

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Zeitschrift:</b> | Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse                            |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Forstverein  |
| <b>Band:</b>        | 124 (1973)   |
| <b>Heft:</b>        | 7  |
| <b>Artikel:</b>     | Untersuchung über die Wirkungsweise maschineller Entwässerungsmassnahmen auf einem ausgewählten Standort im Flyschgebiet |
| <b>Autor:</b>       | Schuster, C. / Sommer, A.  |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-767443">https://doi.org/10.5169/seals-767443</a>                                  |

### 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:** 17.01.2026

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

# **Untersuchung über die Wirkungsweise maschineller Entwässerungsmassnahmen auf einem ausgewählten Standort im Flyschgebiet**

Von Chr. Schuster und A. Sommer

Oxf.: 385.1

(Aus der Prof. für Bodenphysik der ETH-Zürich)

## **1. Einleitung und Problemstellung**

Seit längerer Zeit besteht im schweizerischen Voralpengebiet die Tendenz, nur noch die wirtschaftlich interessanten, das heisst ertragreichen und leicht bearbeitbaren Standorte landwirtschaftlich zu nutzen. Die sogenannten Grenzertragsböden verganden oder werden der Forstwirtschaft zur Aufforstung angeboten. Häufig sind derartige Flächen vernässt und müssen mittels technischer Massnahmen in einen waldfähigen Standort umgewandelt werden. Im Kanton Schwyz wird seit einigen Jahren maschinell flächenentwässert. Diese Massnahme drängte sich auf, weil die Arbeitskräfte für die manuelle Anlage von Gerüstentwässerungen (das heisst nur Ableiten der Quellaufstösse) fehlen. Es werden zwei verschiedene Verfahren verwendet: In flachen Partien und bei geeignetem Boden wird in sehr engem Abstand (etwa 150 cm) in Falllinie gepflügt. Wo dies nicht möglich ist, wird eine konventionelle Entwässerung mit offenen Gräben durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit will den physikalischen Erfolg, das heisst die Lage des Wasserspiegels, dieser beiden Entwässerungsmassnahmen untersuchen. Als Standortstyp wurde die schlechteste, vom Kantonsforstamt noch zur Aufforstung ausgeschiedene Einheit, der Trichophorum-Wollgras-Typ, ausgewählt.

## **2. Standort und Versuchsanlage**

Die eine Versuchsfläche, in der während zweier Vegetationsperioden gemessen wurde, befindet sich nördlich der Mythen im Einzugsgebiet des Hundschottenbaches auf etwa 1400 m ü. M. (Koordinaten 694/213 LK 1 : 25 000 Nr. 1152 Ibergeregg). Die zweite Fläche liegt nordwestlich von Unteriberg im Plattentobel auf etwa 1300 m ü. M. (Koordinaten 702/214 LK 1 : 25 000 Nr. 1152 Ibergeregg). Beide Versuchsflächen liegen im Peri-

meter von Aufforstungsprojekten des Kreisforstamtes 3 des Kantons Schwyz und wurden als Trichophorum-Wollgras-Typ ausgeschieden.

Der Forstdienst des Kantons Schwyz beschreibt diese Aufforstungseinheit wie folgt:

*Vegetationsaspekt: Trichophorum caespitosum, Equisetum spez., Eriophorum angustifolium, verschiedene Seggen und Moose.*

*Boden:* Es handelt sich um einen Nassboden, dessen oberster Horizont aus Rohhumus besteht. In flachen Muldenlagen kann die Rohhumusschicht bis 2 m dick sein, während sie in steileren und besser entwässerten Partien oft nur 15 cm mächtig ist. Unter dem Rohhumus folgt eine 10 bis 15 cm mächtige Übergangsschicht. Der Unterboden besteht aus staub- und tonreichen, meist blaugrau- bis graugefärbtem Lehm, der stellenweise noch rote Oxydationsflecken aufweisen kann. Die gesättigte Wasserdurchlässigkeit des Rohhumus beträgt  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  cm/sec (10 bis 1 mm/Tag), während der Unterboden eine Durchlässigkeit von weniger als  $10^{-7}$  cm/sec (0,1 mm/Tag) aufweist. Diese ungünstige Eigenschaft des Unterbodens verursacht den Wasserstau. Der Wasserspiegel befindet sich bei diesem Standort im Frühjahr und während der Hauptvegetationsperiode selten tiefer als 20 cm unter der Bodenoberfläche. Im Herbst während der langen Trockenperioden kann er allerdings bedeutend fallen (bis 60 cm).

*Aufforstung und technische Massnahmen:* Nach dem technischen Bericht des Forstdienstes ist eine Entwässerung mit Pflügen oder mit Gräben im Abstand von 5 bis 7 m vorgesehen. Im zweiten Fall soll die Grabentiefe mindestens 70 cm betragen. Ein bis zwei Jahre später werden die Flächen mit einem dichten Vorbau von Weisserle versehen. Die endgültige Baumartenzusammensetzung ist im technischen Bericht nicht festgelegt.

*Versuchsanlage:* In der Versuchsfläche 1 im Hundschooten wurde sowohl mit Gräben wie mit Pflügen entwässert. Der Grabenabstand variiert zwischen 4 und 11 m, die Grabentiefe zwischen 50 und 90 cm. Der Pflügabstand beträgt 100 bis 190 cm, die Pflügtiefe 25 bis 30 cm. Gepflügt wurde in der Fläche Hundschooten in der Fallinie. Die Wasserstandsrohre, in denen wöchentlich einmal der Wasserspiegel gemessen wurde, befanden sich in der Mitte zwischen zwei Gräben oder Pflugsohlen. In der Fläche Hundschooten wurde mittels zweier Hellmann-Regenschreiber zusätzlich noch der Niederschlag erfasst.

In der Versuchsfläche 2 im Plattentobel wurden nur gepflügte Flächen untersucht. Der Versuch soll zeigen, ob das Pflügen in Fallinie oder das Pflügen schräg zum Hang (45 Grad) Unterschiede in der Entwässerungswirkung zur Folge hat. Der Niederschlag wurde nicht gemessen, da die Daten der Station Oberiberg der MZA zur Verfügung standen.

Im Hundschooten wurden die Vegetationsperioden 1970 und 1971 erfasst, während im Plattentobel nur in den Monaten August und September 1972 gemessen wurde.

### 3. Resultate und Diskussion

#### 3.1 Fläche 1 Hundschenken

In den Abbildungen 1 und 2 ist der Verlauf der Wasserspiegellage während der Vegetationsperioden 1970 und 1971 dargestellt. Abgebildet wurde der Mittelwert der einzelnen Behandlungstypen, das heisst der nicht entwässerten, der gepflügten und der mit Gräben entwässerten Flächen. Die Abbildungen 1 und 2 erlauben also einen Vergleich der verschiedenen Entwässerungsmassnahmen, wobei festzuhalten ist, dass innerhalb der Gruppen die Parameter wie Hangneigung, Grabenabstand usw., die die Entwässerungswirkung beeinflussen, ziemlich stark variieren. Der Einfluss dieser Faktoren auf die Wasserspiegellage wird später besprochen. Die horizontale Achse ist die Zeitachse. Im ersten Versuchsjahr dauerte die Messperiode von Ende Juni bis Mitte Oktober (Abbildung 1), im zweiten Jahr von Mitte April bis

## Versuchsfläche Hundschenken SZ 1970

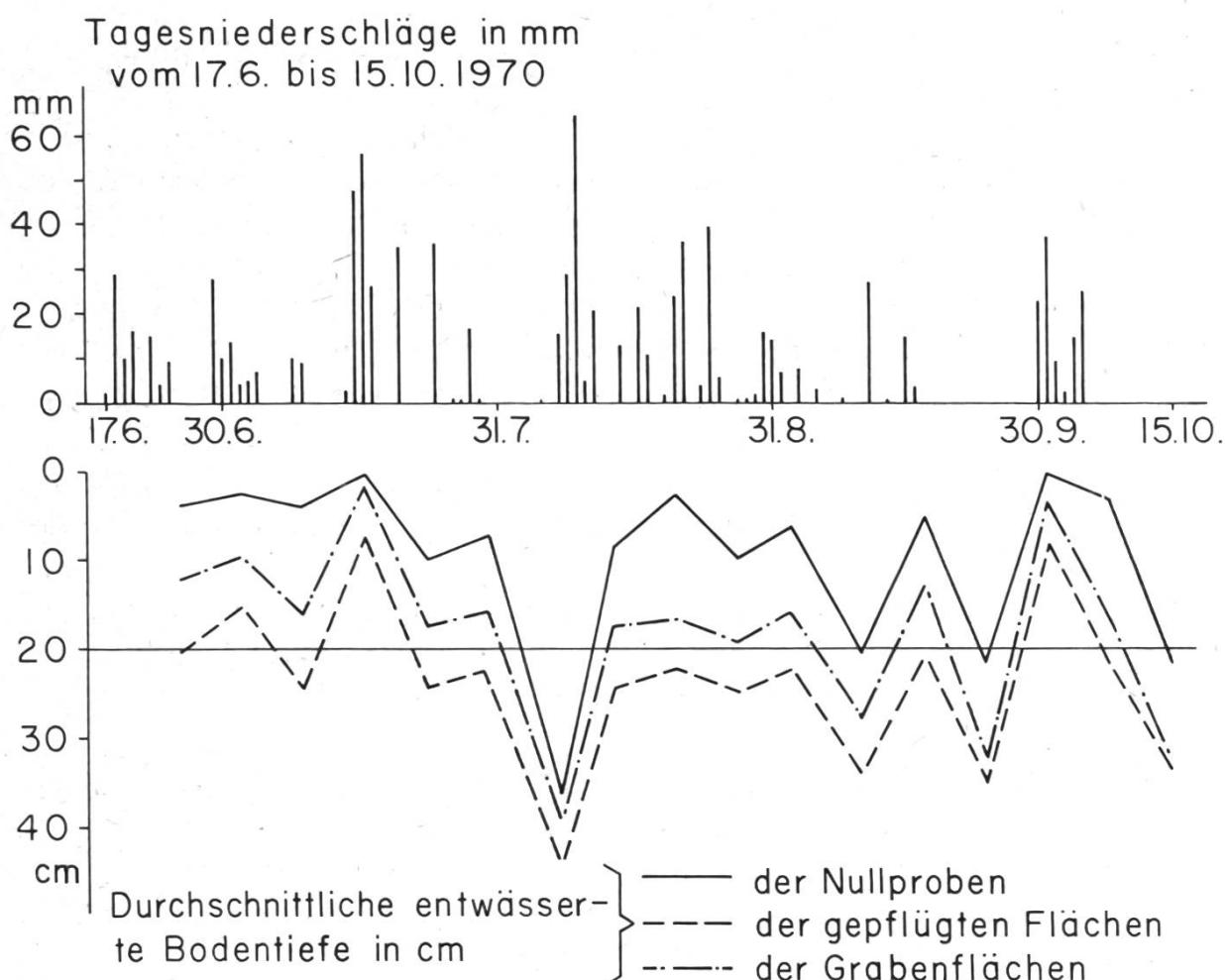


Abbildung 1. Wasserspiegellagen als Funktion der Zeit für drei verschiedene Behandlungsmethoden im Versuchsjahr 1970 und in der Versuchsfläche Hundschenken (Grabenentwässerung, Pflügen in Falllinie, unbehandelte Flächen).

Mitte November. Die unterschiedliche Dauer der Messperioden wurde durch die Witterung (Schnee) verursacht. Auf der vertikalen Achse wurde im oberen Teil der Tagesniederschlag in Millimetern aufgetragen. Im unteren Teil findet man die Lage des Wasserspiegels, das heisst den Abstand des Wasserspiegels von der Bodenoberfläche in Zentimetern.

## Versuchsfläche Hundschooten SZ 1971

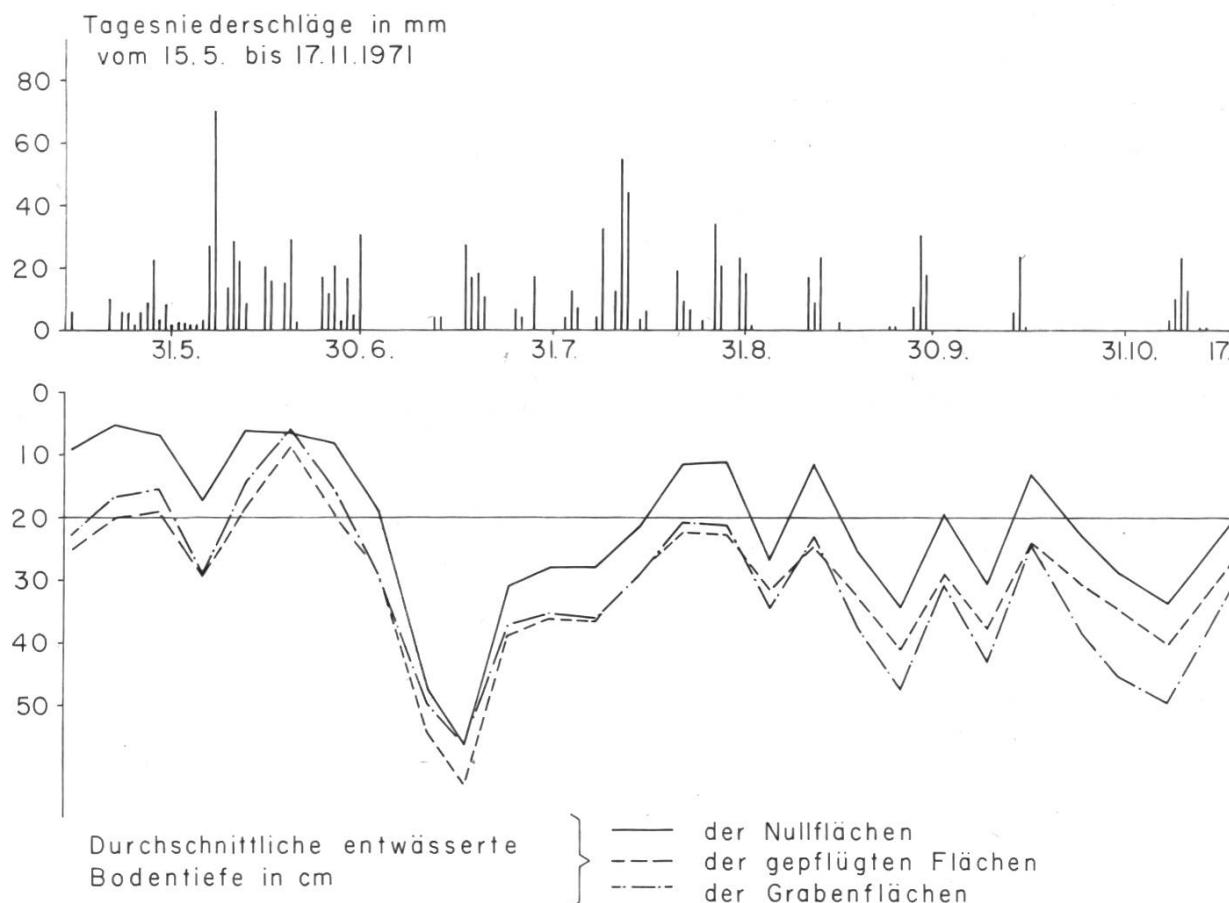


Abbildung 2. Wasserspiegellagen als Funktion der Zeit für drei verschiedene Behandlungsmethoden im Versuchsjahr 1971 und in der Versuchsfläche Hundschooten (Grabenentwässerung, Pflügen in Fallinie, unbehandelte Flächen).

Die Darstellung zeigt, dass die Entwässerungsmassnahmen den Wasserspiegel gegenüber den Nullflächen um durchschnittlich 10 cm abgesenkt haben. Im feuchten Messjahr 1970 lag der Wasserspiegel in den unbehandelten Flächen im Mittel in 10 cm Tiefe, während er sich in den entwässerten Flächen etwa 20 cm unter der Bodenoberfläche befand.

Im trockeneren Messjahr 1971 lagen die Wasserspiegel im Durchschnitt 10 bis 15 cm tiefer, also 20 bis 25 bzw. 30 bis 35 cm unter der Bodenoberfläche.

Der Unterschied von 10 cm zwischen entwässerten und nicht entwässerten Flächen ist statistisch gesichert. Der Erfolg der relativ kostspieligen Entwässerungsmassnahme ist jedoch eher gering.

Die Unterschiede zwischen Grabenentwässerung und Entwässerung mittels Pflügen sind nur bei wenigen Ablesungen gesichert. Trotzdem möchten wir festhalten, dass bei hohen Wasserspiegellagen, das heisst während regnerischer Perioden, die Entwässerung mit Pflügen eine etwas bessere Wirkung ergab als das Grabensystem. Die Perioden mit ungenügender Durchlüftung, das heisst mit hoher Wasserspiegellage, beeinflussen das Pflanzenwachstum bekanntlich sehr stark. Das bessere Abschneiden der Entwässerung mit Pflügen während feuchter Perioden war der Grund, warum diese Massnahme noch etwas genauer untersucht wurde.

## Versuchsfläche Plattentobel

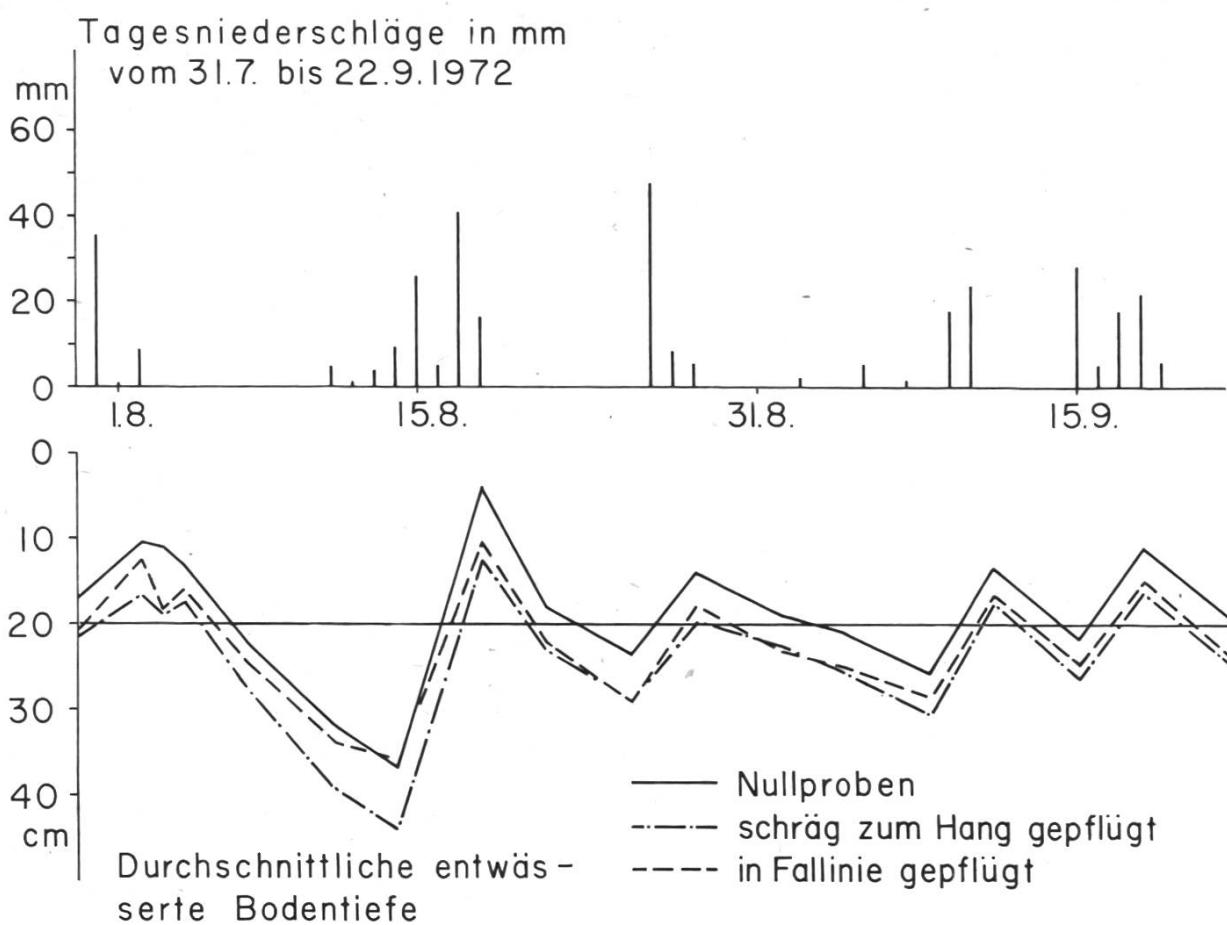


Abbildung 3. Wasserspiegellagen als Funktion der Zeit im Zusatzversuch Plattentobel 1972. Vergleich der Entwässerungswirkung beim Pflügen in Falllinie und Pflügen schräg zum Hang.

### 3.2 Fläche 2 Plattentobel

Abbildung 3 demonstriert in gleicher Weise den Entwässerungserfolg der gepflügten Flächen gegenüber der unbehandelten Fläche. Die geringeren Unterschiede sind auf ungünstigere Bodeneigenschaften zurückzuführen. Das Resultat beweist, dass zwischen dem Pflügen schräg zum Hang und dem Pflügen in Falllinie kein wesentlicher Unterschied in der Entwässerungswirkung festgestellt werden kann.

#### 4. Ursachen der ungenügenden Entwässerungswirkung

Um die Wirkungsweise von Drainagemassnahmen zu verstehen, ist es notwendig, die physikalischen Faktoren, die die Wasserspiegellage beeinflussen, etwas näher zu untersuchen.

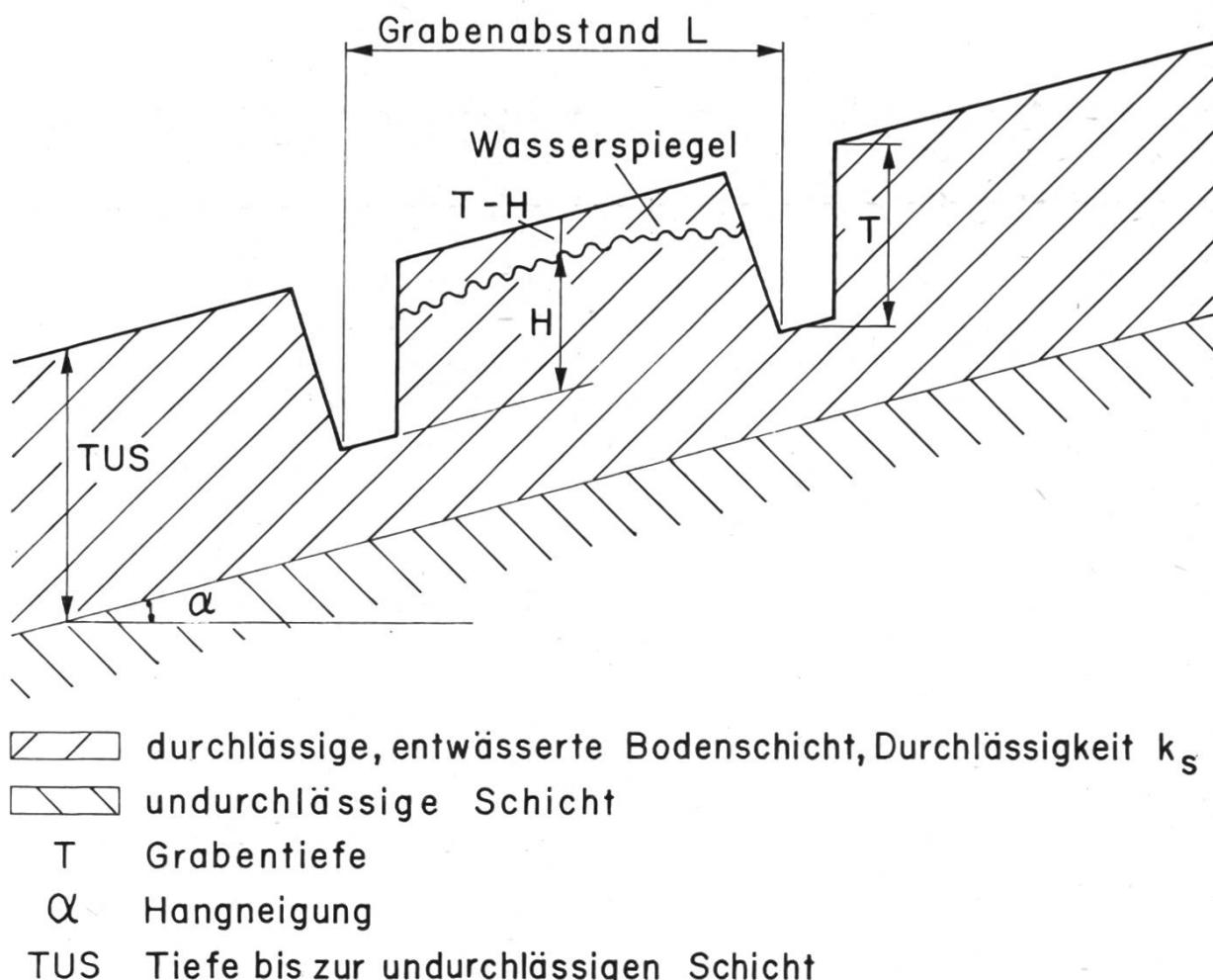


Abbildung 4. Schematische Darstellung einer Grabenentwässerung am Hang.

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass folgende Parameter zur Lage des Wasserspiegels unter der Bodenoberfläche ( $T-H$ ) proportional sind:

- gesättigte Wasserdurchlässigkeit  $k_s$ ;
- Grabentiefe  $T$ ;
- $\tan \alpha$  (Hangneigung);

- Tiefe bis zur undurchlässigen Schicht TUS (beeinflusst die Wasserspiegellage, wenn die Grabensohle tiefer oder höher als die undurchlässige Schicht liegt).

Umgekehrt proportional zur Lage des Wasserspiegels sind folgende Parameter:

- Infiltrationsrate p;
- Grabenabstand L.

Man kann also folgende Proportionalitätsgleichung aufstellen:

$$T - H \sim \sqrt{\frac{k_s}{p}}, \frac{T}{L} \quad \text{TUS, } \tan \alpha$$

Die Einflussparameter wurden hier nach Dimensionen zusammengefasst. Die Durchlässigkeit  $k_s$  und die Infiltrationsrate p sind nicht direkt proportional.

Da die Parameter in den Versuchsflächen stark variierten, sollte es möglich sein, ihren Einfluss auf die Entwässerungswirkung mit statistischen Methoden nachzuweisen. In Tabelle 1 sind die Resultate dieser Untersuchung dargestellt.

|  | Anzahl<br>Messwerte<br>N | T-H<br>Mittelwert<br>(cm) | $s_x$<br>Standard-<br>abweichung<br>(cm) | Einflussparameter |                      |               |     |    |
|--|--------------------------|---------------------------|--|-------------------|----------------------|---------------|-----|----|
|  |                          |                           |  | $\sqrt{k_s}$      | $\frac{1}{\sqrt{p}}$ | $\tan \alpha$ | TUS | T  |
| <u>Gräben</u>                          | 42                       | 18,6                      | 6,4                                      |                   |                      |               | **  |    |
|  | 42                       | 31,1                      | 8,6                                      |                   |                      |               | **  |    |
| <u>Pflügen,</u><br>in Falllinie        | 51                       | 16,5                      | 5,0                                      |                   |                      |               | **  |    |
|  | 51                       | 28,7                      | 5,5                                      |                   |                      |               | **  |    |
|  | 31                       | 34,0                      | 6,5                                      |                   |                      |               | **  |    |
| <u>Pflügen,</u><br>$45^\circ$ zum Hang | 50                       | 14,4                      | 4,0                                      |                   |                      |               |     | ** |
|  | 50                       | 27,1                      | 5,6                                      |                   |                      |               | *   | ** |
| <u>Nullflächen</u>                     | 18                       | 10,3                      | 5,9                                      |                   |                      |               |     |    |
|  | 18                       | 22,0                      | 9,0                                      |                   |                      |               |     |    |

\*\*  $p = 0,01$  hoch signifikant  
 \*  $p = 0,1$  signifikant

Tabelle 1. Signifikanz der Einflussparameter bei verschiedenen Wasserspiegellagen und verschiedenen Behandlungsmethoden

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Faktoren, die die Entwässerung nach unserer Erwartung beeinflussen sollten, im untersuchten Fall nicht wirken. Der einzige Faktor, der praktisch überall signifikant auftritt, die Tiefe der undurchlässigen Schicht TUS, ist ein Standortsfaktor und würde bei den Nullproben, wenn genügend Messstellen vorhanden wären, auch erscheinen.

Interessant ist ferner, dass bei den gepflügten Flächen bei hohen Wasserspiegellagen der Pflügabstand die Wasserspiegellage beeinflusst. Wir schliessen daraus, dass

- a) wegen schlechter Bodeneigenschaften ( $k_s$ -Wert) und ungünstigem Klima (Infiltrationsrate p) nur bei den gepflügten Flächen eine physikalische Entwässerung stattfindet und
- b) die Tiefe der undurchlässigen Schicht TUS im untersuchten Fall der dominierende Standortsfaktor ist.

Man kann nun allerdings einwenden, dass die Grabenentwässerung gegenüber den Nullflächen auch eine gewisse Entwässerungswirkung ausübt. Dies ist unserer Ansicht nach auf den vergrösserten Oberflächenabfluss zurückzuführen. Die Infiltrationsrate p verkleinert sich, weil das oberflächlich abfliessende Regenwasser nach kurzer Fliessstrecke von einem Entwässerungsgraben aufgefangen wird.

## 5. Zusammenfassung und Folgerung

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass auf einem Trichophorumstandort im Flyschgebiet eine physikalische Entwässerung mit einem Grabensystem nicht möglich ist. Eine geringe Verbesserung wird erzielt, weil der Oberflächenabfluss vergrössert bzw. die Infiltrationsrate verringert wird. Entwässerung mittels Pflügen zeigt eine etwas bessere Wirkung, weil hier der Abstand wesentlich enger gewählt werden kann. Wenn durch diese geringe Meliorationswirkung eine Aufforstung möglich wird, kann die Entwässerung empfohlen werden. Andernfalls muss von solchen Massnahmen abgeraten werden, weil sie die Hochwasserspitzen der Flüsse vergrössern statt verringern.

Es scheint mir wesentlich, dass die Forstwirtschaft ihre Kräfte auf jene Standorte konzentriert, wo ein dauerhafter und sicherer Erfolg erwartet werden kann. Ein undifferenziertes Aufforsten der verlassenen Alpen und Streuwiesen verringert auch den Erholungswert der Landschaft, was angesichts der relativ geringen Entfernung dieser Gebiete vom Mittelland mit seiner grossen Bevölkerungsdichte ein immer wichtigeres Argument wird.

## Résumé

Le fonctionnement de différents systèmes de drainage a été analysé sur sols humides sélectionnés dans la région suisse de Flysch:

- fossés ouverts (profondeur 50—90 cm, distance entre deux fossés 4—11 m)
- labourage dans la direction de la plus grande pente (profondeur des sillons 30 cm, distance entre deux sillons 1—1,9 m)
- labourage en biais (45 degrés par rapport à la plus grande pente, mêmes profondeurs et distances).

Le niveau de la nappe phréatique a été contrôlé périodiquement dans des tubes piézométriques au milieu entre deux fossés resp. sillons. L'interprétation des résultats de mesure montre que le niveau de la nappe phréatique:

- dépend dans tous les cas de la profondeur de la couche imperméable
- et est influencé dans les surfaces labourées par la distance entre deux sillons lorsque le niveau de la nappe phréatique est élevé.

Pour tous les autres paramètres d'influence aucune preuve statistique sûre ne peut être donnée. L'effet de l'installation de drainage repose ainsi essentiellement sur l'agrandissement du ruissellement en surface resp. sur la diminution de l'infiltration. Un drainage au sens propre peu important, dû aux petites distances entre les sillons, a lieu sur les surfaces labourées, lorsque le niveau de la nappe phréatique est élevé. Ceci explique le rendement quelque peu meilleur par rapport aux surfaces des fossés.

Le succès insignifiant (en moyenne un gain en profondeur de 10 cm du niveau de la nappe phréatique) et les coûts élevés laissent apparaître la construction de drainage systématique dans les sols peu perméables expérimentés comme douteux.