

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 122 (1994)

Artikel: Simulation der räumlichen Verteilung von Pflanzengesellschaften auf der Basis von Standortskarten : dargestellt am Beispiel des MaB-Testgebiets Davos = Simulation of the special distribution of plant communities based on maps of site factors : investigated in the MaB test site Davos

Autor: Fischer, Hagen S.

Kapitel: 3: Standortdaten in der Datenbank MaB-Davos

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308986>

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: 22.12.2025

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

3. STANDORTSDATEN IN DER DATENBANK MaB-DAVOS

In diesem Kapitel werden zunächst einige Grundbegriffe, die im Zusammenhang mit Vegetationsstandort und Geographischen Informationssystemen stehen, erläutert. Dann wird eine Übersicht über die in dieser Arbeit benutzten Daten und deren ökologischer Bedeutung gegeben.

Die phytogeographische Nomenklaturkommission hat auf dem 3. Internationalen Botanischen Kongress in Brüssel 1910 einstimmig die folgende Definition für den Begriff Standort beschlossen (FLAHAULT und SCHRÖTER 1910):

"Unter Standort (station, habitat) versteht man die Gesamtheit der an einer geographisch bestimmten Lokalität wirkenden Faktoren, soweit sie die Pflanzenwelt beeinflussen.

Erläuterungen: Man kann diese Faktoren folgendermassen einteilen:

A) Physikalische Faktoren:

a) klimatische

b) edaphische

a) chemisch-physikalische (Wassergehalt, Nährstoffgehalt, Temperatur und sonstige physikalischen Eigenschaften des Bodens);

b) physiographische (Clements) (Höhe über Meer, Himmelslage, Neigung, Natur der Oberfläche).

B) Biotische Faktoren (Einfluss anderer Pflanzen [Bodenbakterien, Schmarotzer, schattende, stützende Pflanzen] und Einfluss von Tieren (Bodenfauna, Bestäuber, Verbreiter, Feinde)."

Zu den im weitesten Sinn biotischen Faktoren ist auch der Einfluss des Menschen auf die Vegetation zu zählen. Die Landnutzung und -nutzungsgeschichte wird also als biotischer (anthropo-zoogener) Standortsfaktor behandelt.

Nach der Art der Datenerhebung und der Speicherung in einem Geographischen Informationssystem (GIS) können geographische Daten (so auch Standortdaten) in Raster-, Flächen-, Linien- und Punktdaten unterteilt werden. Rasterdaten beschreiben typischerweise kontinuierliche Phänomene, wie etwa die Meereshöhe, die in einem regelmässigen oder unregelmässigen Raster erhoben und gespeichert wurden. Ein Rasterpunkt wird als Pixel (picture element) bezeichnet. Flächendaten sind diskrete Phänomene oder diskretisierte kontinuierliche Phänomene, die als Teilflächen kartiert werden. Es bietet sich an, die Grenzlinien der einzelnen Teilflächen als Vektorzüge zu speichern. Flächendaten können jedoch auch in Rasterform in einem GIS gespeichert werden. Bei der Abbildung der amorphen Teilflächen auf das Raster von Rasterdaten, geht jedoch die Information über die exakte, ursprüngliche Form

der Teilflächen verloren. Umgekehrt können auch Rasterdaten als Flächen-daten gespeichert werden, indem die kontinuierliche Information diskretisiert wird. Ein Beispiel sind Höhenstufenkarten, wobei jedoch die Information über die genaue Höhenlage eines Punktes verloren geht. Liniendaten sind lineare Elemente in der Landschaft, wie das Gewässer- oder Strassennetz. Punktdaten sind Informationen über einzelne Punkte, wie die Orte des Vorkommens seltener Arten.

3.1. DIE DATENBANK MaB-DAVOS

Im Rahmen des Schweizer MaB 6-Projekts "Der Naturraum und dessen Nutzung im alpinen Tourismusgebiet von Davos" wurden umfangreiche Datenerhebungen und Auswertungen durchgeführt. Ausführliche Darstellungen des Projekts finden sich in WILDI und EWALD (1986) und in den Schlussberichten der Teilprojekte bei BINZ und WILDI (1988), GÜNTER (1985), HEFTI und BÜHLER (1986), KELLER (1987), KRAUSE (1986) und LANDOLT et al. (1986). Die folgende Übersicht zeigt die für die vorliegende Arbeit wichtigsten Standortsfaktoren in der Datenbank MaB-Davos. Eine vollständige Liste der in der Datenbank verfügbaren Informationen findet sich in SEIDEL (1984).

a) klimatische Faktoren

- Höhe über Meer
- Exposition
- Direkte Sonnenstrahlung
- Ausaperung

b) edaphische Faktoren

- Geologie
- Boden
- Neigung

c) anthropo-zoogene Faktoren

- Landnutzung und Nutzungsgeschichte

d) Vegetations-Daten

- Vegetation

Alle diese Daten liegen als eine Sammlung von Raster-Files mit 50 m Rasterweite im Züricher Daten Format (ZDF: SEIDEL 1976) vor. Zum komfortablen Zugriff auf diese Daten wurden eine Reihe von FORTRAN 77-Unterprogrammen erstellt. Mit diesen können selektiv die benötigten Daten aus der Datenbank gelesen und in einem Hauptprogramm verarbeitet werden. Ausser-

dem wurde ein Displaysystem mit interaktivem Zugriff auf die Datenbank für die μ -VAX-GPX am Geographischen Institut der ETH Zürich entwickelt. Dieses ermöglicht es, die gespeicherten Karten am Bildschirm darzustellen und auf schwarz-weißen oder farbigen PostScript®-Druckern in verschiedenen Massstäben auszugeben. Die Beschreibung der Datenbank-Unterprogramme und des Displaysystems sind in Kap. 3.6 und 3.7 zu finden.

Das Digitale Höhenmodell (DHM), die davon abgeleiteten Variablen und die aus Satellitendaten gewonnene Ausaperungskarte sind 'echte' Rasterdaten. Die anderen Variablen (Vegetation, Gestein, Boden und Landnutzung) sind als Flächendaten durch Kartierung im Gelände erhoben worden. Als Hilfsmittel standen Arbeitskarten im Massstab 1:10'000, Ortholuftbilder im gleichen Massstab und farbige Stereoluftbildpaare zur Verfügung. Auch diese Flächendaten sind im Rasterformat in der MaB-Datenbank gespeichert. Dieses Datenformat ermöglicht eine einfachere Überlagerung der verschiedenen Variablen, als das beim Vektorformat der Fall wäre.

Tab. 7. Die Einheiten der Vegetationskartierung MaB-Davos.
The units of the vegetation mapping MaB-Davos.

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
A: Wald und Gebüsch		
1	Perlgras-Fichtenwald	<i>Melico-Piceetum</i>
2	Ehrenpreis-Fichtenwald	<i>Veronico latifoliae-Piceetum</i>
3	Torfmoos-Fichtenwald mit Wolligem Reitgras	<i>Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae</i>
4	Torfmoos-Fichtenwald mit Alpendost	<i>Sphagno-Piceetum adenostyletosum alliariae</i>
5	Buntreitgras-Fichtenwald auf Silikat	<i>Calamagrostidi variae-Piceetum</i>
6	Lärchen-Fichtenwald	<i>Larici-Piceetum</i>
7	Lärchen-Arvenwald	<i>Larici-Pinetum cembrae</i>
8	Erica-Bergföhrenwald auf Dolomit	<i>Erico-Pinetum montanae</i>
9	Erica-Bergföhrenwald auf Serpentin	<i>Erico-Pinetum montanae</i>
10	Torfmoos-Bergföhrenwald mit Fichte	<i>Sphagno-Pinetum montanae</i>
11	Legföhrengebüsch auf Silikat	<i>Erico-Pinion</i>
12	Legföhrengebüsch auf Dolomit	<i>Erico-Pinion</i>
13	Legföhrengebüsch auf Serpentin	<i>Erico-Pinion</i>
14	Grünerlengebüsch	<i>Alnetum viridis/Adenostylo-Cicerbitetum</i>
15	Birken-Vogelbeeren-Pionierwald	<i>Betula-Sorbus aucuparia-Gesellschaft</i>

Tab. 7. (Forts. - continued)

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
B: Zwergstrauch-, Spalierstrauch- und Hochgrasgesellschaften		
16	Alpenrosen-Vaccinienbestände	<i>Rhododendro-Vaccinietum</i>
17	Krähenbeeren-Vaccinienbestände	<i>Empetro-Vaccinietum</i>
18	Reitgrasrasen	<i>Calamagrostietum villosae</i>
19	Wacholder-Bärentraubenbestände, mittlere Ausbildung	<i>Junipero-Arctostaphyletum juniperetosum</i>
20	Wacholder-Bärentraubenbestände, heidekrautreiche Ausbildung	<i>Junipero-Arctostaphyletum callunetosum</i>
21	Alpenazaleen- und Krähenbeerenbestände mit Flechte	<i>Cetrario-Loiseleurietum, Empetro-Vaccinietum cetrarietosum, Junipero-Arctostaphyletum alectoriestosum</i>
C: Feucht- und Nassstandorte		
22	Braunseggen-Riedwiesen	<i>Caricetum fuscae</i>
23	Davallseggen-Riedwiesen	<i>Caricetum davallianae</i>
24	Haarbinsenmoore	<i>Eriophoro-Trichophoretum caespitosi</i>
25	Bach- und Rieselfluren	<i>Montio-Cardaminetalia/Caricion davallianae</i>
D: Fettwiesen		
26	Fette Nasswiesen	<i>Calthion</i> , meist <i>Polygono- Ranunculetum aconitifolii</i>
27	Feuchte Goldhaferwiesen	<i>Ranunculus aconitifolius-Trisetum flavescens</i> -Gesellschaft
28	FrISChe Goldhaferwiesen der Tallagen	"Typische" <i>Trisetum flavescens</i> - Gesellschaft
29	Goldhaferwiesen im Übergang zu den Hanglagen	<i>Heracleum sphondyleum</i> -Fazies der "Typischen" <i>Trisetum flavescens</i> - Gesellschaft
30	Goldhaferwiesen der Hanglagen	<i>Campanula scheuchzeri-Trisetum flavescens</i> -Gesellschaft
31	Goldhaferwiesen der Ebenen höherer Lagen	<i>Polygono-Trisetion</i>
32	Mutternreiche Goldhaferwiesen	<i>Ligusticum mutellina-Festuca violacea</i> -Gesellschaft.
E: Subalpine Magerwiesen		
33	Wiesen saurer, nährstoffarmer Standorte	<i>Nardion</i>
34	Wiesen saurer, wechsellrockener Standorte	<i>Nardion</i>
35	Wiesen mittlerer Standorte	<i>Nardion/Seslerion coeruleae/ Caricion ferrugineae</i>
36	Wiesen basenreicher, nährstoffarmer Standorte	<i>Seslerion coeruleae/Caricion ferrugineae</i>
37	Wiesen natürlich nährstoffreicher Standorte	<i>Caricion ferrugineae/Polygono- Trisetion</i>

Tab. 7. (Forts. - continued)

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
F: Subalpine Weiden (ohne Dolomitstandorte) und Lägerfluren		
38	Fettweiden tieferer Lagen	<i>Poion alpinae</i> (<i>Polygono-Trisetion</i>)
39	Fettweiden höherer Lagen	<i>Poion alpinae</i>
40	Alpenblackenfluren	<i>Rumicetum alpini</i>
41	Rasenschmielen- und Frauenmantelfluren	<i>Alchemillo-Deschampsietum caespitosi</i>
42	Magerweiden tieferer Lagen	<i>Nardion</i>
43	Magerweiden höherer Lagen	<i>Nardion</i>
G: Alpine Rasen auf saurem Silikat		
44	Krummseggen-Borstgrasrasen	<i>Curvulo-Nardetum/Caricetum curvulae gentianetosum/ Festucetum halleri</i>
45	Krummseggenrasen	<i>Caricetum curvulae</i>
46	Schneebodenvegetation	<i>Salicetum herbaceae, Luzuletum spadiceae, Hygrocurvuletum, Polytrichetum sexangularis</i>
47	Magerrasen an verhältnismässig basenreichen Steilhängen	<i>Festuco-Trifolietum thalii</i>
48	Magerrasen an warmen, teils basenreichen Hängen	<i>Aveno-Nardetum/Festucetum halleri</i>
49	Nacktriedrasen	<i>Elynetum</i>
H: Basiphile Magerweiden und alpine Rasen auf Dolomit		
50	Magerweiden auf relativ entwickelten Dolomitböden	<i>Seslerion coeruleae/Poion alpinae</i>
51	Blaugrasrasen	<i>Seslerion coeruleae</i> , v.a. <i>Seslerio-semperviretum</i>
52	Polsterseggenrasen	<i>Seslerion coeruleae</i> , teils <i>Caricetum firmae</i>
53	Schneebodenvegetation	<i>Arabidion coeruleae</i>
54	Rostseggenrasen	<i>Caricetum ferrugineae</i>
I: Alpine Rasen auf Serpentin		
55	Rasen auf instabilen Böden und Rohböden	
56	Rasen auf relativ entwickelten Böden	
K: Schutt- und Rohbodenvegetation		
57	Vegetation auf Silikatschutt	<i>Androsacion alpinae</i>
58	Vegetation auf Silikatblockhalden	
59	Vegetation auf Dolomitschutt und kalkreichem Silikatschutt	<i>Thlaspeion rotundifolii, Androsacion alpinae</i>
60	Vegetation auf Dolomitblockhalden	
61	Schutt- und Felsvegetation, rohes Gestein auf Serpentin	
62	Rohes Silikatgestein; Firn, Wasser	
63	Siedlung	

3.2. VEGETATION

Die Vegetationskarte wurde von ZUMBÜHL (1986) erhoben. Da die Vegetation als einzige der Flächendaten im Gelände direkt sichtbar ist, ist sie die genaueste der kartierten Variablen. Es wurden 62 Vegetationseinheiten (Tab. 7, verändert nach ZUMBÜHL 1986) und 30 Signaturen für spezielle Ausprägungen unterschieden. Je Pixel sind bis zu 3 Vegetationseinheiten und Ausprägungen mit den dazugehörigen Mengenanteilen gespeichert.

3.3. KLIMATISCHE STANDORTSFAKTOREN

3.3.1. Meereshöhe und Temperatur

Das Digitale Höhenmodell (DHM) wurde im 100 m Raster aus den topographischen Karten 1:25'000 erhoben (Blatt 1197 Davos und 1217 Scalettapass; ADE in WILDI und EWALD 1986). Durch parabolische Interpolation wurde es am IKT-ETH auf 50 m interpoliert (ADE in WILDI und EWALD 1986). Die nominale Höhengenaugigkeit beträgt im ebenen Gelände 5 m, im steilen Gelände fällt sie auf minimal 50 m ab. Das digitale Geländemodell (DGM) ist eine der genauesten Variablen des Datensatzes. Dies zeigt ein Vergleich mit

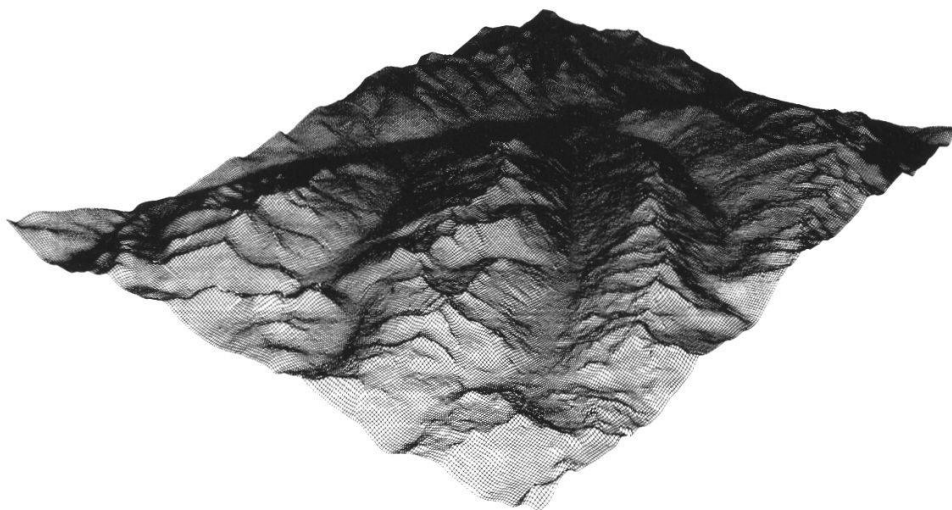


Fig. 2. Panoramadarstellung des Untersuchungsgebiets; (Blick von SE).
Panorama presentation of the test site (view from SE).

den von VETTERLI (1982) für 205 Punkte im Testgebiet erhobenen Höhenwerten. Die Abweichungen zwischen beiden Angaben betragen in den meisten Fällen höchstens 10 m. Zusammen mit der aus der Höhe abgeleiteten Exposition und Neigung bildet das DHM ein digitales Geländemodell (DGM).

Schon Alexander VON HUMBOLDT (1769-1859) hat die grosse Bedeutung der Höhe über dem Meer als Standortsfaktor für die Vegetation erkannt und gibt sie bei seinen Beschreibungen der Vegetation (meist in der Einheit Toisen) an. In seinen 'Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer' (VON HUMBOLDT 1807) entwickelt er eine Einteilung der Vegetation auf der Basis von geographischer Länge und Breite sowie der Meereshöhe.

Die Höhe über dem Meer bzw. der Luftdruck sind jedoch keine Faktoren, die die Pflanzen direkt beeinflussen. Für eine Reihe von direkt wirkenden Faktoren, die mit der Höhe korreliert sind, kann die Meereshöhe aber als Index betrachtet werden. So ist z.B. die Lufttemperatur, die Einstrahlung und die Vegetationszeit von der Höhe über dem Meer abhängig. Fig. 3 zeigt den Zusammenhang zwischen Höhe und mittlerer Jahrestemperatur in Graubünden.

Betrachtet man den Temperaturgradienten für einzelne Monate, so zeigt sich

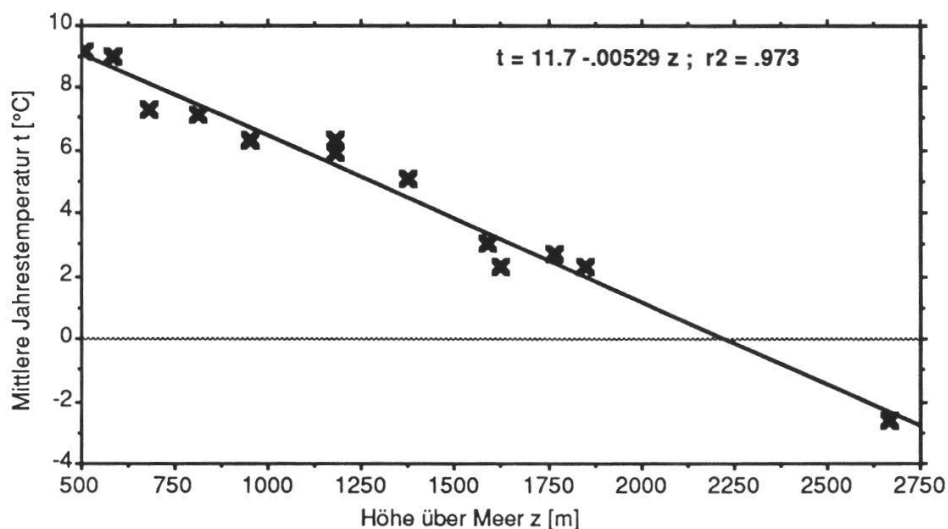


Fig. 3. Zusammenhang zwischen mittlerer Jahrestemperatur t (°C) und Meereshöhe z (m) in Graubünden.

Relation between mean annual temperature t (°C) and altitude above sea level z (m) in Graubünden.

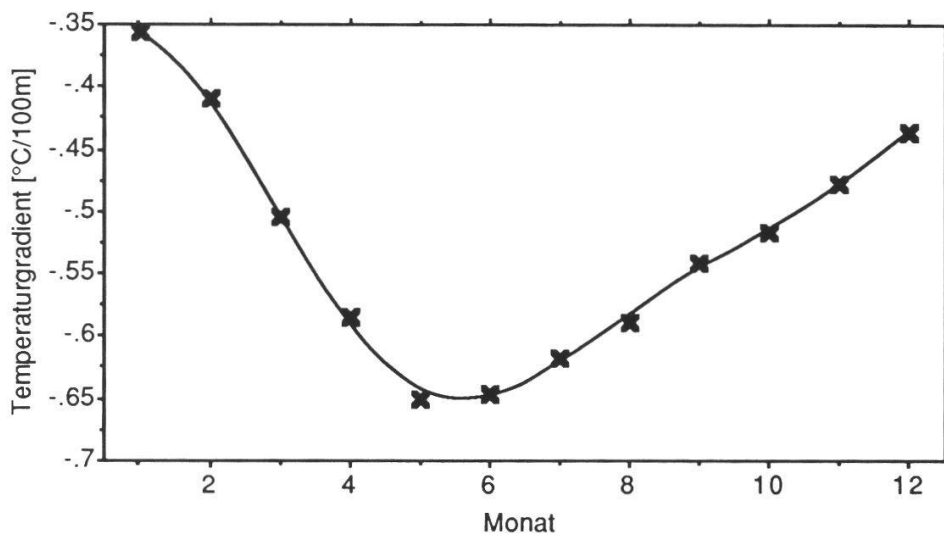


Fig. 4. Jahresgang des Temperaturgradienten in Graubünden.
Annual course of the temperature gradient in Graubünden.

eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit (Fig. 4). In den Wintermonaten ist der Temperaturgradient flacher, da in dieser Zeit häufig Temperaturinversionen auftreten.

Für die Vegetation ist allerdings nicht die Lufttemperatur, gemessen in zwei Meter Höhe in einer Wetterhütte, ein direkter ökologischer Faktor, sondern die Temperatur im Vegetationsbestand. Diese ist jedoch abhängig von der Lufttemperatur, der Luftbewegung, den Feuchteverhältnissen und der Einstrahlung. Zusammen mit den Strahlungsverhältnissen ist die Lufttemperatur daher ein wichtiger Faktor zur Simulation der Vegetation.

3.3.2. Exposition

Aus der Höhe wurde durch kubische Interpolation die Exposition abgeleitet. Da die Höhendaten von 100 m auf 50 m interpoliert wurden und aus diesen Daten wiederum die Exposition abgeleitet wurde, ist das räumliche Auflösungsvermögen dieser Variablen geringer als 50 m. Die Exposition repräsentiert einen Durchschnittswert für einen Hangbereich im Umkreis von etwa 100-150 m. Geringere Genauigkeit hat diese Variable an Kanten und Einschnitten.

In der Vegetationskunde wird die Exposition häufig zur Beschreibung der lokalen, klimatischen Verhältnisse benutzt. Die Exposition beeinflusst die Vegetation jedoch nur indirekt über die eingestrahlte Sonnenenergie. Diese ist

ausser von der Exposition auch von der Neigung, der Meereshöhe, der Horizontüberhöhung und dem Jahres- und Tagesgang der Bewölkung abhängig. Daher wurde im Modell die berechnete Sonnenstrahlung benutzt. Sie fasst alle diese indirekt wirkenden Faktoren zu einer Variablen zusammen, die direkt den Wärme- und Wasserhaushalt des Standorts beeinflusst. Auch im Hinblick auf die Anwendung des Modells zur Simulation verschiedener Klimaszenarien sind Standortsfaktoren vorzuziehen, die möglichst unmittelbar auf die Vegetation wirken. Diese können für Klimaszenarien in einer vorgegebenen Weise modifiziert werden, die sich aus den Hypothesen der Klimatologen über zu erwartende Veränderungen des Grossklimas ergeben.

3.3.3. Sonnenstrahlung

In der MaB-Davos Datenbank liegen Karten von der Direktstrahlung für die Zeiträume 16. Mai bis 15. Juli (Heuperiode) sowie 16. Mai bis 30. September (Vegetationsperiode) vor. Diese wurden auf der Basis des DGM simuliert (MOSER et al. 1986). Für die Krautschicht ökologisch relevanter als die Strahlungssummen ab einem bestimmten Zeitpunkt sind die Strahlungssummen ab dem Ausaperungstermin. Um diese zu berechnen wurde die Strahlungssimulation in Zusammenarbeit mit Dr. H. Gilgen und M. Krause in Anlehnung an FUNK (1985) wie folgt neu erstellt.

Die mittlere Intensität der Direktstrahlung in einer bestimmten geographischen Region ist abhängig von der Tages- und Jahreszeit sowie von der Meereshöhe. Aus Messungen von MÜLLER (1984) aus den Schweizer Alpen aus Höhen zwischen 1500 m und 4000 m hat GILGEN (unveröff.) eine multiple Regressionsgleichung bestimmt, mittels derer die mittlere Direktstrahlungsintensität für jeden Zeitpunkt an jedem Ort des digitalen Geländemodells berechnet werden kann: Für die direkte Sonnenstrahlung I_{os} auf die zum Strahlengang normale Ebene bei klarem Himmel in den Schweizer Alpen ergibt sich folgende Gleichung:

$$I_{os}(z, h, \delta) = k_o + \sum_{i=1}^{12} (k_i x_i)$$

$I_{os}(z, h, \delta)$: Direkte Sonnenstrahlung [W/m^2]

z : Meereshöhe [m] ($1500 \text{ m} \leq z \leq 4000 \text{ m}$)

h : Stundenwinkel der Sonne [$^\circ$] (12 Uhr = 0°)

δ : Deklinationswinkel der Sonne [Grad]

Tab. 8. Koeffizienten der Strahlungsgleichung.
Coefficients of the radiation equation.

i	k _i : 1.1. - 21.6.	k _i : 22.6. - 31.12.	x _i =
0	-10831.36295	-11526.51552	-
1	0.04130790	0.042981	z
2	157.21824	139.83135	log _e (z)
3	1.60066854	1.72364897	h ²
4	10717.99492	11495.59927	cos(h)
5	120.17583	121.23979	δ · cos(h)
6	-0.04740781	-0.04142628	z · cos(h)
7	-120.12943	-122.77428	δ
8	-0.01245105	-0.005448087	δ ² · log _e (z)
9	-0.000063512	-0.000072955	δ ² · h ²
10	0.01864848	0.01882712	δ · h ²
11	0.000365385	0.000830230	δ ³ · log _e (z)
12	-0.000047021	-0.000049649	h ⁴

Der Deklinationswinkel ist eine Funktion der Jahreszeit. Er kann mit folgender Näherungsformel nach PALMAGE (1976 in FUNK 1985) berechnet werden:

$$\sin(\delta) = \sin(23.4438^\circ) \cdot \sin(\sigma)$$

23.4438° Ekliptikschiefe

$$\sigma = 279.9348 + d + 1.914827 \sin(d) - 0.079525 \cos(d) \\ + (0.019938 \sin 2d) - 0.001620 \cos(2d)$$

$$d = \frac{(j-1) 360^\circ}{365}; \quad j: \text{Jahrestag}$$

Um den Einfluss der Bewölkung zu berücksichtigen, wurde aus der SMA-Strahlungsdatenbank der mittlere Tagesgang der relativen Sonnenscheindauer für jeden Monat berechnet. Tab. 9 zeigt die relative Sonnenscheindauer nach der Strahlungsdatenbank der SMA.

In den Stunden in die der Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang fällt, ergeben sich grosse Messfehler durch die kurze zur Verfügung stehende Messzeit.

Tab. 9. Relative Sonnenscheindauer Davos (1590 m ü.M.; LT-Koordinaten: 783575/187475; Zeitraum: 1931-1970).

Relative duration of sun shine in Davos (1590 m a.s.l.; LT-coordinates: 783575/187475; period: 1931-1970).

Uhrzeit	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 6	-	-	-	27.4	24.8	26.2	31.0	28.2	-	-	-	-
6 - 7	-	-	-	34.4	42.7	46.4	51.3	44.0	44.3	-	-	-
7 - 8	-	-	111.9	45.6	52.1	52.7	57.3	54.0	79.9	294.8	-	-
8 - 9	-	42.8	53.2	50.8	53.6	53.8	59.4	57.1	58.8	52.0	16.6	-
9 - 10	32.9	48.8	55.8	53.9	53.3	54.4	60.7	58.6	61.6	58.7	39.5	21.5
10 - 11	49.1	53.8	56.6	54.0	51.2	51.4	59.9	58.1	63.3	60.4	51.2	46.6
11 - 12	50.9	53.1	56.3	52.8	48.4	48.1	58.4	57.4	61.8	60.5	53.3	51.7
12 - 13	49.1	52.0	54.4	50.0	45.4	45.9	55.5	56.3	60.5	60.2	52.1	50.3
13 - 14	48.1	50.7	52.0	49.0	42.1	45.5	52.0	53.2	57.1	57.9	50.8	48.0
14 - 15	44.3	45.8	49.1	46.1	40.4	44.6	49.2	50.1	54.4	55.1	45.6	44.6
15 - 16	66.5	51.9	47.2	43.6	38.6	42.6	47.6	46.5	49.0	56.6	55.1	82.3
16 - 17	-	-	65.3	41.0	35.0	38.2	43.0	40.9	54.1	80.2	-	-
17 - 18	-	-	-	20.9	17.1	19.9	22.4	18.5	-	-	-	-
18 - 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hier treten Werte auf, die teilweise weit über 100% Sonnenscheindauer anzeigen. Diese offensichtlich fehlerhaften Daten wurden durch die Werte der Stunde nach Sonnenaufgang bzw. vor Sonnenuntergang ersetzt. Ebenso wurden die Werte aller Stunden, in denen die Messstation Davos im Schatten liegt durch die Werte der Sonnenaufgangs- bzw. Sonnenuntergangsstunde ersetzt, um für exponierte Punkte im Gelände einen möglichst sinnvollen Wert für die relative Sonnenscheindauer zu erhalten. Bei der Integration der Strahlung werden die Strahlungsintensitäten dann mit der mittleren relativen Sonnenscheindauer des jeweiligen Zeitpunktes gewichtet.

Weiterhin haben wir aus dem digitalen Höhenmodell (DHM) die Horizontwinkel in 32 Himmelsrichtungen bestimmt (GILGEN et al. 1988). Da die Höheninformation im DHM in 10 m-Intervalle diskretisiert ist, treten starke Sprünge in den Horizontwinkeln benachbarter Pixel auf, wenn der Hang in Richtung des betrachteten Horizontwinkels stark ansteigt. Dieser Effekt wurde mit einem Generalisierungsfilter ausgeglichen.

Die Strahlung auf eine beliebig geneigte Fläche erhält man, indem die Strahlung auf die zum Strahlengang normale Ebene mit dem Cosinus des Winkels zwischen der Strahlungsrichtung der Sonne und dem Vektor, der auf der Fläche senkrecht steht (Normalenvektor), gewichtet wird.

Mittels bekannter astronomischer Formeln wird der Lauf der Sonne berechnet, für jeden Zeitpunkt überprüft, ob die Sonne über dem Horizont steht und die potentielle Direktstrahlung in 20-Minutenintervallen numerisch integriert. Das Ergebnis dieser Strahlungssimulation liegt als 12-Kanal ZDF-File vor, der für jeden Monat die potentiellen Direktstrahlungssummen unter Berücksichtigung der Meereshöhe und des mittleren Tagesgangs der Bewölkung enthält. Karte 2 zeigt die räumliche Verteilung der mittleren täglichen Strahlungssummen im Monat Juni. In Rot sind Gebiete mit hoher, in Blau solche mit niedriger Strahlungssumme dargestellt. Der Farbkontrast wurde mittels Histogrammausgleich optimiert.

Die Direktstrahlungssimulation wurde auch für den Zeitraum der effektiven Vegetationsperiode (Kap. 3.3.4) durchgeführt.

3.3.4. Ausaperung und Vegetationszeit

Der Beginn der Vegetationszeit ist in den Alpen nicht durch die Temperatur bestimmt, sondern durch die Ausaperung. Durch die Akkumulation grosser Schneemengen im Winter sind die Temperaturen bei der Ausaperung bereits so hoch, dass die Pflanzen sofort mit dem Wachstum beginnen können. "Wenn also in der alpinen Region die weisse Decke von der ruhenden Pflanzenwelt weicht, dann finden die frühlingsdurstigen Triebe gleich eine warme Luft vor, die ihnen ein rasches Wachsen und Blühen ermöglicht." (SCHRÖTER 1926). Da die Ausaperung wiederum stark von winterlichen Schneeverfrachtungen und den Strahlungsverhältnissen im Frühjahr abhängig ist, besteht nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Höhe und Dauer der Vegetationszeit. Das Ende der Vegetationszeit ist auch in den Alpen durch die Temperatur bestimmt. Fig. 5 zeigt den Zusammenhang zwischen der Höhe und dem Ende der Vegetationszeit, definiert als der Tag im meteorologischen Jahr (Dezember bis November), an dem die Tagesmitteltemperatur 5°C unterschreitet.

Aus LANDSAT-MSS Satellitendaten wurde von KELLER (1987) eine Ausaperungskarte erstellt. Das Auflösungsvermögen des benutzten Sensors beträgt ca. 70 m. Es ist etwas gröber als das 50 m-Raster der MaB-Davos Datenbank.

Aus der Ausaperungskarte und der Höhenabhängigkeit des Endes der Vegetationsperiode kann somit für jedes Pixel der Beginn, das Ende und die Dauer der Vegetationsperiode abgeleitet werden.

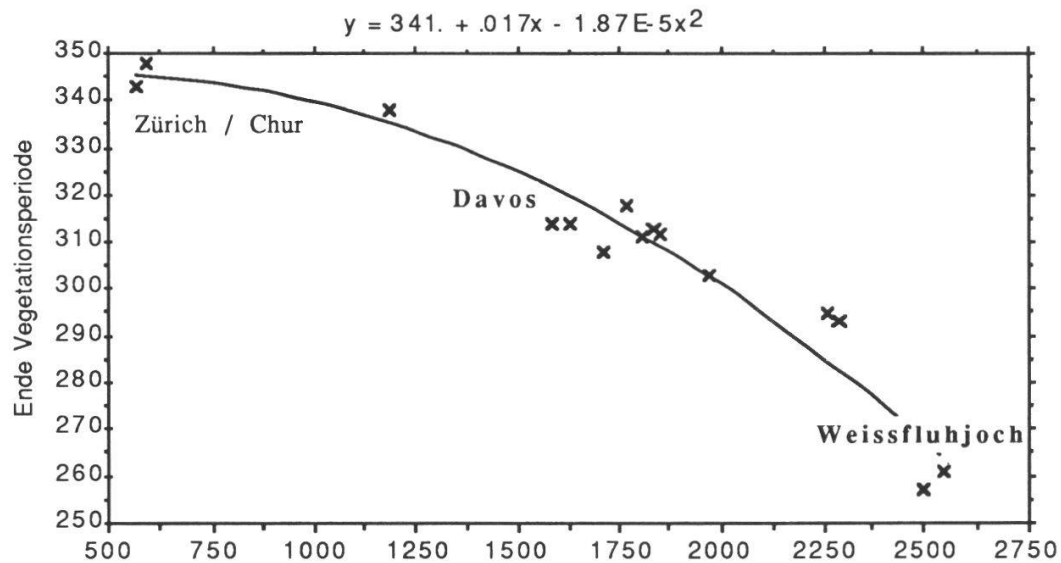


Fig. 5. Zusammenhang zwischen der Meereshöhe (m) und dem Ende der Vegetationsperiode (Tag im meteorologischen Jahr). (Erläuterung s. Text)
Relation between altitude above sea level (m) and the end of the vegetation period (day in the meteorological year). (Details see text).

3.3.5. Niederschlag

LANDOLT (1977) gibt auch eine "Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge mit der Höhe um 5-10 cm pro 100 m (zahlreiche lokale Ausnahmen)" an. Eine Analyse der Niederschlagsmessungen des Zeitraums 1901-1940 der um Davos gelegenen Klimastationen (UTTINGER 1964) zeigt jedoch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Meereshöhe und Niederschlag. So hat die Station 'Davos Platz' (1561 m) mit 1000 mm einen nur geringfügig niedrigeren Niederschlag als die Station 'Weissfluhjoch Bahnstation' (2663 m) mit 1165 mm. Die nur wenig entfernte Station 'Weissfluhjoch Versuchsfeld' (2540 m) hat dagegen einen Jahresniederschlag von 1600 mm. Die tiefer gelegenen Stationen 'Klosters' (1200 m) und 'Langwies' (1377 m) haben mit 1282 mm und 1130 mm höhere Werte als Davos. In Zürich wurde an verschiedenen Stationen im gleichen Zeitraum auf Höhen zwischen 463 m und 676 m Niederschläge von 1073 mm bis 1150 mm gemessen. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Variabilität des Niederschlages von der Höhe nicht direkt bestimmt ist. Der Niederschlag wird zwar durch hohe Gebirge in Folge der Abkühlung der Luftmassen erhöht, jedoch kommt es in einem engeren

geographischen Gebiet für eine bestimmte Messstation, bzw. für einen bestimmten Punkt im Gelände, viel mehr auf das Relief und die besondere Lage als auf die Höhe an. Modelle zur Berechnung der Verteilung des Niederschlages aufgrund der Strömungsverhältnisse an der Erdoberfläche existieren noch nicht. Daher nehmen wir für die Simulation den Niederschlagseintrag als konstant an und betrachten die Unterschiede in der Einstrahlung als Indikator für die ökologischen Feuchteverhältnisse.

3.4. EDAPHISCHE STANDORTSDATEN

3.4.1. Neigung

Die Hangneigung wurde wie die Exposition vom Digitalen Höhenmodell abgeleitet. Für die Genauigkeit gelten die gleichen Ausführungen wie bei der Exposition. Zusammen mit der Exposition ist die Neigung ein wichtiger Faktor, der den Strahlungshaushalt des Standorts bestimmt. Darüberhinaus kommt der Neigung auch noch eine eigenständige Bedeutung zu. Sie beeinflusst die mechanische Belastung der Vegetation durch Schneerutsche, den oberflächlichen Wasserabfluss und die Erosion und Deposition von nährstoffhaltigem Bodenfeinmaterial.

3.4.2 Gestein und Bodentyp

Die Variablen Gestein und Bodentyp wurden von KRAUSE (1986) erhoben. Hierbei handelt es sich um Flächendaten, die durch konventionelle Kartierung im Gelände erhoben wurden. Dabei wurden Arbeitskarten im Massstab 1:10'000 sowie Ortholuftbilder im gleichen Massstab verwendet. Die minimale Flächengrösse einer bestimmten Kartiereinheit beträgt 10 ha. Pro Teilfläche sind bis zu 2 Bodentypen in der Datenbank gespeichert. Es wurden 28 Bodentypen mit 47 Untertypen nach dem Bodenklassifikationssystem FAP (1978) unterschieden. Darüberhinaus sind 4 Stufen Skelettgehalt, 4 Stufen Feinerdekörnung, 4 Stufen pflanzenverfügbare Gründigkeit, sowie Flächenanteile der Sondertypen Vernässung, Blöcke/Schutt und Fels erhoben worden. Die Variable Ausgangsmaterial unterscheidet 14 Gesteinstypen.

3.5. ANTHROPO-ZOOGENE STANDORTSFAKTOREN

3.5.1. Landnutzung

Die Nutzung ist einer der wichtigsten Standortsfaktoren für die Vegetation. Sie ist auf einem hohen hierarchischen Niveau in starkem Masse deterministisch für die Vegetation. Auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen findet sich eine Waldgesellschaft oder ein Sukzessionsstadium zu einer Waldgesellschaft (Schlagflur, Jungwuchs). Auf gemähten Flächen findet sich eine Wiesengesellschaft usw. Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation ist in der Definition von FLAHAULT und SCHRÖTER (1910) zwar nicht explizit als Standortsfaktor aufgeführt, wird in der vorliegenden Arbeit aber als anthropozoogener Standortsfaktor (Biotischer Faktor i. w. S.) behandelt.

Im Projekt MaB-Davos wurden die Landnutzung und die Landnutzungsgeschichte von GÜNTER (1985) erhoben. Er unterschied 10 Nutzungsarten für die Jahre 1900, 1929, 1949, 1965, 1982. Die Kartierung der aktuellen Nutzung basiert dabei ausschliesslich auf Geländeerhebungen, wobei Ortholuftbilder als Kartiergrundlage zur Verfügung standen. Für die Rekonstruktion der Nutzungsgeschichte wurden Stereoluftbildpaare und Befragungen der Grundeigentümer hinzugezogen. Dieses Vorgehen erlaubt nur eine grobe Nutzungskartierung sowohl im Hinblick auf die Klassifikation der Nutzungstypen als auch auf die räumliche Genauigkeit. Wie ein Vergleich mit ZUMBÜHL (1983) zeigt, ist eine differenzierte Bestimmung der Nutzung nur durch Befragung der Eigentümer oder langjährige, flächendeckende Beobachtung möglich. Nutzung ist kein Phänomen, das sich auf ein einzelnes Jahr bezieht. Es spielt hier vielmehr die mittelfristige Nutzungsgeschichte des Standorts (Fruchtfolge, Mäh- und Düngerrhythmus, Wechsel zwischen Mahd und Weide in den letzten Jahren) eine entscheidende Rolle. Hinzu kommt der langfristige Einfluss historischer Nutzungsformen, der heute kaum mehr flächendeckend und flächenbezogen rekonstruiert werden kann. Bereits im 13. Jahrhundert wurde das Gebiet von den Walsern besiedelt, die mit Brandrodung grosse Weideflächen schufen. Seit Mitte des 14. Jahrhunderts gibt es zwei Kirchen in Davos Dorf und Platz. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde im Landwassertal am Silberberg Zinnschmelze betrieben. Das hierfür nötige Holz wurde sicherlich auch aus dem heutigen MaB-Testgebiet bezogen. Die daraus resultierenden ökologischen Einflüsse auf die heutige Vegetation sind nicht mehr flächenbezogen zu rekonstruieren. Die von GÜNTER (1985) erstellten Nutzungskarten erlauben jedoch eine Rekonstruktion der Nutzungsänderung seit 1900.

Tab. 10. Nutzungsänderung von 1900 bis 1982 (%)

Changes in land use from 1900 to 1982 (%).

Nutzungsklassen -*Land use classes*:

- 1: Fettwiese (2-schürig) - *hay meadow (mowed twice a year)*
- 2: Alpwiese (1-schürig) - *hay meadow (mowed once a year)*
- 3: Mähder (1/2-schürig) - *hay meadow (mowed every two years)*
- 4: Weide - *pasture*
- 5: Wald - *forest*
- 6: beweideter Wald - *pastured forest*
- 7: Acker -*arable land*
- 8: ungenutzt - *unused*
- 9: nicht nutzbar - *unusable*

Weitere Erklärungen im Text. -*Further details see text.*

	Nutzungsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	<i>Melico-Piceetum</i>	.	-2	-10	-3	23	-12	.	2	1
A2	<i>Veronico latifoliae-Piceetum</i>	-4	.	.	-1	93	-87	.	.	.
A3	<i>Sphagno-Piceetum calamagrostietosum</i>	.	.	-2	-4	18	-13	.	2	.
A4	<i>Sphagno-Piceetum adenostyletosum</i>	1	-1	.	.	3	-3	.	.	.
A5	<i>Calamagrostidi variaae-Piceetum</i>	.	.	.	-11	48	-36	.	.	.
A6	<i>Larici-Piceetum</i>	-1	-2	-2	-10	42	-28	.	1	.
A7	<i>Larici-Pinetum cembrae</i>	.	.	.	-13	9	3	.	2	.
A8	<i>Erico-Pinetum montanae</i> auf Dolomit	.	.	.	-3	3	.	.	.	.
A9	<i>Erico-Pinetum montanae</i> auf Serpentin	.	.	.	-2	1	.	.	.	1
A10	<i>Sphagno-Pinetum montanae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A11	Legföhrengbüsch auf Silikat	.	.	.	-22	18	5	.	.	.
A12	Legföhrengbüsch auf Dolomit	.	.	-6	2	7	.	.	.	-4
A13	Legföhrengbüsch auf Serpentin	.	.	.	-1	-2	1	.	.	1
A14	<i>Alnetum viridis/Adenostylo-Cicerbitetum</i>	.	-4	-2	-13	5	-1	.	15	.
A15	<i>Betula-Sorbus aucuparia</i> -Ges.	-21	.	-7	.	19	9	.	.	.
B16	<i>Rhododendro-Vaccinietum</i>	.	-1	-1	-11	1	1	.	9	1
B17	<i>Empetro-Vaccinietum</i>	.	.	.	-5	1	.	.	5	.
B18	<i>Calamagrostietum villosae</i>	.	.	-7	-36	4	-5	.	45	.
B19	<i>Junipero-Arctostaphyletum juniperetosum</i>	.	-1	-3	2	1	.	.	1	.
B20	<i>Junipero-Arctostaphyletum callunetosum</i>	.	-1	-1	2	.	.	.	.	.
B21	Flechtenheiden	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C22	<i>Caricetum fuscae</i>	1	-17	-8	21	1	1	.	1	-1
C23	<i>Caricetum davallianae</i>	-3	-2	-41	32	3	.	.	11	.
C24	<i>Eriophoro-Trichophoretum caespitosi</i>	-2	-12	-9	19	2	.	.	2	.
C25	<i>Montio-Cardaminetalia/Caricion davall.</i>	.	1	-6	5	.	1	.	1	-1
D26	<i>Calthion</i>	4	-11	-8	13	-1	2	.	1	-1
D27	<i>Ran. aconitifolius-Trisetum flav.</i> -Ges.	4	-8	-7	11	.	.	.	.	.
D28	"Typische" <i>Trisetum flavescens</i> -Ges.	-1	1	.	-1	1	.	.	.	.
D29	<i>Heracleum</i> -Faz. der <i>Tris. flav.</i> -Ges.	11	-4	-3	-2	.	-1	-1	1	.
D30	<i>Campanula scheuchzeri-Tris. flav.</i> -Ges.	12	-21	-13	13	4	.	.	5	1
D31	<i>Polygono-Trisetion</i> (ebene, höhere Lagen)	.	-46	.	46	.	.	.	.	.
D32	<i>Ligusticum mutellina-Festuca violacea</i> -Ges.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
E33	<i>Nardion</i> (saure, nährstoffarme Standorte)	-6	-28	-4	40	.	-2	.	.	.
E34	<i>Nardion</i> (saure, wechseltr. Standorte)	1	.	-61	22	2	1	.	35	.
E35	<i>Nardion/Seslerion/Caricion ferrugineae</i>	.	3	-44	29	1	-1	.	12	1
E36	<i>Seslerion coeruleae/Caricion ferrugineae</i>	-1	3	-33	24	-2	4	.	4	-1

Tab. 10. Forts. (contin.)

Nutzungsklasse	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E37 <i>Caricion ferrugineae/Polygono-Trisetion</i>	.	7	-7	.	.	.	.	.	.
F38 <i>Poion alpinae</i> (tiefere Lagen)	-19	-9	-10	37	.	1	.	.	.
F39 <i>Poion alpinae</i> (höhere Lagen)	.	-21	-1	23	.	-2	.	.	1
F40 <i>Rumicetum alpini</i>	5	-9	.	5	.	.	.	.	.
F41 <i>Alchemillo-Deschampsietum caespitosi</i>
F42 <i>Nardion</i> (tiefere Lagen)	-4	-9	-6	6	9	1	.	4	-1
F43 <i>Nardion</i> (höhere Lagen)	.	-6	-4	5	3	-1	.	1	2
G44 <i>Carex curvula Nardus stricta</i> -Rasen	.	.	.	-2	.	.	.	.	2
G45 <i>Caricetum curvulae</i>
G46 <i>Salicion herbaceae</i>	.	.	.	-1	.	.	.	.	1
G47 <i>Festuco-Trifolietum thalii</i>	.	.	.	-7	.	.	.	.	7
G48 <i>Aveno-Nardetum/Festucetum halleri</i>	.	.	.	-3	1	.	.	.	3
G49 <i>Elynetum</i>	.	.	.	-18	.	.	.	.	18
H50 <i>Seslerion coeruleae/Poion alpinae</i>	.	.	-1	1	.	.	.	.	.
H51 <i>Seslerion coeruleae</i> , v.a. <i>Semperviretum</i>	.	.	.	-8	.	.	.	7	1
H52 <i>Seslerion coeruleae</i> , teils <i>Caricetum firmae</i>	.	.	.	-1	.	.	.	.	1
H53 <i>Arabidion coeruleae</i>	.	.	.	-3	.	.	.	1	2
H54 <i>Caricetum ferrugineae</i>	.	.	.	-5	-5	.	.	.	11
I55 Serpentinrasen auf Rohböden	.	.	.	-19	.	.	.	.	19
I56 Serpentinrasen auf rel. entwickelten Böden	.	.	.	-1	.	.	.	.	1
K57 <i>Androsacion alpinae</i>	-1	.	1	-1
K58 Vegetation auf Silikatblockhalden
K59 <i>Thlaspeion rotundifolii</i> , <i>Androsacion</i>	.	.	.	-4	.	1	.	2	1
K60 Vegetation auf Dolomitblockhalden	.	.	-4	4	.	.	.	.	.
K61 Schutt- und Felsvegetation, auf Serpentin	.	.	.	-3	1	.	.	.	2
L62 Rohes Silikatgestein; Firn, Wasser

Tab. 10 zeigt die Änderung der prozentualen Häufigkeiten der Nutzungsklassen in den einzelnen Vegetationseinheiten von 1900 bis 1982. Der Wert -12 in Zeile 1, Spalte 6 bedeutet beispielsweise, dass sich die Nutzungsklasse 6 (beweideter Wald) auf den Flächen, die 1982 von der Waldgesellschaft *Melico-Piceetum* (A1) bewachsen sind, gegenüber 1900 um 12% verringert hat.

Kleine Werte der Nutzungsänderungen dürften grösstenteils durch nicht passgenaue Überlagerung der Vegetations- und Nutzungskarten bedingt sein (s.a. Kap. 4.2.1). Sie können deshalb nicht interpretiert werden. Betrachtet man nur Werte, die grösser als etwa 10% sind, zeigen sich einige interessante Trends.

Die Wälder (A1-A9) zeigen insgesamt eine Tendenz zu weniger häufigeren, d.h. extensiveren Weidenutzung. Besonders das *Veronico latifoliae-Piceetum*

zeigt einen fast vollständigen Übergang von beweidetem Wald zu unbeweidetem Wald. Das dürfte auch der für diese Gesellschaft lokal entscheidende ökologische Faktor sein, der sie vom *Melico-Piceetum* unterscheidet, das im Untersuchungsgebiet sonst sehr ähnliche Standortansprüche zeigt.

Die Legföhrengbüsche auf Silikat (A11), Grünerlengbüsche (A14) und Birkenvorwälder (A15) zeigen eine starke Verschiebung von Weide zu Wald. Dies ist zu erwarten, da sie noch im potentiellen Bereich der Wälder wachsen. Da es sich aber nur um etwas mehr als 20% der Bestände handelt, die diese Nutzungsverschiebung zeigen, muss angenommen werden, dass der grösste Teil der Gesellschaft durch Nutzungsaufgabe im 19. Jahrhundert bedingt ist. GÜNTER (1985) zitiert auch einige Quellen vom Ende des letzten bzw. Anfang dieses Jahrhunderts, die die "Verwilderung" ehemals intensiv genutzter und gepflegter (!) Weideflächen belegen. Die räumliche Verteilung dieser über hundert Jahre zurückliegenden Nutzungsänderung kann heute nur noch durch die Interpretation der Vegetationsverteilung der Silikatlegföhrengbüsche, Grünerlengbüsche und Birkenvorwälder rekonstruiert werden. Besonders interessant ist, dass ein grosser Teil der Birkenvorwälder auf ehemaligen Fettwiesen steht.

Das gleiche gilt für die (sub)alpinen Zwergstrauchgesellschaften (B16-B21), soweit es sich um Bestände unterhalb der potentiellen Waldgrenze handelt. Diese können von den Weidegesellschaften (*Nardion*, *Poion alpinae*) nur mit Kenntnis der langfristigen Nutzungsgeschichte standörtlich differenziert werden. Entsprechend ist auch für die genaue Abgrenzung der alpinen Rasen gegen die Zwergstrauchgesellschaften die langfristige Nutzungsgeschichte massgeblich.

Die Moore (C22-C25) zeigen eine starke Tendenz von ehemaliger Wiesenwirtschaft zu heutiger Beweidung. Diese nassen und nährstoffarmen Standorte wurden ehemals möglicherweise als Streuwiesen genutzt. Welche Pflanzengesellschaft sich auf solchen Flächen damals befunden hat, kann heute nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden, da in Davos derartige Flächen nicht mehr gemäht werden.

Bei den Fettwiesen (D26-D32) zeigt sich eine schwache Tendenz der Intensivierung der (noch verbliebenen) Grünlandflächen.

Die subalpinen Magerwiesen (Alpwiesen und Mähder, E33-E37) zeigen eine deutliche Tendenz zur Extensivierung der Nutzung, d.h. Beweidung oder Nutzungsaufgabe.

Die Fettweiden (*Poion alpinae* F38, F39) wachsen auf ehemals intensiver genutzten Flächen (Fettwiesen oder Alpwiesen), die durch diese ehemalige

Düngung eine Verbesserung des Standortverhältnisse erfahren haben. Die Magerweiden (*Nardion* F42, F43) dagegen zeigen keine deutliche Nutzungsänderung. Sie wachsen auf Flächen, die zu keiner anderen Nutzung (ausser Forstwirtschaft) zu gebrauchen sind.

Die alpinen Rasen (G44-I56) zeigen nur geringe Nutzungsänderung von ehemals beweidet zu heute nicht nutzbar. Ob diesen von GÜNTER kartierten Änderungen eine andere Einschätzung der sozio-ökonomischen Bedingungen oder eine Standortsdegradation zugrunde liegt, ist nicht klar.

3.6. DAS DISPLAYSYSTEM FÜR DIGITALE RASTERKARTEN

Zur Darstellung der digitalen Karten auf dem Bildschirm und zum Ausdrucken der Karten auf PostScript®-Druckern wurde auf der μ -VAX/GPX am Geographischen Institut der ETH Zürich ein Displaysystem entwickelt. Das Programm ZDF_GPX dient zum Display beliebiger 8-bit ZDF-Rasterfiles (ZDF = Züricher Datenformat; SEIDEL 1976) des Testgebiets MaB-Davos. Es bietet die Möglichkeit, Karten kategorischer Variablen (z.B. Vegetationstypen) mehrfarbig darzustellen, kontinuierliche Variablen (z.B. Strahlungssummen) mit einem bestimmten Farbverlauf (z.B. Blau-Grün-Gelb-Rot) einzufärben und 'color composites' von Satellitendaten darzustellen. Über die Rasterinformation wird topographische Vektorinformation gelegt (Landeskoordinatensystem, Höhenlinien, Grenze des Testgebiets, Grenze der aktuellen Wälder und Beschriftung wichtiger topographischer Punkte). Über eine PostScript®-Schnittstelle ist die Ausgabe der Karten auf schwarz-weißen und farbigen PostScript®-Druckern möglich.

3.6.1. Das Konzept der Farb- und Grauton-Manipulation

Den Videowerten des ZDF-Rasterfiles werden über zwei Tabellen Farben zugeordnet (Fig. 6). Die erste Tabelle ist die 'lookup table', die den Videowerten Farbindices zuweist, die zweite Tabelle, die 'virtual color map' legt die Rot-, Grün- und Blauwerte der Farbindices fest. Bei 8-bit Files können 256 verschiedene Videowerte auftreten. Auf dem μ -VAX/GPX Display stehen gleichzeitig 248 verschiedene Farben zur Verfügung, die aus $256^3 = 16\,777\,216$ möglichen Farben ausgewählt werden können. Die 'lookup table' bildet den Wertebereich der Videowerte auf den Wertebereich der Farbindices ab. Die 'virtual color map' enthält die bis zu 248 ausgewählten Farben.

LUT:

VV	VCI
0	3
1	0
2	3
3	1
...	
255	46

VCM:

VCI	R	G	B
0	0.0	0.0	0.0
1	1.0	0.0	0.0
2	1.0	1.0	0.0
3	0.0	0.0	1.0
...			
248	1.0	1.0	1.0

Fig. 6. Beziehung zwischen Videowert (VV), 'virtual color index' (VCI) und dem Rot-Grün-Blau Farbsystem (R,G,B) in der 'lookup table' (LUT) und in der 'virtual color map' (VCM).

Relation between video value (VV), virtual color index (VCI) and the red-green-blue color system (R,G,B) in the lookup table (LUT) and in the virtual color map (VCM).

Mit der 'lookup table' kann z.B. erreicht werden, dass verschiedene Kategorien in der gleichen Farbe dargestellt werden. Im Beispiel in Fig. 6 wird der Videowert 0 blau, der Videowert 1 schwarz, die Videowerte 2 und 3 rot dargestellt.

Bei schwarz-Weiss Ausgabe legt die 'lookup table' den Grauton der Darstellung fest: Der Farbindex 0 wird schwarz, der Farbindex 248 weiss abgebildet. Die 'virtual color map' hat keinen Einfluss auf die Darstellung bei schwarz-Weissen Ausgabegeräten.

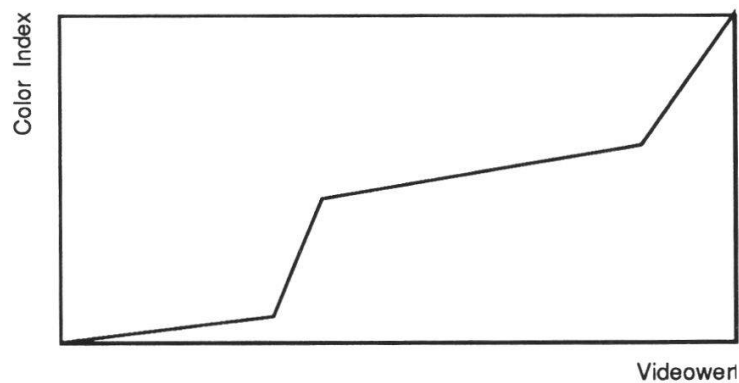
Wenn der 'color index' gleich dem Wert für 'missing values' im ZDF-Headerfile (NDUM) ist, wird das Pixel weiss dargestellt. Wenn der ZDF-File keine 'missing values' enthält muss der Wert NDUM im ZDF-Headerfile auf -1 gesetzt werden.

Zum Erstellen einer 'lookup table' stehen zwei Programme zur Verfügung:

\$ SETITC

"SET Image Transfer Characteristics"

Dieses Programm legt ein Polygon durch gegebene Stützstellen:



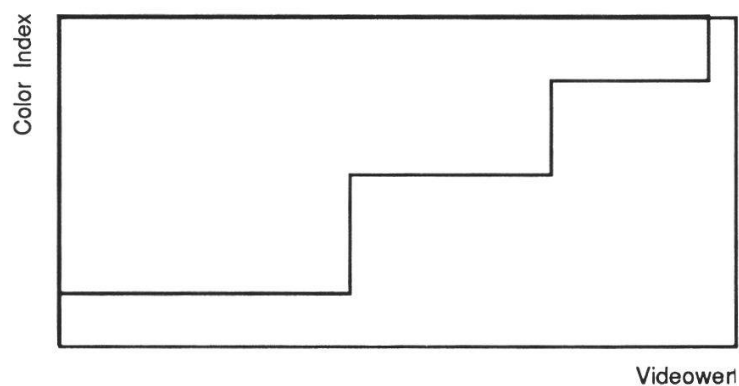
enter VV VCI

VV ist der Videowert, VCI der 'virtual color index'. Die Videowerte müssen in aufsteigender Reihenfolge eingegeben werden. Zwischen den angegebenen Werten wird linear interpoliert. Das Programm wird beendet, wenn der Video Wert 255 eingegeben wird.

\$ SETLUT

"SET LookUp Table"

Mit diesem Programm kann eine stufenförmige 'lookup table' erstellt werden, mit der Bereiche von Videowerten in der gleichen Farbe dargestellt werden können:



enter FROM TO vv (0 0 to stop)

Hier ist der Bereich der Videowerte einzugeben, für den der 'color index' gesetzt werden soll.

enter ICOL

Hier wird der korrespondierende 'color index' eingegeben. Diese beiden Abfragen werden wiederholt, bis 0 0 eingegeben wird.

Die 'virtual color map' kann mit dem Programm SETVCM oder mit der interaktiven Farbauswahloption im Programm ZDF_GPX erstellt werden. Mit dem Programm SETVCM wird ein Farbverlauf für kontinuierliche Variablen festgelegt. Zum Einfärben von Karten mit kategorischen Daten sollte die

interaktive Farbauswahl benutzt werden. Das Programm SETVCM wird aufgerufen mit:

```
$ SETVCM
```

```
enter INDEX R G B
```

Hier ist der 'virtual color index' und die korrespondierende Farbe im Rot-Grün-Blau System einzugeben. Die Abfrage wird wiederholt bis als 'virtual color index' der Wert 248 eingegeben wird. Die 'virtual color indices' müssen in aufsteigender Reihenfolge angegeben werden. Zwischen den angegebenen 'virtual color indices' werden die Farben linear interpoliert.

Beispiel: Die Eingabe

```
0 1 0 0
```

```
128 1 1 0
```

```
248 0 1 0
```

erzeugt einen Farbverlauf von rot (VCI=0) über gelb (VCI=128) nach grün (VCI=248).

3.6.2. Das Programm ZDF_GPX

Mit diesem Programm werden Karten am Bildschirm dargestellt und auf PostScript[®]-Druckern ausgegeben. Voreinstellungen sind im Dialog durch eckige Klammern gekennzeichnet. Das Programm wird aufgerufen mit:

```
$ ZDF_GPX
```

Die Parameter für die Karte werden dann interaktiv abgefragt:

ZDF-input-file:

default: RFILE.ZDF

Hier wird der darzustellende Filename abgefragt. Wenn bei diesem Programmlauf vorher schon ein Filename angegeben wurde, ist der alte Filename der 'default' Wert (in diesem Beispiel RFILE.ZDF). Dies erleichtert das wechseln des darzustellenden Kanals innerhalb eines Files.

Wenn der ZDF-File mehr als zwei Kanäle enthält, stehen zwei Displaymöglichkeiten zur Verfügung:

```
select: [1] pseudocolor image (1 channel)
        (2) color composite (3 channels)
```

Mit Option 1 können kategorische Daten dargestellt werden oder kontinuierliche Variablen eingefärbt werden ('pseudocolor image', z.B. mit einem Regenbogen von Blau nach Rot.).

Option 2 dient zur Darstellung von Mehrkanal-Satellitendaten. Dabei kann eine Kombination von 3 Kanälen ausgewählt werden,

die den Farben Blau, Grün und Rot zugeordnet werden.

Liegen im ZDF-File weniger als 3 Kanäle vor, wird automatisch Option 1 gewählt.

Wenn 'pseudocolor image' gewählt wird, folgt die Abfrage des darzustellenden Kanals:

select channel:

enter '1st bit' and 'n bits' for IBITS (2I1):

Das erste Bit und die Anzahl der Bits die dargestellt werden sollen kann im Format (2I1) eingegeben werden.

Default: Alle 8 Bits werden dargestellt.

Wenn ein 'color composite' gewählt wurde, folgt die Abfrage der darzustellenden Kanäle:

select channels for b, g, r: (3I2) [1,2,3]

select scale:

(1) 1: 25'000

(2) 1: 50'000

[3] 1:100'000

Hier kann der Massstab der Karte gewählt werden. Der exakte Massstab wird nur im PostScript®-Output erreicht. Es gilt:

1:100'000 ganzer Kartenausschnitt

1:50'000 1/4 des Kartenausschnitts

1:25'000 1/16 des Kartenausschnitts wird dargestellt.

Default: 1:100'000

enter left lower corner of window (x,y)

Wenn nicht der Massstab 1:100'000 gewählt wird, muss die linke untere Ecke des darzustellenden Ausschnitts in Landestopographie-Koordinaten [km] eingegeben werden. Wenn die rechte obere Ecke des gewählten Ausschnitts ausserhalb der Gesamtkarte liegt wird der Ausschnitt automatisch so verschoben, dass er ganz auf dem Kartenausschnitt 1:100'000 liegt.

lookup table:

default: RFILE.LUT

Die 'lookup table' ordnet den Videowerten im ZDF-File Farbindices zu. Damit können bei thematischen Karten mehrere Kategorien mit der gleichen Farbe dargestellt werden. Bei kontinuierlichen Daten (z.B. Satellitendaten) kann mit der 'lookup table' der Kontrast beeinflusst werden.

Bei PostScript®-Output auf einer schwarz-weiss Device legt der 'color index' den Grauton fest: 0 = schwarz, 255 = weiss.

Default: Gleicher Filename wie der ZDF-File aber mit der Extension '.LUT'. Wird der angegebene bzw. 'default' File nicht gefunden, wird folgende 'lookup table' verwendet:

0 = 1; 1 = 1; 2 = 2;...;[248... 255] = 248

Format: Videowert Farbindex; ein Wertepaar je Zeile ('free format'). Zulässige Werte für die Farbindices sind [1...248]. Wird als Farbindex der im ZDF-Headerfile angegebene NDUM-Wert ange-

geben, werden die entsprechenden Pixel nicht gezeichnet.

Bei der Darstellung von 'color composite images' entfällt diese Abfrage.

virtual color map:

default: RFILE.VCM

Die 'virtual color map' weist den Farbindices Farben zu. Bei PostScript®-Output auf einem schwarz-weissen Drucker wirkt sich die 'virtual color map' nur auf den Display am Bildschirm aus, nicht auf den schwarz-weissen Papieroutput.

Default: Gleicher Filename wie der ZDF-File aber mit der Extension '.VCM'. Wird der angegebene bzw. default File nicht gefunden, wird die 'color map' RAINBOW.VCM verwendet. Bei dieser entsprechen die Farbindices [1...248] dem Regenbogen von Blau über Grün und Gelb zu Rot.

Format: Für jede Farbe eine Zeile mit:

Farbindex, Rot-Wert, Grün-Wert, Blau-Wert ('free format'). Die Farbwerte müssen zwischen 0 und 1 liegen (real).

Bei der Darstellung von 'color composite images' entfällt diese Abfrage.

Nach diesen Abfragen wird das Bild gemäss der gesetzten Bildparameter aufgebaut.

Danach erscheint im Dialogfenster das Hauptmenue:

-1 STOP

[0] plot

(1) new file

(2) new subset

(3) read new lookup table

(4) read new color map

(5) histogram equation

(6) data base

(7) color selection

(8) color control

(9) PostScript output

(-1) Beendet das Programm.

[0] Erstellt die Karte neu nach geänderten Bildparametern.

(1) Setzen eines neuen Filenamens und/oder Kanals

(2) Setzen eines neuen Massstabes und/oder Bildausschnitts.

(3) Lesen einer neuen 'lookup table'.

(4) Lesen einer neuen 'color map'.

(5) Histogrammausgleich. Diese Option optimiert den Kontrast bei kontinuierlichen Bilddaten. Die 'color map' muss alle Werte von 1 bis 248 sinnvoll definieren (empfohlen MABDAT: RAINBOW:VCM. Diese 'virtual color map' beinhaltet einen Farbverlauf entsprechend dem Regenbogen von Blau (0) über Grün (83) und Gelb (165) zu Rot (248).). Nach dieser Option kommt die Abfrage:

enter MIN MAX

Hier kann angegeben werden, auf welchen Wertebereich der Videowerte der Histogrammausgleich angewendet werden soll. Alle Pixel mit Videowert < MIN werden mit Farbindex 1, alle Pixel mit Videowert > MAX werden mit Farbindex 248 gezeichnet.

invert ? [n]

Der normale Histogrammausgleich ordnet den kleinsten Videowerten die kleinsten Farbindices zu. Der 'invertierte Histogrammausgleich' ordnet den kleinsten Videowerten die grössten Farbindices zu.

Sollen mehrere Bilder gleichzeitig am Bildschirm dargestellt und der Histogrammausgleich benutzt werden, so muss nach der Option (5) das Bild mit Option (0) neu erstellt werden.

- (6) Abfrage der Werte aus der Datenbank MaB-DAVOS. Nach dieser Option kommt die Aufforderung

click on the map

Wenn der Cursor mit der Maus in den Kartenausschnitt gefahren wird, ändert sich die Cursorform zu einem Kreuz. Wenn jetzt eine Stelle angeklickt wird, werden für diese Stelle die Daten aus der Datenbank herausgelesen und im Textfenster im Klartext ausgedruckt. Diese Prozedur kann beliebig oft wiederholt werden. Durch klicken in den weissen Rand an der rechten Kartenseite wird der Datenbankmodus verlassen.

- (7) Interaktive Farbauswahl.

Nach Wahl dieser Option erscheint ein neues Graphikfenster mit einem Farbrad. Im Textfenster wird der zu setzende Farbindex abgefragt. Nach Eingabe eines Farbindex kann durch Klicken ins Farbrad eine Farbe ausgewählt werden. Diese wird im rechten unteren Quadrat dargestellt. Mit den beiden 'Reglern' kann durch Anklicken die Helligkeit und Sättigung der im Farbrad dargestellten Farben verändert werden. Dies kann wiederholt werden bis die gewünschte Farbe im Quadrat steht. Durch Anklicken des Quadrates wird die Farbe in der Karte eingetragen. Durch Eingabe des Farbindex 0 im Dialogfenster wird der interaktive Farbauswahlmodus verlassen. Für die interaktive Farbauswahl sind nur die Farbindices 1 bis 128 zulässig!

- (8) 'color control'

Hier kann die Farbgebung bei 'color composite images' beein-

flusst werden, indem für jeden Kanal ein 'color offset' angegeben wird. Das ist eine Konstante die zu dem jeweiligen Videowert addiert wird. Dadurch kann der Kontrast des gesamten Bildes reduziert oder ein Farbstich ausgeglichen werden.

Mit der 'saturation power' kann die Farbintensität des Bildes gesteuert werden. Dabei wird eine Potenztransformation der Sättigung ausgeführt. Wenn eine Potenz kleiner 1 angegeben wird, steigt die Sättigung, bei einer Potenz grösser 1 wird sie verringert.

(9) PostScript output.

Mit dieser Option wird eine Kopie der am Bildschirm dargestellten Karte im PostScript®-Format auf dem File ZDF.PSC erstellt. Bei schwarz-weißen Druckern werden die Farbindices 1 bis 248 auf einen Graukeil von Schwarz bis Weiss abgebildet. Der PostScript®-File wird von einem separaten Batch-Job erstellt.

enter new title that will appear on the map (A20)

Der hier angegebene Titel erscheint oben rechts auf der Karte.

enter device for PostScript output:

[1] OL2115 (2) CS100 (3) VT600

Hier kann zwischen verschiedenen Ausgabegeräten gewählt werden:

1) Texas Instruments OmniLaser 2115 (sw, 300 dpi)

2) QMS ColorScript 100 (farbig, 300 dpi)

3) Laserdrucker (sw, 600 dpi)

Die Ausgabe über den OmniLaser 2115 erfolgt direkt am Geographischen Institut, die Ausgabe der beiden anderen Drucker über die Druckstation RZSPEZ im Rechenzentrum der ETH Zürich.

3.7. DIE BENUTZUNG DER DATENBANK MAB-DAVOS

Die Datenbank besteht aus einer Reihe von Rasterfiles, die im Rahmen des Projekts MaB-Davos in den Jahren 1980-1984 erstellt wurden. Die Daten liegen im ZDF-Format (SEIDEL 1976) vor. Die vorhandenen Daten sind in SEIDEL (1984) beschrieben.

Zum komfortablen Zugriff auf die Daten wurden auf der VAX-750 des Geographischen Instituts der ETH einige FORTRAN-Unterprogramme entwickelt und später auf die μ -VAX/GPX transferiert.

Tab. 11. Die Unterprogramme der Datenbank MaB-Davos.
Subroutines of the data based system MaB-Davos.

Unterprogramm	Funktion
MABDB	Öffnet die Datenbankfiles, initialisiert einige Variablen
CLMAB	Schliesst nicht benötigte Datenbankfiles
RDPIX	Sequentielles Lesen der Daten
GTPIX	'Direct access' Lesen der Daten

Alle Unterprogramme sind in folgender Bibliothek gespeichert:

DISK\$USER:[FISCHER.MABLIB]MABLIB.OLB

Die Unterprogramme kommunizieren untereinander und mit dem Benutzerhauptprogramm über COMMON-Blocks. Es müssen im Hauptprogramm nur die COMMON-Blocks deklariert werden, die Variablen enthalten, die tatsächlich benutzt werden. Diese COMMON-Blocks, die Variablendeklaration und Variablen Beschreibung stehen auf dem File

DISK\$USER:[FISCHER.MABLIB]MABDB.BLK

und können bei Bedarf in eigene Hauptprogramme kopiert werden.

3.7.1. Die COMMON-Blocks

Nach Aufruf der Unterprogramm RDPIX oder GTPIX stehen die Werte des jeweiligen Pixels in folgenden COMMON-Blocks:

(Alle Variablen sind vom Typ INTEGER, wenn nichts anders angegeben ist. In Klammern sind die möglichen Werte angegeben.)

COMMON /VEGET/	Daten aus File VEGET50D
VTYP(1-3)	kartierte Vegetationseinheiten (63)
VSIG(1-3)	Signatur (30)
VKOM	Komplexitätszahl (1-6)
COMMON /BODEN/	Daten aus File BODEN50DE
IBTYP(1,2)	1. und 2. Bodentyp (0-28)
IBTYP(3,4)	Gewichtung des Bodentyp (0-3)
IBTYP(5,6)	Untertyp des 1. und 2. Bodentyps (0-47)
IGEO	Gestein (0-14)
ISTYP(1-3)	Sondertypen: Vernässung, Blöcke, Fels (0-3)

ISTYP(4-6)	- " - für 2. Bodentyp
IGRUND(1-2)	Gründigkeit (0-3) des 1. und 2. Bodentyps
IKORN(1-2)	Körnigkeit (0-3) des 1. und 2. Bodentyps
ISKEL(1-2)	Skelettanteil (0-3) des 1. und 2. Bodentyps
COMMON /NUTZ/ INUTZ(1-5)	Daten aus File NUTZUNG Nutzung 1982,1965,1949,1929,1900 (0-10)
COMMON /DGM/ IHOE IEXP INEI IX PERI	Daten aus File MBDGM Höhe in mNN (m) Exposition (Grad) Neigung (Grad) z.Z. unbenutzt Perimeter: 1=innerhalb, 0=ausserhalb
COMMON /SIM/ VEGSIM	Daten aus File SZDAVOS82 simulierte Vegetation MAB 82 (BINZ und WILDI 1988) (79 Einheiten)
COMMON /NEUSIM/ VEGNEU(2)	Daten aus File VEGSIM 1. und 2. simulierte Vegetationseinheit (0-63)
COMMON /MOI/ MOIST MOIST(1)	Strahlung eff. Vegetationsperiode (0-255) [kJ/m ² /d/20000*255]
COMMON /STRAHL/ ISTRA(1) ISTRA(2) ISTRA(3) ISTRA(4)	Strahlung (File: STRAHL) direkte Strahlung Heuperiode [kW/h'a] " " Vegetationsperiode [kW/h'a] " " Heuperiode [kJ/m ² /d/20000*255] " " Vegetationsperiode [kJ/m ² /d/20000*255]
COMMON /APER82/ APER(1) APER(2) APER(3) APER(4):	Ausaperung (File: APER82) erstmals aper 1982 (aus File: AP82DAYA) (69 78 96 112 180)*2 letztmals Schnee 1982 (aus File: AP82DAYS) (55 69 78 96 112)*2 Mittelwert aus AP82A und AP82S 110: Ausaperung vor dem 110. Tag 360: Gletscher Ausaperungskategorien [1,8]
COMMON /LS5TM/ TM191(6)	Landsat Thematic Mapper 3-JUL-1985 Kanal 1-6,7 (0-255)
COMMON /WAHR/ VPROB1(64) VPROB2(64)	Wahrscheinlichkeiten der Vegetationseinheiten Wahrscheinlichkeiten für den 1. Bodentyp (0-255) " für den 2. Bodentyp (0-255)
COMMON /MORPHO/ MORPH	Daten aus File MORPH Morphotope

COMMON-Blocks zur Steuerung des Unterprogramms RDPIX

COMMON /RDPOPT/
 PERIOP (logical) Perimeteroption
COMMON /RDINC/
 INC Increment beim sequentiellen Lesen [def. 1]

3.7.2. Unterprogramm MABDB

Dieses Unterprogramm muss als erstes vor allen anderen aufgerufen werden. Es öffnet alle Datenfiles und initialisiert die Parameter für die anderen Unterprogramme. Dieses Unterprogramm hat keine Übergabeparameter.

Aufruf:

CALL MABDB

MABDB kann in einem Hauptprogramm mehrmals aufgerufen werden. Bei jedem Aufruf werden die internen Variablen zum sequentiellen Verarbeiten der Daten auf den Anfang gesetzt.

3.7.3. Unterprogramm CLMAB (CLose MAB-File)

Dieses Unterprogramm schliesst nicht benötigte Datenfiles. Dadurch kann der Ablauf der Programme beschleunigt werden.

Aufruf:

CALL CLMAB (lun)

'lun' ist die 'logical unit number' des Datenbankfiles.

Tab. 12. Nummern, Namen und Inhalt der Datenbankfiles.
Numbers, names and contents of data base files.

Nr.	File	Inhalt
11	VEGET50E	erhobene Vegetationskarte
12	MBDGM	Digitales Gelände Modell
13	BODEN50DE	Boden und Gestein
14	NUTZUNG	Landnutzung
15	SZDAVOS82	simulierte Vegetation von BINZ und WILDI (1988)
16	STRAHLUNG	simulierte Strahlung
17	APER82	Ausaperung
19	DISCH191_50M	Landsat Thematic Mapper Szene vom 3. Juli 1985
20	MORPH	Morphologie
21	VEGSIM	simulierte Vegetation
23	VEGPROB1	Wahrscheinlichkeiten des 1. Vegetationstyps
24	VEGPROB2	Wahrscheinlichkeiten der 2. Vegetationstyps

Tab. 12 gibt eine Übersicht die Nummern und Namen der Files, die mit den hier beschriebenen Unterprogrammen zugänglich sind.

3.7.4. Unterprogramm RDPIX (ReaD PIXel)

Dieses Unterprogramm dient zum sequentiellen Lesen der Daten innerhalb des Perimeters. Jeder Aufruf liefert die Werte eines Pixels. Der erste Aufruf liefert die Werte des ersten Pixels der ersten Zeile, die im Perimeter liegt.

Aufruf:

CALL RDPIX (*label)

'*label' hat die gleiche Funktion wie 'END=label' im FORTRAN READ-Statment.

Über den COMMON-Block 'COMMON/RDPOPT/PERI' mit der LOGICAL-Variablen PERI kann gesteuert werden, ob nur die Werte innerhalb des Perimeters gelesen werden sollen:

PERI=.TRUE. bewirkt, dass die Pixel ausserhalb des Perimeters übersprungen werden und bei jedem Aufruf die Werte eines Pixels im Perimeter gelesen werden. Nur im Digitalen Gelände Modell, in der Landsat Szene und in einigen Strahlungsfiles sind Werte ausserhalb vom Perimeter vorhanden.

3.7.5. Unterprogramm GTPIX (GeT PIXel)

Dieses Unterprogramm dient zum direkten Lesen eines bestimmten Pixels (direct access). Übergabeparameter sind die Landeskoordinaten des Pixels in Metern. Die Werte des Pixels stehen in den gleichen COMMON-Blocks wie beim Unterprogramm RDPIX.

Aufruf:

CALL GTPIX (LTCOOR,label)

LTCOOR: INTEGER; DIMENSION(2)

LTCOOR(1): X-Koordinate in m (N/S)

LTCOOR(2): Y-Koordinate in m (E/W)

label ist eine alternative RETURN- Adresse für Fehler

Z.B.:

LTCOOR(1)=187000

LTCOOR(2)=783500