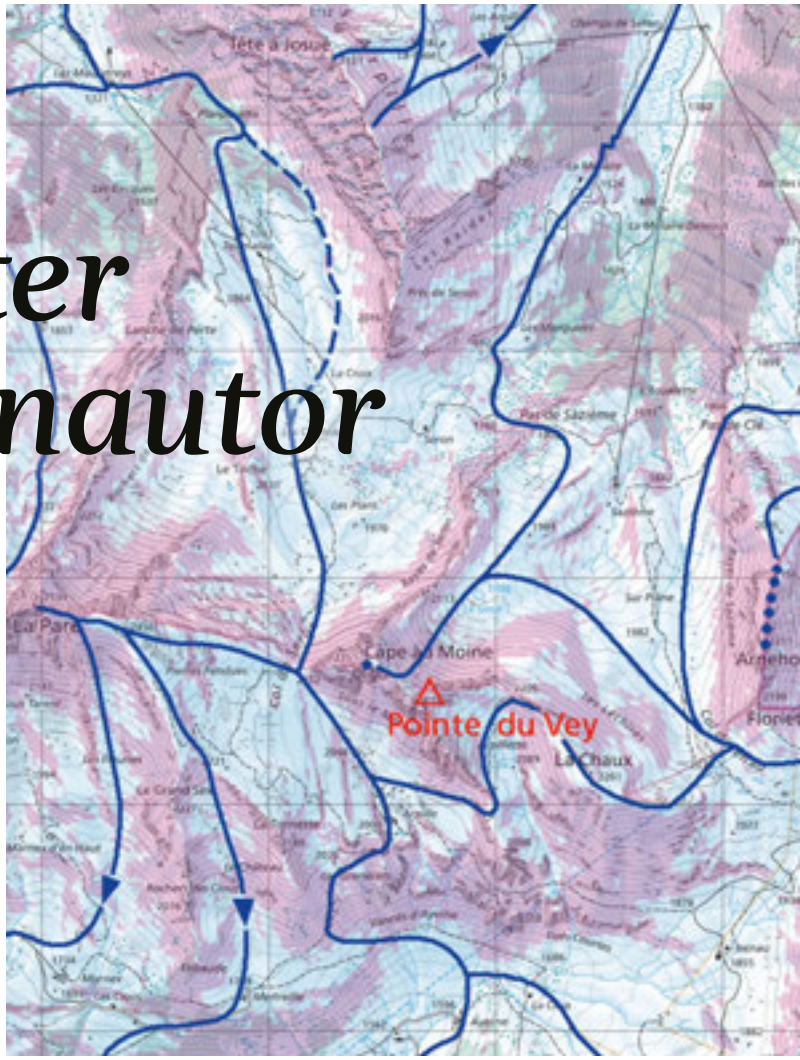
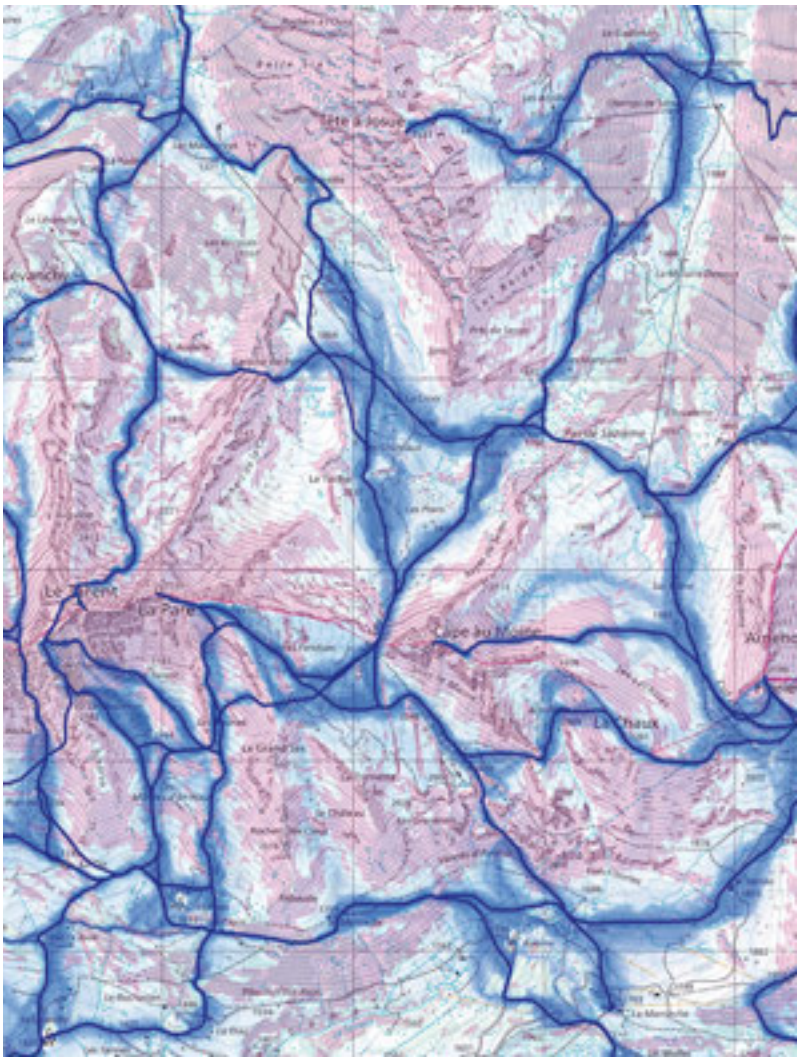
# Der Computer als Skitourenautor

## Automatisch generierte Skitourenkarte

*Wenn man den Computer mit ganz vielen Daten über das Gelände füttert und ihm eine Reihe von Regeln vorgibt, kann er automatisch Skirouten zeichnen. Andreas Eisenhut hat diese Algorithmen in jahrelanger Arbeit entwickelt. Entstanden ist ein innovatives Produkt, das aber auch Grenzen des Computers offenbart.*

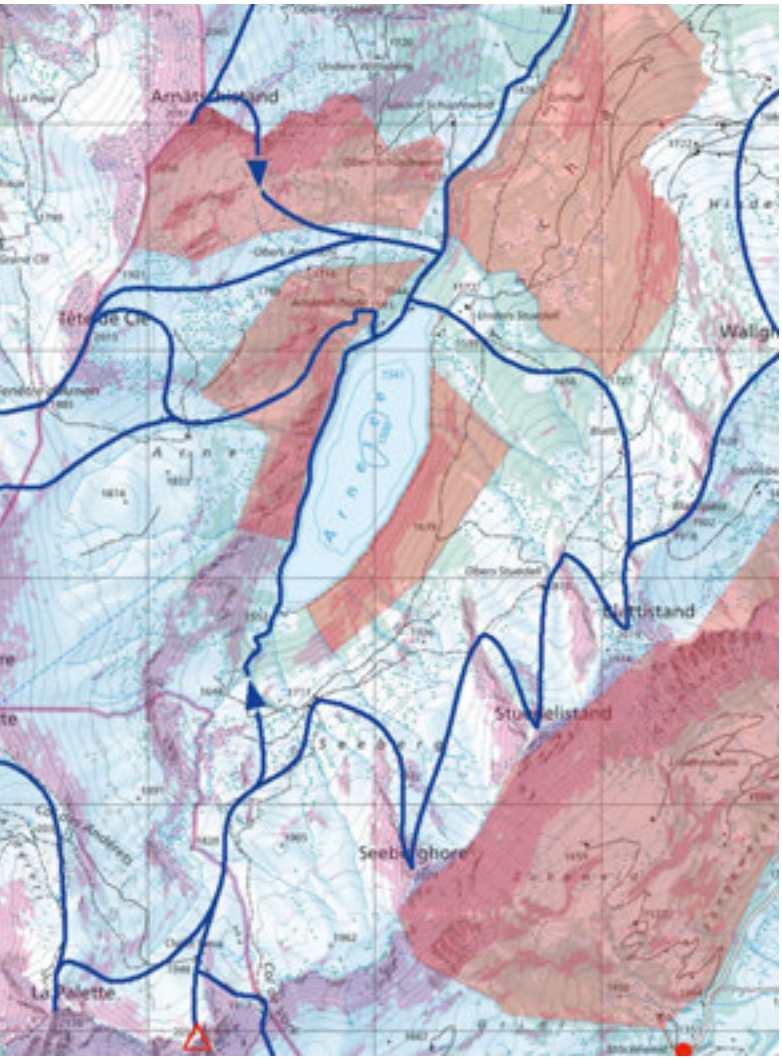


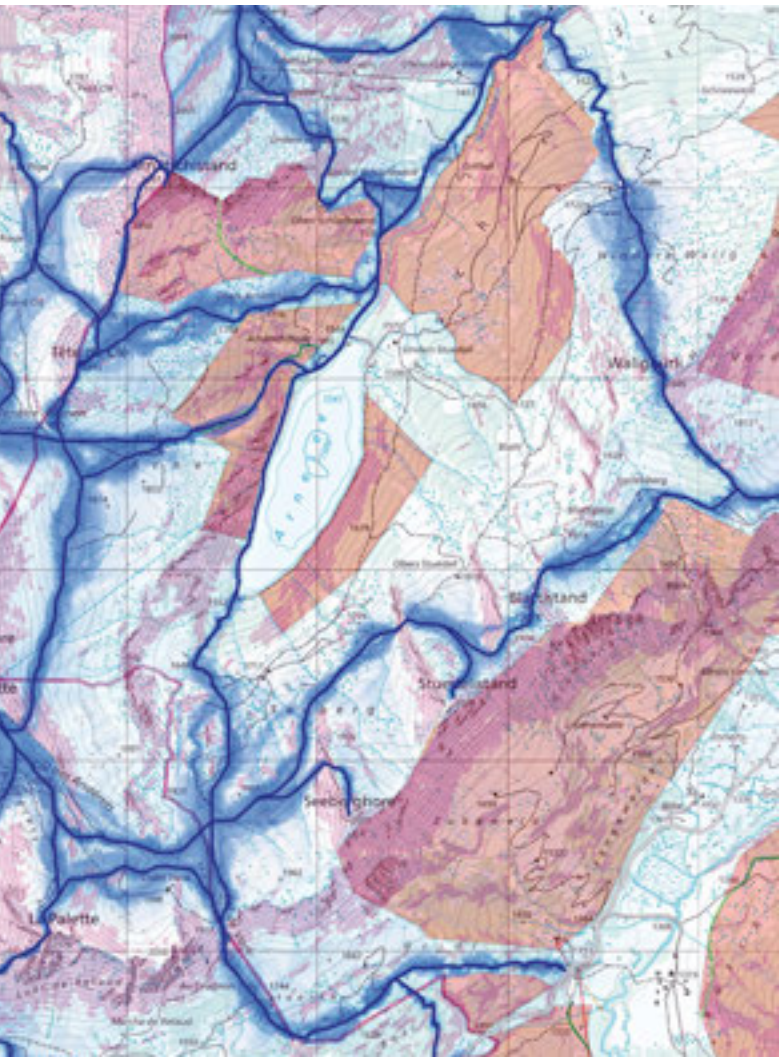
**Text: Anita Bachmann**

Wer eine Skitour plant, nimmt die Skitourenkarte und den Skitourenführer zur Hand. Wenn er fündig geworden ist, überträgt er die geplante Route mit Bleistift auf die 1:25 000er-Karte. So haben es zumindest die meisten noch gelernt. Aber geht das in der heutigen digitalisierten Welt nicht auch anders? Diese Frage hat Andreas Eisenhut 2013 an den Anfang seiner Masterarbeit im Rahmen einer Weiterbildung in Geoinformatik gestellt: Ist es möglich, Skitouren automatisch zeichnen zu lassen?

Sechs Jahre hat er mit viel Herzblut weit über seine Masterarbeit hinaus



Das offizielle Skiroutennetz auf der swisstopo-Karte.
Foto: swisstopo



Beispielausschnitt des automatisch erzeugten Routennetzes in Linien und Flächen.
Foto: zvg

gearbeitet und kann heute sagen: Ja, es ist möglich und noch weit mehr. Im Rahmen seiner Masterarbeit hat er es geschafft, zwischen den Start- und Zielpunkten bekannter Routen alle möglichen Wege zeichnen zu lassen. Heute kann er am Computer auch zwischen beliebigen potenziellen Ausgangs- und Zielpunkten automatisch Routen und Varianten generieren lassen. Die nächste Stufe ist noch Zukunftsmusik: das sogenannte individuelle Routing. Die meisten wenden es im Alltag längstens an. Mithilfe eines Routenplaners suchen wir den schnellsten oder lohnendsten Weg von einem ausgewählten Start zum gewünschten Ziel. Das Resultat ist bei vielen Anwendungen mit Livedaten hinterfüttert, zum Beispiel mit Staumeldungen. Im Skitourenbereich wären dies dann zum Beispiel aktuelle Zustandswarnungen.

## Jeder Punkt im Gelände braucht einen Wert

Die automatisch generierte Skitourenkarte von Andreas Eisenhut ist seit Anfang Jahr auf skitourenguru.ch veröffentlicht. Dahinter stecken eine Menge Daten und noch mehr Arbeit. Die Grundlagen sind topografische und thematische Daten sowie verfügbare GPS-Tracks. Die Geländehöhen beispielsweise stammen von swisstopo; Strassen, Wege und Skipisten hingegen von der frei verfügbaren Weltkarte OpenStreetMap. Aber auch das Lawinengelände von skitourenguru.ch, das Absturzgelände des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung oder die Wildtierschutzgebiete und Wildruhezonen des Bundesamts für Umwelt sind eingeflossen. «Die Grundlagen werden immer besser», sagt Andreas Eisenhut. Neu liefert das Satellitenprogramm Copernicus zum Beispiel Informationen über die Walddichte in ganz Europa.

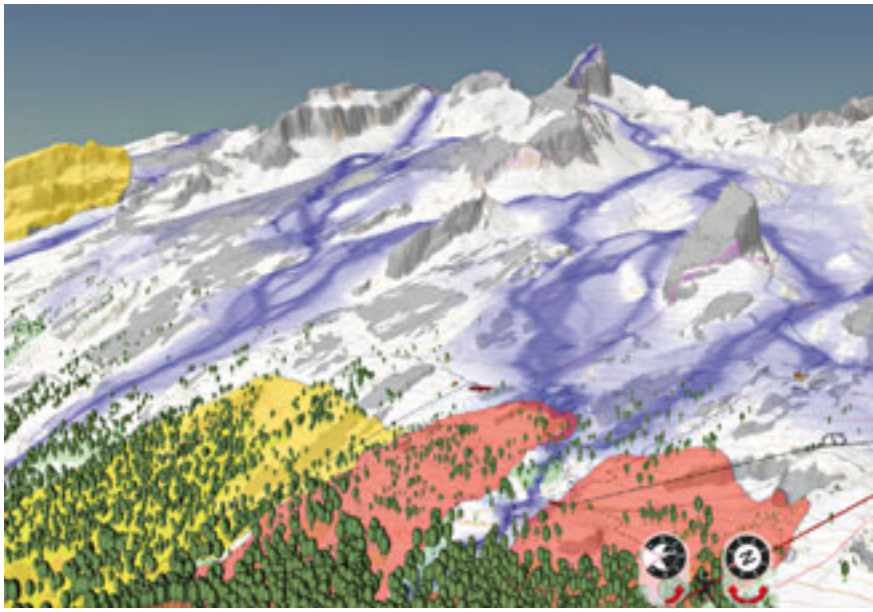
Dann war viel Handarbeit gefragt. Es musste definiert werden, was der Computer anhand der Datengrundlagen berechnen soll. Das sind die sogenannten Algorithmen. Hauptaufwand war die Zuweisung der Begehbarkeitswerte für

alle Punkte im Gelände. Ein Punkt im Gelände ist definiert mit zehn mal zehn Metern, und für jeden Punkt musste festgelegt werden, wie gut er im Aufstieg mit Ski begehbar ist. Ein Strässchen im Wald oder offenes Gelände mit bis zu 25 Grad Hangneigung ist sehr gut begehbar und hat einen kleinen Wert. Je steiler das Gelände ist, desto schlechter lässt es sich begehen und desto höher ist sein Wert. Auch dichter oder unwegsamer Wald ist schlecht begehbar. Gelände, das steiler als 55 Grad ist, gilt als nicht begehbar und wirkt auf der Karte wie eine Barriere. Führen jedoch GPS-Tracks ohne Zweifel über solche Barrieren, handelt es sich um Fussgelände, das trotzdem begehbar ist. Als nicht begehbar sind auch Schutzgebiete definiert worden, ausser entlang erlaubter Wege und Routen.

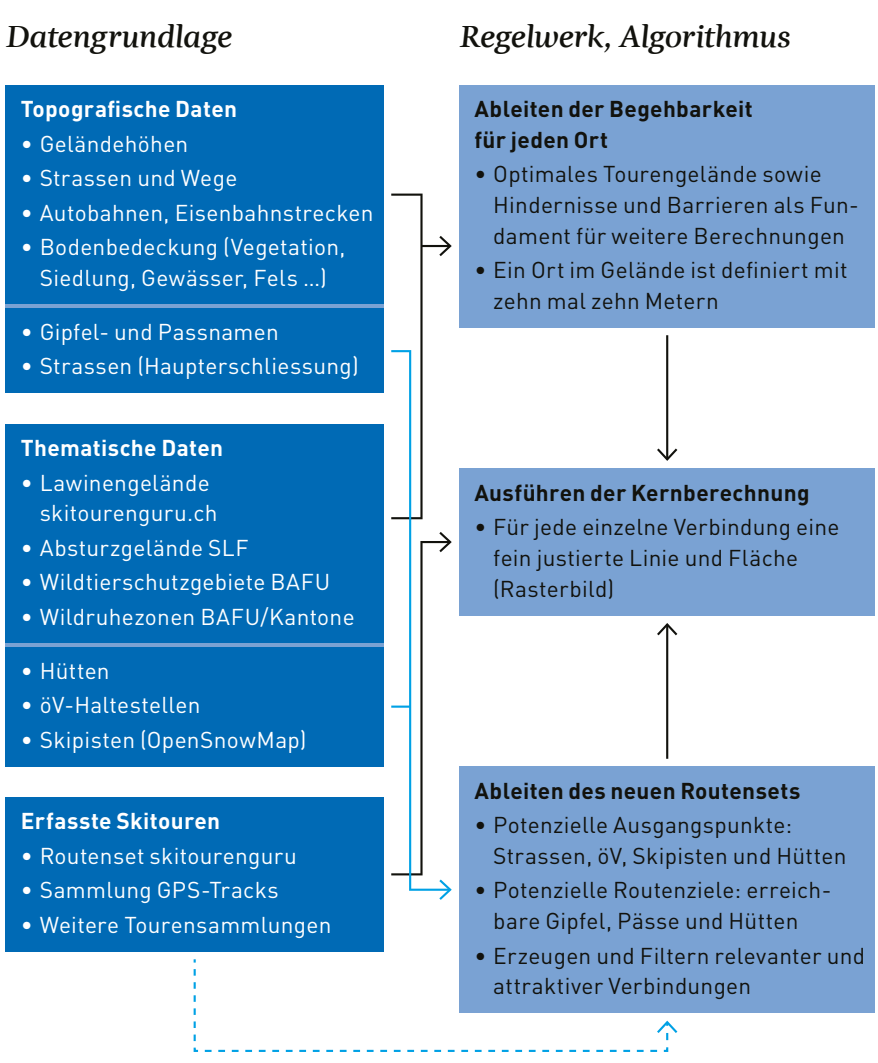
## Skitourengelände flächig beschreiben

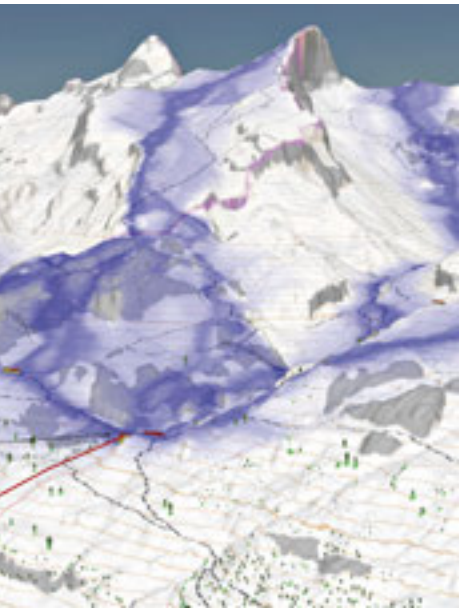
Quasi auf Knopfdruck lassen sich nun verschiedene Produkte generieren: die aufgrund des Geländes optimierte Route zwischen zwei vorgegebenen Punkten oder aber einen Korridor, innerhalb dessen man sich bewegen kann. «Eine Ideallinie mag es im Gelände geben, nicht aber auf der Karte», heisst es auf dem Portal skitourenguru.ch. Der Gedanke, das potenzielle Skitourengelände flächig zu beschreiben, liege deshalb nahe. Um diese Unschärfe noch zu betonen, erscheint der Korridor nicht als Fläche, sondern als Farbverlauf: Je dunkelblauer die Farbe, desto geeigneter das Gelände für den Aufstieg mit Ski. Ein zweites Flächenbild, das aus denselben Ergebnissen abgeleitet worden ist, erlaubt eine mit dem Lawinengelände kombinierte Darstellung und damit eine tiefere Auseinandersetzung mit dem Tourengelände.

Auf der einen Seite soll die automatisch generierte Skitourenkarte eine spielerische Auseinandersetzung mit dem Tourengelände fördern – bis zur Auflösung der 1:10 000er-Karte. Auf der anderen Seite werden die Berechnungen gezielt dafür verwendet, bestehende, von Hand gezeichnete Rou-



Die Routen von skitourenguru.ch, dargestellt als Tourengelände mit Wildruhezonen und eingebunden in map.geo.admin.ch. Je dunkelblauer die Farbe, desto geeigneter ist das Gelände für den Aufstieg mit Ski. Foto: zvg





tendaten zu optimieren. So werden etwa auch die ursprünglich auf den 1:50 000er-Karten von swisstopo gezeichneten Skirouten nach und nach verbessert.

### Geheimtipps und Grenzen

Wenn der Computer zwischen beliebigen Ausgangs- und Zielpunkten Verbindungen machen darf, entstehen nicht nur ein paar neue unlogische, sondern auch kreative Skitouren. «Berggänger mit guten Lokalkenntnissen werden überrascht sein, den einen oder anderen Geheimtipp in dieser Karte zu finden», heisst es bei skitourenguru.ch. Denn der Computer berechnet ein ganzes Netz von möglichen Routen mit vielen kleinen Varianten bis hin zu Vorschlägen, die bisher auf der Schneesportkarte gar nicht als Skiroute erschienen sind. «Damit entstehen auch neue Tourenideen», sagt Andreas Eisenhut. Das sei innovativ, werde aber nicht allen gefallen, ist er überzeugt. Denn solche Routen sind ausserhalb von bekannten Schutzgebieten nicht auf die Naturverträglichkeit geprüft. Wären jedoch ergänzend zu Schutzgebieten auch Daten zu weiteren sensiblen Gebieten verfügbar, liessen sich diese Daten einfach berücksichtigen, sagt er.

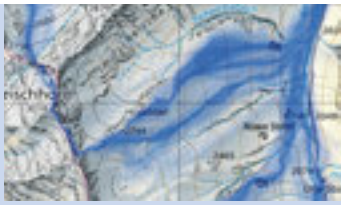
Und wichtig ist ihm auch, die Grenzen der automatisch generierten Skitourenkarte zu betonen. «Der Computer macht es im Gegensatz zum Menschen nicht nur immer gleich richtig, sondern auch gleich falsch», sagt er. Ein gutes Beispiel ist etwa die Begehbarkeit von Bergseen. Hinterlegt man die Information, dass sie begehbar sind, dann sind sie für den Computer auch dann begehbar, wenn sie nie zufrieren. Sagt man aber zum Beispiel, ein Bergsee ist begehbar, wenn er sich über 2000 Metern über Meer befindet, kommt man der Realität näher. «Im komplexen Fussgelände ist der Computer ohne menschliche Autorenhilfe nach wie vor verloren», sagt Andreas Eisenhut. Mit Filtern wird versucht, möglichst viele unlogische Routen auszuschliessen. «Die publizierten Karten sind kein definitives Endprodukt, sondern zeigen einen laufenden Prozess mit offenem Ende», sagt er.

Auch überlegen und vernünftig entscheiden muss im Gelände schliesslich jeder noch selbst, das nimmt der Computer niemandem ab. Auch gehen muss man noch selbst.

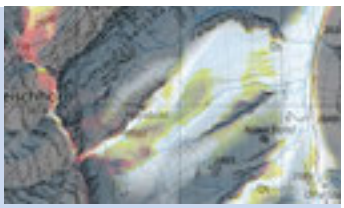
## *Ergebnisse*

Potenzielles Aufstiegsgelände und Varianten:
- für bestehendes **Routenset von skitourenguru.ch**
- für ein **automatisch erzeugtes Skitourennetz**

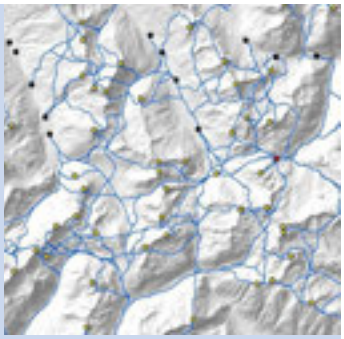
**Kartenebene Tourengelände**
- Flächenbild (Blauverlauf)
- **Ziel:** Geländecharakter und Varianten sichtbar machen



**Kartenebene Tourenmaske**
- Flächenbild (schwarz ausserhalb, durchsichtig für Tourengelände)
- **Ziel:** Lawinenthematik oder Hangneigungen mit Tourengelände kombinieren



**Erweitertes Skitourenset (Linien)**
- Neue Tourenideen anregen
- Einheitliche Datenqualität
- Zusatzinformationen zu Start, Ziel und Charakter
- Darstellung von Schlüsselstellen, problematischen Geländebereichen und Korrekturbedarf
- Grundlage für Korrekturen und Ergänzungen von Hand



**→ Zur Person**

**Andreas Eisenhut arbeitet als Ingenieur für Landschaftsarchitektur seit 2008 bei der Impuls AG Wald Landschaft Naturgefahren in Thun. Die vorliegende Arbeit hat ihren Ursprung in einer Geoinformatikweiterbildung und konnte in Büroprojekten und hauptsächlich in der Freizeit im Austausch mit skitourenguru.ch weiterentwickelt werden.**