

7. Lawinenwarndienst Tirol 2000

Konzept von Rudi Mair, Lawinenwarndienst Tirol

1. Einleitung

Tirol als Hochgebirgsland ist im Winter naturgemäß mehr oder weniger permanent von Lawinen bedroht.

Einen wesentlichen Beitrag zum Schutz von Bevölkerung und Siedlungsraum vor Lawinengefahren leistet neben permanenten Schutzverbauungen der Lawinenwarndienst Tirol. Diese Serviceeinrichtung des Landes Tirol hat ihren Sitz in Innsbruck. Zusätzlich zur Zentrale ist in etwa 160 von 279 Tiroler Gemeinden die Einrichtung einer sogenannten ‚Lawinenkommission‘ gesetzlich vorgeschrieben. Beratung und Information dieser Expertengremien obliegen dabei ebenfalls dem Lawinenwarndienst Tirol.

Die Beurteilung der momentanen Lawinensituation und nachfolgend zu treffender Schutzmaßnahmen ist ein äußerst komplexer Vorgang, der wesentlich auf der langjährigen Erfahrung der Lawinenprognostiker aufbaut.

Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung liefern die Daten speziell ausgebildeter Beobachter, automatischer Wetterstationen sowie eigener Geländeerkundungen und Schneedeckenuntersuchungen einen wertvollen und unentbehrlichen Beitrag dieser verantwortungsvollen Tätigkeit.

Der Lawinenwarndienst Tirol sieht seine Hauptaufgaben in der Zukunft neben dem Ausbau des Beobachter- und Meßnetzes vor allem in der Entwicklung einer zentralen Datenbank zur Verwaltung und Auswertung dieses umfangreichen Datenmaterials. Dadurch wird nicht nur die eigene Arbeit, sondern vor allem auch die Beratung und Unterstützung der Lawinenkommissionen, insbesondere in Hinblick auf die Weitergabe von Daten, wesentlich erleichtert.

Mittelfristiges Ziel des Konzeptes ‚Lawinenwarndienst Tirol 2000‘ ist es, durch gezielten Ausbau von Messeinrichtungen sowie der Entwicklung geeigneter Produkte zur Bearbeitung und Interpretation der erfassten Daten die zeitliche und örtliche Genauigkeiten der Lawinenprognose zu verbessern.

2. Beobachternetz

Der Lawinenwarndienst Tirol verfügt derzeit über 15 Beobachter. Diese Lawinenexperten sind auf

freiwilliger Basis tätig und in ihrem Hauptberuf Bergführer, Skilehrer, Hüttenwirte oder professionelle Mitglieder einer Lawinenkommission. Sie liefern einmal täglich (frühmorgens) folgende Informationen:

- Wetter zur Zeit
- Wetter vom Vortag
- Aktueller Bewölkungsgrad
- Windrichtung und -geschwindigkeit zu vier vorgegebenen Terminen
- Aktuelle Lufttemperatur
- Temperaturverlauf der letzten 24 Stunden
- Maximaltemperatur
- Aktuelle Schneetemperatur
- Aktuelle Gesamtschneehöhe
- Neuschneehöhe der letzten 24 Stunden
- Aussehen und Qualität der Schneeoberfläche
- Aktuelle Einsinktiefen der Rammsonde
- Beobachtete Lawinenabgänge in den letzten 24 Stunden
- Künstliche Auslösung von Lawinen (wenn ja, Erfolg)
- Art der heute zu erwartenden Lawinen
- Beurteilung der Lawinengefahr (aktueller Tag)

Diese Daten werden in einem Zahlenschlüssel (vergleichbar dem WMO-Code der Meteorologen) telefonisch übermittelt und in einem File-strukturierten System auf einem PC archiviert. Falls nötig, werden diese Meßdaten noch um Meldungen in Klartext ergänzt.

Zusätzlich werden die Daten mit einem sogenannten ‚Next-day-model‘ statistisch bearbeitet (auf ihre Ähnlichkeit mit vorangegangenen Tagen überprüft) und grafisch dargestellt.

Mittelfristig erachten wir eine komplette Neustrukturierung des Beobachternetzes als unumgänglich. Dabei hat sich nach Gesprächen mit verschiedenen Experten vor allem das Modell des ‚Regionalen Beobachters‘ als zielführend erwiesen. Dabei ist ein Beobachter nicht mehr nur für sein lokales Gebiet zuständig, sondern betreut eine ganze Region. Die Einteilung dieser Regionen erfolgt dabei unter Bedachtnahme auf klimatologische und schnee- und lawinenkundliche Gemeinsamkeiten. Aufgabe des ‚Regionsbeobachters‘ wäre es nun, in seiner Region mit den maßgeblichen örtlichen Experten (Lawinenkommissionen, Bergführer, Hüttenwirte) zusammenzuarbeiten und

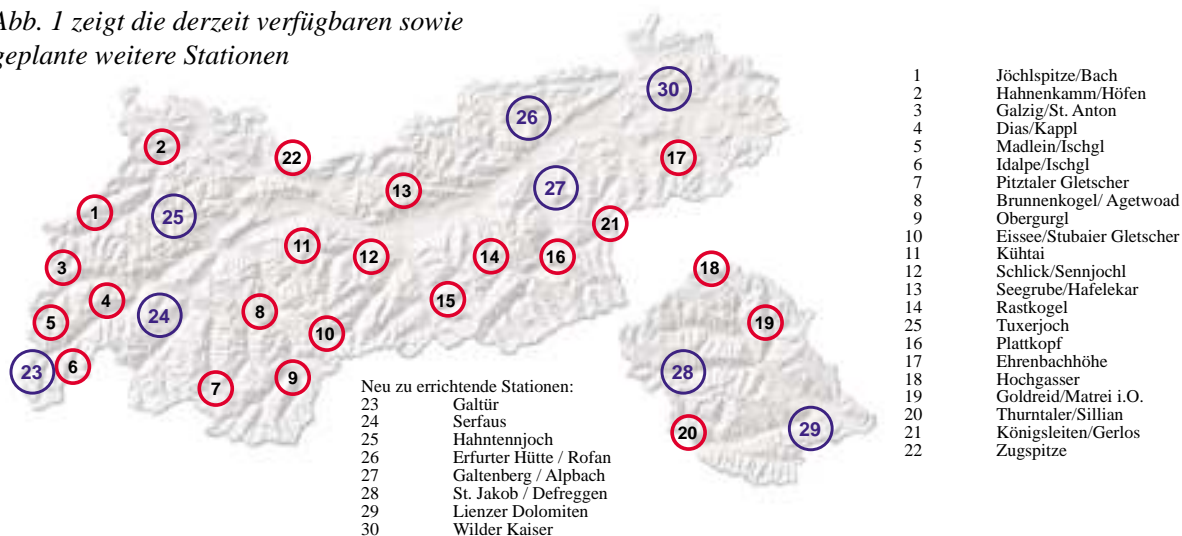
eine Expertise für die gesamte Region zu erstellen. Für den Lawinenwarndienst bietet ein solches Vorgehen den Vorteil, nicht auf einzelne Punktmessungen angewiesen zu sein, sondern detaillierte Informationen über eine ganze Region zu erhalten.

3. Automatische Stationen

Um eine unkontrollierte Errichtung automatischer Stationen zu verhindern, erarbeitete der Lawinenwarndienst Tirol bereits 1992 einen Ausbauplan. In diesem Plan sind großräumig Standorte eingetragen, die meteorologisch und nivologisch besonders geeignet erscheinen. Der genaue Standort

einer Station wird dann in der Vor-Ort-Besichtigung von Vertretern des Lawinenwarndienstes und der örtlichen Lawinenkommission festgelegt. Anschließend erfolgt die genaue technische Planung sowie die Ausschreibung der Bauarbeiten. Die Finanzierung obliegt der betreffenden Gemeinde mit Beiträgen von betroffenen Liftgesellschaften oder Nachbargemeinden. Eventuell schon vorhandene Stationen anderer Betreiber (z.B. die TAKLIS-Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, aber auch Stationen von TIWAG und Tauernkraft) können problemlos in das System integriert werden. Diese Stationen werden dann mit einer Schneehöhenmeßeinrichtung ergänzt.

Abb. 1 zeigt die derzeit verfügbaren sowie geplante weitere Stationen



Der Landeslawinenwarndienst unterstützt die Gemeinden nicht nur bei der Planung, sondern übernimmt derzeit auch die anfallenden Wartungskosten. Von insgesamt 30 geplanten Stationen sind

bereits mehr als 20 realisiert. Die Grundausstattung einer automatischen Wetterstation zusammen mit der Meßmethodik, Aufbereitung und Speicherung der Werte ist aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Meßgröße	Meßmethode/ Art des Gebers	Geber- abfrage	Aufbereitung der Werte	Speicherung der Werte für Zeitintervall 10min
Lufttemperatur	Pt100, belüftet	10s	1-Minuten- Mittel	Mittelwert der letzten Minute des Intervalls; Extremwerte des Intervalls
Luftfeuchte	kapazitiv	10s	1-Minuten- Mittel	Mittelwert der letzten Minute
Windrichtung	Young Propeller	2s	vektorielles Mittel über 1 Minute	vektorielles Mittel über Zeitintervall
Wind- geschwindigkeit	Young Propeller	2s	vektorielles Mittel über 1 Minute	vektorielles Mittel über Zeitintervall
Böe	Young Propeller	2s	–	maximaler 2s-Wert der Geschwindigkeit im Intervall und zugehörige Richtung
Globalstrahlung	Sternpyranometer	2s	1-Minuten-Mittel	Mittel über Zeitintervall
Schneehöhe	Ultraschall	10s	–	arithmetisches Mittel über Intervall
Schneetemperatur	NTC	3 h	–	3-Stunden-Wert

Ist eine Stromversorgung vorhanden, sind die Meßgeräte kontinuierlich in Betrieb und werden ab Erreichen von Minustemperaturen geheizt. Ist keine feste Stromversorgung vorhanden, kann die Meßstation auch mit einer Solaranlage versorgt werden. In diesem Fall schaltet sich zwischen den Messungen die komplette Meßanlage ab und wacht nur zu den eingestellten Intervallen zum Messen und Speichern auf. Um die Solaranlage wirtschaftlich zu halten, sind bei Solarversorgung keine Meßgeräte mit Heizung möglich.

Da die Windwerte üblicherweise an einem exponierten Standpunkt (Grat, Gipfel, o.ä.) besonders interessant sind, die Schneehöhe hingegen an einem möglichst windunabhängigen Meßfeld, werden diese zwei Sensoren meist räumlich getrennt (oft mehrere hundert Meter).

Die Erfassung der Daten erfolgt in einem 16-Kanal-Datenlogger. Die analogen Meßeingänge werden nacheinander (multiplex) mit einem integrierenden AD-Wandler gemessen, digitalisiert und auf Plausibilität getestet. Die gültigen Meßwerte werden mit einer eingegebenen Formel auf physikalische Werte umgerechnet und mit Echtzeit in komprimierter Form gespeichert. Der Datenspeicher ist normal als Ringspeicher konfiguriert und hat eine Kapazität von etwa 40.000 Meßwerten. Bei Belegung aller Kanäle und einem Speicherintervall von 10 min. entspricht das einem Speicherzeitraum von etwa 3 Wochen. Im Falle einer Störung wird ein Reset und Neustart ausgelöst, wobei alle Daten und Meßwerte erhalten bleiben. Die Echtzeituhr, Arbeits- und Datenspeicher sind außerdem über eine Batterie gegen Versorgungsausfall gesichert.

Der Abruf der Daten aus dem Datenlogger erfolgt über eine serielle Schnittstelle. Die weitere Übertragung erfolgt je nach örtlicher Situation über Direktleitung, Modem-Telefon, Modem-Mobiltelefon oder Funkmodem-Funkgerät. Eine Übertragung über Funkstrecken kommt z.B. insbesondere dann in Betracht, falls ein Teil der Station (wie die Schneehöhenmessung) von der übrigen Anlage räumlich getrennt ist. Am Ende der Übertragungskette steht aber immer ein Telefonmodem und das öffentliche Telefonnetz, über das die Daten für berechnete Nutzer jederzeit fernabfragbar sind. Die Modems verwenden zur Erhöhung der Datensicherheit und des Datendurchsatzes Korrektur- und Kompressionsalgorithmen. Bei der üblichen Übertragungsrates von 2400 bd (1200 bd im Mobilnetz und über Funkstrecken) und 4-facher Datenkompression kann daher ein Datendurchsatz von maximal 9600 bd erreicht werden. Da sich Hoch-

gebirgsmeßstationen üblicherweise am Ende der Leitungen befinden und die Verbindungen daher oft sehr schlecht sind, schalten sich die Modems selbständig auf geringere Übertragungsrates zurück.

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, daß keine teuren Standleitungen notwendig sind, sondern auf das bestehende Telefonnetz zurückgegriffen werden kann.

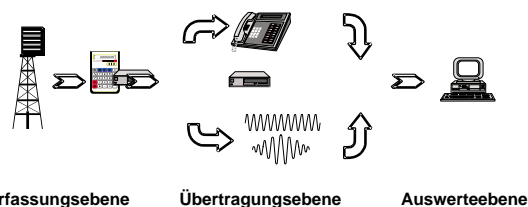


Abb. 2 zeigt schematisch Erfassung, Übertragung und Auswertung automatischer Meßdaten.

Die Archivierung dieser Meßdaten erfolgt ebenfalls in einem File-strukturierten System auf einem PC. Pro Station und Saison wird ein ASCII-File angelegt.

Zu Beginn der Arbeiten mit automatischen Wetterstationen zeigte sich, daß vor allem die Praktiker vor Ort (= Mitglieder der Lawinenkommissionen) mit der vorhandenen Standardauswertesoftware Probleme hatten.

Einerseits war die Programmbedienung sehr kompliziert, andererseits die graphische Darstellung zu wenig anschaulich. Der Lawinenwarndienst Tirol entwickelte daher zusammen mit der Firma Sommer (Feldkirch) eine Software, die dem Praktiker einfache (Ein-Tasten-) Handhabung, dem zusätzlich interessierten Fachmann aber eine Fülle von weiteren Möglichkeiten bietet. Die Software ist auf jedem PC mit Windows 3.1x, Windows 95 oder Windows NT lauffähig.

Für den täglichen Routinebetrieb werden üblicherweise am Morgen die letzten 24 Stunden eingelesen, graphisch ausgewertet und anschließend ausgedruckt. Weitere Interessenten ohne eigene Auswertestation können direkt einen Faxesdruck erhalten.

4. Weitere tägliche Daten

Neben den Daten der Beobachter sowie unseres automatischen Meßnetzes werden noch folgende weitere Daten zur Beurteilung der täglichen Lawinensituation verwendet:

- Satellitenbilder (Internet)
- Bodenwetterkarte (Internet)
- Meteorologische Prognosekarten des ECMWF (Internet)

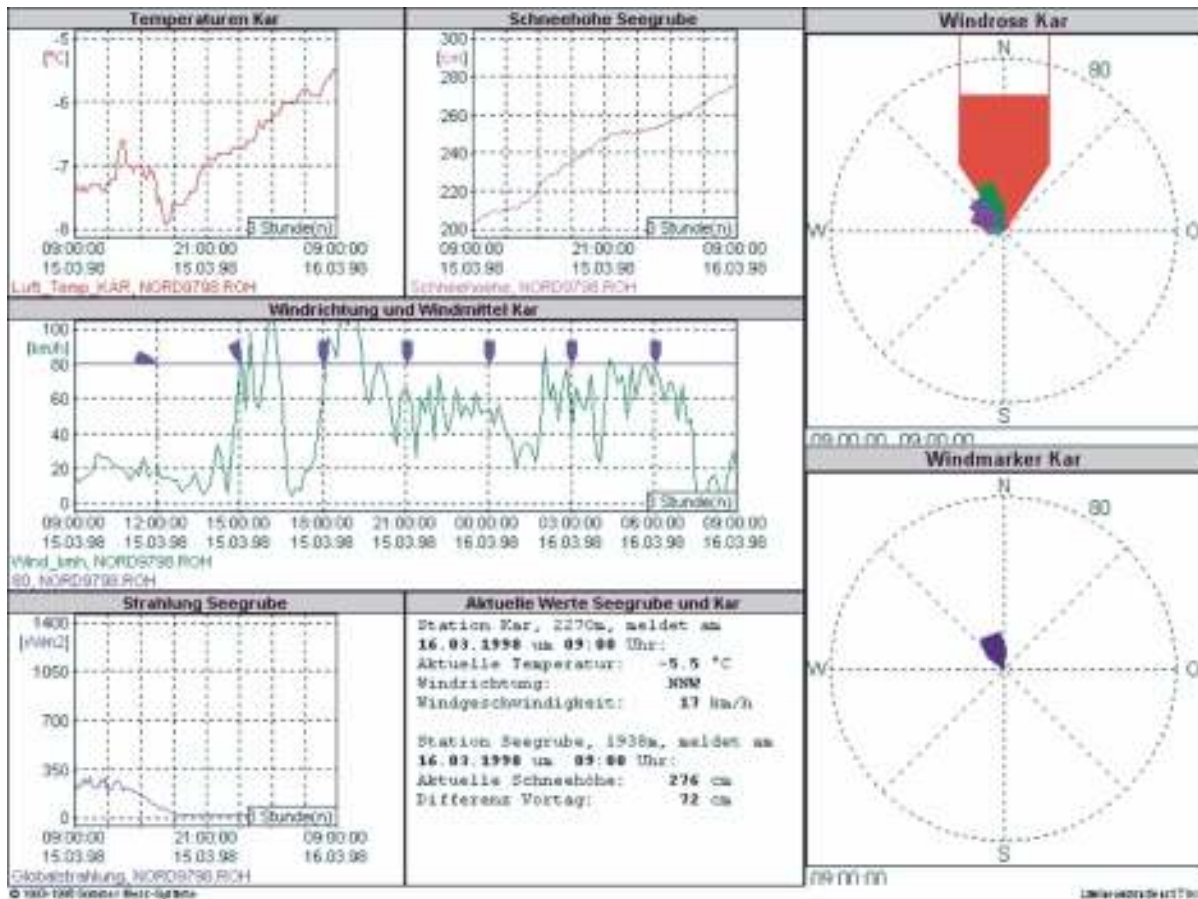


Abb. 3 zeigt ein Beispiel für eine Metwin-Grafik.

- Ergebnisse von WELS (kleinräumiges meteorologisches Prognosemodell, beim Lawinenwarndienst Tirol installiert)
- Aktueller Alpinwetterbericht (Wetterdienststelle Innsbruck)
- Daten der Stationen der ZAMG (Wetterdienststelle Innsbruck)
- Beobachterdaten der angrenzenden Lawinenwarndienste (verwenden denselben Code)
- Daten automatischer Stationen von angrenzenden Lawinenwarndiensten (verwenden auch das System der Firma Sommer)

- Großräumige Befliegungen mit Hubschraubern (Information über aktuelle Lawinenaktivität)
- Ergebnisse eigener Geländeerkundungen (Skitouren in zur Zeit besonders interessanten oder häufig besuchten Gebieten)
- Erhebungen bei Lawinenunfällen (eigene Untersuchungen sowie Erhebungen der Alpingendarmerie)

Diese Daten bestehen aus Texten, Kartenmaterial, Grafiken und Bildmaterial. Teile davon liegen in EDV-mäßiger Form vor (vor allem die Texte), der Großteil der Daten ist aber nicht digital erfaßt.

5. Unregelmäßige Daten

Neben diesen täglich verfügbaren Daten stehen dem Lawinenwarndienst Tirol noch eine Reihe von Daten zur Verfügung, die in unregelmäßigen Abständen (je nach Witterung und Lawinensituation) erhoben werden:

- Schichtprofile der Schneedecke (Information über den Schneedeckenaufbau)
- Ergebnisse von Rutschblocktests (Information über basale Scheerfestigkeit)

6. Produkte des Lawinenwarndienstes Tirol

Eine zentrale Stellung nimmt dabei sicher der tägliche Lawinenlagebericht ein.

Er gibt neben einer kurzen Information über das Alpinwetter, den Schneedeckenaufbau sowie die Beurteilung der Lawinengefahr vor allem Auskunft über die derzeit herrschende Gefahrenstufe nach der fünfteiligen, europäischen Lawinengefahrenskala.

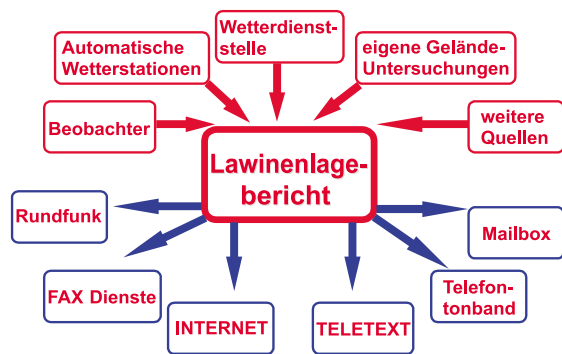


Abb. 4 gibt einen Überblick über ‚Input‘ und ‚Output‘ des Produktes ‚Lawinlagebericht.‘

Zusätzlich zum Lagebericht werden im Internet (<http://www.lawine.at>) regional differenzierte Gefahrenstufen ausgegeben. Dabei wird Tirol in neun Regionen unterteilt und für jede dieser Regionen eine eigene Gefahrenstufe bestimmt.

Als weiteren Service bietet der Lawinenwarndienst Tirol als erster (und bisher einziger!) Lawinenwarndienst Europas die Möglichkeit, via Internet die Daten von neunzehn automatischen Meßstationen als Grafik abzurufen. Übermittelt werden dabei Lufttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Schneehöhe der letzten drei Tage, wobei die Aktualisierung der einzelnen Grafikfiles alle drei Stunden erfolgt. Damit wird dem selbständigen Skibergsteiger ein wichtiger Baustein zur eigenständigen Beurteilung der Lawinensituation in die Hand gegeben.

Ein weiteres, wichtiges Produkt des Lawinenwarndienstes Tirol bildet die sogenannte ‚Mailbox‘.

7. Mailbox

In den letzten Jahren lag der Schwerpunkt der Arbeit des Lawinenwarndienstes Tirol im Aufbau eines automatischen Meßnetzes und der Entwicklung der zugehörigen Auswertesoftware.

Inzwischen ist das ursprünglich konzipierte Meßnetz weitgehend verwirklicht und hat sich in der Praxis bewährt. In weiterer Folge geht es nun darum, diese Fülle von Schnee- und Lawinendaten den Interessenten (Lawinenkommissionen, Seilbahnunternehmen, Bürgermeister, Berg- und Skiführern, Tourengern u.ä.) in einer modernen, zeitgemäßen Form näher zu bringen. Der Lawinenwarndienst TIROL beschäftigte sich daher im abgelaufenen Jahr zu einem wesentlichen Teil mit der Nutzung und Entwicklung neuer Informationstechnologien.

Da sich rasch zeigte, daß bei intensiver Abfrage der automatischen Stationen durch mehrere Gemeinden ein Engpaß in Form dauernd belegter Telefonleitungen auftrat, wurde in Kooperation mit der Firma Sommer (Feldkirch) das Konzept einer sogenannten ‚Mailbox‘ entwickelt. Nach einer Testphase im Winter 1996/97 wurde diese Mailbox in mehr als 30 Gemeinden installiert.

Dabei werden von einem PC des Lawinenwarndienstes in regelmäßigen Intervallen (derzeit jede Stunde, in Zukunft wahrscheinlich halbstündlich) die Daten sämtlicher automatischer Wetterstationen abgefragt. Diese Daten werden dann in einem eigenen Verzeichnis des Mailbox-Rechners abgespeichert, wo sie von autorisierten Nutzern ausgelesen werden können. Im Unterschied zum INTERNET werden dabei nicht fertige Grafiken, sondern echte Rohdaten übertragen. Dadurch erhöht sich einerseits die Übertragungsgeschwindigkeit, andererseits kann der Konsument die grafische Auswertung nach seinen persönlichen Bedürfnissen vornehmen.

Zusätzlich zu den Daten der automatischen Stationen stehen in der Mailbox auch der aktuelle Lagebericht sowie der Wetterbericht zur Verfügung; aktuelle Schichtprofile, Satellitenbilder u.ä. können ebenfalls eingebunden werden. Da die Daten über mehrere ISDN-Modems übertragen werden, können auch mehrere Interessenten gleichzeitig auf die Mailbox zugreifen.

Für den Zugriff auf die Mailbox ist bei den Gemeinden nur ein Windows-PC sowie ein Modem nötig. Die nötige Software wird vom Lawinenwarndienst Tirol installiert und ist äußerst einfach zu bedienen: Daten können entweder direkt über einen Mausklick abgefragt oder zu einer fix eingestellten Tageszeit übertragen werden. Die Visualisierung erfolgt mit dem unten beschriebenen Grafikprogramm.

Der Lawinenwarndienst Tirol hofft, mit dieser Mailbox einen wichtigen Beitrag für eine bessere Lagebeurteilung durch die einzelnen Lawinenkommissionen und Seilbahnunternehmen zu leisten und damit die Sicherheit der einheimischen Bevölkerung und aller Wintersporttreibenden weiter zu erhöhen.

Bei einer Realisierung von CNT (Corporate Network Tirol) ist es selbstverständlich sinnvoll, die bisherige Übertragung via Modem dann über diese neue Kommunikationsschiene zu führen.

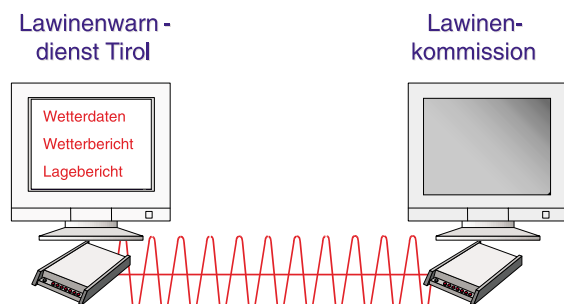


Abb. 5 zeigt das Übertragungsschema der Mailbox.

8. Datenbank WISKI Lawine

Aus den vorangegangenen Punkten ist ersichtlich, daß der Lawinenwarndienst Tirol eine Fülle eingehender Daten zu verwalten hat, die sowohl vom Datenformat als auch der zeitlichen Auflösung sehr unterschiedlich sind.

Bisher erfolgte die Archivierung entweder in File-strukturierten Systemen auf diversen PC's oder überhaupt als Ablage in Ordnern (Fotomaterial, Wetterberichte, Wetterkarten u.a.). Besonders ungünstig wirkte sich diese Archivierungsmethode bei der Erstellung des Jahresberichtes aus.

Dieser Bericht beinhaltet den Witterungsablauf, die Schneedeckenentwicklung sowie die Lawinenaktivität an den einzelnen Meßstellen, diverse fachspezifische Beiträge, Berichte zu sämtlichen Lawinenunfällen mit Personenbeteiligung (inklusive Foto- und Kartenmaterial), eine Analyse des Winters aus lawinenkundlicher Sicht sowie sämtliche Lageberichte und die Verteilung der Gefahrenstufen. Dieser Bericht wird einerseits als Beweismaterial bei Gerichtsverhandlungen verschiedener Lawinenunfälle herangezogen und bildet andererseits einen wichtigen Lehrbehelf bei diversen Ausbildungskursen (Bergführer, Skilehrer, Lehrwarte, Bergrettung u.a.).

Auf Grund des weitverstreuten Datenmaterials und der Tatsache, daß nicht alle Unterlagen in digitaler Form vorlagen, bildete die Erstellung dieses Berichtes einen enormen Arbeitsaufwand. Aber auch für verschiedene Auskünfte an Sachverständige, Rechtsanwälte oder die Staatsanwaltschaft mußten die Daten aus unterschiedlichsten Quellen erst mühsam zusammengesucht werden.

Durch die guten Kontakte des Lawinenwarndienstes Tirol zur TIWAG war es möglich, eine kurze Einführung in das Datenmodell von WISKI Alpin zu erhalten. Dabei zeigte sich schon in einer anschließenden ersten Vorführung, daß mit WISKI Alpin

ein großer Teil unserer Anforderungen abgedeckt werden könnten. In Gesprächen mit der Firma KISTERS wurde anschließend abgeklärt, in welcher Form und mit welchem Aufwand eine Ergänzung von WISKI Alpin mit lawinenspezifischen Daten möglich ist.

Konkret erwartet sich der Lawinenwarndienst Tirol von WISKI Alpin:

- Zentrale Erfassung lawinenkundlicher Daten
- Stammdatenverwaltung
- Leistungsfähige Zeitreihenverwaltung
- Einheitliche Datenverwaltung
- Plausibilisierung der Daten
- Integration einer Qualitätskontrolle (DAQUA-MAP)
- Visuelle Meßwertkontrolle und interaktive Bearbeitung bzw. Korrektur
- Statistische Auswertungen
- Erstellen von Ergebnislisten und Grafiken
- Ausgabe des Jahresberichtes für Lichtsatzgeräte in Postscript
- Diverse Import/Exportschnittstellen (vor allem zu Sommer-Stationen)
- Schnittstelle zu Internet-Server und Mailbox-Rechner
- Chronologische Bildverwaltung
- Chronologische Berichtverwaltung
- Evolutionäres System (erweiterbar, an neue Verhältnisse adaptierbar)

9. Prozess- und Prognosemodelle

Die Kerntätigkeit des Lawinenwarndienstes Tirol ist sicher die Erstellung des täglichen Lawinenlageberichtes. Zur Unterstützung des schwierigen Vorganges der Prognoseerstellung werden in Zukunft Entscheidungshilfen in Form von Prozess- und Prognosemodellen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die enorme (und ständig zunehmende) Datenflut erschwert nämlich zunehmend eine rein manuelle Verarbeitung und Interpretation aller Informationen. Als Beispiel dafür mag die Schneesverfrachtung dienen, die von größter Bedeutung für die Lawinenaktivität ist, aber aus den Messdaten nur ungenau abgeleitet werden kann. Ähnliches gilt für den Aufbau der Schneedecke mit der Entwicklung bestimmter Schwachschichten.

Diese für die Lawinenbildung wichtigen Prozesse können durch physikalische Modellierungen am Computer simuliert werden. Die Ergebnisse solcher Prozessmodelle bilden zusammen mit den Messergebnissen sowie diverser Beobachtungen die Grundlage für Prognosemodelle. Dabei wird

versucht, Expertenwissen, Statistik und Algorithmen aus dem Bereich der ‚Künstlichen Intelligenz‘ und ‚Selbstlernender Modelle‘ zu kombinieren und so die Genauigkeit der Prognosen zu verbessern. Dabei ist es auch von zentraler Bedeutung, daß diese Modelle nicht nur für den Lawinenwarndienst selbst, sondern auch für die Lawinenkommissionen vor Ort entwickelt und getestet werden (es liegen derzeit schon konkrete Anfragen mehrerer Lawinenkommissionen vor).

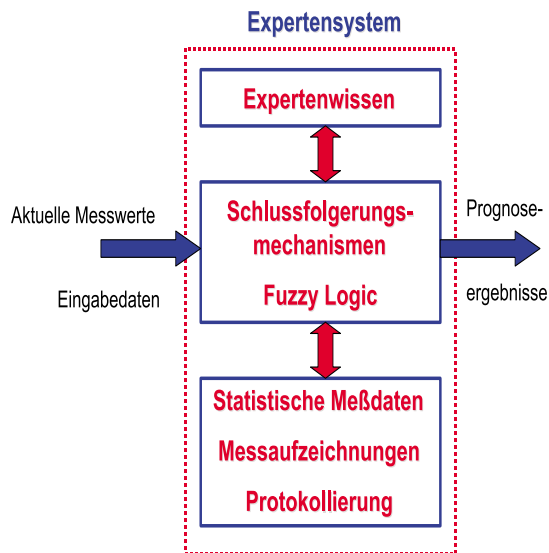


Abb. 6 zeigt ein Beispiel eines solchen Expertensystems

10. Zusammenfassung

Gerade die Ereignisse des Winter 1998/99 haben einmal mehr die Bedeutung einer funktionierenden temporären Lawinenwarnung in Tirol vor Augen geführt. Neben den ebenso notwendigen baulichen Massnahmen ist daher auch eine Weiterentwicklung bzw. Verbesserung im Lawinenwarndienst dringend erforderlich.

Einer der Schwerpunkte wird dabei sicherlich im weiteren Ausbau des automatischen Messnetzes liegen. Zusätzlich soll aber auch das Beobachternetz ergänzt und neu strukturiert werden. Das dabei gewonnene, umfangreiche Datenmaterial muß anschließend in einer Datenbank gespeichert und mit den modernsten, gerade in Entwicklung befindlichen Prozess- und Prognosemodellen bearbeitet und analysiert werden. Damit wird eine schrittweise Verbesserung der Prognosequalität ermöglicht. Schlußendlich muß bemerkt werden, daß die moderne Lawinenkunde (ähnlich der verwandten Meteorologie) stark abhängig von neuen Erkenntnissen der Naturwissenschaften und vor allem der Computerwissenschaften ist. Das heißt, ein moderner, effizienter Lawinenwarndienst muß ständig Neuentwicklungen beobachten, auf ihre Brauchbarkeit hin überprüfen und gegebenenfalls in sein System einbauen. Zusätzlich müssen daraus auch brauchbare ‚Werkzeuge‘ für die Experten vor Ort (Lawinenkommissionen) entwickelt werden.