

Projektarbeit im Fach  
Umweltschutz / Ökologie / Gis

# Entwicklung der Biodiversität bei der Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen

Interdisziplinäres Projekt mit SLF und WSL

Andreas Noack  
Fachhochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

# 1 Inhalt

1	Inhalt.....	1
2	Einleitung .....	2
2.1	Versuchsfläche und Versuchsanordnung .....	2
2.2	Projektbeschreibung .....	2
2.3	Ziel .....	3
2.4	Abgrenzung .....	4
3	Methodik .....	5
3.1	Ausgangsdaten.....	5
3.1.1	Darstellung im GIS.....	6
3.1.1.1	Excel Dateien .....	6
3.1.1.2	Standortskarte.....	7
3.1.1.3	Höhenmodell .....	7
3.1.2	Auswertung im GIS.....	7
3.1.2.1	Baumartenvorkommen auf Standorten.....	7
3.1.2.2	Visualisierung der Baumhöhen .....	8
3.1.2.2.1	Shape Dateien.....	8
3.1.2.2.2	Grid Dateien .....	8
3.1.2.3	Entwicklung je Fläche und Standort .....	9
3.1.3	Statistische Auswertungen .....	10
4	Resultate .....	11
4.1	Ergebnisse Gis.....	11
4.1.1	3D Darstellung .....	11
4.1.2	Datenverschneidung .....	12
4.2	Ergebnisse Excel .....	13
4.2.1	Entwicklung auf Standorten und Flächen .....	13
4.2.2	Entwicklung der Baumartenvielfalt.....	14
4.2.3	Höhenwachstum auf den Flächen.....	16
5	Diskussion .....	17
5.1	3D Darstellung .....	17
5.2	Biodiversität und Standorte .....	17
5.2.1	Standorte.....	17
5.2.2	Baumarten .....	18
5.2.3	Auswirkung der Varianten .....	18
6	Literatur .....	19

## 2 Einleitung

Der Sturm vom 26. bis 28. Februar 1990 hat viele Fragen für die Forstwirtschaft aufgeworfen. Der Umgang mit der Größe des wirtschaftlichen Schadens (ca. 100 Millionen m<sup>3</sup> Schadholz in Mittel – Westeuropa) und der Einfluss des Sturmereignisses auf die Diskussion über Klimawandel und Waldschäden, sowie die Form und Dauer der Wiederbewaldung sind nur einige davon. Im Gegensatz zu Lothar, war 1990 ein erheblicher Teil des Schutzwaldes geschädigt. Dadurch bestand Unsicherheit und Unklarheit darüber, wie groß die Gefahr für Menschen und Sachwerte ist.

### 2.1 Versuchsfäche und Versuchsanordnung

In Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Forstleuten und Waldbesitzern, wurden mit Unterstützung der Eidgenössischen Forstdirektion und der kantonalen Forstdienste an vier Orten entsprechende Versuchsfächen gesichert und eingerichtet. Die Untersuchungsflächen liegen in verschiedenen Regionen der Schweiz siehe Abb. 1.



Abb. 1 Lage der Probeflächen in der Schweiz

### 2.2 Projektbeschreibung

In den letzten 10 Jahren, wurden auf den Flächen vielfältigste Informationen über die Entwicklung gesammelt. Mit einem Stichprobenraster von 20 x 20m wurden auf 4 Flächen je 3 Varianten ausgeschieden. Die Varianten sind Ungeräumt / Unbepflanzt, Geräumt / Unbepflanzt und Geräumt / Bepflanzt. Pro Variante gibt es 25 Probepunkte mit einem Radius von 4 m. Mit einem Stichprobenradius von 4m entspricht das 50m<sup>2</sup> Fläche je Probepunkt und 25 Probepunkte je Variante. Für jeden Probepunkt wurden die zuwachsenden Bäume über 20

cm Höhe in ein Formular aufgenommen. Neben dem Azimut und der Entfernung (Norden 0°) wurde das Jahr der Aufnahme, Baumart, Verbiss, Abgangsjahr u.v.m. aufgenommen. In den letzten zehn Jahren konnten durch diese Daten die Vorgänge der Wiederbewaldung erfasst werden. Mit den Daten ist es jetzt möglich, etwas über die zu erwartende Entwicklung auszusagen. Außerdem wurden Daten über die Fläche zum Zeitpunkt des Schadereignisses gesammelt. Aus Luftbildern, die stereoskopisch ausgewertet wurden, sind Baumstämme, Geröll, Geländemerkmale, Wege und liegendes Holz ausgeschieden worden. So ist eine Datenbasis vorhanden um Veränderungen feststellen zu können und auszuwerten.

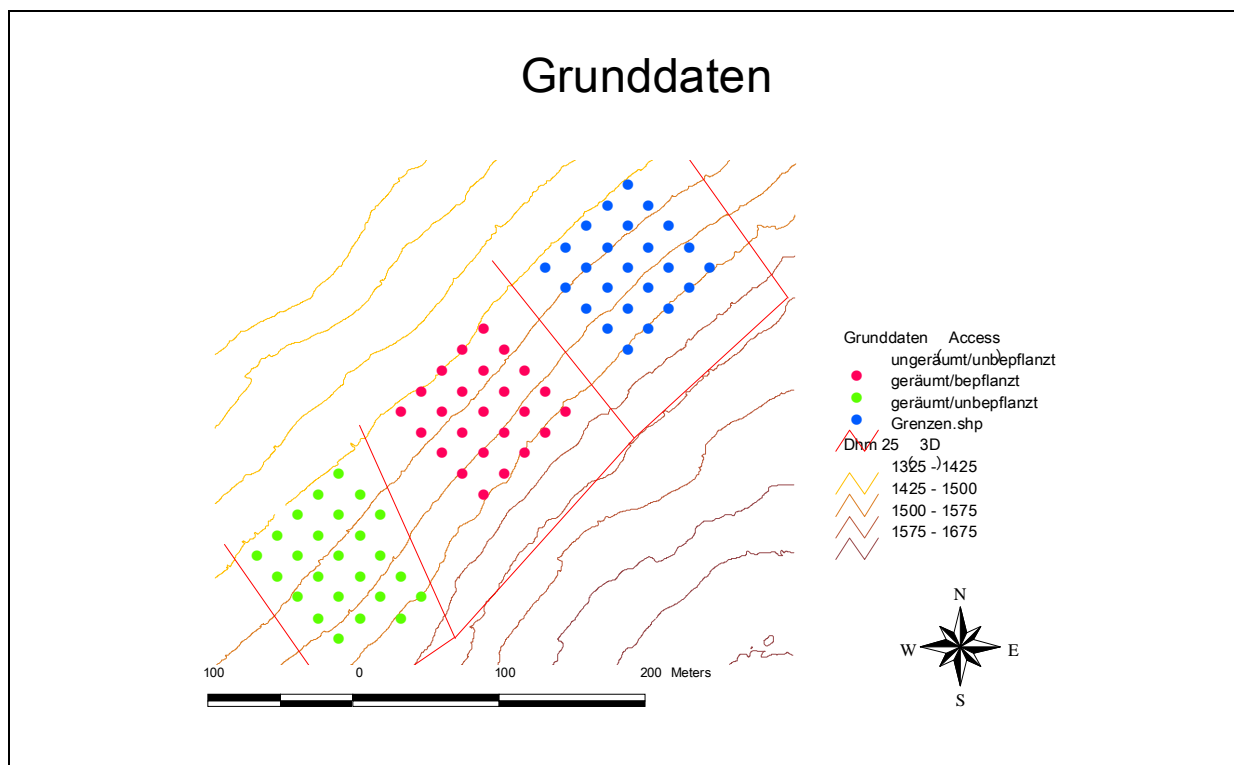


Abb. 2 Probestfläche Disentis, Stichprobenpunkte in den verschiedenen Flächen

### 2.3 Ziel

Die jetzt vorliegenden Daten sind für sich genommen nur beschränkt in ihrer Aussagekraft. Deshalb ist es notwendig sie zu analysieren und in Zusammenhang zu bringen. Damit ist es möglich, eine Aussage über die Entwicklung der Biodiversität auf den unterschiedlichen Flächen und Standorten festzustellen.

Die Interpretation der so gewonnenen Daten wird in Zusammenarbeit mit dem WSL und SLF geschehen, da dort das fachliche Potential und die Zuständigkeit für die Versuchsflächen liegen. In Verbindung mit dem GIS Projekt, ist eine 3D Visualisierung über die Entwicklung des Zuwachses vorgesehen.

## **2.4 Abgrenzung**

Der zeitliche Rahmen ist durch eine Semesterarbeit beschränkt, somit werde ich nur die Daten der Probestfläche Disentis bearbeiten. Die gewonnenen Erkenntnisse über Vorgehensweise und Aussagekraft der Daten können dann auf die anderen Flächen übertragen werden.

### 3 Methodik

#### 3.1 Ausgangsdaten

Um eine Aussage über die Anzahl und Verteilung der Baumarten auf der Probefläche treffen zu können und diese in Zusammenhang mit den örtlichen Gegebenheiten zu bringen, mussten zunächst vorhandene Daten evaluiert, ergänzt und in eine geeignete Form gebracht werden. Ist es notwendig, eine geeignete Datengrundlage herzustellen.

Als Ausgangsdaten lagen drei Excel Tabellen vor. In der ersten sind Daten zu den Stichprobenpunkten vorhanden siehe Tabelle 1. In den anderen zwei sind die Daten der Beprobungen von 1992 bis 2000 vorhanden, wobei die Jahre 92, 95 und 00 besonders datenhaltig sind, siehe Tabelle 2. Diese bilden die Grundlage für die folgenden Auswertungen. Einen Überblick über den Inhalt geben die folgenden Tabellen.

Beispiel des Inhalts der Datei Stichprobenpunkte

Ort	Fläche	X Alupfahl	Y Alupfahl	X Koordinate	Y Koordinate	Höhe ü.M.
Disentis	belassen	14	8	70707 5	17067 3	1503.5
Disentis	belassen	14	9	70706 1	17068 7	1481.5
Disentis	belassen	14	10	70704 6	17070 1	1461.6

Tabelle 1

Beispiel des Inhalts der Datei Verjüngungsdaten

Ort	Fläche	Nr.	X Pfahl	Y Pfahl	Azimuth	Distanz	Baumart	Verj.art	Wildschutz	Höhe 92	Höhe 93	Höhe 94	Höhe 95	Höhe 96	Höhe 98	Höhe 00	NEU
Disentis	belassen	2	14	8	41	15	V'be	Natur	ohne	63	69		11 5		18 9	26 3	92
Disentis	belassen	3	14	8	45 31	33	V'be	Natur	ohne	64	0		18 1		27 8	37 5	92
Disentis	belassen	6	14	10	0	30	V'be	Natur	ohne				82		18 0	29 6	95

Tabelle 2

Hier sind zu jedem Eingemessenen Baum Azimut und Entfernung vom Stichprobenpunkt angegeben, woraus die Baumkoordinaten errechnet werden können.

Weitere Daten sind DXF Files, welche zusammen mit einer digitalen georeferenzierten Standortskarte die Grundlage für die Auswertung im GIS bilden. Die DXF Files wurden an einem Stereoskop erstellt. Als Grundlage diente ein Luftbild im Maßstab 1:4000 von 1992. Das DHM 25 liegt mit Höhenangaben vor. Das DHM 5 und andere DXF Files sind nur teilweise mit Höhenangaben versehen.

### **3.1.1 Darstellung im GIS**

#### **3.1.1.1 Excel Dateien**

Um die ca. 600 Datensätze im Gis darzustellen, müssen die Koordinaten für jeden Datensatz berechnet werden.. Nur so ist es möglich, individuelle Aussagen über Standort und Entwicklung in den Stichprobenkreisen zu tätigen.

Zuerst werden die Daten der Excel Tabellen vereint, dazu wird eine Access-Datenbank angelegt. Hier werden mit einer Abfrage die Koordinaten der Stichprobenpunkte auf die Bäume je Probepunkt übertragen. Dies ist möglich, da die Information vorliegt, welcher Baum zu welchem Stichprobenpunkt gehört (X Alupfahl, Y Alupfahl). Dann erfolgt der Export der Tabelle zurück nach Excel. Dort werden auf der Basis der Polarkoordinaten und der Gaus - Krüger Koordinaten der Stichprobenpunkte die Gaus – Krügerkoordinaten der einzelnen Bäume errechnet. Die Datensätze mit den neuen Koordinaten werden in Access wieder importiert es kann somit von ArcView aus per SQL connect darauf zugegriffen.

Die Daten werden in ArcView als Event Theme eingefügt und als neues Shapefile (Verjüngung) abgespeichert. Dieses Shapefile dient als Grundlage für Auswertungen und Verschneidungen mit den Standortdaten.

### **3.1.1.2 Standortskarte**

Die Standortskarte liegt georeferenziert und digital vor. Die Excel Daten müssen mit den Informationen aus der Standortskarte ergänzt werden, um somit eine Aussage über die Abhängigkeit von Standort und Baumart treffen zu können. Dazu werden die Standorte als Polygone digitalisiert, mit den Attributen versehen und als Shape (Standorte) gespeichert. Außerdem wird die Größe und die Verteilung auf die Flächen (belassen, geräumt, bepflanzt) ermittelt.

### **3.1.1.3 Höhenmodell**

Für das SLF/WSL ist es interessant, eine 3D Visualisierung der Wachstumsentwicklung zu erhalten. Als Grundlage hierfür dient das DHM 25 was als Linienthema vorliegt. Das ebenso vorliegende DHM 5 ist was die Höhenangaben betrifft sehr unvollständig, jedoch genauer in der Form der Höhenlinien. Für die Umsetzung wird vom SLF der 3D Analyst zur Verfügung gestellt.

Um für die Visualisierung eine Grundlage zu bekommen, habe ich mich entschieden, das DHM 25 in ein TIN umzuwandeln (mit Soft Breaklines) und der Elevation als Höhenangabe. Mit dem Tool „Theme – Convert to Grid“ wird daraus ein Grid erzeugt, in dem die Höhen zwischen den 25m Höhenlinien interpoliert sind. Das DHM 5 wird auf Basis des Grid`s in ein 3D Shape umgewandelt „Theme – Convert to 3D Shape“ nun sind die sehr genau digitalisierten Konturen als 3D Shape vorhanden. Leider war es mir nicht möglich, die Höhenwerte per Abfrage den Linien im Table zuzuordnen.

Anhand des DHM 5 oder DHM 25, das jetzt als 3D Shape vorliegt, werden das Standort - Shape bzw. Flächen – Shape ebenfalls in ein 3D Shape umgewandelt. Somit ist es möglich, die Fläche räumlich darzustellen. Ein digitales Orthophoto wäre als grafische Abrundung perfekt jedoch muss noch der Kosten -Nutzen Faktor abgeklärt werden.

## **3.1.2 Auswertung im GIS**

### **3.1.2.1 Baumartenvorkommen auf Standorten**



Um Aussagen über den Einfluss der Standortseinheiten auf Artenvielfalt und Wachstum der Baumarten zu erhalten, müssen die Standortseinheiten mit den Baumdaten in Beziehung gebracht werden. Dazu wird das Shape „Standorte“ und das Shape „Verjüngung“ in ArcView übereinander gelagert. Als Extension wird der „Geoprozessing Wizard“ geladen.

Mit einem Spatial Join (Geoprozessing Wizard, Assing Data by Location) werden die Daten aus den Shape Standorte an das Shape Verjüngung angehängen. Das so veränderte Shape wird als „Verjüngung\_neu“ gespeichert. Für Auswertungen mit Pivot – Tabellen und statistischen Berechnungen wird der Table von „Verjüngung\_neu“ als dBase File exportiert und im Excel weiter bearbeitet.

### **3.1.2.2 Visualisierung der Baumhöhen**

Um die Entwicklung der Baumhöhen zu visualisieren, verwende ich zwei unterschiedliche Wege. Zum einem werde ich in ArcView mit Shape sowie Grid Daten arbeiten und zum anderen mit Excel und statistischen Mittelwerten.

#### ***3.1.2.2.1 Shape Dateien***

Zuerst werden die Shapefiles „DHM 5“, „Standorte“, „Fläche“ und „Verjüngung“ in ArcView geladen, ebenso wird der 3D Analyst aktiviert. Da nur das DHM 5 als 3D Shape vorliegt, wird davon ein TIN mit Soft Breaklines erstellt. Auf Basis dieses TIN`s können nun die Shap`s „Standorte“, „Fläche“ und „Verjüngung“ in 3D Shap`s umgewandelt werden. Nach der Umwandlung werden die 3D Shap`s in ein neues View geladen. Das Shape Verjüngung3D wird 2-mal kopiert und eingefügt. Die nun 3 Punktthemen Verjüngung werden als 92, 95 und 00 benannt, sie beinhalten alle die Informationen über die Höhen von 1992 bis 2000.

Da nun alle Daten als 3D Shap`s vorliegen, kann eine 3D Szene erzeugt werden „View – 3D Szene“. Nun können in der Szene die Einstellungen vorgenommen werden um die Höhe der Bäume darzustellen. In den 3D Properties wird die jeweilige Höhe (92, 95, 00) 10fach überhöht zur Höhe über Normal addiert. Im Anschluss erfolgt eine einheitliche Skalierung und Farbgebung für die 3 Punktthemen.

#### ***3.1.2.2.2 Grid Dateien***

Für die Auswertung als Grid, wird das Shape „Verjüngung“, in ein Grid umgewandelt. Die Zellgröße beträgt dabei 0.2 m. In Versuchen hat sich herausgestellt, dass damit 99 % der Bäume als Pixel erhalten bleiben. Der Wert für die Pixel wird aus der Baumhöhe gezogen (Höhe92m bis 00m).

Nun kann mit den Grid - Dateien eine Extrapolation auf die gesamte Fläche stattfinden. Die hierfür notwendigen Überlegungen, wie die Ergebnisse der Stichprobenpunkte auf die gesamte Fläche übertragen werden können und welche Einflüsse für die weitere Entwicklung berücksichtigt werden müssen, sind teil einer Doktorarbeit von a. Rammig am SLF.

### **3.1.2.3 Entwicklung je Fläche und Standort**

Ebenso wie bei den Baumhöhen werden die Daten auch unter dem Gesichtspunkt der Behandlungsvarianten „belassen“, „geräumt“ und „gepflanzt“ in ArcView und Excel bearbeitet.

Hierzu werden die Varianten mit ihren Grenzen als Polygon digitalisiert und als Shape Flächen gespeichert. Um feststellen zu können, welche Standorte und Bäume zu welcher Fläche gehören und wie groß sie sind, wird das Shape Standorte und Verjüngung, mit dem Shape „Flächen“ verschnitten. Das erfolgt mit dem „Geoprocessing Wizard“ und „Union two Themes“. Das ist jedoch nur möglich, wenn die Daten als Polygonthemen vorliegen. Das neue Shape enthält nun die Grenzen der Flächen und es kann ermittelt werden, wie groß die Standortsanteile sind. Zur besseren Visualisierung wird der Table wieder als dBase File exportiert und in Excel bearbeitet.

### **3.1.3 Statistische Auswertungen**

Die Auswertung in Excel erfolgt mit Hilfe von Pivot – Tabellen und Statistischen Kennwerten. Die Daten werden als dBase Files exportiert und in Excel importiert. Nun wird unter „Daten Pivot – Tabellen und Chartbericht“ gestartet. Es werden die Standardeinstellungen übernommen. Nun können die Inhalte für die Tabelle aus der erstellten Datenbank ausgewählt werden. Es ist somit möglich die Baumarten und die Standorte einzufügen und auf die Anzahl der Bäume je Standort zu überprüfen. Das Ergebnis kann dann als Tabelle in einem neuen Blatt gespeichert und als Grafik dargestellt werden. Wichtig hierbei ist, die Beachtung einer einheitlichen Skalierung, Farbgebung und Beschriftung in den Legenden. Somit werden falsche Schlussfolgerungen aus den Grafiken vermieden.

Für die statistische Auswertung, beziehe ich mich nur auf die Daten der Fichte und Vogelbeere. Diese beiden Baumarten vereinen die meisten Datensätze auf sich. Von den Jahren 92, 95 und 00 ermittle ich das arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ) und den Zentralwert (Z).

## 4 Resultate

### 4.1 Ergebnisse Gis

Die im Gis gewonnenen Ergebnisse werden nur wenn notwendig, in neuen Shapefiles, gespeichert. In den meisten Fällen werden die Table der erzeugten Shap`s in Excel zu Diagrammen weiter verarbeitet. Soweit es für die Veranschaulichung notwendig ist sind die erstellten Daten im Anhang beigefügt.

#### 4.1.1 3D Darstellung

Die 3D Szenen zeigen eine in der Ausformung homogene Probefläche. Die Baumhöhen in Meter sind durch die 10 fache Überhöhung deutlich dargestellt. In je 3 Shape Dateien sind die Höhen von 1992 bis 2000 dargestellt. Die Dynamik des Wachstums wird klar ersichtlich. Unterschiede in den Baumarten und andere Informationen sind erkennbar. Die Daten werden mit kleinerer Punktgröße besser dargestellt. Ein Beispiel dazu ist in der Abb. 3 zu sehen.

Darstellung aus ArcView, 3D View der Verjüngung 1992

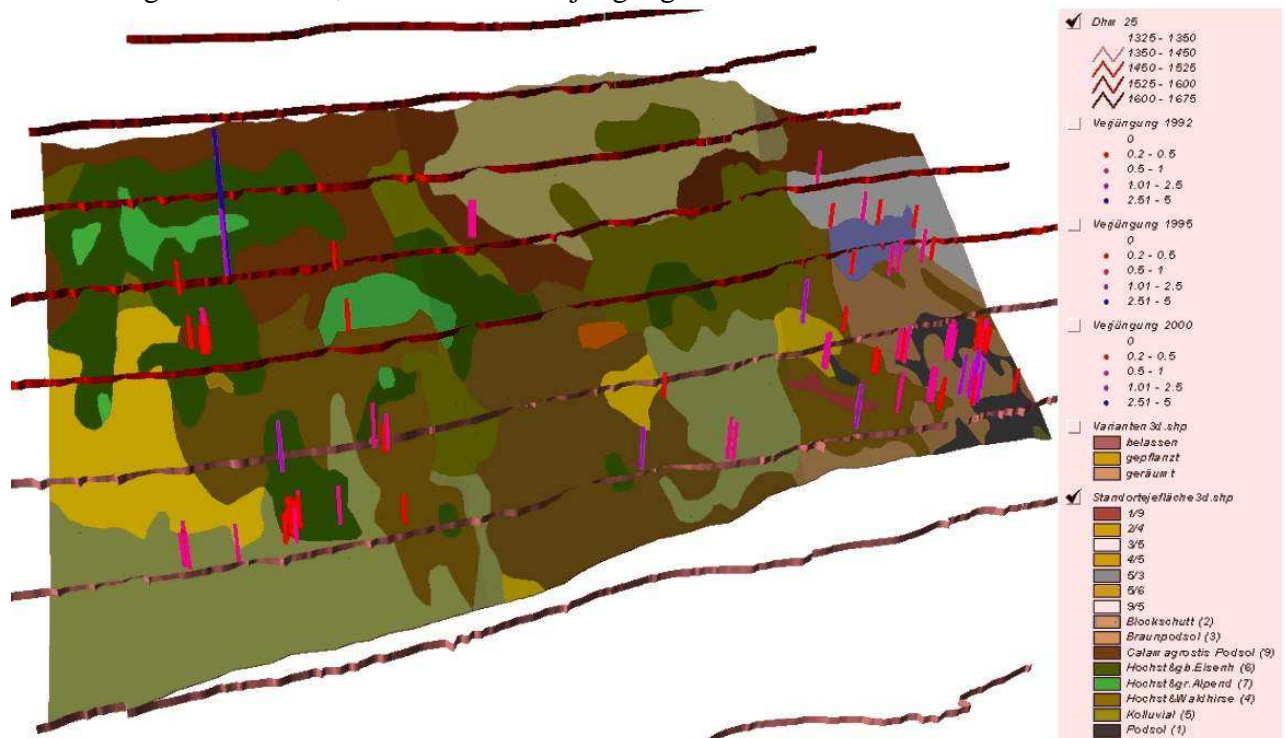


Abb. 3

Aus dem Shape „Verjüngung“ wurde mit den in der Methode angegebenen Werten ein Grid generiert. Die Vorgehensweise in der weiteren Arbeit mit dem Grid bedarf noch der Klärung.

#### 4.1.2 Datenverschneidung

Mit dem verschneiden wurden gute Ergebnisse erzielt. Es liegen jetzt Daten über die Verteilung der Baumarten auf den Standorten vor, ebenso über die Höhenentwicklung auf den Standorten. Auch die Größe und die Verteilung der Standorte auf den Flächen sind als Ergebnis vorhanden.

Größenanteile der Standorte (ha) an den Flächen Absolut

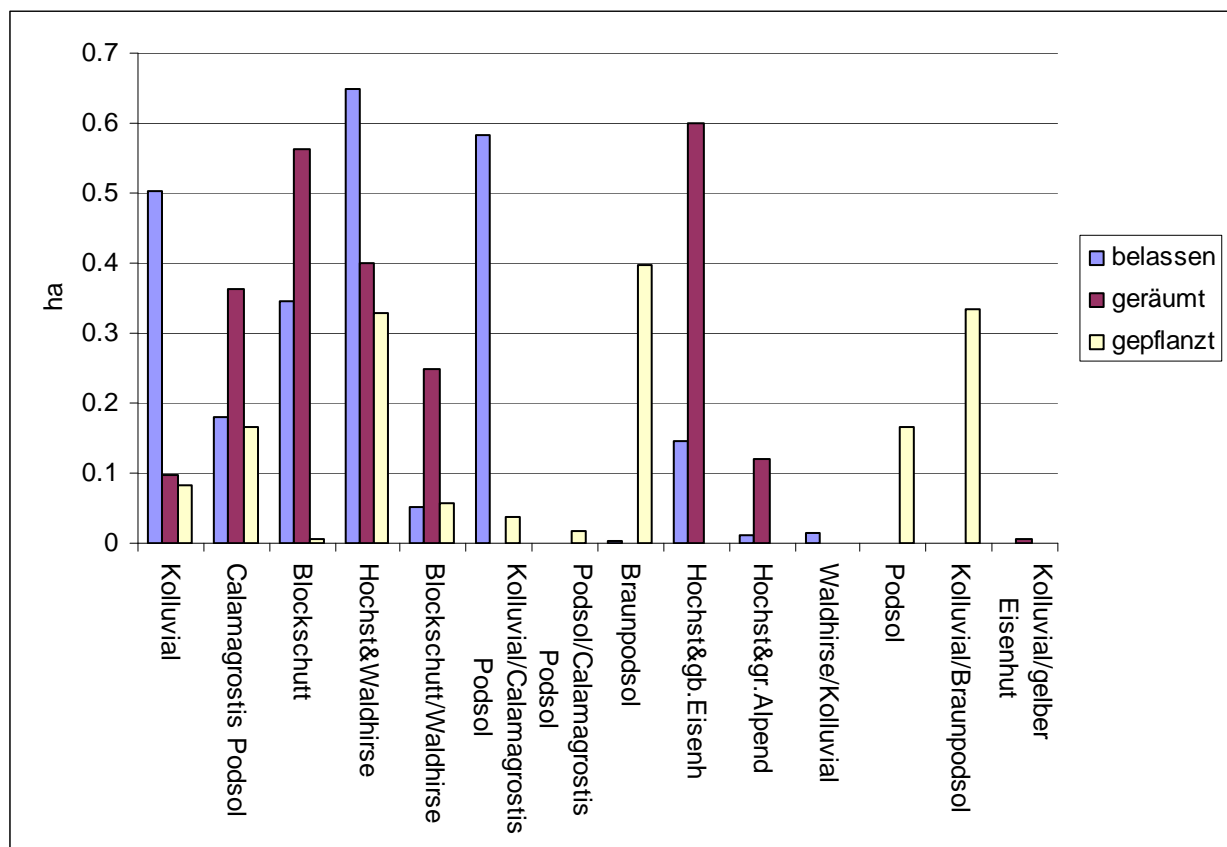


Diagramm 1

Die Auswertung der Verschneidung zeigt das die Standorte sehr unterschiedlich auf die Flächen belassen, gepflanzt und geräumt verteilt sind. Außerdem variieren sie stark in ihrem Anteil. Der Anteil der Podsolstandorte an der Gesamtfläche beträgt ca. 30%, die Hochstaudenstandorte sind mit ca. 34% anteilig. Die Kolluvialanteile betragen ca. 18%. Damit fallen auf die übrigen Standorte ca. 18% der Fläche. Der Blockschutt ist nur 1992 für das Wachstum von Bedeutung gewesen, 1995 und 2000 war lebender Bewuchs nicht mehr feststellbar. Obwohl der die Podsolstandorte nur mit einem Drittel an der Gesamtfläche beteiligt sind fällt auf sie, wie in Diagramm 2 dargestellt, ca. drei Viertel der gewachsenen Bäume.

## 4.2 Ergebnisse Excel

Die Daten aus den statistischen Auswertungen in Excel, auf Basis der Ergebnisse der verschnittenen Shape Table, sind umfangreich. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

### 4.2.1 Entwicklung auf Standorten und Flächen

In dem folgenden Diagramm wird die Anzahl und Art der Bäume und die Verteilung auf die Standorte dargestellt. Zusammen mit Diagramm 1 ergibt das ein gutes Bild der Fläche.

Anteil der Baumarten an den Standorten und Flächen

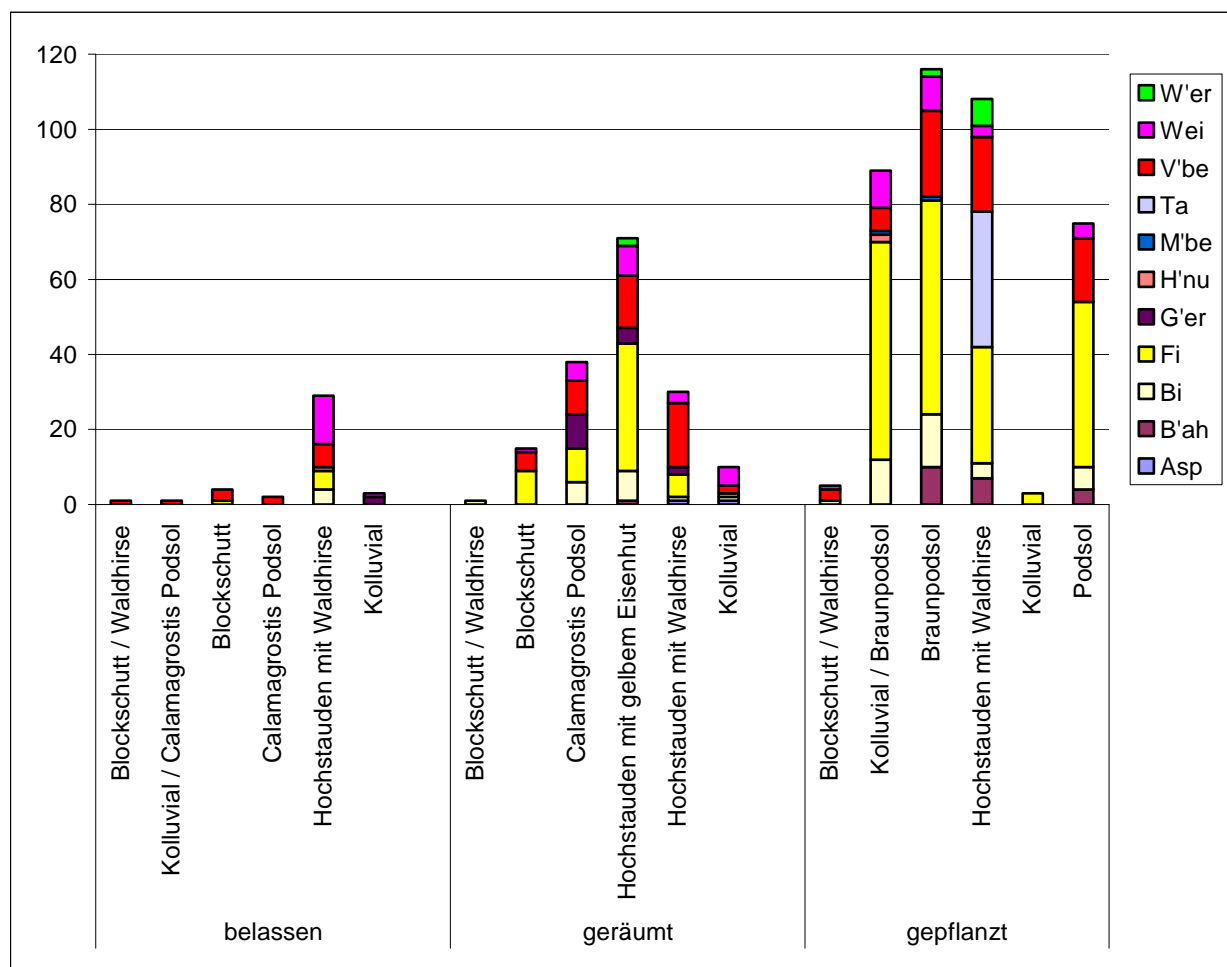


Diagramm 2

Wie in Diagramm 2 ersichtlich wird sind die am häufigsten vorkommenden Bäume die Fichte (42 %), Vogelbeere (21 %), Weide (11 %) und Birke (10 %). Auf den Standorten Hochstauden / grauem Alpendost, Podsol / Calamagrostis Podsol, Kolluvial / Waldhirse und Kolluvial / gelber Eisenhut wurde kein Bewuchs festgestellt. Diese sind jedoch nur mit etwas

mehr als 2 % an der Gesamtfläche beteiligt. Besonders wuchsfreudig zeigen sich die Standorte Hochstauden & Waldhirse (27 %) Anteil am Gesamtbewuchs, Braunpodsol mit (19 %) und Podsol (13 %) sowie Hochstauden & gb. Eisenhut (12 %) und Kolluvial & Braunpodsol (11 %).

Auch veranschaulicht Diagramm 2 den hohen Bewuchs der Fläche bepflanzte (75 %). Das wo diese Fläche 0.8 ha kleiner als die anderen beiden ist. Die Bewuchsdichte der Flächen beträgt belassen 16.1 Bäume/ha, geräumt 68.8 Bäume/ha, gepflanzt 248.9 Bäume/ha. Wichtig zu wissen ist hier jedoch das ca. 55% des gemessenen Bewuchses auf der gepflanzten Fläche künstlich begründet wurde. Um die Pflanzung bereinigt ist Bewuchs je ha auf der gepflanzten Fläche ca. ein Drittel höher als auf der geräumten obwohl die Größe der wuchskräftigen Standorte bei beiden Flächen ca. 1.3 ha Betragen.

#### **4.2.2 Entwicklung der Baumartenvielfalt**

In den Jahren 1992 bis 2000 wurden 600 Bäume auf den Flächen dauerhaft erfasst. 531 Bäume sind 2000 in den Probekreisen gezählt worden. Sie verteilen sich auf 11 Baumarten. Dabei liegt der Hauptschwerpunkt auf Fichte und Vogelbeere. Einige Baumarten kommen nur durch Pflanzung vor, wie z.B. die Tanne. 1992 sind erst 6 Baumarten in den Probekreisen vorhanden, 1995 sind es 9 und 2000 dann 11. Aspe, Birke, Erle, Weide, Vogelbeere sind die beteiligten Pionierbaumarten. Die Vogelbeere hat jedoch in dieser Höhe eine besondere Stellung als Mitglied im Fichten-Vogelbeeren-Vorwald (*Piceo-Sorbetum aucupariae*) und ist je nach Waldbaulicher Behandlung auch in Dauerbestockung zu finden.

Entwicklung der Baumartenanteile in den Flächen 1992-2000)

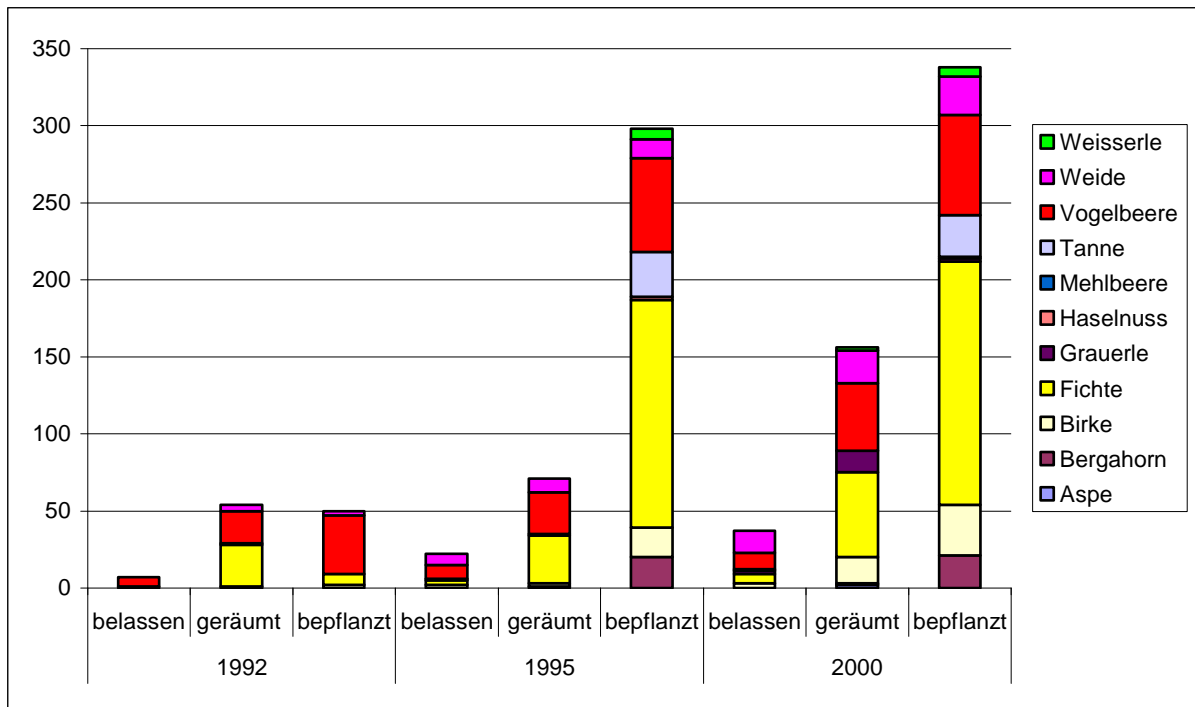


Diagramm 3

Bergahorn, Fichte und Tanne gehören zu den Schlusswaldbaumarten. Bergahorn und Tanne sind eigentlich in der montanen bis hochmontanen Stufe im Optimum. Die Fichte ist hier im Optimum.



### 4.2.3 Höhenwachstum auf den Flächen

Der Zentralwert ist durch die Möglichkeit der Klassifizierung der Daten hier gut anzuwenden. Einen Einfluss hat jedoch die geringe Anzahl der Daten auf der belassenen Fläche und der große Anteil Weide im Vergleich zu geräumt und gepflanzt (Diagramm 2). Der Hohe Anteil neu gewachsener Fichten und Tannen auf der gepflanzten Fläche ist Grund für den Einbruch 1995 in der Höhenentwicklung.

Zentralwert für die verschiedenen Flächen von 1992 bis 2000

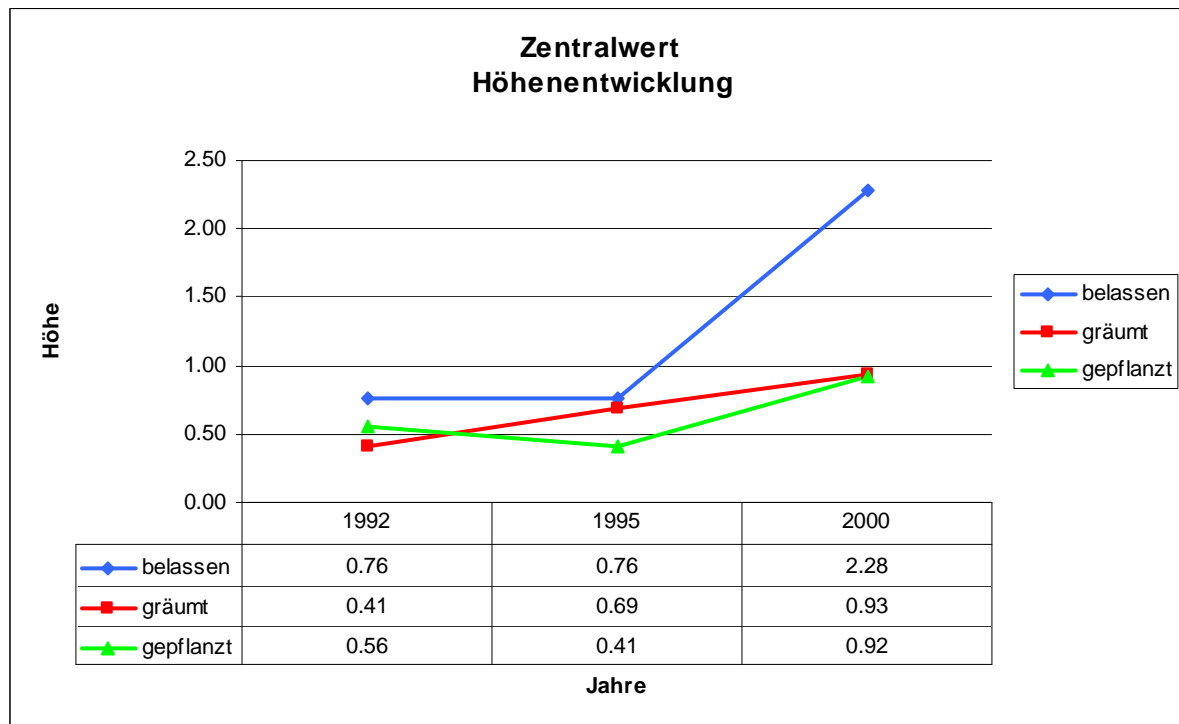


Diagramm 4

Auf den anderen Flächen hingegen ist der Zuwachs, trotz einem Unterschied von 184 Bäumen, nahezu gleich. Eine Rolle, neben der Konzentration des Zuwachses auf den wenigen Bäumen, spielt sicher auch der hohe Anteil an Vogelbeere und Weide auf der belassenen Fläche.

## **5 Diskussion**

### **5.1 3D Darstellung**

Die in ArcView erzeugte 3D Oberfläche gibt die Situation in Disentis gut wieder. Es gibt nur geringe Oberflächenunebenheiten. Diese alleine haben nur unwesentlichen Einfluss auf das Wachstum. Die Oberfläche wurde auf Basis des DHM 25 und DHM 5 erzeugt. Der Rechenaufwand beim DHM 5 zur Erstellung des 3D Views ist sehr hoch. Da es keine bessere Aussage erlaubt und der Export als Bilddatei mit Verlusten behaftet ist wird besser mit dem DHM 25 gearbeitet. Bei der Arbeit mit GIS und Datenbanksystemen für Analysen über Geländehydraulik und Geologischenmodellen ist zu prüfen wie groß die Fehler mit dem DHM 25 Raster sind. Der Export und die Weiterverarbeitung als WRL File ist Problematisch da sie nicht von allen Systemen gleich unterstützt wird. Ebenso ist es denkbar eine Überfluganimation mit der „Fly by Animation“ zu erstellen. Es ist jedoch bei dieser starken Hangneigung und der Höhenunterschiede schwierig geeignete Einstellungen zu finden.

Die Höhenentwicklung der Sukzession ist mit 10facher Überhöhung gut darzustellen. Mit speziellen Tools ist es möglich neben einfachen Strichen auch Symbole wie virtuelle Bäume zu erzeugen. Das kann für Präsentationen von Vorteil sein. Für eine wirklich gute Wiedergabe der Situation auf der Fläche wäre es von Vorteil ein Orthophoto mit dem Geländemodell zu ergänzen. So kann ein sehr guter Eindruck von der Situation auf der Fläche erzeugt werden. In jedem Fall ist der Aufwand, Kosten und Nutzen zu prüfen.

### **5.2 Biodiversität und Standorte**

#### **5.2.1 Standorte**

Die Situation auf der Fläche ist sehr Unterschiedlich. Wie in Diagramm 1 zu erkennen ist, variiert die Verteilung der Standorte stark, obwohl die Oberfläche sonst sehr homogenen ist. Auf der Variante „belassen“ sind zwischen 19% – 46% durch liegende Stämme bedeckt. Diese Bedeckung ist, zusammen mit der Lage zwischen den beiden Varianten und einer durchschnittlichen Entfernung von einigen 100m zum nächsten Samenträger, für die Verjüngung von Nachteil. Wie im Diagramm 2 zu erkennen ist die Entwicklung auf der belassen hinter den anderen beiden stark zurückgeblieben.

Trotzt der relativ gleichmäßigen Verteilung der wüchsigen Standorte, wie Hochstauden und Podsol, die insgesamt etwa 60 % der Gesamtfläche betragen ist die Verjüngung auf den Varianten unterschiedlich. Der Einfluß der Räumung bzw. der Bepflanzung ist erkennbar. Wo bei der belassenen Fläche nur ungenügende Verjüngung eintrat, ist auf der gepflanzten Fläche die gleiche Verjüngungsdichte natürlich eingetreten. Die um ca. ein Drittel dichtere Verjüngung auf „gepflanzt“ ist durch die Pflanzung begründet und nicht durch die Standortanteile.

Besonders ist der Anteil des reinen Podsol und Braunpodsol auf der Fläche „gepflanzt“ der so auf den anderen Flächen nicht vorkommt. Am meisten profitiert davon der Bergahorn der sonst außer auf dem Hochstauden / Waldhirse Standort nicht auftritt.

### **5.2.2 Baumarten**

Die Verteilung und Anzahl der Baumarten auf den Varianten hat sich in den 10 Jahren in zwei Richtungen entwickelt. Der Anteil der beiden Hauptbaumarten Fichte und Vogelbeere sind kontinuierlich gestiegen und haben die Fläche für sich gewonnen. Andererseits sind verschiedene Baumarten aufgekommen wie Weißerle, Weide, Tanne, Grauerle, Birke und Bergahorn. Da diese Bäume hier nicht im Optimum sind werden sie ohne Waldbauliche Eingriffe nicht auf Dauer beigemischt bleiben. Trotzdem zeigt die Tatsache das trotz eines vorher geschlossenen Fichtenbestandes ein vielfältiger Verjüngungsvorrat im Boden bzw. durch externe Einflüsse besteht. Nachweisbar nur durch die Pflanzung kommt die Tanne vor.

Die bepflanzte Fläche hat einen Vorsprung in der Verjüngung gegenüber der belassenen. Das kommt wohl hauptsächlich aus dem Wuchsvorsprung durch die künstliche Pflanzung. Ebenso besteht durch die Pflanzung die Möglichkeit auf die Baumartenvielfalt Einfluss zu nehmen. Das fördert wiederum den Lebensraum für Insekten und Vögel soweit die Baumarten an die Regionalgesellschaften angepasst sind.

### **5.2.3 Auswirkung der Varianten**

Für den Bergwald und speziell den Schutzwald ergibt sich daraus das auf einer sehr homogen mit Fichte bewachsenen Fläche ohne großen Verjüngungsvorrat die Wiederbewaldung länger dauert als im Vergleich zu Flächen in niederen Lagen. Das liegenlassen des Holzes bietet vorübergehend einen gewissen Schutz vor Lawinen. Für ein schnelles Schließen der Fläche und damit einen schnellen Schutz vor Lawinen ist durchaus eine unterstützende Pflanzung sinnvoll. Die Größe und Lage der Fläche zu nicht gefallen Beständen spielt eine große Rolle für die Wiederbewaldung auf den Sturmflächen. Ist die Fläche zu groß und sind keine Samenbäume vorhanden ist auch die natürliche Verjüngung stark eingeschränkt.

## 6 Literatur

Schönenberger, W., Kasper, H., (1992): Forschungsprojekt zur Wiederbewaldung von Sturmschadenflächen. In: Schweiz. Z. Forstwes. 143, 10:829-847

Wohlgemuth, T., Kuhn, N., (1995): Vegetations- und Bodendynamik auf rezenten Windwurfflächen in den Schweizer Nordalpen. In: Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11:873-891

Wermelinger, B., Duelli, P. (1995): Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung. In: Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11:913-928

Schönenberger, W., Wasem, U., (1999): Der Beginn der Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen im Gebirge (Ein Zwischenbericht). In: Forstliche Forschungsberichte München, Heft 176, S. 152 ff

Lässig, R., (2000): Waldentwicklung nach Windwurf in tieferen Lagen der Schweiz (Rahmenprojekt "Lothar"). In: Paper WSL 10. August 2000

Schönenberger, W., (2002): Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forest: the first ten years after the 1990 storm Vivian. In Review, Swiss Federal Research Institute WSL

Türk, W., Die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) als Bestandteil einheimischer Wald- und Gebüschgesellschaften.

WWW: <http://lwf.uni-muenchen.de/vveroef/veroef99/lwfber17/lwfb17d.htm>