

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 80 (1929)
Heft: 7-8

Artikel: Studienreise für Gebirgsforstbeamte 1929
Autor: Henne, A. / Oertli, W. / Jäger, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767832>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

80. Jahrgang

Juli/August 1929

Nummer 7/8

Studienreise für Gebirgsforstbeamte 1929.

Veranstaltet von der eidgen. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei.

Einleitung.

Die von der eidgenössischen Inspektion für Forstwesen veranstaltete Studienreise 1929 soll den, hauptsächlich im Gebirge tätigen, Teilnehmern in erster Linie Gelegenheit geben, ältere Lawinenverbauungen mit solchen zu vergleichen, welche nach den gegenwärtig geltenden Grundsätzen ausgeführt worden sind. Da für den Lawinenverbau keine oder nur ganz wenige starre allgemein gültige Regeln aufgestellt werden können, ist es für jeden ausübenden Praktiker von großer Wichtigkeit, möglichst viele Werke selbst und die örtlichen Verhältnisse kennen zu lernen, unter welchen sie sich bewährt haben, damit er befähigt werde, unter ähnlichen Umständen aus eigener Anschauung heraus entsprechende Vorkehren zu treffen. Besondere Aufmerksamkeit wird diesmal der Bekämpfung der Bildung und des Abbruches von Gwechten geschenkt, indem interessante Objekte vorgewiesen und erläutert werden können. Weiterhin kommt die mit dem Verbau meist organisch verbundene Aufforstung zur eingehenden Erörterung. Dabei wird namentlich die Feststellung der Bodenverhältnisse in Anlehnung an die neuesten einschlägigen Publikationen in den Vordergrund gerückt. Im Gelände bloßgelegte Profile werden vorgewiesen und auf Grund von chemischen und physikalischen Untersuchungen erläutert. Endlich ist auch Gelegenheit geboten zu Studien über die Gebirgswaldwirtschaft und den damit in engem Zusammenhang stehenden Waldwegbau, besonders die systematische Wegneglegung.

Die anzustellenden Vergleiche und vom Gesehenen abweichenden Vorschläge sind nicht als Feststellung gemachter Fehler aufzufassen. Bevor man die betreffenden Werke schuf und ihre Wirkung beobachten konnte, bestund die damalige Wissenschaft und Technik und diesen entsprechend wurde nach bestem Wissen und Gewissen gearbeitet. Seither hat man, eben auf Grund dieser Werke, Erfahrungen gesammelt und diese sollen festgestellt und daraus die Nutzenwendungen für die Zukunft gezogen werden.

Abweichend von der früheren Übung, wurde davon abgesehen, in weitläufigen Tabellen für jede Art der Arbeiten Voranschlag und Aus-

führungskosten zu geben. Bei ausgeführten Werken interessiert eigentlich nur noch das Ausmaß und der Einheitspreis. Von letzterem werden allerdings die Detailzahlen auch nur für Arbeiten aus jüngerer Zeit mitgeteilt in der Meinung, die Vorkriegspreise seien längst überholt und interessieren nicht mehr viel.

Der vorliegende Reiseführer soll helfen, die Erläuterungen im Gelände auf das notwendigste zu beschränken, indem jeder Teilnehmer sich zum vornherein ein annäherndes Bild des Gegenstandes machen kann und nicht genötigt ist, lange Zahlenreihen aufzuschreiben. Die beigegebene Abhandlung von Herrn eidg. Forstinspektor Dr. E. Heß ist eine Neubearbeitung seiner französisch verfaßten Publikation im XV. Band der Mitteilungen der Eidgenössischen forstlichen Versuchsanstalt und soll es den deutschsprechenden Teilnehmern erleichtern, sich in die Ergebnisse der neueren Bodenforschung einzuleben und dem Vortrag, sowie den Demonstrationen besser folgen zu können.

Wir benützen gerne die Gelegenheit, um allen Kollegen, welche bei der Aufstellung dieses Führers mitgeholfen haben, den verbindlichsten Dank auszusprechen.

A. H e n n e.

Erster Tag: Elm (Kanton Glarus).

Verbau und Aufforstung „Meißenplanke“.

Die Straßenstrecke zwischen Matt und Elm war von jeher Lawinengefährdet und der Verkehr auch des öftern durch die Geißtal- und Meißenplankenlawine und dann wieder durch die Rühbodenrunslawine unterbrochen. Mit der Eröffnung der Straßenbahn von Schwanden nach Elm im Jahre 1905 mußte diesen Lawinen größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Frühjahr 1907 überführte die Meißenplankenlawine Bahn und Straße und in der Folge hat das eidgenössische Post- und Eisenbahndepartement Sicherung der Sernstalbahn durch Verbau des gefährlichen Lawinenzuges der Meißenplanke verlangt. Der Umstand, daß das Einzugsgebiet der Meißenplankenlawine nicht Eigentum der Gemeinde war, und daß zudem auf dem ganzen Areal Ziegenweiderecht lasteten, machen erklärlich, daß mit dem Verbau dieser für den allgemeinen Verkehr äußerst gefährlichen Lawine so lange zugewartet wurde. Es muß aber als reiner Zufall bezeichnet werden, daß durch die Lawine nie ein nennenswertes Unglück entstanden war.

Im Jahre 1909 ging die Meißenplanke für die Summe von 5800 Franken in das Eigentum der Gemeinde Elm über. Der Verbau der ganzen Fläche gelangte in zwei Teilprojekten zur Ausführung, hierzu kam im Jahre 1920 ein Nachtragsprojekt für den Verbau von zwei weitem Zügen im untern Teil der Meißenplanke und für Umbau einiger alter Terrassen im obersten Gebiet.

Für die Sicherung vor Schneerutschungen waren im ersten Teilprojekt vorgesehen: einige Schneemauern, sowie in der ganzen Fläche 0,90 bis 1 m breite Bermen und dann im besondern einige Erdwälle auf dem obern westlichen Plateau zur Verhinderung der Bildung von Schneeweichen. Vom System der Erstellung von einfachen, eingeschnittenen Bermen alter Konstruktion ist man dann von Anfang an abgewichen. Man hat versucht breitere Bermen oder Terrassen mit möglichst großer „Ausladung“ aus dem Hangprofil heraus zur Ausführung zu bringen. Die Erstellung derartiger Terrassen erforderte einen vordern Aufbau, der ursprünglich mit etwas Steinplatten im Fundament und mit Rasenziegeln aufgemauert und hinterfüllt wurde. Die vordere Höhe dieser Terrassen war zirka 1 bis 1,30 m, die obere Breite 1,50 bis 1,80 m und der Anzug 30 bis 40 cm pro 1 m. Es hat sich schon nach dem ersten Winter gezeigt, daß diese Bauart etwas zu schwach war, namentlich fand ein ziemlich starkes „Sezen“ statt. In der Folge hat man dem Fundament mehr Aufmerksamkeit geschenkt durch Aushub von eigentlichen Kästen von zirka 50 cm Tiefe (in Erde) und 50 bis 60 cm Breite. In diese Kästen kam kunstgerechtes Mauerwerk, das bis etwa 50 cm über die Geländelinie aufgeführt wurde und dann erfolgte der Aufbau mit $\frac{1}{4}$ Anzug in Rasenziegeln, abwechselnd mit Steinplattenzwischenlagen. Grundsätzlich ist an diesem System auch im II. Teilprojekt festgehalten worden und damit war der seither vielfach angewendete Typ der gemischten Terrasse geschaffen. Besondere Beachtung wurde geschenkt dem Aufbau in festgestampften horizontalen Schichten (durch die ganze Terrassenbreite und treppenartig auf der Bergseite) und dem Fundament. Die vordere Aufbauhöhe erstreckte sich bis auf 2 m und die Terrassenbreite bis auf 2,50 m. Mit der Zeit hat sich auch ergeben, daß der Anzug der Vorderseite fast bis $\frac{1}{3}$ gehen sollte, weil sich ein schwaches Vormwärtsdrücken in den ersten zwei bis drei Jahren immer bemerkbar machen wird.

Die Terrassen waren schon jeweilen im zweiten Jahr vollständig begrünt und vom dritten Jahre an zeigte auch die Oberfläche einen dichten Grasteppich. Dadurch wird der Unterhalt auf ein Minimum beschränkt. Nachteile von Bedeutung haben sich bei diesem System des Terrassenbaues nie gezeigt, es mußten einzig einzelne Einbauten der ältesten Serie zum Umbau kommen, weil ursprünglich auf die Fundamente und den exakten schichtweisen Aufbau zu wenig Gewicht gelegt worden war.

Die gemischten Terrassen bieten den großen Vorteil, daß gar kein Material durch den Abhang hinuntergeworfen werden muß. Für den Anfang sind die Rasenplatten und die Erde an Ort und Stelle auf Brettern zu deponieren und dieses Material ist dann wieder für die Einbauten zu verwenden. Später wird durch den seitlichen Einbau ein

guter Teil dieser Extraarbeit vermieden. Alle Steine aus dem Aushub der Fundamente können ebenfalls zurückbehalten werden.

Der sich schon nach wenigen Jahren bei den Terrassen in der Meissenplanke zeigende überaus üppige Graswuchs wirkte insofern nachteilig, als über den Winter die Mäuse dort günstige Nistgelegenheit fanden und die Terrassen teilweise stark durchwühlten. Das Gras wurde dann jeweilen im Sommer abgemäht und dieser Uebelstand verschwand fast gänzlich.

Auf dem etwas flacheren Grat gegen das Geißtal sind zwei Erdwälle zur Verhinderung der Bildung von Schneewechten erstellt worden. Dieselben bestehen aus einem Steinkern und einer Umkleidung von Rasenziegeln, ebenfalls gemischt mit Steinplatten. Die beiden Objekte erfüllen den Zweck voll und ganz, es hat sich bei Besuchen im Winter gezeigt, daß gegen die Meissenplanke fast gar keine Schneeanhäufungen mehr stattfanden. Dagegen macht sich an den Rasenplatten dieser Wälle der Föhn durch Wegblasen der Erde unliebsam bemerkbar.

Das erste Projekt wurde am 14. Juni 1909 und die letzte Abrechnung am 25. Februar 1925 genehmigt. Aufgeforstet wurden 8,86 ha. Die erstellten Werke umfassen: 1921 Pfähle, 1986 m Bermen, 4929 m Erdterrassen, 1730 m gemischte Terrassen, 1257 m³ Mauerterrassen, 19 m Schneebrücken, 324 m³ Erdwälle, 930 m Sickerdohlen, 471 m offene Gräben, 4445 m Begehungswegen, 377 m Zaun.

An Pflanzen wurden verwendet: 25,350 Fichten, 500 Tannen, 2300 Lärchen, 2000 Bergkiefern, 4250 Arven, 100 Erlen, 1500 Vogelbeeren, zusammen 36,000 Pflanzen mit Kosten von Fr. 80.50 bis 143.33 für das Tausend. Erworben wurden 30,800 m² Boden zu 13 Rp. der Quadratmeter.

Gegenüber einem Voranschlag von Fr. 75,800 betrugen die Gesamtkosten Fr. 75,641.86. Der Bund leistete daran einen Beitrag von Fr. 46,259.98 und der Kanton von Fr. 13,547.71.

Lawinenverbauung „Geißtal“.

Neben den Lawinen aus der Meissenplanke überführte auch die Geißtallawine (auch Meissenbodenlawine genannt) ziemlich häufig die Sernftalbahn und die Landstraße zwischen Elm und Matt. Die Dessnung der Bahnlinie erforderte bedeutenden Kostenaufwand, beispielsweise im Winter 1923/24 eine Summe von über Fr. 10,000. Einem glücklichen Zufall war es auch hier zu verdanken, daß nie größeres Unglück entstanden ist, und daß der Lawine keine Menschenleben zum Opfer gefallen sind. Die Sernftalbahn-Gesellschaft hat auch hier, wie bei der Meissenplankenlawine, die Anregung gemacht, es möchte die Lawine im Anbruchgebiet verbaut und damit der Verkehr nach Elm einigermaßen gesichert werden.

Es kam dann zur Aufstellung eines Projektes im Betrage von Fr. 55,000. Man bezweckte mit den zur Ausführung zu bringenden Maßnahmen das Abrutschen von Schneemassen auf dem obersten rechtsseitigen Hang und im besondern den Abbruch der dort sich bildenden Gwechten zu verhindern. Langjährige Beobachtungen hatten ergeben, daß die Lawine aus dem Geißtal dann gefährlich wurde und die Landstraße und die Bahn überführte, wenn die Anbrüche längs dieses rechtsseitigen obersten Hanggebietes stattfanden. Es konnte sich von Anfang an nicht darum handeln, das ganze Geißtal zu verbauen, denn die daherigen Kosten

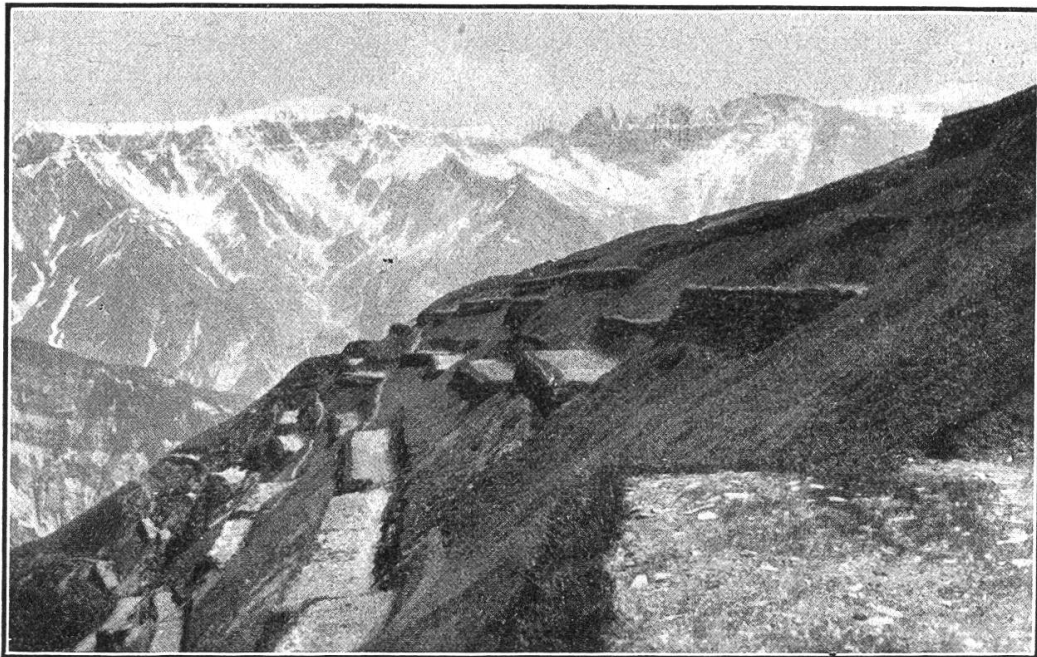


Abb. 1. Gwechtenstütterrassen; Geißtalverbauung Elm

Phot. J. Becker

würden so groß geworden sein, daß sie vom wirtschaftlichen Standpunkt aus nicht hätten verantwortet werden können.

Der Verbau geschah wieder mit breiten Terrassen, gemischt aus Rasenziegeln und Steinzwischenlagen. Von großem Nachteil beim Bau war das Fehlen guter Plattensteine, man mußte sich mit kleinem Schiefermaterial behelfen. Zur Verhinderung des Anbruches von Gwechten vom obersten Kamm hat man in möglichst kurzen Horizontalabständen (Abstandsfaktor 2,50) 3 m breite Terrassen in je zwei bis drei Reihen eingebaut. Die Entstehung der Gwechten wird also nicht verhindert, aber deren Abbruch durch Stützung vermieden. Im übrigen kamen auf der ganzen Fläche von 5,20 ha ebenfalls solch breite Terrassen zur Ausführung, die an etwas exponierten Stellen als Mauerterrassen ausgebildet wurden. Diese Einbauten sind allgemein breiter als diejenigen in

der Meißenplanke, der Anzug war beim Bau 30 cm, er ist nun in den drei Jahren etwas geringer geworden. Die Vorderseiten der Terrassen sind auch hier auf 1900 m vollständig ergrünt, die Oberflächenberasung geht jedoch hier etwas langsamer vor sich. Einsäen von geeignetem Grassamen wäre vorteilhaft.

Das Projekt wurde am 13. Januar 1925 genehmigt, die Arbeiten sind noch nicht ganz vollendet. Es ist keine Aufforstung damit verbunden.

Erstellte Werke :	Zahl :	Maß :	Kosten Fr. :
Gemischte Terrassen . . .	2010	m	11.70 bis 12.25
Mauerterrassen	783	m ³	23.23 „ 25.80
Rasenabdeckungen	299	m ²	4.38 „ 4.71
Fußwege	364	m	0.46 „ 1.11

Gegenüber einem Voranschlag von Fr. 55,000 sind bisher Fr. 50,066.75 ausgegeben. Der Bund leistete daran einen Beitrag von Fr. 29,504.89 und der Kanton von Fr. 10,281.08. W. Dertli.

Zweiter Tag : Murg und Mels (Kanton St. Gallen).

Laut Wirtschaftsplan von 1925 umfassen die Murg er W al d u n g e n eine Fläche von 366,73 ha, wovon 289,86 ha bestockt, 38,04 ha landwirtschaftlich benutzt und 38,83 ha ertraglos sind. Der kupperte Holzvorrat beträgt 81,156 Fm. Auf die einzelnen Stärkekassen entfallen in Prozenten : 18—24 cm = 9 %, 26—36 cm = 29 %, 38—50 cm = 37 % und 52 und mehr cm = 25 %. Der Abgabesatz beträgt 1100 Fm. stehende Taxationsmaße. Die Holzartenmischung nach Prozenten der Maße ist folgende : 77 Fichte, 11 Tanne, 2 Lärche, 1 Föhre, 8 Laubholz (ohne Kastanie) und 1 Edelkastanie. Bemerkenswert ist das Zusammentreffen der entschieden vorherrschenden Fichte mit der ein sehr gutes Gedeihen aufweisenden Kastanie, die im ganzen durch 698 Stück mit 865 Fm vertreten ist. Für das Nähere ist auf die Schrift des Herrn Forstadjunkt Tanner zu verweisen, welche den Exkursionsteilnehmern vom Verfasser überreicht wird.

Bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts waren die Waldungen von Murg ohne eigentliche Abfuhrwege und alles Holz wurde an den See geschleift oder gerietet. Um das Jahr 1880 wurde die Wallenseestraße gebaut, an welche die Gemeinde ein großes Treffnis zu zahlen hatte. So kam ein schon 1878 in richtiger Erkenntnis dessen Wichtigkeit von der Bürgerversammlung zum Beschluß erhobener Antrag bezüglich Waldwegbau erst im Herbst 1882 zur Ausführung. Dann folgte aber eine Wegbaute der andern auf dem Fuß.

Der Bau der Talstraße war die Grundlage für alle späteren Wege. Sie wurde in den Jahren 1882—1887 in einer Länge von 3322 m vom Dorf bis in die Plätz erstellt. 1911—1912 erfolgte der Bau der 282 m

langen Fortsetzung bis in die Plattenlaui, den heutigen Anfangspunkt der Bruggwaldstraße. Die maximale Steigung beträgt 14 %, die ganze Länge 3604 m, die Breite 3 m und die Kosten für den Längenmeter Fr. 7.45. Ausgenommen die genannte Fortsetzung erfolgte die Ausführung im Afford in mehreren Teilen. Der ganze Bau geschah unter Leitung der Forstorgane auf Kosten der Ortsgemeinde allein.

Der Schlagweg wurde in drei Sektionen als Schlittweg gebaut. Die 1885—1889 erstellte unterste Sektion zweigt von der Talstraße ab und führt 2 m breit mit 30—40 % Steigung in einer 1590 m langen Kehrenentwicklung zur Schlaghütte und kostete für den m Fr. 4.05. Sie ist in der Hauptsache durch die Bruggwaldstraße ersetzt. Die 1902—1903 gebaute mittlere Sektion bildet, 2 m breit mit 518 m Länge und 25 % Steigung, sowie Fr. 5.55 Kosten für den m, die heute noch voll benutzte Fortsetzung der Bruggwaldstraße von der Schlaghütte aufwärts. Die 1907—1909 gebaute oberste Sektion war das erste vom Bund mit 20 % subventionierte forstliche Projekt der Gemeinde Murg. Sie hat 12—19 % Steigung und 437 m Länge und kostet Fr. 9.66 der m. Sie ist die ebenfalls heute noch im Betrieb stehende weitere Fortsetzung der Bruggwaldstraße.

Die Mulzenstraße zweigt als Fahrstraße von der Talstraße ab und führt bis zur Eigentumsgrenze in einer Länge von 1875 m, 2,50 bis 3 m breit, wurde 1891—1896 gebaut und kostete Fr. 11.25 der m. Bund und Kanton zahlten daran je Fr. 2700 Beitrag aus Landwirtschaftskredit. Von der Mulzenstraße zweigt beim Rietli der Kopfwaldweg ab.

Mit der Inangriffnahme des Kopfwaldwegnezes beginnt die neuere Wegbaugeschichte der Gemeinde Murg. Dasselbe geht von der Mulzenstraße aus, erschließt den ganzen Kopfwald und führt bis in die Alp Weissenberg und die Rotlaui. Die Bauzeit betrug 10 Jahre, von 1912 bis 1921. Das ganze Netz wurde in fünf Teilen bzw. drei subventionierten Projekten gebaut. Die Erstellung der untern vier Teile, zur Hauptsache Fahrweg, ging ohne Schwierigkeiten vor sich, die Kehre in Erdistatt ausgenommen, die nachträglich verstärkt werden mußte. Bei der letzten Strecke, die als Schlittweg erstellt wurde, ergaben sich ungeahnte Hindernisse. Schon bei der Trasswahl sahen sich die Behörden vor eine schwierige Aufgabe gestellt. Der gewählte Kehrplatz in der Sohlen brachte eine arge Enttäuschung, das Fundament gab nach und die Kehre stürzte ab. Die Wiederherstellung in dem vorher verbauten Gelände, der Durchstich durch die Felsen von Rotlaui und die gesteigerten Arbeitslöhne verteuerten die Anlage und riefen Projektnachträgen. Beispielsweise betrugen die Tagelöhne 1912 bis 1915 Fr. 4.10 bis 4.80 und im Juli 1919 schon Fr. 8.50 bis 12.—. Ab 1921 sind sie dann wieder etwas gefallen. Das erste Projekt wurde am 12. Januar 1912, die letzte Abrechnung am

3. Januar 1922 genehmigt. Die ganze Länge beträgt 3042 m, die Durchschnittskosten für den m Fr. 11.45 bis 38.50.

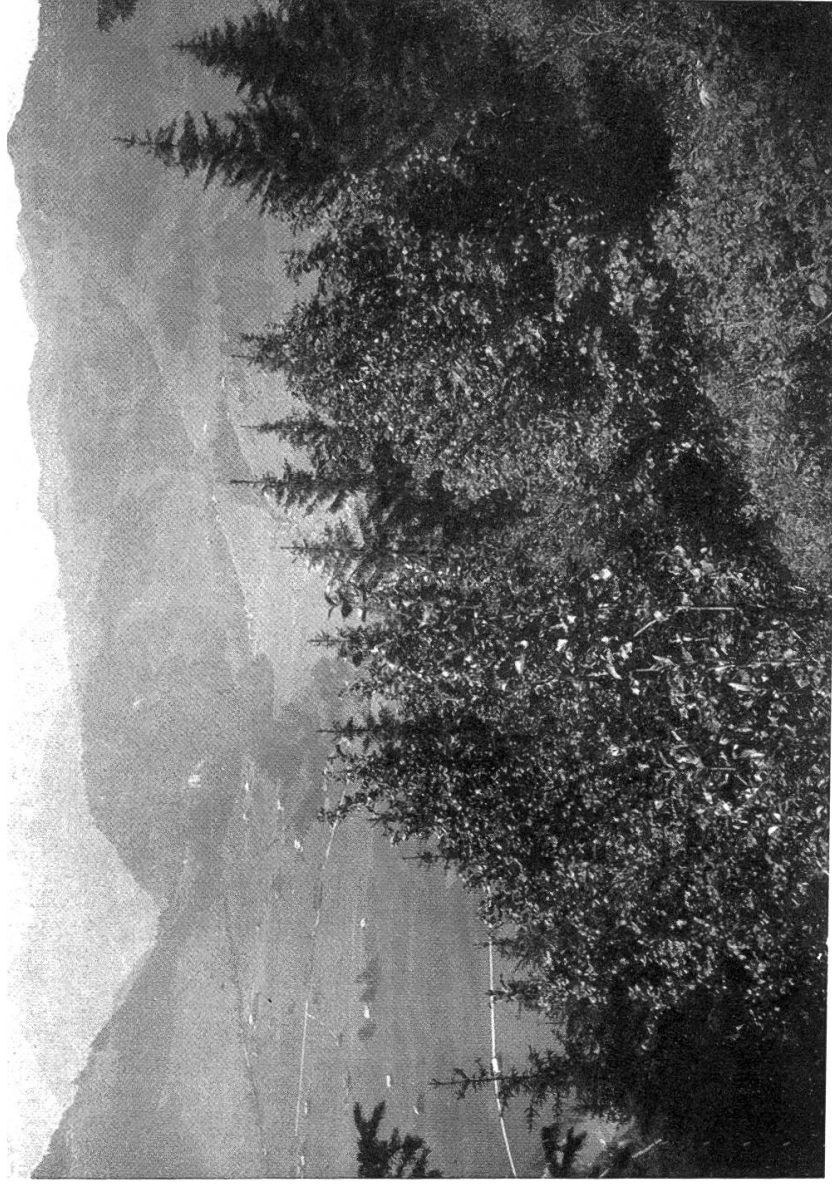
Erstellte Werke	Zahl	Maß	Kosten	
Erddarbit	6198	m ³	Fr. 0.95 bis	Fr. 6.97
Sprengarbit . . .	1514	m ³	" 3.30 "	" 18.18
Mauerwerk . . .	2078	m ³	" 7.— "	" 22.84
Steinbett	923	m ³	" 3.50 "	" 6.—
Bekiesung	1499	m	" 1.20 "	" 4.66
Rohrdurchlässe . .		m	" 6.— "	" 9.—
Einlaufschächte . .		Stück	" 15.— "	" 20.—

An die Gesamtkosten von Fr. 81,489.75 bezahlte der Bund einen Beitrag von Fr. 15,364.56 aus dem ordentlichen Forstkredit und Fr. 1190 aus dem Kredit des Arbeitsamtes für Arbeitsbeschaffung, sowie der Kanton von Fr. 3631.55.

Die Bruggwaldstraße nimmt ihren Anfang beim heutigen Endpunkt der Talstraße am Fuß der Plattenlani. Sie führt in einer Länge von 2220 m mit zwei Kehren nach der Schlaghütte und erhält dort, wie schon oben bemerkt, in den zwei oberen Sektionen des Schlagweges ihre Fortsetzung als Schlittweg. Die Breite beträgt 3 m, die Steigung rund 13 %. Das Projekt wurde in zwei Sektionen 1921—1925 = 1250 m und 1926—1928 = 970 m, erstere im Taglohn, letztere im Akkord, ausgeführt. Während an die erste Sektion noch wesentliche Notstandsbeiträge erhältlich waren, beschränkten sich die Subventionen bei der zweiten auf die ordentliche 20 % vom Bund und einen außerordentlichen Beitrag des Kantons von Fr. 3200. Trotzdem hat die Gemeinde Murg mutig weiter gebaut, was um so anerkennenswerter ist, als es sich um die teuerste Strecke des ganzen Wegnetzes handelte. Trifft es doch auf den Laufmeter dieser Sektion im Durchschnitt 4 m³ Erdaushub, 2 m³ Felsprengung und über 3 m³ Mauerwerk und ist in derselben auch die außerordentlich schwer zu erstellende zweite Kehre enthalten. Das erste Projekt wurde am 3. April 1922, die letzte Abrechnung am 13. Februar 1929 genehmigt. Der Durchschnittspreis für den m beträgt Fr. 49.60 bis 89.70.

Erstellte Werke	Zahl	Maß	Kosten	
			I. Sekt.	II. Sekt.
Erddarbit	8754	m ³	Fr. 2.—	Fr. 3.20
Sprengarbit . . .	2214	m ³	" 5.41	" 9.—
Mauerwerk . . .	5316	m ³	" 13.35	" 14.85
Steinbett	6217	m ²	" 1.—	" 1.90
Bekiesung	654	m ³	" 10.—	" 17.35

Die Gesamtkosten betrugen Fr. 149,039.40, daran bezahlte der Bund an ordentlichem Beitrag Fr. 28,602.02, für Arbeitsbeschaffung Fr. 12,900,



Phot. Figgli, Château-d'Oer

Fig. 1. Gemeindewald Les Fenilletz, Château-d'Oer (Kanton Waadt)

Natürliche Fichtenverjüngung in dichtem Haselnußbestand, bei 1200 m Meereshöhe.

Süderposition; trockener, feiner Boden

das kantonale Arbeitsamt Fr. 9550.— und der Kanton außerordentlich Fr. 3200. Total der Beiträge Fr. 54,252.02.

Außer den obgenannten fünf wichtigsten Wegzügen hat die Ortsgemeinde im Laufe der Jahrzehnte noch mehrere kleinere Bauten ausgeführt, im ganzen 1825 m, wovon 820 m Fahrweg und 1005 m Schlittweg, Ausführungskosten Fr. 20,828, alles zu Lasten der Ortsgemeinde.

Im Waldgebiet wurden fünf Arbeiterhütten erstellt, die erste 1885 im Schlag, die letzte 1926 im Bruggwald.



Abb. 2. Wasserrunsföhre Murg

Die Ortsgemeinde förderte auch den Bau von Güterwegen, die zum Teil dem Walde ebenfalls dienen. Ihr Treffnis an den Ausbau des Mattweges betrug Fr. 16,272 (Notstandsprojekt, Gesamtkosten Fr. 22,797). An den Güterweg Murg-Hinterlauri leistete sie einen Beitrag von 15,000 Franken. Diese beiden Posten sind in unten folgender Zusammenstellung nicht inbegriffen.

Im Laufe der 46 Jahre, 1882—1928, hat die Ortsgemeinde Murg 15,111 m Waldwege erstellt, wovon 10,604 m Fahrwege und 4507 m Schlittwege. Die Kosten betrugen Fr. 311,437, wovon Bund und Kanton Fr. 78,682 Beitrag leisteten, so daß zu Lasten der Ortsgemeinde Fr. 232,755 verblieben. Der Jahresdurchschnitt für die Gemeinde beträgt Fr. 5130, pro ha bestockt jährlich Fr. 17.70, gebaute Jah-

reststrecke 329 m, Weglänge pro ha 52 m. Der Laufmeter kostete im Durchschnitte Fr. 20.80.

Dadurch, daß die Ortsgemeinde Murg, dank der Weitsicht von Behörde und Bürgerschaft, schon frühzeitig mit dem systematischen Wegbau begonnen hat, ist sie verhältnismäßig billig zu einem ausgedehnten Wegnetz gekommen. Die gesamten Leistungen sind so bedeutend, daß sie die Anerkennung weiterer Kreise vollauf verdienen.

Die Waldungen der Gemeinde Murg werden im *P l e n t e r =* und *S a u m s c h l a g b e t r i e b* bewirtschaftet. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird von oben nach unten fortschreitend in der Schichtenlinie geschlagen, oder auch in der Gefällsrichtung und in den Zwischenrichtungen. Zum Abtransport bis zum Weg werden vorhandene Geländemulden nach Möglichkeit ausgenutzt; nötigenfalls wird das Holz abgeseilt, mitunter auch mit dem Rakko-Holzschleifapparat auf einen obliegenden Weg hinaufgezogen. Der Verkauf des Holzes geschieht meistens stehend auf Nachmaß mit Aufrüstung durch den Käufer; kleinere Teile werden auch etwa durch die Gemeinde aufgerüstet, sei es im Akkord oder Taglohn, ebenso die Durchforstungen. In den untern Waldungen stellt sich die natürliche Verjüngung leicht ein, in den obern hat sie vielerorts mit Hemmungen zu kämpfen.

Die Nutzungen betrugen in den 20 Jahren 1906 bis 1925 im Durchschnitt an Gesamtmasse 1663 Fm mit einem Rohwert von Fr. 36,068 oder für den Fm Fr. 21.70 und auf die Hektare 5,7 Fm.

Von den Gesamtausgaben für das Forstwesen fielen in den 10 Jahren 1919 bis 1928 auf den Wegbau mit Fr. 171,305 35 % und auf den Wegunterhalt mit Fr. 50,956 11 %.

Der durchschnittliche Jahresreinertrag stellte sich in dieser Zeit auf Fr. 3960 oder für die ha auf Fr. 13.65. Dank der guten Aufschließung wird derselbe in Zukunft ganz erheblich steigen. L. J ä g e r.

Die *V e r b a u u n g* und *A u f f o r s t u n g* *U n t e r b e r g* *M e l s* liegt zwischen den beiden Wildbächen Reschubach und Rüfibach an einer Schutthalde, die sich aus der Abwitterung der obliegenden Felsbänder angesammelt hat. Sie weist eine Fläche von 23,80 ha auf, war vorher eine verstaubete Ziegenweide und stößt nördlich an die gut gelungene in den Jahren 1890—1895 ausgeführte Aufforstung *R e s c h u* von 5,10 ha an. Die Anpflanzungen hatten den Zweck, das lose Material zu befestigen und wurden durch Mauern in den Zügen und Flechtzäune in den Halden vorbereitet. Stellenweise mußte Füllerde beigebracht werden. Im Trasse eines zukünftigen Schlittweges wurde mit 15 % Steigung ein Fußweg angelegt.

Das Projekt *R e s c h u* wurde am 22. Dezember 1890 genehmigt und am 30. November 1895 abgerechnet. Es wurden darin 312 m³ Trocken-

mauern erstellt und 100 Pfähle angebracht. Verwendet wurden 15,000 Fichten, 4800 Kiefern, 6800 Lärchen und 10,650 Buchen. Der Kostenaufwand betrug Fr. 1874 für den Verbau und Fr. 2289.40 für die Kultur, zusammen Fr. 4159.40, woran vom Bund Fr. 1216 und vom Kanton Fr. 332.75 beigetragen wurden.

Das Projekt Unterberg wurde am 15. Juni 1905 genehmigt und am 13. April 1916 abgerechnet. Es wurden 235 m³ Trockenmauern, 3545 m Flechtzäune und 1043 m Fußweg erstellt. Verwendet wurden 12,800 Fichten, 37,400 gemeine Kiefern, 2300 Weimouthskiefern, 1900 Douglastannen, 3100 Weißtannen, 34,600 Lärchen und 170,700 Buchen (von diesen nur 5000 verschult), zusammen 263,500 Pflanzen. Der Kostenaufwand betrug Fr. 4968.30 für Verbau, Fr. 18,256.25 für Kulturen, Fr. 338.90 für den Fußweg und Fr. 54 für Verschiedenes. Total Fr. 23,617.45, woran der Bund Fr. 14,170.47 und der Kanton Fr. 3542.62 Beitrag leistete. Bei einer Inspektion im Jahre 1912 wurde festgestellt, daß einzelne Flechtzäune bereits faul waren und ersetzt werden mußten.

Die sehr interessanten Ergebnisse der in letzter Zeit vorgenommenen Bodenuntersuchungen werden an Hand der bloßgelegten Profile am Ort erläutert.

H. Hiltz.

Dritter Tag : Vals (Kanton Graubünden).

Die Straße nach Vals zweigt in Glanz, der ersten Stadt am Rhein, von der Oberländerstraße ab. Das erste interessante Objekt bildet die Glennerbrücke aus armiertem Beton, die durch den großen Schub der linken Talseite des Lugnez, von der noch weiter die Rede sein wird, zusammengedrückt und in der Bogenmitte gebrochen worden ist. Sie mußte gespengt werden und liegt nun im Flußbett. Bei der neuen Brücke wurde dem hohen Seitendruck in der Konstruktion Rechnung getragen.

Hinter Peiden-Bad wird einen Augenblick angehalten, um einen Ueberblick über die Bodenbewegungen im Lugnez zu nehmen. Aus den Feststellungen der eidgenössischen Landestopographie mögen hier einige Zahlen mitgeteilt werden. Von 1887—1928, also in 41 Jahren, hat sich der Kirchturm von Peiden linear um 10,26 m verschoben, oder also pro Jahr im Durchschnitt um 25 cm. Gleichzeitig hat eine Senkung von durchschnittlich 2,9 cm pro Jahr stattgefunden. In der gleichen Zeit wurden für die Kirche von Vigens Bewegungen von durchschnittlich 12 cm bzw. 2,2 cm pro Jahr festgestellt. Neben der starken Erosion des zu den gefährlichsten Wildwassern gehörenden Glenners sind wasserzügige Gebiete und die große Waldarmut der linken Talseite im Spiele. Versuche von Aufforstungen haben gute Resultate ergeben, den neueren Bestrebungen zu Waldanlagen in großem Umfange stehen aber einstweilen noch Hindernisse entgegen, die hauptsächlich im Widerstand der Land-

wirtschaftlichen Bevölkerung gegen die Bodenabtretung begründet liegen. Der linke Talhang des Lugnez ist äußerst waldarm und könnte daher eine Waldvermehrung auch bezüglich der Holzversorgung sehr wohl brauchen. Die Gemeindewaldungen liegen in der Hauptsache auf der andern, der rechten, Talseite und das Holz mußte früher an den Glenner hinuntergerieft oder auf schlechten Wegen geführt und auf der andern Seite wieder steil in die Höhe gebracht werden. Jetzt ist auf der rechten Talseite ein Waldweg gebaut und von diesem aus hat die Gemeinde Lumbrin eine Drahtseilanlage mit Motorbetrieb erstellt, mittels welcher



Phot. M. Schuppisser

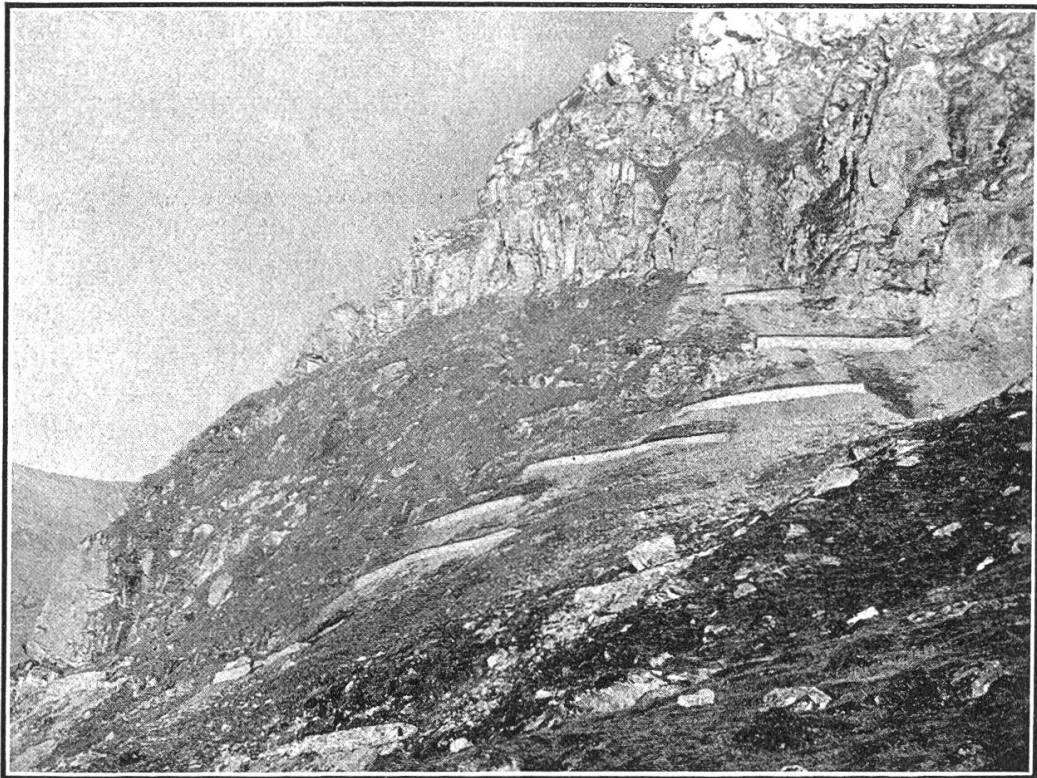
Abb. 3. Verbauung am Rüfetobel Bals

das Holz vom rechten auf die Landstraße am linken Talhang hinaufgezogen und dann den Verbrauchsorten zugeführt werden kann. Sogar Kuchholz, das zum Bahnverlad nach Glanz gebracht werden sollte, wurde schon rechtsufrig, statt über Peidenbad, erst einwärts zum Drahtseil gebracht und dann linksufrig hinausgeführt. Die Drahtseilanlage rentiert sehr gut und war schon nach wenigen Jahren abbezahlt.

Verbau und Aufforstung Rüfetobel und am Horn

Das Dorf Bals mit der Hauptsiedlung Bals-Platz liegt im engen, schluchtenreichen St. Peterstal und war von alters her einerseits von

der aus dem Rūfetobel kommenden Plagrūße und anderseits von der Hornlawine bedroht. Das Rūfetobel ist vor etwa 50 Jahren mit starken Talsperren verbaut und oberhalb dem Dorf ein großer Ablenkungsdamm erstellt worden. Im Jahre 1909 wurde für das Einzugsgebiet dieses Wildbaches bis zur untersten Sperre hinunter ein Verbauungs- und Aufforstungsprojekt entworfen, am 30. November genehmigt und dann im Laufe der Jahre ausgeführt. Die Lawinenanbrüche sind mit freistehenden Mauern verbaut und der oberste Teil, das sogenannte Gullitobel, mit starken Steinsperren gesichert worden. Die teil-



Phot. M. Schuppisser

Abb. 4. Verbauung am Horn Bals; Fangmauern und Couloirabshlüsse

weise aus zu kleinen Steinen und vielfach mit ungenügendem Fundament erstellten Lawinenverbauungen mußten später auf der Bergseite durch Anschantungen geschützt und zum Teil in Mauerterrassen umgebaut werden. Die Aufforstung war sehr weit in die Verbauung hinauf ausgedehnt aber zu wenig gegen den Ziegeneintritt geschützt worden, so daß der Erfolg dort gering ist, während unten ein gutes Gedeihen festzustellen ist.

Ursprünglich wurden erstellt: 2262 m³ Lawinenmauern, 201 m³ Talsperren und 2480 m Zaun. An Pflanzen wurden verwendet: 60,300 Fichten, 32,700 Lärchen, 21,100 Arven und 29,600 Weißerlen. Bei An-

laß der Erweiterung der Rüsotobelverbauung und Aufforstung nach Osten „unter das Horn“ wurden am Grat zur Stützung der Gwechten und anderwärts zur Vervollständigung der alten Anlage noch weitere 418 m³ Mauerterrassen gebaut, auf 929 m Länge die freistehenden Mauern bergseits durch Anschüttungen geschützt und mit 126 m² Rasenabdeckungen versehen. Die zu weit hinauf reichenden Teile der Aufforstung wurden fallen gelassen.

Die gefährliche *Hornlawine* entsteht in den steilen Felswänden und Schründen des Valserhorns, geht aber nicht durch das Rüsotobel, sondern östlich in verschiedenen Zügen durch Lücken in den spärlichen Walddreften von Lärchen zu Tal. Gewöhnlich bleibt sie auf dem Rüsoboden stecken, in schneereichen Jahren ist sie aber auch schon bis ins Dorf vorgedrungen. Der östliche Teil von Vals-Platz und der Hof Zameia sind daher ernstlich gefährdet.

Das im Jahre 1927 aufgestellte Ergänzungsprojekt umfaßt eine Aufforstungsfläche von 42 Hektaren. Die Verbauungen sollen noch im Jahre 1929 vollendet werden. Von den Bautypen sind außer den bereits erwähnten Gwechtenstützterrassen die kombinierten Fang- und Terrassenmauern unter den steilen Felspartien und in den Couloirabschlüssen hervorzuheben. Teile der Verbauungen haben zugleich gegen Lawinen, Rufen und Erdrutsche zu dienen. An Orten, wo gute Rasenziegel erhältlich waren, sind gemischte Terrassen erstellt worden.

Erstellte Werke	Zahl	Maß	Kosten Fr.
Fundamente	2006	m ³	2.20 Erde, 5.50 Fels
Mauerterrassen u. freist. Mauern	3942	m ³	14.—
Hinterfüllung	1772	m	1.00—1.80
Gemischte Terrassen	283	m	11.50
Querschalen	38	m ²	2.—
Rasenabdeckung	1397	m ²	0.50
Eiserdohlen	102	m	1.—
Fußwege	1160	m	1.12
Gesamtvoranschlag: Altes Projekt Fr. 50,000, neues Projekt Fr. 225,000			
Bisher aufgewendet: „ „ „ 49,273, „ „ „ 78,923			

Diese Verbauungen dürfen als gutes Beispiel der Selbsthilfe durch die Gebirgsbevölkerung hervorgehoben werden. Sowohl die Unternehmer als alle Arbeiter sind Einwohner von Vals und haben den Beweis geleistet, daß auch Einheimische imstande sind, einwandfreies Trockenmauerwerk zu erstellen. Für die Aufsicht und Kontrolle war ein Forstingenieur angestellt und wohnte im Verbaugbiet.

Die Rückfahrt erfolgt über Glims, wo Herr Kantonsforstinspektor Enderlin die Freundlichkeit haben wird, einige Mitteilungen über die großen Windwürfe von 1890 und die Wiederbestockung zu machen.

Ch r. C a s p a r i s.

Vierter Tag : Chur.

Verbauung Heu- und Steinries.

Durch diese Verbauung und Aufforstung wurden zwei alte Riesen, welche früher dem Holztransport gedient hatten und durch welche fast alljährlich Lawinen bis in die Nähe der Heimgüter abfuhrten, wieder in produktiven Wald übergeführt. Diese Riesen weisen ein Gefälle von 40 bis 60° auf und erstrecken sich von zirka 1000 m ü. M. bis 1500 m hinauf. Die Verbauung und Aufforstung war sehr schwierig, da jede von den Randbäumen abfallende Schneescholle eine Lawine auszulösen vermochte und an vielen Orten die Erde durch den Holztransport und nachfolgende Schlagwetter bis auf den Fels abgewaschen worden war. Das erste Aufforstungsprojekt mit einem Kostenvoranschlag von 10,900 Franken wurde am 9. Oktober 1902 genehmigt. Die Arbeiten wurden dann in den Jahren 1903/04 ausgeführt. In den der Ausführung folgenden Wintern wurde jeweils die Wirkung der erstellten Schutzwerke beobachtet. Dies führte dazu, daß noch drei Nachtrags- und Ergänzungsprojekte eingereicht werden mußten. Die definitive Abrechnung konnte daher erst am 31. Dezember 1909 genehmigt werden. Gegenüber einem Voranschlag von Fr. 18,000 betrugen die Gesamtkosten Fr. 19,685.15, an welche der Bund einen Beitrag von Fr. 9677.33 und der Kanton von Fr. 952.93 leisteten. Die aufgeforstete Fläche beträgt 4,5 ha. Die ausgeführten Werke umfassen: 750 m Bermen, 1986 Pfähle, 1561 m³ Lawinenmauern, 447 Schneebrücken, 128 m Schneezäune, 358 m Terrassenwege. Für die Kulturen wurden verwendet: 12,975 Fichten, 850 Lärchen, 2800 Arven, 1775 gem. Kiefern, 485 Laubhölzer. Für die Oberflächenbindung wurden 53 kg Grassamen gesät. Die Sektkosten betrugen pro Tausend Fr. 61.40 bis 80.40.

Die Entwicklung des Waldwegnetzes.

Schon im Jahre 1853 kam man in Chur zur Ueberzeugung, daß das Riesen in der Richtung des größten Gefälles verwerflich sei. In einer Waldrelation des städtischen Forstinspektors wurde schon damals ein Programm für den Ausbau einiger Wegstrecken entworfen. Im Wirtschaftspland des Jahres 1867 wurde bereits der Grundsatz aufgestellt, es sollte ein generelles Projekt für das ganze Wegnetz mit einem Gefälle der Wege von 10—18 % entworfen und nach und nach ausgebaut werden. Leider trat aber schon in den 70er Jahren ein Umschwung ein, der bewirkte, daß dieses zielbewußte Handeln ins Schwanken geriet.

Das Holzriesen in der Richtung des größten Gefälles hielt man zwar immer noch für verwerflich, hingegen begann man mit dem Bau von schräg am Hang verlaufenden Holzriesen. In der Regel mündeten diese neuen Rieskanäle dann in bestehende Riesen, die in der Richtung des größten Gefälles verliefen. Bei der Revision des Wirtschaftsplanes im Jahre 1897 trat dann im Wegbau der Stadt Chur eine entscheidende Wendung ein. In einer längeren Abhandlung wurde energisch für den systematischen Ausbau des Wegnetzes eingetreten und bewiesen, daß das System der Holzriesen, wie es noch teilweise praktiziert wurde, endgültig verlassen werden müsse. In den Jahren 1897—1906 wurde das generelle Projekt für den Ausbau des Wegnetzes entworfen, im Terrain abgesteckt und durch 50 cm breite Fußwege festgelegt. Durch den Wirtschaftsplan 1907/16 wurde dieses generelle Projekt genehmigt und auf Grund desselben fand auch der weitere Ausbau statt. Das generelle Projekt ist nach folgenden Grundsätzen entworfen worden :

1. Wo keine zwingenden Umstände eine Abweichung erforderten, ist jeder Weg durchgehend mit 15 % Gefäll abgesteckt.
2. Wenn unüberwindliche Hindernisse oder große Mehrkosten in Aussicht stunden, so wurde mit allmählichem Uebergang von obiger Prozentzahl abgewichen, aber lieber nicht unter 12 und nicht über 18 % gegangen.
3. Wenn irgend möglich, wurde der gleiche Wegzug mit durchgehend dem gleichen oder höchstens um 3 % schwankendem Gefäll abgesteckt, damit Last und Anhänge beim Transport gleich belassen werden können.
4. Die Schlittwege werden auf 2 m Breite erstellt. In den untern Lagen sollen sie fußessive, so weit hinauf als nicht sicher jeden Winter Schlittbahn eintritt, als Einspännerfahrwege auf 3 m ausgebaut werden.
5. Von der Erstellung eines Steinbettes ist einstweilen abzusehen. Von den Böschungen rollen immer Steine ab und diese werden in die Geleise eingeklopft. Bei der jetzigen Wegbreite fahren ohnehin alle Fuhrwerke im gleichen Geleise und es genügt, dieses beim Unterhalt mit Steinen auszapfen.
6. Die Projektlinien sind als 50 cm breite Fußwege, im Terrain angelegt, aufgenommen und in die Waldfarten eingezeichnet worden. Das Wegnetzprojekt bildet einen wichtigen Bestandteil des Wirtschaftsplanes, es wird mit demselben ausdrücklich genehmigt und ist daher maßgebend. Wesentliche Abweichungen sind nur in dringenden und ganz abgeklärten Fällen statthaft.

Die Leistungen der Stadt Chur für Wegbauten betrugen :

Zeitraum	Baulängen		Baukosten	Bau und Unterhalt	Total
	Schlitt-, Fahr- und Rießwege	Spazier- und Fußwege	Schlitt-, Fahr- und Rießwege	Spazier- und Fußwege	
	m	m	Fr.	Fr.	Fr.
1855—1866	10,500	3,400	10,000	—	10,000
1867—1876	9,888	—	7,596	—	7,596
1877—1886	9,435	—	29,263	4,488	33,751
1887—1896	11,828	3,319	30,674	7,970	38,644
1897—1906	17,950	30,000	63,921	10,138	74,059
1907—1916	19,054	4,227	82,304	10,817	93,131
1917—1926	10,239	2,135	120,539	25,733	146,272
Total	88,894	43,081	344,297	59,146	403,443

Daß beim Ausbau eines Wegnetzes ein generelles Projekt absolut notwendig ist, läßt sich am besten an Hand einiger Wegbauten von Chur beweisen. Wir führen hier nur zwei typische Beispiele an :

Der Heckenhüttenweg wurde seinerzeit auf eine Länge von 650 m als Stumpenweg gebaut, um das Holz eines Schrages abzuführen. Die spätere Fortsetzung des Weges wurde dabei nicht studiert und abgesteckt. Beim Ausbau des Wegnetzes mußte dann dieser Weg verlängert werden, wobei man in die Felsen geriet, was den Wegbau stark erschwerte und unnötigerweise verteuerte. Der Rotaderweg wurde ebenfalls ohne durchgehende Absteckung nach Bedarf Stück um Stück erstellt. Als dann das Endstück ausgebaut werden sollte, mußte eine Strecke des bereits gebauten Weges fallen gelassen und ein neues Zwischenstück mit 27 % Gefäll eingeschaltet werden, um eine Verbindung zu ermöglichen.

Ueber die Rentabilität der Waldwege der Stadt Chur wurden einläßliche Erhebungen gemacht.¹ Es wurde festgestellt, daß die Rüst- und Transportkosten, dank dem Ausbau des Wegnetzes, im Verlauf von 25 Jahren nur um 23 % stiegen, während sich die Tagelöhne im gleichen Zeitraum um 92 % erhöhten. Für das Jahr 1928 ergibt sich eine Steigerung der Rüstkosten gegenüber 1914 von 97 %, währenddem die Tagelöhne in der gleichen Zeit, bei Berücksichtigung der Arbeitszeitverkürzung, um 152 % gestiegen sind.

Der Wegunterhalt kostete im Mittel während der Zeit :

1897—1906	Fr. 37.70	} pro Jahr und Kilometer
1907—1916	" 40.87	
1917—1926	" 78.50	

¹ Henne : „Ueber den verteuerten Waldwegbau.“ S. Z. f. F. 1921, S. 129 ff.

Fläche und Holzvorräte.

Die Heimwaldungen der Stadt Chur (Heimwaldungen bei Chur im Gegensatz zu den Alpwaldungen bei Arosa) liegen in der Nähe der Stadt in einer Meereshöhe von 540 m in den Auen, bis 1850 und 1900 m an den Spuntisköpfen und ob dem Mittenberg. Die Hänge sind im allgemeinen steil bis sehr steil und Gefälle von 80—120 % sind keine Seltenheit. Auf Territorialgebiet von Chur liegen 1419 ha Wald, für welche die Grundbuchvermessung abgeschlossen ist. Außerdem besitzt die Stadt ganz in ihrer Nähe noch 39,76 ha Wald auf Gebiet der Gemeinde Churwalden. Vom Gesamtareal der Heimwaldungen sind 1245,08 ha produktiver Waldboden, 68,21 ha Weiden, Wiesen und Lagerplätze und 145,47 ha unproduktiver Boden (Felsen, Rufen und Wege). Seit 1896 wurde in Zwischenräumen von 10—11 Jahren der Holzvorrat immer wieder durch neue Bestandesaufnahmen ermittelt. Die Zusammensetzung der Bestände nach Stärkeklassen war folgende :

Jahr	16-18 cm	20-28 cm	30-38 cm	40-48 cm	50 u. mehr cm	Total Fm
1896	15,080	60,071	85,633	76,073	71,082	307,939
%	5	19½	28	24½	23	100
1906	17,046	71,356	97,681	83,052	81,186	350,321
%	5	20	28	24	23	100
1917	15,593	78,084	109,250	91,140	91,198	385,265
%	4½	20	28½	23½	23½	100
1927	15,891	75,398	109,834	93,950	95,261	390,334
%	4	19½	28	24	24½	100

Der fluppierte Vorrat beträgt somit gegenwärtig im Durchschnitt pro ha 313,5 Fm.

Diese Zahlen können aber für die Zuwachsbeurteilung nicht direkt miteinander verglichen werden, da die Vorratsvermehrung nur zu einem Teil von der Zuwachssteigerung herrührt, während daneben die Ausdehnung der Kluppierung und die Neuerwerbungen eine bedeutende Rolle spielen. In der Gesamtmasse von 1927 sind z. B. 4827 Fm aus Neuerwerbungen und 6021 Fm aus Beständen, die 1917 noch nicht fluppiert worden waren, inbegriffen. Im Jahre 1927 wurden nun alle Bestände durchgegangen und alles Holz, das die Taxationsgrenze von 16 cm erreicht hatte, auch fluppiert, so daß in Zukunft ein direkter Vergleich ohne weiteres dann möglich ist, wenn nicht Neuerwerbungen dazu kommen. Der Hiebsatz mußte für das Jahrzehnt 1928—1938 reduziert werden, weil die Neuaufnahme einen Zuwachsausfall gegenüber der Aufnahme 1917 ergeben hat. Er beträgt heute 7300 Fm gegenüber einem Hiebsatz von 7500 Fm. für das Jahrzehnt 1918—1927.

R. M e l c h e r.

Fünfter Tag : Bergün.

Lawinenverbauung und Aufforstung Muot, Rhätische Bahn.

Wo die Verbauung eines Lawinengebietes möglich war, suchte die Rhätische Bahn diese anzuwenden, teils der geringeren Kosten wegen, teils um dem reisenden Publikum die in dieser schönen Landschaft doppelt unerfreulichen Tunneln nach Möglichkeit zu ersparen. Herr eidgen. Oberforstinspektor Coaz, zusammen mit Herrn Kantonsforstinspektor Enderlin, hielten eine erfolgreiche Verbauung der drei gewaltigen Lawinenzüge von Muot für sicher, und so wurde dieselbe der Verlegung der Bahn in einen 700 m langen Tunnel vorgezogen. Demnach hat diese großartige, ausgedehnte Verbauung und Aufforstung einzig den Zweck, die Bahnlinie zu schützen. Das Verbauungsgebiet erstreckt sich von der Bahnlinie (1550 m) bis hinauf in eine Meereshöhe von 2325 m, in einer Gesamtfläche von 55,6 ha, und liegt in steilem bis sehr steilem Terrain. Das Wald- und Weidegebiet (Lawinenzüge) war in der Hauptsache im Besitz der Gemeinde Bergün, der Rest, die Bergwiesen, von Privaten, und mußte expropriert werden.

Das Hauptprojekt mit Fr. 101,700 Voranschlag wurde am 17. August 1900 vom Bundesrat genehmigt. Ihm folgten am 22. August 1902 ein Ergänzungsprojekt von Fr. 45,000, und am 7. November 1905 ein Nachtragsprojekt von Fr. 149,000. Voranschlag total Fr. 295,700.

Die Arbeiten begannen im Sommer 1900, wobei zuerst ein Zufahrtssträßchen und im Verbauggebiet Unterkunftsbarracken für die Arbeiter, sowie Schmiede und Wagnerei erstellt werden mußten. Zuerst wurde in der obersten Zone mit dem Bau der Mauern begonnen. Der Lawinengang des nächsten Winters zeigte die gute Wirkung der bereits geleisteten Arbeit, und so wurde sie in den folgenden Jahren fortgesetzt bis 1905, in der Hauptsache aber bereits im Eröffnungsjahr der Bahn 1903 vollendet. Gearbeitet wurde meistens in Alford, und war gewöhnlich ein Ingenieur als Bauleiter zugegen. Die ausgeführten Bauwerke umfassen : 34,816 m³ Lawinenmauern, 11,962 Pfähle, 1060 m Flechtwerke, 142 m Schneeschutzwände, 300 m³ Rasendämme, 3214 m³ Ablenkungsdeich, 425 m Schneebrücken, 3030 m Transportwege, 2793 m Fußwege und 1418 m Zaun.

Dies war eine der ersten größeren Lawinenverbauungen in der Schweiz, und alle baulichen Maßnahmen entsprechend den damaligen Grundsätzen darauf gerichtet, die sich in Bewegung befindende Schneemasse, also den gleitenden oder stürzenden Schnee durch die Bauwerke aufzuhalten, im Gegensatz zu der heutigen Verbauungsanschauung, wo man durch Schaffung genügender horizontaler Lagerflächen überhaupt

jede Bewegung des Schnees verhindern will. So ist hier in Muot als Haupttyp die freistehende Mauer vertreten, welche ursprünglich mit 80 cm Kronenbreite vorgesehen war. Im Laufe der Jahre erwies sich aber dieses Profil als zu schwach (Grundlawine 1916/17 in Blais Ieda), auch waren die Mauern zu niedrig gehalten und die Bausteine zu klein. So mußten hauptsächlich im Jahre 1917 viele Mauerwerke umgebaut werden, wobei Kronenbreiten bis 2 m erstellt wurden. Bei vielen Mauern glaubte man die als notwendig erachtete Höhe auf billige Art dadurch zu erreichen, daß auf den Mauern ein Erddamm aufgesetzt und dieser mit Rasenziegeln verkleidet wurde. Bald kamen aber bedeutende Nachteile dieses steiler als der natürliche Hang erstellten Aufsatzes zum Vorschein. Die neugeschaffene ausgedehnte Böschung ist so flach, daß sich größere Schneemengen darauf ansammeln, und doch zu steil, um dem Schnee genügenden Halt zu bieten. Tatsächlich sind an solchen Dammböschungen Schneeabbrüche erfolgt, haben sich zu Lawinen ausgebildet und mehrere darunter liegende Werke durchschlagen. Zudem hatte dies eine relativ bedeutende Mehrbelastung der Mauern zur Folge, der nicht alle standhielten. Eine günstige Wirkung hingegen wurde durch eine über die Mauern emporragende Pfahlreihe, welche bergwärts mit galvanisiertem, 6 mm Draht verankert wurde, erreicht.

Die in den letzten Jahren häufig gewordenen Mauern wurden entweder in Mauerterrassen umgebaut oder dann zum Schutze gegen die Verwitterung auf der Bergseite mit Ansüttung versehen.

Erdwälle oder Rasendämme wurden vereinzelt dort aufgeworfen, wo gute Steine fehlten und das Terrain nur schwache Neigung zeigte.

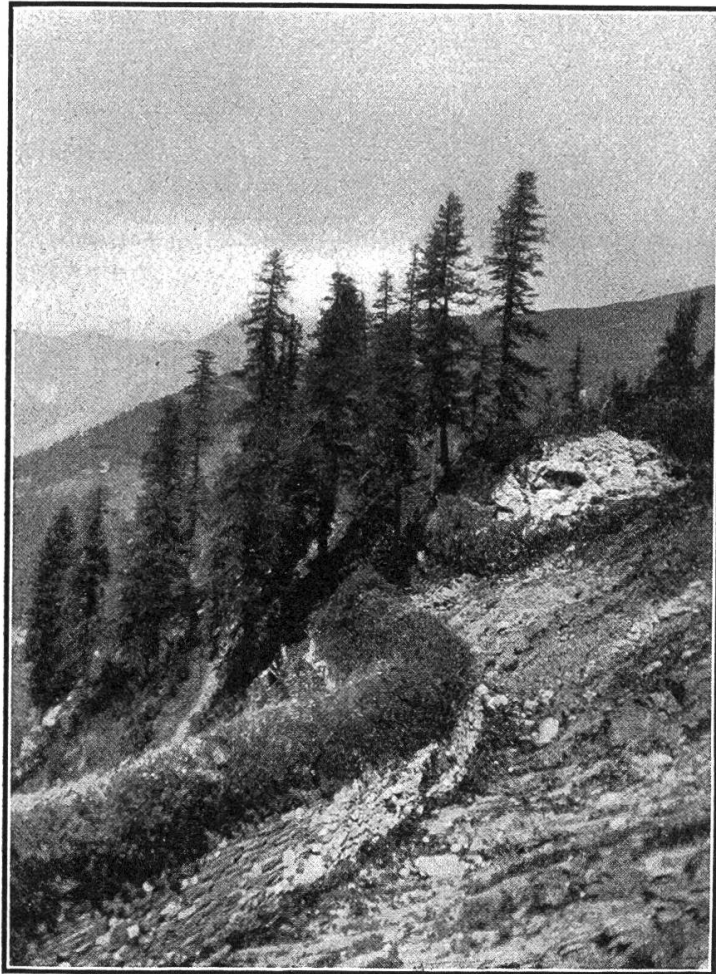
Weniger steile Partien wurden mittels Pfahlreihen mit und auch ohne Vermen gesichert, ebenso wurde das Zufahrtssträßchen in den Lawinenzügen selber durch solche Pfähle in ein Schutzwerk verwandelt, dessen Aufgabe jetzt zum großen Teil die Aufforstung übernommen hat. Sämtliche Pfähle wurden bergwärts mit Draht verankert.

Unter Felsköpfen, sowie an felsigen, steilen, schwer verbaubaren Hängen wurden Schneeschutzwände, teilweise durch alte Eisenbahnschienen verstärkt, erstellt. In den Lawinenzügen bildeten vielfach gesunde Stöcke gegebene Stützpunkte zur Verankerung von Schneerechen.

Da eine Verbauung des hinteren, östlichen Lawinenzuges, der Blais chaneletta, mit zu großen Kosten verbunden gewesen wäre, wurde dieser Zug als eigentlicher Leitgraben mit 60 % Gefälle ausgebaut, soweit nötig durch Leit- und Ablenktdämme eingefasst und über eine, die Bahnlinie schützende Galerie geführt.

Die Aufforstungsarbeiten fallen in die Jahre 1903—1907, wobei in dieser 45 ha messenden Aufforstungsfläche 143,910 Arven, 62,400 Lärchen, 84,930 Fichten, 6230 Bergföhren und 1150 Tannen, total 298,620

Pflanzen gesetzt wurden. Das meiste Pflanzenmaterial wurde im eigenen Garten, der speziell zu diesem Zweck angelegt wurde, erzogen, den Rest lieferte die Forstgärtnerei J. Koner, Bernegg. Gearbeitet wurde in zwei bis drei Gruppen von 16—20 Mann unter der direkten Aufsicht von zwei bis drei Aufsehern und der Oberaufsicht eines Forsttechnikers. In der Kulturläche wurden von der Versuchsanstalt Proben mit Pflanzen aus



Phot. G. Conrad, ing.

Abb. 5. Rasendamm Muot-Bergün

Samen verschiedener Herkunft angesetzt, über die am Ort nähere Angaben erfolgen werden, indem das Material noch nicht publiziert ist.

Die Holzartenmischung geschah gruppenweise. In den unteren Lagen ist die Fichte, in den mittleren die Lärche und in den oberen die Arve vorherrschend, letztere in den obersten Partien von Muot sura rein bis 2350 m. In den steileren Hängen und an trockenen oder mit Rohhumus bedeckten Standorten wurde die Bergföhre angepflanzt. Durch den Frost und den Schneepilz sind hauptsächlich in den oberen Partien sehr viele

Pflanzen eingegangen. Die Fichte dürfte wohl etwas zu hoch hinauf verwendet worden sein. Die obersten Kulturen von einer Meereshöhe von zirka 2200 m aufwärts sind sozusagen alle abgestorben, ein Beweis, daß die oberste Aufforstungszone überhaupt zu hoch angenommen wurde. Bei den Lärchen ist der große Abgang hauptsächlich dem Umstand zuzuschreiben, daß diese Setzlinge meistens schon treibend eingesetzt wurden. All diese Umstände verursachten große Nachbesserungen, so wurden in den Jahren 1908—1928 total 188,000 Pflanzen nachgesetzt, oder 9000 Stück pro Jahr.

Die im nordwestlichen Teil an Weidwald anstoßende Fläche wurde längs der Grenze auf einer Länge von 1418 m durch einen Holzzaun vor dem Weidevieh geschützt.

Die Gesamtkosten der Verbauung und Aufforstung belaufen sich auf Fr. 293,272, woran der Bund einen Beitrag von Fr. 149,086 leistete.

Die große Wichtigkeit dieser Arbeiten für die Sicherheit der Bahn, sowie die bedeutenden investierten Geldmittel rechtfertigen einen äußerst gewissenhaften Unterhalt, der jährlich durch eine Gruppe zuverlässiger Arbeiter unter kundiger Leitung auch die kleinsten Schäden ausbessert.

R. G r e g o r i.

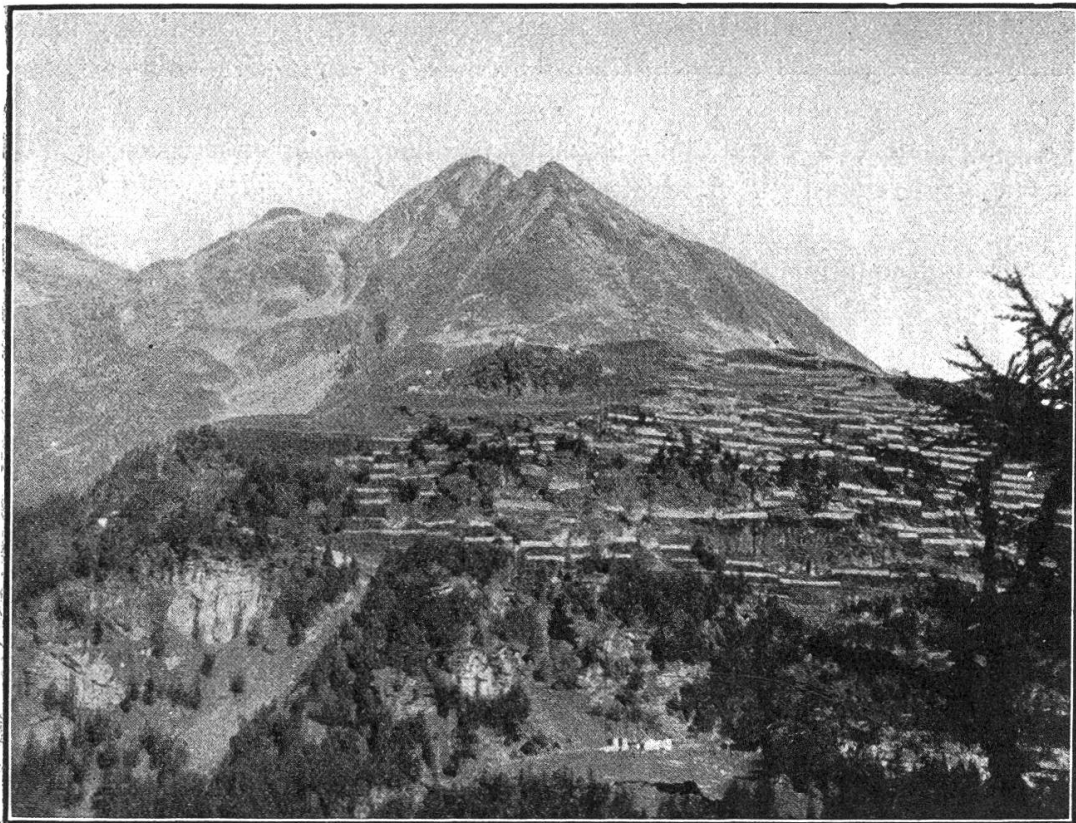
Sechster Tag: Poschiavo.

Verbauung und Aufforstung Alp Grüm-Cavaglia an der Berninabahn.

Die Berninabahn wurde ursprünglich nur für den Sommerbetrieb gebaut und im Jahre 1909 vollständig eröffnet. Schon frühzeitig erkannte man die Wünschbarkeit des durchgehenden oder wenigstens teilweisen Winterbetriebes unter Einschaltung von Schlittenstrecken, besonders nachdem versuchsweise im Winter bis Alp Grüm gefahren worden war. Vorbedingung war allerdings die Sicherung der Bahn durch Verbau der Lawinen in den Hängen, durch welche sich dieselbe hinzieht und dies ist die Veranlassung zur Aufstellung und Ausführung des Verbau- und Aufforstungsprojektes Alp Grüm-Cavaglia. Dasselbe wurde, unter Benützung wertvoller Beobachtungen der Bahnorgane, entworfen und am 23. September 1913 unter Zusage eines Bundesbeitrages von 60 % für die Aufforstung und 50 % für Verbau und Zäunung genehmigt. Der Kanton sicherte an die zu Fr. 380,500 veranschlagten Kosten einen Gesamtbeitrag von 7½ % zu. Der jährliche Ertragsausfall ist zu Fr. 1300 eingeschätzt und dessen dreifache Entschädigung zugesichert worden.

Schon Mitte August 1913 hat die Berninabahn die Ausführung dieser großen Arbeit in Angriff genommen. In diesem Jahre wurde

programmgemäß die Sicherung der Palülehne und des Lawinenzuges oberhalb Stablini durchgeführt, was den Betrieb der Bahn bis Stablini für den Winter 1913/14 ermöglichte und die allfällig einzuschaltende Schlittenstrecke bedeutend verkürzte. Im Jahre 1914 sollte die ganze übrige Verbauung erstellt werden; die Arbeiten begannen schon im April und die Mannschaft stieg bis auf 340. Trotz dem Ausbruch des Weltkrieges, der einen kurzen Unterbruch der Arbeit und eine Reduktion der Arbeiterzahl verursachte, gelang die Erstellung des größten Teils der



Phot. Direktion Berninabahn

Abb. 6. Verbauung Alp Grüm-Cavaglia

Werke. Es wurde in Regte und wenig in kleinen Afforden gearbeitet. Im Jahre 1915 wurden die Verbauungen ergänzt und einige Nacharbeiten ausgeführt. Die Aufforstung wurde bereits 1914 in den 1913 verbauten Gebieten begonnen, die Hauptsache aber 1916—1918 ausgeführt. Die Kulturen gediehen gut, nur die stark dem Wind ausgesetzten Lagen in der Zone von 2040—2180 m hatten großen Abgang zu verzeichnen.

Die ausgeführten Werke umfassen: 33,428 m³ Lawinenmauern und Mauerterrassen, 94 m Erddämme, 679 m Schneebrücken und Rechen,

125 m Schneeschußwände, 2524 m Bermen mit 5816 Pfählen, 8655 m² Flechtwerke, 850 m Gräben, 4656 m Begehungswege und 2487 m Zaun.

An Pflanzen wurden verwendet: 65,730 Arven, 82,995 Lärchen, 15,150 Fichten, 550 Laubhölzer, zusammen 164,425 Pflanzen.

Gegenüber einem Voranschlag samt Nachtrag von Fr. 392,393 betragen die bisherigen Gesamtkosten Fr. 388,239, an welche der Bund einen Beitrag von Fr. 199,735 und der Kanton von Fr. 29,108 geleistet haben. Die aufzuforstende Fläche wurde auf 38 ha abgegrenzt.

Die letzte Teilabrechnung wurde am 5. Dezember 1921 genehmigt. Seither wurden noch Unterhaltsarbeiten an den Verbauungen, aber keine Kulturen mehr ausgeführt. Es ist hier zu erwähnen, daß der Boden der Gemeinde Poschiavo gehört, während die Verbauung und Aufzucht von der Berninabahn-Gesellschaft ausgeführt wurde. Schon im ersten Projekt war ein Separatvertrag über die Organisation des Eigentums und des Unterhaltes der Werke vorgesehen, und bei Genehmigung der Teilabrechnung von 1921 verlangte der Bund die beförderliche Vereinigung dieser immer noch unerledigten Angelegenheit. Trotz vielfachen Bemühungen ist noch keine Einigung zustande gekommen und so wurden keine weiteren Abrechnungen mehr erstellt und die Berninabahn führte keine Pflanzungen mehr aus.

Zur Verwendung gelangten vier- bis fünfjährige verschulte Pflanzen, die teils aus dem Garten der Gemeinde Poschiavo in Cavaglia, teils aus dem Projektgarten in Stablini und teils aus Gärten des Oberengadins stammten. Die Anpflanzung erfolgte in Regie unter Aufsicht des Gemeindeoberförsters. Im untern Teil weisen Lärchen, Arven und Fichten ein gutes Gedeihen auf, die Fichte hat jedoch in den letzten Jahren erheblich durch Spätfröste gelitten. Im sehr kalten und in der Höhe schneearmen Winter 1928/29 sind an Arven und Fichten starke Frostschäden entstanden, während die Lärchen, wie es bisher den Anschein hat, nicht besonders stark gelitten haben. Auch im mittleren und oberen Teile zeigen Arven und Lärchen ein befriedigendes bis gutes Gedeihen. Für die noch auszuführenden Kulturen soll an exponierten Stellen und an den fast sterilen Böschungen der Bergtiefer der Vorzug gegeben werden.

Das Steinmaterial für die Mauern wurde am Ort aus dem anstehenden Gneis-Schiefer gewonnen. In den obersten Schichten war der Fels oft ziemlich stark verwittert, lieferte aber in den tieferliegenden lagerhaftes Steinmaterial. An einigen Orten mußte zur Gewinnung der Steine eine Erdschicht von 1 bis 2 m Dicke oder verwittertes Gestein bis zu 1½ m abgedeckt werden.

Für den Abfluß des Wassers hinter den Mauern wurden zahlreiche Durchlässe erstellt. In einzelnen ausgesprochenen Mulden gelangte das Wasser in gemauerten oder gepflasterten Gräben gesammelt zur Ableitung.

Eine spezielle Erörterung ist bei der Verbauung Alp Grüm der Gwechtenbekämpfung zu widmen. An der Kante, gebildet vom ebenen bis sanft geneigten, sehr windigen Prato del Vento-Plateau und den Hängen des eigentlichen Projektgebietes, mußte die Bildung resp. der Abbruch von Gwechten verhindert werden. Dazu wurden hohe Mauern und 4 m hohe Holzwände, und zwar bis drei Werke parallel hintereinander, erstellt; das vorderste Werk noch so weit von der Kante zurück, daß von der natürlichen Terrasse des Plateaus eine genügend breite Lagerfläche vorragt zur Stützung des noch über die Werke vordringenden Schnees, so daß keine überhängende, zum Abbruch neigende Gwechte entstehen kann. In dem vorliegenden Fall konnte dazu die natürliche Terrassierung benutzt werden, an anderen Orten müssen vor den Gwechtenmauern die Lagerflächen in Form von breiten Terrassen erst erstellt werden. Die Gwechtenbekämpfung bei Prato del Vento zeigt guten Erfolg. Einzig an einer recht gefährlichen Stelle erscheinen die Vorkehren ungenügend, da sich noch ein überhängender Gwechtenansatz bildet.

Im Verbauungsgebiet wurde beobachtet, daß die Flügeldeckung der Mauern an einzelnen Stellen sich als zu knapp erweist, indem kleinere Schneerutschungen sich zwischen den Flügeln durchzuschlängeln vermochten. Es handelt sich wohl nur um unbedeutende Schneebewegungen, die für den Bahnbetrieb belanglos sind, jedoch die Aufforstung beschädigen und deren Aufkommen erschweren.

Die Lawinenverbauung Alp Grüm-Cavaglia erfüllt ihren Zweck sehr gut. Trotzdem drängt sich, im Hinblick darauf, daß die Erstellung der Verbauung bereits 15 Jahre zurückliegt und daß jetzt in bezug auf Lawinenverbauung weitere Erfahrungen vorliegen, die Frage auf, ob man heute die Wahl und den Verwendungsgrad der Bautypen anders treffen würde. Es sei dieses Problem nur kurz gestreift. Bekanntlich hat sich eine Wandlung in dem Sinne vollzogen, daß man davon abgekommen ist, die freistehende Trockenmauer als Haupttyp zu verwenden. An ihre Stelle ist für gewöhnliche Verhältnisse die breite Terrasse getreten. Die Lawinenverbauung bezweckt, durch Schaffung einer genügenden Terrassierung die Entstehung der Schneebewegung überhaupt zu verhindern. Hauptsache dabei ist, die Terrassen so breit zu erstellen, daß selbst eine hohe Schneeschicht nach der Lagerung noch eine genügende Stufung aufweist, um dem nachfolgenden Neuschnee genügend breite Stützflächen zu bieten, die eine Bewegung der über der jeweiligen Terrasse liegenden Schneeschicht ausschalten. Maßgebend für die Ausgestaltung der Terrassenbreite sind Schneehöhe und Schneeart, und man bemißt bei schwierigen Verhältnissen die wirksame Breite so reichlich, als die Höhenmöglichkeit der Werke es zuläßt. Für die Besprechung der aufgeworfenen Frage genügen diese Feststellungen und der Hinweis, daß die Mauerterrasse bei gleichviel Mauerwerk resp. bei gleicher Höhe eine größere

wirksame Breite ergibt als die freistehende Mauer, resp. daß sie die gleich große wirksame Breite bei geringerer Höhe aufweist. Es ergibt sich also die gleiche Wirkung bei geringerem Aufwand an Mauerwerk oder bei gleichviel Mauerwerk eine größere Wirkung. Der Raum hinter der freistehenden Mauer wird ohnehin in Lagen mit viel Wind sehr bald eingefüllt und unwirksam. Weiter ist zu bemerken, daß die freistehenden Mauern stärker den Einwirkungen des Wetters ausgesetzt sind als die Mauerterrassen, die auch sonst weniger exponiert sind und darum, besonders bei größeren Höhen, schwächer dimensioniert werden können, womit eine Ersparnis an Mauerwerk verbunden ist. Im Hinblick auf diese Vorteile der Mauerterrasse kann gesagt werden, daß man heute im gewöhnlichen Gang wohl Mauerterrassen vorsehen und die freistehenden Mauern auf jene Stellen beschränken würde, wo allein sie die gewünschte Wirkung erzielen, nämlich unter Felsköpfen und in steilen felsigen Partien, wo es sich darum handelt, von den Felsköpfen oder von den Felsbändern sich lösende Schneemassen, die auch breite Terrassen vollständig auffüllen oder überspringen würden, durch den Spornen der freistehenden Mauer aufzuhalten, also wo nicht oder nur sehr schwer verbaubare Schneebewegungen abgebremszt werden müssen.

In gewissen Partien des Verbaugebietes würde man möglicherweise auch gemischte Terrassen und eventuell Rasenziegelterrassen eingeschaltet haben. Im Hinblick auf die hohe und exponierte Lage des Verbaugebietes, die starke Beanspruchung der Verbauung, das vorhandene gute Steinmaterial, die Schonung des Rasens, würden sie wohl nur in beschränktem Umfange in Frage kommen und die Mauerterrasse den Haupttyp der Verbauung bilden.

Die Verbauung Alp Grün weist eine ziemlich reichliche Verwendung von Holzverbau auf. Einzelne dieser Werke sind nicht ursprünglich erstellt, sondern nachträglich eingeschoben worden, wo je zwei Mauern sich als zu weit voneinander entfernt erwiesen. Der Holzverbau wurde in der Hauptsache in den Jahren 1914—1916 erstellt und schon 1927 war ein bedeutender Holzersatz notwendig. Bedenkt man, daß es besonders im mittleren und obern Teil des Projektgebietes lange geht, bis die Aufzucht die Aufgabe des Verbaus übernimmt und daß somit bis dahin die Holzwerke mehrmals erneuert werden müssen, so stellt sich von selbst die Frage, ob man heutzutage, gestützt auf die größeren Erfahrungen, mit dem Holzverbau so weit gehen würde. Es kann wohl gesagt werden, daß man ihn auf das Unerläßliche reduzieren und bei den Pfahlreihen, wo die Terrainverhältnisse es zulassen, die Kosten der Pfähle in eine breitere Ausgestaltung der Berme zu Terrassen anlegen würde. Die Wirkung wird erhöht und der Unterhalt und auch die Gefahr der Einwehung werden reduziert.

Auch die Verwendung von Schneebrücken würde voraussichtlich ein-

geschränkt werden und wahrscheinlich würde dazu für einzelne Konstruktionsteile auch dauerhafteres Material verwendet (Mauerpfeiler und Eisenbalken).
J. Guidon.

Neue pedologische Untersuchungen und ihre Anwendbarkeit auf forstliche Probleme.

Von Dr. E. Heß, eidgen. Forstinspektor, Bern.

Vortrag, gehalten am 3. Juli 1929, anlässlich der Studienreise für Gebirgsforstbeamte in Chur.

1. Einleitung.

Die Erhaltung der guten Eigenschaften des Bodens durch geeignete waldbauliche Maßnahmen bildet eine der vornehmsten Aufgaben des Forstmannes. Dazu gehört eine genaue Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Grundgestein, Verwitterungsprodukten, Humus und Waldbestand, denn die Vegetation ist von der Beschaffenheit des Bodens abhängig und sie wiederum ist nichts anderes als die durch das Klima bedingte Verwitterung des geologischen Untergrundes, die auch in hohem Maße von der Vegetation beeinflusst wird. Diese vier Faktoren: Klima, Untergrund, Boden und Vegetation stehen in engem Abhängigkeitsverhältnis und können nicht voneinander getrennt werden. Die verschiedene Zusammensetzung des Grundgesteins, die früher als Basis für die Bodenbildung angenommen wurde, bestimmt nur bis zu einem gewissen Grade die Eigenschaften des für uns in Betracht kommenden Bodens. Es können beispielsweise auf mineralreichem Untergrund durch den Einfluß des Klimas mineralarme Böden entstehen, indem die Mineralien aus den oberen Bodenschichten in tiefere entführt werden, wo sie für die Wurzeln nicht mehr erreichbar sind.

An mineralischen Stoffen enthalten die Gesteine besonders Kalium, Calcium, Natrium, Magnesium, Eisen, Aluminium. Im weitern finden wir an Nichtmetallen: Schwefel, Silizium, Phosphor und Stickstoff, die in sehr verschiedenen Verbindungen in den Verwitterungsprodukten enthalten sind. Während man sich früher mit der Feststellung der in einem Boden vorhandenen Mineralstoffe begnügte und daraus Schlüsse auf gewisse Fähigkeiten zog, befaßt sich die moderne Pedologie hauptsächlich mit der Entstehung und Umwandlung, die ein Boden von der Verwitterung des Grundgesteins bis heute und noch weiterhin durchmacht. Die gegenseitige Beeinflussung der Mineralien unter sich und ihre Umlagerungen im Boden bei gewissen äußern Einflüssen durch Klima und Vegetation ist in den letzten Jahren zum Gegenstand eingehender Studien geworden. Die früher statische Bodenkunde ist zu einer dynamischen geworden.