

Entwicklung einer Tourenplanungssoftware (SNOWMAPS) auf Basis von abgeleiteten Karten aus Höhendaten

MATTHIAS PILZ¹ & KONRAD RAUTZ¹

Zusammenfassung: Für Ski- und Schneeschuhtourengeher sowie Freerider wird in Zusammenarbeit mit dem steirischen Lawinenwarndienst eine Tourenplanungssoftware erstellt. Als Planungsgrundlage dienen dem Benutzer neben topografischen Grundkarten und Orthofotos auch aus Airborne-Laserscanning (ALS) Höhendaten abgeleitete Hangneigungs-, Expositions- sowie Bewuchskarten (ALS-derived Attribute Maps). Die einzelnen Komponenten der Software werden in ihrer Funktionalität erklärt. Insbesondere wird die Bedeutung der Topografie für die Einschätzung der Lawinengefahr erläutert. Ab dem Winter 2016/17 steht SNOWMAPS kostenlos allen Benutzern zu Verfügung.

1 Einleitung

Ziel von SNOWMAPS ist es, Ski- bzw. Schneeschuhtourengeher ein professionelles Werkzeug zur Planung ihrer Aktivitäten abseits gesicherter Pisten zur Verfügung zu stellen. SNOWMAPS soll dabei als zweites Hilfsmittel neben dem aktuellen Lawinenlagebericht verwendet werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei neben der freien Zugänglichkeit, welche durch die Browser-Software realisiert wird, auf der Bereitstellung und Aufbereitung hochqualitativer Geodaten. Hierbei liegt der Fokus bei der bestmöglichen Auswahl und Aufbereitung dieser Daten für lawinenrelevante Beurteilungen. Weiters wird großer Wert auf einfache und intuitive Benutzerinteraktion gelegt.

Langfristig soll durch die breite Verwendung von SNOWMAPS die Zahl der Lawinenunfälle reduziert werden. Denn eine gute Tourenplanung sorgt für den entscheidenden Sicherheitsvorsprung auf einer Ski-, Schneeschuh- bzw. Freeridetour! In weiterer Folge wird nur noch von Skitouren gesprochen werden.

2 Problemstellung

2.1 Grundaufbau

Die technische Umsetzung der Tourenplanungssoftware SNOWMAPS erfordert eine komplexe Zusammenarbeit von Auszeichnungssprachen, Stylesheetsprachen, Skriptsprachen und Programmiersprachen. Das Grundgerüst der Homepage wird mit HTML aufgebaut, die Formatierung mittels CSS umgesetzt. Das Abfragen der aktuellen Gefahrenstufe erfolgt mittels PHP. Das interaktive Kartenfenster wird mit JavaScript unter Verwendung der Open Layers 3 Bibliothek programmiert.

¹ TU Graz, Institut für Geodäsie, Arbeitsgruppe für Geoinformation, Steyrergasse 30, A 8010 Graz, E-Mail: matthias-pilz@gmx.at, konrad.rautz@tugraz.at

2.2 Die aktuelle Lawinengefahr

Die aktuelle Lawinengefahr wird, meist täglich, durch die regionalen Lawinenwarndienste erhoben und durch den Lawinenlagebericht mitgeteilt. Dieser Bericht enthält neben einer regionalen Einschätzung der Gefahr in Form der Gefahrenstufe (siehe Abb. 1) Informationen über eine vorherrschende typische Situation, die Gefahrenbeurteilung, den Schneedeckenaufbau, das Wetter und die Tendenz. Der Lawinenlagebericht sollte bei jeder Skitourplanung herangezogen werden und steht über zahlreiche Kanäle kostenlos zur Verfügung.

Gefahrenstufe	Icon	Schneedeckenstabilität	Lawinen-Auslösewahrscheinlichkeit
5 - Sehr gross		Die Schneedecke ist allgemein schwach verfestigt und weitgehend instabil.	Spontan sind viele grosse, mehrfach auch sehr große Lawinen, auch in mässig steilem Gelände zu erwarten.
4 - Gross		Die Schneedecke ist an den meisten Steilhängen schwach verfestigt.	Lawinenauslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung** an zahlreichen Steilhängen wahrscheinlich. Fallweise sind spontan viele mittlere, mehrfach auch grosse Lawinen zu erwarten.
3 - Erheblich		Die Schneedecke ist an vielen Steilhängen* nur mässig bis schwach verfestigt.	Lawinenauslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung** vor allem an den angegebenen Steilhängen* möglich. Fallweise sind spontan einige mittlere, vereinzelt aber auch grosse Lawinen möglich.
2 - Mässig		Die Schneedecke ist an einigen Steilhängen* nur mässig verfestigt, ansonsten allgemein gut verfestigt.	Lawinenauslösung ist insbesondere bei grosser Zusatzbelastung**, vor allem an den angegebenen Steilhängen* möglich. Grosse spontane Lawinen sind nicht zu erwarten.
1 - Gering		Die Schneedecke ist allgemein gut verfestigt und stabil.	Lawinenauslösung ist allgemein nur bei grosser Zusatzbelastung** an vereinzelt Stellen im extremen Steilgelände* möglich. Spontan sind nur Rutsche und kleine Lawinen möglich.

Abb. 1: Europäische Lawinengefahrenstufenskala (EAWS 2016)

2.3 Der Einfluss der Topografie auf die Lawinengefahr

Ein alter Spruch lautet: „Wer nichts von Schneedeckenaufbau und Lawinengefahr versteht, der muss zumindest ein Meister des Geländes sein!“

Der Topografie kommt eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Lawinen zu (GEBETSBERGER 2010). Topografische Details haben einen grossen Einfluss auf die horizontale und vertikale Verteilung der Schneedecke. Doch selbst innerhalb eines einzelnen Hanges ist der Schneedeckenaufbau sehr unterschiedlich. Die Mächtigkeit ist nicht immer gleich und der Aufbau der einzelnen Schichten ist nicht immer homogen. Die aus einer lokalen Schneedeckenuntersuchung gewonnene Information darf demnach keinesfalls direkt auf den gesamten Hang übertragen werden. Problematisch dabei ist das Erkennen der ungünstigen Bereiche (Schwachstellen) innerhalb eines Hanges. Tendenziell kann aber davon ausgegangen werden, dass es günstige und weniger günstige Bereiche gibt. Neben den ohnehin bekannten ungünstigen Geländeformen wie Rinnen, Mulden und Hohlformen finden sich innerhalb dieser ungünstigen Formen im Detail noch besonders heikle Bereiche:

- Ränder von Rinnen und Mulden
- Geländeübergänge (flach zu steil oder steil zu flach)
- Übergänge von Schneemächtigkeiten (gering zu groß, aber auch groß zu gering)

An solchen Schwachstellen innerhalb eines Hanges kann ein Initialbruch deutlich leichter ausgelöst werden als an gut verfestigten Stellen, was dann wiederum die Bruchfortpflanzung aktiviert. Diese Stellen werden daher auch „superschwache Zonen“ oder „Hot-Spots“ genannt. Je größer die Lawinengefahr, umso mehr Hot-Spots sind vorhanden und damit steigt auch die Auslösewahrscheinlichkeit deutlich (siehe Abb. 2 und Abb. 3) (ZENKE 2012). Nach SCHWEIZER (2006) nimmt die Lawinenauslösewahrscheinlichkeit von Gefahrenstufe zu Gefahrenstufe exponentiell zu.



Abb. 2: Exemplarische Verteilung der Hot-Spots bei geringer Lawinengefahr (Gefahrenstufe 1) (eigene Darstellung, Bildgrundlage: eigenes Archiv)

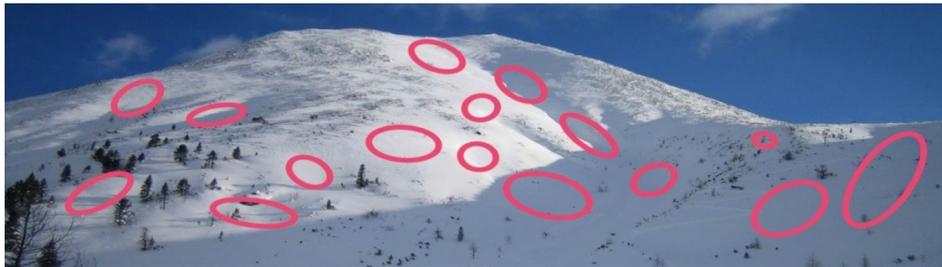


Abb. 3: Exemplarische Verteilung der Hot-Spots bei großer Lawinengefahr (Gefahrenstufe 4) (eigene Darstellung, Bildgrundlage: eigenes Archiv)

Die Hot-Spot Theorie besagt auch, dass die Auslösewahrscheinlichkeit weitgehend unabhängig von der Hangsteilheit ist, sie wird vor allem durch den Schneedeckenaufbau und damit durch Exposition, Geländeform und Bewuchs beeinflusst. Nicht zu verwechseln ist die Auslösewahrscheinlichkeit mit der Wahrscheinlichkeit des Abgleitens eines Schneebretts, diese ist primär von der Hangsteilheit abhängig (SCHWEIZER 2006).

3 SNOWMAPS

Mit der Online-Plattform SNOWMAPS können Skitouren auf neuartige Weise geplant werden. Durch die gemeinsame Verwendung verschiedener Informationen kann der Nutzer daraus komplexes Wissen ableiten. Bei der Gestaltung der Website von SNOWMAPS wird besonders Wert darauf gelegt, sämtliche Funktionen jederzeit am Display zu haben. Dazu wird eine bildschirmfüllende Anzeige der Website verwendet (siehe Abb. 4). Dominierend ist hierbei das große Kartenfenster (A). Innerhalb des Kartenfensters finden sich Zoomleiste, Maßstabsbalken sowie Urheberrechtsinformation. Im oberen rechten Teil befindet sich das Analyse-Fenster (B), welches im Grundzustand das SNOWMAPS Logo zeigt. Hier werden nach der Tourenplanung das Höhenprofil sowie die Ergebnisse der Wegzeitberechnung angezeigt. Darunter befindet sich das Kartencenter (C), in welchem jederzeit sämtliche Karten oder Overlays ein- und ausgeblendet werden können sowie deren Transparenz geändert werden kann. Hier gibt es auch Links zum aktuellen Lawinenlagebericht sowie zu einem detaillierten Bergwetterbericht. Zudem finden sich kleine Informationsbuttons, mit deren Hilfe jederzeit ein einfaches Anzeigen der jeweiligen Kartenlegende möglich ist.

Des Weiteren gibt es ein geografisches Suchfenster, mit welchem nach Gipfel-, Orts- oder anderen geografischen Namen gesucht werden kann. Unterhalb der Karte ist die sogenannte Toolbar (D) angeordnet.

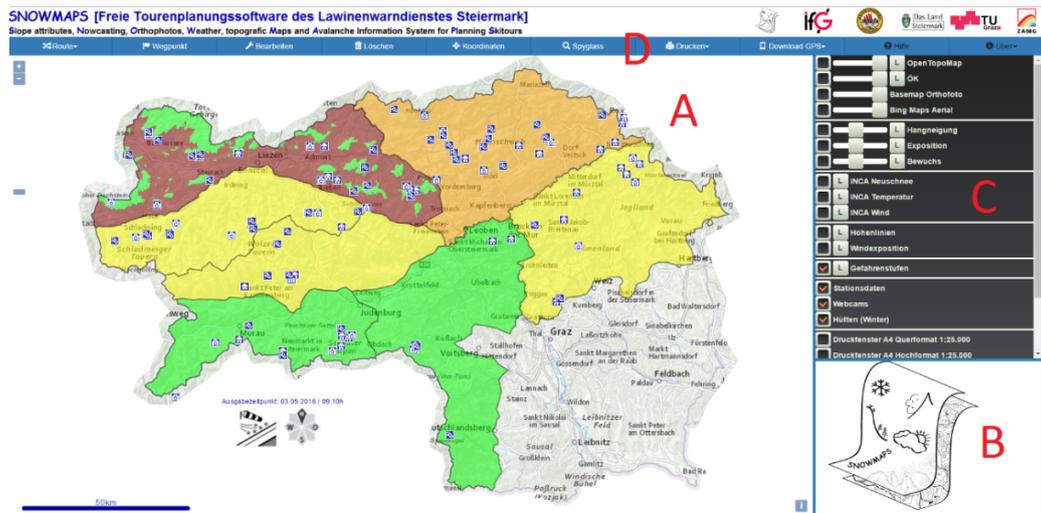


Abb. 4: Grundaufbau von SNOWMAPS (eigene Darstellung, Kartengrundlage: Basemap, Geobasisdaten: GIS-Steiermark, Lawinewarstufen: Lawinewarndienst Steiermark)

3.1 Kartencenter

Im Kartencenter können einzelne Layer ein- und ausgeblendet sowie deren Transparenz verändert werden. Jederzeit kann auch eine entsprechende Legende abgerufen werden. Karten bzw. deren Informationen können somit beliebig kombiniert und daraus kann komplexes Wissen abgeleitet werden.

Hangneigungs-, Expositions- und Bewuchskarten werden unter dem Begriff ALS-derived Attribute Maps zusammengefasst. Im Rahmen der durchgeführten Experimente zeigt sich, dass durch Verwendung der Ausgangsdaten mit 10m Auflösung die besten Ergebnisse für den weiteren Einsatz erreicht werden können.

3.1.1 Topografische Basislayer

Die topografischen Karten bilden die Grundlage jeder Tourenplanung. Um dem Benutzer ein möglichst umfangreiches Bild der Situation zu geben, stehen verschiedene Basislayer zur Verfügung. Eine topografische Karte, in diesem Fall der Layer „Grau“ von Basemap, wird immer als Grundkarte angezeigt. Darüber hinaus können folgende Layer angezeigt werden:

- OpenStreetMap
- ÖK 25V
- Basemap Layer „Orthofoto“ mit Basemap „Overlay“
- Bing Maps „Satellite“

Die ÖK 25V stellt mit ihrer Rasterdarstellung immer noch die beste Grundlage zur alpinen Tourenplanung dar. Der hohe Detailreichtum an Informationen, besonders in Bezug auf die Geländebeschaffenheit, ist allen anderen Karten überlegen (WINKLER et al. 2008). Die amtlichen Ortsbezeichnungen der ÖK finden sich auch in den meisten Skitouren-Führern wieder.

3.1.2 Thematische Basislayer

Den thematischen Basislayer bildet die Gefahrenstufenkarte. Dabei werden die aktuellen Gefahrenstufen grafisch aufbereitet und der Grundkarte überlagert. Eine ganzjährig gültige und

höhenunabhängige Gefahrenstufe wird dabei durch eine statische Farbgebung der entsprechenden Gefahrenstufenfarbe visualisiert. Herrscht eine höhenabhängige Gefahrenstufe, so wird diese auch in ihrer tatsächlichen geografischen Ausdehnung dargestellt. Eine vom Tagesgang betroffene Gefahrenstufe wird durch einen dynamischen Farbübergang visualisiert. Ergänzt werden diese Informationen mit meteorologischen Daten wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Böen, Temperatur und Neuschneezuwachs. Webcams, meteorologische Stationsdaten sowie im Winter geöffnete Hütten werden als POI's überlagert. Durch einen Klick auf den jeweiligen Punkt werden entsprechende Informationen angezeigt.

3.1.3 Hangneigungskarte

Die Farbgebung und Klassifizierung wird basierend auf Überlegungen bezüglich der Verwechslungsgefahr mit den Farben der Gefahrenstufen gewählt. Diese Art der Darstellung ermöglicht auf den ersten Blick eine Zweiteilung des Geländes in Bereiche mit Hangsteilheit unter 30° und über 30° . Graue Flächen repräsentieren dabei Gelände unter 30° , farbige Flächen Gelände über 30° (siehe Abb. 5). Damit wird die Hangneigungskarte der Erkenntnis gerecht, wonach die potenzielle Lawinengefahr ab 30° massiv ansteigt (KRONTHALER 2011). Vor allem für unerfahrenere Tourengerer bewirkt die Vermeidung der „bunten Hänge“ eine deutliche Risikoreduktion. Experten können in Kombination mit anderen Informationen, beispielsweise der Geländeinformation über Höhenschichtenlinien, eine Analyse über möglicherweise in einem Hang vor sich gehende bzw. gegangene Prozesse durchführen. Auch wenn die Hangneigung vor allem bei der praktischen Durchführung einer Tour nach aktuellem Wissen eine geringere Rolle spielt als bisher angenommen, so ist ihre Wichtigkeit in der Tourenplanung unumstritten.

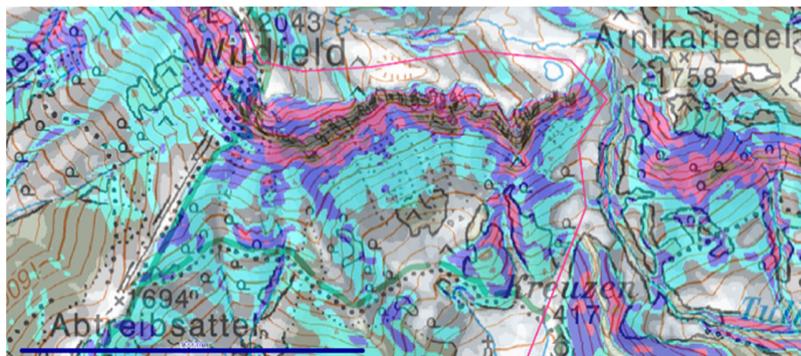


Abb. 5: Geplante Route mit eingeblendeter Hangneigung (eigene Darstellung, Kartengrundlage: Basemap, Geobasisdaten: GIS-Steiermark)

Des Weiteren wird SNOWMAPS damit auch den Ansprüchen der auf der klassischen Reduktionsmethode basierenden Strategien gerecht, in welchen die Hangneigung den wichtigsten Verzichtsfaktor bildet (WÜRTL 2011). In diesem Fall ist eine Klassifizierung der Hänge in 5° -Schritten unumgänglich.

3.1.4 Bewuchskarte

Die Bewuchskarte dient in erster Linie der Erkennung der in einem Gebiet herrschenden Vegetation. Diese wiederum beeinflusst einerseits die Windeinwirkung innerhalb eines Hanges sowie andererseits die Eignung desselben für die Befahrung durch Skifahrer.

3.2 Toolbar

In der Toolbar sind alle dem Benutzer zur Verfügung stehenden Interaktionsfunktionen für das Zeichnen einer Haupt- sowie einer Alternativroute zusammengefasst. Weiters ist die Eingabe von Wegpunkten möglich. Routen und Wegpunkte können mit der Funktion „Bearbeiten“ geändert, ergänzt oder reduziert werden. Eingezeichnete Elemente sind in gängigen Formaten auf ein GPS-Gerät übertragbar und der gesamte Kartenausschnitt kann ausgedruckt werden.

4 Fazit & Ausblick

In dem Beitrag wurde ein neuartiges System zur Entscheidungsfindung (Planung) für Skitourengeher vorgestellt. Die gemeinsame Bereitstellung dafür relevanter Daten wie ALS-derived Attribute Maps, meteorologischer Daten sowie topografischer Basisdaten stellt eine Neuerung auf diesem Sektor dar und soll zu einer entscheidenden Erhöhung der Sicherheit beitragen. Bisher konnten diese Informationen nur aus unterschiedlichen Kanälen zusammengetragen werden. Im Vordergrund steht dabei die Bereitstellung hochqualitativer Informationen, auf Basis welcher selbstständige Entscheidungen getroffen werden können. SNOWMAPS ist ab dem Winter 2016/17 unter www.snowmaps-steiermark.com verfügbar.

Hinweis: Um eine leichtere Lesbarkeit zu gewährleisten, wird im Beitrag die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet. Es wird betont, dass die Verwendung dieser Form geschlechtsneutral zu verstehen ist.

5 Literaturverzeichnis

- EAWS, 2016: European Avalanche Warning Services, Gefahrenstufen, http://www.avalanches.org/eaws/en/includes/basics/basicsImages/scale_de.png, (04/2016)
- GEBETSBERGER, P., 2010: Winter3, 1. Auflage, Wien.
- KRONTHALER, G., 2011: Systematische Lawinenkunde. Ausbildungshandbuch der Tiroler Lawinenkommissionen, 2. Auflage, Amt der Tiroler Landesregierung (Hrsg.), Innsbruck.
- SCHWEIZER, J., 2006: Hangneigung. Zeitschrift bergundsteigen, Deutscher Alpenverein, Schweizer Alpen-Club SAC, Alpenverein Südtirol, Österreichischer Alpenverein (Hrsg.), Ausgabe 4/06, Innsbruck.
- WINKLER, K., BREHM, H. & HALTMEIER, J., 2008: Bergsport Winter – Technik, Taktik, Sicherheit, 2. Auflage, Bern.
- WÜRTL, W., 2011: Gefahrenzeichen im Gelände. Ausbildungshandbuch der Tiroler Lawinenkommissionen, 2. Auflage, Amt der Tiroler Landesregierung (Hrsg.), Innsbruck.
- ZENKE, B. & KRONTHALER, G., 2012: Strukturiertes Vorgehen in der Beurteilungstätigkeit örtlicher Lawinenkommissionen in Bayern. Conference Proceedings INTERPRAEVENT, Entwurf, Grenoble