

Zeitschrift: Botanica Helvetica
Band: 96 (1986)
Heft: 1

Artikel: Eine vegetationskundliche Datenbank der Schweiz
Autor: Sommerhalder, R. / Kuhn, N. / Biland, H.-P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-67194>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.10.2024

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

Eine vegetationskundliche Datenbank der Schweiz

R. Sommerhalder*, N. Kuhn*, H.-P. Biland, U. von Gunten**, D. Weidmann****

* Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf ZH, Schweiz

** Institut für Informatik, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Schweiz

Manuskript angenommen am 21. 3. 86

Abstract

Sommerhalder R., Kuhn N., Biland H.-P., von Gunten U., and Weidmann D. 1986. Data base for vegetation and plant communities of Switzerland. Bot. Helv. 96: 77–93.

The Swiss Federal Institute of Forestry Research has developed a data base for vegetation and plant communities based on the relational model. The logical data structures for this data base are described. All stored information is readily available. The data base facilitates phytosociological research in many ways. The data base contains the findings of relevés conducted according to J. Braun-Blanquet. It also includes information on the systematics of some 3500 flowering plants and ferns, 1200 mosses, and 300 lichens, as well as extensive data on ecology and site conditions. On completion the data base will include some 10,000 relevés covering the whole of the Swiss forests, of which around 3000 have already (1985) been integrated. (Transl. M. J. Sieber)

1 Einleitung

Das Ziel der forstlichen Vegetationskunde besteht in der Gliederung der Waldvegetation. Pflanzensoziologische Klassierungen müssen wissenschaftlichen Kriterien genügen, sollen aber auch praktischen Erfordernissen dienen. Waldbestände lassen sich mittels vegetationskundlicher Bestandesaufnahmen beschreiben. Dabei werden auf einer einheitlichen Stichprobenfläche sämtliche Pflanzensippen sowie ihre Mengenverhältnisse in verschiedenen Schichten aufgenommen. Die Individuen bilden zusammen eine Pflanzengemeinschaft. Solche Pflanzenbestände können aufgrund ihrer floristischen Zusammensetzung miteinander verglichen werden. Einander ähnliche Gemeinschaften bilden eine Pflanzengesellschaft. Pflanzengesellschaften – abstrakte, nicht in der Natur vorkommende Gebilde – ermöglichen die Klassierung der Vegetation.

Seit den späten zwanziger Jahren wird in Europa zur Charakterisierung der Waldvegetation hauptsächlich die Aufnahmemethode der Schule Zürich-Montpellier verwendet. Diese Methode geht auf J. Braun-Blanquet zurück. Er hatte sie, basierend auf Ansätzen von O. Heer, O. Drude u. a., aus Ideen von C. Schröter, E. Rübel und H.

Herrn Prof. Dr. E. Landolt zum 60. Geburtstag gewidmet.

Brockmann-Jerosch in Zürich sowie C. Flahault in Montpellier entwickelt. Braun-Blanquet beschrieb seine Aufnahmemethode erstmals 1928 in seiner „Pflanzensoziologie“. Nach ihr erstellten Pflanzensoziologen im Verlaufe von über sechzig Jahren allein im Schweizerwald weit über zehntausend vegetationskundliche Bestandesaufnahmen.

Dieses Aufnahmematerial ist für die meisten vegetationskundlichen Fragestellungen wichtig. Zum Beispiel konnten Ellenberg und Klötzli (1972) anhand von rund 5000 Vegetationsaufnahmen ihre „Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz“ bilden. Ellenberg hatte dazu ein Sichtlochkarten-Verfahren entwickelt, welches gestattete, „jeden aufgenommenen Pflanzenbestand mit jedem beliebigen anderen rasch zu vergleichen und alle Bestände nach ihrer Ähnlichkeit zu ordnen“ (cf. Müller-Dombois, Ellenberg 1974).

Für syntaxonomische Arbeiten stehen heute leistungsfähige Großcomputer mit Datenverwaltungssystemen zur Verfügung. An der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf wurde deshalb ein Projekt mit dem Ziel begonnen, alle vegetationskundlichen Waldbestandesaufnahmen (im folgenden kurz Aufnahmen genannt) zu sammeln und in einer Datenbank für die verschiedensten Zwecke zur Verfügung zu stellen. Zusammen mit bereits früher entwickelten methodischen Programmpaketen und der vorhandenen Hilfsorganisation bildet sie ein Informationssystem. In diesem Artikel sollen Aufbau und Verwendungsmöglichkeiten dieser vegetationskundlichen Datenbank vorgestellt werden.

2 Projekt vegetationskundliche Datenbank

2.1 Datenbank

Datenverwaltungssysteme für den praktischen Einsatz sind Errungenschaften der neueren Zeit. Ihre Weiterentwicklung auf der wissenschaftlichen Ebene ist noch in vol-

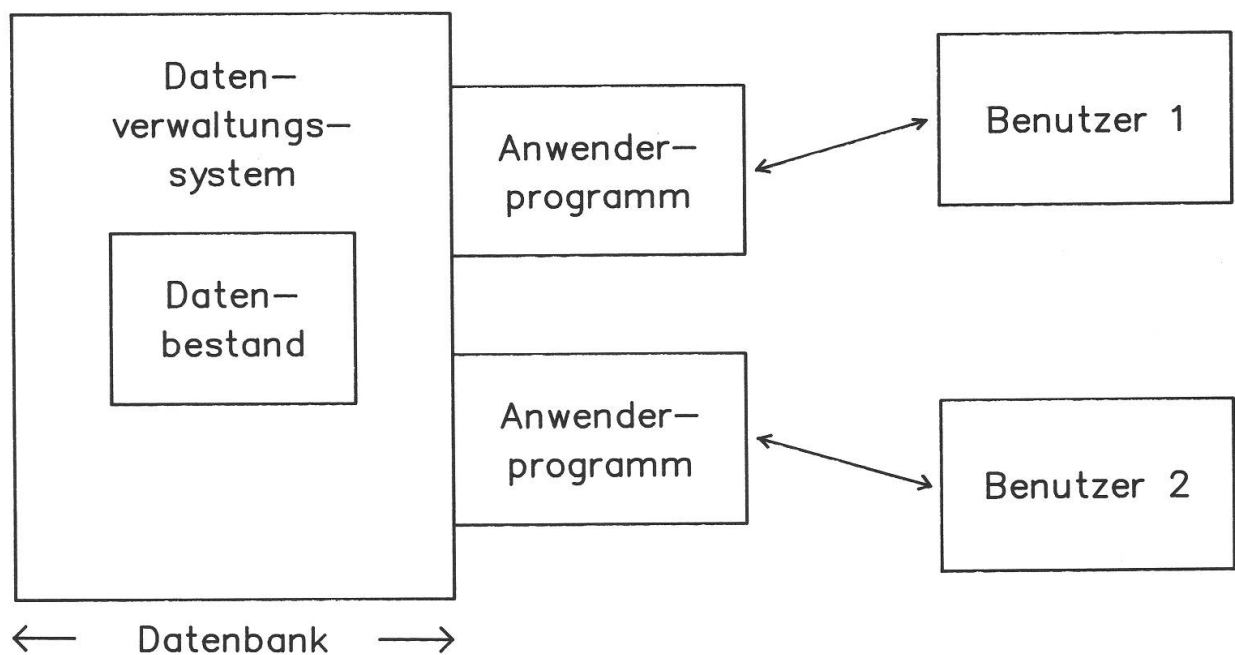


Abb. 1. Datenverwaltung als Vermittler zwischen Datenbestand und Benutzern. Auf den Datenbestand kann ausschließlich über das Datenverwaltungssystem zugegriffen werden.

lem Gange. Seit 1981 steht am Rechenzentrum der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich ein modernes relationales Datenverwaltungssystem zur Verfügung.

Eine Datenbank bezweckt – im Gegensatz zur herkömmlichen Dateiverarbeitung – die permanente Datenspeicherung. Die Daten werden als ein gemeinsames Gut mehrerer Benutzer gesehen. Mit Datenbank bezeichnet man den Datenbestand mitsamt dem Datenverwaltungssystem (siehe Abb. 1).

Die Daten sind vom Benutzer getrennt. Der Zugang zu den Daten wird vom Datenverwaltungssystem ermöglicht und kontrolliert. Der Anwender muß sich dabei nicht um die physische Struktur der Daten kümmern.

2.2 Begriffe

Zum besseren Verständnis des Folgenden seien hier einige Begriffe aus „Informationssysteme und Datenbanken“ von C. A. Zehnder erklärt:

Entität: individuelles Exemplar von Elementen der realen oder abstrakten Welt, z. B. *Galium odoratum* aus der Menge der Taxa

Entitätsmenge: Gruppierung von Entitäten mit gleichen oder ähnlichen Merkmalen, aber unterschiedlichen Merkmalswerten, z. B. Schichten, Taxa (vgl. Abb. 3)

Relation: Im Sinne des Relationenmodells dargestellte Entitätsmenge. Für praktische Zwecke kann unter dem Begriff „Relation“ eine Tabelle verstanden werden, deren Spalten den Attributen entsprechen und deren Zeilen als Tupel bezeichnet werden. Die Relationendefinition erlaubt die Anwendung der Mengenalgebra (Vereinigung, Durchschnitt, Differenz von Mengen) und der Relationenalgebra (Verbindung, Projektion).

Tupel: Zeile einer Relation, welche eine Entität repräsentiert. Die Anzahl Attribute variiert von Relation zu Relation. Bei zwei Attributen spricht man von einem Paar, bei drei von einem Tripel, bei vier von einem Quadrupel, etc. Der Begriff „n-Tupel“ (abgekürzt Tupel) ist eine Verallgemeinerung.

Identifikationsschlüssel: Schlüssel, dessen Wert jede Entität einer Entitätsmenge eindeutig identifiziert (Beispiele siehe Tab. 1)

Attribut: Beschreibung einer bestimmten Eigenschaft der Entitäten einer Entitätsmenge, z. B. Schichtnummer oder Artmächtigkeit in Entitätsmenge „Zuteilungen Schichten-Taxa-Aufnahmen“ (vgl. Tab. 1)

Globalattribut: Attribut, das mindestens in einer Relation im Identifikationsschlüssel vorkommt (Beispiele in Tab. 1)

Lokalattribut: Attribut, das nur in einer Relation und dort nicht im Identifikationsschlüssel vorkommt, z. B. Fläche in Relation „Aufnahmen“ (vgl. Tab. 1)

Konsistenz: Freiheit von Widersprüchen innerhalb einer Datenbank. Diese Widerspruchsfreiheit ist dann gegeben, wenn alle vordefinierten Konsistenzbedingungen erfüllt sind.

Transaktion: Operation auf einer Datenbank, bei der die Konsistenz erhalten bleibt. Eine Transaktion läßt die Datenbank in konsistentem Zustand zurück, wenn diese vor Beginn der Transaktion schon konsistent war.

2.3 Logische Datenstrukturen

Für den Entwurf eines Datensystems braucht man als Werkzeug ein Datenmodell. Dem verwendeten Datenbanksystem liegt das sog. erweiterte Relationenmodell zugrunde.

Der Entwurfsprozeß der logischen Datenstrukturen erfolgte nach Zehnder (1985). Er hat seine Normalisierungsschritte bzw. Konstruktionsregeln zusammenfassend folgendermaßen dargestellt (Abb. 2):

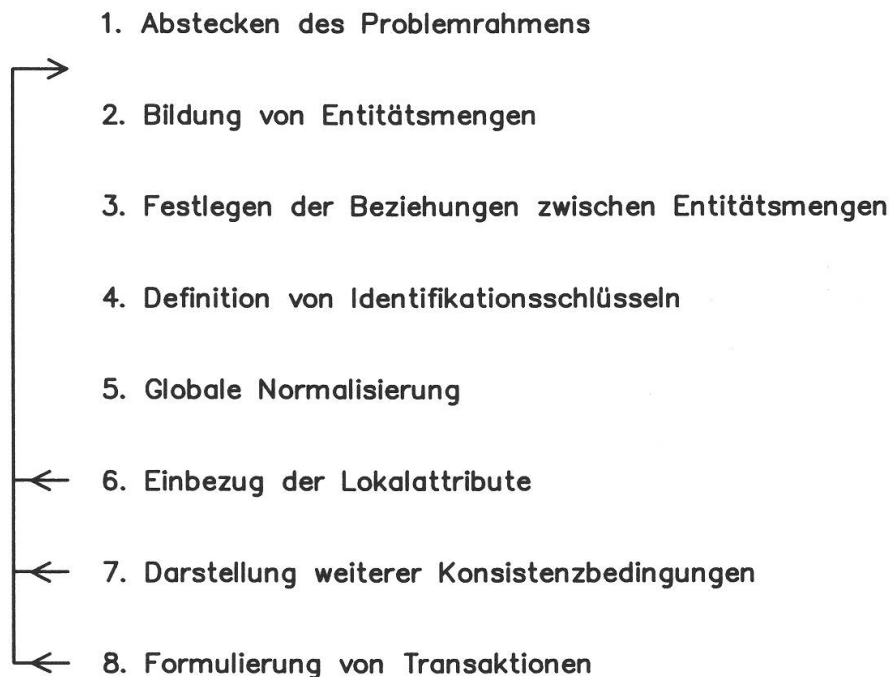
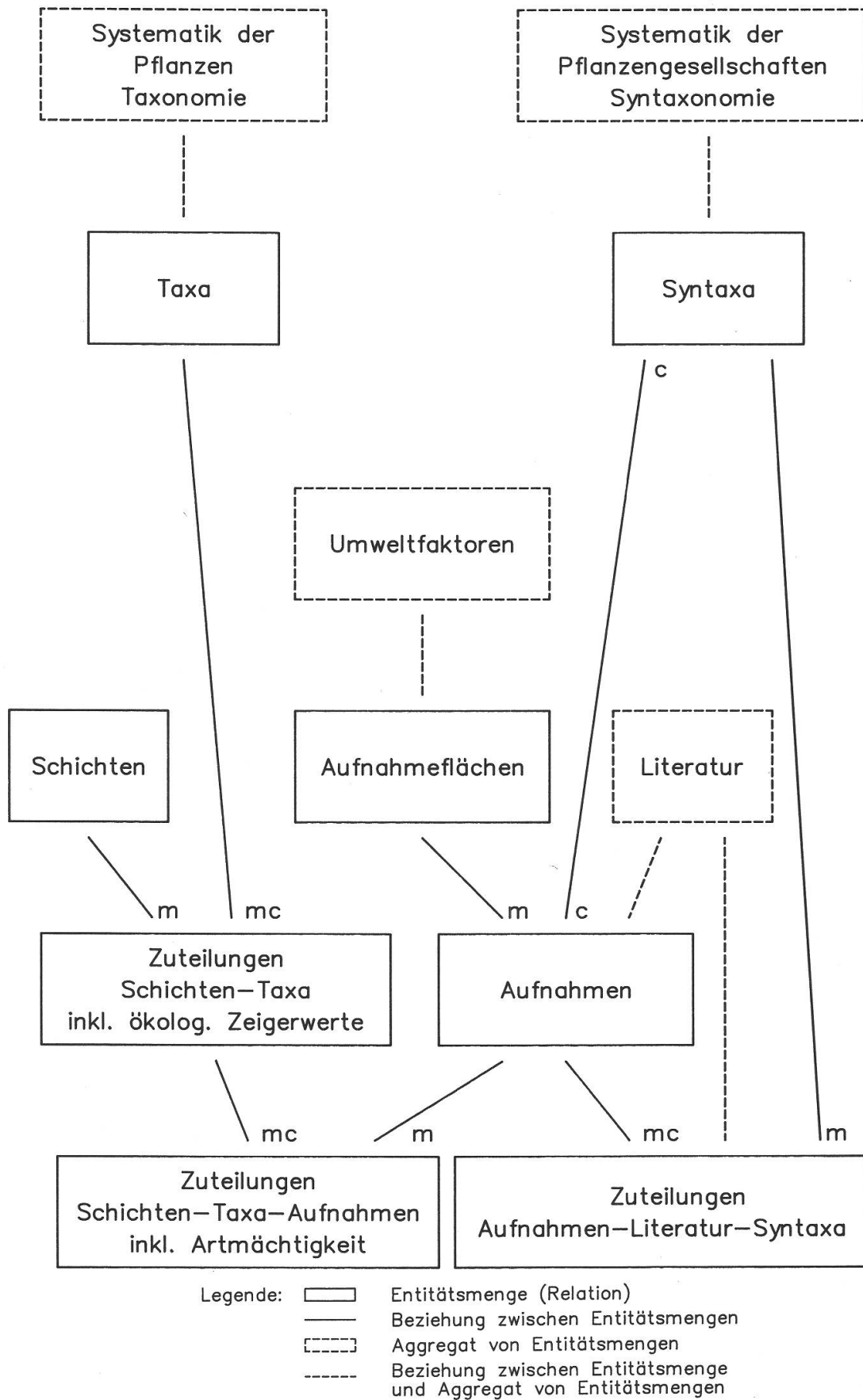


Abb. 2. Entwurfsprozess einer Datenbank im Überblick (nach Zehnder 1985). Eine Datenbank mit mehreren Entitätsmengen erreicht ihre optimale Datenstruktur in der Regel iterativ – in mehreren Verfeinerungsschritten.

Die optimale Datenstruktur kann gewöhnlich nicht auf Anhieb gefunden werden. Sie wird im Sinne eines iterativen Vorganges gemäß Abb. 2 solange verfeinert, bis sie den gewünschten Anforderungen entspricht. Als Resultat des Entwurfsprozesses erhält man die logischen Datenstrukturen, welche sich gut im Entitätenblockdiagramm darstellen lassen. Die Beziehungen zwischen Entitätsmengen können mit Linien angegeben werden. Das Entitätenblockdiagramm in Abb. 3 zeigt die logischen Datenstrukturen unserer vegetationskundlichen Datenbank der Schweiz, wobei einige Entitätsmengen im Sinne einer Vereinfachung zu „Aggregaten“ zusammengefaßt sind.

Die Entitätsmengen können durch Relationen im Sinne des Relationenmodells dargestellt werden, wobei jede Entitätsmenge durch eine Relation repräsentiert wird. Im relationalen Datenmodell sind die einzelnen Relationen über die Globalattribute mit-

Abb. 3. Logische Datenstruktur der vegetationskundlichen Datenbank der Schweiz (Entitätenblockdiagramm nach globaler Normalisierung, vereinfacht). 1: einfache Verknüpfung von Entitäten (im Blockdiagramm weggelassen). c: konditionelle Verknüpfung. m: multiple Verknüpfung. mc: multipel-konditionelle Verknüpfung.



Tab. 1. Vegetationskundliche Bestandesaufnahmen: Übersicht der Relationen und Attribute

<u>Klima</u> ¹	<u>Aufnahmen</u>
Klimastationsnummer SMA	Aufnahmenummer
Klimastationsname	<i>Aufnahmeflächennummer</i>
X-Koordinate (Süd-Nord-Richtung)	<i>Quellennummer</i>
Y-Koordinate (West-Ost-Richtung)	<i>Syntaxonnummer</i>
Höhe ü. M.	Fläche [m ²]
mittlere Temperatur Januar	Deckungsgrad Baumschicht [%]
mittlere Temperatur Februar	Deckungsgrad Strauchschicht [%]
mittlere Temperatur März	Deckungsgrad Krautschicht [%]
mittlere Temperatur April	Deckungsgrad Moosschicht [%]
mittlere Temperatur Mai	Höhe Baumschicht [m]
mittlere Temperatur Juni	Höhe Strauchschicht [cm]
mittlere Temperatur Juli	Höhe Krautschicht [cm]
mittlere Temperatur August	Aufnahmedatum
mittlere Temperatur September	Anzahl Arten
mittlere Temperatur Oktober	Herkunft der Aufnahme
mittlere Temperatur November	Tabellenummer
mittlere Temperatur Dezember	Laufnummer
mittlere jährliche Temperatur	Bezeichnung im Original
mittlere Niederschlagssumme Januar	Beurteilung der Vollständigkeit
mittlere Niederschlagssumme Februar	Vorkommen von Moosen/Mooskenntnisse
mittlere Niederschlagssumme März	des Autors
mittlere Niederschlagssumme April	Bodenprofil
mittlere Niederschlagssumme Mai	
mittlere Niederschlagssumme Juni	
mittlere Niederschlagssumme Juli	<u>Autoren von Quellen</u> ²
mittlere Niederschlagssumme August	Autorenummer
mittlere Niederschlagssumme September	Autorenabkürzung
mittlere Niederschlagssumme Oktober	Autorenname
mittlere Niederschlagssumme November	
mittlere Niederschlagssumme Dezember	
mittlere jährliche Niederschlagssumme	<u>Quellen</u> ²
	Quellenummer
<u>Aufnahmeflächen</u>	<i>Autorenummer</i>
Aufnahmeflächennummer	<i>Autorenummer</i> (1. Koautor)
X-Koordinate (Süd-Nord-Richtung)	<i>Autorenummer</i> (2. Koautor)
Y-Koordinate (West-Ost-Richtung)	<i>Autorenummer</i> (3. Koautor)
Höhe ü. M.	<i>Autorenummer</i> (4. Koautor)
Exposition	Quellenjahr
orographische Lage	Quellentyp
Neigung [%]	
<i>Klimastationsnummer SMA</i> (Regenmeßstation)	<u>Schichten</u>
<i>Klimastationsnummer SMA</i> (Klimastation)	Schichtnummer
Wärmestufe (inkl. Föhnverschiebung)	Schichtname

halbfett: Identifikationsschlüssel

kursiv: Globalattribute

¹ im Aggregat „Umweltfaktoren“ enthalten (Abb. 3)

² im Aggregat „Literatur“ enthalten (Abb. 3)

Tab. 1. (Fortsetzung)

<u>Taxa</u>	ökologische Zeigerwerte nach H. Ellenberg:
Taxonnummer	Lichtzahl
usw.	Temperaturzahl
	Kontinentalitätszahl
	Feuchtezahl
	Reaktionszahl
<u>Syntaxa</u>	Stickstoffzahl
Syntaxonnummer	Salzzahl
usw.	Lebensform
	Blattausdauer
	anatomischer Bau
<u>Zuteilungen Schichten-Taxa</u>	
Schichtnummer	<u>Zuteilungen Schichten-Taxa-Aufnahmen</u>
Taxonnummer	Taxonnummer
ökologische Zeigerwerte nach E. Landolt:	Aufnahmenummer
Feuchtezahl	Schichtnummer
Reaktionszahl	innerhalb/außerhalb Fläche
Nährstoffzahl	Artmächtigkeit
Humuszahl	
Dispersitätszahl	<u>Zuteilungen Aufnahmen-Literatur-Syntaxa</u>
Salzzeichen	Syntaxonnummer
Lichtzahl	Aufnahmenummer
Temperaturzahl	Quellenummer
Kontinentalitätszahl	Tabellenummer
Wuchs- oder Lebensform	Laufnummer

einander verbunden. Globalattribute erlauben die Manipulation der Relationen. Beispielsweise sind die Relationen „Aufnahmen“ und „Aufnahmeflächen“ über das Globalattribut „Aufnahmeflächennummer“ (vgl. Tab. 1) miteinander verknüpft.

3 Vegetationskundliche Daten

3.1 Systematik der Pflanzen

In der Datenbank sind die folgenden systematischen Ränge berücksichtigt (Anzahl Elemente in Klammern, kleinerer Schriftgrad: Angabe fakultativ):

- Abteilung (4)
 - Unterabteilung (2)
 - Klasse (15)
 - Unterklasse (9)
 - Reihe (88)
 - Familie (262)
 - Gattung (ca. 1500)
 - Artengruppe (192)
 - Art (über 5000)
 - Unterart, Varietät

Zu allen Sippen ist jeweils auch der Autor des Sippennamens angegeben. Indem die Datenbank auch Synonyme enthält, trägt sie dem Wandel taxonomischer Auffassungen

Rechnung. Die ersten für heutige Zwecke interpretierbaren Aufnahmen sind ja vor über sechzig Jahren erstellt worden. Die über 5000 gültigen Namen von Pflanzenarten verteilen sich auf rund 3500 Blütenpflanzen und Farne, 1200 Moose und 300 Flechten. Sie richten sich hauptsächlich nach folgenden Werken:

Hess, Landolt, Hirzel. 1967–72. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete,
 Tutin T. G. et al. 1964–80. Flora europaea,
 Augier J. 1966. Flore des Bryophytes,
 Frey E. 1969. Flechten.

3.2 Ökologische Zeigerwerte

Die Datenbank enthält die ökologischen Zeigerwerte sowohl von Landolt (1977) als auch von Ellenberg (1974). Die Zeigerwerte einer Sippe sind – streng genommen – nur für die einzelnen Schichten aussagekräftig. Deshalb befinden sie sich in der Relation „Zuteilungen Schichten-Taxa“ (vgl. Abb. 3 und Tab. 1).

3.3 Systematik der Pflanzengesellschaften

Beim heutigen Wissensstand ist manche syntaxonomische Gliederung noch hypothetisch. In der Datenbank sind deshalb die von den Autoren der Vegetationsaufnahmen angegebenen Gesellschaftszugehörigkeiten verschiedenen Klassifikationssystemen zugeordnet. Wir haben die folgenden systematischen Ränge berücksichtigt (kleinerer Schriftgrad: Angabe fakultativ):

geographisch-standörtliche Gruppe (Formation)
 Klasse
 Unterklasse
 Ordnung
 Unterordnung
 Verband
 Unterverband
 Assoziation
 Subassoziation
 Variante, Fazies

3.4 Umwelt

Die Datenbank enthält auch die Klima- und Regenmeßstationen des Netzes der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA). Zu den über 450 Regenmeßstationen sind monatliche und jährliche Niederschlagssummen und zu 184 Stationen davon auch monatliche und jährliche Temperaturmittelwerte gespeichert (vgl. Tab. 1). Alle Daten stammen von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Sie können einerseits separat für sich, andererseits in Verbindung mit Vegetationsaufnahmen verarbeitet werden. Jede Aufnahme ist mit der am nächsten gelegenen repräsentativen Regenmeß- bzw. Klimastation verknüpft.

In der Datenbank sind schließlich auch die in der „Wärmegliederung der Schweiz“ (1977) erfaßten Wärmestufen verfügbar und mit den Vegetationsaufnahmen verbunden. Die als Grundlagen der Raumplanung erstellten Karten basieren auf phänologischen Geländeaufnahmen.

3.5 Vegetationskundliche Bestandesaufnahmen

Daten von Vegetationsaufnahmen befinden sich in den Relationen „Aufnahmeflächen“, „Aufnahmen“, „Zuteilungen Schichten-Taxa-Aufnahmen“ und „Zuteilungen Aufnahmen-Literatur-Syntaxa“ sowie im Aggregat „Literatur“, welches die beiden Relationen „Autoren von Quellen“ und „Quellen“ zusammenfaßt. Vor dem Abspeichern von Vegetationsaufnahmen müssen die hierarchisch übergeordneten Relationen (bzw. Aggregate) „Schichten“, „Taxa“, „Umweltfaktoren“ und „Syntaxa“ gefüllt sein. In Tab. 1 sind die Attribute einer Auswahl von Relationen der Datenbank aufgelistet. Wie die Relationen miteinander verknüpft sind, ist aus dem Entitätenblockdiagramm ersichtlich (Abb. 3). Die Verbindung erfolgt über die in Tab. 1 mit Kursivschrift dargestellten Globalattribute; der durch Halbfettdruck hervorgehobene Identifikationschlüssel erscheint jeweils auch in der hierarchisch untergeordneten Relation wieder.

Die Daten der vegetationskundlichen Bestandesaufnahmen werden zur Zeit von Hand auf verschiedenen Formulartypen erfaßt. Dafür besteht eine Anleitung mit einer Beschreibung der Daten. Bis Ende 1985 wurden auf diese Weise 3157 Waldbestandesaufnahmen aufbereitet und in der vegetationskundlichen Datenbank gespeichert. Für die Zukunft muß ein Datenerfassungssystem entwickelt werden, welches die Bereitstellung der Daten unter Umgehung der zeitraubenden Schreibearbeit ermöglicht.

4 Abfragen

Die in einer Datenbank gespeicherten Daten können sowohl in freien als auch in standardisierten Abfragen benutzt werden.

Freie Abfragen erfolgen in einem Anwenderprogramm und setzen somit Kenntnisse der Datenmanipulationssprache und der Datenbank auf der konzeptionellen Ebene voraus. Sie kommen für Leute mit entsprechenden EDV- und Datenbankkenntnissen in Frage.

Für gelegentliche Benutzer ohne diese Voraussetzungen sind standardisierte Abfragen zweckmäßig. Dafür besteht ein Abfrageprogramm, welches alle wichtigen Relationen umfaßt. Standardisierte Abfragen ermöglichen im Fall der vegetationskundlichen Datenbank die Suche nach Aufnahmen über Suchschlüsselkombinationen, welche in freier Wahl zusammengestellt werden können (siehe Beispiele in Tab. 2). Unter standardisierten Abfragen versteht man solche, bei denen die Datenauswahl und -ausgabe über Parameter erfolgt. Im Abfrageprogramm der vegetationskundlichen Datenbank sind folgende Parameter implementiert:

- Datenauswahl: **Eigenschaften (Wahl der Attribute)**
Fragetyp (Wahl der Relationen)
- Datenausgabe: **Aufnahmen (Attribut der Relation Aufnahmen)**
Anzahl der Aufnahmen

Die Parameter der Datenausgabe könnten theoretisch beliebig vermehrt werden. Aus technischen Gründen ist es aber zweckmäßiger, zusätzlich benötigte Angaben mit separaten Programmen bereitzustellen. Üblicherweise interessiert man sich für Daten aus den folgenden Merkmalsgruppen:

- Bestandesfläche (geographische, topologische, orographische Lage, Klima, usw.)
- Bestandesstruktur (Höhe und Deckungsgrad der Schichten, usw.)
- Sippenzusammensetzung (Taxonomie, Wuchsformen, ökologische Zeigerwerte, usw.)
- pflanzensoziologische Zugehörigkeiten (Syntaxonomie)

Tab. 2. Beispiele von standardisierten Abfragen

| Bedingungen für Attribute | Relation | Fragetyp |
|--|------------------------------------|--------------------|
| Aufnahmenummer vor 1955 | Aufnahmen | AUFNA |
| Höhe ü. M. unter 1200 m,
Südexposition (SE bis SW) | Aufnahmeflächen
Aufnahmeflächen | FLAEC |
| Neigung über 60% (Steilhänge),
Jahresmitteltemperatur unter 3 °C | Aufnahmeflächen
Klimastationen | FLAEC-KLIM2 |
| mindestens 1 Vertreter aus Kennartengruppe A
und keiner aus Kennartengruppe B | Taxa | SIPPE |
| ökologischer Zeigerwert
(z. B. mind. 2 Vertreter mit Humuszahl = 1) | Schichten-Taxa | SCHSI |
| Koordinaten (z. B. Rechteck),
Niederschlagssumme Juni–August
unter 350 mm, | Aufnahmeflächen
Klimastationen | FLAEC-KLIM 1-SIPPE |
| Artmächtigkeit eines Taxons in bestimmter
Schicht > = 3 | Taxa | |

Für einfachere standardisierte Abfragen benötigt man rund fünf bis fünfzehn Minuten zum Vorbereiten und Starten des Programms. Die Antwort erfolgt in der Regel innerhalb von einigen Minuten. Für einen Durchlauf bei durchschnittlicher Belastung des Computers benötigt zum Beispiel die dritte standardisierte Abfrage in Tab. 2 etwa acht Minuten. Dabei beansprucht das Programm knapp drei Minuten reine Rechenzeit bei einem Hauptspeicherbedarf von etwa 0,5 MByte. Für kompliziertere Abfragen muß oft über eine Viertelstunde Rechenzeit beantragt werden, was zu einer tiefen Priorität in der Warteschlange führt (zum Beispiel vierte, fünfte und sechste Abfrage in Tab. 2). Das Ergebnis ist in solchen Fällen nach einigen Stunden oder am nächsten Tag verfügbar.

Außerdem entwickelten von Gunten und Weidmann (1983) zu Testzwecken für einen Teil der Datenbank eine parametrisierte Abfragesprache. Sie verwendet eine eigene Syntax und verlangt somit keine Kenntnisse der Datenmanipulationssprache. Die Benutzerfreundlichkeit schlägt sich allerdings in höheren Rechen- und Antwortzeiten nieder.

5 Vegetationskundliche Anwendungen

Der Benutzer einer vegetationskundlichen Datenbank möchte in der Regel die ausgewählten Daten weiter verarbeiten oder graphisch darstellen. Auf die bereits realisierten Möglichkeiten soll in diesem Abschnitt hingewiesen werden.

Die Datenbank kann über Schnittstellenprogramme Daten liefern für diverse vegetationskundliche Programmpakete. Diese sind in den folgenden Publikationen beschrieben:

- Beschreibung Programmpaket Schweizerkarte (Jud 1985)
- Ein Bestimmungsschlüssel für die Waldgesellschaften der Schweiz (Keller 1979)
- VEGTAB, ein Computerprogramm als Hilfe zur tabellarischen Vegetationsgliederung (Kuhn 1983)

Vegetationskundliche Waldbestandesaufnahmen

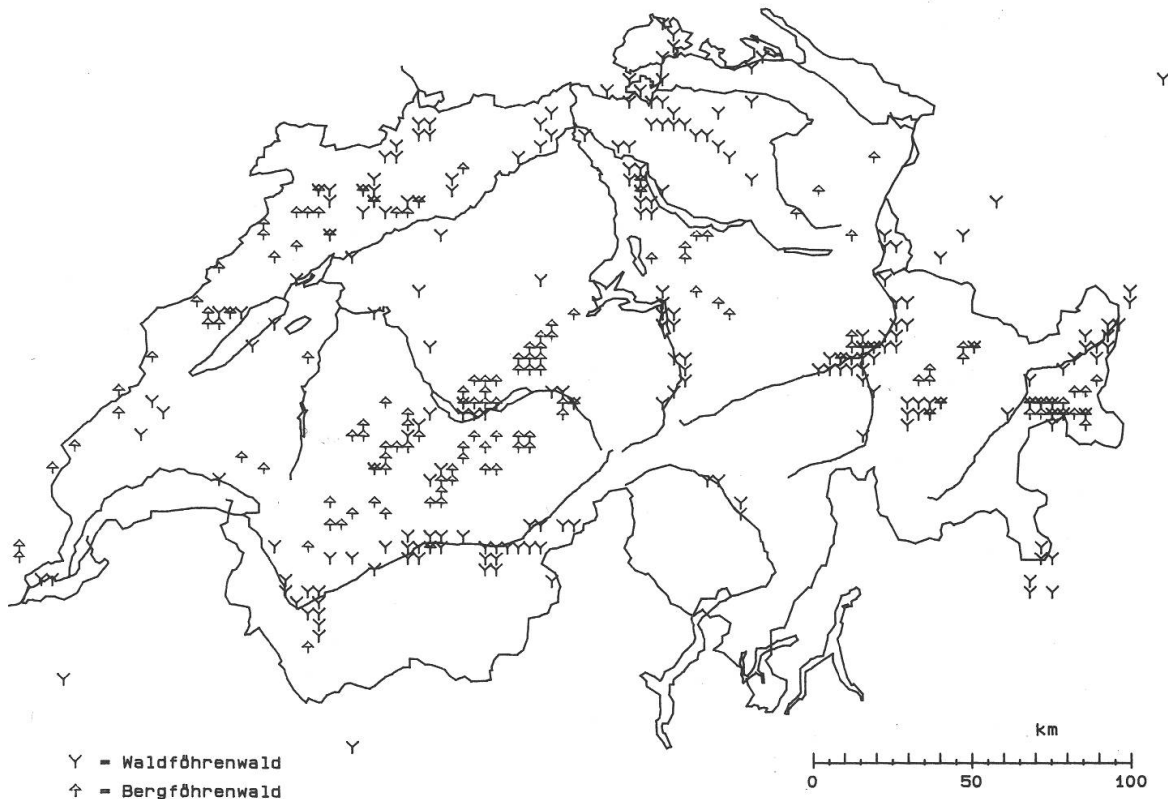


Abb. 4. Vegetationsaufnahmen in Wald- und Bergföhrenwäldern der Schweiz. Rasterkarte: Das Vorhandensein eines Symbols bedeutet, daß im betreffenden Raster, welcher einem Quadrat mit der Seitenlänge 3,5 km entspricht, mindestens eine Aufnahme der Gesellschaft liegt. Die Originalvorlage ist als Plotterprodukt mehrfarbig.

- KLIMAPLOT, eine EDV-Routine zur Erstellung von Klimadiagrammen (Ostendorf, Lieth, Lehker 1981)
- Management and multivariate analysis of vegetation data (Wildi, Orlóci 1983)

Die Schweizerkarte in Abb. 4 und die Kantonskarte in Abb. 5 wurden mit dem Programmpaket Schweizerkarte erstellt. Sie zeigen die geographische Lage von Aufnahmen aus der vegetationskundlichen Datenbank.

Abb. 6 ist ein weiteres Beispiel einer graphischen Anwendung: eine Darstellung der Verteilung von Höhe, Exposition und Neigung ausgewählter Aufnahmen bzw. der Pflanzengesellschaft, welche diese bilden. Den Abb. 5 und 6 liegen 34 Aufnahmen von J. Braun-Blanquet im Kanton Graubünden aus dem *Ononido-Pinetum silvestris* zugrunde:

| | | |
|------------------------|--------------|--------------|
| Braun-Blanquet 1946 | Tab. 1 | 12 Aufnahmen |
| Braun-Blanquet 1946–73 | unpubl. Tab. | 18 Aufnahmen |
| Braun-Blanquet 1959 | Tab. 1 | 4 Aufnahmen |

Für sämtliche Zeichnungen wurde die Erlanger Plotsoftware (1985) verwendet.

Die Datenbank zusammen mit ihren vegetationskundlichen Anwendungen, insbesondere den Schnittstellen zu weiterführenden Methodenpaketen, ergeben ein vielseitig einsetzbares Informationssystem (cf. Zehnder 1985). Der Benutzer erhält über einen

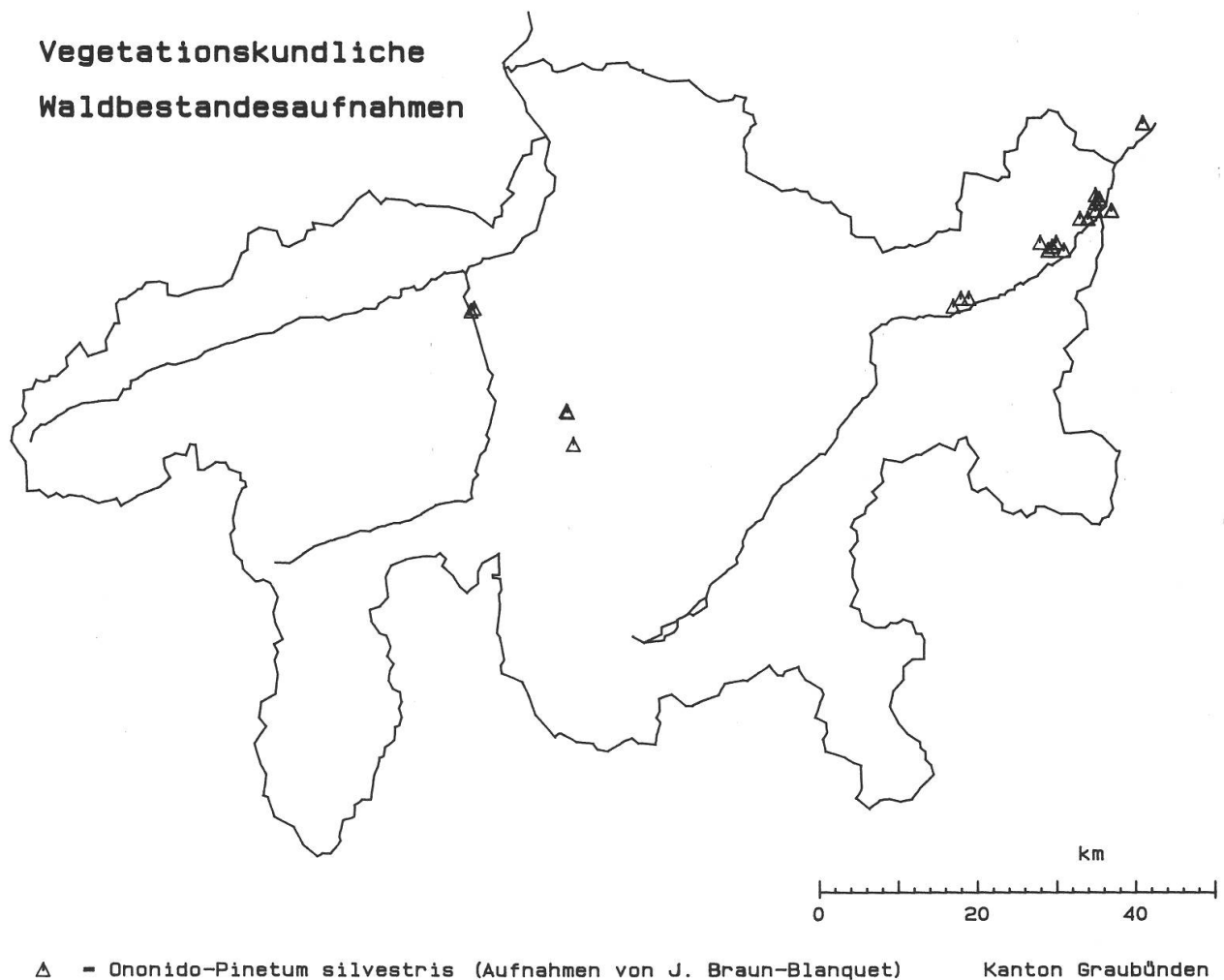


Abb. 5. Vegetationsaufnahmen des Ononido-Pinetums von J. Braun-Blanquet im Kanton Graubünden. Die Symbole bezeichnen die geographische Lage einzelner Aufnahmen (Braun-Blanquet 1946, 1946–73, 1959), welche der Autor dem Ononido-Pinetum zuordnet. Von den insgesamt 34 Aufnahmen sind uns die genauen Koordinaten einiger Aufnahmen nicht bekannt. Die Originalvorlage ist als Plotterprodukt mehrfarbig.

Vegetationskundler mit koordinierenden Aufgaben Zugang zur Daten- und Methodenbank. Wenn nötig kann dieser auch zusätzliche Nachforschungen anstellen (Bibliothek, Feldnotizen von Vegetationsaufnahmen, Verifizierung im Gelände, usw.).

6 Beziehungen zwischen der vegetationskundlichen Datenbank der Schweiz und anderen Datensystemen

6.1 Andere Inventare der Schweiz

- Pflanzensoziologische Kartierung der Schweiz (Béguin, Hegg, Zoller 1974)
- Landschaftsdatsystem (Wildi 1981)
- Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (Welten, Sutter 1982)
- Schweiz. Landesforstinventar (Mahrer, Vollenweider 1983)
- Naturräumliches Inventar der Schweizer Moosflora (Urmi, in Bearbeitung)

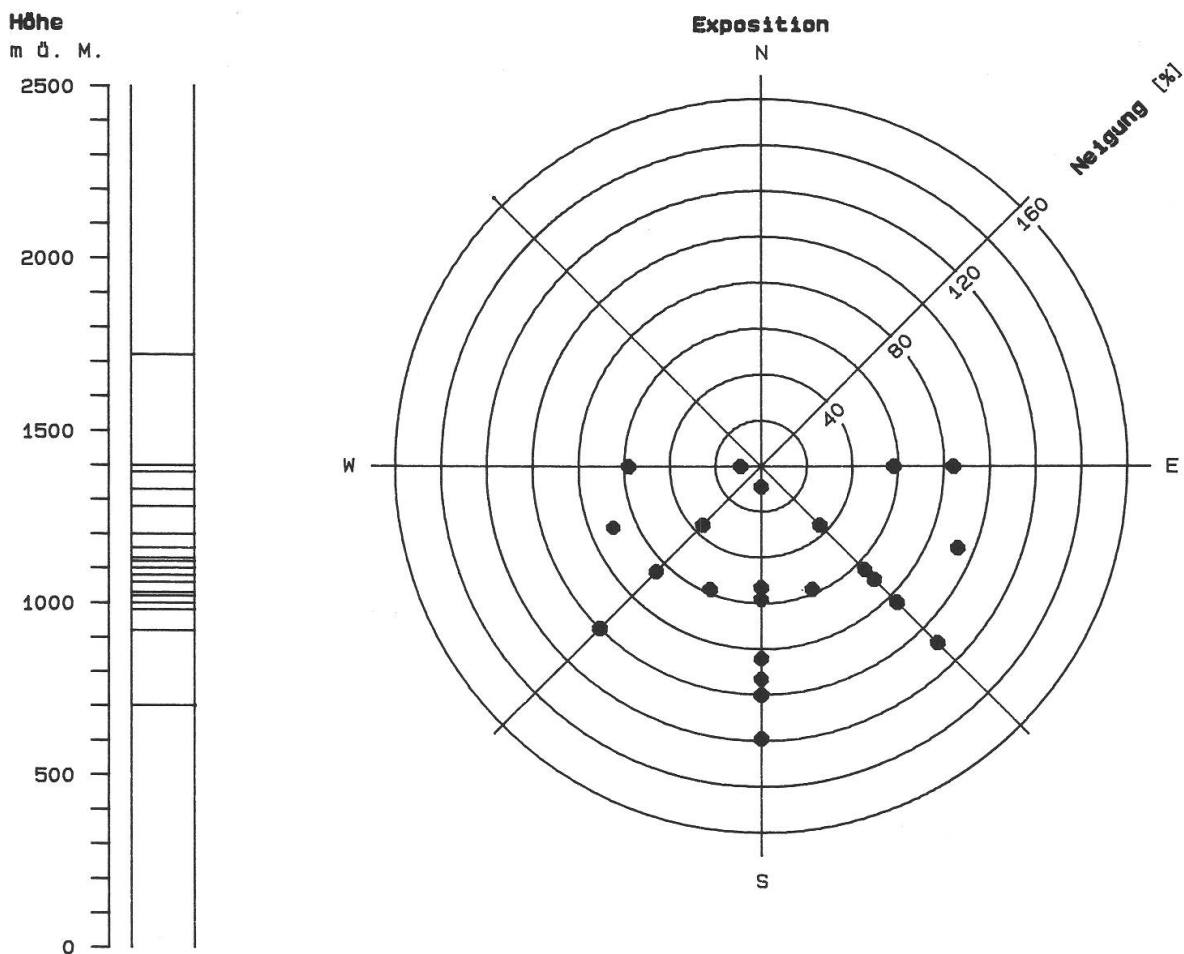
Ononido-Pinetum silvestris (Aufnahmen von J. Braun-Blanquet)

Abb. 6. Vegetationsaufnahmen des Ononido-Pinetums von J. Braun-Blanquet im Kanton Graubünden. Die Symbole bezeichnen die Verteilung von Höhe, Exposition und Neigung einzelner Aufnahmen (Braun-Blanquet 1946, 1946–73, 1959; insgesamt 34 Aufnahmen). Bei identischen Werten zeichnet das Programm das betreffende Symbol an der gleichen Stelle mehrmals übereinander.

Obwohl diese Inventare und die vegetationskundliche Datenbank der Schweiz unterschiedliche Daten mit einer anderen logischen Struktur umfassen, überschneiden sie sich in Teilbereichen. Daraus lassen sich interessante Querverbindungen herstellen. Vegetationskundliche Daten können so miteinander verglichen und bearbeitet werden.

6.2 Ausländische vegetationskundliche Datenbanken

Vegetationskundliche Datenbanken sind uns von den Nachbarländern BR Deutschland, Frankreich und Italien bekannt. Es handelt sich um die folgenden Institutionen:

BR Deutschland

- Institut für landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenbau, Technische Universität München
- Institut für Geographie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster (Durwen 1982)

Frankreich

- Laboratoire de Taxonomie végétale expérimentale et numérique associé au C.N.R.S., Université de Paris-Sud (Centre d'Orsay)
- Laboratoire de Taxonomie expérimentale et de Phytosociologie, Université de Besançon (Schmitt et Volpe 1980)
- Institut de Botanique, Université de Strasbourg (Ruffray et al. 1985)

Italien

- Istituto botanico, Università di Roma (Lagonegro 1982)

7 Ausblick

Die Datensammlung läßt sich nach allen möglichen Gesichtspunkten auswerten. Wir erwarten besonders in den folgenden Bereichen Impulse auf die Vegetationsforschung:

1. Syntaxonomie

- Überprüfung, Erweiterung und Verfeinerung bestehender Gesellschaftssysteme (Kenn-, Trennarten)
- Überprüfung soziologischer und ökologischer Artengruppen
- Kartierungsschlüssel
- Erkennen (und Schließen) von Lücken (geographisch, thematisch, usw.)

2. Pflanzengeographie

- Verbreitung von Pflanzensippen
- Gebietsflore

3. Sukzession

- Änderungen des Pflanzenbestandes aufgrund endogener und exogener Einflüsse (Schadstoffe)

4. Pflanzenökologie

- Beziehungen zwischen Pflanzen und Standortfaktoren

5. waldbauliche Planung/forstliche Ertragskunde

- Baumartenwahl (Verjüngung, Aufforstung)
- Wuchsleistungen der Baumarten in verschiedenen Pflanzengesellschaften

6. Naturschutz

- schützenswerte Pflanzengesellschaften
- Landschaftsveränderungen

8 Technische Aspekte

8.1 Hardware

Die vegetationskundliche Datenbank der Schweiz befindet sich am Rechenzentrum der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Dieses verfügt unter anderem über drei Großrechner der Modelle Cyber 170 bzw. 174 von Control Data Corporation (CDC). Die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen ist dem Rechenzentrum über eine Fernleitung angeschlossen.

8.2 Datenverwaltungssystem

Diese vegetationskundliche Datenbank wurde mit dem Datenverwaltungssystem „Information Management Facility“ (IMF) von CDC erstellt, welches seit 1981 unter

dem Betriebssystem EMOS (Batch-Verarbeitung) installiert ist. Mittlerweile ist auch das Betriebssystem NOS/VE verfügbar. Wir planen, die Datenbank so bald als möglich auf die interaktive Version von IMF umzustellen.

Information Management Facility verfügt über eine selbständige Datendefinitionssprache und eine prozedurale, eingebettete Datenmanipulationssprache (Begriffe nach Zehnder 1985). Das Datenmodell baut auf dem 3-Schema-Konzept (ANSI-SPARC) auf; konzeptionelle, interne und externe Schemata werden separat kompiliert. Das Programmpaket IMF erlaubt:

- Daten zu speichern (logische Datenstruktur, physische Speicherung, Teilsichten)
- Anwenderprogramme in Fortran, Cobol und Pascal zu schreiben, die durch spezielle IMF-Prozeduraufrufe ergänzt werden.

Die Datenbank enthält neben einer Metadatenbank acht Datenfiles. Der Datenbestand umfaßt bei 3157 Vegetationsaufnahmen rund 50 MByte. Die Komplexität der Datenbank, welche sich an der Zahl der Relationen messen läßt, ist mittel bis hoch. In bezug auf Datenumfang und Komplexität liegt die Datenbank nach Zehnder (1985, S. 203) im mittleren Einsatzbereich von Standard-Datenverwaltungssystemen. Als praktischer Hinweis möge dienen, daß sich zur Zeit die gesamte Datenbank gut auf zwei Magnetbändern absichern läßt.

9 Zusammenfassung

An der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen steht eine vegetationskundliche Datenbank zur Verfügung. Eine Datenbank ist eine Datensammlung, verbunden mit einem Datenverwaltungssystem, das ausschließlich den Zugriff erlaubt.

Mit der Anwendung von Datenverwaltungssystemen in der Vegetationskunde eröffnen sich bequeme und schnelle Wege der pflanzensoziologischen Arbeit. Insbesondere wird Wissen in der Datenbank nicht nur gespeichert, sondern ist dort auch jederzeit verfügbar. Außerdem ist der Umfang des Datenmaterials mittlerweile derart gewachsen, daß nur mit Hilfe einer Datenbank die Übersicht bewahrt bzw. neu gewonnen werden kann.

Der Entwurf eines Datensystems setzt ein Datenmodell voraus, welches die reale Welt für eine systematische Darstellung zugänglich macht. Das Relationenmodell, welches als Datenstruktur die Tabelle verwendet, hat sich als besonders erfolgreich erwiesen. In dieser Arbeit werden die logischen Strukturen einer vegetationskundlichen relationalen Datenbank vorgestellt.

Pflanzenbestände und pflanzensoziologische Systeme weisen eine große Zahl von Eigenschaften auf. Im Relationenmodell müssen diese Merkmale zu einheitlichen Gruppen zusammengefaßt und die vielfältigen gegenseitigen Beziehungen zwischen ihnen definiert werden.

Diese vegetationskundliche Datenbank sollte im Endausbau sämtliche Vegetationsaufnahmen des Schweizer Waldes umfassen. Ende 1985 enthält sie bereits über 3000 Waldbestandesaufnahmen der Schweiz und angrenzender Gebiete. Die Datenbank enthält außerdem eine Reihe weiterer ökologischer und standortkundlicher Daten.

Die vegetationskundliche Datenbank der Schweiz steht Interessenten zur freien Benützung offen. Das Abfrageprogramm und die übrigen Anwenderprogramme werden gern zur Verfügung gestellt.

An die Autoren und Besitzer von Vegetationsaufnahmen

Nach unseren bisherigen Erfahrungen sind viele publizierte Vegetationsaufnahmen mit erheblichen Übertragungs- oder Setzfehlern behaftet. Wir erfassen deshalb die Aufnahmen möglichst nach Originalen. Oft enthalten Feldnotizen auch willkommene Angaben zu den beschriebenen Beständen, die in die Publikation keinen Eingang gefunden haben. Soweit Feldnotizen von publizierten Vegetationsaufnahmen noch existieren, sind wir sehr dankbar, wenn sie uns zur Verfügung gestellt werden. Außerdem interessieren wir uns auch für unveröffentlichte Vegetationsaufnahmen in internen Berichten, Gutachten, Diplomarbeiten, usw. Wir möchten in der vegetationskundlichen Datenbank der Schweiz möglichst alle Waldaufnahmen berücksichtigen und sind deshalb auf Ihre Mitarbeit angewiesen!

Wir danken allen Mitarbeitern der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, welche am Projekt mitgewirkt haben. Ein besonderer Dank gebührt Frau H. Tanner sowie den Herren R. Amiet und H.-P. Urech, welche Daten aus der Literatur erfaßten und aufbereiteten. Wir danken besonders auch allen Pflanzensoziologen, welche ihre unveröffentlichten Vegetationsaufnahmen für die Datenbank zur Verfügung stellten oder uns bei Fragen zu publizierten Tabellen behilflich waren. Für Beratung in klimatologischen Fragen und die Überlassung von Daten, insbesondere diejenigen der Klimadatenbank, danken wir den Herren Dr. G. A. Gensler und H. Bantle von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt. Herr Prof. Dr. E. Landolt, Geobotanisches Institut ETH, stellte uns bereitwillig seine ökologischen Zeigerwerte in digitalisierter Form zur Verfügung. Die Zeigerwerte Ellenbergs erhielten wir freundlicherweise von den Herren Prof. Dr. G. Spatz und J. Benz von der Technischen Universität München. Zu ganz besonderem Dank sind wir Herrn Prof. Dr. C. A. Zehnder und seinen Mitarbeitern vom Institut für Informatik verpflichtet. Prof. Zehnder beteiligte sich an unserem Datenbankprojekt mit zwei Semesterarbeiten in den Wintern 1981/82 resp. 1982/83 mit insgesamt drei seiner Studenten.

Literatur

- Augier J. 1966. Flore des Bryophytes. Lechevalier, Paris, 702 p.
- Béguin C., Hegg O., Zoller H. 1974. Landschaftsökologisch-vegetationskundliche Bestandesaufnahme der Schweiz zu Naturschutzzwecken. Verh. Ges. f. Ök., Erlangen, 245–251.
- Biland H.-P. 1982. Eine vegetationskundliche Datenbank der Schweiz (Teilprojekt). Semesterarbeit Inst. f. Informatik ETH Zürich, nicht publ.
- Braun-Blanquet J. 1928. Pflanzensoziologie. Springer, Wien, 330 S. (Neuaufgaben 1951 und 1964).
- Braun-Blanquet J. 1946. Über den Deckungswert der Arten in den Pflanzengesellschaften der Ordnung Vaccinio-Piceetalia. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden 80: 115–119.
- Braun-Blanquet J. 1946–73. Föhrenwälder, Kanton Graubünden und Österreich. Nicht publ.
- Braun-Blanquet J. 1959. Die Vegetation der nordbündnerischen Föhrenwälder. Vegetatio 8: 235–249.
- Durwen K.-J. 1982. Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV – Voraussetzungen, Instrumentarien, Methoden und Möglichkeiten. Arb.ber. Lehrst. Landschaftsökol. Münster 5, 138 S.
- Eidg. Justiz- und Polizeidepartement. 1977. Wärmegliederung der Schweiz. Bern, 69 S.
- Ellenberg H. 1974. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta geobotanica 9, 1. Aufl. 1974, 97 S. (Neuaufgabe 1979).
- Ellenberg H., Klötzli F. 1972. Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchsw. 48: 587–930.
- Erlanger Grafik System an der ETH Zürich (Version 2.01 M). 1985. Rechenzentrum ETH Zürich, nicht publ.

- Frey E. 1969. Flechten. Hallwag, Bern 89: 64 S.
- Gunten U. von, Weidmann D. 1983. Eine vegetationskundliche Datenbank der Schweiz (Teilprojekt). Semesterarbeit Inst. f. Informatik ETH Zürich, nicht publ.
- Hess H. E., Landolt E., Hirzel R. 1976–80. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Birkhäuser, Basel, 2. Aufl., I: 858 S., II: 956 S., III: 876 S.
- Jud B. 1985. Beschreibung Programmpaket Schweizerkarte (Version CDC). Eidg. Anstalt forstl. Versuchsw., 14 S., nicht publ.
- Keller W. 1979. Ein Bestimmungsschlüssel für die Waldgesellschaften der Schweiz. Schweiz. Zeitschr. Forstw. 3: 225–249.
- Kuhn N. 1983. VEGTAB, ein Computer-Programm als Hilfe zur tabellarischen Vegetationsgliederung. Tuexenia 3: 499–522.
- Lagonegro M. et al. 1982. Un software per banche dati di flore territoriali, estendibile alla vegetazione. Consiglio nazionale delle ricerche AQ/5/38, Udine, 160 p.
- Landolt E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich 64, 208 S.
- Mahrer F., Vollenweider C. 1983. Das Landesforstinventar der Schweiz. Ber. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw. 247, 26 S.
- Mueller-Dombois D., Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley, New York, 547 p.
- Ostendorf B., Lieth H., Lehker H. 1981. KLIMAPLOT, eine EDV-Routine zur Erstellung von Klimadiagrammen. Veröff. Geobot. Inst. ETH 77: 149–171.
- Ruffray P. de et al. 1985. La banque de données phytosociologiques de l'institut de botanique de Strasbourg: description, premiers bilans. Inventaire de faune et de flore 27, 143 p.
- Schmitt A., Volpe F. 1980. La gestion de la base de données phytosociologiques de Besançon. Ann. scientif. Univ. Besançon, Biologie végétale, 4^{ème} série, fasc. 1: 13–17.
- Tutin T. G. et al. 1964–80. Flora europaea. Cambridge University Press, I: 464 p., II: 455 p., III: 370 p., IV: 505 p., V: 452 p.
- Welten M., Sutter R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel, I: 716 S., II: 698 S.
- Wildi O. 1981. Grundzüge eines Landschaftsdatensystems. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Ber. 233, 56 S.
- Wildi O., Orlóci L. 1983. Management and multivariate analysis of vegetation data. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Ber. 215, 139 S.
- Zehnder C. A. 1985. Informationssysteme und Datenbanken. Verlag der Fachvereine, Zürich, 3. Aufl., 253 S.