



01 Cockpitansicht von LA.DOK zur Sammlung der Informationen für die Lawinenlageberichtserstellung. (Screenshot: LWZ im LfU Bayern)

## Von Schneedeckenbeobachtungen zur Lawinengefahreinschätzung – Lawinenwarnung in Bayern mit dem internetbasierten Datenein- und Ausgabesystem LA.DOK

Autor: Thomas Feistl

### Einleitung

Eine Skitourengruppe ist an einem sonnigen Wintertag in einem abgelegenen Tal im Karwendel unterwegs. Das Anlegen einer frischen Aufstiegsspur im unberührten Pulverschnee ist anstrengend. Plötzlich, beim Betreten einer flachen, schattigen Lichtung in der Nähe der Baumgrenze, setzt sich die Schneedecke unter den Skiern und das charakteristische „Wumm“ ist zu hören. Der erfahrenen Skitourengruppe ist sofort klar was gerade passiert ist: eine Schwachschicht ist kollabiert. Schnell werden die Smartphones gezückt, die Routenplanung nochmal überprüft und ein zweiter Blick in den Lawinenlagebericht geworfen. Dort wird eine tiefliegende Schwachschicht aus eingeschneiten Oberflächenreifkristallen beschrieben, die sich an schattigen Hängen bei dem kalten Strahlungswetter der letzten Tage erhalten konnte. Diese kann von einzelnen Wintersportlern gestört werden und es können sich Lawinen mittlerer Größe bilden. Die Gefahr ist erkannt, das Ziel des heutigen Tages wird nochmal diskutiert und ein weniger steiler Gipfel in Angriff genommen...

So oder ähnlich könnte sich ein Tag im winterlichen Gebirge abspielen. Sicher gibt es auch Situationen, in denen die Schwachschicht im Lawinenlagebericht nicht beschrieben wird. Meistens weiß der Lawinenwarner und die Lawinenwarnerin aber gut über den Schneedeckenaufbau Bescheid und ist somit in der Lage eine passende Einschätzung und damit eine Hilfestellung für Wintersporttreibende abzugeben. Aber wie kann von der Lawinenwarnzentrale (LWZ) in München aus der Schneedeckenaufbau im abgelegenen Gebirge beschrieben werden? Woher kommen die Informationen, wie entsteht der Lawinenlagebericht und wie wird die Gefahrenstufe bestimmt?

Der folgende Beitrag gibt einen Einblick in die aktuelle Arbeitsweise der bayerischen LWZ. Den ehrenamtlichen Beobachterinnen, Beobachtern und Lawinenkommissionsmitgliedern kommt für die Erstellung des Lawinenlageberichts eine besonders wichtige Rolle zu. Deren vor Ort gesammelte Informationen über das Wetter, die Schneedecke und die daraus resultierende Lawinengefahr müssen die LWZ zeitnah erreichen. Hier kommt das

internetbasierte System LA.DOK (Lawinenwarn- und Dokumentationstool) zur Datenein- und -ausgabe ins Spiel, dass im Winter 2021/22 im Lawinenwarndienst (LWD) Bayern zum ersten Mal eingesetzt wird, um die internen Arbeitsabläufe zu optimieren und in Zukunft für einen noch besseren Informationsaustausch zu sorgen.

### Schneedeckenbeobachtungen

Ohne die Beobachtungen der Experten vor Ort ist die LWZ in München weitgehend „blind“. Es gibt zwar ein dichtes Netz von automatischen Messstationen in Bayern und diejenigen, die den Lawinenlagebericht schreiben sind viel im Schnee unterwegs. Dennoch würden die Informationen kaum ausreichen, um eine Lawinengefahrenstufe zu bestimmen, geschweige denn eine detaillierte Beschreibung der Schneedecke zu formulieren. Hierfür braucht die LWZ die Hände, Augen und Ohren der Ehrenamtlichen, die jeden Tag in den bayerischen Bergen unterwegs sind und ihre gesammelten Beobachtungen zuverlässig weitergeben.

Besonders wichtig für die Bestimmung der Lawinengefahr sind detaillierte Informationen zum Schneedeckenaufbau. Welche Schichten finden sich in der Schneedecke, wo sind diese, wie sind sie entstanden und wie leicht können sie gestört werden? Nur eine große Anzahl an Schneedeckeninformationen lassen Aussagen über die Verteilung von Gefahrenstellen im Gelände, die Anzahl möglicher Lawinenauslösegebiete und die Größe der zu erwartenden Lawinen zu. Hier liegt auch der Unterschied zwischen einer Einzelhangbeurteilung und der regionalen Lawinengefahrenstufe: Die Beurteilung der Lawinengefahr am Einzelhang können Fachleute alleine leisten. Für die Definition einer regionalen Lawinengefahrenstufe benötigt man ein Beobachtungsnetzwerk.

Das nötige Fachwissen zu Schnee und Lawinen erlernen die Lawinenfachleute in der Ausbildung des LWDs. Was ist eine Schwachschicht? Welche Umwandlungsprozesse gehen in der Schneedecke vor sich? Welche Lawinenprobleme hat dies zur Folge? Eine große Herausforderung ist dabei die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse im Blick zu behalten, neue Standards der EAWS (European Avalanche Warning Services) aufzugreifen und das Ausbildungssystem bei Bedarf flexibel anzupassen. Die gemeinsam mit der Steiermark, Kärnten und Niederösterreich in Themenblöcken untergliederten und im Internet abrufbaren Ausbildungsunterlagen machen einerseits schnelle Anpassungen möglich und garantieren andererseits einen internationalen Standard.

Zudem benötigen die Beobachterinnen und Beobach-



02 Eingabe eines Schneeprofils mit LA.DOK. (Foto: LWZ im LfU Bayern)

ter für die effektive Weitergabe der Schneedecken- und Lawineninformationen eine einheitliche Sprache und idealerweise den gleichen Kommunikationsweg. Hierfür wurde in Bayern LA.DOK entwickelt.

### Kommunikation im LWD-Bayern mit Hilfe von LA.DOK

Kommunikation ist der Schlüssel zum Erfolg in der Lawinenwarnung. Das ist sicher nicht nur in Bayern so. Die letzten Jahre wurde viel Energie und Zeit in die Modernisierung der Kommunikationswege zwischen Lawinenkommissionen, Beobachterwesen, Sicherheitsbehörden und LWZ investiert. Voraussetzung für die Entwicklung eines komplett neuen Werkzeugs war, dass in Bayern mit dem Konzept von Null begonnen werden konnte. Alle bisher verwendeten Systeme sind veraltet und müssen zwangsläufig ersetzt werden. Herausgekommen ist jetzt das internetbasierte Kommunikations- und Dokumentationstool LA.DOK. Es soll die komfortable Übermittlung von Beobachtungen in Echtzeit ermöglichen und diese Informationen für alle im LWD Tätigen komfortabel zugänglich machen.

Der Anwenderbereich von LA.DOK ermöglicht die einfache Dateneingabe per Smartphone. Das beginnt mit dem Hochladen von Beobachtungen in Form von Fotos mit einem kurzen Kommentar, geht über die Eingabe der Schnee- und Wetterverhältnisse und der Aufnahme von Schneeprofilen, die eine Entscheidung einer Lawinenkommission untermauern, bis zur Eintragung

von Straßensperrungen durch die Sicherheitsbehörden wie Gemeinden und Landratsämter. Zusätzlich können Lawinenkatastereignisse einfach eingegeben und der LWZ übermittelt werden.

Die Struktur und der Aufbau von LA.DOK sind für das Smartphone optimiert (Abb. 2), die Menüführung intuitiv. Die Eingabe einer einfachen Beobachtung erfolgt in Sekunden. Für die Eingabe einer umfangreichen Beobachtung reichen einige Minuten aus. Für schlechtes Wetter steht ein Touchpen zur Verfügung oder man spricht den Text per Sprachsteuerung auf. Bei fehlendem Handyempfang, kann die WebApp offline befüllt werden. Und wer seine Beobachtungen draußen nicht eingeben möchte, kann das nachträglich von der gemütlichen Stube aus tun. Die Eingabe über Laptops und Stand-PCs bleibt weiterhin möglich.

Die Benutzerinnen und Benutzer der Web-App LA.DOK werden von der LWZ gemanagt. Das heißt Personen mit unterschiedlichen Nutzungsrechten werden angelegt, Regionen und Messstandorte definiert und die Abrechnung der Vergütungen über die Plattform organisiert. Somit haben alle Nutzerinnen und Nutzer jederzeit den Überblick über deren eingegebene Beobachtungen, über den „Kontostand“ und deren Personendaten.

Ihnen stehen außerdem Ausbildungsunterlagen, Formulare und sonstige Informationen, die für die tägliche Kommissionsarbeit benötigt werden, zum Download zur Verfügung. Ein Onlineausbildungstool zum einfachen Durchklicken ist in Planung.

Das Ziel ist in naher Zukunft eine Plattform zu besitzen, über die alle Informationen eingegeben, weitergeleitet und abgerufen werden können, die für die Arbeit des LWD-Bayern benötigt werden.

### Cockpit

Die Vielzahl an Informationen zum Wetter, zur Schneedecke und zum Lawinengeschehen müssen nach wie vor von der LWZ für unterschiedliche Regionen, Höhenstufen und Zeiträume zusammengefasst und in einen oder mehrere Texte gegossen werden. Für die Lawinenwarnerin, den Lawinenwarner ist es inzwischen sehr anspruchsvoll den Überblick zu behalten und der strukturierten Darstellung der Informationen auf optisch ansprechende Weise kommt eine immer größere Bedeutung zu.

Hier kommt die zweite Komponente unserer Digitalstrategie ins Spiel und zwar das „Cockpit“. Alle Informationen, die die Beobachterinnen, Beobachter und Lawinenkommissionsmitglieder sammeln, werden in die gleiche Eingabemaske von LA.DOK eingegeben und über das Cockpit in der LWZ abgerufen. Das Cockpit

besteht aus einer geografischen Karte, auf welcher unterschiedliche Informationen mit unterschiedlichen Icons angezeigt werden. So können in der LWZ Informationen sehr einfach ausgewählt, geordnet und nebeneinander dargestellt werden (Abb. 1).

### Workflow LLB

Nachdem alle Informationen gesammelt, geordnet und analysiert wurden, geht die Lawinenwarnerin und der Lawinenwarner zur Erstellung des Lawinenlageberichts folgende Schritte der Reihe nach durch:

#### 1. Definiere das für den Vorhersagezeitraum dominierende Lawinenproblem für den gesamten bayerischen Alpenraum oder für mehrere Teilregionen und unterschiedliche Höhenbereiche.

Die Einschätzungen zu aktuell vorherrschenden Lawinenproblemen auf lokaler Ebene geben Beobachterinnen, Beobachter und Kommissionsmitglieder in LA.DOK ein. Dort stehen sie der LWZ zum Abruf zur Verfügung. Zusätzlich dienen Wetterinfos bezüglich Erwärmung, Schneefallgrenze, Neuschneemenge und Wind zur Bestätigung. Einen Überblick über typische Anzeichen für ein bestimmtes Lawinenproblem und entsprechende Formulierungen im Lawinenlagebericht gibt die folgende Tabelle 1.

Lawinenproblem	was, wo, wie viel?
Neuschnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 30 cm Neuschnee</li> <li>1 – 3 Tage nach Schneefall</li> <li>alle Expositionen</li> <li>Selbstaumlösungen (Schneedeckenstabilität: sehr schlecht)</li> <li>viele Gefahrenstellen</li> </ul>
Triebsschnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wind &gt; 30 km/h</li> <li>1 – 5 Tage nach Verfrachtung</li> <li>kammnah, windabgewandt, Rinnen und Mulden, Hangkanten...</li> <li>mit geringer Zusatzbelastung (Schneedeckenstabilität: schlecht)</li> <li>einige / viele Gefahrenstellen</li> </ul>
Altschnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>längere trockene Phase</li> <li>Schattenhänge, Hochlagen, am Übergang von wenig zu viel Schnee</li> <li>große Zusatzbelastung (Schneedeckenstabilität: mittel)</li> <li>wenige / einige Gefahrenstellen</li> </ul>
Nassschnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erwärmung oder Regen</li> <li>im Tagesverlauf</li> <li>Südexpositionen</li> <li>Selbstaumlösung Lockerschnee-, Schneebrett-, Gleitschneelawinen (Schneedeckenstabilität: sehr schlecht)</li> <li>einige / viele Gefahrenstellen</li> </ul>
Gleitschnee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warmer Untergrund wird eingeschneit</li> <li>zu jeder Tages- und Nachtzeit</li> <li>glatte Wiesenhänge, Waldschneisen, Felsplatten (Hochlagen)</li> <li>Selbstaumlösungen (Schneedeckenstabilität: sehr schlecht)</li> <li>einige Gefahrenstellen</li> </ul>

**Tabelle 1** Typische Formulierungen im Lawinenlagebericht für entsprechende Lawinenprobleme.

#### 2. Definiere die vorherrschende Stabilitätsklasse

Bei jedem Schneedeckenstabilitätstest, den die Ehrenamtlichen in LA.DOK eingeben werden diese nach ihrer Einschätzung zur Stabilität der Schneedecke gefragt. Zur Auswahl steht: die Schneedeckenstabilität ist...

- ... sehr schlecht (Selbstaumlösungen von Lawinen zu erwarten)
- ... schlecht (Lawinenauslösung mit geringer Zusatzbelastung)
- ... mittel (Lawinenauslösung mit großer Zusatzbelastung)
- ... gut (keine Lawinenauslösung zu erwarten)

Diese Einschätzungen werden farblich auf der Karte im Cockpit dargestellt und sind auf einen Blick für die LWZ ersichtlich.

#### 3. Definiere die Häufigkeit möglicher Lawinenauslösegebiete in einer Region

Hierfür wird zwischen wenigen, einigen und vielen Hängen unterschieden, wobei diese Begriffe immer im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Lawinenauslösebereiche einer Region zu verstehen sind. Die Häufigkeit ergibt sich aus der Anzahl der kritischen Informationen zur Schneedecke im Vergleich zu allen Schneedeckeninformationen. Sie kann nur mit einer ausreichenden Anzahl an Informationen zuverlässig vorhergesagt werden und ist für die Einzelhangbeurteilung von untergeordneter Bedeutung. Hieraus kann sich auch eine vermeintliche Diskrepanz zwischen einer lokalen Beobachtung und der regionalen Lawinengefahr ergeben.

#### 4. Definiere die Größe zu erwartender Lawinen.

Die Größe zu erwartender Lawinen wird von den Ehrenamtlichen eingeschätzt und über LA.DOK mitgeteilt. Zusätzlich werden Informationen zum Schneedeckenaufbau, Daten der automatischen Messstationen und Wetterprognosedaten berücksichtigt. Die größte zu erwartende Lawine ist für die Definition der Gefahrenstufe ausschlaggebend.

#### 5. Definiere die Gefahrenstufe mit Hilfe der EAWS-Matrix

Mit den drei Faktoren Schneedeckenstabilität, Häufigkeit möglicher Lawinenauslösegebiete und der Größe zu erwartender Lawinen kommt die Lawinenwarnerin und der Lawinenwarner mit Hilfe der EAWS-Matrix zu einer eindeutigen Gefahrenstufe für eine Region.

#### 6. Überprüfe ob sich bei sekundärem Problem höhere Gefahrenstufe ergäbe.

Als letztes wird überprüft, ob sich bei einem ande-

ren vorherrschenden Lawinenproblem anhand der Matrix eine andere Gefahrenstufe ergäbe und bei Bedarf nachgebessert.

Sind die Gefahrenstufen und Lawinenprobleme für alle Regionen und Höhenstufen bestimmt, werden mögliche Gefahrenstellen im Gelände, der Schneedeckenaufbau und die Entwicklung der Lawinengefahr in der Zukunft beschrieben. Der Lawinenlagebericht kann jetzt in LA.PORT eingegeben und abgeschickt werden.

### Schlussbemerkung

Von der Beobachtung vor Ort, über die Plattform LA.DOK finden Informationen zur Schneedecke und zur Lawinengefahr ihren Weg in die LWZ und zu allen im LWD Tätigen. Eine vertrauensvolle, offene und professionelle Zusammenarbeit zwischen den Fachleuten vor Ort und der LWZ ist der Schlüssel zu einer präzisen Lawinenwarnung. Es ist durchaus vorstellbar, dass die Dateneingabe in Zukunft auch für die Skitourengruppe im Karwendel über LA.DOK möglich sein wird und die LWZ von diesen Informationen profitiert. Eine Kontrolle der Qualität der Informationen ist dann jedoch kaum möglich.

Ungeachtet der Fülle an Informationen, die einem LWD zur Verfügung stehen, trotz der modernen Kommunikationsmöglichkeiten und einer intensiven Ausbildung, wird es auch in Zukunft zweifelhafte Entscheidungen bei Lawinenfragen geben. Dies ist zu einem großen Teil der prognostischen Komponente der Lawinenwarnung geschuldet. Die Beurteilung der Schneedeckenstabilität kann zu einem bestimmten Zeitpunkt noch so fundiert erfolgen, wenn sich das Wetter nachts schlagartig ändert, stellt sich die Situation am Folgetag möglicherweise anders dar als erwartet. Beispielsweise könnte deutlich mehr Neuschnee fallen als vorhergesagt. Sowohl die Skitourengängerin, der Skitourengänger und das Lawinenkommissionsmitglied als auch die LWZ müssen mit diesen Situationen umgehen.

LA.DOK ist der Versuch lawinenrelevante Informationen auf die effektivste Art und Weise innerhalb eines Warndienstes auszutauschen. Davon sollen Beobachterinnen, Beobachter, Lawinenkommissionsmitglieder, Sicherheitsbehörden, die LWZ und am Ende die Leserinnen und Leser des Lawinenlageberichts profitieren. Ob Kommunikationstools wie LA.DOK tatsächlich zu einer verbesserten Lawinenwarnung führen, wird die Zukunft zeigen. Die LWZ-Bayern ist zuversichtlich.

Dr. Thomas Feistl  
Leiter der Lawinenwarnzentrale  
im Bayerischen Landesamt für Umwelt