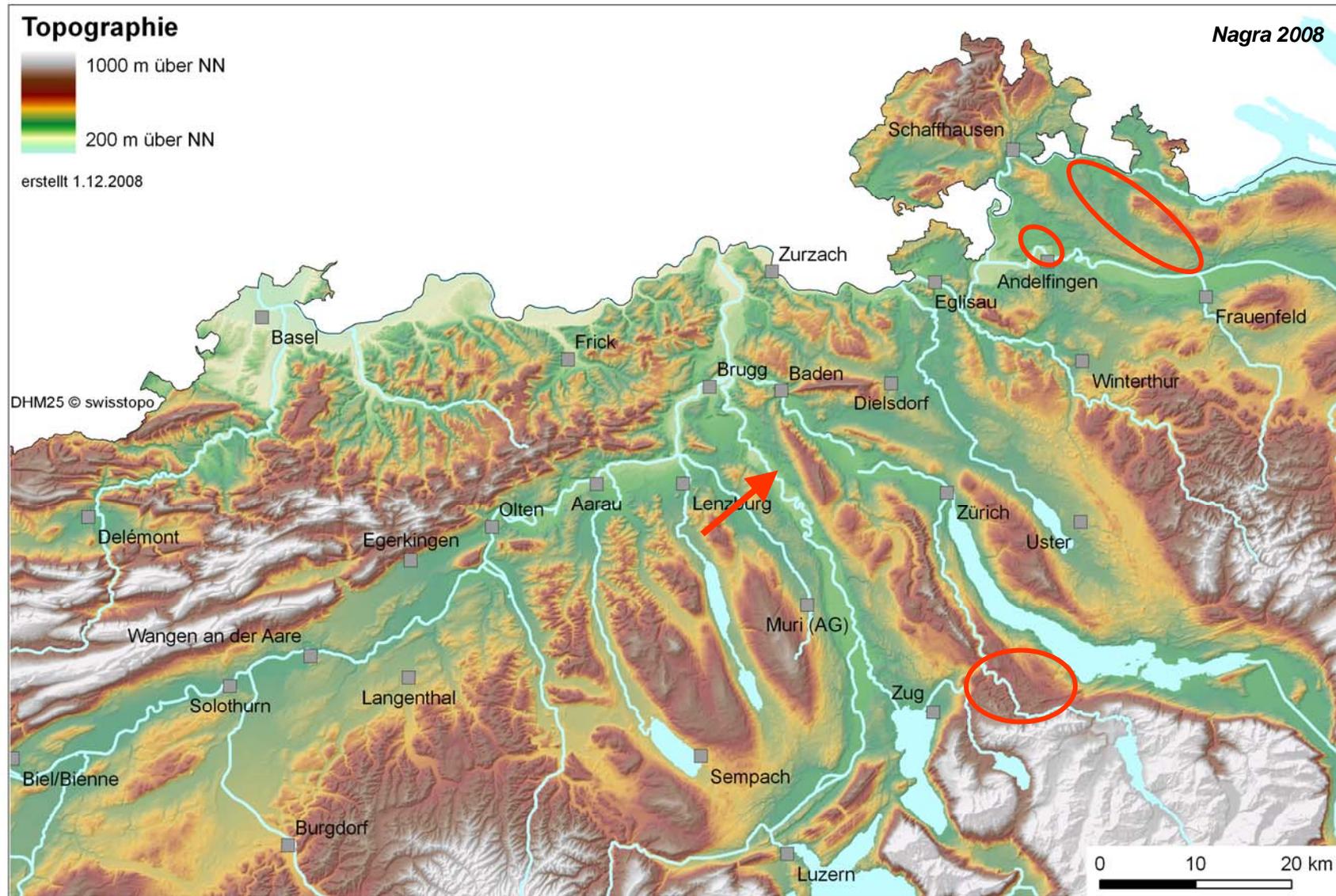
Quartärmächtigkeit und Gletscherstände



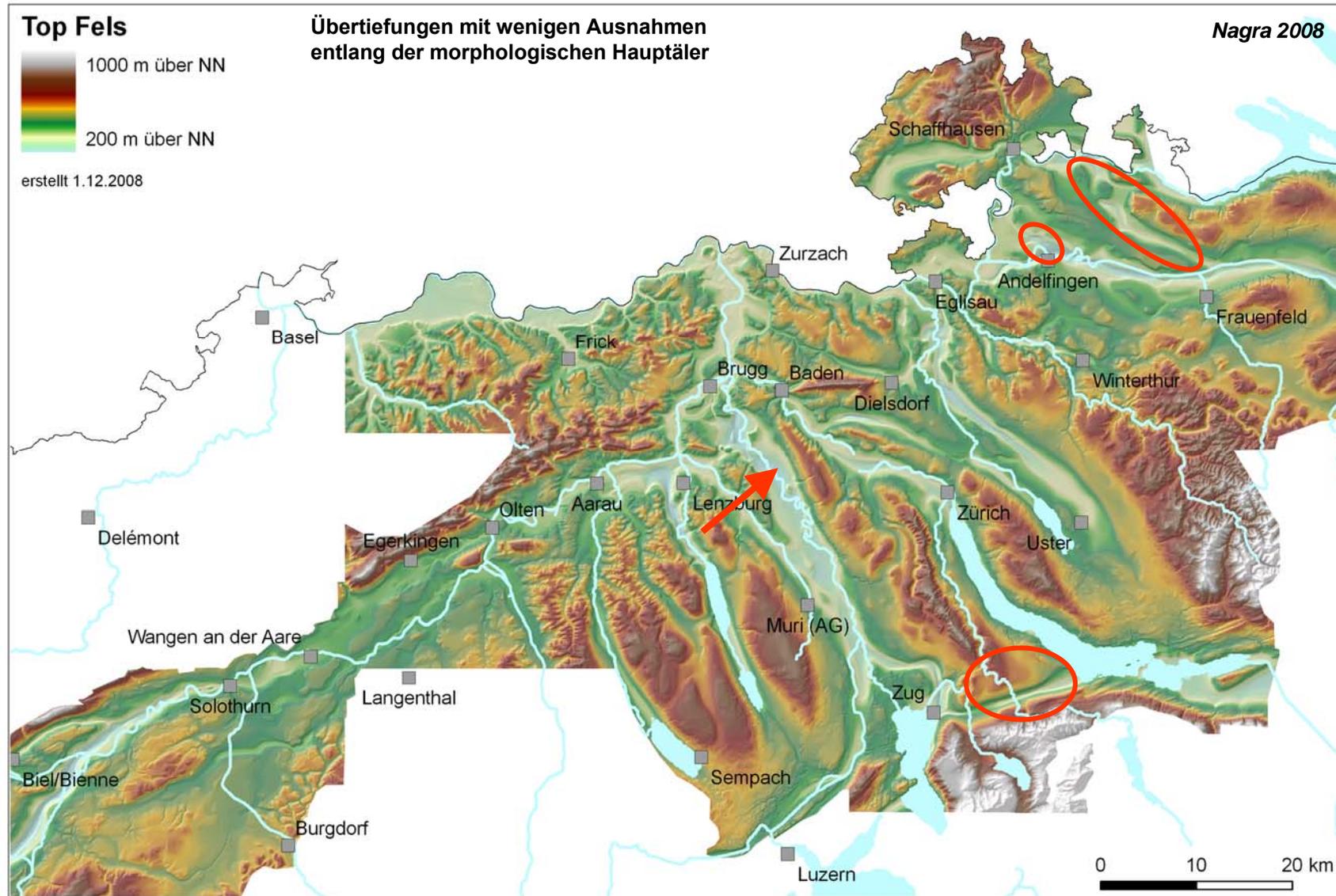
Quartärmächtigkeit, Gletscherstände & Ausbiss Top Malmkalke



Topographie (DHM 25)



Top Fels



Einfluss Erosion auf Standortgrenzen und -bewertung

Flächenhafte Erosion (HAA):

- Ausschluss des ganzen geol.-tekt. Grossraums Alpen für das HAA-Lager (u.a. wegen grosser Hebungsrate)
- Tiefenlage für das HAA-Lager ≥ 400 m *unter Oberkante Terrain*

Glaziale Tiefenerosion (HAA):

- Tiefenlage für das HAA-Lager ≥ 400 m *unter Oberkante Fels*
- Zuschlag von 100 m im Bereich von tiefen Felsrinnen
- Bewertungsbonus für Gebiete ausserhalb morphologischer Haupttäler
- Bewertungsbonus für besonders grosse Wirtgesteinsüberdeckungen (unter Oberkante Fels)

Beispiel Standortgebiet Zürcher Weinland

Geol. Standortgebiet



Regionale Störungszonen

- Abschiebung
- Störung allgemein
- Ueberschiebung
- Sicherheitsabstand von reg. Störungszonen

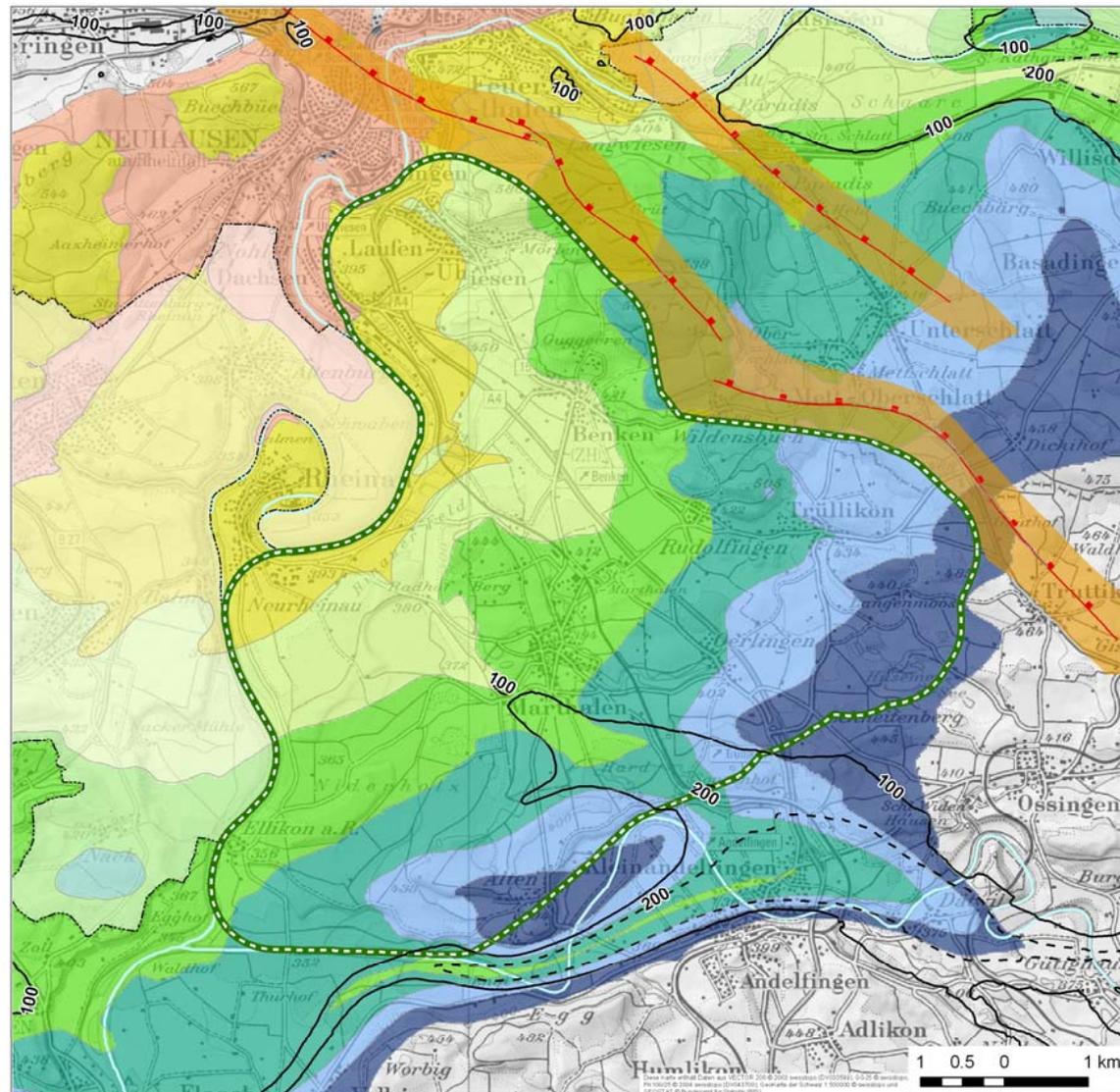
Übertiefe Felsrinnen

Quartärmächtigkeit

- 100 m
- 200 m

Opalinuston (Mitte) unter Top Fels

- 300 - 400 m
- 400 - 500 m
- 500 - 600 m
- 600 - 700 m
- 700 - 800 m
- 800 - 900 m
- 900 - 1'000 m



erstellt 20.1.2009

Fragen und geplante Arbeiten

Wie, wo und warum leistet ein Gletscher Tiefenerosion?

- Literatur-Review betreffend Prozessverständnis (state of the art).
Falls erfolgsversprechend Modellierungen
- fortlaufendes Verbessern der 'Top Fels'-Karte

Zusammenfassung und Ausblick II

Wann entstanden die übertieften Talrinnen im Molassefels? Wie wurden die übertieften Täler wieder gefüllt?

Welche Informationen liefert uns das Archiv „Talfüllungen“, welche Szenarien lassen sich daraus für die Zukunft ableiten?

- Unterstützung Forschungsbohrung Wehntal (von besonderem Interesse: Alter der Sedimente, Verbesserung der Methodik & Aufbau von Wissen im Hinblick auf zukünftige, auch standortspezifische Untersuchungen)
- Förderung von Datierungsarbeiten (Terrassen, Talfüllungen), Unterstützung von weiteren Forschungsbohrungen

Zusammenfassung und Ausblick III

Geht die Vorstossweite der Vorlandgletscher systematisch zurück?

Wie belastbar sind Modelle von Kohlenstoffzyklen, die eine verlängerte künstliche Warmzeit postulieren?

→ Bei der geologischen Tiefenlagerung muss die ganze Bandbreite betrachtet werden



**besten dank
für ihre aufmerksamkeit
nagra.**