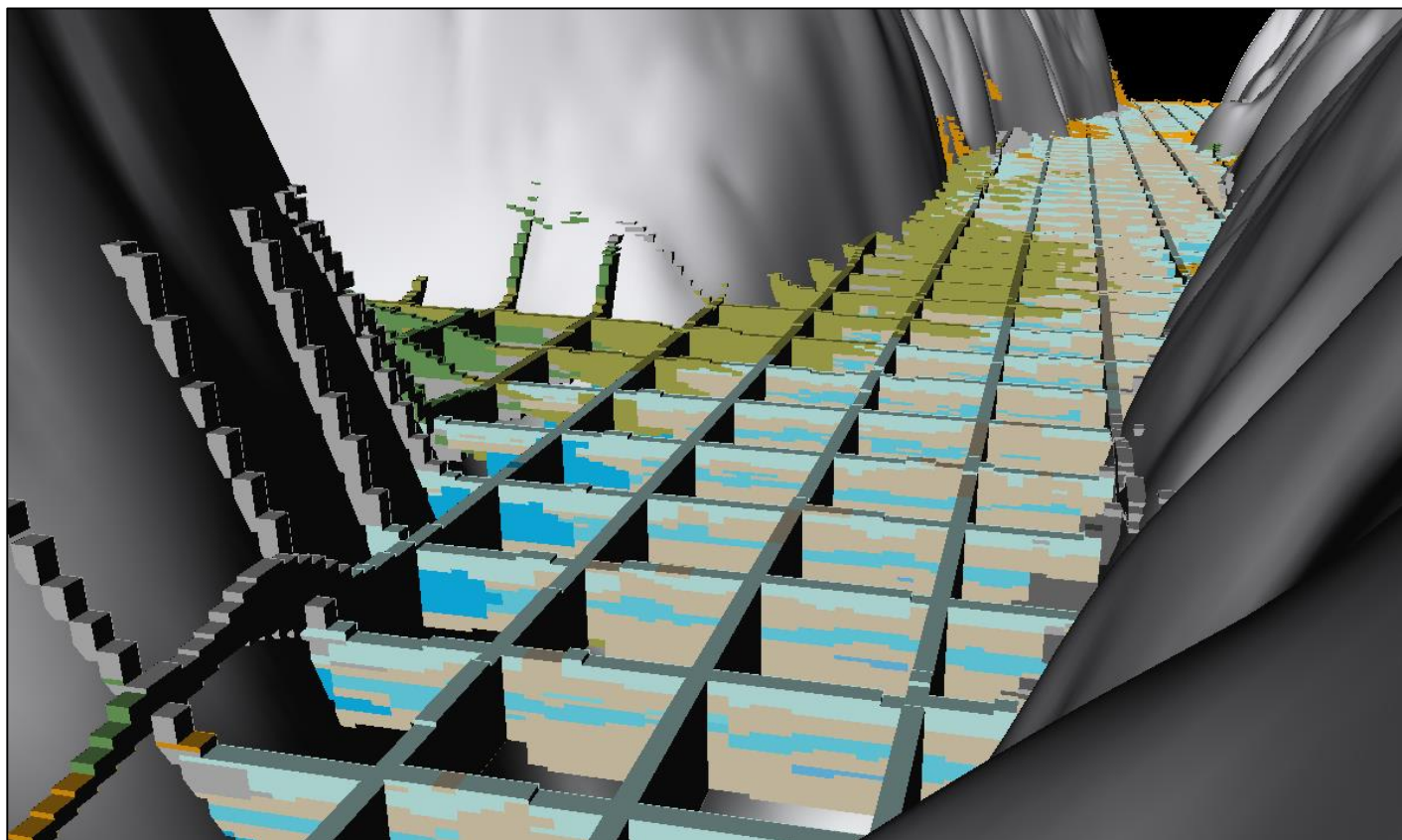




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

GeoQuat – 3D-Informationssystem der quartären Lockergesteine **GeoQuat – Système d'information 3D des dépôts meubles**

22.06.2017 - Workshop 3D-Modellierung des Rhonetals, Visp

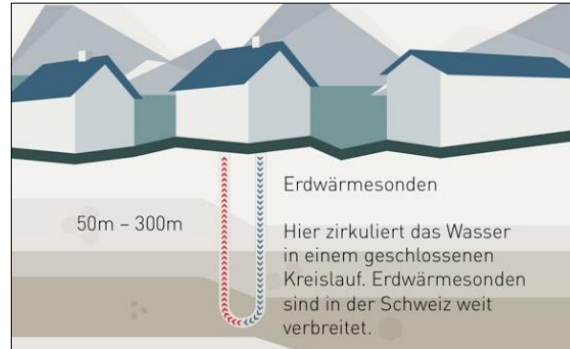
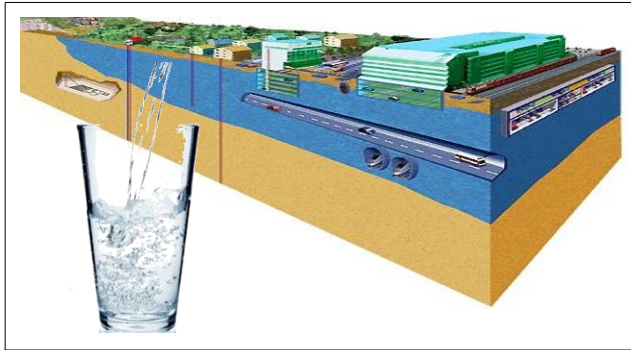




Untergrundnutzungen / Utilisations du sous-sol

In der Schweiz betreffen rund 90% der Untergrundnutzungen die quartären Lockergesteinsschichten:

En Suisse, les dépôts meubles quaternaires contiennent environ 90% des besoins du sous-sol:



- Etwa **die Hälfte des Trinkwassers** stammt aus Lockergesteins-Aquiferen.
- **Nahezu alle Geothermie-Bohrungen** durchqueren quartäre Lockergesteinsschichten.
- Der Grossteil **der Bautätigkeit** (Siedlungs- und Verkehrswegebau) erfolgt in/auf quartären Lockergesteine.
- Environ **la moitié des réserves d'eau potables** se trouvent au sein des dépôts quaternaires.
- **Presque tous les forages/sondes géothermiques** traversent les couches du sous-sol quaternaire.
- Une grande partie **des travaux de construction** prend place sur/dans ces dépôts (Bâtiment et voies de communication).



Untergrundnutzungen / Utilisations du sous-sol

In der Schweiz betreffen rund 90% der Untergrundnutzungen die quartären Lockergesteinsschichten:

En Suisse, les dépôts meubles quaternaires contiennent environ 90% des besoins du sous-sol:



- Die quartären Ablagerungen bilden die Hauptquelle der mineralischen Rohstoffe (Kiese und Sande)
- Die Internstruktur der quartären Ablagerungen hat einen grossen Einfluss auf die Einwirkung von Erdbeben auf bestehende Bauten (=> Baugrundklassen / Seismische Mikrozonierung)

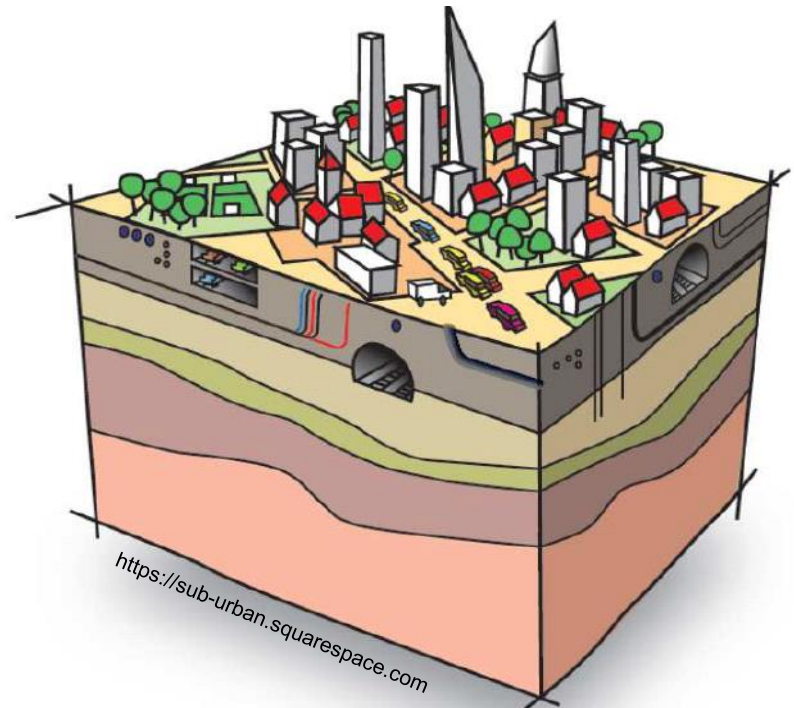
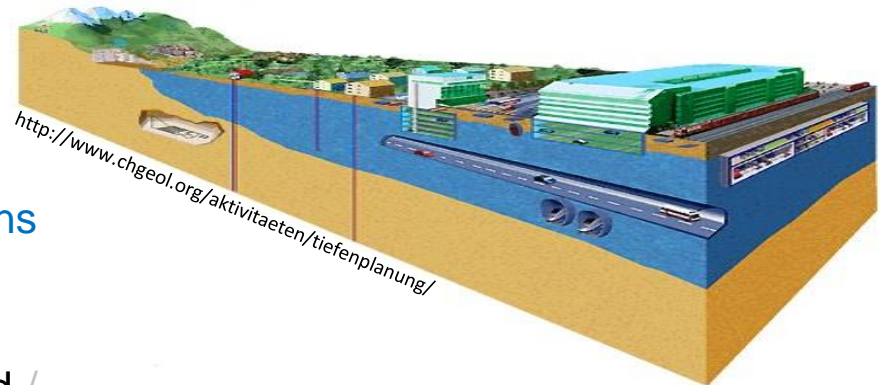
- Les dépôts quaternaires forment la source principale des ressources minérales (graviers et sables).
- La structure interne des dépôts quaternaires a une grande influence sur l'impact des tremblements de terres sur les constructions et ouvrages en place (=> classes des sols de fondations/microzonation sismique)



Vielzahl von Nutzungen im untiefen Untergrund

Multiplicité des utilisations dans le sous-sol peu profond

- ⇒ Es bestehen **Nutzungskonflikte** im untiefen Untergrund. /
Existence de **conflits d'utilisation** dans le sous-sol peu profond.
- ⇒ Notwendigkeit für **Koordination der Nutzungen** im untiefen Untergrund /
Coordination des utilisations nécessaire dans le sous-sol peu profond.





Partner, Projektbeteiligte / Partenaires, parties prenantes

- **Bundesstellen / Organes fédéraux:**

swisstopo → Projektleitung / -mitarbeit / [Conduite du projet](#) / -collaboration
→ Mitfinanzierung / [Co-financement](#)
→ Know-How Gravimetrie (Geodäsie) und Datenmanagement / 3D (LGD, KOGIS) / [Know-How Gravimétrie \(Géodésie\) et gestion des données](#) / 3D (LGD, KOGIS)
→ Datenlieferant / [Fournisseur de données](#)

BFE → [Mitfinanzierung](#) / [Co-financement](#)

BAFU → [Mitfinanzierung](#) / [Co-financement](#)

- **Kantone / Cantons:**

AG, BE, VS, OW, NW, SZ, ZG, LU, SG, GE → [Datenlieferanten](#) / [Fournisseurs de données](#)

- **Private / Secteur privé:**

Nagra → [Datenlieferanten](#) / [Fournisseur de données](#)

Holcim → [Datenlieferanten](#) / [Fournisseur de données](#)



- **Kommissionen & Universitäten / Commissions & Universités:**

SGPK / SGTK → [Datenlieferanten](#) / [Fournisseurs de données](#)

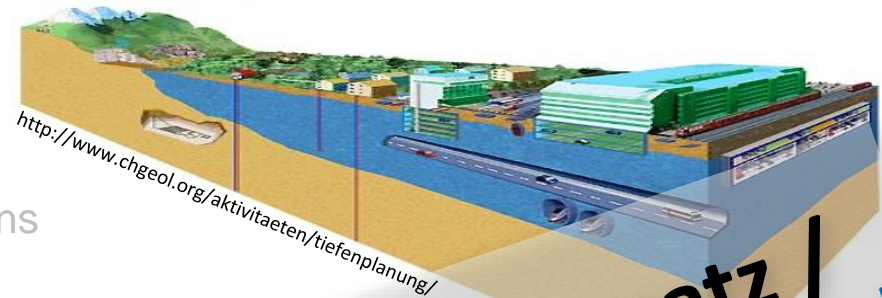
UNIBE / ETHZ → [Knowhow-Transfer](#) / [Transfert des connaissances](#)



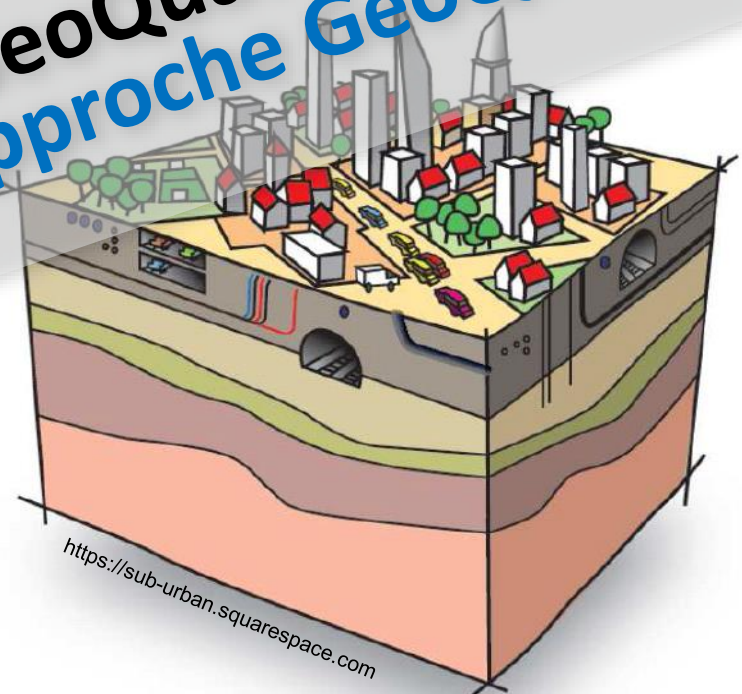
Vielzahl von Nutzungen im untiefen Untergrund

Multiplicité des utilisations dans le sous-sol peu profond

- ⇒ Es bestehen **Nutzungskonflikte** im untiefen Untergrund. /
Existence de **conflits d'utilisation** dans le sous-sol peu profond.
- ⇒ Notwendigkeit für **Koordination der Nutzungen** im untiefen Untergrund /
Coordination de ces **utilisations** nécessaire dans le sous-sol peu profond.
- ⇒ **Voraussetzung: Verfügbarkeit von einheitlich strukturierten Lockergesteinsdaten**
Prérequis: données géologiques quaternaires homogènes, structurées et disponibles.



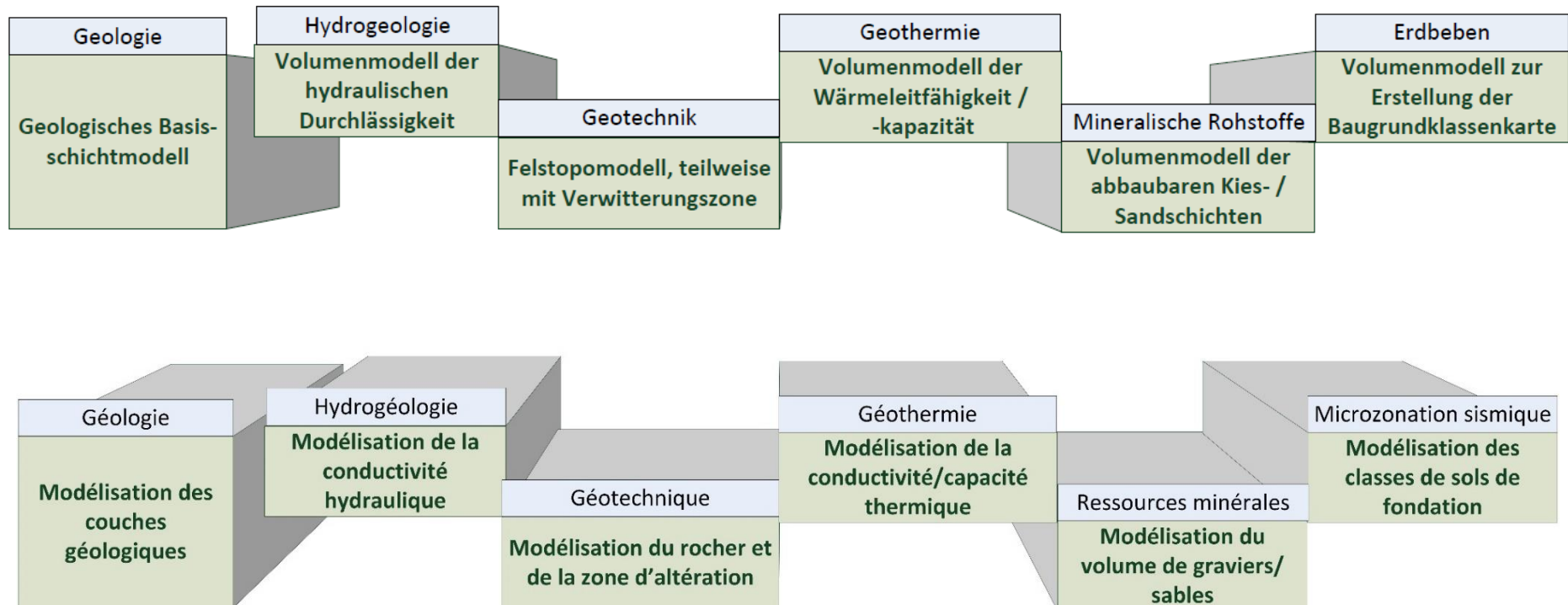
GeoQuat-Ansatz /
Approche GeoQuat !





Modelle für die verschiedenen Anwendungsbereiche

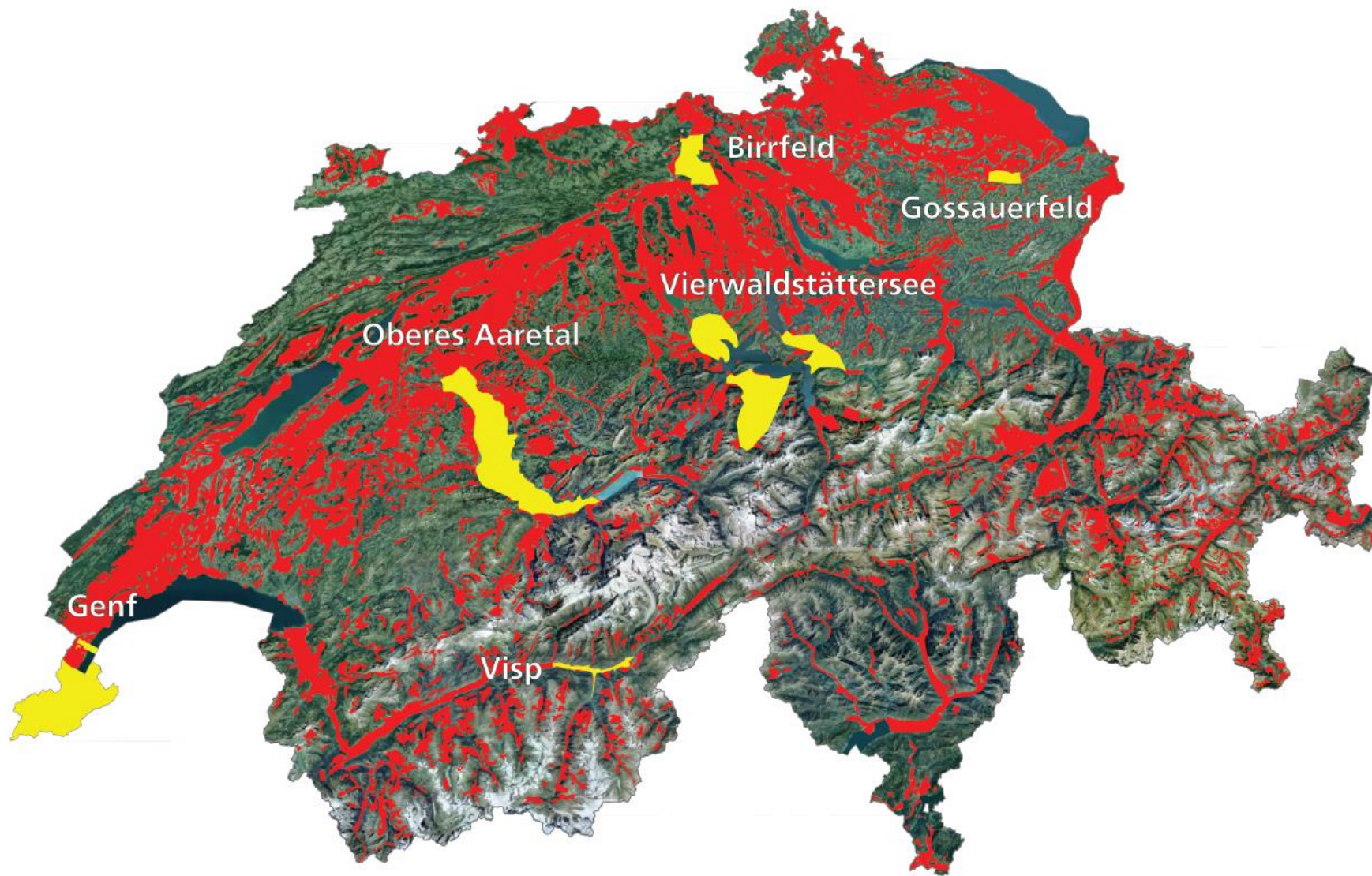
Modèles pour les différents domaines d'application





Pilotregionen

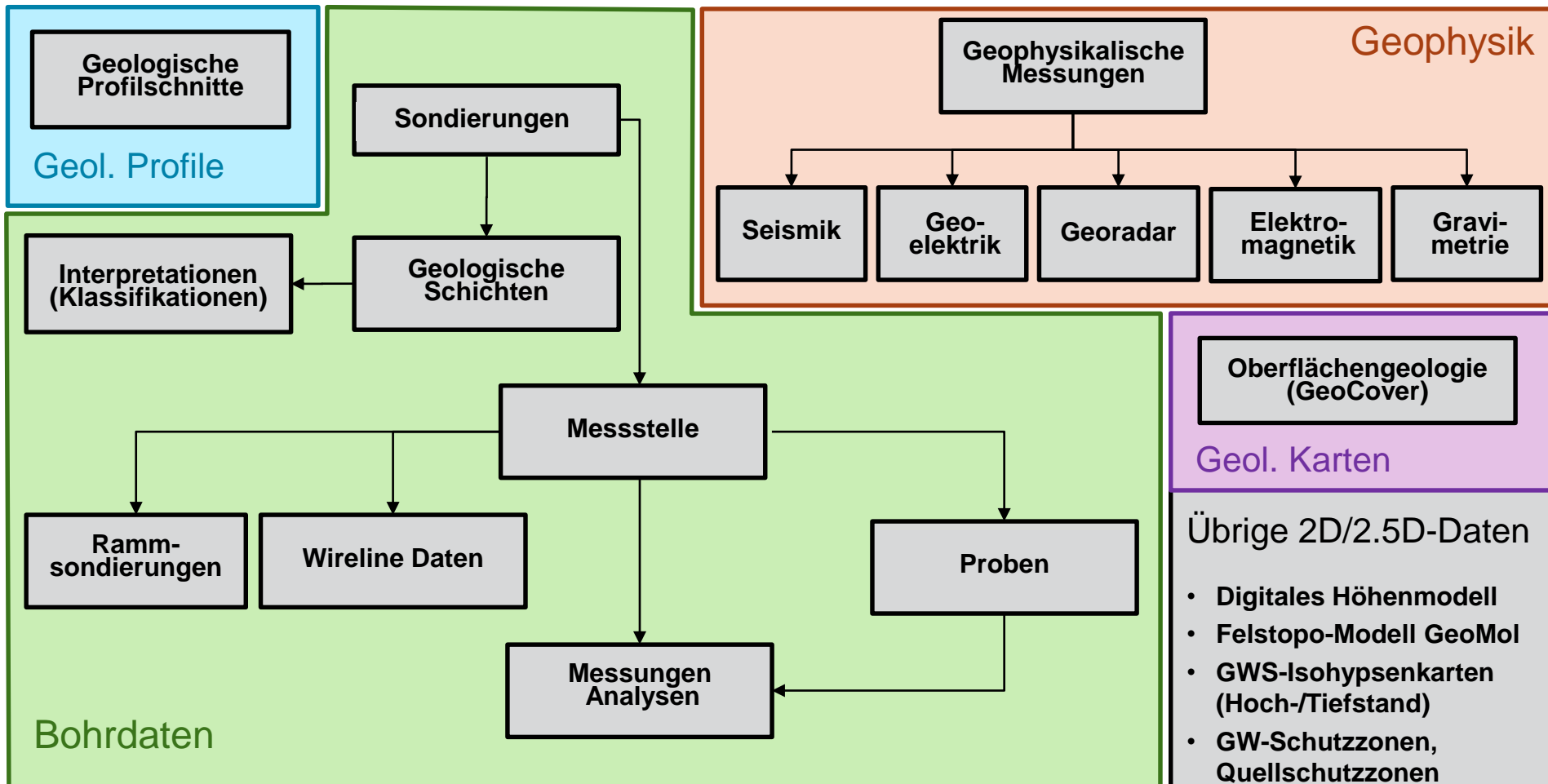
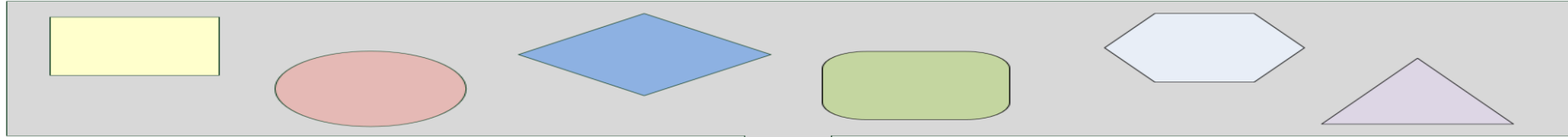
Régions-Pilotes





Recherche, Erfassung und Interpretation von verfügbaren Daten

Recherche, saisie et interprétation des données disponibles





Erfassung, Interpretation & Haltung von Lockergesteinsdaten

Saisie, interprétation et enregistrement des données quaternaires

• Heterogene Schichtdaten / Données de couches hétérogènes

Tiefe b OK-T	Profil	Labor Nr.	Beschreibung des Bohrgutes	USCS (Feldkl.)	Geologie
0.55			Oberste 10cm Humus, dann Blöcke mit Sand und Kies, kantig. Bei 55cm Flies.	-	R
2.20			Siltiger Feinsand ohne Kies. Mit wenig organischen Beimengen. Farbwechsel von braun nach grau-schwarz bei 1 - 1.1m.	SM	
4.00			Kiesiger Silt mit Sand und Blöcken. Komponenten kantig, fast schwarzes Material z.T. leicht tonig.	ML	
			Toniger Silt bis siltiger Ton mit wenig Kies. Komponenten kantig		



Schweizer Norm
Norme Suisse
Norma Svizzera



- Daten-Homogenisierung gemäss Schweizer- und Europäischen Normen → Integration in GeODin
- Homogénéisation des données selon les normes suisses et européennes → Intégration dans GeODin

Litho. Parameter:

- Plastizität ?
- Lag. Dichte ?
- Konsistenz ?
- Feuchtigkeit ?

Litho. Beschreibungen:

- Grösse ?
- Quantität ?
- Farbe ?

Fels- Zustand:

- gesund ?
- verwittert ?



GeoQuat Bohr DB



GeODin Bohr DB

GeODin Software

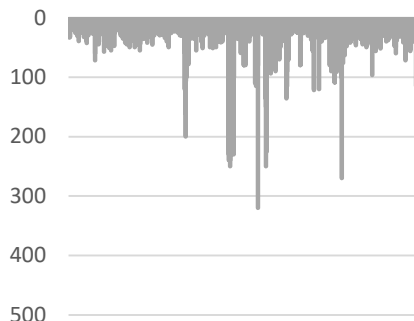




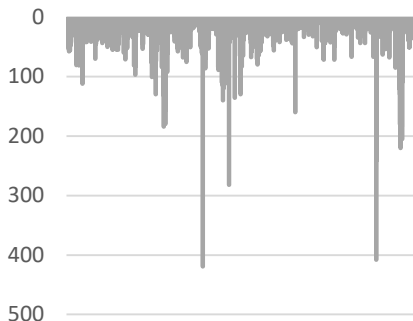
Statistik der Datenerfassung

Statistiques de la saisie de données

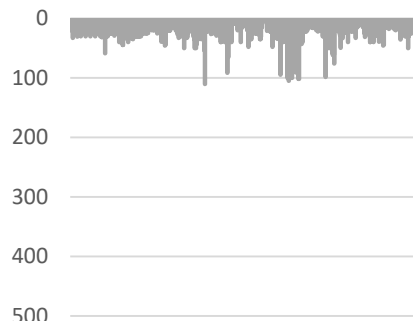
Aaretal



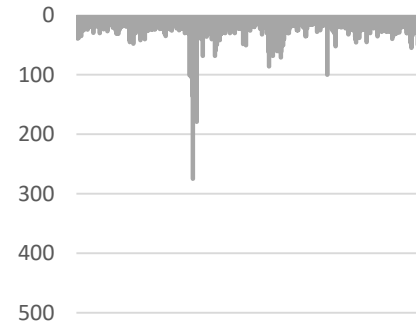
Birrfeld



Visp



Vierwaldstättersee



Anzahl Bohrungen

3'280

Gesamtlänge
der Bohrungen (m)

60'215

Anzahl Schichten

36'275

1577

37'230

19'830

788

17'955

11'674

741

15'423

8'120

Stand der Arbeit in die verschiedenen Pilotregionen

Stade actuel du travail dans les différentes régions-pilotes

	Aaretal	Birrfeld	Visp	Vierwald- stättersee	St-Gallen	Genf
Erfassung Bohrungen	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Schichterfassung	100%	100%	100%	100%	100%	10%

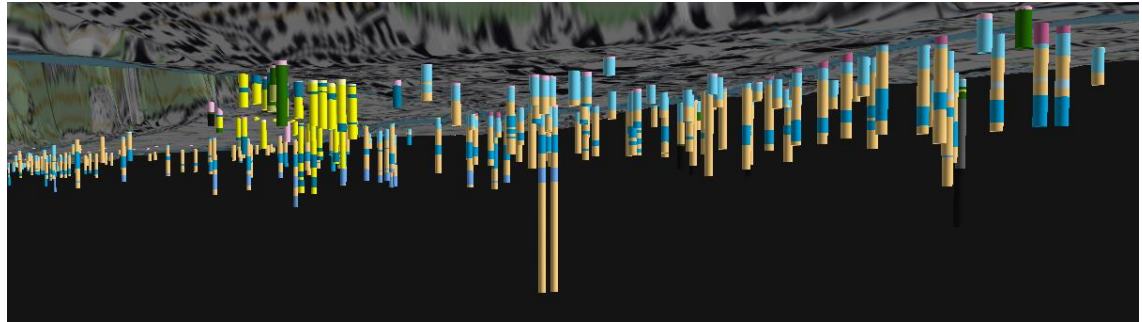
Interesse / Intérêts



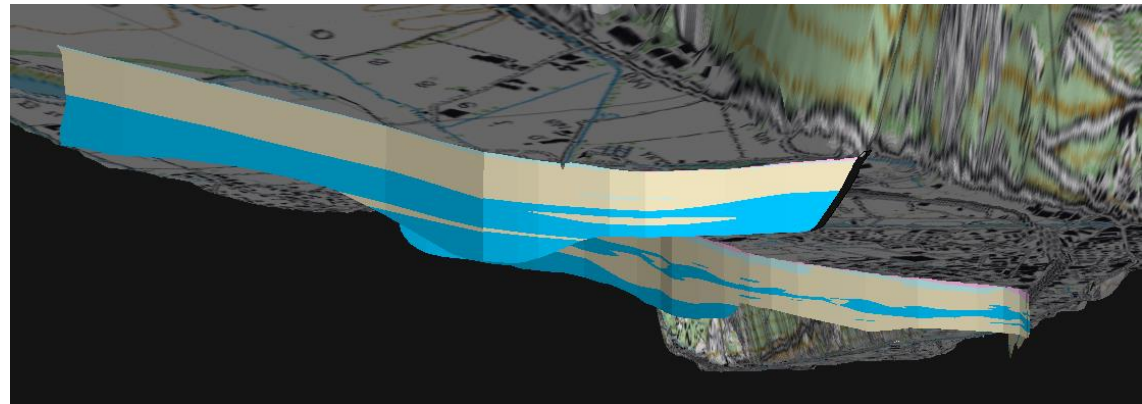
Verwendete Inputdaten für Visp

Données de base appliquées à Viège

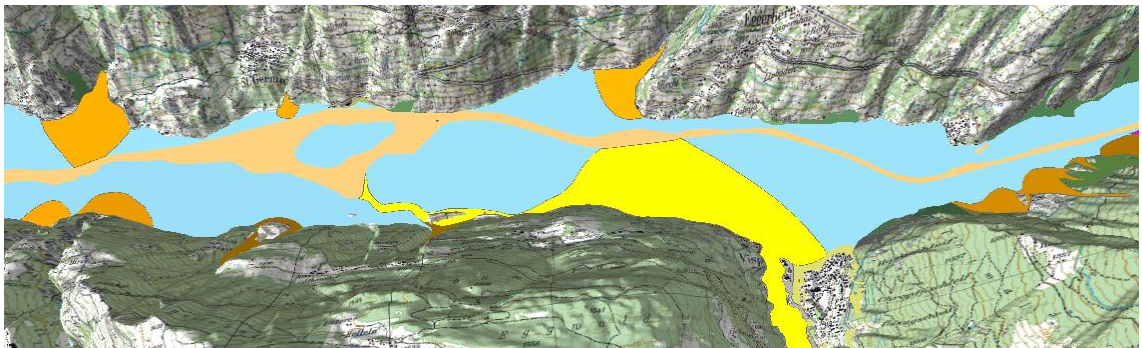
Bohrungen
Forages



Geologische Profilschnitte
Coupes géologiques



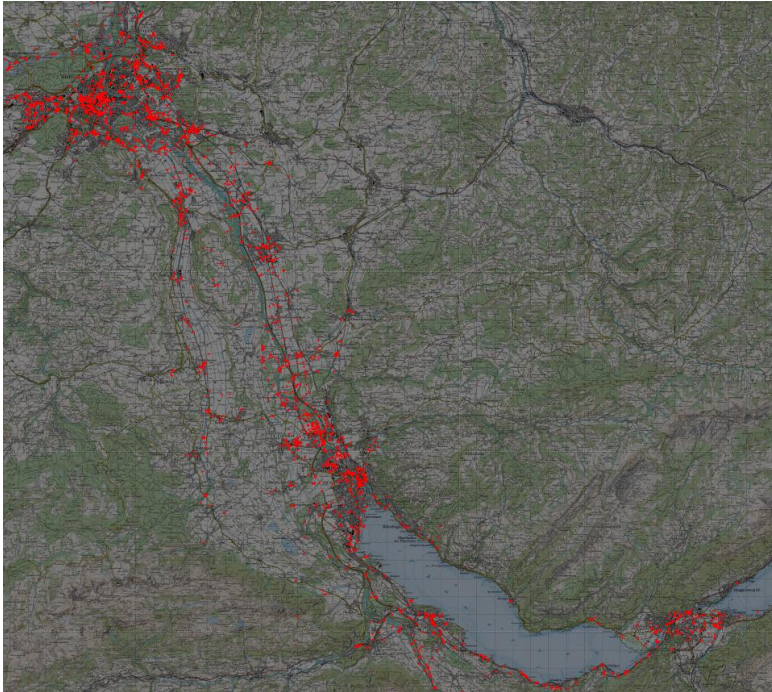
Oberflächengeologie
(GeoCover)
Géologie de la surface
(GeoCover)



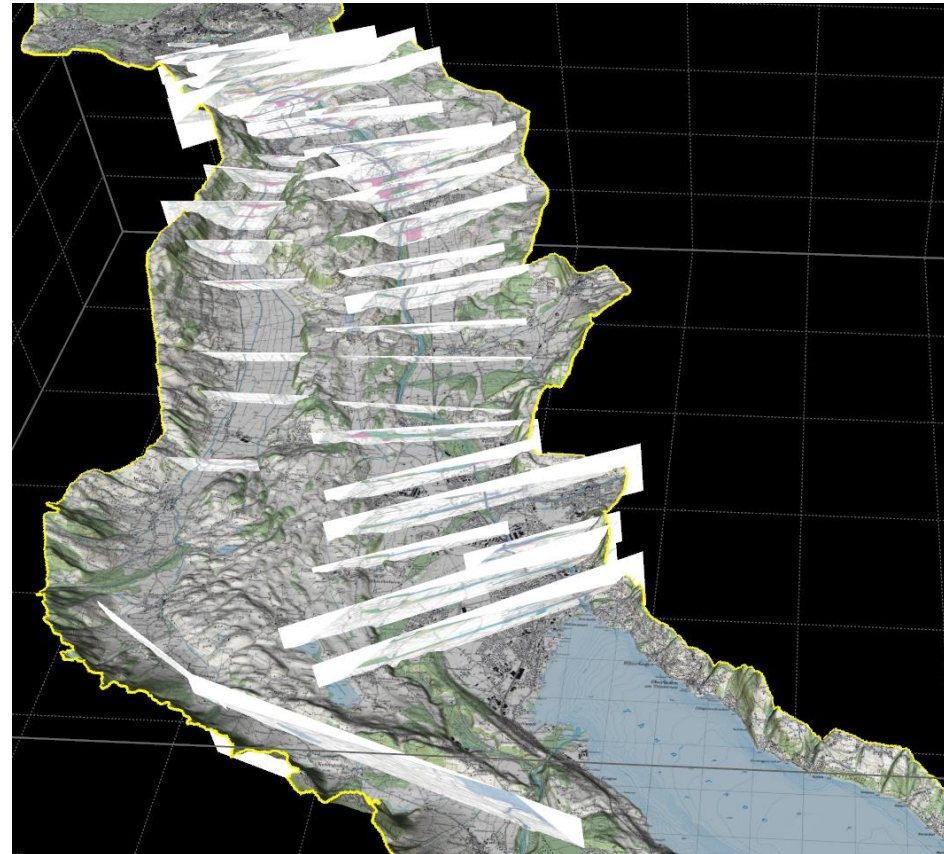


Verwendete Inputdaten für Oberes Aaretal (Bern-Interlaken)

Données de base appliquées pour Vallée de l'Aar (Berne-Interlaken)



Bohrungen
Forages



Geologische Profilschnitte
Coupes géologiques

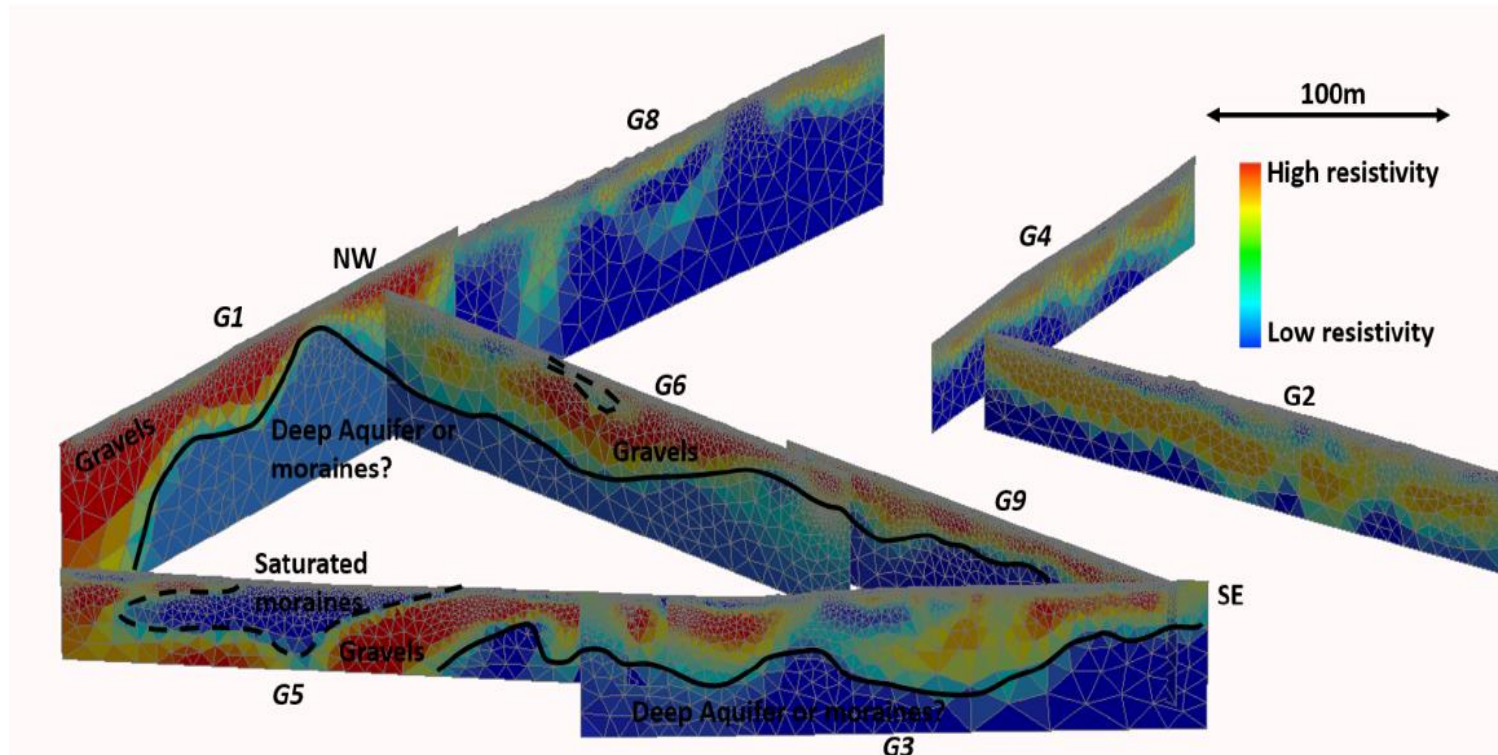


Weitere verwendete Inputdaten

Autres données de base appliquées

Geophysikalische Messungen

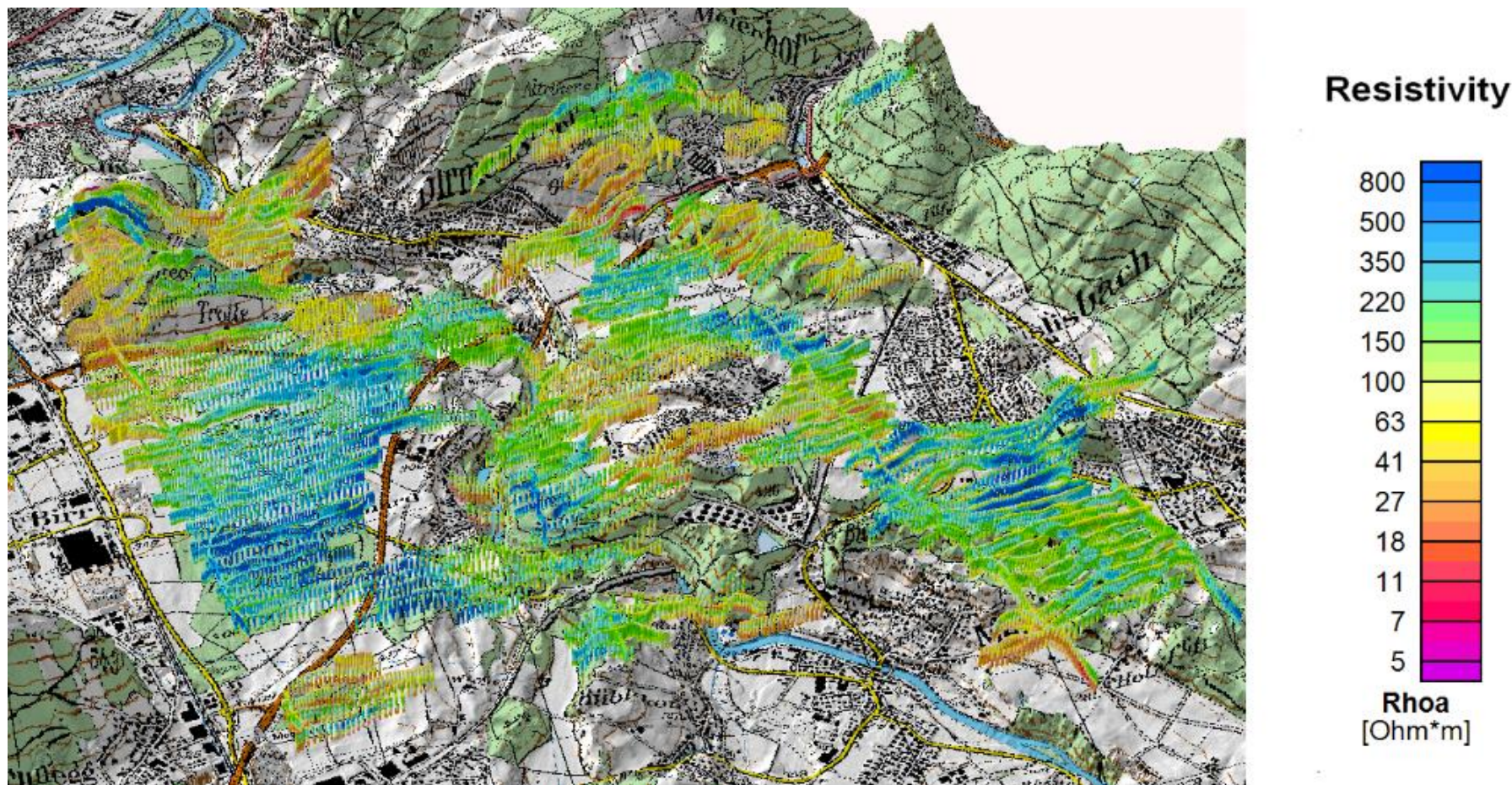
Mesures géophysiques





Weitere verwendete Basisdaten Autres données de base appliquées

Aero-Elektromagnetik-Kampagne Birrfeld 2015: 3D-Resistivitäts-Modell
Campagne de mesures aéroélectromagnétiques à Birrfeld: Modèle de résistivité 3D



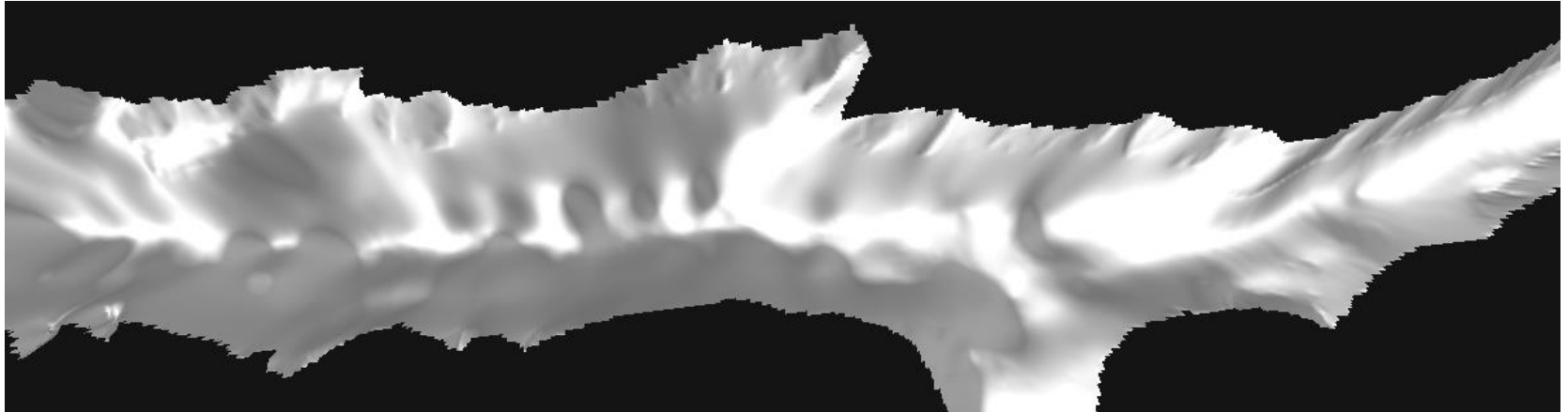


Weitere verwendete Basisdaten

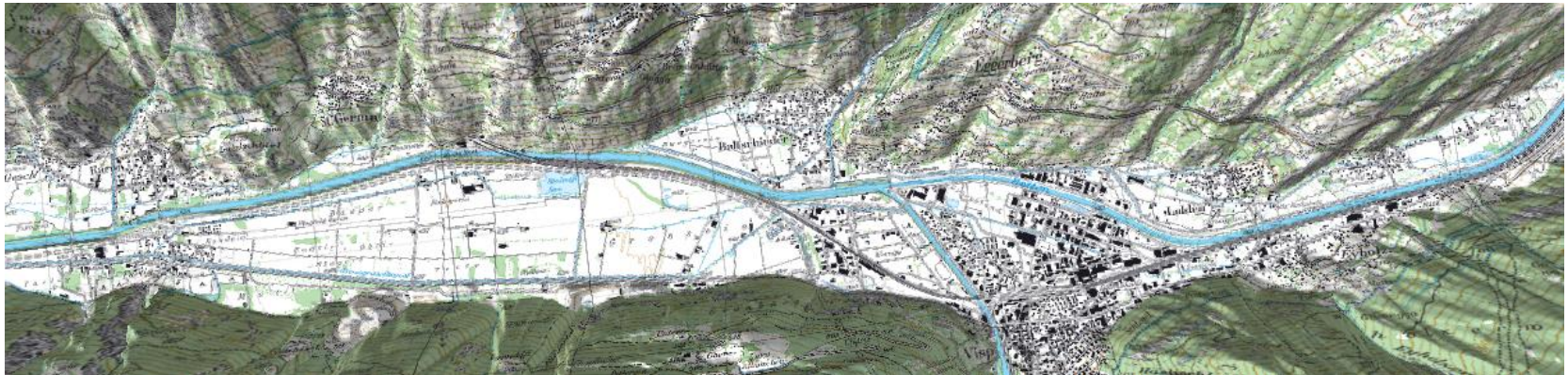
Autres données de base appliquées

Top Bedrock Surface
(GeoMol)

Toit du rocher modélisé
(GeoMol)



DHM MNT





Geologische & parametrische 3D-Modellierung, post processing

Modélisation géologique & paramétrique 3D, post-traitement

- Die **geologische Interpretation** der Schichtbeschreibungen bilden die Basis für die Realisierung von **geologischen 3D-Modellen**

L'interprétation géologique des descriptions lithologiques constitue la donnée de base pour la construction des **modèles géologiques 3D**.

- Die erweiterte Klassifikation nach USCS + (Unified Soil Classification System) bildet die Basis für die Realisierung von parametrischen 3D-Modellen.

La **classification USCS+** des descriptifs lithologiques constitue la donnée de base pour l'élaboration des **modèles paramétriques 3D**.

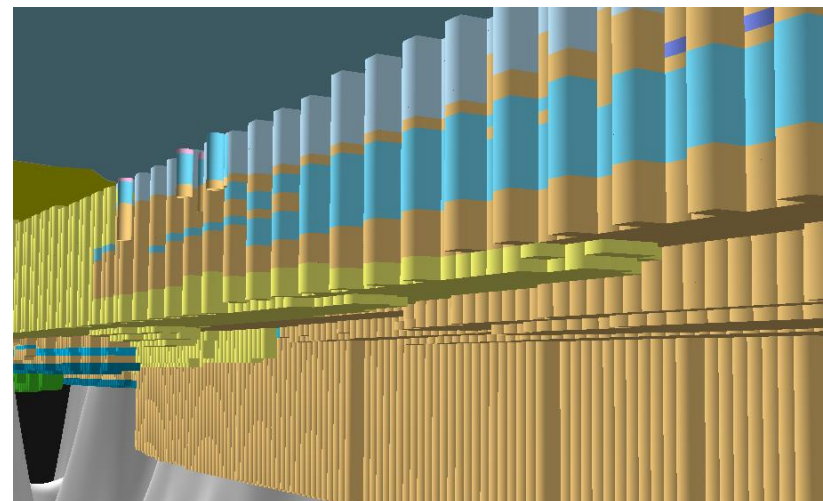
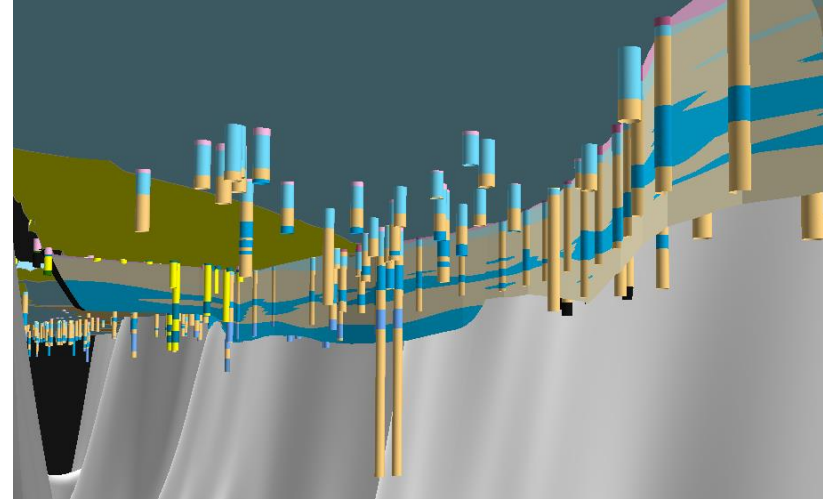
Geologische Modellierung / Modélisation géologique		Parametrische Modellierung Modélisation paramétrique		
Geological Interpretation		Lithological Description	USCS	K [m/s]
Lupfig-Schotter	13.40	Gravel, much Sand, strongly Silt, some Pebbles to 6cm Ø	GM	10^{-5} - 10^{-6}
	15.10	Gravel, much Sand, strongly Clay	GC	10^{-6} - 10^{-7}
	15.50	Clay, strongly silt	CM	10^{-7} - 10^{-8}
	16.80	Gravel, much Sand, with Silt and Pebbles	GM	10^{-5} - 10^{-6}
	18.00			
Birr-Lehm		Sand with Silt	SM	10^{-4} - 10^{-6}
	24.30			
	25.10	Sand with Silt and Clay	SC-SM	10^{-6} - 10^{-8}



Geologische & parametrische 3D Modellierung der Quartären Lockergesteine /

Modélisation géologique et paramétrique 3D des dépôts meubles

- Komplexität der Lockergesteinsgeologie
→ voxelbasierter Ansatz.
Complexité des dépôts meubles quaternaires
→ Approche par modélisation voxel.
- Vielzahl an Daten im untiefen Untergrund
→ geostatistische Modellierungsverfahren.
Beaucoup de données disponibles dans le sous-sol peu profond.
→ Permet d'utiliser des outils géostatistiques.
- Laufend neu verfügbare Daten.
→ automatisierte Modellierungsansätze
→ überschaubarer Aktualisierungsaufwand der 3D-Modelle.
Mise à disposition de nouvelles données.
→ Processus de modélisation automatisé.
→ Durée de mise à jour du modèle 3D relativement court.
- Nachvollziehbarkeit der 3D-Modelle
→ Gewährleistung durch Dokumentation der verwendeten Inputdaten und angewandten Algorithmen.
Transparence de la méthode.
→ Garantie par la documentation des données input utilisées et des algorithmes appliquées.





GEOLOGICAL VOXEL MODELING



NEW

4-99

33886

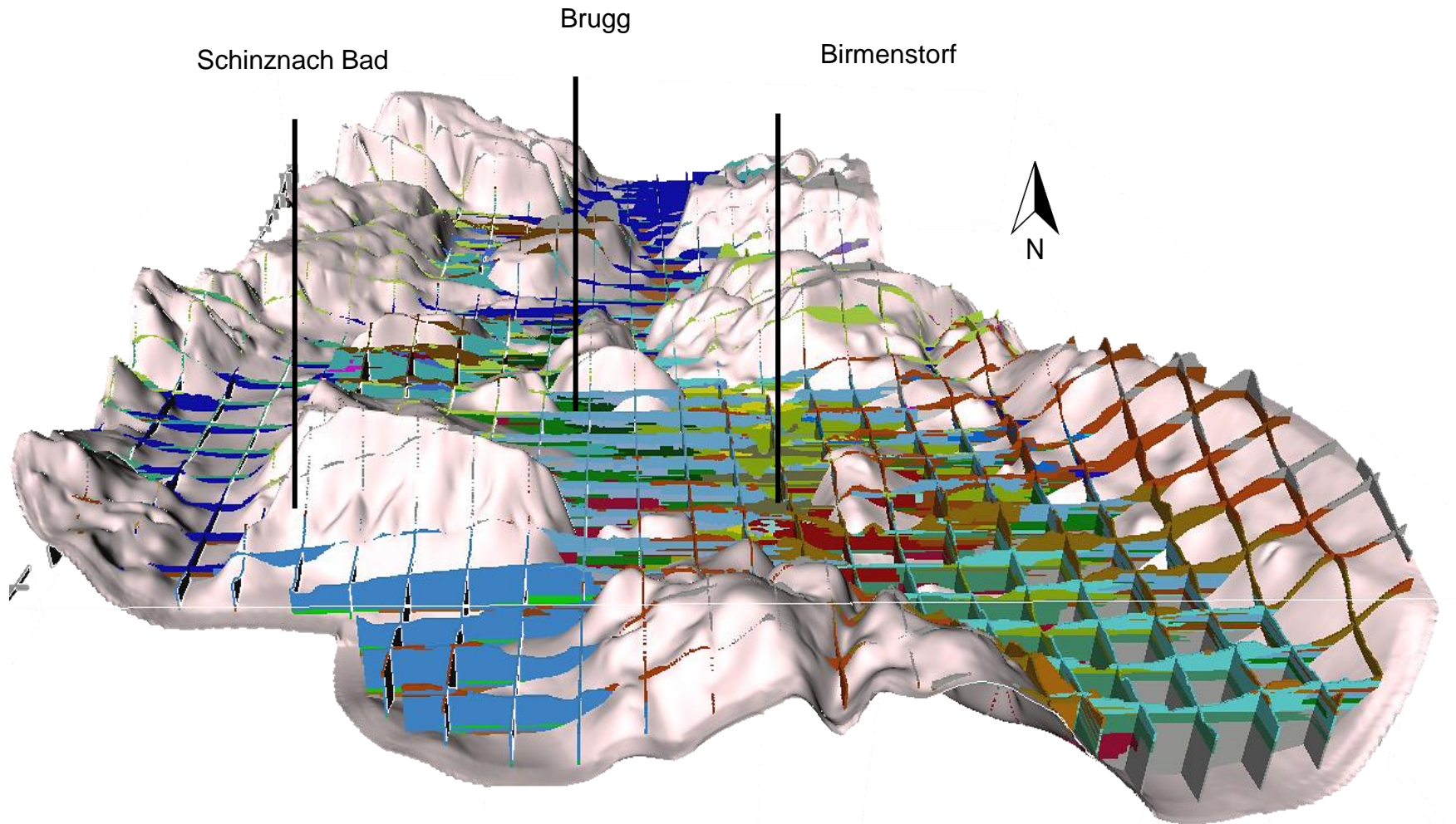


STARTER KIT



Geologische und parametrische 3D-Modellierung 3D-Modelle der Pilotregion Birrfeld

Geologisches 3D-Modell:





Abgeleitete Produkte des geologischen 3D-Modells

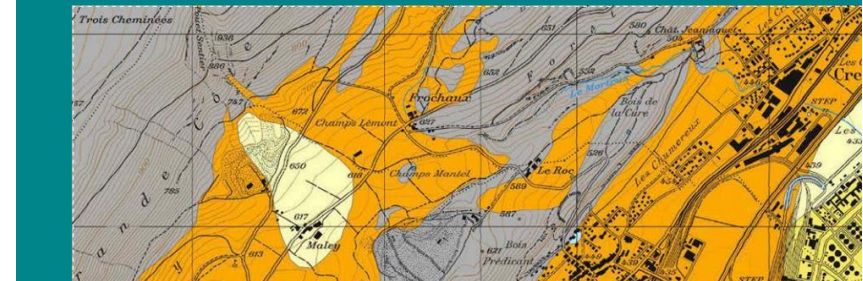
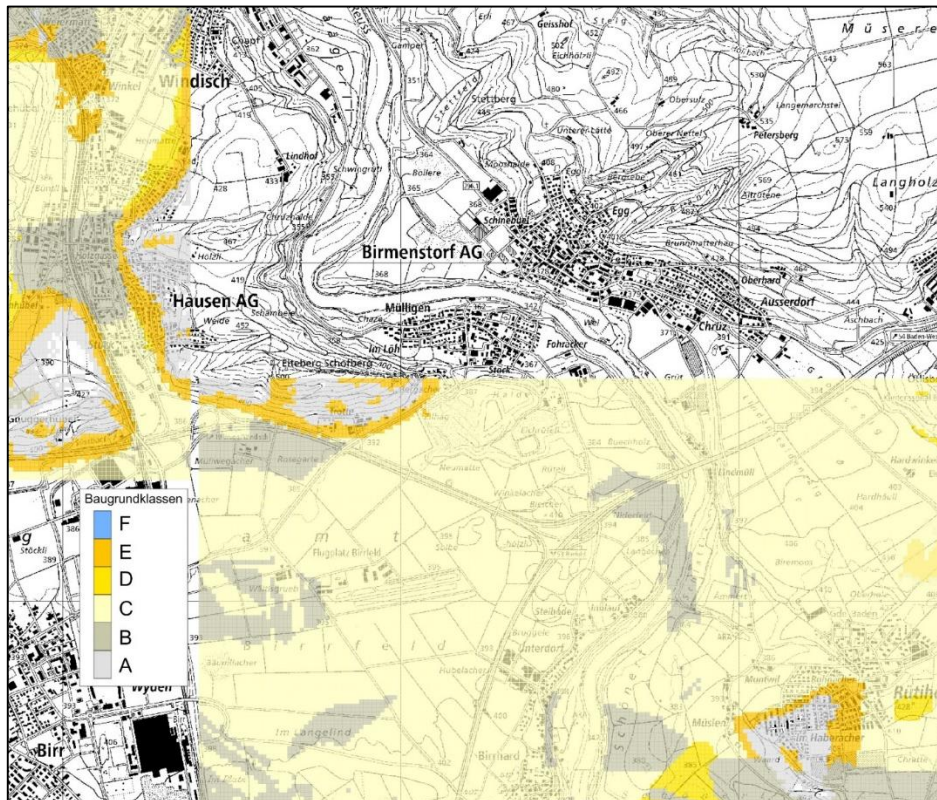
Produits dérivés du modèle géologique 3D

- Karte der **Baugrundklassen**
- Carte des **classes de sols de fondation**

> Erdbeben:

Karten der Baugrundklassen

Erstellung und Verwendung

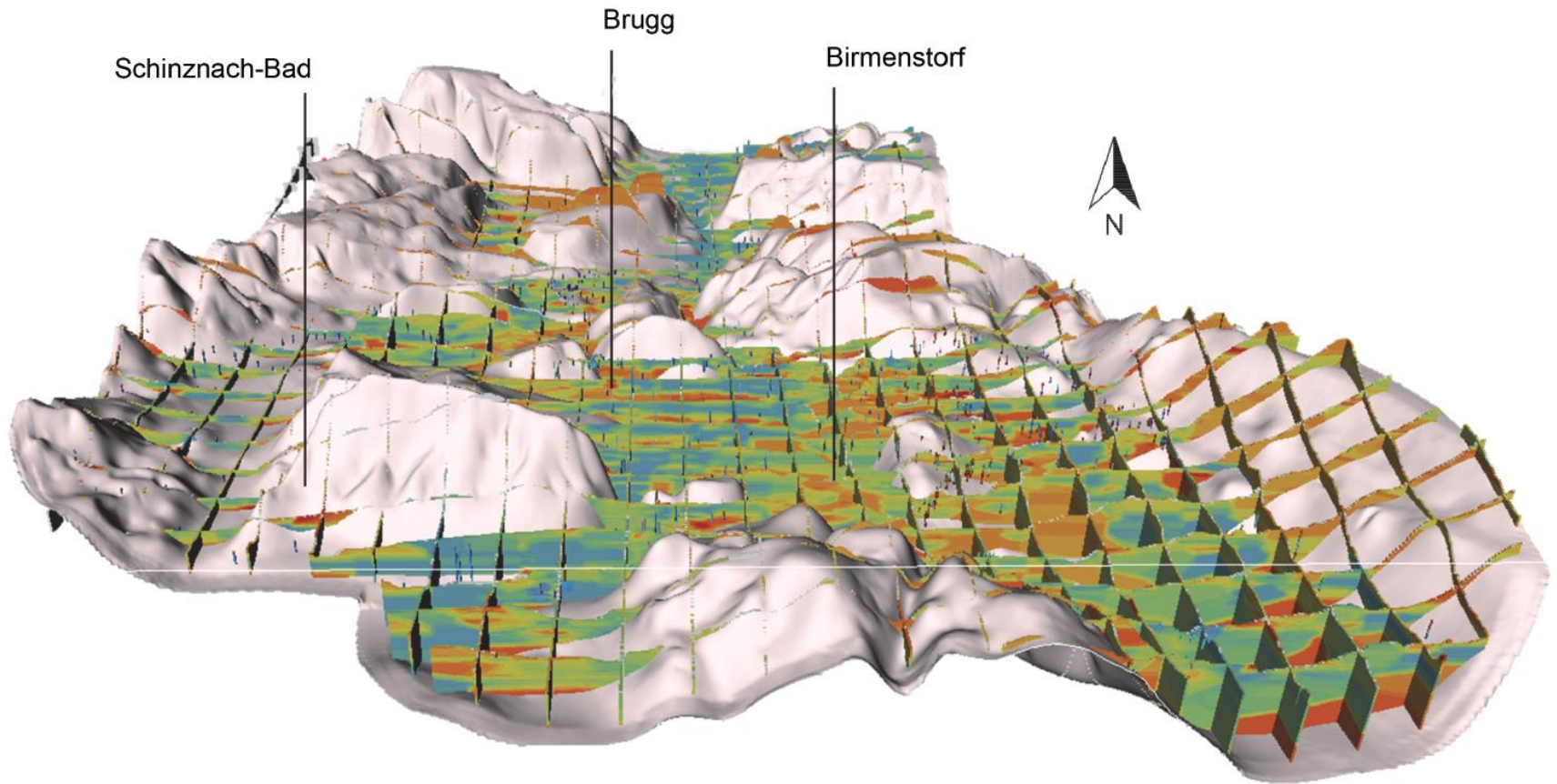


Sédiments moyens à grossiers non cohésifs, lâches à moyennement compacts (très rares; éventuellement sables fluviatiles fins à moyen). --> Loose Coarse-Grained Deposits (LCGD)	< 15	künstliche Aufschüttung Löss	22	7, 12, 13, 6, 7, 8, 6, 9, 12, 35, 38, 33	<5m sur rocher	A	
			24		5-20m sur rocher	E	
					>20m	D	
Sédiments fins cohésifs de consistance très ferme (anciens dépôts glacio-lacustres surconsolidés). --> Over-Consolidated Fine-Grained Deposits (OCFGD)	> 50	Hausen-Lehm	19	>50, 79, 42, 43, 41, 37, 49, 50	<5m sur rocher	A	
		Brand-Formation	6	45, 50, 50, 50	5-20m sur rocher	B	
					>20m	B	
Sédiments fins cohésifs de consistance ferme (dépôts lacustres et glacio-lacustres, dépôts d'inondation, consolidés à surconsolidés). --> Normally-Consolidated Fine-Grained Deposits	15 - 50	Birr-Lehm	4	93, 38, 62	<5m sur rocher	A	
		Seebli-Formation	41	63, 17, 31, 42, 45, 23, 50			
		Hanglehm	16	28, 50			
		Reusstal-Lehm	33		5-20m sur rocher	E	



Geologische und parametrische 3D-Modellierung 3D-Modelle der Pilotregion Birrfeld

Parametrisches 3D-Modell der hydraulischen Durchlässigkeit

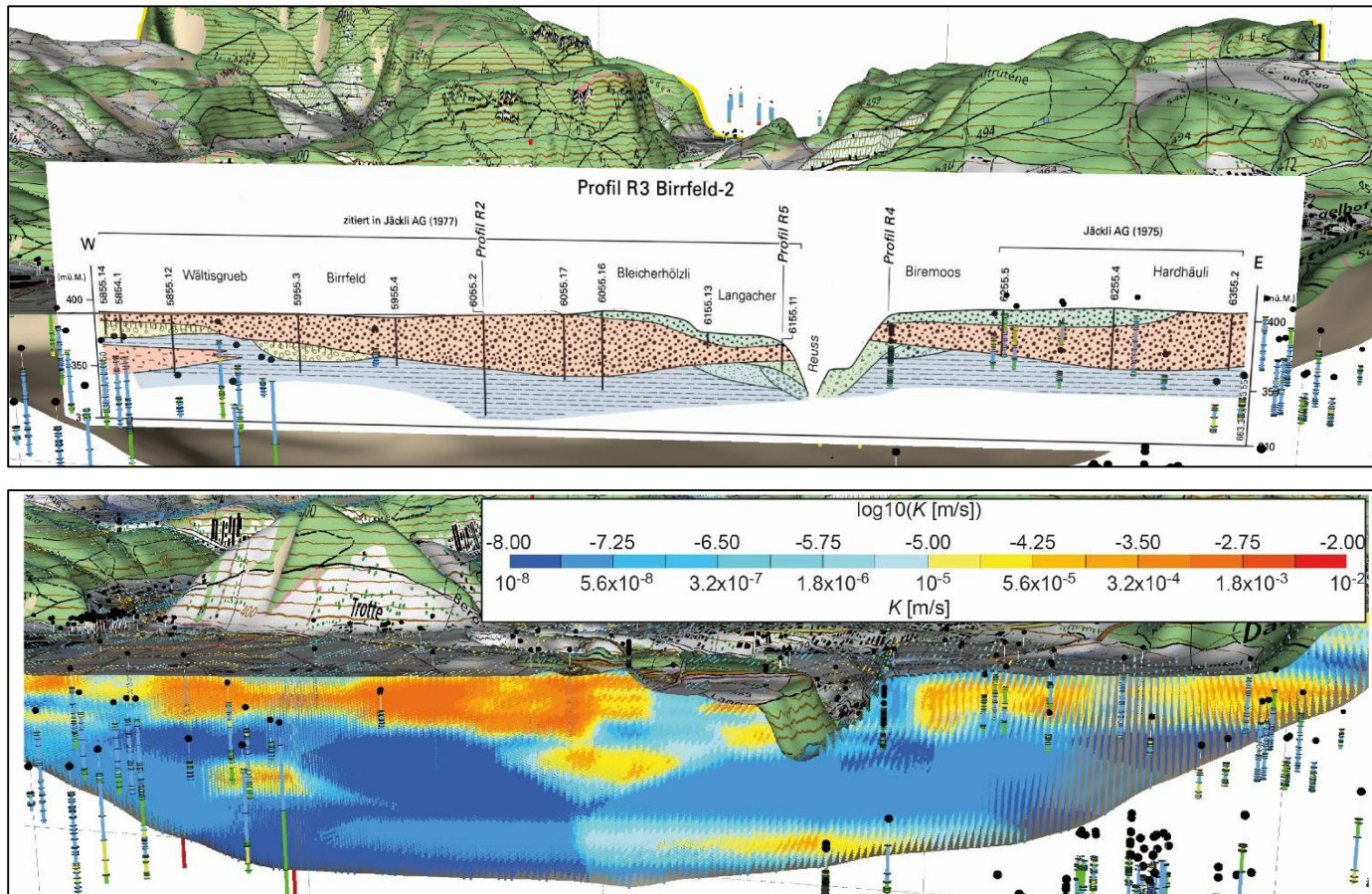




Parametrische 3D-Modellierung

Modélisation paramétrique 3D

- Beispiel 3D-Modell der hydraulischen Durchlässigkeit im Birrfeld unter Anwendung von Interpolationsmethoden wie z.B. Kriging.
- Exemple du modèle de conductivité hydraulique pour Birrfeld élaboré avec différentes méthodes d'interpolation (p.ex. krigeage).





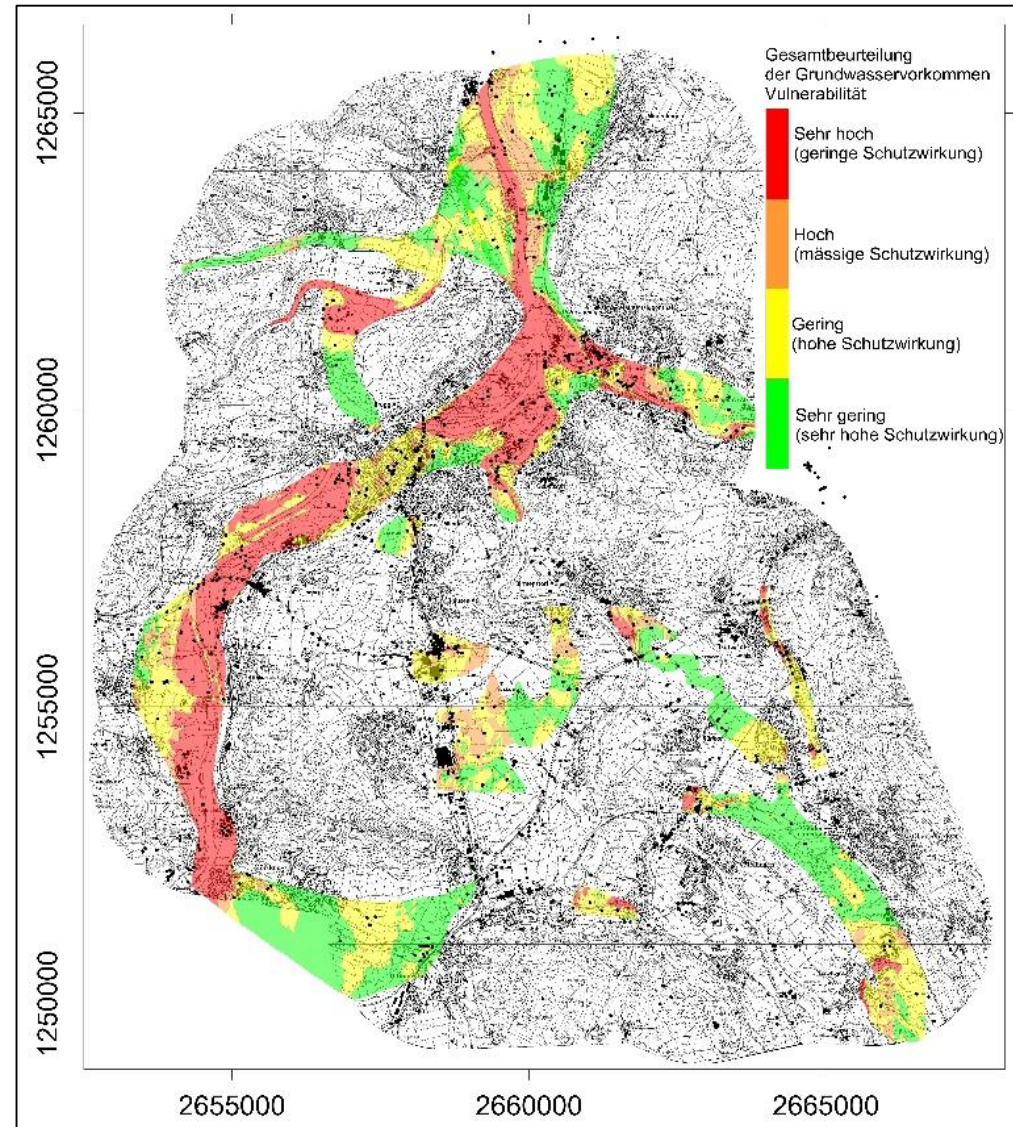
2D-Produkte (Karten) aus parametrischer 3D-Modellierung

Produits 2D (cartes) dérivés de la modélisation paramétrique 3D

Beispiel: Automatisch generierte GW-Vulnerabilitätskarte des Birrfelds

Exemple: Génération automatique d'une carte de vulnérabilité des eaux souterraines.

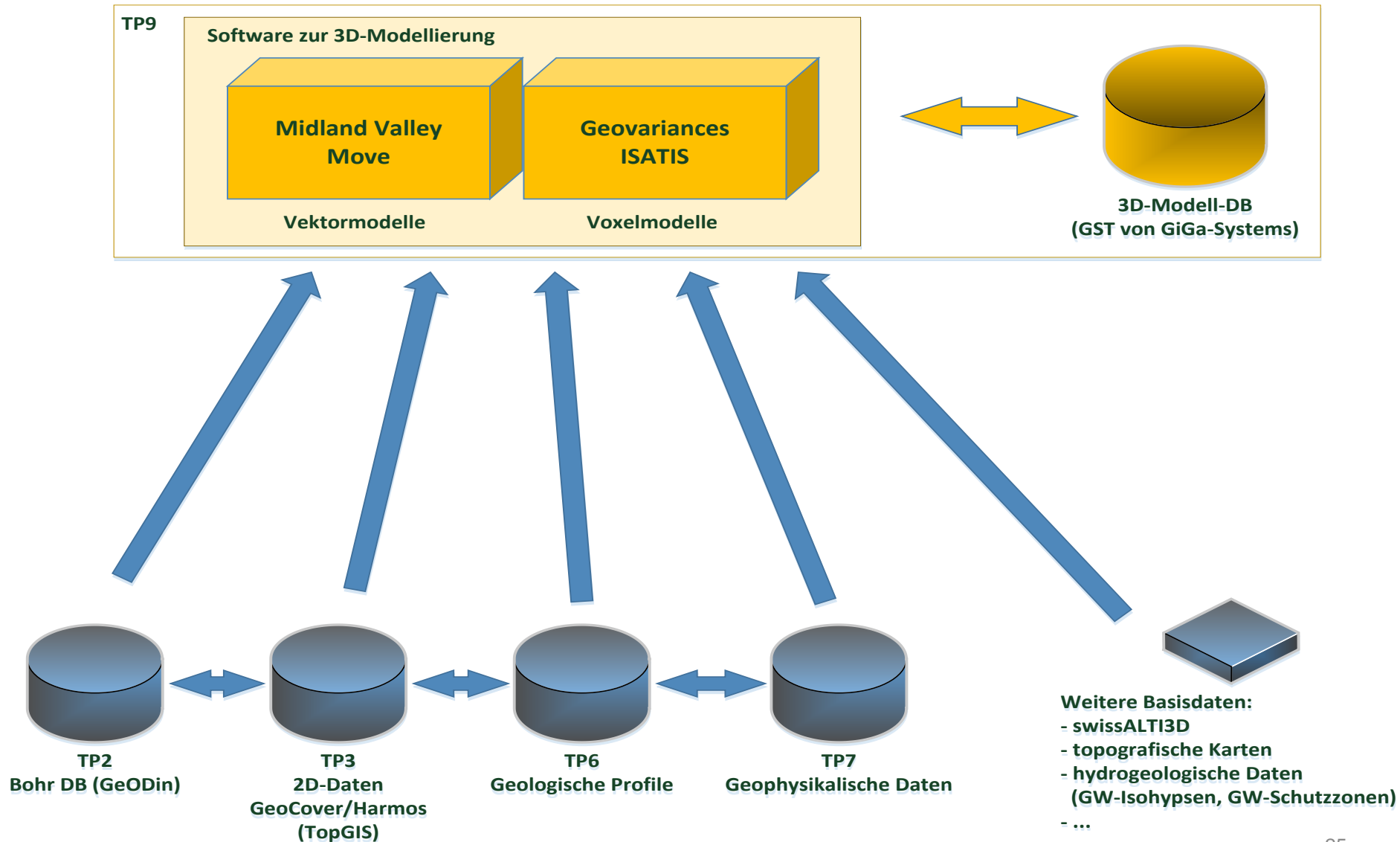
- 2D-Produkt aus parametrischem 3D-Modell.
Produit 2D dérivé de la modélisation-3D paramétrique.
- Regelbasierte Erstellung.
Développement basé sur des procédures/règles automatiques.
- Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit
Garantie de la reproductibilité de la méthode.
- Grundlage für Behörden bei GW-Fragen
Instrument d'aide à la décision concernant les problématiques liées aux eaux souterraines



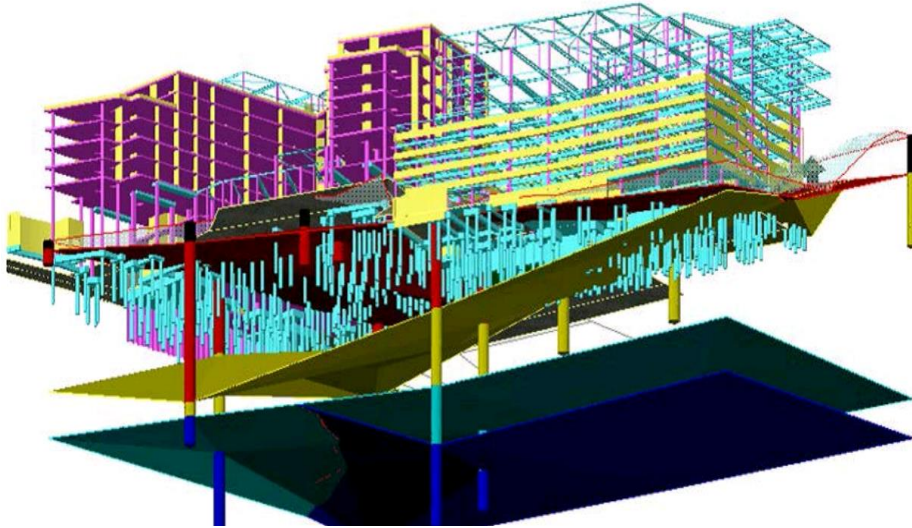


Systemarchitektur in Verbindung mit den Teilprojekten von GIPS (TP)

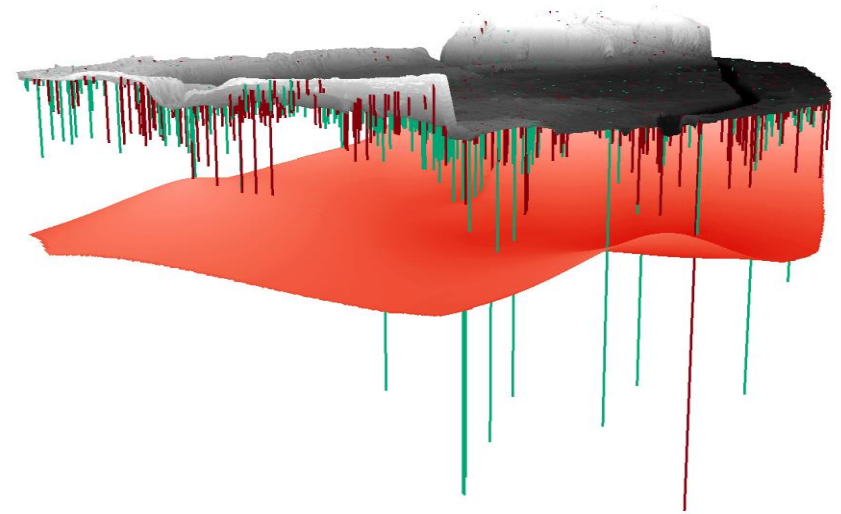
Architecture-système en relation avec les sous-projets GIPS (TP)



Neue Pilotregion Kanton Genf / Nouvelle région pilote Canton de Genève



- Neues Pilotgebiet im urbanen Gebiet.
- Test Interaktion BIM / Leitungskataster / Geologie.
- Zusammenarbeit mit Hepia, Kt. Genf (GESDEC, ämtliche Vermessung).



- Nouvelle région-pilote en contexte urbain.
- Test Interactions BIM / Cadastres des conduites / Géologie
- Collaboration avec HES-SO (Hepia), canton de Genève (GESDEC, mensuration officielle).



Wichtigste Erkenntnisse

- Einheitliche Erfassung von Lockergesteinsdaten inkl. Metadaten ist notwendig → Bereitstellung von Datenmodellen und Infrastruktur.
La saisie structurée des données relatives aux roches meubles, incl. les métadonnées, est essentielle pour la réalisation de modèles de données et pour l'infrastructure informatique.
- Frage ist nicht, ob Daten verfügbar sind, sondern wie sie verfügbar sind bzw. bereitgestellt werden, um eine effiziente Verwendung gewährleisten zu können (Stichwort Big Data)
Le nombre de données n'est pas un problème, la difficulté est d'assurer la disponibilité et l'utilisation efficace des données (Big Data).
- Die Erstellung von geologischen oder parametrischen 3D-Modellen muss effizient und nachvollziehbar sein. Modellupdates müssen mit angemessenem Aufwand möglich sein
La réalisation de modèles 3D géologiques et/ou paramétriques doit être efficace et compréhensible. Les modèles doivent être mis à jour facilement.
- 3D-Modelle sind oft keine Endprodukte, sondern Zwischenprodukte aus denen abgeleitete Produkte als Entscheidungshilfen erstellt werden können.
Les modèles 3D ne doivent pas être considérés comme des produits finaux, mais comme des outils permettant la réalisation de produits dérivés aidant les prises de décision.



Wichtigste Erkenntnisse

- Die Einsatzmöglichkeiten von strukturierten Lockergesteinsdaten sowie den daraus generierten 3D-Modellen weisen in verschiedenen Massstäben (lokal, regional, überregional) ein grosses Potenzial auf
- Hydrogeologie, Geothermie, mineralische Rohstoffe (Kies und Sand), Materialbewirtschaftung, Geotechnik, Naturgefahren (Erdbeben), Forschung, Building Information Modeling (BIM), ...

Les bases de données structurées, les modèles 3D et les produits dérivées ont des applications potentielles pour → l'hydrogéologie, la géothermie, les matières premières minérales (graviers et sables), la gestion des matériaux, la géotechnique, les risques naturels ainsi que pour les BIM à différents niveaux d'échelle (locale, régionale et nationale)..



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !
Merci beaucoup pour votre attention !

Kontakt:

stefan.volken@swisstopo.ch

078 824 24 24