



Doctoral Thesis

## **Vegetationsentwicklung auf Skipistenplanierungen in der alpinen Stufe bei Davos**

**Author(s):**

Meisterhans, Edwin

**Publication Date:**

1988

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000473169> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Vegetationsentwicklung auf Skipistenplanierungen  
in der alpinen Stufe bei Davos

---

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Edwin MEISTERHANS  
Dipl. Natw. ETH Zürich  
geboren am 14. Februar 1954  
von Illnau-Effretikon und Volketswil

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. A. GIGON, Referent  
Prof. Dr. E. LANDOLT, Korreferent  
Dr. O. WILDI, Korreferent

1988

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Umgebung von Davos (östliche Schweizer Alpen) wurden die Folgen der oberhalb 2200 m gelegenen, zwischen 1963 und 1978 durchgeführten Planierungen von Skipisten aus pflanzenökologischer und standortkundlicher Sicht untersucht.

Auf 241 begrünzten und unbegrünzten Flächen des sauren Silikates und des Dolomites wurden 1978 die Vegetation und der Standort aufgenommen. Davon sind 92 Dauerbeobachtungsflächen 1979 und 1980 weiter beobachtet worden. Ein Vergleich der Skipistenflächen mit benachbarten alpinen Rasen und Schutthaldden, mit Gletschervorfeldern im Val Roseg (Oberengadin) und Planierungen am Piz Corvatsch (Oberengadin) rundete die Untersuchungen ab.

## Ergebnisse

1. Bei der Planierung wird der grösste Teil der ursprünglichen Pflanzendecke zerstört. Dementsprechend beträgt der mittlere Deckungsgrad der Vegetation auf den unbegrünzten Flächen des Silikates nur 4% und auf denjenigen des Dolomites 5%. Bei 33% der Flächen ist die Deckung sogar kleiner als 0.05%. Der bei ungestörten Flächen in den oberen Bodenschichten angereicherte Humus und das Feinmaterial gehen durch tiefe Verbaggerung verloren, und die Bodenschichtung wird zerstört.
2. Die Erstbesiedlung der Planierungen auf Silikat wie auf Dolomit besteht aus einer zufälligen Mischung von Arten der alpinen Rasen, Schneetälchen und Schutthaldden aus der Umgebung (vgl. Abb. 7 mit Abb. 30 und Abb. 14 mit Abb. 31). Inbezug auf die mittlere Dichte der Vegetation entsprechen Planierungen (5%) eher den natürlich vorkommenden Schuttflächen (11%) als den alpinen Rasen (80%). Ein Teil der auf Planierungen wachsenden Arten kommt ausschliesslich auf Silikat, ein anderer nur auf Dolomit und ein weiterer auf beiden Substraten vor (Abb. 20). Auf Flächen mit verhältnismässig langer Schneebedeckung kommen unter anderem "Schneetälchenarten" auf. Andere Standortsfaktoren wie die Neigung, Exposition und Höhenlage prägen die Vegetation nicht eindeutig (Abb. 7 und 14).
3. Auf den unbegrünzten Dauerflächen des Silikates und des Dolomites verhält sich die Vegetation während der drei Untersuchungsjahre zum Teil recht unterschiedlich (Abb. 8 und 15). Auf beiden Gesteinstypen ist der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation 1979 am grössten und 1980, dem letzten Untersuchungsjahr, eindeutig am kleinsten (Abb. 21). Dieser Vegetationsrückgang hängt zum Teil mit den ungünstigen Witterungsverhältnissen zusammen. Der oberflächliche Feinerdeanteil nimmt auf den unbegrünzten, frisch planierten Dauerflächen von 1978 bis 1980 eindeutig, dagegen auf den seit mehr als fünf Jahren planierten im allgemeinen nur noch schwach ab und der Anteil der Steine (Körnung > 2 mm) entsprechend zu. So ist der mittlere oberflächliche Feinerdeanteil auf einer einjährigen Planierung (47%) wesentlich grösser als auf einer standörtlich ähnlichen, sechsjährigen (21%), wo ein Teil des Humus und der Feinerde schon in tiefere Schichten verlagert worden ist. Auf frisch planierten Flächen kommen vorerst nur die Rasenarten auf, welche aus den stellenweise vorhandenen Rhizomen ausgetrieben sind

(Abb. 13). Auf diesen eher seltenen, bevorzugten Stellen mit einer teilweise unzerstörten, oberen Bodenschicht kommt so mit der Zeit oft eine vergleichsweise dichte Pflanzendecke auf. Die durch Diasporen verbreiteten Arten wie Cardamine resedifolia, Chrysanthemum alpinum oder Hutchinsia alpina kommen erst später hinzu.

4. Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation beträgt auf den begrünten Flächen 30%. Starke Schwankungen der Dichte einiger angesäter Arten (0.2%-90%) prägen die Klassifikation (Abb. 22). Mit zunehmender Höhe weisen die angesäten Arten im allgemeinen kümmerlichere Formen auf. Ein eindeutiger Einfluss der anderen Standortfaktoren auf das zum Teil schlechte Aufkommen der angesäten Arten ist nicht ersichtlich (Abb. 22).
5. Auf den begrünten Dauerflächen geht die mittlere Deckung der Gesamtvegetation - vor allem bei Flächen, auf welchen die angesäten Pflanzen 1978 eine Dichte über 10% aufwiesen - von 1978 bis 1980 eindeutig zurück (Abb. 23 und 24). Der Anteil der Steine an der Bodenoberfläche nimmt von 1978 bis 1980 im allgemeinen zu, derjenige der Feinerde etwas ab (Abb. 25). Zwischen den Vegetationsveränderungen und den Standortfaktoren lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang nachweisen (Abb. 23).
6. Der mittlere Deckungsgrad der Gesamtvegetation ist auf den begrünten Aufnahmen des Silikates wesentlich grösser (30%) als auf den unbegrüntem (4%); nicht zuletzt, weil standörtlich sehr ungünstige Planierungen im allgemeinen nicht begrünt wurden. Auf den begrünten Flächen herrschen oft einige wenige Gräser wie Festuca rubra oder Deschampsia flexuosa stark vor, weshalb die Artenvielfalt kleiner ist als auf den unbegrüntem. Auf diesen wachsen die autochthonen Arten im allgemeinen etwas dichter, die Bodenmoose dafür weniger dicht als auf standörtlich ähnlichen, begrüntem Flächen. Der Anteil der Dauerflächen mit zurückgehender Vegetationsbedeckung ist auf den begrüntem Planierungen gut doppelt so gross wie auf den unbegrüntem (Abb. 27).
7. Die Planierungen am Piz Corvatsch weisen im allgemeinen etwas feinerde- und tonreichere, deshalb eher erosionsgefährdete Böden auf als diejenigen in der Umgebung von Davos. Aufgrund der allgemein höheren Lage sind "Schneetälchenarten" stärker vertreten als um Davos (Abb. 29).
8. Die geringen Vegetationsveränderungen auf den Versuchsflächen von 1978 bis 1980 und die Entwicklung der Pflanzendecke auf Gletschervorfeldern weisen unter anderem darauf hin, dass auf den Planierungen eine Entwicklung bis zur geschlossenen, vermutlich aus Arten der umliegenden alpinen Rasen und Schuttflächen bestehenden Pflanzendecke mehrere Jahrzehnte bis über ein Jahrhundert dauern wird. Auch auf begrüntem Flächen dürfte sich innerhalb einiger Jahrzehnte keine stabile, geschlossene Pflanzendecke einstellen; denn die Deckung nimmt nach anfänglich relativ dicht aufkommender Vegetation oft wieder stark ab.
9. Wegen der langsamen und unsicheren Entwicklung der Vegetation, der flächenmässigen Vernichtung zahlreicher Alpenpflanzen, zum Teil sogar geschützter Arten (Tab. 9) und der Beeinträchtigung des Landschafts-

bildes sollte in der alpinen Stufe, abgesehen von für die Sicherheit der Pistenbenützer notwendigen, inbezug auf die Umweltverträglichkeit überprüften (Kap. 5.2.2.), punktuellen Geländeanpassungen nicht planiert werden.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse und von Literaturangaben werden in Kap. 5.2.3. Hinweise für die von standortsgemässen Pflanzen ausgehende Rekultivierung abgeleitet und diskutiert.

## **SUMMARY**

In the region of Davos (Eastern Swiss Alps) investigations were made on the phytosociological and ecological effects of machine-levelling of ski runs situated above 2200 m realized between 1963 and 1978. In 1978 the vegetation and sites of 241 sown and unsown plots on acidic silicate and dolomite were described. Of these 92 permanent plots were studied in 1979 and 1980. The investigations were completed by comparisons of ski runs with adjacent alpine meadows and scree slopes as well as with glacier forefields in the Val Roseg (Upper Engadine) and levelled ski runs in the Corvatsch area (Upper Engadine).

## **Results**

1. The machine levelling of ski runs destroys most of the original plant cover. Accordingly the mean vegetation cover of the relevés with natural revegetation on silicate comes only to 4% and on dolomite to 5%. On 33% of the relevés the cover is even less than 0.05%. Deep bulldozing destroys the stratification of the soil and the humus, and fine material found in the topsoil of undisturbed areas is lost.
2. The first colonisation of the levelled ski runs on silicate and dolomite is made by a random mixture of species of surrounding alpine meadows, snowbeds, and scree slopes (compare fig. 7 with fig. 30 and fig. 14 with fig. 31). The mean plant cover of levelled ski runs (5%) corresponds rather to that of the natural scree slopes (11%) than to that of the alpine meadows (80%). Some of the species that grow on levelled ski runs are found exclusively on silicate, others only on dolomite, and yet others on both substrates (fig. 20). Species of snowbeds amongst others grow on areas with a relatively long lasting snow cover. Other site factors such as altitude, slope, and exposure do not clearly influence the vegetation (figs. 7 and 14).
3. During the three years of investigation some considerable differences in the changes of vegetation on the plots with natural revegetation of the silicate and the dolomite were found (figs. 8 and 15). The mean total plant cover on both rock types was most dense in 1979, and in 1980 - the last year of investigation - the least dense (fig. 21). This decrease of the vegetation is partly due to the unfavourable weather conditions. From 1978 to 1980 the proportion of fine earth on the surface decreased noticeably on unsown permanent plots of recently levelled ski

runs, but only slightly on those that were levelled five years before, while the proportion of stones (>2 mm) increased accordingly. Thus the mean proportion of the fine earth on the surface of a one-year-old levelling (47%) was considerably higher than that of a six-year-old one with similar site factors (21%) because some of the humus and fine earth had already shifted deeper.

First only the native plants, which grew from still existing rhizomes on the recently levelled areas appeared (fig. 13). In these rather rare favourable microsites with partly unspoilt top soil a comparatively dense plant cover may develop after some time. The species spread by diaspores such as Cardamine resedifolia, Chrysanthemum alpinum, or Hutchinsia alpina appear only later.

4. The mean total plant cover comes to 30% on plots with artificial revegetation. Great variation in the density of some sown species (0.2%-90%) influences the classification (fig. 22). With increasing altitude the sown species generally become stunted. The other site factors do not noticeably influence the sometimes poor growth of the sown species (fig. 22).
5. On the permanent plots with artificial revegetation the mean total plant cover decreased clearly from 1978 to 1980 especially on plots with a cover of more than 10% of sown plants in 1978 (figs. 23 and 24). The proportion of stones on the soil surface generally increased from 1978 to 1980 whereas the fine soil decreased slightly (fig. 25). There is no obvious relationship between the changes of vegetation and the site factors (fig. 23).
6. The mean total plant cover was far greater on plots on siliceous substrate with artificial revegetation (30%) than on unsown ones (4%). The reason for this is also that environmentally disadvantageous levelled ski runs were not sown. On areas with artificial revegetation a few grasses such as Festuca rubra or Deschampsia flexuosa often dominate and therefore the diversity of species is smaller than on areas with revegetation by indigenous plants. Here the indigenous species generally grow slightly more densely, whereas the mosses on the soil appear less dense than on sown areas with similar site factors. Permanent plots were found with vegetation decreasing at least twice as much on levelled ski runs with artificial revegetation as on those with natural revegetation (fig. 27).
7. The levelled ski runs at Piz Corvatsch usually show soils rich in fine earth and clay particles. Therefore these soils are more prone to erosion than those in the region of Davos. Due to the higher average altitude there are more snow-bed species than near Davos (fig. 29).
8. The small changes of vegetation on the plots from 1978 to 1980 and the development of the plant cover on glacier forefields also indicate that it will probably take many decades, if not more than a century, until a closed plant cover - most likely originating from species of adjacent alpine meadows and scree slopes - can develop. Nor will there be a stable closed vegetation on areas with artificial revegetation for several decades, as the cover very often severely decreases again after relatively dense growth.

9. Because of the slow and unstable development of the vegetation, the large scale destruction of many alpine plants, some of which even protected species (table 9), and because of the damage to the scenery there should not be levelling of ski runs in the alpine zone except for small adaptations absolutely necessary for the safety of the skiers and for which an environmental impact assessment with positive result has been made.

Based on the results of the present work and of the literature, suggestions are made and discussed in chap. 5.2.3. concerning the artificial revegetation with native plant species according to the site factors.

#### LITERATUR

- AICHER J., 1977: Das Recht der Wintersportausübung auf fremdem Grund in Steiermark und Kärnten. In: SPRUNG R. und KOENIG B. (Hrsg.), Das oesterreichische Schirecht. Univ.Verlag Wagner, Innsbruck. 5-60.
- AMMANN K., 1979: Gletschernähe Vegetation in der Oberaar einst und jetzt. In: WILMANN O. und TUEXEN R. (Hrsg.), Ber.Int.Symp. Rinteln 1978, Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften, 227-251.
- ARBENZ P., 1983. Skipisten und Naturschutz. Heimatschutz **78**(1), 18-19.
- BADANY N. und SCHOENTHAELER K.E., 1983: Untersuchungen über die Wirkung von Produkten zur Erosionshemmung unter besonderer Berücksichtigung der Hochlagenbegrünung. Z.Veget. Technik **6**, 41-45.
- BAHRENBURG G. und GIESE E., 1975: Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie. Teubner Studienbücher der Geographie, Stuttgart. 308 S.
- BAYFIELD N.G., 1980: Replacement of vegetation on disturbed ground near skilifts in Cairngorm Mountains, Scotland. J.Biogeograph. **7**, 249-260.
- BRADSHAW A.D. und CHADWICK M.J., 1980: The restoration of land. The ecology and reclamations of derelict and degraded land. Studies in Ecology **6**, Blackwell Sci.Publ., Oxford/London/Boston. 317 S.
- BRAUN-BRANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. (3.Aufl.). Springer, Wien. 865 S.
- BURCKHARDT D., GFELLER W. und MUELLER H.U., 1980: Geschützte Tiere in der Schweiz. SBN, Basel. 224 S.
- CADISCH J., LEUPOLD W., FREI F. und STRECKEISEN A., 1929: Geologische Karte von Mittelbünden 1:25.000, Blatt B, Davos. Beitr.Geol.Karte Schweiz, N.F. **49**.
- CERNUSCA A., 1977a: Oekologische Veränderungen im Bereich von Skipisten. In: SPRUNG R. und KOENIG B. (Hrsg.), Das oesterreichische Schirecht. Univ.Verlag Wagner, Innsbruck. 81-150.
- CERNUSCA A. (Hrsg.), 1977b: Oekologische Veränderungen durch das Anlegen von Skiabfahrten an Waldhängen. In: Alpine Umweltprobleme, Ergebnisse des Forschungsprojektes Achenkirch, Teil 1. Beiträge zur Umweltgestaltung. Schmidt, Berlin. **A 62**, 9-119.
- CERNUSCA A., 1984: Beurteilung der Schipistenplanierungen in Tirol aus Ökologischer Sicht. Verh.Gesell.Oekol. Bern **12**, 137-148.
- CERNUSCA A., 1986: Probleme von Wintersportkonzentrationen für den Naturschutz. Jb.Naturschutz und Landschaftspflege, Bonn **38**, 33-48.
- DAVOS-PARSENN-BAHNEN, 1972, 1976, 1982: Geschäftsbericht von 1971, 1975 und 1981.