

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 85 (1934)
Heft: 3

Artikel: Aus der Praxis der Entwässerung
Autor: Albisetti, Carlo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-768373>

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: 14.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

85. Jahrgang

März 1934

Nummer 3

Aus der Praxis der Entwässerung.

Von Carlo Albisetti.

Manche Lehrbücher der Forstwirtschaft widmen der Entwässerung versumpfter Böden eingehende Betrachtungen. Aber diese sind heute zum Teil bereits überholt. Auch sind die in Betracht fallenden Fragen darin viel zu allgemein und mehr vom theoretischen Standpunkt aus besprochen oder unsern Verhältnissen ungenügend angepasst.

Eine Ausnahme bildet jedoch der « Leitfaden für schweizerische Unterförster- und Bannwartenkurse », verfasst von unserem lieben verstorbenen Dr. *Fr. Fankhauser*, obgleich auch hier neue Tatsachen aus der Praxis zu berücksichtigen wären, wenn bisher begangene Fehler in der Zukunft vermieden werden sollen. Dr. Fankhauser, der die wichtige Rolle der Entwässerungen bei uns richtig einzuschätzen wusste, äussert sich über die Trockenlegung versumpfter, in Bestockung überzuführender Gebiete wie folgt :

« § 109. In versumpften Boden wirkt das sich nicht erneuernde (stehende, stagnierende) Wasser nachteilig auf das Gedeihen des Baumwuchses dadurch aus, dass es Luft und Wärme abhält, die Entstehung von Humussäuren veranlasst, und so der Pflanze die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen erschwert. Die Aufforstung verspricht daher erst Erfolg nach durchgeführter Ableitung des überschüssigen Wassers . . . »¹

Dass diese Behauptung richtig und begründet ist, werden alle Kollegen der Zentralschweiz — besonders diejenigen aus dem Flyschgebiet — schon zur Genüge erfahren haben. Bei der Inspektion älterer Projekte hatte der Verfasser schon oft Gelegenheit festzustellen, dass manche kostspielige Aufforstung in entwässerten Gebieten, infolge der noch bestehenden Bodennässe, entweder ganz oder zum grössten Teil eingegangen war, und dass die noch vorhandenen Ueberreste der Kulturen ein kümmerliches Aussehen aufwiesen. Solche Objekte sind natürlich keine Empfehlung für das Forstpersonal und es ist daher auch leicht verständlich, dass die Korporationen durch diese nicht ermutigt werden, sondern eher gegen eine Fortsetzung der Arbeiten sind.

¹ Dr. Fr. Fankhauser : « Leitfaden für schweizer. Unterförster- und Bannwartenkurse. »

Misserfolge dieser Art müssen sowohl uns als namentlich auch die kantonalen Forstorgane veranlassen, den Ursachen nachzugehen um festzustellen, was zu deren Behebung vorzukehren ist. Die genaue Prüfung einiger Fälle ergab, dass die Ursache der Misserfolge *einzig und allein der ungenügenden Entwässerung* des Bodens zuzuschreiben ist, die entweder vom zu grossen Grabenabstand (8 m und mehr), oder aber davon herrührt, dass die Gräben (Haupt- und Sauggräben) zu wenig tief und zu flach gezogen worden sind, so dass sie ihren Zweck nicht erfüllen konnten. (Abbildung 1a.) Die allerschwierigsten Fälle ergaben sich, wenn zudem noch Sickergräben, Sickerdolen und ähnliche unterirdische Ableitungen zur Verwendung kamen. Bei den meisten ausgeführten Entwässerungs- und Aufforstungsprojekten treffen wir dasselbe Bild :

a) Bei den *stabilen Böden* durch meistens offene Gräben trocken gelegter Gebiete gedeihen die Kulturen in den ersten Jahren normal, um dann später, langsam jedoch sicher, zu verschwinden. Eine Besserung der Verhältnisse durch die natürliche Verjüngung tritt nur selten ein, und die ganze Fläche wird von Unkraut überwuchert.

b) Bei den *labilen oder rutschigen Böden*, mit gewöhnlich unterirdischen Ableitungen, treten dieselben Erscheinungen auf; nur zeitlich etwas später und meistens begleitet von der Tatsache, dass dann das Gebiet wiederum ins Gleiten gerät. Es entsteht, infolge neuer Schürfungen und Rutschungen, ein neues Chaos; ja das Wasser quillt selbst dort aus dem Boden hervor, wo es bisher nicht wahrnehmbar war. Beobachtungen dieser Art hat man sowohl in den Kantonen *Obwalden* (Rotmoosgraben bei Giswil), *Nidwalden* (Steinibach in Hergiswil, Lielibach in Beckenried, Waseneggli in Dallenwil), *Uri* (Schattdorfer-Gangbach), wie auch anderswo im Flyschgebiet genug machen können.

Meine Absicht ist, diese Tatsachen und ihre Hauptursachen näher zu prüfen, um für Kollegen und Unterförster, welche sich mit Entwässerungen zu befassen haben, einige Richtlinien aufzustellen.

Ich muss voraussetzen, dass ich den Eindruck habe, dass wir über die Frage der Entwässerung von nassen Böden, zum Zwecke der Bestockung (was die Verwendung von Drainröhren aus technischen und finanziellen Gründen ausschliesst), im allgemeinen zu wenig orientiert sind. Zudem gibt man sich über die Anwendung der verschiedenen Entwässerungsmittel zu wenig Rechenschaft. Der Grund ist darin zu suchen, dass über praktische Resultate der Entwässerungen im allgemeinen zu wenig geschrieben wurde. Zudem behandelt die fachliche Literatur nur die zur Entwässerung zweckdienlichen Mittel, gibt aber wenig Auskunft über deren praktische Anwendung. Diesem Umstande ist es meines Erachtens wohl zuzuschreiben, dass in früheren Zeiten Sickerdolen, Sickergräben usw. eine vielfach unzweckmässige Verwendung fanden, was so oft zu fehlerhaften Entwässerungen führte.

Wenn wir bedenken, welche Rolle in unserem Lande die Ent-

wässerungen spielen und welche grosse Geldsummen sie benötigen, wird man ohne weiteres begreifen, dass es unsere Pflicht ist, diese Frage gründlich zu studieren, was m. E. nach zwei Richtungen zu geschehen hat, nämlich :



Abb. 1 a. Zufolge ungenügender Gefälle und nachträglicher Senkung des Bodens sind die Seitengräben (Nebenrinnen) nicht mehr imstande, sich zu entleeren.

1. hinsichtlich des rein technisch-wirtschaftlichen Einflusses gut gelungener Entwässerungen und Bestockungen auf das Wasserregime der Wildbäche;
2. hinsichtlich der Anwendung der verfügbaren Mittel (offene Gräben oder Sickergräben, Sickerdolen usf.), um die besten Ergebnisse zu erzielen.

Die Lösung der ersten Aufgabe ist bereits in gutem Gange, indem die eidgenössische Inspektion für Forstwesen auf meinen Vor-

schlag hin die eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Zürich ersuchte, wissenschaftliche Untersuchungen in verschiedenenaltrigen (3-, 5-, 10-, 15-, 25jährigen) Entwässerungen der Kantone Obwalden, Nidwalden und Schwyz auszuführen.

Obwohl die Untersuchungen, die dank der Bereitwilligkeit der Direktion dieser Anstalt ohne Verzug und in grossem Umfang in Angriff genommen wurden, noch nicht abgeschlossen sind, liegen bereits interessante Resultate vor, so über die physikalische Umwälzung des Bodens und über die Durchlüftung und Durchlässigkeit desselben. Aus ihnen geht deutlich hervor, dass sich die Eigenschaften älterer Entwässerungsgebiete nun bereits denjenigen der Waldböden nähern.¹

Was die Anwendung der Mittel anbelangt, so seien, gestützt auf die mir bekannten Beispiele misslungener Entwässerungen, die wichtigsten Anhaltspunkte kurz erwähnt :

I. Entwässerung sumpfiger, stabiler Böden.

Sie geschieht ausschliesslich mittelst offener Abzugsgräben. Die *Ausmasse* derselben wechseln je nachdem es sich um *Haupt-* bzw. *Sammel-*, oder *Seitengräben* handelt. Im allgemeinen stehen sie auch in Zusammenhang mit der Tiefe, in welcher sich die undurchlässige Schicht befindet und den Terrainverhältnissen. Gräben mit 60 cm Tiefe haben im *allgemeinen versagt*. Die *Minimaltiefe* der Hauptgräben soll 90 cm bis 1,20 m und darüber, diejenige der Nebengräben wenigstens 70 cm betragen.²

Die *Sohlenbreite* wird im allgemeinen richtig gewählt; sie muss, damit das Wasser nicht stockt und die Grabenränder nicht ausgekolkt werden, dem vermutlich abfliessenden Wasserquantum angepasst werden. Gewöhnlich werden 20 bis 30 cm für Neben- und 30 bis 50 cm für Hauptgräben vorgesehen.

Die *Neigung* bzw. das *Gefälle* der Gräben wird öfters unrichtig gewählt. Diesem Umstande sind viele der misslungenen Entwässerungen und Aufforstungen zuzuschreiben. In den meisten Fällen werden die Haupt- und Nebengräben zu flach angelegt, so dass ein klei-

¹ Herr Dr. Burger sagt folgendes über die Untersuchungen eines entwässerten Gebietes im Kanton Nidwalden: « In den 25 Jahren seit der Entwässerung und Aufforstung im Martinsgrund wurde der ehemalige Streuwiesboden soweit abgebaut, dass bei 50—60 cm Tiefe bereits der Mineralboden vorliegt, währenddem man in der Streuwiese erst bei 70—80 cm Tiefe diesen erreicht. Die Entwässerung und die wachsenden Wurzeln haben auch die Durchlüftung wesentlich günstiger gestaltet. Die Luftkapazität stieg in den obersten 10 cm des Bodens von rund 3 auf 15 %, und in der Tiefe von 20—30 cm von 2,5 auf 5,1 %. »

² Ueber die Frage der Grabentiefe äussert sich Herr Dr. Burger wie folgt: « Ein voller Erfolg ist von solchen Entwässerungen aber nur zu erwarten, wenn ein dichtes, auch noch 20—30 cm in den Mineralboden greifendes Grabennetz geschaffen wird. »

ner, in den Graben geratener Gegenstand (Erde, Aeste, Steine, Laub usw.) genügen kann, das Abfließen des Wassers zu verhindern. Gestocktes Wasser wirkt jedoch auf die unterliegenden Gebiete nachteilig, da diese, wie vor Beginn der Arbeiten, wiederum durchnässt werden.

Die Neigung der Gräben ist daher sehr vorsichtig, je nach der abzufließenden Wassermenge, Sohlenbreite und Terrainbeschaffenheit zu wählen.

In leichten, sandigen Böden vertieft sich die Sohle schon bei 4—5 % Gefälle (Dr. Fankhauser führt 4 % als Minimum an), bei schweren erst nach 10 %. Sind keine Sohlensicherungen vorzusehen, so müssen, um Vertiefungen oder Auskolkungen zu vermeiden, diese Grenzen eingehalten werden. Es ist selbstverständlich, dass bei den Sauggräben, die im allgemeinen wenig Wasser führen, und wo im allgemeinen weder Vertiefungen noch Auskolkungen vorkommen, eine grössere Neigung erforderlich ist.

Die Erfahrung hat bewiesen, dass bei Hauptgräben *die wirksamste Neigung bei 4—6 %*, und *bei Nebengräben bei 8-12 % liegt*. Bei losem, sandigem Boden oder Torf braucht man kleinere, bei schwerem Boden grössere Gefälle. Im Waldgebiet darf die Neigung bis auf 15 % steigen.

Viele der alten Entwässerungsarbeiten weisen Hauptgräben mit zu grossen Neigungen (25 und mehr Prozent) auf, obwohl keine Sohlensicherungen vorgesehen waren. Folge: Sohlenvertiefung, Einstürzen der oberen Grabenwände, namentlich bei geneigtem Terrain, und zuletzt, wegen mangelhaftem Unterhalt (wie dies bei solchen Arbeiten leider immer vorkommt), Bildung von Sumpflöchern und Vernässung ganzer Flächen. (Siehe Abbildung Nr. 1 a.)

Wenn man eventuell aus technischen Gründen, was manchmal der Fall ist, ein grösseres Gefälle anwenden muss, als es die Bodenverhältnisse gestatten, dann muss man von vornherein *Sohlensicherung* in Aussicht nehmen. Sie ist, weil öfters das notwendige, zweckmässige Material fehlt, wohl kostspielig, garantiert aber eine gute, solide und dauerhafte Ausführung. Die hierfür aufgewandten Mehrkosten sind im Verhältnis zu den sonst notwendig werdenden Nachbesserungen immer noch lohnender und billiger. Weiter ist auch in Betracht zu ziehen, dass eine nachträglich vorgenommene Sohlensicherung, da damit in der Regel die Instandstellung der unterdessen eingestürzten Grabenwände verbunden ist, viel teurer zu stehen kommt und selten solid ist. Diese Tatsachen könnten viele unserer Kollegen bestätigen.

Eine nicht unwichtige Rolle spielt die *Art der Sohlensicherung*. Auf Grund der Theorie der alten Schule hat man sie im allgemeinen entweder durch Einlegen von mit Steinen beschwertem Faschinenmaterial, mittels Pfählen oder durch Einbau kleinerer Sperren bewerkstelligt. Die damit erzielten schlechten Resultate veranlassten unsere Kollegen vielfach, dieses System wieder aufzugeben. Die beigefügten

photographischen Abbildungen 1 b und 1 c zeigen, wie ein solcher Graben nach einigen Jahren aussehen kann.

Es ist nicht so einfach, sich für eine spezielle Art der Sicherung zu entscheiden. Die Wahl soll je nachdem es sich um schweren oder losen, leichten Boden handelt, je nach dem Gefälle und der Wasserführung des betreffenden Grabens getroffen werden. Der Kosten wegen wird auch das in der Nähe sich befindende Material auf die Wahl mitbestimmend sein. Ich behandle in den nachstehenden Sätzen diejenigen Arten von Sohlensicherungen, welche bereits die allerbesten Resultate gegeben haben und überlasse es den Projektverfassern, je nach den Umständen das eine oder andere System zu wählen.

1. Gestützt auf die gemachten Erfahrungen muss gesagt werden, dass die allerbeste Sohlensicherung die *Steinschale* ist. Sie wird aus grösseren oder kleineren Steinen, sowie sie zur Verfügung stehen, hergestellt. Sind flache Steine von hinreichender Grösse vorhanden, so legt man je einen als Unterlage auf den Boden, den andern hochkant seitwärts, um die Grabenwände zu schützen (Abbildungen Nrn. 2 und 2 a). Wenn keine grösseren Steine vorhanden sind, begnügt man sich mit den vorliegenden und verwendet deren mehrere. Es kommt aber auch öfters vor, dass weder an Ort und Stelle, noch in der Nähe, geeignete Steine zu finden sind, so dass man gezwungen ist, sich mit anderem Material zu behelfen (Holz, Zement usw.).

2. Die Verwendung von Holzkenneln oder von Latten (Stangen) ist das Billigste und Bequemste.

Die Einlage von Holzkenneln in den Gräben hat sich im allgemeinen gut bewährt. Diese sind nach 30 und mehr Jahren noch in gutem Zustand und erfüllen — sofern sie nicht verstossen oder verschoben worden sind — ihren Zweck vollauf. (Im Lielibach- und Eybachgebiet befinden sich z. B. manche noch in tadellosem Zustand.) Selbstverständlich müssen die Känel aus sehr gutem Brettermaterial sein — womöglich aus Lärchenholz — eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ —2 cm haben, *gut im Boden eingegraben und vor Sonnenbestrahlung geschützt sein*. Die Holzkennel haben als Mittel zur Sohlensicherung drei grosse Vorteile :

1. Das Wasser fliesst ohne Verlust rasch ab, was besonders bei Hauptgräben sehr wichtig ist;
2. die Kontrolle über die Wirkung der Entwässerung und ihren Zustand ist einfach;
3. das Auskolken und Einstürzen der Grabenwände ist ausgeschlossen.

Die Erstellung der in konischer Form konstruierten Holzkennel ist einfach und die Kosten erreichen je nach Entfernung Fr. 4—5 per Laufmeter, ein Preis, der hinsichtlich des zu erreichenden Resultates zu verantworten ist.

(Aus Sparsamkeitsgründen sind oftmals auch Bretter allein verwendet worden, indem man sie auf die Grabensohle legte. Dieses



Abb. 2.

Phot. Oberförster M. Kaiser.

Partie im Bereiche einer ehemaligen Sickerdole, die wegen Verstopfung (Kalkablagerung) ausgehoben werden musste. An Stelle der Kennel-leitung wurde ein offener Graben mit Steinschalensicherung erstellt.

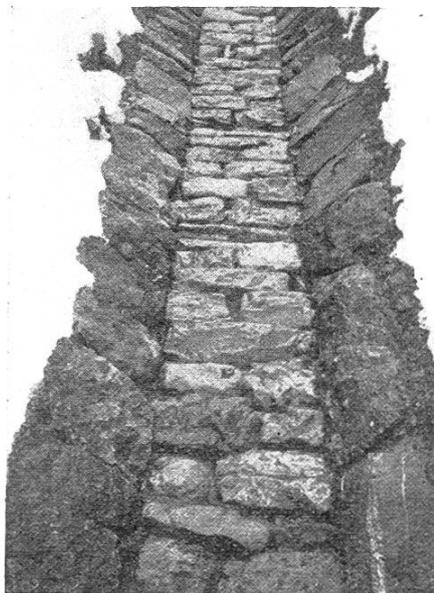


Abb. 2a (rechts).
Details der Stein-
pflasterung.

System hat sich jedoch nur bewährt, wo das Gefälle gering, das Wasserquantum klein und keine Auskolkung der Grabenwände zu befürchten ist, was aber nur selten der Fall ist.)

3. Ein weiteres billiges und doch gutes System besteht in der *Verkleidung der Sohlen und Grabenwände mit Stangen* aus Durchforstungsmaterial (Abbildung Nr. 4). Im allgemeinen werden je nach Breite der Grabensohle und der Wandhöhe 2—3 oder 1—2 solcher Latten verwendet. Dieses System wurde in neuerer Zeit mit Erfolg viel angewendet. Es ist besonders dort angezeigt, wo das Wasser kalkreich ist, weil die Latten in kurzer Zeit von einer Kalkschicht überzogen werden, die sowohl das Durchsickern des Wassers als auch das Verfaulen des Holzes verhindert. Die Kosten belaufen sich auf Fr. 1,80 bis 2,30 per Laufmeter, Holzlieferung inbegriffen.

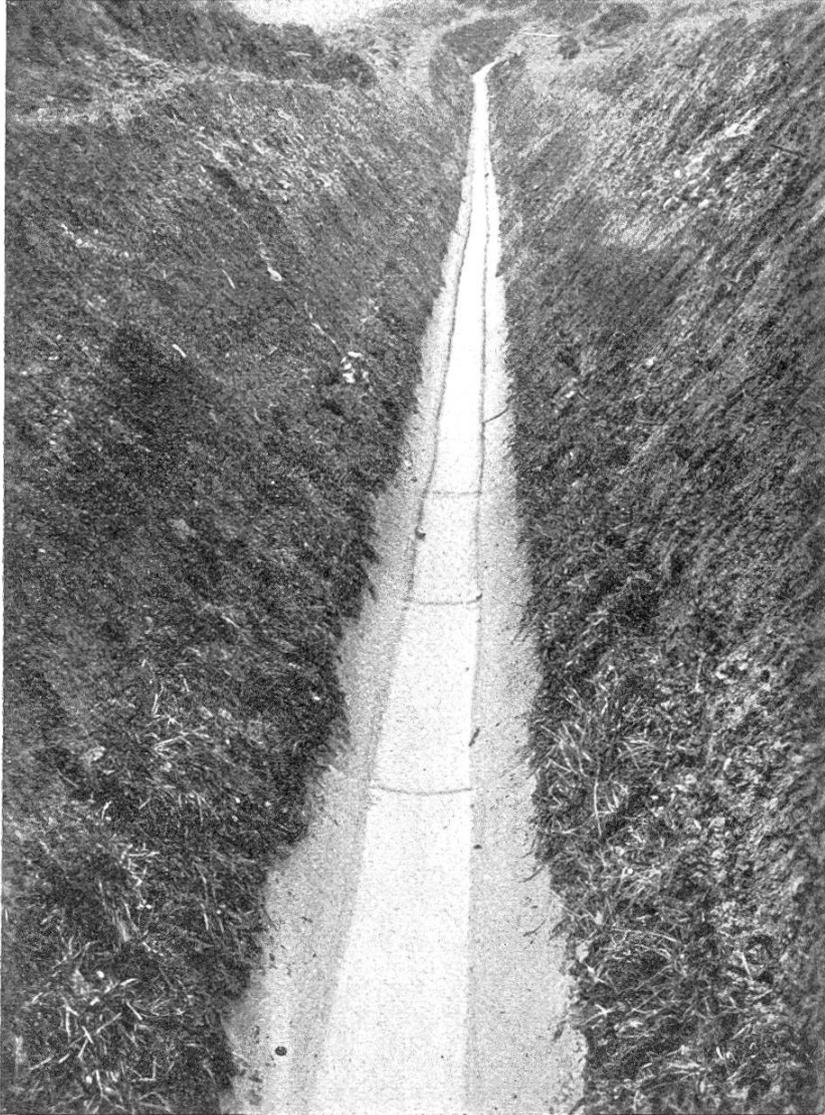
4. Ein gutes, aber kostspieliges System besteht in der Verwendung von *Halb- oder $\frac{1}{3}$ -Zementröhren* (Abbildung Nr. 5) oder auch von besonders konstruierten Zementkenneln. Dieses System hat auch den Vorteil, dass Zementröhren sich den Terrainbewegungen leichter anpassen, die Kontrolle höchst einfach und die Dauerhaftigkeit eine sehr lange ist. Es kommen je nach Bodenbeschaffenheit und Terrainverhältnissen verschiedene Profile in Betracht (stabiles oder rutschiges Terrain). Konisch verlaufende Kennel sind die besten, weil sie nicht leicht auseinanderfallen. (Dieses im Hundsbühltofel in Schwyz verwendete Profil ist sehr praktisch.) Mit diesem System sind alle Vorteile zu erreichen. Es weist nur den einen Nachteil auf, dass die Erstellung am Ort der Verwendung gewöhnlich unmöglich ist, was natürlich grosse Transportkosten bedingt. Diese belaufen sich je nach der Distanz und je nach Profil auf Fr. 5 bis 11,50 pro Laufmeter. Solche Kosten rechtfertigen sich nur dort, wo es sich um schwierige Objekte und solche von grösserem wirtschaftlichen Interesse handelt. Die Hauptsache ist (handle es sich um stabiles oder labiles Terrain), dass das Wasser sorgfältig und rasch aus dem Gebiete entfernt werde. Auch hier gilt der Grundsatz: « Was gut ist und dem Zwecke voll und ganz entspricht, ist niemals zu teuer. »

Bei *Entwässerung von Moorböden* oder für die Ableitung deren Wassers *sind Zementröhren nicht zu gebrauchen*. Sie sind auch dort nicht anzuwenden, *wo Geröllmaterial transportiert wird*.

Die Grabenwände werden, auf Grund der Angaben im « Leitfaden für schweizer. Unterförster- und Bannwartenkurse », bei flachem wie geneigtem Terrain gewöhnlich gleich gehalten (halbmalige Böschung). Die *halbmalige Böschung hat sich*, namentlich für das Flyschgebiet, *als unzweckmässig erwiesen*, weil sie das Einstürzen der Grabenwände erleichtert; deshalb muss sie grösser und den Terrainformen besser angepasst sein. Bei geneigten, zu entwässernden Gebieten ist die Anwendung von zweierlei Böschungsgraden unerlässlich, also: ein flacherer, da unter Druck stehend, für die obere Grabenwand, und ein steilerer für die untere. Alle nach diesem System

ausgeführten Entwässerungen zeigen gute Resultate, und der Unterhalt ist geringer.

Der *Abstand* zwischen je zwei Sauggräben bildet den heikelsten Teil der ganzen Entwässerungsfrage. Ihn richtig zu wählen, will heissen, mit dem kleinsten Kostenaufwand das beste Resultat erreichen. Bei Entwässerungen früherer Jahre wurden Abstände von



Phot. Oberförster M. Kaiser.

Abb. 5. Betonschale als Sohlensicherung eines Hauptgrabens.

8, 10 und mehr Meter angewendet. Dr. Fankhauser setzt das Minimum für stark versumpfte Gebiete des Flyschgebietes auf 6 m und das Maximum für weniger nasse Böden auf 20 m an; er sieht auch pro Hektar Fläche nicht mehr wie 1000 m³ Grabenaushub vor. Die Erfahrung lehrte dagegen, dass im Flyschgebiet *der günstigste Abstand bei 5 m* zu suchen ist, weil bei grösserer Entfernung eine gründliche Trockenlegung unmöglich ist. Das Resultat ist auch dann unbefriedigend, wenn man grössere und tiefere (1½—2 m) Gräben

aushebt, sobald der Abstand zu gross ist. In der Entwässerungsfläche « In der Arven » in Hergiswil sind z. B. wohl einwandfreie Gräben gezogen worden; doch können infolge des zu grossen Abstandes keine Kulturen aufkommen. Nur auf einer Breite von etwa $1\frac{1}{2}$ —2 m seitlich der Gräben ist das Terrain trocken, während die übrige Fläche immer noch sumpfig und für Kulturen unbrauchbar ist.

Nach den gemachten Erfahrungen erweisen sich im Flyschgebiet pro Hektor Fläche mindestens 2000 m Haupt- und Sauggräben als notwendig.

Ueber die Frage, *ob Parallel- oder Zickzack-Entwässerungsanlagen*, möchte ich nicht viele Worte verlieren. An einem Abhang wird man immer das Zickzacksystem anwenden, wobei die bereits bestehenden Rinnsale, Bäche, Vertiefungen usw. als Hauptgräben auszunützen sind. In diesem Falle gilt die allgemeine Regel: Das Wasser darf nicht zu stark zusammengezogen werden, bevor rechtzeitig genügende Sicherungsmassnahmen getroffen worden sind. Fehler können, wie es schon oft vorgekommen ist, kostspielige Verbaue zur Folge haben.

II. Die Entwässerung rutschiger Gebiete.

Es treten verschiedene Fälle auf:

- a) Von Wasseradern verursachte Rutschungen, Erdbewegungen usw., welche an der Oberfläche oder wenig tief im Boden liegen;
- b) von tiefgehenden Wasserläufen verursachte Rutschungen.

Im ersten Falle ist die Sanierung des Gebietes, sofern die Entwässerungsarbeiten richtig durchgeführt werden, verhältnismässig einfach und doch wirksam. Im zweiten Falle hingegen sind unsere Mittel zur Erzielung eines sicheren, dauerhaften Resultates fast immer unzureichend. Immer wird es die Hauptsache sein, vorerst die Herkunft des Wassers festzustellen. Ist man darüber im klaren, so wird man sich entscheiden müssen, ob mit unsern Mitteln etwas Positives erreicht werden kann. Ist die Rutschung auf das Vorhandensein kleiner Seen, Tümpel, Wasserstauungen usw. zurückzuführen, die weit oberhalb der zu entwässernden Fläche liegen, so wird man diese in erster Linie entleeren oder ableiten müssen und erst nachher die Entwässerungsarbeiten in Angriff nehmen. Eine gründliche, richtige Fassung aller Gewässer ist Hauptbedingung für die Beruhigung der rutschenden Flächen. In dieser Hinsicht ist schon viel gesündigt worden.

Im allgemeinen sind bei der Sanierung rutschiger Gebiete folgende Fehler begangen worden, die inskünftig vermieden werden sollten:

1. Ungenügende Untersuchung der Ursache des Rutschens und der Herkunft des auftretenden Wassers;
2. unzweckmässige, ungenügende Fassung der Quellen in oder oberhalb des Rutschgebietes;
3. übermässige Verwendung von Sickergräben als Wasserableitungsgräben und Sickerdolen;

4. ungenügende Beachtung der chemischen Wasserzusammensetzung;
5. ungenügende oder nicht rechtzeitige Sicherung des Fusses des rutschenden Gebietes (durch angepasste Verbaue).

Für die Bestimmung der Wasserherkunft braucht es manchmal viel Zeit und ein eingehendes geologisches Studium des Gebietes.



Abb. 6 a. Quellfassung und Ableitung mittelst eines offenen Grabens an Stelle einer ursprünglichen Sickerdole.

Neben den Untersuchungen über die Wasserherkunft sind sodann die Quellenfassung (Abb. Nrn. 6 a u. 6 b) und deren richtige, zweckmässige Ableitung die Hauptsache. Ist einmal das Wasser richtig gefasst, so ist es *auf dem kürzesten Wege mittelst offener Gräben* (mit Sohlensicherungen: Kennel oder Steinpflasterung) aus dem Gebiete abzuleiten. Die Erfahrungen weisen darauf hin, dass Sickergräben oder Sickerdohlen nur da mit Erfolg anzuwenden sind, wo es sich um unregelmässig auftretende Quellen oder unscheinbare Wassermengen von



Photo A. Forni, isp., Lugano.

Abb. 6b.

Quellfassungen in einem steilen (über 120%) rutschigen Hang, mit Terrainverbauungen (niedere Mauern, Bänder aus Rasenziegeln und Gradonate), Piandanazzo (Val Colla).

in Rutschung begriffenen Gebieten handelt. Sie sind dann *auf dem kürzesten Wege und mit dem grössten Gefälle zu erstellen*. Haben sie zu wenig Gefälle oder laufen sie parallel zur Rutschung, so sind sie in kurzer Zeit entweder verschoben oder aber verstopft.

Der schlimmste Fall tritt ein, wenn die chemische Wasserzusammensetzung nicht untersucht und beachtet wurde. Ein Oberförster schrieb z. B. in einem Bericht :

« Weniger gut hingegen haben die Entwässerungen auf die Dauer (nach zehn Jahren) gewirkt: Sie wurden in Form von Sickerdolen und Sickergräben erstellt. Das Wasser in diesem Gebiet neigt aber zu starkem mineralischen Absatz; es verstopft sehr intensiv, und diesem misslichen Umstande ist es zuzuschreiben, dass die Sickerdolen nach wenigen Jahren verstopft waren, so dass das Gebiet heute so sumpfig oder noch sumpfiger ist als vorher. Darunter haben natürlich auch die im Entwässerungsgebiete ausgeführten Aufforstungen stark gelitten. »

Was hier vorgekommen ist, treffen wir ebenfalls im *Lielibachgebiet*, *Waseneggli* usf. an. Ueberall ist man genötigt, die Sickergräben aufzureissen und durch offene Gräben zu ersetzen; eine kostspielige und schwierige Arbeit.

Zuletzt spielt die Sicherstellung des Hanges vor Beginn der Entwässerungsarbeiten eine grosse Rolle. Ohne Verbaue, die den Fuss des gleitenden Gebietes dauernd sichern, dürfen keine Entwässerungen in Angriff genommen werden.

Zuwachsschwankungen bei einheimischen Nadelhölzern.

Von P. Jaccard, Zürich.

In seinem kürzlich in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel « Ueber Zuwachsschwankungen »¹ kommt *H. Knuchel* zu folgender Schlussfolgerung: « Es ist notwendig, die Zusammenhänge zwischen Klima und Wachstum, vor allem die Wirkung der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge, sowie auch die Wirkung anderer Klimafaktoren noch genauer zu untersuchen, um alle Eigentümlichkeiten der Zuwachsschwankungen erklären zu können. »

Trotz des unverkennbaren Zusammenhanges zwischen Witterung und Wachstum der Bäume ist es nicht immer leicht, direkte Beziehungen zwischen gewissen Klimafaktoren und der jährlichen Zuwachsgrösse nachzuweisen. In einer wichtigen 1926 erschienenen Abhandlung² teilt *H. Burger* mit, dass bei seinem Untersuchungsmaterial « ein direkter Einfluss der Witterung des Vegetationsjahres auf die Grösse des *Höhenwachstums* des gleichen Jahres nicht nachzuweisen » gewesen sei. Dagegen machte sich oft ein Einfluss des Vorjahres bemerkbar.

Hinsichtlich des *Dickenwachstums* stellt *H. Knuchel* in der erwähnten Arbeit fest, dass jährliche, sowie langperiodische Zuwachsschwankungen zurzeit nicht befriedigend durch den Einfluss äusserer Faktoren zu verstehen sind. Ein direkter unmittelbarer Zusammenhang zwischen bestimmten Witterungsfaktoren und Zuwachsgrösse ist namentlich in der Schweiz schon deshalb schwer festzustellen, weil die Standortsbedingungen so ungemein verschieden sind.

¹ Nrn. 9 und 12 (1933).

² Mitteil. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswesen XIV. Bd. 1, S. 29—158, Zürich, 1926.



Abb. 1 b. Sohlensicherung, bestehend aus Steinpackung und Astwerkmaterial nebst Leitwerken, Querschwellen aus Holz, nach kurzer Zeit in schlechtem Zustande!



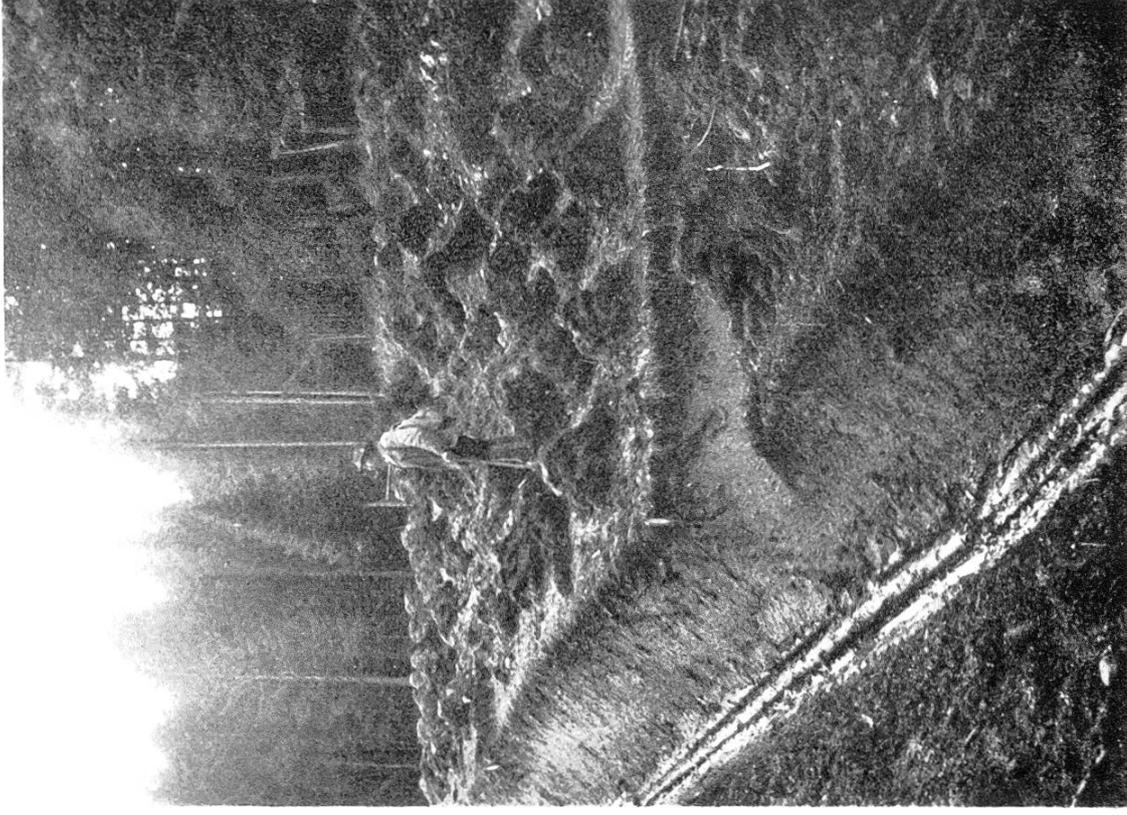
Phot. Oberförster M. Kaiser.

Abb. 1 c. Die früher vielfach angewendete Pfahlreihenverbauung als Sohlensicherung, führte im Laufe der Zeit zu Wasserstauungen, die Rutschungen in den tieferen Lagen verursachen. Das System hat sich als unzweckmässig erwiesen.



Phot. Oberförster M. Kaiser.

Abb. 3. Hauptabflussgraben mit eingebauter Steinschale als Sohlensicherung. Daneben Ueberlaufquellen, die zur Zeit der Schneeschmelze eine bedeutende Wassermenge führen.



Phot. Oberförster M. Kaiser.

Abb. 4. Hauptabflussgraben mit eingebauter Rinne aus Holzplatten, zwecks Sicherung der Grabensohle.