

*Beziehung zwischen Standortseigenschaften
und Waldwachstum im Nationalpark Kalkalpen*

Diplomarbeit

*Institut für Waldökologie und
Institut für Waldwachstumsforschung
Universität für Bodenkultur, Wien*

Eingereicht von

Josef Erber

Wien, am 20.5.97

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....	1
1.1. STAND DES WISSENS.....	1
1.2. PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG.....	2
2. ARBEITSGEBIET.....	4
2.1. GEOGRAPHISCHE LAGE.....	4
2.2. KLIMA.....	5
2.2.1. Wind.....	6
2.2.2. Bewölkung, Nebel, Sonnenschein und Strahlung.....	6
2.2.3. Temperatur.....	6
2.2.4. Niederschlag.....	6
2.3. HYDROLOGIE.....	8
2.4. GEOLOGIE DER AUFNAHMEPUNKTE.....	9
2.4.1. Hauptdolomit.....	10
2.4.2. Hierlatzkalk.....	11
2.4.3. Wettersteinkalk.....	11
2.4.4. Plattenkalk.....	11
2.4.5. Kössener Schichten.....	11
2.4.6. Lunzer Schichten.....	12
2.4.7. Opponitzer Schichten.....	12
2.4.8. Roßfeldschichten.....	12
2.4.9. Liasfleckenmergel.....	13
2.4.10. Würmeiszeitliche Moränen und Schotter.....	13
2.5. GEOMORPHOLOGIE DER AUFNAHMEPUNKTE.....	14
2.5.1. Oberirdische Karstformen.....	14
2.5.2. Unterirdische Karstformen.....	14
2.5.3. Glaziale Formen.....	14
2.5.4. Fluviglaziale und fluviale Formen.....	15
2.5.5. Mechanische Abtragung.....	15
2.5.6. Paläokarst und Altlandschaften.....	15
2.5.7. Anthropogene Einflüsse.....	15
2.6. HUMUSTYPEN UND SUBTYPEN.....	16
2.6.1. Mullhumus (MU).....	16
2.6.2. Moderhumus (MO).....	17
2.6.3. Rohhumus (RH).....	18
2.7. BODENTYPEN UND SUBTYPEN.....	19
2.7.1. Rohboden (RO).....	19
2.7.2. Rendzina (RZ).....	19
2.7.3. Braunlehm (BL).....	20

2.7.4. Braunlehm - <i>Rendzina</i>	20
2.7.5. <i>Pseudogley (PG) und pseudovergleyte Braunlehme (wechselseuchte Böden)</i>	21
2.7.6. <i>Gley</i>	22
2.8. WALDGESELLSCHAFTEN	23
2.8.1. <i>Tief bis mittelmontane Stufe</i>	23
2.8.2. <i>Hochmontane und Subalpine Stufe</i>	27
3. METHODEN	30
3.1. ERHEBUNGSMETHODE	30
3.1.1. <i>Standortskundliche Erhebungen</i>	31
3.1.2. <i>Biometrische und ertragskundliche Erhebungen</i>	39
3.1.3. <i>Vegetationskundliche Erhebungen</i>	40
3.2. DATENBANKERSTELLUNG	41
3.3. DATENPRÜFUNG	41
3.4. DATENTRANSFORMATION	42
3.4.1. <i>Standortskundliche Daten</i>	43
3.4.2. <i>Biometrische Daten</i>	56
3.4.3. <i>Vegetationskundliche Daten</i>	59
3.5. VERKNÜPFUNG BIOMETRISCHER DATEN MIT STANDORTSKUNDLICHEN DATEN	63
3.5.1. <i>Design und Datensatz</i>	63
3.5.2. <i>Auswertemethoden</i>	64
4. ERGEBNISSE	65
4.1. INTERKORRELATION DER UNABHÄNGIGEN VARIABLEN.....	65
4.1.1. <i>Faktorenanalyse</i>	65
4.1.2. <i>Korrelationsmatrix</i>	65
4.2. EINFLUSS DER UNABHÄNGIGEN VARIABLEN	72
4.2.1. <i>Standortparameter</i>	72
4.2.2. <i>Biometrische Kenngrößen</i>	84
4.2.3. <i>Vegetationskundliche Kenngrößen</i>	86
4.3. MULTIPLE LINEARE REGRESSIONSMODELLE	89
4.3.1. <i>Modell mit Boden- und Standortparametern</i>	89
4.3.2. <i>Modell mit Boden-, Standort- und Vegetationssparametern</i>	89
4.3.3. <i>Gesamtmodell</i>	89
5. DISKUSSION	89
5.1. EINFLUSS DER UNABHÄNGIGEN VARIABLEN	89
5.1.1. <i>Standortparameter</i>	89
5.1.2. <i>Biometrische Kenngrößen</i>	89
5.1.3. <i>Vegetationskundliche Kenngrößen</i>	89

6. ZUSAMMENFASSUNG	89
7. LITERATURVERZEICHNIS	89
8. ANHANG.....	89

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Beziehungen zwischen Standort und Waldwachstum erhalten in Hinblick auf die Modellierung von Wachstumsprozessen vor allem bei der Umwandlung von Reinbeständen in Mischbestände immer mehr an Bedeutung. Darüber hinaus deutet eine Anzahl von ertragskundlichen Inventuren und Forschungsarbeiten auf eine Änderung von Umwelteinflüssen in den letzten Jahren hin, welche wiederum nur aufgrund einer guten Kenntnis der Beziehungen zwischen Standort und Waldwachstum im Waldwachstumsmodell Berücksichtigung finden kann.

1.1. Stand des Wissens

In der Vergangenheit war der Einfluß des Standortes auf die Ertragsleistung verschiedener Baumarten und die sich daraus ergebenden Probleme, wie Ansprache von Standortsfaktoren und Messung bzw. Verwendung ertragskundlicher Parameter für die Bonitierung, bereits oft Gegenstand näherer Untersuchungen (**Marschall, 1973; Sterba, 1974; Alban, 1979; Carmean, 1979**).

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von **Moosmayer et al., 1996** wo auch regionale Standortsfaktoren, wie Regenfaktor im Sommerhalbjahr und die Zahl der Tage mit einer Temperatur über 10 °C als Maß für die Dauer der Vegetationszeit, Einfluß auf die Schätzformel haben, wurde bei diesen Untersuchungen aufgrund der kleinräumigen regionalen Abgrenzung auf diese Einflußfaktoren zunächst verzichtet.

Ein weiterer Unterschied zu den alten Fichten-Schätzformeln (**Moosmayer und Schöpfer, 1972**) und den neuen Fichten- und Buchen-Schätzformeln (**Moosmayer et al., 1996**) liegt darin, daß nicht Mittelwerte von Standortseinheiten, sondern einzelne Probeflächen die Grundlage bilden.

Bei neueren Arbeiten von **Jokela, White und Berglund (1988)** über das Wachstum der Fichte im Staat New York und von **Klinka und Carter (1990)** über das Wachstum der Douglasie in Britisch-Kolumbien und auf Vancouver Island dienen einzelne aufgenommene Probeflächen als Grundlage. Im 1. Fall stellt der durchschnittliche jährliche Volumszuwachs bis zum Alter 50 die zu schätzende Zielgröße dar.

Einflußgrößen sind physikalische und chemische Bodeneigenschaften sowie topographische Werte. Diese werden durch eine multiple Regressionsanalyse miteinander verknüpft. Die Bestimmtheitsmaße der Regressionsgleichung liegen zwischen 0,53 und 0,82. Im 2. Fall wurde die Höhe der 100 stärksten Bäume im Alter 50 (site index) als Zielgröße verwendet. Die Einflußgrößen stammen aus den Bereichen Klima, Wasserkapazität und Nährstoffangebot des Bodens. Diese Daten wurden durch direkte Messungen (kontinuierliche Daten) oder synoptische Einstufungen (kategoriale Daten) erfaßt. Die Bestimmtheitsmaße der Regressionsgleichungen liegen zwischen 0,63 und 0,84. Dabei weisen die Modelle mit kategorialen Daten die etwas günstigeren Ergebnisse auf.

Herzberger (1995) untersuchte die Standortseinflüsse auf die Bonität von Fichtenbeständen in Österreich aus den Erhebungen des Österreichischen Waldschaden-Beobachtungs-System (WBS). Dabei konnte er auf carbonatbeeinflußten Probeflächen mit den Parametern Hangneigung, Wasserhaushaltsstufe, Stickstoffgehalt im Oberboden, mittlere gewichtete Temperaturzahl, mittlere gewichtete Reaktionszahl und dem Wechselwirkungsterm aus Hangneigung * $\cos(\text{Azimut}-45^\circ)$ ein multiplres Bestimmtheitsmaß von 0,669 erzielen.

Schadauer (1997) zeigte bei seinen Untersuchungen anhand der Daten der Österreichischen Forstinventur, daß vor allem klimatische Faktoren wie Temperatur- und Niederschlagssumme in der Vegetationszeit eine große Bedeutung für das Waldwachstum darstellen.

1.2. Problemstellung und Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, welche der erhobenen Parametern am engsten mit dem Wachstum der Bestände korrelieren und welcher Anteil an der Streuung der Bonitäten mittels multipler linearer Regression erklärt werden kann.

Für eine derartige Fragestellung eignet sich das Gebiet des Nationalparks Kalkalpen aufgrund seiner sensiblen Standorte recht gut, da auch hier eine sukzessive Umwandlung der Wirtschaftswälder hin zu potentiell natürlichen Waldgesellschaften eingeleitet werden soll.

Die Daten für diese Untersuchung stammen aus einer Stichprobeninventur, bei der eine Vielzahl von standorts-, vegetations- und ertragskundlichen Parametern erhoben wurde. Aus den intensiven standorts- und vor allem bodenkundlichen Aufnahmen ist eine gute Abschätzung der Standortsfaktoren Wasser-, Nährstoff- und Lufthaushalt möglich, die neben einer Reihe weiterer Standortmerkmale in die Modelle einbezogen wurden. Regionale Klimakenngrößen werden für einen Vergleich mit anderen Arbeiten zu diesem Thema angeführt, finden jedoch keinen Eingang in die Berechnungen.

2. ARBEITSGEBIET

2.1. Geographische Lage

Das Arbeitsgebiet liegt im Oberösterreichischen Nationalpark Kalkalpen, der sich mit einer vorläufigen Fläche von 16.100 ha im Gebiet des Reichraminger Hintergebirges und des Sengengebirges befindet. Die Entwicklung nach der Seehöhe reicht von 400 m (im Bereich des Weißen Baches) bis 1963 m (Gipfel Hoher Nock). Abbildung 1 zeigt die Fläche des Nationalpark Kalkalpen mit den bereits erhobenen Inventurpunkten.

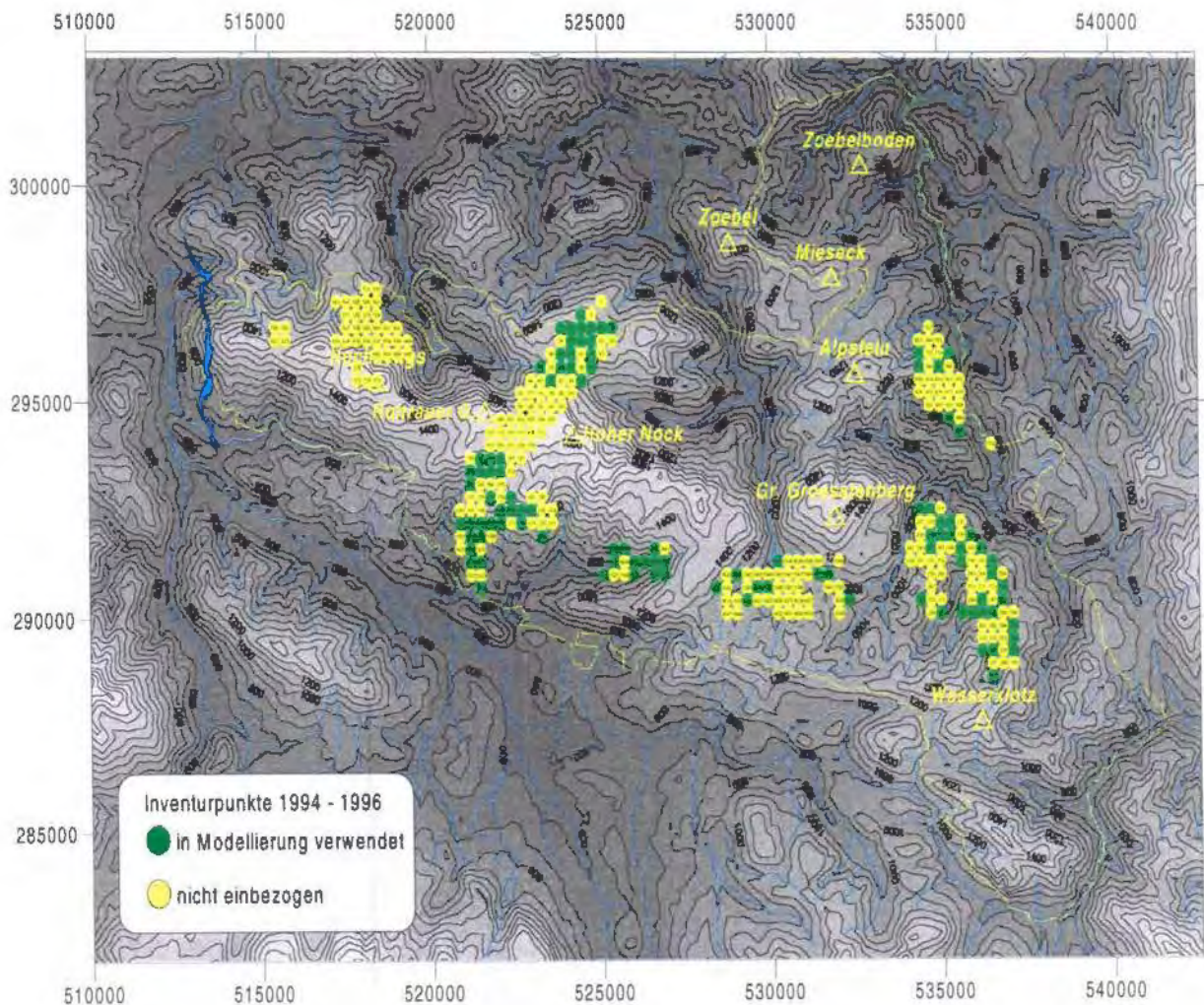


Abbildung 1: Übersicht Nationalpark Kalkalpen mit Inventurpunkte 1994 und 1996

2.2. Klima

Die nördlichen Kalkalpen werden durch feuchtgemäßigtes und ozeanisch geprägtes Klima charakterisiert, das durch die Prallhangsituation im Nordstaubereich eine besondere Ausprägung erhält. Daraus resultiert eine starke Höhen- und Expositionsabhängigkeit der Klimaelemente Temperatur, Niederschlag, Wind und Strahlung (Mahringer et al., 1993)

Abbildung 2 zeigt ein Klimadiagramm mit 30-jährigen Temperatur- und Niederschlagsmittelwerten (von 1961 bis 1990) einer meteorologischen Station am nordöstlichen Rand des Arbeitsgebietes. Da die Temperaturkurve deutlich unter der Niederschlagskurve verläuft, handelt es sich um ein kühl humides Gebiet der randalpinen Staulage mit reichlichen Niederschlägen.

Klimadiagramm Reichraming (356 m ü. A.) 8,8°C 1368 mm

o--o--o Niederschlagsverlauf

x--x--x Temperaturverlauf

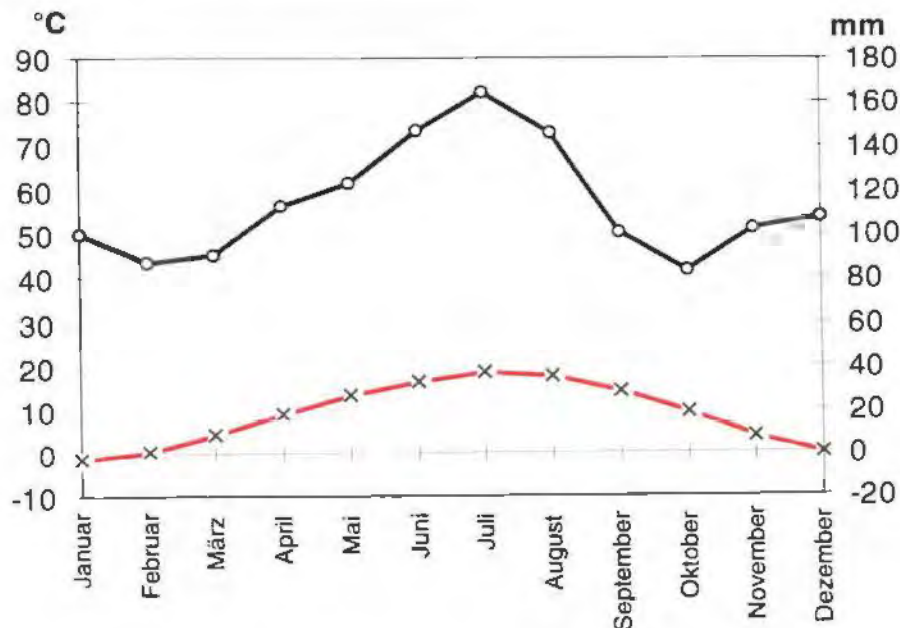


Abbildung 2: Klimadiagramm der Station Reichraming

2.2.1. Wind

In freien und höher gelegenen Bereichen dominieren West- und Nordwestwinde, die häufig Niederschlägen bringen. Zusammen machen diese Richtungen 50 bis 60 % aus. Weiters treten meist im Zusammenhang mit föhnigen Wetterphasen Südwinde auf, die unterhalb von 1200 m - 1400 m als Südostwinde beobachtet werden können. Wind aus Nord bis Ost ist in höheren Lagen selten und erreicht nur einen Anteil von weniger als 5 %. Die Windstärke hängt stark von Geländeform und Exposition ab.

2.2.2. Bewölkung, Nebel, Sonnenschein und Strahlung

Im Winter sind aufgrund der häufigen Nebellagen höhere Bereiche durch vermehrten Strahlungsgenuß begünstigt. Im Sommer erfahren die Talbereiche aufgrund der an den Bergen bevorzugt entstehenden Quellwolken und dem Wolkenstau eine Begünstigung. Dabei muß man den großen Geländeeinfluß (Exposition, Horizontüberhöhung,...) auf die effektiv mögliche Sonnenscheindauer berücksichtigen. In Summe erhalten die größeren Höhen mehr Sonnenstrahlung.

2.2.3. Temperatur

Die Jahresmitteltemperatur liegt bei etwa 7,5°C. Die Temperaturverteilung ist wesentlich durch die Seehöhe geprägt. Oberhalb von etwa 1000 m rechnet man im Mittel mit einer Abnahme um 0,6 - 0,7°C pro 100 m. Unter 1000 m treten vor allem im Winter Inversionen auf, die oft mit Nebel in den Talbereichen verbunden sind. Besonders in Beckenlagen und engen Tälern bilden sich in winterlichen Schönwetterperioden Kaltluftseen aus.

Im Sommer liegt die durchschnittliche Temperaturabnahme mit der Höhe unterhalb 1000 m nur bei etwa 0,3 - 0,5°C.

2.2.4. Niederschlag

Das Sengsengebirge zeichnet sich durch Niederschlagsreichtum aus. Die Jahresniederschlagsmengen reichen von 1200 mm bis über 2000 mm, wobei das monatliche Maximum im Sommer auftritt. Von den Talstandorten weisen die Stationen Boddiggraben und Klaus die höchsten Niederschlagsmengen auf. Dies zeigt den großen Einfluß der Nordstaulagen auf die Niederschlagsverteilung. Der Niederschlag

nimmt im Durchschnitt mit der Seehöhe zu.

In Abbildung 3 ist diese Niederschlagsverteilung anhand der im Nordstau liegenden Meßstation Bodinggraben, und der im Lee liegenden Meßstation Windischgarsten dargestellt. Der Unterschied im Jahresniederschlag sowie die deutlich höher liegenden durchschnittlichen Monatsniederschlagsmengen (1971 bis 1990) im Sommer wird durch diese Graphik verdeutlicht.

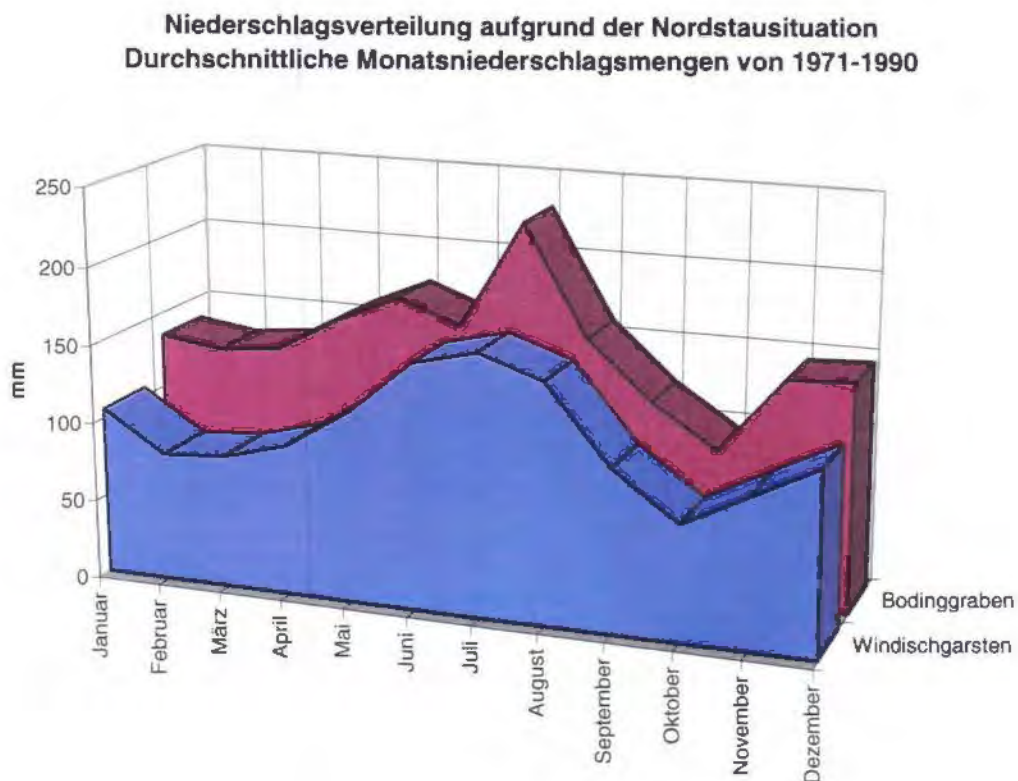


Abbildung 3: Niederschlagsverteilung der Stationen Bodinggraben und Windischgarsten

Um diese Nordstaulagen genauer zu dokumentieren wurden meteorologische Meßkampagnen durchgeführt. Bei einer Meßkampagne während einer typischen Nordstausituation von 14. - 15. November 1993 zeigte sich ein deutlich ausgeprägtes Niederschlagsmaximum nördlich der Höhenzüge von Sengsen- und Hintergebirge, wo an manchen Punkten fast dreimal soviel Regen fiel als etwa im südlich gelegenen Windischgarsten.

Schneebedeckung: In den Talbereichen weist das Windischgarstner Becken aufgrund

seiner Abgeschlossenheit und Talinversionslage eine wesentlich beständigere Schneedecke auf als der Bereich nördlich des Sengsengebirges (Klaus, Molln). Dies liegt an der etwas größeren Seehöhe und an den winterlichen Kaltluftseen, welche die Schneedecke konservieren. In Höhen um 1000 m kann man von November bis April Schneebedeckung erwarten. In einer Seehöhe um 1500 m ist zwischen Oktober bis Mai eine Schneebedeckung möglich. Südhänge sind bei der Schneeschmelze deutlich begünstigt.

2.3. Hydrologie

Die Hydrologie des Gebietes ist durch extremen Wassermangel in den Hochlagen und eine relativ breite Streuung der Quellaustritte in den Mittel- und Tieflagen geprägt. An der Südseite dominieren die beiden Karstriesenquellen von Vorderem und Hinterem Rettenbach, an der Nordseite sind einige größere Quellhorizonte vorhanden. Kleinere Quellen im Bereich der Lunzer Sandsteinbänder im mittleren Nockkar speisen die beiden Feichtauer Seen.

Das Reichraminger Hintergebirge besitzt eines der weitverzweigtesten Bachsysteme Mitteleuropas. Der im Rahmen des Projektes „Karstdynamik“ erstellte Atlas der Hydrologie (Angerer et al., 1996) umfaßt eine Fläche von 37.020 ha in denen insgesamt 767.759 Meter an Gewässerstrecken kartiert, nach Größe und Dynamik klassifiziert und mit derzeit 405 Meßpunkten überblicksmäßig erfaßt wurden. Weiters wurden 109 Teileinzugsgebiete ausgeschieden sowie rund 40 größere Quellen und einige der wichtigsten Vorfluter floristisch-faunistisch bzw. limnologisch erhoben.

2.4. Geologie der Aufnahmepunkte

Die Lithologie bzw. die Stratigraphie klassifiziert die zutage tretenden Gesteinsarten und ihren Schichtverband. Der Gesteinsuntergrund ist für alle Fragen der Bewirtschaftung, der Besiedelbarkeit und Nutzung, wie auch für die Biotopverteilung und ganz allgemein für die Naturräume von großer Bedeutung. Die Tektonik spielt dabei oft auch eine Rolle (Klüften, Lagerung, etc).

Der mineralische Aufbau, die Verwitterungsbeständigkeit, die Standfestigkeit und die Wasserhaltefähigkeit und die Wasserwegigkeit verschiedener Gesteine bilden verschiedenste Standortstypen und Nutzungsklassen. Mergelig-sandige Gesteine wie jene der Jura- und Kreidezeit, aber auch die jungen eiszeitlichen Schotter und Moränen tragen weichere Geländeformen, sind bodenfrisch und gut für die Landwirtschaft geeignet.

Ganz anders dagegen die dünnen Kalke und Dolomite der Trias, die tiefgründig verkarsten (Gärtner et al., 1994).

Der Hauptzug des Sengsengebirges wird von Wettersteinkalk gebildet, nördlich und südlich schließen Dolomitvorberge an. Als Ausgangsgestein für die Bodenbildung sind demnach großflächig Wettersteinkalk und Hauptdolomit anzutreffen.

Das Sengsengebirge und die nördlichen Vorberge liegen im Bereich der Tirolischen Fazies und gehören drei Schichtkomplexen an. Diese sind so übereinander gelagert, daß die tieferen Bauelemente nördlich zu liegen kommen. Das tiefste und nördlichste Element ist die Ternberger Decke. Das mittlere Bauelement, die Reichraminger Decke, baut die nördlichen Dolomitvorberge auf, das dritte und südlichste Bauelement ist die Höllengebirgsdecke, die den größten Teil des Sengsengebirges ausmacht.

Abbildung 4 stellt die Anzahl der Zuordnung zu den Geologischen Einheiten [laut Atlas zur Geologie (Gärtner et al., 1994)] der bisher erhobenen Punkte dar. Dabei zeigt sich, daß der Hauptdolomit und Wettersteinkalk die dominierenden geologischen Einheiten darstellen, wobei die Zuordnung aufgrund der oft starken Verzahnung im Gelände nicht immer ganz eindeutig ist.

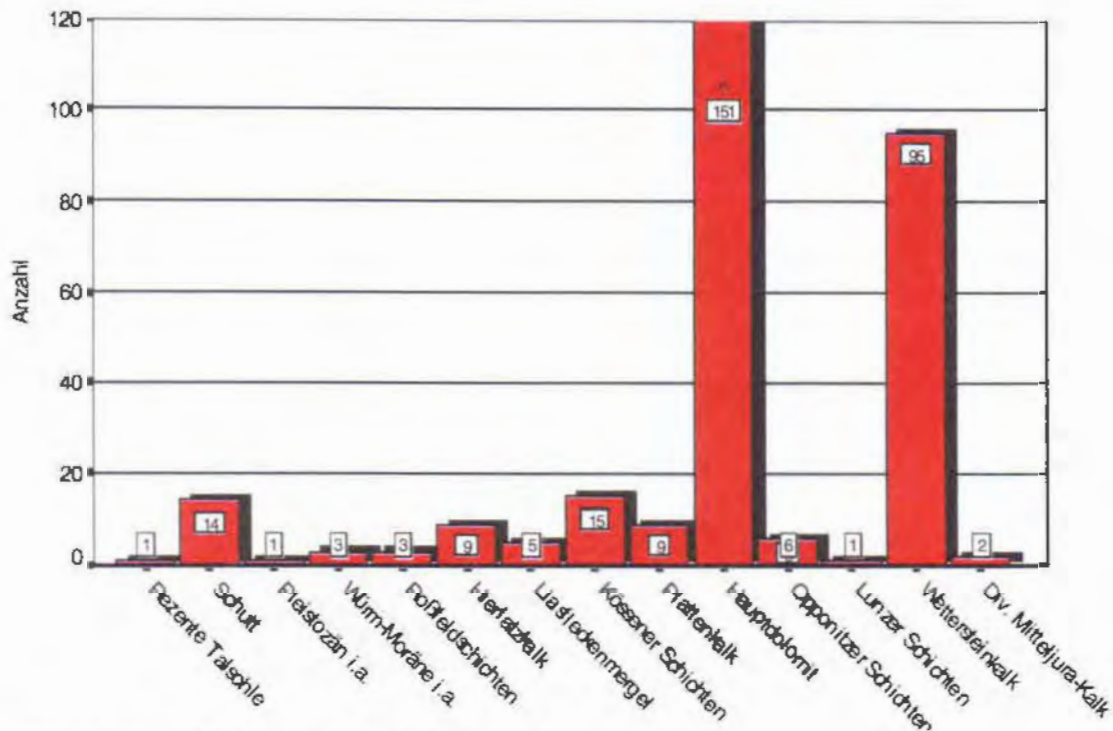


Abbildung 4: Geologische Einheiten der Inventurpunkte

2.4.1. Hauptdolomit

Aufgrund seines breiten Auftretens in den Mollner Bergen, im Hintergebirge und auch um Windischgarsten hat der Hauptdolomit große Bedeutung; er stammt aus dem Zeitalter der mittleren bis oberen Trias. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 500 und 2000 Meter.

Als „Dolomit“ wird ein Gestein dann bezeichnet, wenn es mindestens 50 % MgCO_3 enthält, das entspricht einem Magnesiumgehalt von ca. 5 %. Der Hauptdolomit ist meist massig, grauweiß bis gelbweiß-zuckerkörnig, gelblich oder rötlich gefleckt und selten deutlich gebankt. Der Dolomit hat kaum tonige Verunreinigungen und damit eine sehr geringe Kapazität zur Bodenbildung (Katzensteiner et al., 1996).

2.4.2. Hierlatzkalk

Der Hierlatzkalk gilt als Seichtschwellenfazies der Lias, die sich mit Knollenfaserkalken der Tiefschwelle (Adneter Kalk) und Kalken und Mergeln der Beckenfazies (Allgäuschichten und Kirchsteinkalk) verzahnt. Er kommt ebenfalls hauptsächlich in reiner Form vor und neigt stark zur Verkarstung.

2.4.3. Wettersteinkalk

Der Wettersteinkalk ist ein beiger, massiger, größtenteils umkristallisierter Kalk, der aus Korallenstücken und Algen aufgebaut ist. Die Mächtigkeit beträgt zwischen 300 - 900 m.

Eine röntgendiffraktometrische Analyse eines Handstückes von der Bärenriedlau zeigt, daß dieser Kalk praktisch zu 100 % aus Calzit aufgebaut ist (Katzensteiner et al., 1996).

2.4.4. Plattenkalk

Die Plattenkalke treten in Wechsellagerungen mit Dolomit, Kalkbänken und Tonlagen auf. Es sind hellgraue bis hellbraune, auch grünliche dünnbankige Kalke. Die Feinstrukturen sind laminiert bis oolithisch. Sie werden bis max. 200 Meter mächtig und sind nicht immer getrennt vom Hauptdolomit ausgeschieden (fließender Übergang).

So zeigte zum Beispiel eine Analyse einer Gesteinsprobe vom Mieseck im Röntgendiffraktogramm eine Zusammensetzung von ca. 1/3 Calzit und 2/3 Dolomit (Katzensteiner et al., 1996).

2.4.5. Kössener Schichten

Diese Gesteine entstanden nur innerhalb der voralpinen Hauptdolomit-Fazies in einem lagunenähnlichen Becken mit schlechterer Durchlüftung. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 20 und 200 Meter, im Gelände fällt das Gestein durch Plaiken und Rutschungen auf. Die Kössener Schichten bestehen aus einer Wechsellagerung von dunkelgrauen bis olivgrünen Kalken und Mergeln mit ebenen bis knollig-welligen Schichtflächen. Die Mergel sind dunkel und tonreich; sie liefern tiefgründige Böden.

2.4.6. Lunzer Schichten

Das nur geringmächtig erhaltene, verwitterungsanfällige Gesteinsband (20 bis 80m) fällt im Gelände oftmals durch Hangverflachungen auf. Bei seiner Entstehung wurde das Riffwachstum durch die Zufuhr von schwarzem Schlamm und Sand unterbrochen. Daher folgt dem scharfen Aussetzen der Karbonatsedimente eine Schüttung schwarzgrauer, braun verwitternder Sandsteine und Arkosen mit Glimmerschuppen und Pflanzenhäcksellagen auf den Schichtflächen. Die Sandsteine werden manchmal von stark zerscherten schwarzen Schiefen begleitet (z.B. Haselgraben). Im Schiefertongebiet kommen immer wieder Kohlenflöze vor.

2.4.7. Opponitzer Schichten

Liegende Opponitzer Schichten bestehen aus Rauhwacke, Sandsteinen und mergeligen Kalken, hangende Schichten sind aus Rauhwacke bzw. Dolomit mit bituminösen Mergelschiefen zusammengesetzt, die über wellig geschichtete graubraune Kalke in Hauptdolomit übergehen.

Die Opponitzer Kalke und Dolomite können bis 300 m Stärke erreichen. Sie sind dem Muschelkalk sehr ähnlich, zeigen graue, braun bis gelblichbraune Farbtöne und zahlreiche Varietäten. Diese recht inhomogene Serie kann durch Gips-, Anhydritlinsen "irreguläre" Karsterscheinungen hoher Intensität hervorrufen. Diese oft wasserstauenden Gesteine zeigen dann tiefgreifende Verwitterung und Lösungshohlräume mit schwammartigen Strukturen.

2.4.8. Roßfeldschichten

Über die Geländestufe der Neokomkalke folgen die weichen, mit Sackungen und Plaiken talwärts drängenden Mergelmassen. Das 150 - 200 m mächtige Paket besteht über Basis- Sandsteinbänken aus graubraunen bis blaugrauen siltigem Mergel mit Karbonatsandsteinen, Feinbreccien und Mergelkalken. Roßfeldschichten zeigen schon flyschähnliches Verhalten.

2.4.9. Liasfleckenmergel

Allgäuschichten bzw. Liasfleckenmergel sind Synonyme; sie werden bis über 1500 m mächtig und gelten als Sediment einer bathyalen See mit beträchtlicher Ablagerungsrate im Stillwasser. In der Tiefe fand keine Oxydation mehr statt, was sich in der Graufärbung äußert. Die Flecken sind Kotfüllungen von fossilen Freß- und Wohnbauten.

2.4.10. Würmeiszeitliche Moränen und Schotter

Infolge des "Steckenbleibens" der über den Pyhm eingedrungenen Eismasse des Ennstalgletschers im Windischgarstener Becken haben sich ausgeprägte Endmoränenlandschaften um Roßleithen entwickelt. Würm-Moränen und Niederterrassenschotter finden sich als Relikt der Lokalvergletscherung auch am Ausgang zahlreicher größerer Täler, in lokalen Staubecken konnten sich Schwemmfächer und Feinsedimente absetzen.

2.5. Geomorphologie der Aufnahmepunkte

2.5.1. Oberirdische Karstformen

„Karst“ tritt in den Nördlichen Kalkalpen als Hauptphänomen auf, und hat somit für den Nationalpark Kalkalpen eine große Bedeutung. Die Bezeichnung „Karst“ steht für die Gesamtheit der durch die Wirkung von Grund- und Oberflächenwasser (Korrosion) in löslichen Gesteinen (hauptsächlich Kalk und Gips) entstehenden Formen. Der Verkarstungsprozeß beruht vorwiegend auf Spaltenkorrosion und reicht bis zur Untergrenze lösbarer Gesteine. Die vollkommene Verkarstung findet sich in reinen, d.h. möglichst tonarmen Kalkgesteinen mit hoher Klüftigkeit. Mit CO₂-haltigem Wasser tritt eine chemische Reaktion ein, und die Carbonate gehen als Bicarbonate in Lösung. Die Menge der in Lösung gehenden Carbonate ist vom CO₂-Gehalt abhängig (Lenz und Weidersich, 1993).

Die Bodenbildung baut hier überwiegend auf organischen Rückständen auf (Rendzinen, AC/OC- Böden) und besteht nur zu einem kleinen Teil aus Kalkgesteinrückständen. Biomassenentzug durch forstliche Nutzungen oder Bodenerosion infolge Bodendeckenschädigung durch Holzbringung, Tourismus und Weidevieh stellen somit ein großes Gefahrenpotential dar.

2.5.2. Unterirdische Karstformen

Hier handelt es sich um Lösungsformen, die unter einer Deckschicht ungelöster Gesteine liegen. Erdfälle, die durch Einbruch der Deckschicht über gelöstem Gestein entstehen und abgedeckter Karst, der durch Abtragung der Deckschicht freiliegende Karstlandschaften entstehen läßt, sind typische Erscheinungsbilder. Auch Höhlensysteme zählen zu diesem Typus.

2.5.3. Glaziale Formen

Die alpine Hochvereisung ist nur um Windischgarsten und am Sengsengebirge erkennbar. Das Hintergebirge lag bereits im „periglazialen“ Gletschervorfeld. Die eindeutigsten glazialen Talgroßformen sind in den U-Tälern, in den kastenartigen

„Glazialen Gassen“ des Karstes und in Karen und Karresten erhalten. Manchmal besteht eine Kombination aus sekundär aufgesetzten oder synchron entstandenen fluviglazialen Talformen (z. B. Hetzschlucht).

2.5.4. Fluviglaziale und fluviale Formen

Talsysteme die aufgrund von fließendem Wasser geformt wurden, sind vorallem im Hintergebirge und in den Mollner Vorbergen anzutreffen. Es dominieren die Erosion und der Abtransport. Das verwirrende Netz der großen Kerbtäler, Schluchten und Klammen ist die Typuslandschaft im Hauptdolomit, durchbricht aber auch massive Kalkriegel mit spektakulären Klammen und Canyons (Haselschlucht).

2.5.5. Mechanische Abtragung

Dieser Formenkreis hat bei der starken Unterschneidung der Altlandschaften mit den übersteilten Flanken eine weite Verbreitung. Bei den Erosionen unterscheidet man zwischen der steinschlag- und bergsturzdominierten Abtragung im Kalk und der durch Rutschungen, Plaiken und Sackungen gekennzeichnete Hangbewegung im Mergel und Lockermaterial.

2.5.6. Paläokarst und Altlandschaften

Die Altformen sind vor allem als Erweiterung des Abschnittes „Verkarstung“ anzusehen. Da sich der Großteil des Erhebungsgebietes im periglazialen Raum befindet sind die Reliktböden durch die vordringenden Eismassen nicht ausgeräumt worden und stellen somit für die Bodenbildung einen bedeutenden Faktor dar.

2.5.7. Anthropogene Einflüsse

Bei den vom Menschen verursachten Geländeformen sind nur wenige flächenhafte und punktuelle Eingriffe taxativ ausgewiesen. Das große Netz der Forststraßen ist nicht dokumentiert, wohl aber deren Auswirkungen im Gelände.

2.6. Humustypen und Subtypen

Ein Histogramm der bis dato erhobenen Humustypen zeigt Abbildung 5

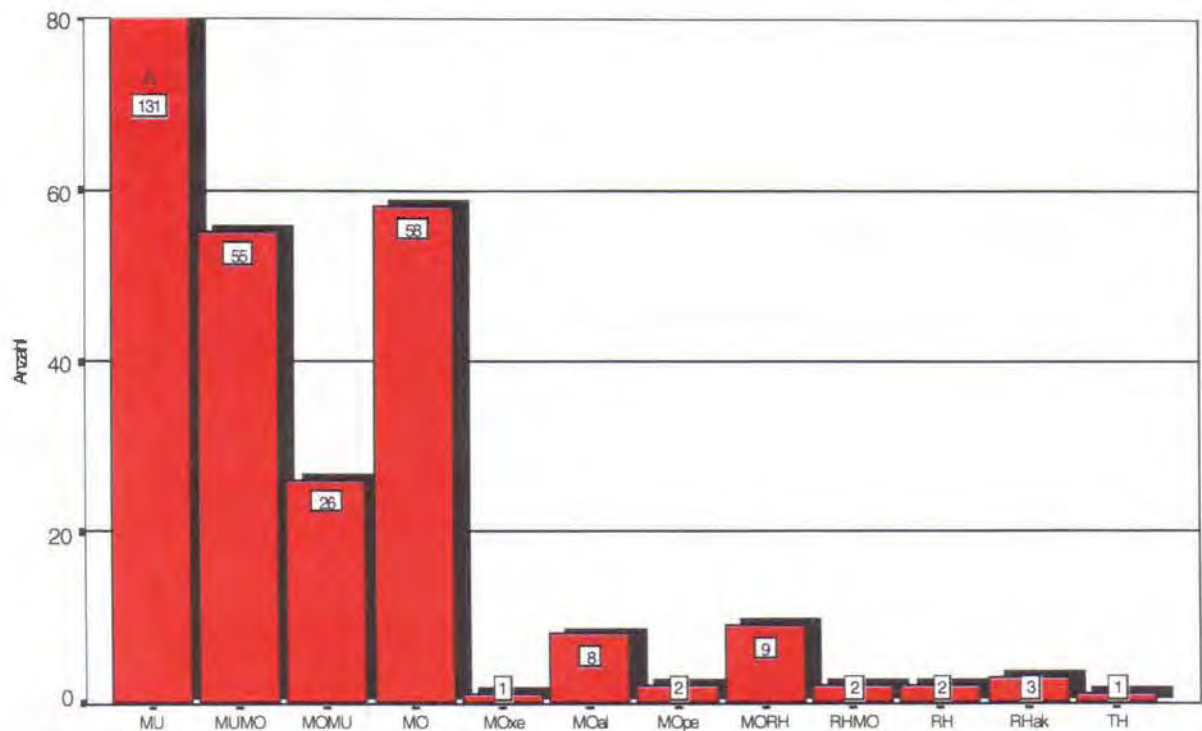


Abbildung 5: Verteilung der Humustypen

2.6.1. Mullhumus (MU)

Der Abbau der leicht zersetzbaren Bestandesabfällen erfolgt bei den günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen und bei guter Basenversorgung ohne freie Karbonate in der Feinbodensubstanz relativ rasch. Aufgrund dessen zeichnet sich der Mullhumustyp durch eine zweigliedrige (nur L- und F-Horizont) Auflage mit einer meist geringen Mächtigkeit aus. Diese als typischer Mull bezeichnete Humusform mit einem allmählichen Übergang zum unterlagerten Mineralbodenhorizont wurde insgesamt 131 mal ausgeschieden. In dieser Gruppe sind auch der hydromorphe Mull, der aufgrund einer ausreichenden Basenversorgung und Durchlüftung auch unter Grund- oder Stauwassereinfluß noch eine ausreichende biologische Aktivität aufweist, sowie der auf kalkhaltigem Substrat vorkommende milde (carbonatische) Mull enthalten.

Eine Dreigliederung (L-, F-, und H-Horizont) der Auflage entsteht durch schlechter zersetzbaren Bestandesabfall oberhalb der mittelmontanen Höhenstufe, und/oder ungünstigere Temperatur- und Feuchteverhältnissen und/oder gehemmten Streuabbau.

Diese Übergangsformen wurden je nach Mächtigkeit der Gesamtauflage und Mächtigkeit des H-Horizontes in folgende Subtypen gegliedert:

2.6.1.1. Moderartiger Mull (MUMO)

Bei diesem Subtyp kann nur eine ganz geringe Menge von H-Material festgestellt werden. Der H-Horizont ist stellenweise unterbrochen und tritt somit nicht flächig auf. Der jedoch oft gestörte Bestandesaufbau läßt eine Humusdegradation in Richtung eines Moderhumus vermuten. Dieser Subtyp wurde 55 mal vorgefunden.

2.6.1.2. Mullartiger Moder (MOMU)

Kommt der H-Horizont im Gegensatz zum vorrangegangenen Subtyp bereits flächig vor, und weist der A-Horizont des Mineralbodens noch immer eine deutlich biogene Prägung auf, so wird diese Humusform als mullartiger Moder bezeichnet. Dieser Subtyp wurde 26 mal ausgewiesen.

2.6.2. Moderhumus (MO)

Der Moderhumus ist durch eine dreigliedrige Auflage (L-, F- und H-Horizont) gekennzeichnet. Die L-Schicht wird nicht mächtiger als eine der beiden anderen Schichten. Der Mineralbodenhumus ist durch Insektentätigkeit seicht eingearbeitet, oder teilweise auch infiltriert. Dieser Typ der in den Nadel- Laubmischwäldern und Nadelwäldern bis in die submontane Höhenstufe häufig vorkommt, wurde 58 mal ausgeschieden.

2.6.2.1. Xeromorpher Moder (Moxe)

An wind- und sonnenexponierten Lagen erfährt die Humusauflage aufgrund von Verhagerung nur eine dürftige Entwicklung. Dieser als Xeromorpher Moder bezeichnete Humus wurde 1 mal vorgefunden.

2.6.2.2. Alpenmoder (Moal)

Er entsteht durch Ansammlung großer Mengen von Feinmoder in kühlen und niederschlagsreichen Lagen. Eine hohe Aktivität der Mesofauna führt zur Ausbildung eines mächtigen, lockeren H-Horizontes. Diese Humusform wurde 8 mal ausgeschieden.

2.6.2.3. Pechmoder (Mope)

Dieser Modertyp bildet sich bei hydromorpher Beeinflussung durch Ansammlung von kohlig-schmierigem Feinmodermaterial in der subalpinen Stufe. Er konnte 2 mal ausgewiesen werden.

2.6.2.4. Rohhumusartiger Moder (MORH)

Als Rohhumusartiger Moder werden jene Humustypen bezeichnet bei denen eine hohe Auflagemächtigkeit vorhanden ist, jedoch der H-Horizont bildet noch immer den größten Anteil. Er wurde 9 mal vorgefunden.

2.6.2.5. Moderartiger Rohhumus (RHMO)

Hier sind die L- und F-Horizonte in etwa doppelt so mächtig wie der H-Horizont. Er wurde 2 mal vorgefunden.

2.6.3. Rohhumus (RH)

Rohhumus hat eine dreigliedrige Auflage (L-, F- und H-Horizont) wobei der H-Horizont immer geringmächtiger als die Hälfte der L- und F-Horizonte ist. Die F- und H-Horizonte sind kompakt und schichtig gelagert. Die Mächtigkeit der gesamten Humusauflage beträgt in der Regel 20 cm. Dieser „typische“ Rohhumus wurde nur 2 mal ausgeschieden.

2.6.3.1. Aktiver Rohhumus (Rhak)

Er wurde 3 mal ausgeschieden. Ähnlich wie bei rohhumusartigem Moder und moderartigem Rohhumus läuft die Nährstoffumsetzung in kühl-feuchten hochmontanen und subalpinen Lagen, bei geringem Feinbodenanteil des Mineralbodens vornehmlich in der organischen Auflage ab. Der Unterschied zu den Modertypen liegt in der geringen Mächtigkeit der H-Schicht.

2.6.3.2. Tangelrohhumus (TH)

Als solcher wird die oft unter Alpenzwergräuchern und Latschen entstehende stark verfilzte Auflage bezeichnet. Diese Auflagen ist mächtig, der Feinmoder kommt als Spaltenverfüllung oder mit Schutt durchsetzt vor. Er wurde nur 1 mal ausgeschieden.

2.7. Bodentypen und Subtypen

Ein Histogramm der Bodentypen an den erhobenen Naturrauminventurpunkte ist in Abbildung 6 dargestellt.

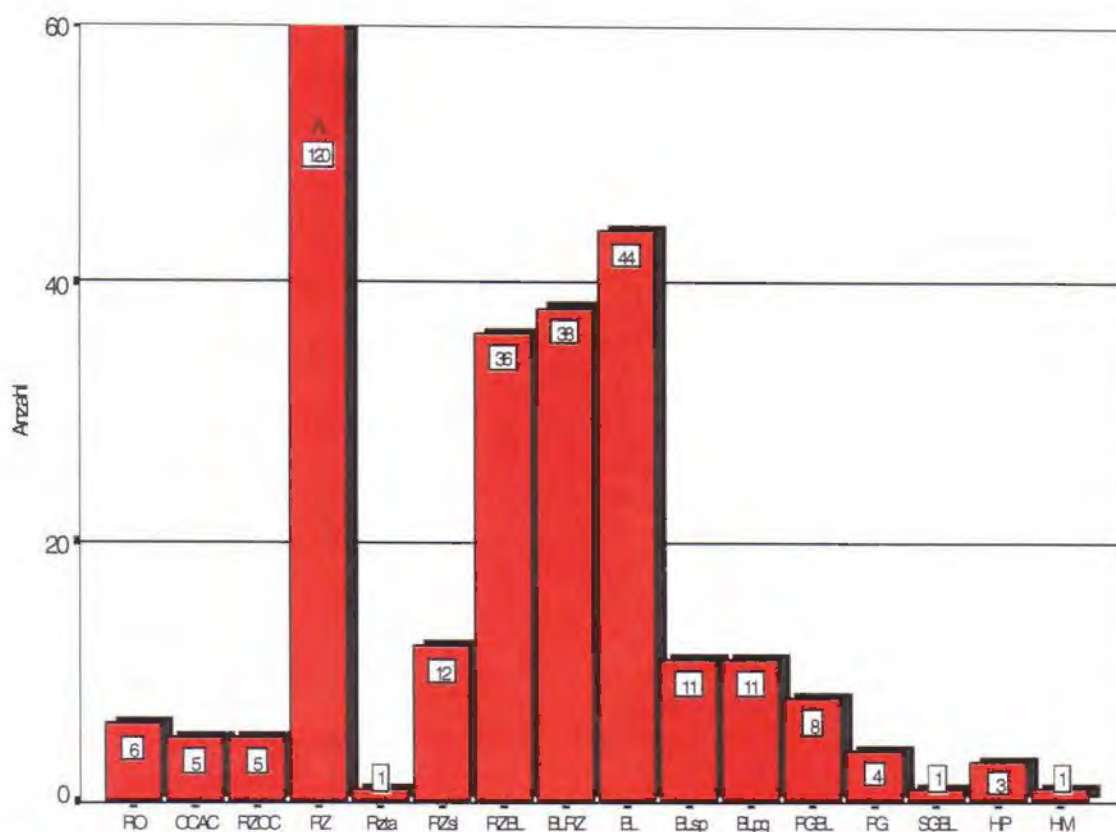


Abbildung 6: Verteilung der einzelnen Bodentypen im Untersuchungsgebiet

2.7.1. Rohboden (RO)

Rohböden sind durch erst geringe chemische Verwitterung, initiale Humusbildung und beginnende Besiedelung durch Pflanzen und Bodenorganismen gekennzeichnet. Jene Rohböden die bisher erhoben wurden, sind anthropogene Forststraßen und -böschungen, sowie Standorte wie Plaiken und Schuttakkumulationen, die durch die Releifenergie geprägt wurden. Es wurden 6 Rohböden ausgeschieden.

2.7.2. Rendzina (RZ)

Rendzina sind flachgründige Verwitterungsböden auf Kalkgestein und Dolomit. Infolge einer geringen Gründigkeit und dem Skelettreichtum und der damit verbundenen geringen Wasserhaltefähigkeit sind Rendzinastandorte trockene Standorte. Im

Aufnahmegebiet wurden bis jetzt 120 mal reine Rendzinen ausgeschieden. Sie stellt daher den am häufigst vorkommenden Bodentyp dar. Da Rendzinen fast immer mit Braunlehmdecken wechselnd im Gelände anzutreffen sind, gibt es eine ganze Reihe von Verzahnungstypen zwischen Rendzina und Braunlehm. Weiters wurden auch OC/AC-Böden sowie Übergänge von OC/AC-Böden zu Rendzina (RZOC) in diese Gruppe gestellt, wobei die Trennung zwischen H- und A-Horizonten aufgrund des Anteils der organischen Substanz im Gelände nur schwer festzustellen war. Weiters sind noch Tangelrendzinen (Rzta) unter alpiner Zwergstrauchvegetation vorgekommen.

2.7.3. Braunlehm (BL)

Braunlehme sind reliktsche Bodenbildungen, die aus Lösungs- bzw. Verwitterungsrückstände von kalkig-silikatischen Gesteinen oder aus aufgelagerten Substraten hervorgegangen sein können. Sie sind ocker bis rotbraun gefärbt. Hoher Tongehalt und eine polyedrische Struktur, die aufgrund von Quellungs- und Schrumpfungsvorgängen vor allem im Oberboden entstanden sind, charakterisieren diesen Bodentyp. Diese Braunlehme sind hauptsächlich als Relikte früherer Wärmeperioden (Tertiär und Interstadiale) einzuordnen. Die A und Bvrel-Horizonte sind kalkfrei. Im Untersuchungsgebiet wurde typischer Braunlehm 44 mal ausgeschieden und stellt somit den zweithäufigsten Bodentyp dar.

2.7.4. Braunlehm - Rendzina

Da Braunlehme sehr oft gemeinsam mit Rendzinen im Gelände anzutreffen sind, wurde nun versucht, eine Einstufung hinsichtlich unterschiedlicher Anteile an Braunlehm bzw. Rendzina vorzunehmen. Folgende 3 Subtypen sollten diese als „Verzahnung“ bezeichneten Übergänge dokumentieren.

Diese Verzahnungen konnten insgesamt 86 mal festgestellt werden. Um diese Übergänge von Rendzinen und Braunlehmen genauer festzulegen, wurde aus diesem Grund folgende Subtypen ausgeschieden.

2.7.4.1. Rendzina schwache Braunlehmbeeinflussung (RZsl)

Bei diesem Subtyp wurde keiner oder höchstens ein Braunlehmanteil von 15 %VOL in der Bodenprofilgrube festgestellt. Oft konnte jedoch nur bei der Ermittlung der Schlagbohrergründigkeit Braunlehm im Schlagbohrer vorgefunden werden. Diese

schwache Verzahnung zwischen Rendzina- und Braunlehm bodentypen trat 12 mal auf.

2.7.4.2. Rendzina deutliche Braunlehmbeeinflussung (RZBL)

Hier konnte auch in der Profilgrube ein deutlicher Braunlehmanteil festgestellt werden, jedoch betrug der Anteil unter 50 %Vol gegenüber dem karbonatischen Ausgangsmaterial. Vorgefunden wurde dieses Mischungsverhältnis von Rendzina - Braunlehm 36 mal.

2.7.4.3. Braunlehmrendzina (BLRZ)

Der Anteil an Braunlehm lag neben dem hohen Skelettanteil bei diesem Subtyp deutlich über 50 %, aber kein reiner Bvrel-Horizont sondern Ahb A/Bvrel C.

2.7.5. Pseudogley (PG) und pseudovergleyte Braunlehme (wechselseuchte Böden)

Die Braunlehme sind teils in Muldenlagen und teils in schwach geneigtem Gelände aufgrund einer gehemmten Wasserversickerung pseudovergleyt. Aufgrund eines dichten und somit wasserstauenden S-Horizontes (Staukörper) kommt es in gewissen Phasen des Jahres zum Stau von Niederschlag- bzw. Sickerwasser im P-Horizont (Stauzone), während in Trockenphasen dieser Horizont wieder stärker austrocknet. Dadurch entsteht im S-Horizont die typische Marmorierung (rötlichbraune bis rostbraune Grundfarbe mit fahlen Bleichungsflecken) und die Konkretionen im P-Horizont, die durch punktförmige Ansammlung von Al- und Mn-oxiden entstehen.

Der „typische“ Pseudogley wurde 4 mal ausgeschieden. Da die Intensität der Pseudovergleyung jedoch sehr unterschiedlich war, wurden folgende Subtypen ausgeschieden:

2.7.5.1. Braunlehm schwach pseudovergleyt (BLsp)

Die Anzahl der oft sehr kleinen (Durchmesser 1 bis 2 mm) Konkretionen im P-Horizont beschränkt sich auf wenige. Die Ausprägung der Pseudovergleyung ist nur ansatzweise erkennbar, da Trockenphasen überwiegen.

2.7.5.2. Pseudovergleyter Braunlehm (BLPG)

Konkreteionen sind hier schon in größerer Anzahl festzustellen. Ein Übergang zum

Pseudogley wird durch längere Naßphasen eingeleitet. Beide Subtypen wurden 11 mal ausgeschieden

2.7.5.3. Hangpseudogley

Hangpseudogleye haben durch den oberflächennahen Hangwasserzug (hangabwärts fließendes Stauwasser) einen günstigeren Lufthaushalt. Weiters wird eine starke Anreicherung an Al- und Mn-Ionen sowie an reduzierenden organischen Substanzen weitgehend verhindert. Die Stauzone wird durch ein Verfäulung und kleinen Punktkonkretionen charakterisiert.

2.7.6. Gley

Zu diesem Typ zählen jene Böden, die durch den Einfluß von Grundwasser geprägt sind. Durch hoch anstehendes Grundwasser herrschen infolge von Sauerstoffmangel stark reduzierende Bedingungen vor. Eine graublaue Färbung durch zweiwertige Eisen- und Manganverbindungen ist in diesem Gr-Horizont (Reduktionsbereich des Gleyhorizontes) typisch. Im darüberliegenden Go-Horizont (Oxidationsbereiche des Gleyhorizontes), wo Vernässung und normale Durchfeuchtung mit Luftzutritt wechseln, werden lösliche Eisen- und Manganverbindungen in der Phase mit Luftzutritt teilweise wieder oxidiert und führen zur Rostfleckigkeit.

2.8. Waldgesellschaften

Ausscheidung und Gliederung der Waldgesellschaften, die am Institut für Vegetationsökologie der Universität Wien erfolgten, wurden dem Endbericht zur Naturrauminventur (Eckmüllner et al., 1994) entnommen. Bei den einzelnen Waldtypen und Subtypen wird kurz auf die Zeigerwerte nach Ellenberg (1991) eingegangen, da diese für spätere Berechnungen zur Anwendung gelangen. Diese Ellenberg-Zeigerwerte werden im Kapitel 3.4.3 Vegetationskundliche Daten detailliert erklärt.

2.8.1. Tief bis mittelmontane Stufe

Die Wälder der mittelmontanen Stufe, die nach Müller (1977) im Gebiet zwischen 700 und 1200 m liegen, sind meist Buchenwälder. Die Klimaxgesellschaft bildet die Assoziation des *Helleboro nigri-Fagetum* (Zukrigl 1973) welche auch als Fichten-Tannen-Buchenwald ausgebildet sein kann. Als Dauergesellschaft kann sich das *Seslerio-Fagetum* einstellen. Auf sehr trockenen, felsigen, südexponierten Standorten ist die Buche ökologisch geschwächt und kann gänzlich ausfallen. In der hochmontanen Stufe (1200-1450 m) steigt die Buche noch bis ca. 1300 m.

2.8.1.1. Trockene bis mäßig frische mittelmontane Standorte

Es handelt sich um Bestände unterschiedlichster Baumartengarnitur, die auch soziologisch in unterschiedliche Klassen fallen.

Diagnostische Artenkombination

Bupthalmum salicifolium L.
Laserpitium latifolium L.
Polygala chamaebuxus L.
Campanula scheuchzeri L.
Calamagrostis varia (L.) Roth

Erica herbacea L.
Rhododendron hirsutum L.
Sesleria varia (Jacq.)
Betonica aleopecurus L.

- **Rotföhren-Bestände**

Erico-Pinetum sylvestris (Braun-Blanquet- in Braun-Blanquet et al. 1939 nom. inv.)

Die Gruppe zeigt ausgesprochen basiphile Arten (Reaktionzahl = 8) und besiedelt magere Standorte (Stickstoffzahl = 3).

- **Fichten-Tannen-Bestände**

Carici albae-Piceetum (H.Mayer et al. 1967)

Innerhalb dieser Gruppe liegen die Zeigerwerte mit einer Schwankungsbreite von einer Klasse im mittleren Bereich aller Aufnahmen.

- **Mäßig trockene Fichten-Buchen-Bestände**

Helleboro nigri-Fagetum (Zukrigl 1973)

Die Medianwerte für die Zeigerwerte je Aufnahme sind in dieser Gruppe sehr gleichmäßig verteilt. Die Schwankungsbreite liegt innerhalb einer Zeigerwertklasse. Licht, Feuchte, Temperatur und Stickstoff liegen im mittleren Bereich von 5. Die Reaktionszahl zeigt deutlich basische Verhältnisse an.

- **Lärchen-Fichten-Bestände**

– Anthropogen bedingte Lärchen-Fichten-Bestände

Der Unterwuchs läßt sich in das Helleboro nigri-Fagetum einordnen, die Baumartenkombination ist allerdings stark verändert.

- Natürliche montane Lärchen-Fichten-Bestände

Azonale Dauergesellschaft, Typ ungeklärt.

Die Lichtzahl ist gegenüber den anthropogenen Beständen um eine Klasse höher (5=Halbschattensituation)

2.8.1.2. Frische bis feuchte montane Buchen-(Misch)-Wälder

Die Artenkombination entspricht in etwa der *Lamiastrum galeobdolon*-Gruppe (Arten der buchen- und edellaubbaumreichen Mischwälder (Fagetalia)) nach Mayer.

Diagnostische Artenkombination

<i>Fagus sylvatica</i> L. <i>Daphne Mezereum</i> L. <i>Fraxinus excelsior</i> L. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. <i>Abies alba</i> Mill. <i>Prenanthes purpurea</i> L. <i>Carex alba</i> Scop. <i>Cyclamen purpurascens</i> Mill. <i>Calamagrostis varia</i> (L.) Roth <i>Helleborus nigra</i> L. <i>Euphorbia amygdaloides</i> L. <i>Actaea spicata</i> L. <i>Neottia nictitans</i> (L.) L. C. Rich. <i>Lamiastrum galeobdolon</i> L. <i>Polystichum aculeatum</i> L. Roth <i>Adenostyles glabra</i> L.

- **Reine Laubholzbestände**

Auch die reinen Laubholzbestände im *Helleboro nigri*-Fagetum sind der montanen Ausbildung nach als natürliche Mischwälder zuzuordnen.

Die Gruppe weist in allen Zeigerwerten eine hohe Homogenität auf.

- **Fichten-(Tannen)-Buchen-Bestände**

Helleboro nigri-Fagetum, hier als montane Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestände ausgebildet.

Die Zeigerwerte liegen in der natürlichen Schwankungsbreite einer Waldvegetationsaufnahme, vor allem bei mittel bis stark überschirmten Wäldern.

2.8.1.3. Störflächen innerhalb der frischen Buchen-Tannen-Fichten-Wälder

Potentiell gehört diese Gruppe auch noch in das Helleboro nigri-Fagetum. Die Störungszeiger weisen auf die Klasse der Schlagfluren und Vorwaldgehölze hin.

Diagnostische Artenkombination

<i>Eupatorium cannabinum</i> L.
<i>Tussilago farfara</i> L.
<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.
<i>Fragaria vesca</i> L.
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
<i>Buchenwaldarten die trotz Störung vorhanden</i>
<i>Mycelis muralis</i> L.
<i>Salvia glutinosa</i> L.
<i>Sanicula europaea</i> L.
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.)
<i>Asarum europaeum</i> L.
<i>Senecio ovatus</i> (G. Gärtm. & al.)

- **Schwach gestörte Flächen**

Dazu zählen Helleboro nigri-Fagetum mit zur Fichte hin verschobener Baumartenkombination mit einigen Störungszeigern im Unterwuchs.

Der Störcharakter wird auch durch die Stickstoff- und Lichtzahl belegt. Im Vergleich zu den naturnahen Beständen sind die Medianwerte der Stickstoffzahl um 1 bis 2 Klassen erhöht.

- **Stark gestörte Flächen**

Epilobio-Atropetum hellae-donnae (R. Tüxen 1931 em. 1950)

- **Junge Fichten-Laubholzdickungen**
- **Kahlschläge**
- **Forststraßen**

2.8.2. Hochmontane und Subalpine Stufe

Ab der hochmontanen Stufe (ab ca. 1200 m) zeigt sich eine deutliche Veränderung des Unterwuchses von typischen Buchenwaldbegleitern hin zu Hochstauden und Fichtenwaldbegleitern. Bis auf einige wenige Standorte wird die Buche auch völlig von der Fichte, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Gebiet zwischen 1300 und 1450 m hat, abgelöst. In der subalpinen Stufe (ab 1450 m) werden die geschlossenen Wälder durch Krummholz (Latschen) abgelöst. In einigen Aufnahmen zeigt sich die Beweidung anhand des Hochstaudenreichtums und verändert somit den natürlichen Aspekt.

2.8.2.1. Hochmontane Wälder (Buchen-Fichten-Übergang)

Wie auch nach Mayer (1974) sind aufgrund von naturräumlichen Verhältnissen in diesem Typ Arten der *Lamium galeobdolon*-Gruppe mit solchen der *Adenostyles alliariae*-Gruppe (Hochstaudenfluren) gemischt.

Diagnostische Artenkombination

<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Galium odoratum</i> (L.) Scop. <i>Paris quadrifolia</i> L. <i>Oxalis acetosella</i> L. <i>Senecio ovatus</i> (G. Gärt. & al.) <i>Phyteuma spicatum</i> L. <i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud. <i>Veratrum album</i> L. <i>Saxifraga rotundifolia</i> L.
--

- **Hochmontane Buchen-(Tannen)-Fichten-Mischwälder**

Dies ist die hochmontane Variante des *Helleboro nigri*-Fagetum im Übergang zum *Adneostylo alliariae*-Abietetum.

Die Temperaturzahl erreicht erstmalig Werte unter 4 (Kühlezeiger).

- **Fichtenbestände**

Sind teilweise anthropogen verändert, eine soziologische Zuordnung ist nicht möglich.

2.8.2.2. Frisch bis feuchte (beweidete) Fichtenwälder und bestockte Weiden

Die Standorte sind potentiell hochstaudenreiche Fichtenwälder. Die Artenkombination ist durch starke Beweidung noch deutlicher zu den Hochstaudengesellschaften verschoben.

Diagnostische Artenkombination

Picea abies (L.) Karst.
Vaccinium myrtillus L.
Oxalis acetosella L.
Senecio ovatus (G. Gärtn. & al.)
Phyteuma spicatum L.
Ranunculus lanuginosus L.
Luzula sylvatica (Huds.) Gaud.
Veratrum album L.
Aconitum napellus L.
Viola biflora L.
Hypericum maculatum L.
Saxifraga rotundifolia L.
Chaerophyllum hirsutum L.
Adenostyles alliariae (Gouan) Kerner
Descampsia cespitosa (L.) P. Beauv.
Caltha palustris L.
Homogyne alpina (L.) Cass.

- **Teilweise beweidete hochstaudenreiche Fichtenwälder**

Die Wälder sind charakterisiert durch eine mehr oder weniger stark deckende erste Baumschicht mit ausschließlich Fichte.

Die Feuchtezahl ist sehr homogen und typisch für sehr frische Standorte.

- **Bestockte Weiden**

Eine eindeutige Zuordnung ist nicht möglich; Elemente der *Vaccinio-Piceetea* (*Adenostylo alliariae*-*Abietetum*) herrschen vor.

2.8.2.3. Mäßig frische hochstaudenreiche Standorte

Diagnostische Artenkombination

<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud <i>Veratrum album</i> L. <i>Aconitum napellus</i> L. <i>Adenostyles alliariae</i> L. <i>Descampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.
--

• Hochstaudenreiche Fichten-Lärchenbestände

Diese lassen sich soziologisch schwer zuordnen, zeigen aber eine Tendenz zum *Adenostylo glabrae*-Piceetum und zum *Laricetum deciduae*.

2.8.2.4. Kalkschutt Fichten-Lärchenwald-Standorte

Die potentielle natürliche Vegetation dieser Kalkschutt Fichten- und Fichten-Lärchenwäldern setzt sich aus folgender Artenkombination zusammen.

Diagnostische Artenkombination

<i>Picea abies</i> (L.) Karst <i>Larix decidua</i> Mill. <i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Erica herbacea</i> L. <i>Helleborus nigra</i> L. <i>Mercurialis perennis</i> L. <i>Melica nutans</i> L. <i>Adenostyles glabra</i> L. <i>Gymnocarpium robertianum</i> L. <i>Polystichum lochitis</i> (L.) Roth <i>Asplenium viride</i> Huds. <i>Aconitum napellus</i> L. <i>Galium pusillum</i> L. <i>Carduus defloratus</i> L. <i>Campanula scheuchzeri</i> L.
--

3. METHODEN

3.1. Erhebungsmethode

Ziel der Naturrauminventur ist zunächst eine flächenhafte Erhebung des Ist-Zustandes auf der Basis von meßbaren Parametern mit dem Fernziel einer repräsentativen Dokumentation der natürlichen Entwicklung und Beobachtung von Veränderungen durch periodische Wiederholung der Erhebungen.

Das **Datenmaterial** stammt ausschließlich aus den Erhebungen zur Naturrauminventur im Nationalpark Kalkalpen. Im Rahmen der Pilotstudie 1994 wurden 140 Inventurpunkte erhoben. Bei Aufnahmen im Jahr 1996 wurden 173 Punkte neu sowie 17 Inventurpunkte aus der Pilotstudie wiederholt aufgenommen, um einen Vergleich der Aufnahmemethodik und -genauigkeit zu erhalten.

Das Konzept und der Aufnahmeschlüssel für diese Inventur wurden von einem Expertenteam erstellt (Eckmüllner et al., 1994):

Die Aufnahmen erfolgen auf Inventurpunkten mit einem Punktabstand von jeweils 300 m. Auf jedem dieser Stichprobenpunkte werden über 200 Parameter erhoben, die standortkundliche, vegetationsökologisches, ertragskundliche und wildökologisches Gegebenheiten erfassen sollten. Ist das Aufsuchen eines Punktes im Gelände nicht möglich, so werden von einem bekannten Standpunkt aus jene Parameter erhoben, bei denen eine Ansprache aus der Ferne (Ferntaxationspunkt) möglich ist. Eine Verlegung der Aufnahmepunkte wird grundsätzlich nicht vorgenommen. Daraus ergibt sich das Problem der Flächenteilung bei jenen Inventurpunkten, die aufgrund von Inhomogenität der Aufnahmeflächen keine einheitliche Erhebung zulassen. Solche Teilungskriterien wären z. B. ein Geländebruch im Mesorelief (markanter Bruch mit einer Neigungsänderung über 25 %), verschiedene wildökologische Bestandestypen oder Änderung der Wasserhaushaltsklassen um mehr als zwei Stufen. Die Parameter werden gesondert für jede Teilfläche entsprechend ihrer Flächenausdehnung erhoben. Detaillierte Angaben des Probeflächendesigns und der Aufnahmekriterien sind dem Aufnahmeschlüssel und der Kartierungsanweisung (Eckmüllner et al., 1994) zu entnehmen (siehe Anhang).

Im Anschluß werden die wichtigsten standorts-, ertrags- und

vegetationskundlichen Kenngrößen dargestellt, die für eine Beziehung zwischen Standortseigenschaften und dem Waldwachstum wesentlich erscheinen.

3.1.1. Standortkundliche Erhebungen

3.1.1.1. Flächenmerkmale Topographie

Die einzelnen Parameter werden auf unterschiedliche Probeflächengrößen angesprochen. Das ist vor allem für wildökologische Fragen aber auch für manche topographische Gegebenheiten von Bedeutung.

Hier werden nun jene Flächenmerkmale angeführt, die für weitere Untersuchungen und Berechnungen relevant erscheinen. Detailliertere und zusätzliche Angaben zur vollständigen Erhebungen aller Flächenmerkmale sowie aller anderen relevanten Aufnahmeparameter sind im Inventurschlüssel (Eckmüllner et al., 1994) nachzuschlagen. Um die kleinräumigen Standortsgegebenheiten genauer zu dokumentieren, werden die Parameter in unterschiedlich großen Aufnahmeeinheiten angesprochen. Das Zentrum dieser Aufnahmeeinheiten bildet der eigentliche Naturrauminventurpunkt, der im Gelände durch einen versenkten Metallstab markiert wird. Ausgehend von diesem Probeflächenzentrum werden in einem Radius von 10 m, < 30 m und > 30 m flächenspezifische Parameter erhoben:

Makrorelief (R>30 m):

Die größte Aufnahmeeinheit stellt das Makrorelief dar. Hier müssen die angeführten Standortmerkmale in 10.000er Schichtenlinienkarte erkennbar sein und die dafür vorgesehene Aufnahmefläche einen Durchmesser von deutlich über 60 m aufweisen. Folgende Kenngrößen werden auf dieser Probefläche erhoben:

- Seehöhe: in +/- 10 m aus Orthofoto 1:10.000
- Exposition: 8-teilig und eben (Neigung < 5 %)
- Neigung: Angabe in %
- Geländeform: 27 Kategorien, Kombinationen möglich (Details siehe Datentransformation)

Mesorelief (R=30 m):

Das Mesorelief ist die nächst kleinere Aufnahmeeinheit zur Ermittlung der Standortparameter. Dabei erfolgt die Ansprache innerhalb einer Fläche mit einem Probekreisradius von 30 m. Dadurch können sich Standortparameter grundlegend vom Makrorelief unterscheiden (z. B. kleiner Graben, kleinräumiger Expositionswechsel). Folgende drei Parameter werden abermals betrachtet:

- **Exposition:** siehe Makrorelief
- **Neigung:** in %
- **Geländeform:** siehe Makrorelief

3.1.1.2. Geologie

Die Ansprache der Geologie und Geomorphologie erfolgt ausschließlich im Mesorelief:

Die geologische Erkundung der Inventurpunkte wird in Anlehnung an den Atlas zur Geologie von Gärtner et al. (1994) nach 3 unterschiedliche Gesichtspunkten durchgeführt. Zur Überprüfung der Ausscheidung wird von jedem Punkt ein Handstück mitgenommen.

- **Geologie Grundgebirge laut Karte:**

Dabei wird die im Geologischen Atlas angegebene Einheit mit dem anstehenden Material im Gelände (z.B. an Aufschlüssen) verglichen. Diese Eintragung dient zur Kontrolle bzw. zur Orientierung im Gelände.

- **Geologie Grundgebirge im Gelände:**

Zur Ausscheidung der Geologie im Gelände wird eine vereinfachte Einteilung gewählt.

Tabelle 1 zeigt diese Einteilung, nach der die Ansprache im Gelände durchgeführt wird.

Tabelle 1: Geologische Einheiten des Grundgebirges

Code	Bezeichnung
1	Kalk
2	Dolomit
3	Mergel
4	Gips
5	Sandstein
6	Lockergestein
7	Hornstein

- **Geologie der Lockergesteine bzw. Deckschichten:**

Da das Grundgebirge oft von Lockergesteinen oder Deckschichten überlagert ist und somit auf die Bodenbildung kaum einen Einfluß mehr ausübt, wurden die dominierenden Komponenten dieser Lockergesteine oder Deckschichten nach Tabelle 2 zusätzlich zum Grundgebirge im Gelände angesprochen.

Tabelle 2: Geologische Einheiten der Lockergesteine bzw. Deckschichten

Code	Bezeichnung
1	Kalk
2	Dolomit
3	Mergel
4	Gips
5	Sandstein
6	Braunlehm
7	Torf
8	künstliche Aufschüttung

3.1.1.3. Geomorphologie

Anhand des geomorphologischen Atlas (Haseke et al., 1994) wurde die ausgeschiedene geomorphologische Einheit an den Aufnahmepunkten überprüft.

Mikrorelief R = 10 m

Die Fläche mit einem Radius von 10 m stellt die „eigentliche“ Probestfläche eines Inventurrauminventurpunktes dar. Hier werden folgende Erhebungen durchgeführt:

- **Mikroreliefmerkmale:**
 - **Oberflächenform:** (Kleinrelief ausgeglichen, Rinnen, Gräben, Furchen, Buckeln, Schichtköpfe... (siehe Schlüssel zur Naturrauminventur Eckmüller et al., 1994)
 - **Felsanteil an der Oberfläche**
- **Schlagbohrergründigkeit:** Die minimale, maximale und der Median der Schlagbohrergründigkeit wurde aus 5 Einschlägen ermittelt.

3.1.1.4. Bodenkundliche Erhebungen

3.1.1.4.1. Auflagehumus

Auf jedem Naturrauminventurpunkt wurde innerhalb des 10 m Radius mindestens ein Bodenprofil in Form eines Spateneinstiches angelegt. Auf Teilungspunkten oder inhomogenen Probeflächen erfolgte eine weitere Aufnahme anhand eines zusätzlichen Bodenprofils. Ausgehend vom Probekreiszentrum wurde durch Messung der Entfernung und Richtung die Lage des Spateneinstiches festgehalten, um bei Wiederholungsaufnahmen keine gestörten Profile zu erheben.

Mit einem Holzrahmen von 30 x 30 cm wurde die Humusauflage bis zur Grenze zum Mineralboden geworben und in Plastiksäcke verpackt. Im Labor des Nationalparks Kalkalpen wurden an diesen Proben Frisch- und Trockenmasse, sowie der pH-Wert bestimmt, und Mischproben für weitere Untersuchungen gerade in Hinblick auf Umweltveränderungen archiviert. Die Ansprache des Auflagehumus erfolgt anhand der Nomenklatur des Naturrauminventurschlüssels (Eckmüllner et al., 1994).

3.1.1.4.2. Mineralboden

Die Ansprache des Mineralbodens erfolgte ebenfalls in diesem Spateneinstich, der je nach Gründigkeit unterschiedlich tief angelegt wurde. Im Anschluß daran wurde von diesem Bodenprofil ein Foto angefertigt, das sich vorallem für die spätere Kontrolle der Bodenansprachen als sehr hilfreich erwies. Für nachträgliche Untersuchungen fand eine Werbung der einzelnen Mineralbodenhorizonte nach genetischen Horizonten und des Oberbodens (geometrischer Horizont von 0 bis 5 cm) statt. Zur Ansprache der verschiedenen Parameter in den einzelnen Mineralbodenhorizonten kam wiederum der Inventurschlüssel zur Anwendung.

Jene Parameter des Mineralbodens, die für weitere Berechnungen und Auswertungen vor allem in Hinblick auf Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazität von Bedeutung sind, werden nun aufgelistet:

– **Horizontmächtigkeit:**

Die an der Profilwand beurteilte vertikale Ausdehnung der Horizonte wurde nach der minimalen-, maximalen Mächtigkeit und des Medians der Horizontmächtigkeit in 0,5 cm Stufen angegeben.

– **Bodenstruktur:**

Unter Bodenstruktur (Bodengefüge) versteht man die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile. Beim Makrogefüge (mit bloßen Auge erkennbare Formen) wurde zunächst zwischen Aggregat-, Einzel- oder Kohärentstruktur unterschieden. In Tabelle 3 sind diese 3 Strukturformen mit der entsprechenden Erklärung aufgelistet.

Tabelle 3: Ansprache der Bodenstrukturformen

Code	Bezeichnung	Erklärung
0	Aggregatstruktur	Die Teilchen bilden gegen ihre Umgebung deutlich abgesetzte Körper unterschiedlicher Form. Sie entstehen durch Aufbau aus Bodenbestandteilen, durch Absonderung bei der Schrumpfung quellfähiger Bodenschichten oder durch Zerteilung bei der Bodenbearbeitung.
1	Einzelkornstruktur	Aggregatbildung fehlt, Bodenteilchen liegen lose nebeneinander, Feinsubstanz nicht vorhanden.
2	Kohärentstruktur	Die Primärteilchen werden durch Kohäsionskräfte zusammengehalten, sie bilden eine ungegliederte Masse. (Hiezu wird auch das sogenannte "Hüllengefüge" gezählt, bei dem durch Eisenoxide, Karbonate oder organische Stoffe die Primärteilchen miteinander verkittet werden).

Zusätzliche wurden bei Primäraggregaten zwischen krümeliger und polyedrischer sowie zwischen plattiger und prismatischer Struktur unterschieden. (Tabelle 4)

Tabelle 4: Unterschiedliche Formen der Aggregatstrukturen

Code	Bezeichnung
1	krümelig
2	polyedrisch
3	plattig
4	prismatisch

Waren nun krümelige oder polyedrische Primäraggregate zu Sekundäraggregaten zusammengefügt, erfolgte eine Klassifizierung nach der Größe. In Tabelle 5 sind die Bezeichnungen und Größen angeführt.

Tabelle 5: Größenangabe der Sekundäraggregate

Code	Bezeichnung	Größe
1	grobblockig	> 5 cm
2	mittelblockig	3 - 5 cm
3	feinblockig	< 3 cm
4	schwammig	

– **Bodenart:**

Die Feststellung der Bodenart erfolgte mittels „Fingerprobe“ am erdfeuchten feinen Bodenmaterial (Korngröße < 2 mm) aufgrund der Kriterien Plastizität, Rollfähigkeit, Rauigkeit und Schmierigkeit anhand einer Tabelle aus Inventurschlüssel (Eckmüllner et al., 1994).

– **Skelettanteil:**

Der Bodenskelettanteil größer 2 mm wurde an der Bodenprofilwand, an Weganschnitten oder an Wurzeltellern mit Hilfe von Schätztafeln aus dem Inventurschlüssel (Eckmüllner et al., 1994) angesprochen. Der Flächenanteil des Bodenskelettgehaltes wurde in %-Werten angegeben.

– **Durchwurzelung:**

Die Beurteilung der Durchwurzelungsintensität erfolgte nach der Anzahl an Feinwurzeln (< 2 mm) pro dm². In Tabelle 6 sind die Bezeichnungen der Durchwurzelung und die jeweilige Anzahl/dm² aufgelistet.

Tabelle 6: Angabe der Durchwurzelungsintensität

Code	Bezeichnung	Feinwurzel/dm ²
0	nicht	0
1	schwach	1 - 5
2	mittel	6 - 10
3	stark	11 - 20
4	sehr stark	21 - 50
5	Wurzelfilz	> 50

– Konkretionen:

Durch den Wechsel von Trocken- und Naßphasen bedingt durch einen Tagwasserstau, bilden sich in Bodenhorizonten mit meist hoher Wasser- und Luftleitfähigkeit schwarz- bis rostbraune Konkretionen [Fe (III)- und Mn (III,IV)-Oxiden] aus.

Die Feststellung der Häufigkeit dieser Konkretionen, erfolgte durch Anschätzung des prozentuellen Flächenanteils an der Bodenprofilwand bzw. im Schlagbohrer laut Tabelle 7. Die Konkretionen werden im A-Horizont nicht angesprochen.

Tabelle 7: Angabe der Häufigkeit von Konkretionen

Code	Bezeichnung	Anzahl/dm ²
1	einzelne	< 5
2	mehrere	5 - 20
3	viele	> 20

3.1.2. Biometrische und ertragskundliche Erhebungen

Zur Ermittlung von biometrischen bzw. ertragskundlichen Kenngrößen wird eine Einzelbaumerhebung durchgeführt.

Ausgehend vom Probekreiszentrum werden im Radius von 2,5 m (Schrägdistanz) jene Bäume erfaßt die eine Höhe von über 1,3 m aufweisen. Von ihnen werden die Lage (Entfernung und Richtung vom Probekreiszentrum), der Brusthöhendurchmesser (Bhd), die Soziologie, die Vitalität und einige Baum- und Stammerkmale sowie die Baumhöhe, die Höhe des Kronenansatzes, die Kronenradien (durch Ablotung der Kronen in 4 Richtungen) erhoben.

Im Aufnahmeradius bis 5 m (Schrägdistanz) beträgt die Bhd-Kluppschwelle 5 cm, d. h. es werden alle Individuen erhoben, die einen Bhd von über 5 cm aufweisen. Bis auf die Baumhöhe, die Höhe des Kronenansatzes sowie die Kronenradien werden die oben angeführten Erhebungen durchgeführt. Erst ab einem Bhd von 10 cm (Höhenmeßschwelle = 10 cm) erfolgt die Angabe dieser 3 Größen.

Bis zum Radius von 10 m (Schrägdistanz) werden jene Bäume erhoben, die eine Bhd-Kluppschwelle von 10 cm und eine Höhenmeßschwelle von 20 cm aufweisen.

Baum- und Bestandesalter: Bei gleichaltrigem Bestand wurde das Baumalter an frischen Stöcken durch das Zählen der Jahrringe ermittelt. War dies nicht möglich, so wurde ein Bohrkern an einem dem Mittelstamm entsprechenden Baum außerhalb des Probekreises ($R = 10 \text{ m}$) gewonnen, und an ihm das Alter ermittelt. Bei Ungleichaltrigkeit wurde ein Bohrkern pro Schicht, außerhalb des Probekreises gezogen. Für spätere Untersuchungen (Jahrringchronologie) wurden diese Bohrkern in Kartonröhrchen verpackt.

3.1.3. Vegetationskundliche Erhebungen

Die Erhebung der gesamten Bodenvegetation erfolgte je nach Vegetationstyp in unterschiedlichen Probeflächenradien (siehe Tabelle 8) Pflanzenarten wurde nach der Nomenklatur Adler/Oswald/Fischer: Exkursionsflora von Österreich (1994) bezeichnet. Die Artmächtigkeit (Abundanz/Dominanz) wird in Anlehnung an Braun-Blanquet nach einer 11-teiligen Skala angegeben (Eckmüller et al., 1994) (siehe Tabelle 9).

Tabelle 8: Einteilung der Vegetationstypen und deren Aufnahmegröße

Code	Bezeichnung	R
1	Wald mit > 30 % Überschildung	10 m
2	Wald mit < 30 % Überschildung	10 m
3	Latschen oder Grünerlenfläche	5 m
4	bestockte Weide, Überschildung < 10 %	5 m
5	Weiderasen	2,5 m
6	Moor (Fläche > 30 m ²)	2,5 m
7	Fels (Fläche > 30 m ²)	2,5 m
8	Vegetation der Schuttstandorte	2,5 m
9	Zwergstrauchheiden	2,5 m
10	alpine Rasen oder Matten	2,5 m
11	sonstige Vegetationstypen	2,5 m

Tabelle 9: Angabe der Artmächtigkeit (Abundanz/Dominanz)

Code	BR-BL	Deckung	Individuenzahl
1	r	0 - 0,01 %	ein Individuum
2	„+“	0,01 - 1 %	wenige Individuen
3	1	1 - 5 %	Art zahlreich
4	2a	6 - 10 %	Individuenzahl beliebig
5	2b	11 - 25 %	
6	3a	26 - 35 %	
7	3b	36 - 50 %	
8	4a	51 - 60 %	
9	4b	61 - 75 %	
10	5a	76 - 85 %	
11	5b	86 - 100 %	

3.2. Datenbankerstellung

Zur Datenerfassung der Naturrauminventur wurde eine Microsoft-Access-Datenbank erstellt, in der mit Ausnahme der Einzelbaumerhebungen sämtliche Parameter eingegeben werden. Um eine einfache und übersichtliche Eingabe zu ermöglichen, wurde die Haupt- und Unterformularansicht der Access-Datenbank ähnlich gestaltet wie die Aufnahmeblätter. Die Verknüpfung des Hauptformulars (Master) mit den Unterformularen (Auflagehumus, Mineralboden, OC/AC, Vegetation, Verjüngungstreifen 1 und Verjüngungstreifen 2) erfolgte über die Punktnummer. Mit dieser Formulargestaltung sollte erreicht werden, daß die digitale Erfassung von jedermann problemlos durchgeführt werden kann. Somit ist im Anschluß an die Geländeerhebungen eine sofortige Eingabe der Aufnahmen möglich. Damit wird gleichzeitig erreicht, daß zu diesem Zeitpunkt Unklarheiten, Erhebungsfehler oder Erhebungsversäumnisse noch leichter korrigiert und nachgeholt werden können.

Die Eingabe der Vegetation erfolgte ebenfalls in Microsoft-Access. Dabei wird durch die Angabe der beiden ersten Buchstaben des Gattungsnamens und der beiden ersten Buchstaben des Familiennamens ein Suchlauf in einer Artenliste gestartet. Wird der vollständige Name in der Artenliste (enthält 10.000 Arten) gefunden, erscheint dieser im Anzeigefenster. Durch die Eingabe der Artmächtigkeit wird der korrekte Artname bestätigt. Vorteil gegenüber anderen Vegetationserhebungsprogrammen, die nach einem ähnlichen Schema arbeiten, ist die einfache Kompatibilität in andere Windows-Programme wie Excel oder SPSS.

3.3. Datenprüfung

Durch den Einbau von Gültigkeitsregeln in der Datenbank, werden „grobe“ Eingabefehler von vornherein ausgeschlossen. Dabei wird durch die Eingabe eines ungültigen Wertes der Eingabefortschritt unterbrochen, und es erscheint eine Fehlermeldung. Durch den Ausschluß von Eingabefehlern sind die Rohdaten bereits in einer recht guten Qualität vorhanden.

Die eigentliche Überprüfung des Datenmaterials erfolgte im SPSS 7.0 für Windows. Dabei wurden über Häufigkeitsverteilungen (grafisch, tabellarisch) die Aufnahmeparameter begutachtet und beurteilt. Für metrisch skalierte Daten erfolgte dies

zusätzlich über Boxplots (Kastendiagramm). Anstatt die eigentlichen Werte zu zeigen, stellt der Boxplot zusammenfassende Statistiken der Verteilung grafisch dar. Er zeigt den Median, das 25. und 75. Perzentile und Werte, die weit von den übrigen Werten abweichen (Norusis, 1993).

Über Plausibilitätsprüfungen und logische Ableitungen (z.B. Mullhumus darf keinen H - Horizont aufweisen; beim Moderhumus ist relative Mächtigkeit des H-Horizontes gegenüber den anderen Auflagehorizonten am größten) wurden Ausreißer und Erhebungsfehler erkannt und ausgemerzt. Dabei war das Foto, das sowohl vom Punkt als auch von der Profilgrube angefertigt wurde, bei der Überprüfung der Ansprache im Originalformular, ein wertvolles Dokument. Daß mit diesen Überprüfungen natürlich nicht alle Erhebungsfehler und -mängel beseitigt werden können, ist verständlich.

3.4. Datentransformation

Da einige standorts- und flächenkundliche Merkmale zwar in Zahlen codiert, aber als Nominalvariablen vorlagen, mußte sie für die Durchführung von weiteren Berechnungen auf ein geeignetes Skalenniveau transformiert werden. Die Quantifizierung solcher rein qualitativer Standortparameter ist problematisch Moosmayer und Schöpfer, (1972). Nur durch diese Quantifizierung ist es jedoch überhaupt möglich, ihren Einfluß auf das Waldwachstum zu ermitteln. Aus diesem Grund wurden jenen Parameter, die für spätere Berechnungen benötigt werden, ein Ordinalwert zugeordnet. Der Wertebereich für diese Ordinalskalierung liegt zwischen 1 und 5. Dabei wurde so vorgegangen, daß für jeden Parameter die günstigste Wirkung auf das Waldwachstum mit dem höchsten Ordinalwert versehen wurde. Man spricht in diesem Fall von „Ratingskalen“, bei denen durch gutachtliche Zuordnung aufgrund einer Eigenschaft eines Objektes ein Zahlenwert auf einer Skala vergeben wird und dadurch als intervallskaliert angesehen werden kann. Solange die Annahme gleicher Skalenabstände unbestätigt ist, handelt es sich allerdings strenggenommen um eine Ordinalskala. Der Vorteil der Ordinalskala und der metrischen Skala, die bei manchen Parametern (Seehöhe, Geländeneigung,...) von vornherein gegeben ist, liegt in der Möglichkeit rechnerische Handlungen durchzuführen. Je höher das Skalenniveau ist, desto größer ist auch der Informationsgehalt der betreffenden Daten und desto mehr Rechenoperationen und statistische Maße lassen sich auf die Daten anwenden

(Backhaus et al., 1994).

3.4.1. Standortkundliche Daten

Die Zuordnung der Ordinalwerte erfolgte in Hinblick auf Feuchte- und Nährstoffkapazität sowie Wärmehaushalt für allgemeine Standortparameter bzw. Wasser- Nährstoff- und Lufthaushaltverhältnisse für Bodenparameter. Hier sei auch nochmals erwähnt, daß Klimadaten, die nur für standardisierte Meßorte außerhalb des Aufnahmegebietes vorhanden sind, aufgrund der lokalen Begrenzung und der starken Reliefgliederung des Aufnahmegebietes keinen direkten Eingang in die Berechnungen finden. Für größere Erhebungsgebiete, die sich sehr oft über mehrere Regionen erstrecken, haben Klimadaten sehr wohl einen großen Stellenwert in den jeweiligen Modellansätzen. Um jedoch einen Vergleich mit anderen Untersuchungen zu ermöglichen, werden Rahmenwerte angegeben.

3.4.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

3.4.1.1.1. Seehöhengliederung

Die in Tabelle 10 dargestellte Höhenstufengliederung richtet sich nach den von Müller (1977) für das Sengsengebirge bzw. Zukrigel (1973) für den Alpenostrand entwickelte Schema. Eine Einteilung der Höhenstufen nur aufgrund der Seehöhe in Metern ist natürlich problematisch, da andere Lagefaktoren wie Relief oder Exposition eine Verschiebung der Zonierung im Gelände bewirken können. Die Höhenstufe ist daher durch das Vorkommen einer bestimmten Waldgesellschaft besser charakterisiert, als durch Angabe einer schematischen Höhengrenze (Mayer, 1963).

Tabelle 10: Seehöhengliederung und Ordinalbewertung

Höhenstufe	Seehöhe	Ordinalwert
tiefmontan	500 - 900m	5
mittelmontan	900 - 1200m	4
hochmontan	1200 - 1400m	3
tiefsubalpin	1400 - 1700m	2
hochsubalpin	1700 - 1900m	1

Da die Seehöhe für Niederschlags- und Temperaturkenngrößen eine entscheidende Rolle spielt, werden Rahmenwerte für die jeweilige Höhenstufe angegeben. In Tabelle 11 sind diese Niederschlags- und Temperaturrahmenwerte, sowie die Anzahl von Tagen bestimmter Mindest-Mitteltemperaturen, abgeleitet für durchschnittliche Höhenstufengrenzen, von Müller (1977) zusammengestellt. Damit können Vergleiche mit anderen Untersuchungen, die neben lokalen Standortparametern auch regionale Kenngrößen zur Abschätzung des Wuchspotentials heranziehen, durchgeführt werden.

Tabelle 11: Niederschlags- und Temperaturrahmenwerte für das Arbeitsgebiet

Höhenstufe	Jahresniederschlagssummen (mm)	Sommer-Halbjahr (April bis September) Niederschlagssummen (mm)	Summe der Monatsmitteltemperaturen im Sommer-Halbjahr (°C)	Anzahl der Tage mit $> 5^{\circ}\text{C}$	Anzahl der Tage mit einer Mitteltemperatur von $> 10^{\circ}\text{C}$
Submontan	1100-1400	700-900	$\geq 81,1$	≥ 216	≥ 154
Tiefmontan	1400-1700	900-1000	81,1-75,5	216-206	154-139
Mittelmontan	1700-2100	1000-1200	75,5-59,5	206-177	139-101
Hochmontan	2100-2300	1200-1250	59,5-48,3	177-156	101-66
Subalpin	2300-2500	1250 \leq	48,3-36,9	156-123	≤ 66

3.4.1.1.2. Geländeneigung

Die Geländeneigung, die für die Einstrahlung, die Morphodynamik, den Wasser- und Lufthaushalt von Bedeutung ist, wurde in Anlehnung an die Neigungsstufen nach ÖBG (1986) eingeteilt (siehe Tabelle 12). Die Bereiche der einzelnen Neigungsstufen sind dabei einer logarithmischen Verteilung sehr ähnlich, weshalb der Einfluß der Geländeneigung neben der Ordinalbewertung der einzelnen Neigungsstufen auch über den Logarithmus der Neigung (%-Werten) in Berechnungen Eingang findet.

Tabelle 12: Einteilung der Geländeneigung in Neigungsstufen

Bezeichnung	Neigung in %	Ordinalwert
eben	0 - 5%	5
mäßig geneigt	6 - 20%	5
stark geneigt	21 - 40%	4
steil	41 - 60%	3
schroff	61 - 100%	2
sehr Schroff	100% <	1

3.4.1.1.3. Geländeform

Bei den Felderhebungen wurden 27 verschiedene Geländeformen im Makro- und Mesorelief angesprochen. Um den Einfluß der Geländeform auf das Waldwachstum zeigen zu können, muß eine Quantifizierung dieser Nominalvariable vorgenommen werden. Dazu wurde jeder einzelne Geländeform ein Ordinalwert zwischen 1 und 5 in Hinblick auf Nährstoffansammlung oder -verlust zugeordnet (siehe Tabelle 13).

Akkumulationslage.....Ordinalwert 5

Verlustlage.....Ordinalwert 1

Tabelle 13: Bewertung der Geländeformen

1	Ebene	4
2	Verflachung	4
3	Talboden	5
4	Terasse	4
5	Platte	3
6	Kessel	4
7	Mulde	4
8	Wanne	4
9	Graben	5
10	Oberhang	2
11	Unterhang	5
12	Mittelhang	3
13	Hangversteilung	2
14	Hangverflachung	4
15	Kuppe	1
16	Rücken	1
17	Riedel	1
18	Geländekante	2
19	Nase	1
20	Sattel	4
21	Rippe	2
22	Hochtal	4
23	Schlucht	3
24	Kar	2
25	Doline ohne Braunerhmverfüllung	2
25	Doline mit Braunerhmverfüllung	5
26	Felswand	0
27	Rinne	3

3.4.1.1.4. Exposition

Die Exposition wurde nach einem Verfahren von Carmean (1964) mit der Funktion: $f = \sin(\text{Azimut der Exposition} + 45^\circ) + 1$ quantifiziert. Nordost stellt somit die günstigste Exposition dar. Die ungünstigste Exposition ist demnach Südwest, sie zeigt den niedrigsten Wert.

Da sich diese Situation mit zunehmender Höhenlage jedoch umkehren kann, wurde die Exposition auch in Abhängigkeit der Höhenstufen betrachtet (Tabelle 14). So können höhere südexponierte Lagen aufgrund größeren Strahlungs- und Wärmegenusses bei gleichzeitiger seehöhenbedingter Niederschlagszunahme, günstigere Bedingungen vorfinden, als Schatthänge (NO) bei gleicher Höhenlage.

Tabelle 14: Sinustransformation der Exposition sowie Ordinalbewertung in Abhängigkeit der Seehöhe.

Exposition	sin-Transformation	Ordinalwert für 400-900m	Ordinalwert für 900-1200m	Ordinalwert für 1200-1400m	Ordinalwert 1400-1700m	Ordinalwert über 1700
Nord	1,71	4	4	2	1	2
Nordost	2,00	5	4	4	2	1
Ost	1,71	4	5	4	4	2
Südost	1,00	3	4	5	4	4
Süd	0,29	2	3	4	5	4
Südwest	0,00	1	2	3	4	5
West	0,29	2	1	2	3	4
Nordwest	1,71	4	2	1	2	3

Als weitere Möglichkeit die Wirkung der Exposition in Abhängigkeit von der Seehöhe aufzuzeigen wird durch die Verwendung eines Interaktionsgliedes „Exposition * Seehöhe“ in der Regressionsanalyse bewerkstelligt.

3.4.1.1.5. Gründigkeit

Die Schlagbohrergründigkeit wurde aus fünf Einschlügen innerhalb des Probekreises $R=10$ m ermittelt. Sie wird durch Angabe des minimalen, maximalen und häufigsten Wert (Median) in cm ausgedrückt. Der Median der Schlagbohrergründigkeit wurde zusätzlich in Gründigkeitsstufen eingeteilt. Diese Gründigkeitsskalierung entspricht dabei den naturräumlichen Gegebenheiten und weicht somit von den üblichen Abstufungen einer Kartierungsanleitung ab.

Tabelle 15 zeigt die Bezeichnung der Gründigkeitsstufen mit den entsprechenden Ordinalwerten.

Tabelle 15: Bewertung der Gründigkeitsstufen

Bezeichnung	Gründigkeit	Ordinalwert
extrem seichtgründig	0 - 5 cm	1
seichtgründig	6 - 15 cm	1
mittelgründig	16 - 30 cm	2
mittel-tiefgründig	31 - 40 cm	3
tiefgründig	41 - 60 cm	4
sehr tiefgründig	60 cm <	5

3.4.1.2. Geologie

Die Ordinalskalierung der Geologie laut Karte erfolgte hinsichtlich Verwitterungsbeständigkeit und Nachlieferungsvermögen von Nährstoffen. In Tabelle 16 ist diese Einteilung dargestellt.

Tabelle 16: Bewertung der geologischen Einheiten

Code	Kurzbezeichnung	Ordinalwert
57, 4	Dolomite, Schutt	1
60, 53, 44, 41, 412	Kalke	2
51, 59, 58, 33, 45	Kössener Schichten	3
1, 14	Moränen	4

3.4.1.2.1. Geologie Lockergestein Deckschicht

Da für die Bodenbildung vor allem die Deckschicht bzw. das Lockergestein eine entscheidende Rolle spielen, wurden diese, wie in Tabelle 17 dargestellt, ebenfalls bewertet.

Tabelle 17: Einstufung der Geologie von Lockergesteinen und Deckschichten

Code	Bezeichnung	Ordinalwert
1	Kalk	2
2	Dolomit	1
3	Mergel	3
4	Gips	1
5	Sandstein	2
6	Braunlehm	5
7	Torf	1
8	künst. Aufschüttung	1

3.4.1.3. Humustypen

Da verschiedene Streuarten eine unterschiedliche Umsetzungstendenz (z. B. Esche sehr gut, Fichte sehr mäßig) aufweisen und ein von der Höhenlage abhängiges Wärme- und Wasserangebot erhalten, bilden sich verschiedene Humustypen mit unterschiedlichen Auflagemächtigkeiten aus. Ungünstiges chemisches Milieu, insbesondere Basenmangel und damit verbunden niedrigen pH-Werten können den Abbau der organischen Auflage hemmen, und somit ein Anwachsen der Rohhumusdecken bedingen. Da in der Humusauflage hohe Mengen an Nährstoffen gebunden sind, spielt der Humustyp für die Beurteilung des Waldwachstums eine entscheidende Rolle. Auf Fels- und Blockwerk bilden angesammelte Humusschichten häufig die einzige Grundlage für das Baumwachstum. In Tabelle 18 ist die Klassifizierung der Humustypen dargestellt.

Tabelle 18: Klassifizierung der Humustypen

H-typ kurz	Humustyp	Ordinalwert
MU	Mull	5
MUMO	moderartiger Mull	5
MOMU	mullartiger Moder	4
MO	Moder	4
MOal	Alpenmoder	3
MOpe	Pechmoder	3
MOxe	xeromorpher Moder	2
MORH	rohhumusartiger Moder	3
RHMO	moderartiger Rohhumus	2
RH	Rohhumus	1
RHak	aktiver Rohhumus	2
TH	Tangelrohhumus	1

3.4.1.4. Bodenparameter

Da eine Ordinalskalierung von Bodentypen nicht oder nur bedingt durchführbar ist, wurde versucht mit den erhobenen Bodenparametern einen „Bodenwert“ je nach Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität zu ermitteln. Dabei wurde die Wasserkapazität hinsichtlich Wasserverfügbarkeit, -speicherung und -leitfähigkeit detaillierter betrachtet. Die Bezeichnungen und die Abkürzungen, die für die Darstellungen in den folgenden Tabellen Verwendung finden, sowie die verbale Beschreibung der Ordinalwerte sind in Tabelle 19 aufgelistet.

Tabelle 19: Bezeichnungen der Bodenkapazitätsindexe sowie die Beschreibung der Ordinalwerte

Bezeichnung	Abkürzung	verbale Beschreibung	Ordinalwert
Nährstoffkapazitätsindex	N_K	sehr hoch	5
Luftkapazitätsindex	L_K	hoch	4
Wasserkapazitätsindex	W_K	mittel	3
Wasserverfügbarkeit	W_V	gering/schlecht	2
Wasserspeicherung	W_S	sehr schlecht	1
Wasserleitfähigkeit	W_L		

3.4.1.4.1. Effektive Gründigkeit

Zur Errechnung der effektiven Gründigkeit wird zuerst der Median der Horizontmächtigkeit um den Skelettgehalt des jeweiligen Horizontes reduziert. Die Summe dieser reduzierten Horizontmächtigkeiten ergibt die effektive Gründigkeit eines Bodenprofils. In Tabelle 20 sind diese Gründigkeitsstufen mit den jeweiligen Ordinalwerten dargestellt.

Tabelle 20: Bewertung der effektiven Gründigkeit

Eff. Gründigkst.	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 6 cm	1	5	1	1	1	0
7 - 12 cm	2	4	2	2	2	0
13 - 19 cm	3	3	3	3	3	0
20 - 35 cm	4	2	4	4	4	0
35 cm <	5	1	5	5	5	0

3.4.1.4.2. Ah-Horizont

Zur Klassifizierung des Ah-Horizontes wird der Median dieses Mineralbodenhorizontes in 5 Stufen eingeteilt und je nach Nährstoff-, Luft- und Wasserkapazität Ordinalwerte vergeben. Das Ergebnis dieser Klassifikation zeigt Tabelle 21.

Medianstufen	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 2 cm	1	5	1	1	1	1
3 - 5 cm	2	4	2	2	2	2
6 - 10 cm	3	3	3	3	3	3
11 - 20 cm	4	2	4	4	4	4
20 cm <	5	1	5	5	5	5

Tabelle 21: Bewertung des Ah-Horizontes

3.4.1.4.3. Skelettgehalt

Der Skelettgehalt für das gesamte Bodenprofil errechnet sich aus dem Skelettgehalt der einzelnen Bodenhorizonte in % gewichtet mit deren Horizontmächtigkeit in cm. Je nach Skelettgehalt werden Ordinalwerte für die drei Bodenkapazitäten vergeben (siehe Tabelle 22).

Skelettgehalt	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 10 %	5	1	5	5	5	1
11 - 20 %	4	2	4	4	4	2
21 - 30 %	3	3	3	3	3	3
31 - 45 %	2	4	2	2	2	4
45 % <	1	5	1	1	1	5

Tabelle 22: Bewertung des Skelettgehaltes

3.4.1.4.4. Bodenart

Die durch „Fingerprobe“ am erdfeuchten Bodenmaterial ermittelte Bodenart wird anhand der Tafel des Inventurschlüssels (Eckmüllner et al.,1994) angegeben, die ausgeschiedenen Ordinalwerte sind in Tabelle 23 aufgelistet.

Tabelle 23: Klassifizierung der Bodenart

Bodenart	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
Sand	1	5	1	2	1	4
schluffiger Sand	2	4	1	2	1	4
lehmiger Sand	2	3	2	2	2	4
toniger Sand	2	3	2	2	2	3
sandiger Schluff	3	3	2	3	3	2
Schluff	3	2	3	4	4	2
lehmiger Schluff	3	2	4	5	4	2
sandiger Lehm	4	2	5	5	4	3
Lehm	4	1	5	4	5	3
schluffiger Lehm	4	1	4	4	5	2
sandiger Ton	5	1	4	3	4	1
lehmiger Ton	5	1	4	3	5	1
Ton	5	1	3	3	4	1

3.4.1.4.5. Bodenstruktur

Aufgrund der Variation von Kornform und Korngrößenanteile kommen unterschiedliche räumliche Anordnungen zustande, die sich auf die Wasser-, Nährstoff- und Lufthauskapazität auswirken. Dies wurde bei der Zuordnung der Ordinalwerte, wie in Tabelle 24 dargestellt, berücksichtigt.

Tabelle 24: Bewertung der Bodenstruktur

Bodenstruktur	Primärstruktur	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
Einzelkorngefüge		1	5	1	4	1	5
Aggregatstruktur	krümelig	5	4	5	4	3	4
	polyedrisch	4	3	4	3	4	3
	plattig	3	1	2	2	2	2
	prismatisch	3	1	2	1	3	2
Kohärentstruktur		2	2	3	4	3	2
strukturlos massig		2	1	2	1	4	1

3.4.1.4.6. Durchwurzelung

Der Einfluß der Pflanzen auf das Bodengefüge beruht vor allem auf der verschiedenen Art der Wurzelausbildung und der Intensität der Durchwurzelung. Die Intensität der Durchwurzelung spielt auch bei der Wasser- und Nährstoffaufnahme eine bedeutende Rolle. Die Durchwurzelungsintensität und ihre Ordinalwerte sind in Tabelle 25 aufgezeigt.

Tabelle 25: Quantifizierung der Durchwurzelung

Durchwurzelung	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
schwach	1	1	1	1	1	1
mittel	2	2	2	2	2	2
stark	3	3	3	3	3	3
sehr stark	4	4	4	4	4	4

3.4.1.4.7. Braunlehmeinfluß

Der Braunlehmeinfluß ist gerade auf Rendzinastandorten wegen besserer Wasserhaushaltsverhältnisse von entscheidender Bedeutung für das Waldwachstum. Tabelle 26 zeigt die Zuordnung der Ordinalwerte nach den unterschiedlichen Braunlehmmächtigkeiten.

Tabelle 26: Bewertung des Braunlehmeinflusses

Median Braunlehm	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 10 cm	1	1	1	1	5	1
11 - 20 cm	2	1	2	2	4	2
21 - 30 cm	3	2	3	3	3	3
31 - 45 cm	4	3	4	4	2	4
45 cm <	5	3	5	5	1	5

3.4.1.4.8. Stauwassereinfluß

Konkretionen sind für eine Pseudovergleyung charakteristisch. Die Intensität der Pseudovergleyung und somit des Stauwassereinflusses wird nach der Anzahl der Konkretionen beurteilt. Da sich die Pseudovergleyung gerade bei der Baumart Fichte auf das Waldwachstum negativ auswirkt, erfolgte die Zuordnung der Ordinalwerte auch unter diesem Gesichtspunkt. Tabelle 27 beinhaltet die Ordinalskalierung nach der Häufigkeit der Konkretionen im P-Horizont bzw. im Bvrel_g-Horizont.

Tabelle 27: Beurteilung der Häufigkeit von Konkretionen

Konkretionen	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
keine	5	5	5	5	5	5
einzelne; < 5%	3	3	3	3	3	3
mehrere; 5 - 20%	2	2	2	2	2	2
viele; > 20%	1	1	1	1	1	1

3.4.1.4.9. Berechnung des „Bodenwertes“

Der Einfluß des Mineralbodens auf das Waldwachstum läßt sich in einer Regressionsgleichung ausdrücken, in der die einzelnen Bodentypen als Dummyvariable angegeben werden. Bei dieser Berechnungsform kommt es zum großen Verlust an Freiheitsgraden und die Interpretation der Ergebnisse gestaltet sich schwierig.

Eine zweite Möglichkeit wäre, die Bodentypen als ordinalskalierte Werte in die Regressionsgleichung eingehen zu lassen.

Eine bessere Beurteilung wird dadurch erreicht, daß man nicht den Bodentyp, sondern die einzelnen Parameter, aus den der Bodentyp abgeleitet wird, zur Bewertung heranzieht. Folgende Bodenparameter wurden dazu einer genaueren Betrachtung unterzogen:

effektive Gründigkeit

Ah-Horizontmächtigkeit

Skelettgehalt

Bodenart

Bodenstruktur

Durchwurzelung

Braunlehmeinfluß

Stauwassereinfluß (Konkretionen)

Es wurde nun horizontweise die 8 Bodenparameter nach Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität ordinalskaliert und daraus ein Mittelwert für den gesamten Mineralbodenhorizonte errechnet. Durch Summenbildung aus Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität pro Mineralbodenhorizont wurde unter dem Gesichtspunkt der Ersetzbarkeit der Faktoren der „Bodenwert“ errechnet. Der „Bodenwert“ gibt somit Auskunft über die Qualität des Bodens in bezug auf das Waldwachstum.

Stellt man nun diesen „Bodenwert“ (Summe aus Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazität) in Abhängigkeit der Bodentypen graphisch dar, so läßt sich eine Beurteilung der einzelnen Bodentypen aus dem Diagramm ablesen, wie in Abbildung 7 dargestellt.

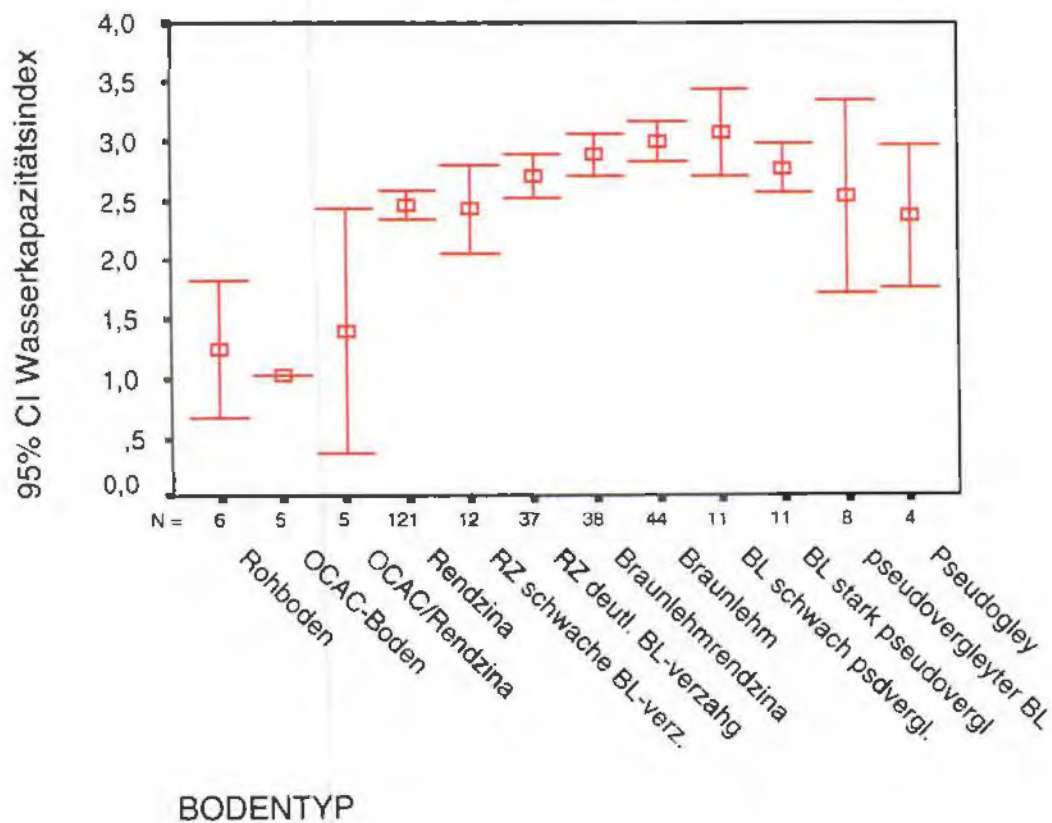


Abbildung 7: Bodentypen in Abhängigkeit zum errechneten Bodenwert

3.4.2. Biometrische Daten

Von den biometrischen bzw. ertragskundlichen Daten lagen zunächst nur die Einzelbaumerhebungen vor. Von diesen wurden am Institut für Waldökologie über Fortran-Programme folgende Auswertungen und Berechnungen durchgeführt (Eckmüllner et al., 1996).

3.4.2.1. Ergänzung fehlender Werte

Da durch Verwendung von Kluppschwellen gekoppelt an konzentrische Kreise nicht von allen Bäumen die Höhe, der Kronenansatz und die Kronenradien gemessen wurden, müssen diese fehlenden Daten ergänzt werden. Dies erfolgte über Regressionsrechnungen. Für jede Stichprobe werden getrennt nach Baumart Regressionen zwischen der Höhe, dem Kronenansatz, den Kronenradien und dem Brusthöhendurchmesser berechnet, und fehlende Werte über die erhaltenen Funktionen ergänzt.

3.4.2.2. Bonität, Oberhöhe

Die Bonität wurde zunächst nach der Ertragstafel „Fichte Hochgebirge“ Marshall (1975) als Tabellenkalkulation oder über Funktionsschemata berechnet. 1/5 der Inventurpunkte wiesen jedoch so geringe Bonitäten auf, daß sie in dieser Ertragstafel nicht mehr abgedeckt waren. Somit mußte eine andere Lösung gefunden werden, in der ein Bonitätsunterschied auch bei geringwüchsigen Beständen zum Ausdruck kommt. Aus diesem Grund wurde die Bonitierung nach der neuen Ertragstafel „Fichte Loisachtal“ durchgeführt, da sich das Gebiet der Tiroler Kalkalpen durchaus mit dem des Aufnahmegebietes vergleichen läßt. Zur besseren Abschätzung der Höhenentwicklung, des Wuchspotentials und zur Erstellung einer lokalitätsbezogenen Ertragstafel wurde für das Loisachtal ein eigener Oberhöhenrahmen errechnet. Zu diesem Zweck wurden für das gesamte Datenmaterial der Stammanalysen über nichtlineare Regression die Koeffizienten des Richards Modells (Richards, 1959), also einer polymorphen Wachstumskurve, geschätzt (Eckmüllner et al., 1996).

Eingangsgrößen zur Bonitätsermittlung nach der Ertragstafel „Fichte Loisachtal“ sind das **Brusthöhenalter**, das die Verzerrung der Höhenentwicklung durch Druckstand eines Baumes in der Verjüngung fast vollständig eliminiert, und die **Höhe des Baumes**, die wie folgt errechnet wird:

$h = A * (1 - b * e^{(-k * t_{Bhd})})^{1/m}$	$R=0,98$
--	----------

$$A = SI / (1 - b * e^{(-100 * k)})^{1/m}$$

$$k = 0,0195683 - 0,238290 / SI + 1,04869 / SI^2$$

$$m = 0,827662 - 2,61416 / SI$$

$$b = 1$$

wobei

h: Höhe des Baumes

t_{Bhd} : Brusthöhenalter

SI: Höhe des Baumes im Brusthöhenalter 100

Da sich zufällige Fehler beim Bonitieren jüngerer Bestände besonders stark auswirken, wurde die untere Altersgrenze der Bestände, die in die Modellierung einbezogen wurden bei 60 Jahren angesetzt.

Die aus dem Wertepaar Brusthöhenalter und Oberhöhe ermittelte Oberhöhenbonität wird aufgrund des starken Überhanges von älteren Beständen im Bezugsalter von 150 Jahren angegeben. Dies entspricht auch etwa der Umtriebszeit in den bewirtschafteten Wäldern.

Insgesamt dürfte die Oberhöhe das Wachstum besser charakterisieren als z. B. der DGZ_{100} (vgl. Foerst, 1980). Die Oberhöhe wird auch deshalb verwendet, weil sie weitgehend als behandlungsunabhängig gilt.

Das Waldwachstum wird deshalb durch die Oberhöhenbonität der Fichte im Bezugsalter 150 Jahre ausgedrückt.

3.4.2.3. Crown-Competition-Faktor (CCF) nach Krajicek et al. (1961)

Dieser Faktor ist eine Maßzahl für die Konkurrenz zwischen den Bäumen eines Bestandes. Die Einflußzonen aus den Kronenradien der Bäume im Bestand werden mit jenen Kronenradien adäquater Solitärbäume durch einen Verhältniswert dargestellt. Die Kronenradien der gleich starken Solitärbäume lassen sich durch eine Funktion aus dem Brusthöhendurchmesser berechnen.

Für die Douglasie hat ARNEY (1985) folgende CCF definiert:

- CCF 100 Bestandesschluß wird erreicht
- CCF 200 Mortalität beginnt durch deutliche Kroneneinengung
- CCF 400-500 maximale Bestandesdichte (Grundfläche nach Assmann)

Aus den Einzelbaumerhebungen wurde der Crown-Competition-Factor mittels den Formeln von HASENAUER et. al. (1994) getrennt nach Baumarten errechnet.

3.4.2.4. Stand-Density-Index (SDI) nach Reineke (1933)

Der SDI ist ein weiteres Maß zur Beschreibung der Bestandesdichte. Als SDI bezeichnet man nun jene Stammzahl, die ein gleich dichter Bestand bei einem Mitteldurchmesser von 25 cm hätte. Da der SDI von Bonität und Alter unabhängig ist, wird er deshalb dem Bestockungsgrad bei der Charakterisierung des Bestandes vorgezogen. Richtwerte für den SDI der Baumart Fichte liegen zwischen 900 und 1100.

Der Stand Density Index wurde über die Formel von Sterba (1975) mit einem Anstieg von -1,605 für alle Baumarten ermittelt.

3.4.3. Vegetationskundliche Daten

Die Auswertung der vegetationskundlichen Aufnahmen erfolgte über ökologische Zeigerwertanalysen. Die Zeigerwerte für Pflanzensippen beschreiben das ökologisch optimale Verhalten von Pflanzen und können als standörtliche Bioindikatorwerte verstanden werden. Das in Mitteleuropa über weite Strecken gebräuchlichste Klassifikationssystem sind die Zeigerwerte nach Ellenberg (1991). Diese Liste ordnet 2700 Gefäßpflanzen, sowie 1801 Moosen und Flechten einen ökologischen Zeigerwert für Licht, Temperatur, Kontinentalität, Feuchte, Reaktion und Stickstoff zu. Der Wertebereich liegt jeweils von 1 bis 9 - bei den einzelnen Zeigerwerten werden Minimal- und Maximalwerte angeführt. Anhand der Vegetationsaufnahmen wurde am Institut für Vegetationsökologie der Universität Wien für jeden Inventurpunkt die Zeigerwerte je nach der Artmächtigkeit ermittelt (Eckmüller et al., 1996)

3.4.3.1. Feuchtezahl

Die Feuchtezahl, die das ökologische Verhalten hinsichtlich Bodenfeuchte bzw. Wasser als Lebensmedium ausdrückt, erscheint Ellenberg am besten gesichert:

1....Starktrockniszeiger, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig

9....Nässezeiger, oft durchnäßte, luftarme Böden

Die Feuchtemediane schwanken sowohl zwischen den Aufnahmen als auch zwischen den Gesellschaften unbedeutend, und ermöglichen keine signifikante standörtliche Zuordnung. Die Feuchtezahlen liegen zwischen den Werten 4 - 6,5, dies entspricht frischen Standorten. Dies liegt sowohl an der deutlich subozeanischen Klimasituation des Untersuchungsgebietes als auch an einer möglichen Niederschlagszunahme mit der Höhe. Dies bedeutet, daß auch auf flachgründigen Rendzinastandorten ausreichend Frischezeiger vorhanden sind (Eckmüller et al., 1994).

3.4.3.2. Lichtzahl

Die Lichtzahl kennzeichnet das Vorkommen von Arten in Beziehung zur relativen Beleuchtungsstärke (rB).

1....Tief Schattenpflanze noch bei 1 % rB

9....Vollichtpflanzen nur > 50 % rB

Wie in Abbildung 9 dargestellt, lassen die Temperaturwerte drei deutlich abgrenzbare Gruppen erkennen. Temperaturzahlen 4 und 5 sind den tief- bis mittelmontanen Buchenmischwäldern zuzuordnen, Fichten- Tannenwälder und Fichtenwälder der hochmontanen Stufe nehmen einen Übergangsbereich von 3 und 4 ein, und in den subalpinen Gesellschaften sind Temperaturzahlen um 3 festzustellen.

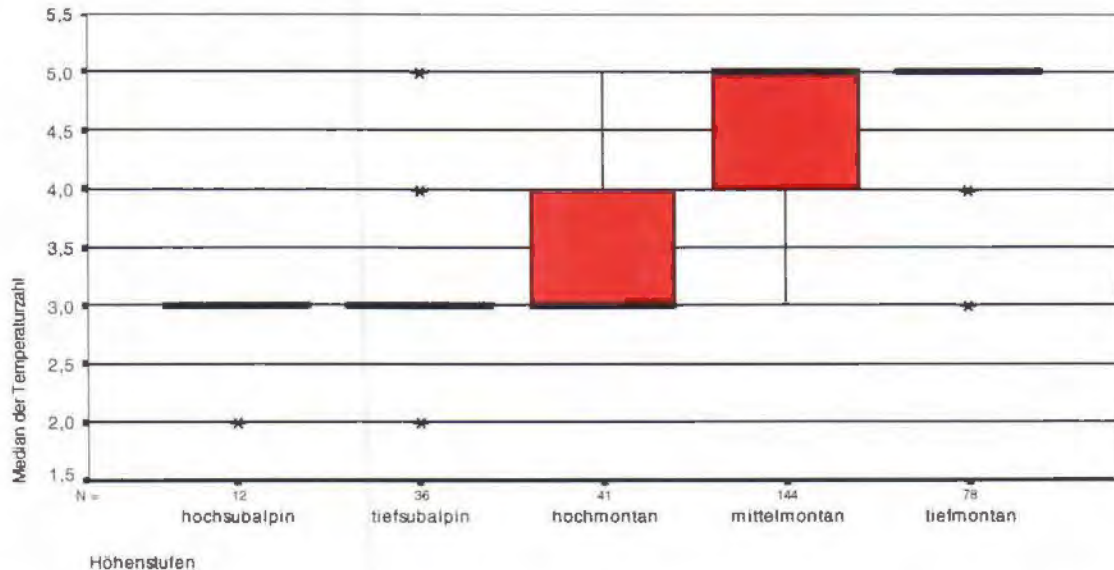


Abbildung 9: Median der Temperaturzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

3.4.3.4. Reaktionszahl

Die Reaktionszahl ist ein Maß für die Bodenazidität. Über diesen leicht meßbaren Faktor liegen zahlreiche Daten vor, womit die Reaktionszahl als relativ gut gesichert gelten darf.

1....Starksäurezeiger, niemals auf nur schwach saurem Boden vorkommend

9....Basen- und Kalkzeiger, stets auf kalkreichen Böden

Beim Vergleich der ausgeschiedenen Vegetationseinheiten ist ein deutlicher Trend von den buchendominierten Gesellschaften in der tief- bis mittelmontanen Höhenstufe mit einer Lichtzahl ≤ 5 (Schatten- bis Halbschattenpflanzen), hin zu den subalpinen Gesellschaften mit lockeren Fichten-Lärchenbeständen, mit einer Lichtzahl meist über 6 (Lichtpflanzen) festzustellen. Abbildung 8 zeigt diese Verteilung der Lichtzahl in Abhängigkeit der einzelnen Höhenstufen. Gestörte Vegetationstypen z. B. Weiden können abweichende Werte gegenüber potentiellen Gesellschaften einnehmen.

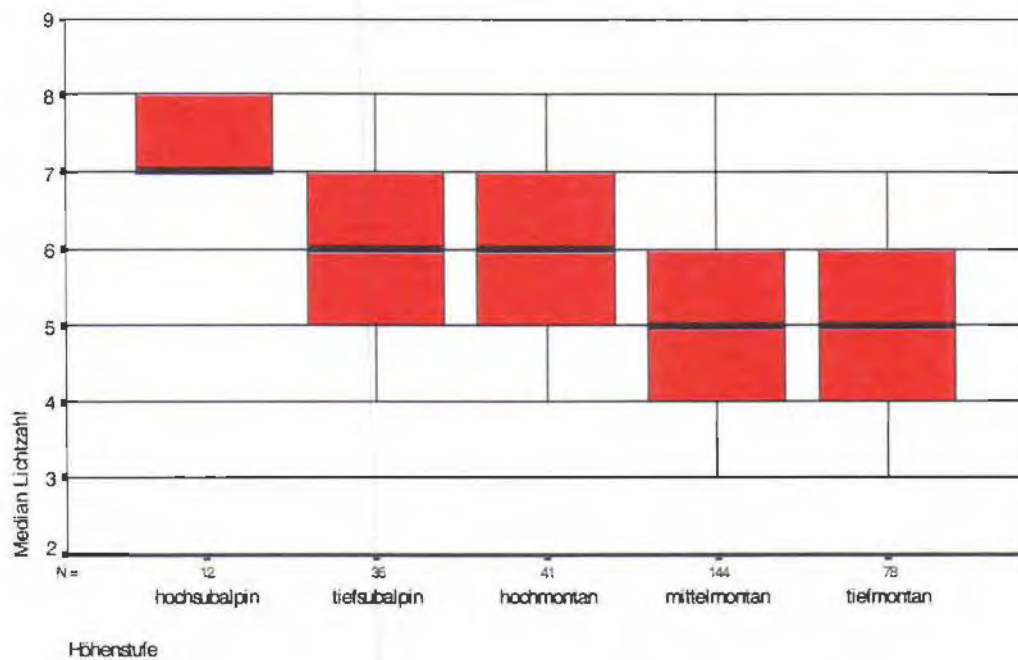


Abbildung 8: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

3.4.3.3. Temperaturzahl

Die Temperaturzahl wurde in erster Linie aus arealgeographischen Beobachtungen hergeleitet, der Wärmefaktor entscheidet hauptsächlich über die Höhengrenzen einer Pflanzenart im Gebirge.

1....Kältezeiger, hohe Gebirgslagen, alpine und nivale Stufe

9....extremer Wärmezeiger vom Mediterrangebiet nur auf wärmste Plätze übergreifend

Die Probeflächen zeigen durchwegs Werte über 6,5 auf, wie dies die Abbildung 10 zum Ausdruck bringt. Anhand dieser hohen Werte ist zu erkennen, daß die Vegetation vorwiegend aus Basenzeigern besteht. Geringere Reaktionszahlen weisen auf beweidete Waldgesellschaften und waldfreie Weiden hin.

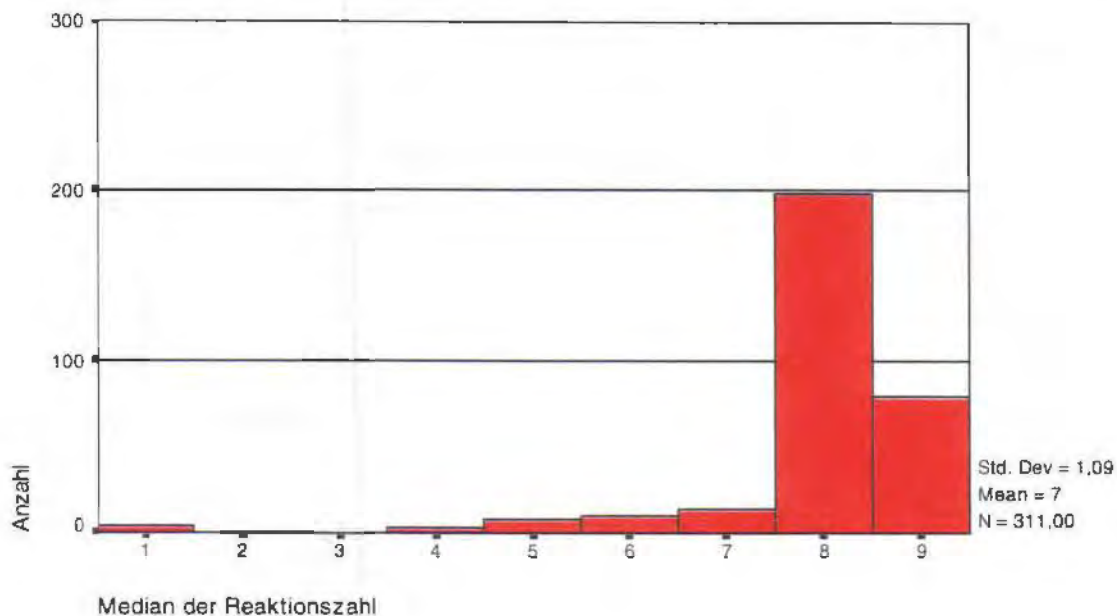


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung des Medians der Reaktionszahl

3.4.3.5. Stickstoffzahl

Die Stickstoffzahl gibt Auskunft über das Stickstoffbedürfnis der Bodenvegetation und die Magerkeit eines Standortes. Stickstoff ist in terrestrischen Ökosystemen der quantitativ wichtigste Pflanzennährstoff, die Stickstoffzahl wird von manchen Autoren auch als Nährstoffzahl bezeichnet. Heute verlieren oligotrophe Standorte durch atmosphärische Stickstoffeinträge ihren extremen Charakter.

1....stickstoffärmste Standorte

9....übermäßig stickstoffreiche Standorte mit Viehlagerpflanzen

Auch bei diesem Faktor ist eine nicht differenzierte Verteilung im Bereich der Buchen- und Fichten-Tannen-Buchen-Wälder typisch. Diese Vegetationseinheiten sind durch mäßig stickstoffreiche Standorte (Zahlenwerte 5 - 6,5) gekennzeichnet. Eine deutliche Abgrenzung zeigen Dauergesellschaften wie trockene Rotföhren- und Fichtenbestände sowie subalpine Latschengesellschaften und alpine Nichtwaldstandorte. Dort liegen die Stickstoffwerte unter 3,5 (Magerkeitszeiger) (Eckmüllner et al., 1994).

3.5. Verknüpfung biometrischer Daten mit standortkundlichen Daten

3.5.1. Design und Datensatz

In einem Wuchsmodell wird versucht, die Wirkungszusammenhänge zu abstrahieren und auf wenige Hauptfaktoren zu reduzieren, deren Einfluß auf das Wachstum in Form von Regressionsmodellen funktional beschrieben und mathematisch quantifiziert wird (Moosmayer et. al., 1996).

Die Zusammenhänge zwischen Standorteigenschaften und Wuchsleistung sollten bei dieser Arbeit durch multiple lineare Regressionsgleichungen erklärt werden.

Die Beziehung zwischen standortkundlichen Parametern und den biometrischen Kenngrößen sollte zunächst nur durch die in der Naturrauminventur erhobenen Parameter dargestellt werden. Da heißt es, werden nicht die Unterschiede zwischen klassifizierten Standortseinheiten, sondern vielmehr der Einfluß der speziell erhobenen Standortparameter auf das Waldwachstum untersucht.

Um diese Parameter in die Berechnungen einzubeziehen, mußten sie - wie im Kapitel Datentransformation beschrieben - auf ein quantifizierendes Skalenniveau gebracht werden.

Somit konnten nur jene Inventurpunkte ausgewertet werden, die sowohl standortkundliche als auch ertragskundliche Kenngrößen aufwiesen. Aus diesen Waldpunkten wurden nur jene in die Untersuchung einbezogen, die hauptsächlich von der Baumart Fichte dominiert wurden und ein Bestandesalter über 60 Jahre aufwiesen. Aufgrund dieser Kriterien reduzierte sich die Beschreibung der Beziehungen Standort Waldwachstum von den bis dato erhobenen 316 Inventurpunkten auf 102 Waldpunkte.

3.5.2. Auswertemethoden

Die Darstellung der Beziehung zwischen Standortseigenschaften und dem Waldwachstum erfolgt über eine multiple lineare Regressionsanalyse im Programm SPSS for Windows.

Als Methoden kommen bei mehreren unabhängigen Variablen im SPSS-Programm die Anweisungen ENTER und STEPWISE zur Anwendung. Bei der schrittweisen Regression (STEPWISE) werden die unabhängigen Variablen einzeln nacheinander in die Regressionsgleichung einbezogen, wobei jeweils diejenige Variable ausgewählt wird, die ein bestimmtes Gütekriterium maximiert (Backhaus et al., 1984).

Über die Anweisung ENTER werden alle angeführten Variablen in einem Schritt in die Regressionsgleichung aufgenommen. Dazu wird eine subjektive Variablenauswahl, die auf sachlogischen Überlegungen basiert, durchgeführt.

Als erster Schritt wurden die einzelnen unabhängigen Parameter in Hinblick auf das Waldwachstum untersucht. Es wurde geprüft ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem unabhängigen Parameter und dem Waldwachstum besteht und wie groß der Erklärungsbeitrag zur Abschätzung des Waldwachstums ist. Gleichzeitig wurde bei diesem Schritt die Interkorrelation mit anderen unabhängigen Parametern aufgezeigt.

Als zweiter Schritt erfolgte erst die Einbeziehung von mehreren unabhängigen Parametern in ein multiples Regressionsmodell, mit dem nun das Waldwachstum anhand diesen Datensatzes beschrieben werden sollte.

4. ERGEBNISSE

4.1. Interkorrelation der unabhängigen Variablen

4.1.1. Faktorenanalyse

Mittels Faktorenanalyse wurde versucht, aus der großen Menge von standorts- und vegetationskundlichen Parametern jene Einflußfaktoren herauszufiltern, die anschließend mittels einer multiplen Regressionsanalyse auf Zusammenhänge zu waldwachstumskundlichen Kenngrößen überprüft wurden. Die Reduktion dieser vielen Parameter auf wenige Variablenbündel (Faktoren) brachte jedoch keine befriedigenden Ergebnisse, da keine gut interpretierbaren Einflußfaktoren auf das Waldwachstum gefunden werden konnten. Nur das Variablenbündel, das den Großteil der ordinalskalierten Bodenkapazitätsindizes enthielt, wies einen signifikanten Korrelationskoeffizienten auf. Trotzdem konnten damit nur etwa 10 % der beobachteten Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Deshalb wurden die Ergebnisse der Faktorenanalyse - die eher ernüchternd ausfielen - für die weiteren Interpretationen nicht herangezogen.

4.1.2. Korrelationsmatrix

Die Interkorrelationen der einzelnen unabhängigen Variablen werden anhand von drei Korrelationsmatrizen dargestellt (siehe Tabelle 28, Tabelle 29 und Tabelle 30). Es kamen aufgrund einer gemischten Datenmatrix (stetige und ordinalskalierte Variablen) die Korrelationskoeffizienten nach Pearson, Kendall und Spearman für die Interpretation zur Anwendung.

Tabelle 28: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Pearson

		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seehöhe	LN_NEIG In[Nelgung %]	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makror Sinustransformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrer- gründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/ Deckschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	WASSH_OR Wasserhaushalts- kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts- kapazitäts- index	NAEHH_OR Nährstoffhaus- haltskapazitäts- index	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezahl	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter
Pearson Correlation	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	1,000	-.142	-.323**	-.375**	-.160	-.551**	-.465**	-.109	-.322**	-.198*	-.321**	-.301**	-.534**	-.295**	-.430**	-.621**
	SEEHÖHE Seehöhe	-.142	1,000	-.109**	-.115	-.075	-.154**	-.086	-.204**	-.218**	-.244**	-.217**	-.232**	-.452**	-.041	-.247**	-.128
	LN_NEIG In[Nelgung %]	-.323**	-.109**	1,000	-.236**	-.036	-.263**	-.332**	-.071	-.149*	-.096	-.151*	-.136*	-.030	-.377**	-.185**	-.209*
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	-.375**	-.115	-.236**	1,000	-.034	-.101	-.132	-.190**	-.127*	-.127*	-.129*	-.131*	-.057	-.140*	-.153*	-.218**
	MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.160	-.075	-.036	-.034	1,000	-.004	-.072	-.194**	-.112	-.074	-.111	-.102	-.237**	-.196**	-.294**	-.183*
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.551**	-.154**	-.263**	-.101	-.004	1,000	-.376**	-.016	-.344**	-.376**	-.319**	-.291**	-.283**	-.329**	-.339**	-.181*
	GE_LDOR1 Geologie	-.465**	-.086	-.332**	-.132	-.072	-.376**	1,000	-.301**	-.357**	-.182*	-.357**	-.311**	-.135	-.330**	-.226**	-.271**
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.109	-.204**	-.071	-.190**	-.194**	-.016	-.301**	1,000	-.237**	-.253**	-.240**	-.254**	-.084	-.238**	-.233**	-.195**
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.322**	-.218**	-.149*	-.127*	-.112	-.344**	-.357**	-.237**	1,000	-.890**	1,000**	-.988**	-.357**	-.308**	-.284**	-.217**
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.198*	-.244**	-.096	-.127*	-.074	-.233**	-.182*	-.253**	-.890**	1,000	-.879**	-.943**	-.332**	-.249**	-.305**	-.162*
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.321**	-.217**	-.151*	-.129*	-.111	-.346**	-.357**	-.240**	1,000**	-.879**	1,000	-.988**	-.353**	-.312**	-.284**	-.215**
	W_N_LKA Bodenwert	-.301**	-.232**	-.136*	-.131*	-.102	-.319**	-.311**	-.254**	-.988**	-.943**	-.988**	1,000	-.361**	-.302**	-.301**	-.216**
	L_MED Median der Lichtzahl	-.534**	-.452**	-.030	-.057	-.237**	-.291**	-.353**	-.084	-.357**	-.332**	-.353**	-.361**	1,000	-.294**	-.671**	-.262**
	F_MED Median der Feuchtezahl	-.295**	-.041	-.377**	-.140*	-.196**	-.263**	-.330**	-.238**	-.308**	-.249**	-.312**	-.302**	-.294**	1,000	-.490**	-.183*
	N_MED Median der Stickstoffzahl	-.430**	-.247**	-.185**	-.153*	-.294**	-.399**	-.226**	-.233**	-.284**	-.305**	-.284**	-.301**	-.871**	-.490**	1,000	-.322**
	ALTER Bestandesalter	-.621**	-.128	-.209*	-.218**	-.183*	-.181*	-.271**	-.195**	-.217**	-.162*	-.215**	-.212**	-.296**	-.183*	-.322**	1,000
Sig (2-tailed)	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		.155	.001	.000	.108	.000	.000	.291	.001	.046	.001	.002	.000	.003	.000	.007
	SEEHÖHE Seehöhe	.155		.001	.001	.226	.013	.278	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.525	.000	.164
	LN_NEIG In[Nelgung %]	.001	.001		.000	.554	.000	.000	.282	.015	.122	.014	.026	.640	.000	.004	.048
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	.000	.001	.000		.578	.108	.004	.003	.038	.039	.036	.032	.373	.029	.017	.061
	MA_SINEX Makror Sinustransformation	.108	.226	.554	.578		.951	.368	.003	.070	.232	.072	.038	.000	.002	.000	.020
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	.000	.013	.000	.108	.951		.000	.806	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.509	.021
	GE_LDOR1 Geologie	.000	.278	.000	.094	.368	.000		.000	.000	.021	.000	.000	.002	.000	.005	.006
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	.291	.002	.282	.003	.003	.806	.000		.000	.000	.000	.000	.202	.000	.000	.013
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	.001	.000	.015	.038	.070	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.006
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	.046	.000	.122	.039	.232	.000	.021	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.038
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	.001	.000	.014	.036	.072	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.006
	W_N_LKA Bodenwert	.002	.000	.026	.072	.038	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.007
	L_MED Median der Lichtzahl	.000	.000	.640	.373	.009	.000	.092	.262	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	F_MED Median der Feuchtezahl	.003	.525	.000	.029	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N_MED Median der Stickstoffzahl	.000	.000	.001	.017	.000	.000	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	ALTER Bestandesalter	.000	.104	.008	.005	.020	.021	.006	.013	.005	.036	.008	.007	.000	.020	.000	
N	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		102	102	102	102	102	83	102	102	102	102	102	101	101	101	102
	SEEHÖHE Seehöhe	102		267	267	267	267	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
	LN_NEIG In[Nelgung %]	102	267		265	265	262	254	161	235	265	265	265	243	243	243	161
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	102	267	265		267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	161
	MA_SINEX Makror Sinustransformation	102	262	262	262		251	160	233	262	262	262	240	240	240	161	
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	102	256	254	258	251		258	161	236	256	256	245	245	245	161	
	GE_LDOR1 Geologie	63	162	161	162	160	161		162	149	162	162	162	158	158	158	100
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	102	236	235	236	233	236	149		236	236	236	235	235	235	163	
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236		267	267	267	245	245	245	163
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267		267	267	245	245	245	163
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267		267	245	245	245	163
	W_N_LKA Bodenwert	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267		245	245	245	163
	L_MED Median der Lichtzahl	101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245		245	245	162
	F_MED Median der Feuchtezahl	101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245	245		245	162
	N_MED Median der Stickstoffzahl	101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245	245	245		162
	ALTER Bestandesalter	102	163	162	163	161	163	100	163	163	163	163	163	162	162	162	163

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabelle 29: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Kendall

		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seehöhe	LN_NEIG ln(Neigung %)	ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makror Sinustransformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/ Deckschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	WASSH_OR Wasserhaushalts kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts kapazitätsindex	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezahl	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter	
Kendall's tau_b	Correlation Coefficient	1,000	-.095	-.282**	-.251**	-.111	-.232**	-.308**	-.098	-.224**	-.174*	-.223**	-.218*	-.408**	-.216*	-.323**	-.435**	
		SEEHÖHE Seehöhe	1,000	-.197**	-.096*	-.041	-.146**	-.134*	-.173**	-.123**	-.140**	-.120**	-.135**	-.301**	-.036	-.160**	-.056	
		LN_NEIG ln(Neigung %)	-.262**	1,000	-.107*	-.040	-.229**	-.288**	-.012	-.118**	-.052	-.119**	-.099*	-.069	-.300**	-.199**	-.232*	
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-.251**	-.096*	-.107*	1,000	-.028	-.066	-.120	-.155**	-.084	-.090	-.086	-.089	-.041	-.143*	-.135**	-.176**
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.111	-.041	-.040	-.028	1,000	-.028	-.001	-.159**	-.102*	-.081	-.100*	-.104*	-.181**	-.203**	-.236**	-.128**
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.232**	-.146**	-.229**	-.066	-.028	1,000	-.177**	-.014	-.262**	-.151**	-.264**	-.239**	-.308**	-.235**	-.295**	-.137**
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	-.308**	-.134*	-.288**	-.120	-.001	-.177**	1,000	-.198**	-.210**	-.070	-.211**	-.178**	-.056	-.246**	-.137**	-.193**
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.098	-.173**	-.012	-.155**	-.159**	-.014	-.198**	1,000	-.133**	-.121*	-.133**	-.131**	-.048	-.174**	-.175**	-.137**
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.224**	-.123**	-.118**	-.084	-.102*	-.262**	-.210**	-.133**	1,000	-.614**	-.092*	-.896**	-.253**	-.235**	-.194**	-.117**
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.174*	-.140**	-.052	-.090	-.081	-.151**	-.070	-.121*	-.614**	1,000	-.610**	-.721**	-.244**	-.175**	-.224**	-.108*
		NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.223**	-.120**	-.119**	-.086	-.100*	-.264**	-.211**	-.133**	-.092*	-.610**	1,000	-.891**	-.248**	-.239**	-.193**	-.115**
		W_N_LKA Bodenwert	-.218*	-.135**	-.099**	-.089	-.104*	-.239**	-.178**	-.131**	-.896**	-.721**	-.891**	1,000	-.265**	-.230**	-.213**	-.120**
		L_MED Median der Lichtzahl	-.408**	-.304**	-.069	-.041	-.181**	-.308**	-.056	-.048	-.253**	-.244**	-.248**	1,000	-.226**	-.477**	-.231**	-.181**
	F_MED Median der Feuchtezahl	-.216*	-.036	-.300**	-.143*	-.203**	-.235**	-.246**	-.174**	-.235**	-.175**	-.239**	-.230**	1,000	-.477**	-.231**	-.116**	
	N_MED Median der Stickstoffzahl	-.323**	-.160**	-.199**	-.135**	-.236**	-.295**	-.137**	-.175**	-.191**	-.193**	-.213**	-.583**	-.477**	1,000	-.231**	-.116**	
	ALTER Bestandesalter	-.435**	-.056	-.232**	-.176**	-.128**	-.137**	-.193**	-.137**	-.108**	-.115**	-.120**	-.181**	-.116	-.231**	1,000		
Sig. (2-tailed)		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]		1,000	-.001	-.137*	-.001	-.002	-.204	-.001	-.010	-.001	-.001	-.000	-.007	-.000	-.000	
		SEEHÖHE Seehöhe	1,000		-.000	-.037	-.374	-.001	-.029	-.001	-.003	-.001	-.004	-.001	-.000	-.482	-.001	-.299
		LN_NEIG ln(Neigung %)	-.000	1,000		-.022	-.390	-.000	-.000	-.808	-.006	-.222	-.005	-.019	-.157	-.000	-.000	-.000
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-.001	-.037	1,000		-.581	-.196	-.079	-.096	-.070	-.054	-.065	-.056	-.439	-.011	-.010	-.003
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.137	-.374	-.390	1,000		-.580	-.993	-.004	-.028	-.084	-.031	-.024	-.001	-.000	-.000	-.030
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.001	-.001	-.000	-.196	-.580	1,000	-.007	-.795	-.000	-.061	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.016
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	-.002	-.029	-.000	-.079	-.993	-.007	1,000	-.006	-.001	-.257	-.001	-.004	-.419	-.001	-.044	-.014
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.204	-.001	-.808	-.006	-.004	-.795	-.006	1,000	-.008	-.016	-.008	-.009	-.386	-.003	-.001	-.023
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.001	-.003	-.006	-.070	-.028	-.000	-.001	-.008	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.028
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.010	-.001	-.222	-.054	-.084	-.001	-.257	-.016	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.043
		NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.001	-.004	-.005	-.065	-.031	-.000	-.001	-.008	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.031
		W_N_LKA Bodenwert	-.001	-.001	-.019	-.056	-.024	-.000	-.004	-.009	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.024
		L_MED Median der Lichtzahl	-.009	-.000	-.157	-.439	-.001	-.000	-.419	-.386	-.000	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.002
	F_MED Median der Feuchtezahl	-.007	-.482	-.000	-.011	-.000	-.000	-.001	-.003	-.000	-.001	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.065	
	N_MED Median der Stickstoffzahl	-.000	-.001	-.000	-.010	-.000	-.000	-.044	-.001	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	
	ALTER Bestandesalter	-.000	-.293	-.000	-.003	-.030	-.016	-.014	-.023	-.028	-.043	-.031	-.024	-.002	-.065	-.000		
rs		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]	1,000	102	102	102	102	102	63	102	102	102	102	101	101	101	102	
		SEEHÖHE Seehöhe	102	1,000	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163	
		LN_NEIG ln(Neigung %)	102	265	1,000	265	262	254	161	236	265	265	265	243	243	243	162	
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	102	267	265	1,000	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163	
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	102	262	262	262	1,000	251	160	233	262	262	262	240	240	240	161	
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	102	256	254	256	251	1,000	161	236	256	256	256	245	245	245	163	
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	63	162	161	162	160	161	1,000	149	162	162	162	156	156	156	100	
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	102	236	235	236	233	236	149	1,000	267	267	267	236	235	235	235	163
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	1,000	267	267	245	245	245	245	163
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	1,000	267	267	245	245	245	163
		NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	1,000	245	245	245	245	163
		W_N_LKA Bodenwert	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	245	1,000	245	245	245	163
		L_MED Median der Lichtzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	1,000	245	245	162
	F_MED Median der Feuchtezahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	1,000	245	162	
	N_MED Median der Stickstoffzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	1,000	162	
	ALTER Bestandesalter	102	163	162	163	161	163	100	163	163	163	163	162	162	162	162	267	

** Correlation is significant at the .01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed)

Tabelle 30: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Spearman

		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seeshöhe	LN_NEIG ln[Neigung %]	ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makro Sinus- transformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrer- gründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockungssein- /Dackschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	WASSH_OR Wasserhaushalts- kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts- kapazitäts- index	NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitäts- index	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezah	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter
Spearman's rho	Correlation Coefficient	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	1,000	-,133	-,370**	-,332**	-,142	-,321**	-,493**	-,128	-,330**	-,257**	-,336**	-,329**	-,271**	-,427**	-,604**
		SEEHÖHE Seeshöhe	-,133	1,000	-,278**	-,125*	-,055	-,198**	-,177*	-,221**	-,178**	-,201**	-,176**	-,195**	-,399**	-,214**	-,089
		LN_NEIG ln[Neigung %]	-,370**	-,278**	1,000	-,144**	-,053	-,304**	-,365**	-,018	-,169**	-,077	-,171**	-,145**	-,099	-,262**	-,330**
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-,332**	-,125*	-,144**	1,000	0,33	0,80	0,18	-,182**	0,12	0,119	0,114	0,118	-,049	0,161**	-,235*
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	0,142	-,055	-,053	0,33	1,000	0,03	0,00	0,189**	0,138*	0,105	0,136*	0,138*	-,222**	0,230*	-,167*
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	0,321**	-,198**	-,304**	0,80	0,03	1,000	0,227**	0,17	0,352**	0,207**	0,354**	0,323**	-,377**	0,267**	-,190**
		GE_LDOR1 Geologie	0,493**	-,177**	-,365**	0,18	0,00	0,227**	1,000	0,223**	0,275**	0,091	0,277**	0,231**	-,068	0,282**	-,258**
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	0,128	-,221**	-,018	0,182**	0,189**	0,17	0,223**	1,000	0,173**	0,158*	0,174**	0,173**	-,056	0,193*	-,178**
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	0,333**	-,178**	-,159**	0,12	0,138*	0,352**	0,275**	0,173**	1,000	0,783**	0,999**	0,980**	-,339**	0,287**	-,176**
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	0,257**	-,201**	-,077	0,105	0,207**	0,17	0,158*	0,158*	0,783**	1,000	0,777**	0,882**	-,325**	0,217**	-,156**
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	0,336**	-,176**	-,171**	0,114	0,136*	0,354**	0,277**	0,174**	0,999**	0,777**	1,000	0,979**	-,332**	0,292**	-,173**
		W_N_LKA Bodenwert	0,329**	-,195**	-,145**	0,118	0,138*	0,323**	0,231**	0,173**	0,980**	0,882**	0,979**	1,000	-,355**	0,282**	-,183**
		L_MED Median der Lichtzahl	-,522**	0,399**	0,099	0,049	-,222**	-,377**	-,066	-,056	-,330**	-,325**	-,332**	-,355**	1,000	-,385**	0,679**
		F_MED Median der Feuchtezah	0,271**	0,042	-,366**	0,161**	0,210**	0,267**	0,282**	0,193**	0,287**	0,217**	0,292**	0,282**	-,265**	1,000	0,533**
		N_MED Median der Stickstoffzahl	0,427**	-,214**	-,262**	0,164**	0,287**	0,359**	0,169**	0,205**	0,259**	0,205**	0,258**	0,284**	-,679**	0,533**	1,000
		ALTER Bestandesalter	-,604**	0,089	0,330**	-,235**	-,167**	-,190**	-,258**	-,178**	-,176**	-,155**	-,173**	-,183**	0,240**	-,143	0,305**
Sig. (2-tailed)		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		,184	,000	,001	,155	,001	,001	,199	,000	,009	,001	,001	,006	,000	,000
		SEEHÖHE Seeshöhe	,184		,000	,041	,373	,001	,024	,001	,003	,001	,004	,001	,000	,508	,259
		LN_NEIG ln[Neigung %]	,000	,000		,019	,395	,000	,000	,787	,006	,210	,005	,019	,006	,000	,000
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	,001	,041	,019		,590	,202	,079	,006	,067	,053	,063	,054	,442	,010	,003
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	,155	,373	,395	,590		,611	,399	,004	,026	,089	,027	,025	,001	,000	,034
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	,001	,001	,000	,202	,611		,004	,791	,000	,001	,000	,000	,000	,000	,015
		GE_LDOR1 Geologie	,001	,024	,000	,079	,399	,004		,006	,000	,252	,000	,003	,416	,000	,010
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	,199	,001	,787	,005	,004	,753	,006		,004	,015	,007	,008	,393	,003	,023
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	,000	,003	,006	,067	,026	,000	,000	,008		,000	,000	,000	,000	,000	,024
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	,009	,001	,210	,053	,089	,001	,252	,015	,000		,000	,000	,001	,000	,048
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	,001	,004	,005	,063	,027	,000	,000	,007	,000	,000		,000	,000	,000	,028
		W_N_LKA Bodenwert	,001	,001	,019	,054	,025	,000	,003	,008	,000	,000	,000		,000	,000	,019
		L_MED Median der Lichtzahl	,000	,000	,125	,442	,001	,416	,393	,010	,000	,000	,000	,000		,000	,002
		F_MED Median der Feuchtezah	,006	,508	,000	,012	,000	,000	,009	,000	,001	,000	,000	,000		,000	,070
		N_MED Median der Stickstoffzahl	,000	,001	,000	,010	,000	,000	,035	,002	,000	,000	,000	,000		,000	,000
		ALTER Bestandesalter	,000	,259	,000	,003	,034	,015	,010	,023	,024	,048	,028	,019	,002	,000	
N		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	267	102	102	102	102	63	102	102	102	102	102	102	101	101	162
		SEEHÖHE Seeshöhe	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	163
		LN_NEIG ln[Neigung %]	102	265	267	265	262	254	161	235	265	265	265	243	243	243	162
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	102	267	266	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	102	262	262	262	267	251	160	233	262	262	262	240	240	240	161
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	102	256	254	256	251	267	161	236	256	256	256	245	245	245	163
		GE_LDOR1 Geologie	63	162	161	162	160	161	267	149	162	162	162	156	156	156	100
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	102	236	235	236	233	236	149	267	236	236	236	235	235	235	163
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		W_N_LKA Bodenwert	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		L_MED Median der Lichtzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	162
		F_MED Median der Feuchtezah	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	162
		N_MED Median der Stickstoffzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	162
		ALTER Bestandesalter	102	163	162	163	161	163	160	163	163	163	163	162	162	162	267

** Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

Die **Seehöhe** [m] ist mit dem Logarithmus der Neigung negativ korreliert, da bei den bisher erhobenen Transekten ebene und mäßig geneigte Standorte hauptsächlich auf Plateaulagen vorgefunden wurden.

Im Mittel sind in höheren Lagen seichtgründigere Böden vorzufinden.

Daß sich mit zunehmender Seehöhe die Humusumsetzung verschlechtert zeigt die negative Korrelation der Seehöhe mit dem ordinalskalierten Auflagehumustyp (Rohhumus=1, Mull=5).

Die Seehöhe weist mit dem Median der Lichtzahl eine positive Korrelation auf. Eine deutlich höhere Lichtzahl wird durch einen geringeren Bestockungsgrad verursacht, der oft durch die Einschränkung der bestockbaren Fläche aufgrund eines höherem Felsanteiles verursacht wird.

Die **Geländeneigung** ist mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit negativ korreliert. Je steiler das Gelände um so seichtgründiger sind somit die Böden. Eine starke negative Korrelation weist die Geländeneigung mit dem Median der Feuchte- und Stickstoffzahl auf. Dies zeigt, daß in steileren Lagen meist trockener und nährstoffärmere Standorte anzutreffen sind.

Die **Geländeform** könnte jedoch auch Ursache dafür sein, daß günstigere klimatische Faktoren wie höhere Luftfeuchtigkeit oder Humus- und Nährstoffakkumulationen, die nicht quantitativ erhoben wurden, Einfluß auf das Waldwachstum ausüben.

Die ordinalskalierte **Geländeform** (Verlustlagen=1, ausgeglichene Lagen=3 und Akkumulationslagen=5) korreliert mit den anderen Variablen relativ gering. Die **Geländeform** könnte jedoch die Ursache dafür sein, daß günstigere klimatische Faktoren wie höhere Luftfeuchtigkeit oder Humus- und Nährstoffakkumulationen, die nicht quantitativ erhoben wurden, Einfluß auf das Waldwachstum ausüben

Die **Exposition** über eine Sinustransformation ausgedrückt und bewertet (NE=günstig,...SW=ungünstig) weist ebenfalls nur geringe Korrelationskoeffizienten auf. Die positive Korrelation mit den ordinalskalierten Humustypen deutet auf eine bessere Humusumsetzung in günstigeren Lagen hin.

Die größten Korrelationen bestehen zu den Zeigerwerten der Bodenvegetation. Dabei weist der Median der Lichtzahl eine negative Korrelation auf, was bedeutet, daß die Bodenvegetation begünstigten Schattlagen eine niedrigere Lichtzahl anzeigt.

Da die **Gründigkeit** bei der Bewertung des Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazitätsindex eine entscheidende Rolle spielt, kann auch die hohe Korrelation dieser Variablen erklärt werden.

Die unterschiedliche Verwitterungsfähigkeit der bodenbildenden Materialien spielt für Nährstoffnachlieferung und -speicherung eine entscheidende Rolle. Bei diesen Erhebungen wird dies durch die **Geologie** von Lockergestein/Deckschicht zum Ausdruck gebracht. Die besseren Wasserhaushaltsverhältnisse des Braunlehms verglichen mit den Rendzinen werden einerseits durch die **Geologie** von Lockergestein/Deckschicht dokumentiert und andererseits durch den errechneten Bodenkapazitätsindex zum Ausdruck gebracht. Dadurch kann die hohe Korrelation dieser beiden Parameter erklärt werden.

Der ordinalskalierte **Humustyp** korreliert nur gering mit den anderen Variablen, ausgenommen die vorhin erwähnte Abhängigkeit von der Seehöhe.

Der **Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex** und somit der **Bodenwert** sind stark interkorreliert. Aus diesem Grund wird der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für diese 4 Bodenparameter für die Berechnungen herangezogen, da ein günstiger Wasserhaushalt meist gleichzeitig einen guten Nährstoffhaushalt implementiert. Da stark staunasse Böden als sehr ungünstig bewertet wurden, fallen die Korrelationen zwischen Wasser- und Luftkapazitätsindex etwas geringer aus.

Es besteht aber auch eine starke Korrelation zu den Zeigerwerten der Bodenvegetation. Der Median der Lichtzahl ist mit dem Wasserkapazitätsindex negativ korreliert, Median der Feuchtezahl und Stickstoffzahl weisen dagegen positive Korrelationen auf.

Allgemein dürften die Zeigerwerte den Mosaikcharakter einige Standorte besser dokumentieren als dies durch die Ansprache der Bodenparameter anhand eines Spateneinstiches bewerkstelligt werden kann.

Eine hohe **Lichtzahl** steht meist für ungünstige Standortverhältnisse und ist stark negativ interkorreliert mit der Stickstoffzahl und etwas schwächer negativer mit der Feuchtezahl. Die **Feuchtezahl** ihrerseits korreliert stark positiv mit der Stickstoffzahl.

Das **Bestandesalter** weist mit der Oberhöhenbonität den größten negativen Korrelationskoeffizienten auf. In steileren und somit unwirtschaftlichen Lagen sind durchwegs ältere Bestände anzutreffen, wie dies durch den hohen Korrelationskoeffizienten zwischen diesen beiden Parametern zum Ausdruck kommt. Daß ältere Bestände eine geringeren Bestockungsgrad und somit eine höhere Lichtzahl aufweisen und meist auf trockenen und nährstoffärmeren Standorte stocken, ist anhand der Korrelationskoeffizienten mit den Vegetationszeigerwerte zu erkennen.

4.2. Einfluß der unabhängigen Variablen

Um den Einfluß der Standortseigenschaften auf das Waldwachstum zu dokumentieren, wurden jene standorts-, boden- und vegetationskundlichen Parameter, die im Kapitel Datentransformation angeführt wurden, herangezogen. Das Waldwachstum wird durch die Oberhöhenbonität im Alter 150 zum Ausdruck gebracht. Nochmals sei erwähnt, daß die Analysen nur auf jenen Inventurpunkten durchgeführt wurden, wo die Baumart Fichte als die dominante Baumart anzusehen war. Zur Illustration dieser Beziehungen der einzelnen Parameter zum Waldwachstum und zu anderen standorts- oder vegetationskundlichen Kenngrößen wurden verschiedene Testverfahren und Darstellungen im Programm SPSS for Windows durchgeführt.

4.2.1. Standortsparemeter

4.2.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

4.2.1.1.1. Seehöhe

Die Abhängigkeit der Oberhöhenbonität von der Seehöhe konnte mittels einer einfachen Regressionsanalyse nicht nachgewiesen werden. Für die in Abbildung 11 dargestellte Ausgleichskurve wurden im „SPSS for Windows“ die Funktionswerte als gewichtetes Mittel benachbarter Y-Werte berechnet (Option „Lowess“). Die Streuung der Seehöhe ist dabei so groß, daß theoretisch auf jeder Seehöhe jede Oberhöhenbonität möglich ist.

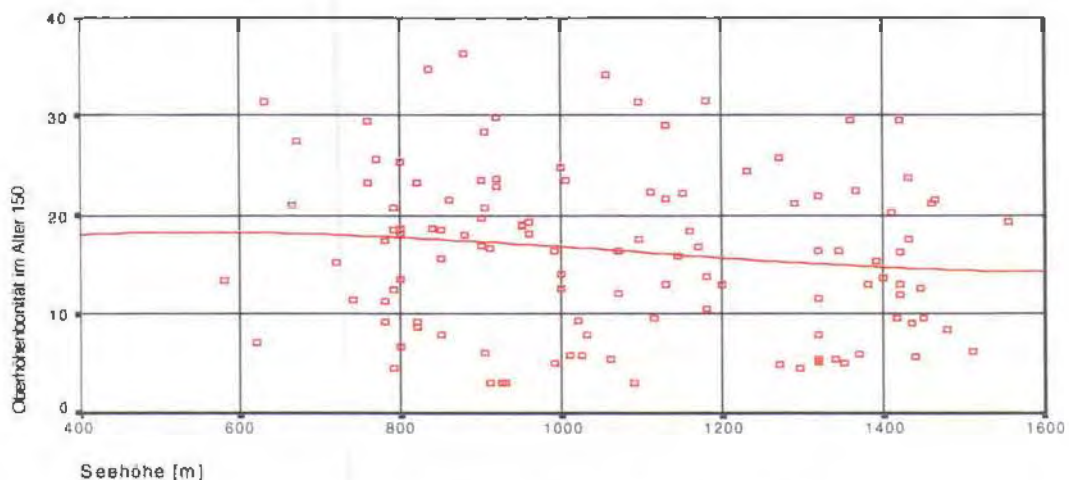


Abbildung 11: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit von der Seehöhe

Es besteht somit kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Kenngrößen. Auch die Ausscheidung von Höhenstufen, die den regional- und lokalklimatischen Verhältnissen besser Rechnung tragen sollte, brachten keine befriedigenden Ergebnisse.

4.2.1.1.2. Geländeneigung

Wie aus einer Regressionsanalyse hervorging erklärt die Geländeneigung in %-Werten - erhoben im Makrorelief (MA_NEIG) - nur einen geringen Teil der Varianz der Oberhöhenbonität im Alter 150 (LO_HO150). Die Tabelle 31 zeigt dieses Ergebnis aus der linearen Regressionsanalyse, die mit dem „SPSS for Windows“ durchgeführt wurde. Das Bestimmtheitsmaß findet sich unter der Bezeichnung „R Square“. Damit läßt sich zeigen, daß etwa 9 % der Variabilität der Oberhöhenbonität durch die Hangneigung (%-Wert) erklärt werden kann. Die Größe R ist der Korrelationskoeffizient (Wurzel aus R Square). „Adjusted R Square“ beschreibt das korrigierte Bestimmtheitsmaß r^2_{Korr} . Bei dem „Std. Error of the Estimate“ handelt es sich um einen Schätzer für die Standardabweichung der Residuen in der Grundgesamtheit (Norusis, 1993). Damit kann die Oberhöhenbonität mittels der Hangneigung auf +/- 7,39 m genau geschätzt werden.

Tabelle 31: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit der Geländeneigung in %-Werten

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	MA_NEIG ^{c,d}	.	,295	,087	,078	7,3921

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), MA_NEIG

d. All requested variables entered.

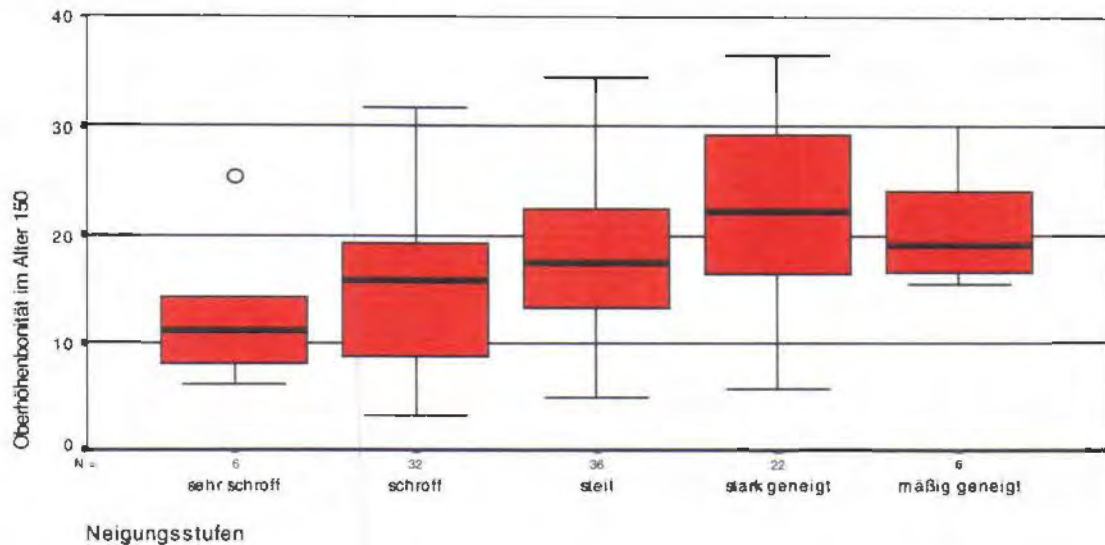
Zusätzlich erfolgte eine Einteilung der Geländeneigung in 6 Stufen. Diesen 6 Neigungsstufen im Makrorelief wurde ein Ordinalwert (MA_NEIOR) zugeordnet. Diese Kenngröße stellt einen signifikanten Zusammenhang zur Oberhöhenbonität dar und erklärt für sich alleine betrachtet ca. 14 % der Varianz. Die ordinalskalierte Geländeneigung kann somit einen höheren Erklärungsbeitrag als die in %-Werten angegebene Geländeneigung liefern.

In der Abbildung 12 bzw. in der Tabelle 32 wird der Zusammenhang zwischen den Neigungsstufen im Makrorelief und der Oberhöhenbonität im Alter 150 dargestellt. Daraus läßt sich erkennen, daß die Oberhöhenbonität von „stark geneigt“ bis „sehr schroff“ abnimmt. Bei mäßig geneigten Hängen gibt es eine leichte Abnahme gegenüber stark geneigten. Ein signifikanter Mittelwertsunterschied konnte nur zwischen den Neigungstufen „stark geneigt“ und „schröff“ bzw. "sehr schroff" festgestellt werden. Diese Erkenntnis konnte aus einem Scheffé-Test mit einem Signifikanzniveau von 0,05 gewonnen werden. Mittelwertsunterschiede werden dabei durch die Angabe unterschiedlicher Buchstaben zum Ausdruck gebracht.

Tabelle 32: Mittelwertsvergleich der Neigungsstufen

Ordinalwert	Neigungsstufe	Neigung [%]	Mittelwert der Oberhöhenbonität [m]	Scheffé
1	eben	0 - 5	/	/
2	mäßig geneigt	6 - 20	20,7	ab
3	stark geneigt	21 - 40	22,6	a
4	steil	41 - 60	17,2	ab
5	schröff	61 - 100	14,9	b
6	sehr schroff	100 <	12,7	b

Abbildung 12: Neigungstufen in Abhängigkeit zur Oberhöhenbonität



Da die Bereiche der einzelnen Neigungstufen einer logarithmischen Verteilung sehr ähnlich sind, wird als letzter Schritt der Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität und dem \ln [Neigung %] untersucht. Dabei zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang und es konnte 10.4 % der Varianz der Oberhöhenbonität erklärt werden (siehe Tabelle 33). Obwohl nun der Erklärungsbeitrag gegenüber der Einteilung der Geländeneigung in Neigungsstufen etwas geringer ist, wird der \ln [Neigung %] in die multiple Regressionsanalyse einbezogen.

Tabelle 33: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem \ln [Neigung %]

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	LN_NEIG ^{c,d}	.	,323	,104	,095	7,3358

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), LN_NEIG

d. All requested variables entered.

4.2.1.1.3. Geländeform

Die ausgeschiedenen Geländeformen des Mesoreliefs erfuhren eine Beurteilung in Hinblick auf Akkumulations-, Intermediär- und Verlustlagen. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität und den ordinalskalierten Geländeformen nachgewiesen werden.

Ein multipler Mittelwertsvergleich in Form eines Scheffé-Testes zeigte, daß sich die Akkumulationslagen von den Verlustlagen signifikant unterscheiden. In Tabelle 34 sind die Bezeichnung der ordinalskalierten Geländeformen im Mesorelief, die Anzahl der jeweiligen Probeflächen, die mittlere Oberhöhenbonität im Alter 150 sowie die Ergebnisse der Scheffé-Tests dargestellt. Eine Regressionsgerade mit der ordinalskalierten Geländeform erklärt etwa 12 % der Varianz der Oberhöhenbonität.

Tabelle 34: Mittelwertsvergleich der ordinalskalierten Geländeformen

Ordinalwert	Geländeformen im Mesorelief	Anzahl	mittlere Oberhöhenbonität	Scheffé
1	Riedel Kuppe Rücken Nase Doline ohne Braunlehm	20	13,5	a
2	Oberhang Geländekante Rippe Hangversteilung Kar	19	17,2	ab
3	Mittelhang Schlucht Platte	43	17,9	ab
4	Ebene Verflachung Hangverflachung Hochtal Sattel	9	19,0	ab
5	Talboden Graben Unterhang Doline mit Braunlehm	11	24,9	b

4.2.1.1.4. Exposition

Mittels einer Sinustransformation wurde versucht, die Abhängigkeit der Exposition auf das Waldwachstum darzustellen. Es konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Es zeigte sich zwar, daß die Exposition NO die höchsten und SW die niedrigsten Oberhöhenbonitäten aufwiesen, jedoch konnte diese unterschiedliche Wuchsleistung in dieser Untersuchung nicht statistisch abgesichert werden (siehe Abbildung 13).

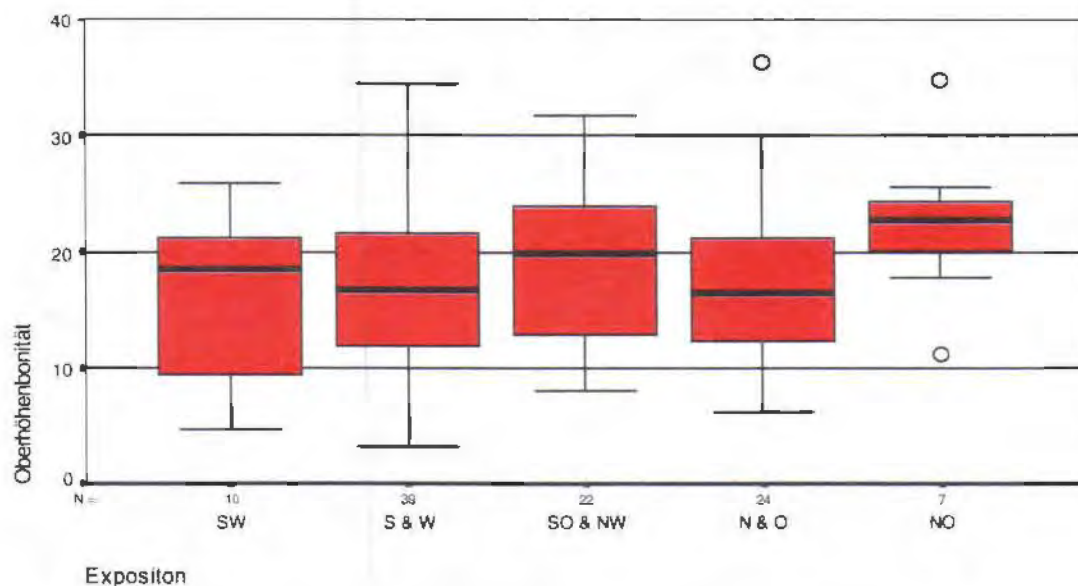


Abbildung 13: Boxplots der Oberhöhenbonität der transformierten Expositionen

Es wurde auch versucht, der Einfluß der Exposition im Zusammenhang mit der Hangneigung zu berechnen. Dadurch würde erreicht, daß der Einfluß der Exposition auf das Waldwachstum bei zunehmender Hangneigung verstärkt wird. Jedoch ergab auch diese Annahme kein brauchbares Ergebnis.

Ebenso wenig signifikante Zusammenhänge lieferte die Analyse der Exposition in Abhängigkeit der Höhenlage, bei der versucht wurde, dem Wechsel der Gunstlagen von NO auf SW bei zunehmender Seehöhe gerecht zu werden.

Deshalb konnte die Exposition in keiner Form in das multiple Regressionsmodell aufgenommen werden.

4.2.1.1.5. Gründigkeit

Bei drei verschiedenen Größenangaben der Schlagbohrergründigkeit zeigte nur die minimale Gründigkeit einen signifikanten Zusammenhang mit Waldwachstum. Es konnten mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit alleine ca. 11 % der Varianz der Oberhöhenbonität erklärt werden. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 14 aufgezeigt. Der Maximal- und der Medianwert der Schlagbohrergründigkeit hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Oberhöhenbonität. Da zur Quantifizierung der Bodenparameter auch die Schlagbohrergründigkeit herangezogen wurde, ist eine starke Interkorrelation zwischen der Gründigkeit und den Bodenkapazitätsindexen vorhanden.

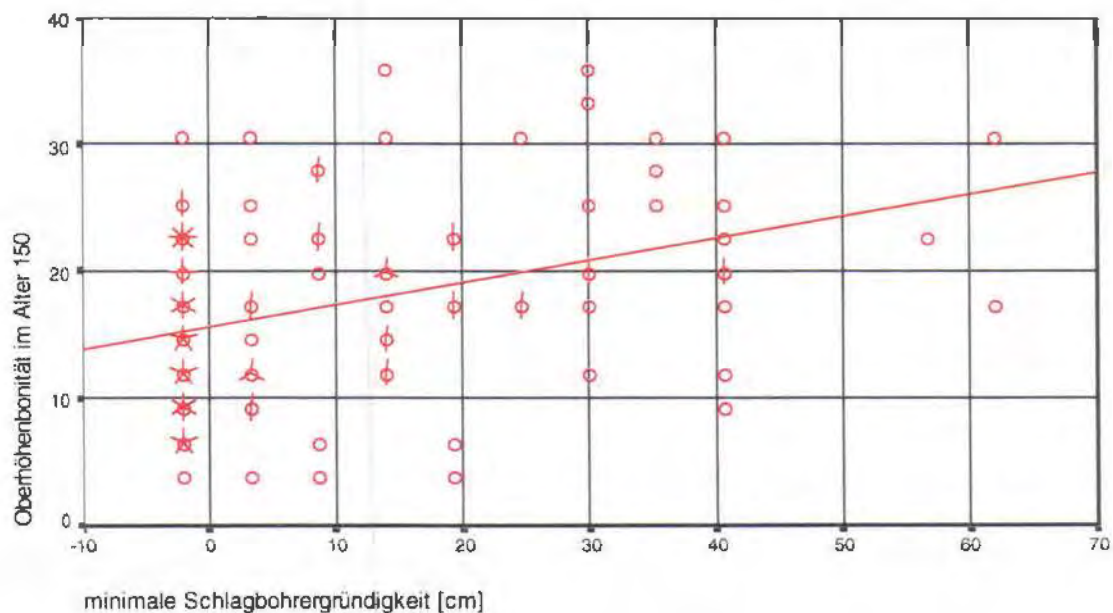


Abbildung 14: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit von der minimalen Schlagbohrergründigkeit

4.2.1.2. Geologie

Die Geologie des Grundgebirges eingeteilt in Verwitterungsfähigkeit und Nachlieferungsvermögen von Nährstoffen zeigten keine Einfluß auf das Waldwachstum. Sehr wohl konnte ein Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität im Alter 150 (LO_HO150) und der Geologie Deckschicht/Lockergestein (GE_LDOR1), die ebenfalls als ordinalskalierte Kenngrößen ausgewiesen wurden, nachgewiesen werden. Es zeigte sich, daß auf jenen Probestflächen, auf denen Braunlehm als Deckschicht vorkommt, ein signifikant besseres Waldwachstum festzustellen ist. Dies wird in Tabelle 35 dargestellt. Hierbei ist ersichtlich, daß sich die Geologie Lockergestein/Deckschicht 2 (Kalk) von der Geologie Lockergestein/Deckschicht 5 (Braunlehm) nicht signifikant unterscheidet. Zwischen Geologie Lockergestein/Deckschicht 5 (Braunlehm) und Geologie Lockergestein/Deckschicht 1 (Dolomit) konnte sehrwohl ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Da jedoch die Geologie Lockergestein/Deckschicht nicht auf allen Punkten erhoben wurde, kann diese Kenngröße nicht in die multiple Regressionsanalyse aufgenommen werden.

Der Einfluß des Braunlehms, der auf Kalkböden eine große Bedeutung für das Waldwachstum darstellt, geht statt dessen bei der Ermittlung des „Bodenwertes“ indirekt in die multiple Regressionsanalyse ein.

Tabelle 35: Mittelwertsvergleich der Geologie Lockergestein/Deckschicht

Ordinalwert	Geologie von Lockergestein/Deckschicht	Anzahl	Mittelwerte Oberhöhenbonität [m]	Schefé
1	Dolomit	10	15,2	a
2	Kalk	28	13,2	ab
5	Braunlehm	25	21,2	b

4.2.1.3. Humustypen

Anhand der Abbildung 15 ist zu erkennen, daß die Oberhöhenbonität in Richtung der Mullhumustypen zunimmt. Mittels Schefé-Test konnte jedoch aufgrund der großen Streuung kein signifikanter Einfluß der ordinalskalierten Humusform auf die Oberhöhenbonität im Alter 150 des vorliegenden Kollektivs aufgezeigt werden. Somit finden die ordinalskalierten Humustypen keine Anwendung in der multiplen Regressionsanalyse.

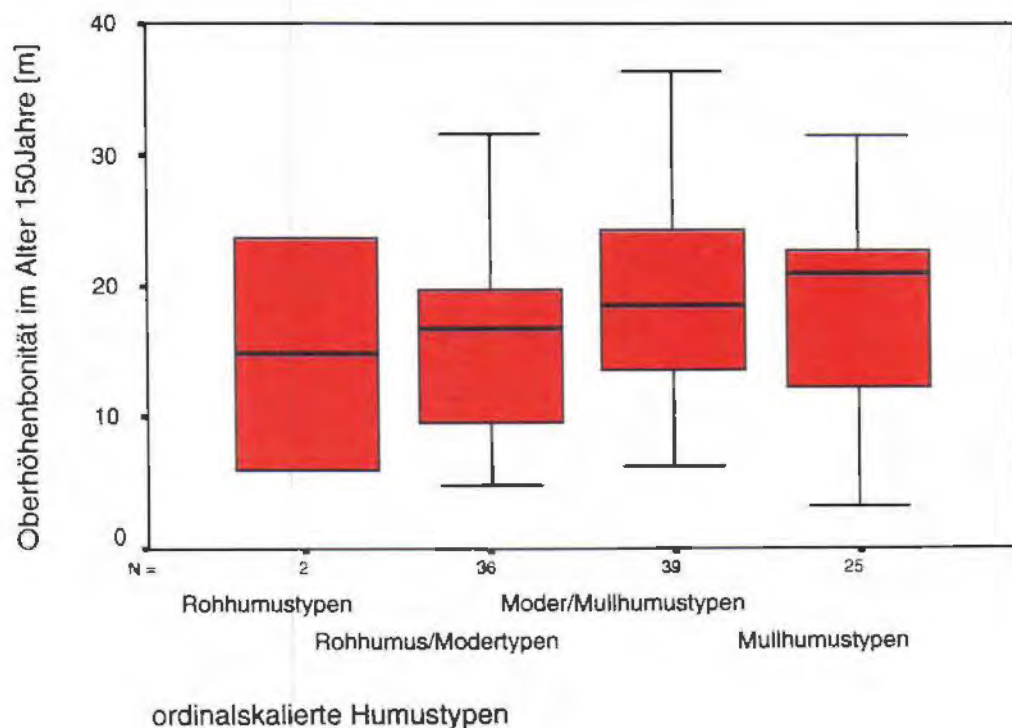


Abbildung 15: Boxplots der Oberhöhenbonität der ordinalskalierten Humustypen

4.2.1.4. Bodentypen

Der aus dem Wasser- ,Nährstoff- und Luftkapazitätsindex ermittelte „Bodenwert“ zeigt mit der Oberhöhenbonität im Alter 150 höchst signifikante Zusammenhänge. Es lassen sich, wie in Tabelle 36 ersichtlich, etwa 9 % der Variation der Oberhöhenbonität mit diesem „Bodenwert“ erklären. Der „Bodenwert“ ist die Summe aus den Wasser- ,Nährstoff- und Luftkapazitätswerten der einzelnen Bodenparameter und wird daher mit W_N_LKA bezeichnet.

Tabelle 36: Regressionsanalyse des „Bodenwertes“

Model Summary ^{a,b}

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	W_N_LKA ^{c,d}		,296	,088	,078	7,4106

a. Dependent Variable: LO_HO150

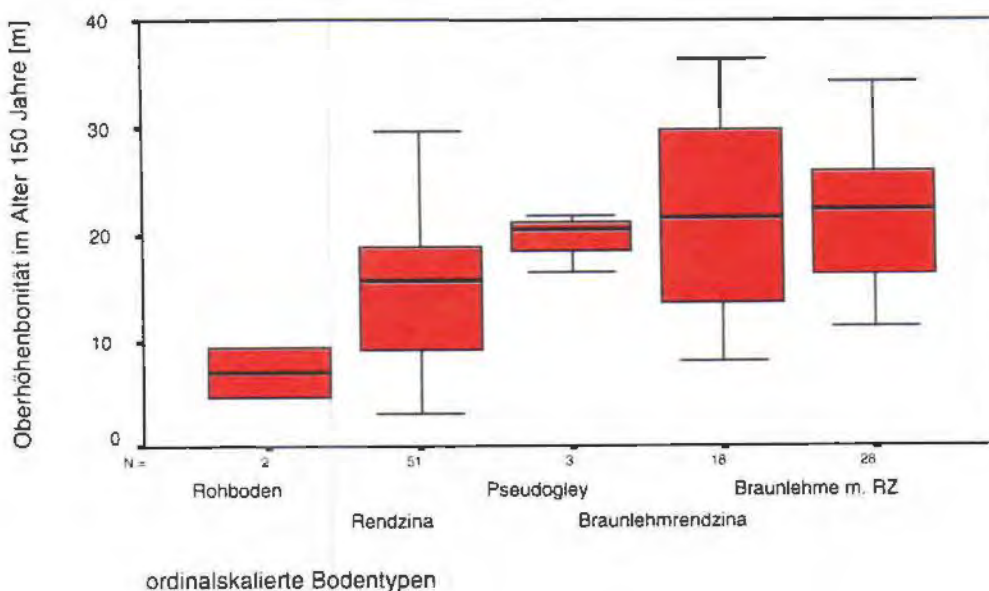
b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), W_N_LKA

d. All requested variables entered.

Zusätzlich wurden die ausgeschieden Bodentypen in bezug auf den „Bodenwert“ in 5 Klassen eingestuft. Die Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang von Oberhöhenbonität und „ordinalskalierten Bodentypen“.

Abbildung 16: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit der ordinalskalierten Bodentypen



Aus der vorangegangenen Graphik läßt sich erkennen, daß der Braunlehm einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Höhenentwicklung darstellt.

Nach einem Scheffé Mittelwertstest unterscheidet sich die Oberhöhenbonität auf Standorten mit Braunlehmeinfluß signifikant von Rendzinastandorten. Der Bonitätsunterschied beträgt etwa 6,5 m. Der Unterschied zwischen Rohböden und braunlehmdominierten Böden beträgt 14 m konnte jedoch aufgrund der geringen Anzahl nicht abgesichert werden.. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37: Mittelwertsvergleich der klassifizierten Bodentypen

Ordinalwert	Bodentypen	Anzahl	Mittelwert Oberhöhenbonität	Scheffé
1	Rohböden	2	7,1	a
2	Rendzina	51	14,5	a
3	Pseudogleye	3	19,5	ab
4	Braunlehmrendzina	17	21,1	b
5	Braunlehme mit Rendzina	28	21,7	b

Da die drei Bodenkapazitätsindizes wie aus einer Korrelationsanalyse hervorgeht stark interkorreliert sind, wird zur Charakterisierung der einzelnen Bodenparameter nur noch der Wasserhaushalt herangezogen. Tabelle 38 zeigt die Interkorrelationen zwischen dem Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex.

Tabelle 38: Korrelationsmatrix der Bodenkapazitätsindizes

		Correlations		
		WASSH_OR	LUFTH_OR	NAEHH_OR
Pearson Correlation	WASSH_OR	1,000	,880**	1,000*
	LUFTH_OR	,880**	1,000	,879*
	NAEHH_OR	1,000**	,879**	1,000
Sig. (2-tailed)	WASSH_OR	,	,000	,000
	LUFTH_OR	,000	,	,000
	NAEHH_OR	,000	,000	,
N	WASSH_OR	267	267	267
	LUFTH_OR	267	267	267
	NAEHH_OR	267	267	267

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Wie aus Tabelle 39 hervorgeht, kann mit dem Wasserkapazitätsindex 10,4 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Aus diesem Grund kommt der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für die bewertenden Bodenparameter auch in den multiplen linearen Regressionsmodellen zur Anwendung.

Tabelle 39: Regressionsanalyse vom Wasserkapazitätsindex

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	WASSH_OR ^c	.	,322	,104	,095	7,3384

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), WASSH_OR

d. All requested variables entered.

4.2.2. Biometrische Kenngrößen

4.2.2.1. Bestandesalter

Das Bestandesalter erklärt gesondert betrachtet etwa 39 % der Variabilität der Oberhöhenbonität und liefert somit den höchsten Erklärungsbeitrag aller unabhängigen Variablen (siehe Tabelle 40).

Tabelle 40: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem Bestandesalter

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	ALTER ^{c,d}	.	.624	.390	.384	6,0612

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), ALTER

d. All requested variables entered.

Es wird nun geprüft, ob das Bestandesalter mit Standortparametern korreliert. Zunächst wird angenommen, daß das Bestandesalter von der Seehöhe abhängig ist, da allgemein bei zunehmender Seehöhe das Alter der Bestände zunimmt. Wie aus Abbildung 17 ersichtlich ist, zeigt sich ein Trend, der diese Hypothese zu bestätigen scheint. Die Zusammenhänge waren jedoch nicht singnifikant.

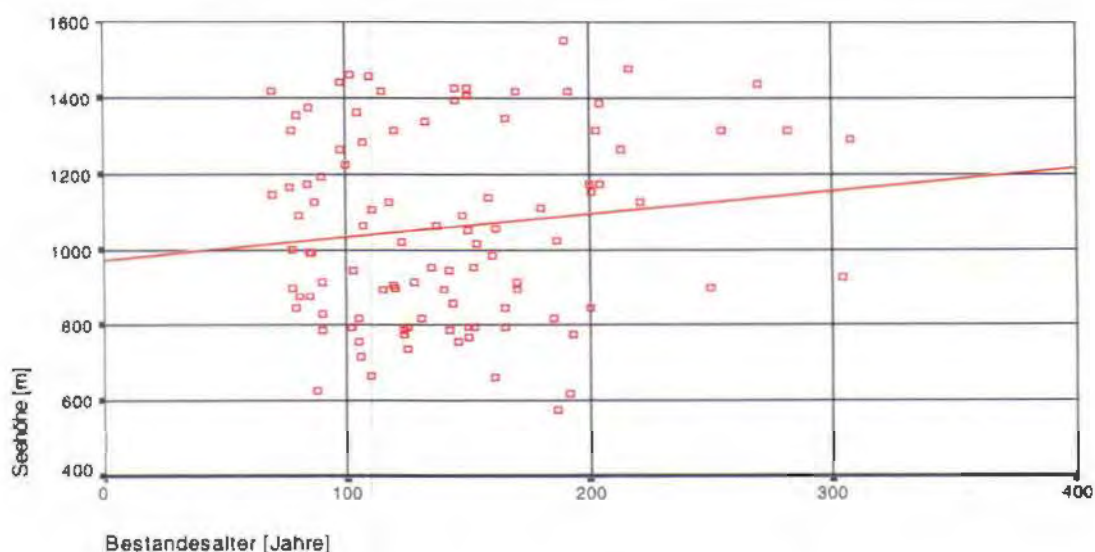


Abbildung 17: Die Seehöhe [m] in Abhängigkeit des Bestandesalters [Jahre]

Weiters wurde mittels multipler Regressionsanalyse versucht andere Parameter zu finden, die eine Erklärung für das Bestandesalter darstellen. Es zeigte sich, daß ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und dem Median der Feuchte- und Temperaturzeigerwerte besteht, der 19 % der Variabilität des Alters erklärt. Da die partiellen Regressionskoeffizienten negativ sind, nehmen somit die Temperatur- und die Feuchtwerte der Vegetation mit zunehmenden Alter ab. Dies resultiert wahrscheinlich daraus, daß die älteren Bestände meist auf trocken Rendzinastandorten im Bereich der hochmontanen bis subalpinen Höhenstufe vorzufinden sind.

4.2.3. Vegetationskundliche Kenngrößen

4.2.3.1. Lichtzahl

Nach Ellenberg et al. (1991) beschreibt die Lichtzahl den Bereich des Vorkommens einer Art im Gefälle der relativen Beleuchtungsstärke. Eine hohe mittlere Lichtzahl eines Standortes bedeutet, daß viel Licht bis auf den Boden bzw. zur Krautschicht dringt und somit auch lichtbedürftige Arten zu gedeihen vermögen. Der Median der Lichtzahl liefert einen sehr hohen Erklärungsbeitrag für die abhängige Variable Oberhöhenbonität. Das Bestimmtheitsmaß beträgt wie in Tabelle 41 ersichtlich 0,28.

Tabelle 41: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem Median der Lichtzahl

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	L_MED ^{c,d}	.	.529	.280	.273	6,6116

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), L_MED

d. All requested variables entered.

In Abbildung 18 ist die Oberhöhenbonität über den Median der Lichtzahl je Probeflächen aufgetragen. Mit höherer Lichtzahl und somit größerem Lichtgenuß für die Krautschicht nimmt die durchschnittliche Oberhöhenbonität der Probefläche ab.

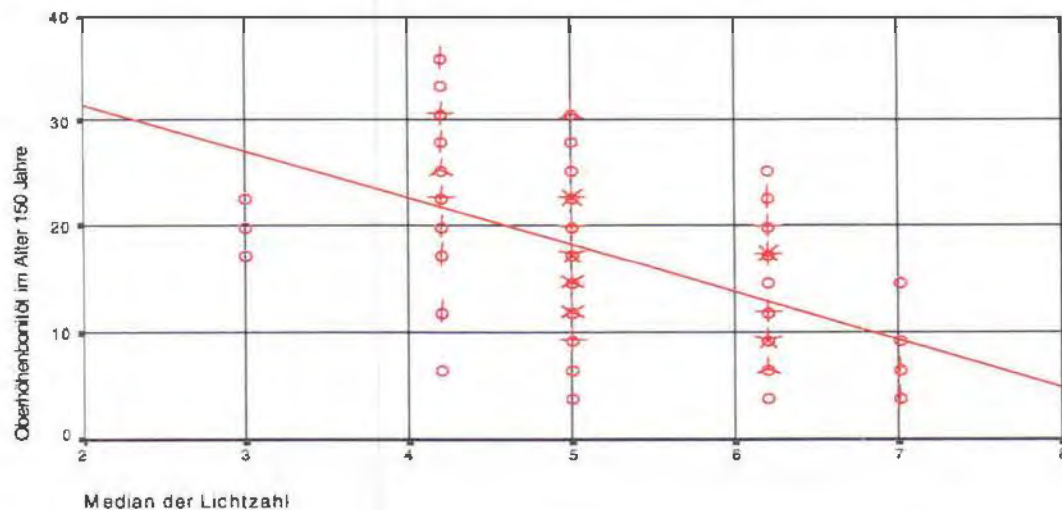


Abbildung 18: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit des Median der Lichtzahl

Da die Lichtzahl jedoch von sehr vielen Faktoren abhängt, steht sie zum Teil stellvertretend für andere Parameter. Dabei überlagern sich neben lokalen Klimafaktoren und möglicher Horizontüberhöhung, auch der Einfluß der Exposition, die Abhängigkeit der Seehöhe und jene des Stand Density Index (gilt als Maß für die Bestandesdichte). Es lassen sich durch diese drei Kenngrößen 35 % der Variabilität des Medians der Lichtzahl erklären. Abbildung 19 zeigt den Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Exposition, die etwa 6 % der Variabilität erklärt. Hierfür wurden nur jene Inventurpunkte herangezogen, auf denen auch die Oberhöhenbonität der Fichte ermittelt wurde.

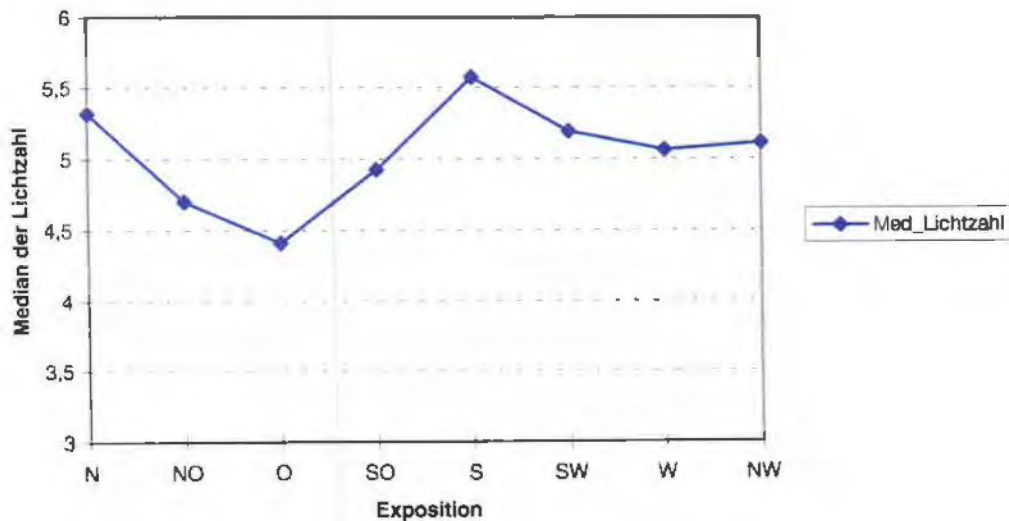


Abbildung 19: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Exposition

Die Abhängigkeit der Lichtzahl von der Seehöhe, die nur etwa 4 % der Variabilität erklärt, wird in Abbildung 20 dargestellt. Es ist eine signifikante Zunahme der Lichtzahl mit der Seehöhe festzustellen. Es kamen nur Inventurpunkte, auf denen eine Oberhöhenbonität der Baumart Fichte ermittelt wurde, zur Anwendung.

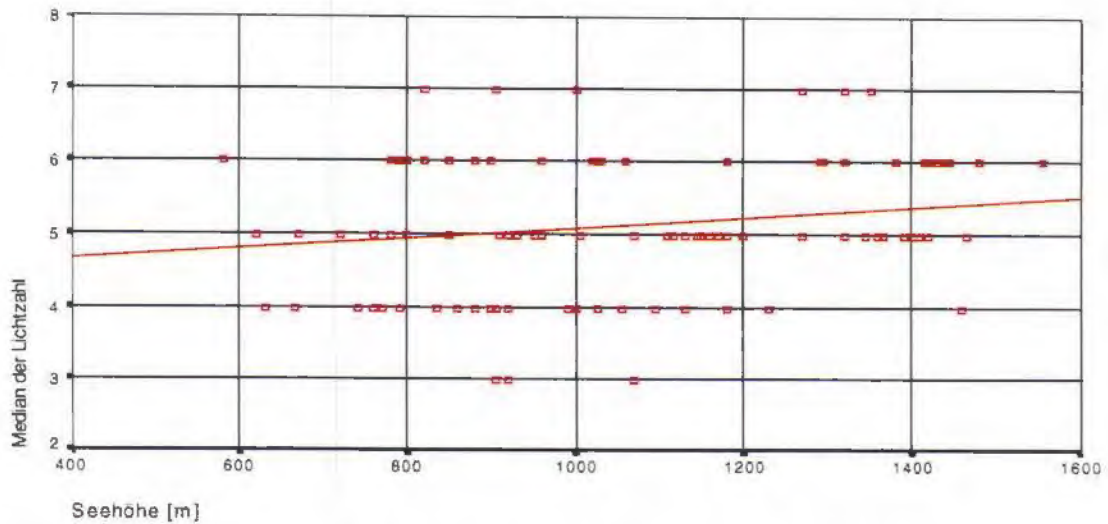


Abbildung 20: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit von der Seehöhe

Den größten Erklärungsbeitrag für den Median der Lichtzahl liefert das Bestandesdichtemaß in Form des Stand Density Index (SDI), der weitgehend unabhängig von Bonität und Alter ist. Eine lineare Regression zwischen Median der Lichtzahl und dem SDI ist höchst signifikant und weist ein r^2 von 0,27 auf. Obwohl die Lichtzahl sehr stark von diesem Bestandesdichtemaß abhängt, wird sie dennoch im Regressionsmodell belassen. Abbildung 21 verdeutlicht diesen Zusammenhang und läßt erkennen, daß die Lichtzahl mit zunehmendem SDI-Wert abnimmt.

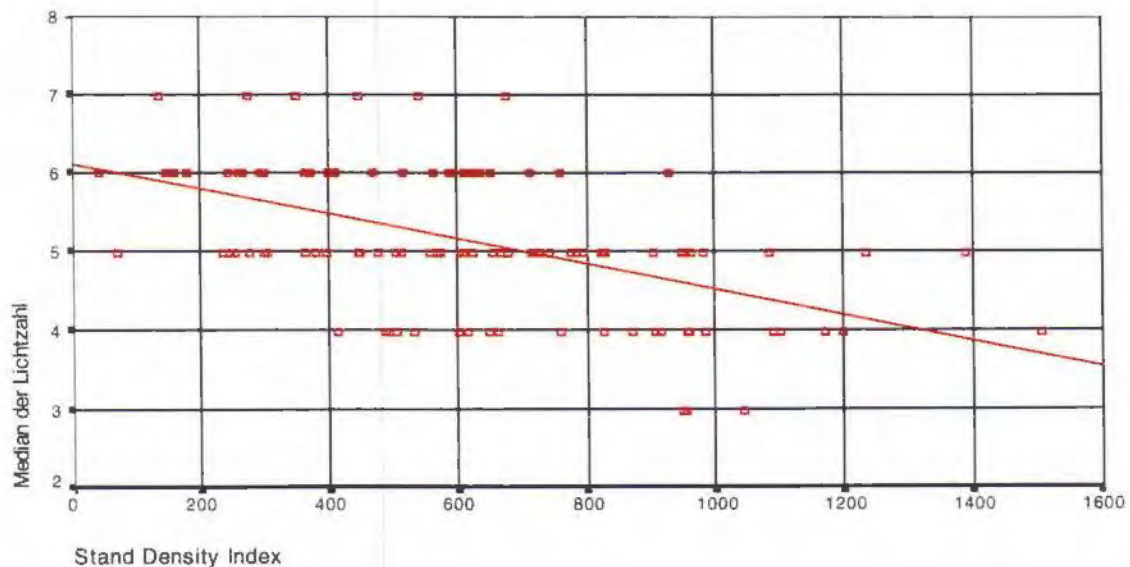


Abbildung 21: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit vom Stand Density Index

4.3. Multiple lineare Regressionsmodelle

Mit dem SPSS-Programm wurde versucht, eine lineare multiple Regressionsfunktion zu errechnen, die die Abhängigkeit waldwachstumskundlicher Kenngrößen von mehreren Standortparametern erklärt. Die **Oberhöhenbonität im Alter 150** zeigte bei allen Regressionsansätzen die stärksten Zusammenhänge und kam deshalb als Weiser für das Waldwachstum zur Anwendung. Mit den vielen standorts- vegetationskundlichen Parametern die als unabhängige Variable in die Regressionsgleichung Eingang finden können, ließen sich unzählige Modelle errechnen. Es wurde nun versucht, aus der beträchtlichen Anzahl der möglichen Kombinationen jene unabhängigen Variablen herauszufinden, die den höchsten multiplen Korrelationskoeffizienten ergaben.

4.3.1. Modell mit Boden- und Standortparametern

In diesem Modell kommen nur Standortparameter zur Anwendung, die bereits im vorangegangenen Kapitel auf Zusammenhänge in Hinblick auf das Waldwachstum untersucht wurden.. Dazu wurden im SPSS für Windows mit der Anweisung STEPWISE sämtliche dieser „eentlichen“ Standortparameter einer Regressionsanalyse unterzogen. Dabei zeigte sich, daß nur die ordinalskalierte Geländeform im Mesorelief, der Wasserkapazitätsindex, der Logarithmus der Neigung [$\ln(\text{Neigung } \%)$], und die Seehöhe in das multiple lineare Regressionsmodell einging (Tabelle 42). Die minimale Schlagbohrergründigkeit wurde trotz Signifikanz aus dem Modell entfernt. Die Gündigkeit wird durch den Wasserkapazitätsindex zu Ausdruck gebracht. Somit können mit den „eentlichen“ Standortparametern 36 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden.

Tabelle 42: Multiple lineare Regressionsanalyse der Standortparameter

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Geländeform im Mesorelief	.	.382	.146	.138	7,1693
2	minimale Schlagbohrergründigkeit	.	.482	.232	.216	6,8342
3	Wasserkapazitätsindex	.	.524	.275	.252	6,6746
4	$\ln(\text{Neigung } \%)$	.	.558	.311	.282	6,5398
5	Seehöhe	.	.609	.371	.337	6,2844
6		minimale Schlagbohrergründigkeit	.599	.359	.333	6,3074

Die Regressionsgleichung für dieses Modell lautet:

$$Y = 36,76 + 1,85 \cdot \text{Geländeform im Mesorelief} + 3,26 \cdot \text{Wasserkapazitätsindex} - 5,89 \cdot \ln[\text{Neigung } \%] - 0,09 \cdot \text{Seehöhe}$$

4.3.2. Modell mit Boden-, Standort- und Vegetationsparametern

Zur Verbesserung des Modells wird nun auch die Vegetation in Form der Zeigerwerte einbezogen. Damit können die mosaikartigen und oft recht heterogenen Standorte besser dokumentiert werden, als mit den einzelnen Bodenuntersuchungen, die sich oft nur auf einen Spateneinstich beschränken. Gleichzeitig können mit Einbeziehung der Vegetation lokalklimatische Faktoren (Luftfeuchte, extreme Beschattung, Untersonnung,...) besser dokumentiert und somit charakterisiert werden. Hier wurde ebenfalls mit dem SPSS-für Windows unter der Anweisung STEPWISE eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Aus den Mittelwerten und den Medianen aller Zeigerwerte, brachte nur der Median der Lichtzahl eine Verbesserung des Modells. Das Ergebnis dieser Analyse ist in Tabelle 43 dargestellt. Es können mit diesen Standorts- und Vegetationsparametern 47 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden.

Tabelle 43: Multiple lineare Regressionsanalyse mit Standorts- und Vegetationsparameter

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Median der Lichtzahl	.	.534	.285	.278	6,5839
2	Geländeform im Mesorelief	.	.593	.352	.339	6,2999
3	ln[Neigung %]	.	.634	.402	.384	6,0827
4	Wasserhaushaltskapazitätsindex	.	.668	.446	.423	5,8833
5	Seehöhe	.	.687	.472	.444	5,7755

Die Regressionsgleichung von diesem Modell lautet:

$$Y = 46,00 - 3,02 * \text{Median der Lichtzahl} + 1,44 * \text{Geländeform im Mesorelief} - 4,56 * \ln[\text{Neigung \%}] + 2,72 * \text{Wasserkapazitätsindex}$$

4.3.3. Gesamtmodell

Als letzter Schritt wird nun das Bestandesalter in das Regressionsmodell aufgenommen. Damit sollte die Hypothese geprüft werden, daß jüngere Bestände mit höheren Bonitäten meist auf den besseren Standorten stocken, die auch aus forstwirtschaftlicher Sicht interessant erscheinen und somit auch kürzere Umtriebszeiten aufweisen.

Das Ergebnis dieser multiplen linearen Regressionsbeziehung mit der Methode ENTER wird in den folgenden Tabellen und Erläuterungen vorgestellt. Dabei ist die Seehöhe nicht mehr signifikant eingegangen und wurde somit aus dem Gesamtmodell entfernt. Der Einfluß der Seehöhe dürfte jedoch indirekt durch das Bestandesalter aufgrund der hohen Korrelation dieser beiden gegeben sein. Folgende Angaben sind in Tabelle 44 dargestellt: Der multiple Korrelationskoeffizient (R), der die Straffheit der Zusammenhänge von der untersuchten Variablen charakterisiert, beträgt 0,768. Daraus ergibt sich ein Bestimmtheitsmaß von 0,59. Es können somit 60 % der Variabilität der Oberhöhenbonität im Alter 150 mit folgenden unabhängigen Variablen erklärt werden:

Median der Lichtzahl, Wasserkapazitätsindex, Logarithmus der Geländeneigung, ordinalskalierte Geländeform im Mesorelief, Bestandesalter

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß (Adjusted R Square) beträgt 0,569. Der Schätzwert für die Standardabweichung der Residuen in der Grundgesamtheit (Std. Error of the Estimate) liegt bei 5,09. Aufgrund dessen läßt sich die Oberhöhenbonität aus diesen 5 Parametern mit einem Standardfehler von $\pm 5,09$ m errechnen.

Tabelle 44: Multiple lineare Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität und den untersuchten Parametern

Model Summary						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Bestandesalter, Wasserhaushaltskapazitätsindex, ln[Neigung %], Geländeform im Mesorelief, Median der Lichtzahl	.	.768	.590	.569	5,0870

Der F-Test wird durch die in Tabelle 45 dargestellte Varianzanalyse dokumentiert. In dieser Tabelle ist auch ersichtlich, daß 101 Stichprobenpunkte zur Ermittlung der Regressionsgleichung herangezogen wurden. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und bei einem F-Wert von 27,394 zeigt sich, daß ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen Standortparametern und Waldwachstum besteht.

Tabelle 45: Varianzanalyse

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3544,574	5	708,915	27,394	,000
	Residual	2458,417	95	25,878		
	Total	6002,991	100			

Die Ergebnisse des t-Tests sind in Tabelle 46 dargestellt. Die mit „t“ bezeichnete Spalte enthält die Ergebnisse der t-Statistik für alle Regressionskoeffizienten und das konstante Glied. In der mit „Sig.“ gekennzeichneten Spalte ist ersichtlich, daß für alle Regressoren bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % alle Nullhypothesen abgelehnt werden können, d. h. es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den 5 unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable Oberhöhenbonität. Die mit „Beta“ bezeichnete Spalte enthält den standardisierten Regressionskoeffizienten. Der dimensionslose Koeffizient „Beta“ ist die Steigung der Kleinste-Quadrate-Geraden, wenn die abhängigen und unabhängigen Variablen als standardisierte Stichprobenwerte ausgedrückt werden. Je größer der Beta-Wert, desto höher ist der Erklärungsbeitrag für die abhängige Variable.

Tabelle 46: t-Statistik

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	40,092	5,865		6,836	,000
	ln[Neigung %]	-2,132	1,008	-,144	-2,116	,037
	Geländeform im Mesorelief	1,009	,446	,156	2,262	,026
	Wasserhaushaltskapazitätsindex	2,083	,876	,161	2,378	,019
	Median der Lichtzahl	-2,669	,587	-,321	-4,543	,000
	Bestandesalter	-6,158E-02	,011	-,419	-5,780	,000

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

Als wichtiges Ergebnis sind in Tabelle 46 die partiellen Regressionskoeffizienten (B) angeführt.

Damit ergibt sich eine multiple lineare Regressionsbeziehung mit folgender Formel:

$$Y = 40,01 - 2,13 * \ln[\text{Neigung \%}] + 1,01 * \text{Geländform im Mesorelief} + 2,08 \\ * \text{Wasserkapazitätsindex} - 2,67 * \text{Median der Lichtzahl} - 0,06 * \text{Bestandesalter}$$

5. DISKUSSION

5.1. Einfluß der unabhängigen Variablen

5.1.1. Standortsparemeter

5.1.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

5.1.1.1.1. Seehöhe

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Oberhöhenbonität. Auch Wechselwirkungsterme mit anderen Standortsparemetern zeigten keine Korrelationen mit dem Waldwachstum.

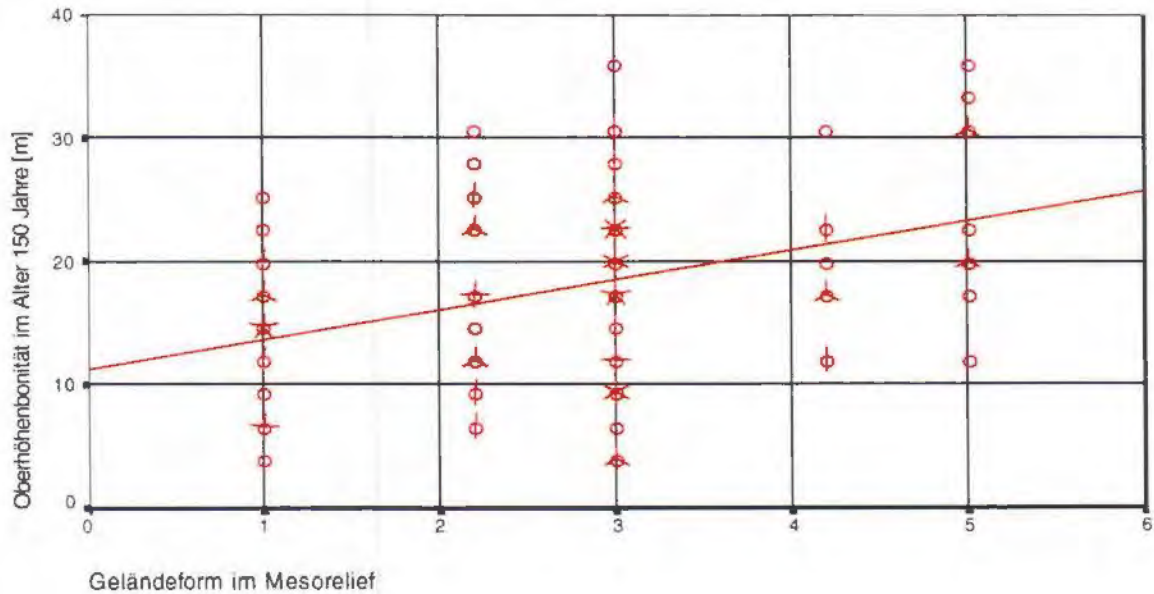
Eine mögliche Ursache könnte einerseits in den kleinstandörtlichen Unterschieden der Kalkstandorte liegen und andererseits darin begründet sein, daß die Gebiete Sengsen- und Hintergebirge keine ähnliche seehöhenbedingte Abnahme der Oberhöhenbonität aufweisen. Diese Theorie konnte durch eine getrennte Betrachtung der Aufnahmegebiete jedoch noch nicht bestätigt werden. Der Einfluß der Seehöhe auf das Waldwachstum konnte im Gegensatz zu anderen Untersuchungen nicht direkt festgestellt werden. Da das Bestandesalter und den Median der Lichtzahl sehr stark von der Seehöhe abhängen, dürften diese beiden Parameter den Einfluß der Seehöhe auf das Waldwachstum aufzeigen.

5.1.1.1.2. Geländeneigung

Die ordinalskalierte Geländeneigung liefert einen höheren Erklärungsbeitrag als jene über der Angabe der Geländeneigung in %-Werten. Die Oberhöhenbonität nimmt mit geringer werdender Neigung zu. Wie jedoch in der Abbildung 12 gezeigt wurde, ist die Oberhöhenbonität bei mäßig geneigtem Gelände wieder geringer. Vernäßte und pseudovergleyte Böden mit grundsätzlich schlechterem Lufthaushalt und die große Seehöhe auf einigen Aufnahmepunkten sind der Grund für diese geringeren Oberhöhenbonitäten. Deshalb wurde auch ein Wechselwirkungsterm aus Seehöhe und Hangneigung errechnet, der jedoch keinen stärkeren Zusammenhang zum Waldwachstum erkennen lies.

5.1.1.1.3. Geländeform

Die Geländeform des Mesorelief geht in die Regressionsfunktion ein. Sie stellt somit den zweiten stabilen Standortparameter dar, der die Variabilität der abhängigen Variablen erklärt. Wie aus Abbildung 22 ersichtlich ist, nimmt die Oberhöhenbonität mit steigendem Ordinalwert der Geländeform im Mesorelief zu. Das bedeutet, daß auf Akkumulationslagen (Ordinalwert 5) die größten Oberhöhenbonitäten zu erwarten sind.



Ordinalwert	Geländeform im Mesorelief	Ordinalwert	Geländeform im Mesorelief
1	Riedel	3	Mittelhang
	Kuppe		Schlucht
	Rücken	4	Platte
	Nase		Ebene
2	Doline ohne Braunlehm		Verflachung
	Oberhang		Hangverflachung
	Geländekante	5	Hochtal
	Rippe		Sattel
	Hangversteilung		Talboden
	Kar		Graben
			Unterhang
			Doline mit Braunlehm

Abbildung 22: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit der ordinalskalierten Geländeform

Auch Himmelmayer (1984) konnte bei seinen Untersuchungen von Wuchsleistungen und Ertragsniveau von Fichten- und Buchenreinbeständen auf den wichtigsten Standortstypen im Lehrforst zeigen, daß die Oberhöhenbonität von Fichte im Alter 100 am Unterhang 35,2 m (entspricht Ordinalwert 5), am Mittelhang 31,4 m (entspricht Ordinalwert 3) und am Oberhang 28,2 m (entspricht Ordinalwert 2) beträgt.

5.1.1.1.4. Exposition

Da in diesem Gebiet der Niederschlag kaum einen limitierenden Faktor darstellt, dürfte die Exposition eine eher untergeordnete Rolle spielen, sofern keine zu langen Trockenperioden auftreten. Somit könnten südexponierte Lagen durch günstigere Strahlungsverhältnisse gerade in höheren Lagen bevorzugt sein. Ein weiterer Grund, daß die Exposition im Regressionsmodell keinen Einfluß auf das Waldwachstum ausübt, könnte darin liegen, daß die einzelnen Problempunkte über die Expositionen noch sehr unterschiedlich verteilt sind. In Abbildung 23 ist diese Verteilung der verschiedenen Expositionen dargestellt. Es läßt sich erkennen, daß manche Expositionen schwach besetzt sind, und somit der Einfluß auf ein unterschiedliches Waldwachstum nicht abgesichert werden kann.

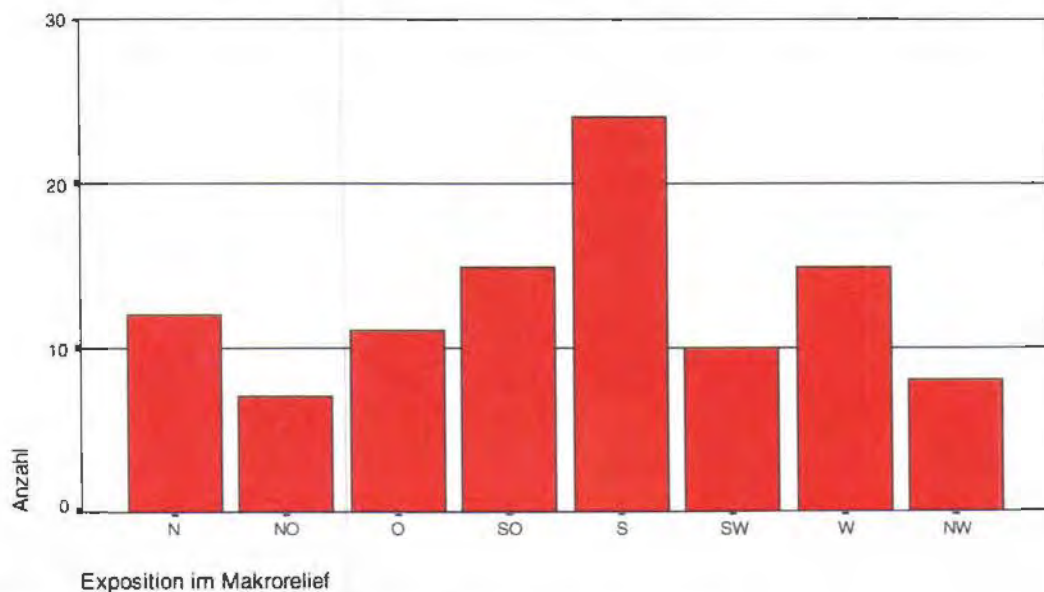


Abbildung 23: Verteilung der verschiedenen Expositionen

5.1.1.1.5. Gründigkeit

Obwohl eine Regressionsgerade mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit als unabhängige Variable etwa 12 % der Oberhöhenbonität erklärt, wird die Gründigkeit in das Gesamtmodell nicht aufgenommen. Sie liefert nämlich in der multiplen linearen Regressionsgleichung zusammen mit anderen unabhängigen Variablen keinen signifikanten Zusammenhang. Die Gründigkeit - und somit auch die minimale Schlagbohrergründigkeit - spielt jedoch bei der Berechnung des Bodenwertes sehr wohl eine entscheidende Rolle, nimmt dadurch indirekt einen Einfluß für das Gesamtmodell. Es ist auch eine starke Interkorrelation mit der ordinalskalierten Geländeform festzustellen.

5.1.1.2. Geologie

Die Unterschiede der ausgeschiedenen geologischen Einheiten dürfte zu gering sein, um dadurch einen signifikanten Einfluß auf das Waldwachstum festzustellen. Zusätzlich ist durch die Überlagerung des Grundgebirges mit Lockergesteinen und Deckschichten dieser Einfluß nicht mehr ausgeprägt. Die Geologie der Lockergesteine und Deckschichten und hier vor allem der Braunlehmdecken, findet nur indirekt über den Bodenwert Eingang in die multiple lineare Regressionsgleichung.

5.1.1.3. Humustypen

Man muß berücksichtigen, daß der Humustyp stark vom Zustand des Ökosystems abhängt und zusätzlich anthropogen überprägt sein kann. Der Abbau der in der Humusauflage gespeicherten organischen Substanz kann für das Waldwachstum bei sich ändernden Umwelteinflüssen eine sehr entscheidende Rolle spielen. Dennoch wurde der ordinalskalierte Humustyp im Gesamtmodell nicht aufgenommen, da er keine signifikanten Ergebnisse erbrachte.

5.1.1.4. Boden

Hier sei nochmals erwähnt, daß auf die Einbeziehung der Bodentypen als Dummy-Variable verzichtet wurde. Einerseits hätte dies zu einem Verlust an Freiheitsgraden geführt, andererseits kann ein und derselbe Bodentyp deutlich unterschiedliche Horizontmächtigkeit, Struktur- und Texturparameter aufweisen. Deshalb wurde eine Bewertung von einzelnen Bodenparametern vorgenommen. Mit den Bodenparametern effektive Gründigkeit, Mächtigkeit des Ah-Horizontes, Skelettgehalt, Bodenart, Bodenstruktur, Durchwurzelung, Braunlehmeinfluß und Stauwassereinfluß (Konkretionen) wurde ein Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex errechnet. Aufgrund der starken Interkorrelation kam jedoch nur der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für dieser drei Bodenkapazitätsindizes in den Modellberechnungen zur Anwendung.

Der Braunlehmeinfluß stellt auf Rendzinastandorten einen sehr wesentlichen Faktor für den Wasser- und Nährstoffhaushalt dar. Braunlehmbeeinflusste Böden weisen oft eine sehr hohe biologische Aktivität auf. Aus diesem Grund wurde bei der Bewertung der Bodenparameter dem Braunlehm eine große Bedeutung eingeräumt.

Bei der Bewertung der Bodenparameter darf natürlich nicht vergessen werden, daß die Ansprachen anhand eines Spateneinstiches erfolgten, und somit nur ein kleiner Ausschnitt der oft inhomogenen Aufnahmeflächen erhoben wurde. Deshalb sei auch hier angemerkt, daß die Zeigerwerte der Vegetationsaufnahmen diese Standortsmosaik oft besser charakterisieren als einzelne Bodenansprachen.

5.1.2. Biometrische Kenngrößen

5.1.2.1. Bestandesalter

Das Bestandesalter liefert einen sehr wesentlichen Beitrag zur Erklärung der Oberhöhenbonität. Über die Ursachen dieses Zusammenhanges werden folgende Hypothesen aufgezeigt:

- **Auswirkung des Bestandesalter auf das Waldwachstum aufgrund Zuwachsanstieg**

Wie aus einigen Untersuchungen über Zuwachsentwicklung und Holzvorräte zu entnehmen ist, nimmt der Zuwachs und somit der Vorrat in mitteleuropäischen Ländern ständig zu. Neumann und Schadauer (1995) konnten anhand von Bohrkernanalysen aus der Österreichischen Forstinventur zeigen, daß die Jahringbreiten in den ersten Lebensdekaden in letzter Zeit mehr als die doppelte Breite als in früheren Zeiten erreichen. Diese Zunahme ist seit mindestens 100 Jahren zu beobachten.

„Since 1961 inventory results show an increase in current annual increment per hectare for basal area of about 24 % with the maximum increase from the 1970s to 1980s. Some causes like climatic changes, increasing nitrogen supply, and CO₂ are discussed, but no clear cause relationships can be presented (Schadauer, 1996)“.

Der Zuwachsanstieg wird wahrscheinlich durch mehrere Ursachen begründet sein. Interessant ist jedoch wie sich ein Zuwachsanstieg aufgrund unterschiedlichen Bestandesalters auf die Bonität auswirken kann. Dazu wird folgendes Beispiel anhand der Ertragstafel Fichte Loisachtal diskutiert:

Die 7. Ertragsklasse weist eine Oberhöhe im Alter 50 von 13,4 m auf. Nimmt man nun an, daß aufgrund von vermehrten Stickstoffeinträgen, kontinuierliche Veränderung der Witterungsverhältnisse, wachstumsfördernder Einfluß erhöhter CO₂-Konzentrationen in der Luft, usw. ein um 20 % erhöhtes Höhenwachstum auftritt, so würde sich innerhalb von 30 Jahren die Oberhöhe von 19,0 m auf 20,72 m im Alter 80 erhöhen. Dies würde einen Bonitätsanstieg von bereits einer Ertragsklasse bedeuten.

Wählt man nun die Oberhöhe im Alter 150 Jahre als Ausgangsbasis für diese Darstellung der Zuwachserhöhung, so würde sich nur mehr ein Bonitätsanstieg von einer halben Ertragsklasse ergeben.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, daß sich eine mögliche Zuwachserhöhung in jüngeren Beständen stärker auswirkt als vergleichsweise in älteren. Dies könnte Indiz dafür sein, daß ältere Bestände stets niedrigere Bonitäten als jüngere Bestände aufweisen und somit das Alter diese Oberhöhenbonitätsabnahme charakterisiert.

- **Hypothese von unterschiedlichen Betriebsklassen**

Da es sich bei den erhobenen Probestellen teils um Wirtschaftswälder handelt, muß zum Erreichen einer betrieblichen Zielvorgabe (Durchmesser, Volumen) eine entsprechende Umtriebszeit gewählt werden. Diese Zielvorgabe kann jedoch nicht auf allen Standorten mit der selben Umtriebszeit erreicht werden. Deshalb wurden 3 unterschiedliche Standortsbetriebsklassen ausgeschieden, die in den folgenden Darstellungen als „normal“ bezeichnet werden. Diesen 3 Standortsbetriebsklassen wird unterstellt, daß innerhalb der Betriebsklasse ein ausgeglichenes Altersklassenverhältnis vorhanden ist, und daß kein Trend der Bonität über die Altersklassen festzustellen ist. In der Standortsbetriebsklasse „schlecht“, die hauptsächlich Schutzwälder außer Ertrag repräsentiert, liegt die Umtriebszeit bei 310 Jahren. Bei den Schutzwäldern im Ertrag der Standortsbetriebsklasse „mittel“ liegt die Umtriebszeit etwa bei 210 Jahren und in den mäßigen Wirtschaftswäldern der Standortsbetriebsklasse „gut“ zwischen 150 bis 170 Jahren.

Tabelle 47 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Standortbetriebsklassen in den jeweiligen Altersklassen der erhobenen Waldpunkte. Gute Oberhöhenbonität sind nur in den unteren Altersklassen vorzufinden, wogegen Bäume mit einem Alter über 220 Jahren nur noch auf sehr schlechten Standorten vorzufinden sind.

Tabelle 47: Standortbetriebsklassen mit 3 unterschiedlichen Umtriebszeiten

	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	17,8	14,3	12,8	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	durchschnittliche "normal" Oberhöhenbonität im Alter 150 in den einzelnen Altersklassen
	23,1	24,2	20,4	16,6	18,5	14,0	11,9	11,6	13,1	11,4	5,8	5,6	4,0	durchschnittliche "ist" Oberhöhenbonität im Alter 150 in den einzelnen Altersklassen
Standortbetriebsklasse "gut" Mean = 26,2 m N = 35														
n _{normal}	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	3,2								
n _{ist}	5	10	10	3	5	2								
Umtriebszeit 150 - 170 Jahre														
Standortbetriebsklasse "mittel" Mean = 17,37m N = 35														
n _{normal}	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	2,3						
n _{ist}	3	3	6	3	10	3	3	3						
Umtriebszeit 210 Jahre														
Standortbetriebsklasse "schlecht" Mean = 9,0m N = 32														
n _{normal}	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,4	
n _{ist}		3	2	5	3	4	6	3	1	1	1	1	2	
Umtriebszeit 310 Jahre														
	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	Altersklasse

Die durchschnittliche „normal“ Oberhöhenbonität im Alter 150 errechnet sich durch den Mittelwert der Oberhöhenbonität in den einzelnen Standortbetriebsklassen gewichtet mit der Anzahl in den einzelnen Altersklassen (n_{normal}).

Die durchschnittliche „ist“ Oberhöhenbonität im Alter 150 stammt aus den Erhebungsdaten. Die Altersklassenverteilung in den einzelnen Standortbetriebsklassen ist durch die jeweilige Anzahl ersichtlich (n_{ist}).

In Abbildung 24 sind nun die Verläufe der Oberhöhenbonität von „normal“ und „ist“ über den Altersklassen dargestellt. Die größeren Oberhöhenbonitäten in den unteren Altersklassen könnten wiederum ein Hinweis für den festgestellten Alterstrend sein.

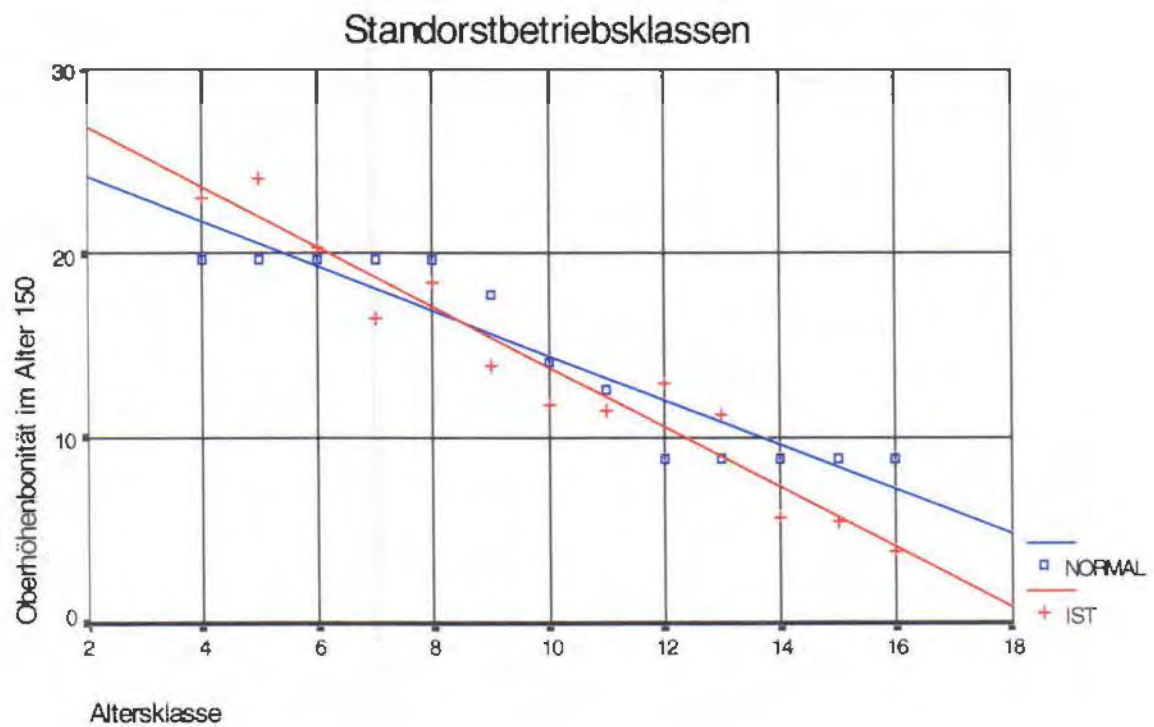


Abbildung 24: Unterschiedliche Verlauf der Oberhöhenbonität der Standortbetriebsklassen in Abhängigkeit der Altersklasse

5.1.3. Vegetationskundliche Kenngrößen

5.1.3.1. Lichtzahl

Die Abhängigkeit von der Seehöhe wurde bereits angeführt. Dadurch ergibt sich auch ein Zusammenhang in Hinblick auf Waldgesellschaften, wo buchendominierte tief-mittelmontane Gesellschaften eine geringere Lichtzahl aufweisen als Waldgesellschaften in der subalpinen Höhenstufe. Zur Verdeutlichung dieses Zusammenhanges wird dies in Abbildung 25 nochmals dargestellt. Im Unterschied zur Abbildung 8 sind hier nur jene Punkte illustriert, auf denen auch die Oberhöhenbonität der Fichte ermittelt wurde. Die Lichtzahl kann aufgrund dessen auch als Weiser für die Waldgesellschaften beurteilt werden. Weiters kann die Zunahme der Lichtzahl mit den Höhenstufen so interpretiert werden, daß mit zunehmender Seehöhe die Bodenvegetation durch geringeren Laubholzanteil und durch geringeren Bestandesschluß einen vermehrten Lichtgenuß erfährt.

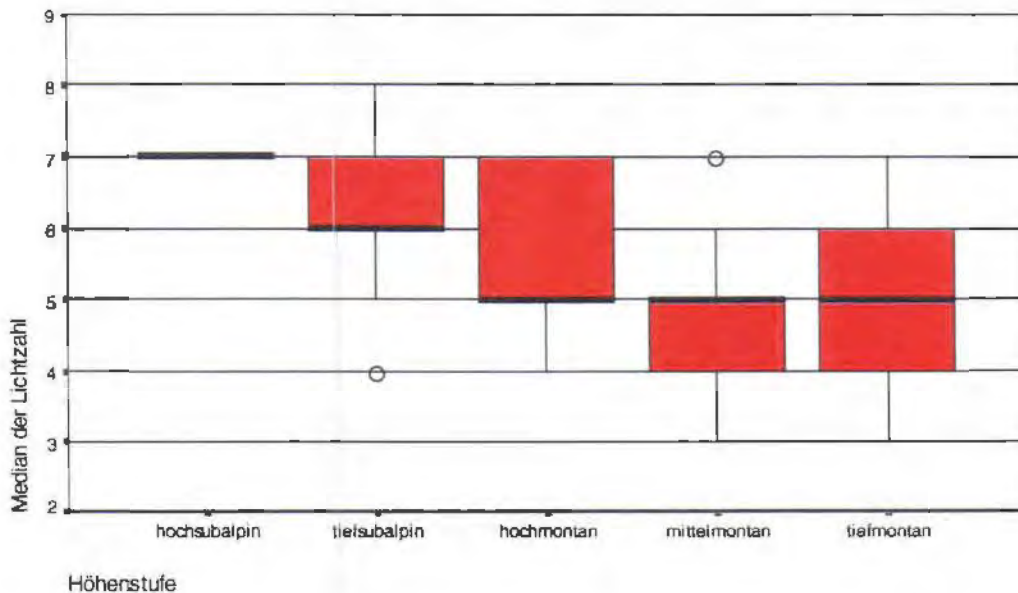


Abbildung 25: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

6. ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Erhebungen zur Naturrauminventur im Nationalpark Kalkalpen lagen standorts-, boden-, vegetations sowie ertragskundliche Daten von 316 Inventurpunkten vor. Anhand einer Auswahl von 102 Inventurpunkten mit überwiegender Fichten-Bestockung wurden diese Parameter auf ihre Bedeutung für das Waldwachstum untersucht. Das Waldwachstum wurde anhand der modifizierten Ertragstafel Fichte Loisachtal durch die Oberhöhenbonität im Bezugsalter 150 Jahre ausgedrückt.

Mittels multiplen linearer Regressionen wurden 3 Modelle errechnet, mit denen der Einfluß der Standortseigenschaften auf die Bonität der Bestände erklärt werden sollte. Im ersten Modell kamen zunächst nur Boden- und Standortparameter zur Anwendung. Dazu wurden aus den bodenkundlichen Erhebungen mittels einer Ordinalskalierung der Bodenparameter effektive Gründigkeit, Ah-Horizontmächtigkeit, Skelettgehalt, Bodenart, Bodenstruktur, Durchwurzelungsintensität, Braunlehmeinfluß und Stauwassereinfluß (Konkretionen) ein Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex errechnet. Aufgrund der großen Interkorrelation dieser drei Kenngrößen fand nur der Wasserkapazitätsindex Eingang in das Modell. Von den Standortsparem konnten die Parameter Sechöhe, Logarithmus der Neigung, ordinalbewertete Geländeform im Mesorelief und minimale Schlagbohrergründigkeit eine Erklärung der Oberhöhenbonität liefern. Boden- und standortkundliche Parameter gemeinsam konnten 36 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklären.

Deshalb wurden in einem weiteren Modell die Zeigerwerte der Bodenvegetation in die Berechnungen einbezogen, wodurch das Bestimmtheitsmaß auf 47 % erhöht werden konnte. Die minimale Schlagbohrergründigkeit wurde aus diesem Modell entfernt. In diesem Modell lieferte der Median der Lichtzahl den höchsten Erklärungsbeitrag für das Waldwachstum. Er weist eine hohe Interkorrelation zu den übrigen Zeigerwerten der Bodenvegetation, aber auch zu anderen Boden- und Standortsparem auf, weshalb er stellvertretend für diese in das Regressionsmodell eingeht.

Im Gesamtmodell, bei dem auch das Bestandesalter zur Bestimmung des Waldwachstums einbezogen wurde, konnten 60 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Mit den Parametern Logarithmus der Geländeneigung, ordinalbewertete Geländeform im Mesorelief, Wasserkapazitätsindex,

Median der Lichtzahl der Bodenvegetation und Bestandesalter kann die Oberhöhenbonität mit einem Standardfehler von $\pm 5,09$ m errechnet werden. Das würde gleichzeitig einen Unterschied von 2 Ertragsklassen bedeuten.

Diese Verbesserung des Modells aufgrund des Bestandesalters kann verschieden interpretiert werden:

- Die Österreichischen Bundesforste haben vermutlich auf den besseren Standorten mit kürzeren Umtriebszeiten gearbeitet, was dazu führt, daß auf diesen Standorten die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, daß man jüngere Bestände antrifft.
- Auf schlechteren Standorten sind die Bestände meist älter und weisen gleichzeitig geringere Bonitäten auf. Dies läßt sich dadurch erklären, daß es sich bei den schlechteren Standorten meist um steile und unwirtschaftliche Bestände (Schutzwaldstandorte Umtriebszeit über 200 Jahre) handelt die im Gegensatz zu den produktiveren Standorten kaum genutzt wurden, und dadurch insgesamt ein höheres Bestandesalter aufweisen.
- Da in den letzten Dezenien der Zuwachs der Waldbestände zugenommen hat, könnte das Bestandesalter Indiz dafür sein, daß sich dieser Zuwachsanstieg in jüngeren Beständen stärker auswirkt als in älteren Beständen.

7. LITERATURVERZEICHNIS

Adler, W., Oswald, K. und R. Fischer (1994): Exkursionsflora von Österreich. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart & Wien.

Alban, D. H. (1979): Estimating Site Potential from the Early Height Growth of Red Pine in the Lake States. U. S. D. A. Forest Service, Res. Paper Nc-166.

Aichinger, E. (1967): Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger. Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien, 366 S.

Angerer, S., Gärtner, A., und H. Haseke (1996): Atlas der Hydrologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen, Gebiet Sengsengebirge und Reichraminger Hintergebirge, Kartenblätter, Legende, Textteil.

Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1980): Forstliche Standortsaufnahme. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

Arney, J. D. (1985): A modelling strategy for the growth projection of managed stands. Can. J. For. Res. 15: 511-518.

Backhaus, K., Erichson, B., Wulff, P., und R. Weiber (1994): Multivariate Analysenmethoden. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Carmean, W. H. (1964): Site quality of black oak (*Quercus velutina* Lam.) in relation to soil an topography in southeastern Ohio. 8th Intern. Congr. Soil Science, Bukarest, Vol. V, 1051.

Carmean, W. H. (1979): A Comparison of Site Index Curves for Northern Hardwood Species. U. S. D. A. Forest Service, Res. Pager No. 167.

Eckmüllner O., Moser M. und H. Sterba (1996): Waldbehandlungskonzepte in stark belasteten Gebieten der Tiroler Kalkalpen. FIW II Fallstudie Loisachtal, Institut für Waldwachstumsforschung, Univ. für Bodenkultur Wien.

Eckmüllner, O., Katzensteiner, K., Koch, G. und F. Reimoser (1994): Naturraum-Stichprobeninventur im Nationalpark Kalkalpen - Auswertung der Pilotstudie. Projekt Notionalpark Kalkalpen Jahresbericht 1601-01/1994.

Eckmüllner, O., Katzensteiner, K., Koch, G. und F. Reimoser (1994): Naturrauminventur Nationalpark Kalkalpen - Inventurschlüssel.Verein Nationalpark Kalkalpen, OÖ Molln.

Ellenberg, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Auflage. - Ulmer. Stuttgart.

Ellenberg, H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Göttingen 248 S.

Ferraz, J. B. S. (1985): Standortsbedingungen, Bioelementversorgung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea abies* Karst.) des Südschwarzwaldes. Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

Foerst, K., (1980): Standort, Wuchsleistung und Ernährungszustand älterer bayerischer Bestände der Grünen Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*). Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 41, 255 S.

Gärtner, A., Haseke, H., Schrutka, R. und N. Steinwendner (1994): Atlas der Geologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen, 1. Verordnungsabschnitt - Komilierung: Lueger, 1992. Verein Nationalpark Kalkalpen, Jahresberichte 1993.

Glatzel G. (1996): Proseminar zu Waldbodenkund und Waldernährung. Lehrbehelf, Institut für Waldökologie, Univ. für Bodenkultur Wien.

Haseke H. und N. Steinwendner (1993): Atlas der Geomorphologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen - 1. Verordnungsabschnitt. Verein Nationalpark Kalkalpen, 20 Kartenblätter, Legende, Textteil.

Hasenauer H. (1994): Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-Kiefern- und Buchen Fichtenmischbestände. Österr. Ges. für Waldökosystemforschung u. Experimentelle Baumforschung, Univ. f. Bodenkultur Wien.

Herzberger, E. (1995): Standortseinfüsse auf die Bonität von Fichtenbeständen in Österreich. FBVA-Bericht 93/1996 S.65-83.

Himmelmayer, H. (1984): Wuchsleistung und Ertragsniveau von Fichten- und Buchenreinbeständen auf den wichtigsten Standortstypen des Lehrforsts. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Jokela, E. J., White, E. H. and Berglund, J. V. (1988): Predicting Norway Spruce growth from soil and topographic properties in New York. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 809 - 815.

Kahn, M. (1995): Quasikausale Modellierung des Standort-Leistung-Bezuges als Voraussetzung zum Aufbau flexibler Mischbestandsmodelle. Forstw. Cbl. 114, S.175-187.

- Katzensteiner, K., Nemestothy K.P. und F. Ottner** (1996): Analyse karstrelevanter Boden- und Gesteinsproben von repräsentativen Standorten des Nationalpark Kalkalpen im Rahmen des Projektes Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen. AZ: 1603-3.2
- Keller, W. und U. Zehnder** (1996): Wie verlässlich sind Standorts- und Vegetationskarten. Inf.bl. Forsch.bereiches Landsch.ökol. 31.
- Kleine, M.** (1984): Standort und Bonität im Lehrforst. Cbl. ges. Forstwesen 101, S.159-172.
- Klinka, K. and R. E. Carter** (1988): Relationships between site quality and forest productivity in young coastal douglas-fir ecosystems of southern coastal British Columbia.
- Klinka, K. and R. E. Carter** (1990): Relationships between site index and synoptic environmental factors in immature coastal douglas-fir stand. Forest Science, Vol. 365, No. 3, pp.815-830.
- Krajicek J. E., K. A. Brinkman and S. F. Gingrich** (1961): Crown-Competition - a measure of Density. For.Sci. 7: 35-42.
- Kramer, H.,** (1988): Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit. Paul Parey, Hamburg & Berlin, 374 S.
- Lenz, L. und B. Weidersich** (1993): Grundlagen der Geologie und Landschaftsformen. 376 Abbildungen und 30 Tabellen, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig - Stuttgart.
- Mahringer G. und M. Bogner** (1993): Beschreibung der Klimaverhältnisse im Planungsabschnitt Ost des Nationalparks Kalkalpen für die Jahre 1961 bis 1990. Amt der Oö. Landesregierung Nationalparkplanung im Verein Nationalpark Kalkalpen, Molln.
- Marschall J.** (1973): Ertragskundliche und waldbauliche Auswertung von Standortskartierungen im steirischen Koralpengebiet. Diss., BOKU Wien.
- Marschall J.** (1975): Hilfstafel für die Forsteinrichtung. Öster. Agrarverlag, Wien
- Mayer, H.** (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. BLV Verlagsgesellschaft München, Base-Wien, 208 S.
- Mayer, H.** (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer, Stuttgart, 344 S.

- Monserud R. A. and H. Sterba** (1996): A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. *Forest Ecology and Management* 80, pp.57-80.
- Moosmayer, H.-U., Schöpfer, W.** (1972): Beziehungen zwischen Standortsfaktoren und Wuchsleistung der Fichte. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 143. Jg., 10.
- Moosmayer, H.-U., Schöpfer, W., Mühlhäusser, G., Kublin, E., und H. U. Burger** (1996): Schätzfunktionen zur Ermittlung der standortstypischen Wuchsleistung von Fichte und Buche. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 167: 95-103.
- Müller F.** (1977): Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengsengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich). *Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien*. Bd. 121.
- Norusis M. J.** (1993): SPSS for Windows. Advanced Statistics Release 5 SPSS Inc. Chicago, Illinois.
- Reineke L. H.** (1933): Perfecting a Stand density index für even aged forests. *J. Agric. Res.* 46: 627-638.
- Richards F. J.** (1959): A Flexible Growth Function for Empirical Use. *Journ. of Experimental Botany*, Vol. 10, No 29, 290-300.
- Rothmaler, W., Jäger E.J., und K. Werner** (1995): *Exkursionsflora von Deutschland*. Gustav-Fischer-Verlag, Jena & Stuttgart.
- Schadauer, K.** (1996): *Growth Trends in Austria*. Verlag Springer, European Forest Institute Research Report No. 5, Vienna.
- Schadauer, K.** (1997): Oberhöhenbonität und Standort der Fichte nach Daten der Österreichischen Forstinventur. Dissertation der Universität für Bodenkultur Wien, 100 Seiten.
- Sterba, H.** (1974): Ertragskundliche Hypothesen über den Standort. Eigenverlag des Instituts für Forstliche Ertragslehre, Habil. Schr. Univ. für Bodenkultur Wien.
- Sterba, H.** (1975): Assmans Theorie der Grundflächenhaltung und die "Competition - Density - Rule" der Japaner Kira, Ando und Tadaki. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* 92. Jg. Heft 1: 46 - 62.
- Strebel, O.** (1960): Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea Abies*) in Bayern. *Forstwiss. Cbl.* 79, S.17-42.
- Zuckrigl, K.** (1973): Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien*, H. 101, 387 Seiten.

8. ANHANG

Inventurschlüssel Nationalpark Kalkalpen Es werden zum Großteil nur jene Parameter aufgelistet, die für die Untersuchungen herangezogen wurden.

Makrorelief ($r > 30\text{m}$)

Muß in 10.000er Schichtenlinienkarte erkennbar sein und deutlich über 60 m Durchmesser aufweisen

3. Seehöhe	+/- 10 m
4. Exposition	1.....N 4.....SO 7.....W 2.....NO 5.....S 8.....NW 3.....O 6.....SW 9.....eben (Neigung < 5%)
5. Neigung	Prozent
6. Geländeform Kombinationen möglich!	1.....Ebene: Flachform großer Erstreckung; reliefschwach, Neigung < 5% 2.....Verflachung: Flachform geringen Ausmaßes 3.....Talboden, Talsohle: Flachform, von ansteigenden Flächen begrenzt 4.....Terasse: Flachform, von ansteigenden und abfallenden Flächen begrenzt 5.....Platte: Flachform, von abfallenden Flächen begrenzt 6.....Kessel: Konkavform mit rundem Grundriß 7.....Mulde: flache Hohlform unterschiedlicher Flächenform 8.....Wanne: Konkavform mit ovalem Grundriß 9.....Graben: Konkavform mit langgestrecktem Grundriß; Sonderform des Unterhanges bei gegenseitiger Beeinflussung der Hänge 10.....Oberhang: Konvexe Geländeform; Materialabfuhr überwiegt Materialzufuhr 11.....Unterhang: Konkave Geländeform; Materialzufuhr überwiegt Materialabfuhr 12.....Mittelhang: Materialzu- und -abfuhr sind ausgeglichen 13.....Hangverteilung: ober- und unterhalb durch Flächen geringerer Neigung begrenzt 14.....Hangverflachung: ober- und unterhalb durch Flächen größerer Neigung abgegrenzt 15.....Kuppe: Konvexform mit rundem Grundriß 16.....Rücken: Konvexform mit ovalem Grundriß 17.....Riedel, Wall: Konvexform mit langgestrecktem Grundriß 18.....Geländekante: Übergangsbereich zwischen Flächen unterschiedlicher Neigung (zusätzlich Angabe der benachbarten Geländeformen) 19.....Nase: Auf drei Seiten stark abfallende Konvexform 20.....Sattel: auf zwei gegenüberliegenden Seiten von abfallenden, auf den beiden anderen Seiten von ansteigenden Flächen begrenzt 21.....Rippe: schmale, langgestreckte Erhebung 22.....Hochtal: nach drei Seiten ansteigend, nach einer Seite abfallend 23.....Schlucht 24.....Kar 25.....Doline 26.....Felswand 27.....Rinne

8. ANHANG

Mesorelief Probesträche R = 30m

Geländeform innerhalb des 30 m Probekreises; kann sich grundlegend von Makrorelief unterscheiden (Beispiel: kleiner Graben, kleinräumiger Expositionswechsel)

7. Lokalklima	Diagnostische Ansprache 0.....keine Besonderheiten 1.....Hohe Luftfeuchtigkeit in Schlucht (Epiphyten) 2.....Nebel (Epiphyten) 3.....Untersonnung (Exposition, Rindenzustand, Vegetation, xeromorphe Humusformen) 4.....Wind (Kronenform, Vegetation z.B. "Windeckgesellschaft") 5.....Frostmulde (Mesorelief, Schäden an Vegetation) 6.....xerotherm (heiß-trocken)
8. Exposition	1.....N 4.....SO 7.....W 2.....NO 5.....S 8.....NW 3.....O 6.....SW 9.....eben (Neigung < 5%)
9. Neigung	Prozent
10. Geländeform	sh Makrorelief
11. Geologie Grundgebirge - Gelände	Geländeansprache: 1.....Kalk 4.....Gips 7.....Hornstein 2.....Dolomit 5.....Sandstein 3.....Mergel 6.....Lockergesteine
12. Geologie Grundgebirge - Karte	anstehendes Material an Aufschlüssen nach geologischer Karte Lueger prüfen. Von jedem Punkt ist ein Handstück mitzunehmen!!
13. Geologie Lockergesteine / Deckschichten	dominierende Komponenten: 0.....keine Lockergesteine 3.....Mergel 6.....Braunlehm 1..... Kalk 4.....Gips 7.....Torf 2.....Dolomit 5.....Sandstein 8.....künstl. Anschüttung
14. Korngröße Lockergesteine (2 Angaben möglich)	1.....schluffig-tonig 4.....blockig 7.....tonig 2.....feinsandig-sandig 5.....großblockig-Tomalandschaft 3.....steinig-schuttig 6.....schluffig
15. Geomorphologische Einheit	nach geomorphologischen Atlas zu prüfen, Angabe der Nummer zusätzlich: 68a.....Hangkolluvium
39. Gründigkeit Minimum	aus fünf Einschlägen; auf 5cm genau
40. Gründigkeit Maximum	aus fünf Einschlägen; auf 5cm genau
41. Gründigkeit Mittel	als Median von fünf Einschlägen auf 5cm genau

8. ANHANG

56. Wasserhaushaltsklasse	Kombination aus Geländeform, Bodenmerkmalen (Gründigkeit, Skelettgehalt, Bodenart, Humus- und Bodentyp), Lokalklima (expositionabhängig), Zeigerpflanzen der Bodenvegetation
	1..... trocken 2..... mäßig trocken 3..... mäßig frisch 4..... frisch 5..... sehr frisch 6..... feucht 7..... naß 8..... freie Wasseroberfläche 9..... wechsell trocken 10..... wechselfeucht
57. Gewässer - Art	73.....Quellaustritt 74.....Quellfassung zur Trinkwasserversorgung 75.....Schwinde, Ponor, Versickerung 76.....Perennierendes Gerinne 77.....Periodisches oder episodisches Gerinne 78.....Gefällestufe, Wasserfall 79.....Stehendes Gewässer, perennierend 80.....Versumpftes, ammooriges oder mooriges Gelände
58. Gewässer - Größe	Breite (Gerinne) in m bzw Fläche (stehendes Gewässer) in m ²
59. Gewässer - Zustand	1....Quellfassung 2....Regulierung 3....Uferanrisse 4....Verlandung
60. Oberflächenwasser	0.....intermediär 1.....Abfluß: stärker geneigtes Gelände, plattige Humusauflagen 2.....Zufluß: anschließendes ebenes oder muldiges Gelände
61. Grundwasser	Bodentypen Gley, Anmoor, Moor; Gelände eben bzw. konkav; Wasserstau durch dichten Unterboden oder undurchlässigen Fels 1.....hoch anstehend: bis in A-Horizont 2.....mittel: bis 60 cm Tiefe 3.....tief: > 60 cm Tiefe

Boden:

Drei Einstiche im 10m Kreis, Ansprache von Humus und Oberboden an Spateneinstich (Ziegel), Unterboden: Schlagbohrer; bei Punkten auf denen chemische Analysen durchgeführt werden zusätzlich Ansprache an Bohrkern oder Profilgrube

Die Typengliederung wird bei der Neuauflage der ÖBG Klassifikation eingearbeitet!

66. Entfernung Probestelle	auf dm genau
67. Richtung zur Probestelle	in Grad vom Probekreiszentrum aus gemessen

Auflagehumus: > 30 % organische Substanz in Trockenmasse; entspricht 40-50 Vol%

68. Horizontbezeichnung	<p>M-Horizont: Rhizomfilz oder Moosschicht bei welchen Unterscheidung in lebende und abgestorbene Pflanzenteile nicht möglich ist.</p> <p>L-Horizont (Streu): Starkes Überwiegen von wenig zersetzten Pflanzenresten: weniger als 10% Feinsubstanz.</p> <p>F-Horizont (Grobmoder): Stärker zersetzte, aber noch als solche erkennbare Pflanzenreste. Feinsubstanz 10 bis 70%.</p> <p>H-Horizont (Feinmoder): Mehr als 70 % Feinsubstanz. Nur mehr wenig erkennbare Pflanzenreste (Ausnahme abgestorbene Wurzeln).</p>
69. Horizontmächtigkeit	Angabe in 0.5 cm Stufen
70. Lagerung (Angabe in welchem Horizont möglich in Klammer)	<p>1.....locker: ohne Zusammenhalt locker liegend oder überwiegend pulvrig zerfallend (L, F, H).</p> <p>2.....verklebt: deutlich aneinanderhängend (L, F).</p> <p>3.....schichtig: dicht übereinanderliegend (F)</p> <p>4.....brechbar: gesamter F-Horizont ist abhebbar; Material durch organische Feinsubstanz bzw. Verpilzung miteinander verflochten, bricht bei Biegebeanspruchung (F)</p> <p>5.....bröckelig: in mehr oder weniger große, kantengerundete Stücke zerfallend (H)</p> <p>6.....kompakt: dichtgelagerte organische Feinsubstanz (H)</p> <p>7.....verpilzt</p> <p>8.....verfilzt</p>

68. Horizontbegrenzung Auflagehumus	Deutlichkeit:		
	scharf absetzend:	sa	
	absetzend	a	
	übergehend	ü	
	allmählich übergehend	äu	
	Form (nur bei Bodenziegel oder Profilgrube)		
	gerade	g	
	wellig	w	seichte Vertiefungen (breiter als tief)
	taschenförmig	t	Vertiefungen (tiefer als breit)
	unterbrochen	u	Abbrechen der Grenzlinie bei tiefer bzw. höherliegender Fortsetzung
69. Schmierigkeit (H-Horizont)	seifiges Anfühlen, Hautrillen stark färbend		
	0.....nein	1.....ja	
70. Skelettgehalt (H-Horizont)	Gliederung sh. bei Mineralboden		
71. Holzkohle	0.....nein	1.....vorhanden	
72. Spaltengründigkeit	0.....nein	1.....ja	
73. Verpilzung	0.....nein	1.....ja	
74. Ausgangsmaterial	Angabe des Materials für den L-Horizont (Mehrfachangabe möglich): Laub, Nadel, Ericaceae, Graswurzeln		
75. Wurzelfilz	0.....nein	1.....ja	

Mineralbodenhumus (< 30 % organische Substanz) und Mineralboden

80. Horizontbezeichnung

Mineralbodenhumus:

Sonderfall OC/AC (Rendzina): keine klare Entscheidung möglich ob organische Substanz 30% < oder > 30%

- A_j: beginnende Humusbildung
- A_{hb}: keine Podsoligkeit, durch biogene Einmischung gekennzeichnet oberster Mineralbodenhorizont. Struktur in der Regel krümelig
- A_{hb/hi}: schwache Podsoligkeit, Humus z.T. eingewaschen, z.T. biogen eingearbeitet; unscharfe Grenze zu H, nach unten meist deutliche Grenze.
- A_{hi}: mäßige Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen; Struktur meist brüchig kohärent, tlw zugleich plattig; kleine, diffuse, wolkig (1-4 cm Durchmesser); nach oben scharf, nach unten undeutlich begrenzt.
- A_{he}: Starke Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen; Struktur ausgeprägt brüchig kohärent; feucht durch Druck häufig breiartig zerfließend; Färbung weißbrosa, grau bis bräunlichgrau, häufig violettstichig; Grenze zu H deutlich, nach unten undeutlich.
- A_{hrhiz}: Humusanreicherung im Mineralboden durch abgestorbene Feinwurzeln
In tiefere Mineralbodenschichten verlagertes Humusmaterial wird durch Index h gekennzeichnet.

sonstige Mineralbodenhorizonte:

- E: durch Lessivierung oder Podsolierung bzw. Naßbleichung durch Hangwasserzug oder Stagnogleydyamik fahlgefärbter Eluvialhorizont
- B: durch Eisenoxide braun gefärbter Verwitterungs- oder Anreicherungshorizont
- Bv Verwitterung in situ; Fe-Oxidation und Tonmineralneubildung
- Bt Mit Ton aus oberen Horizonten angereichert (durch Lessivierung)
- Bh Mit sichtbaren Humusstoffen aus den oberen Horizonten angereichert (durch Podsolierungsprozesse)
- Bs Mit Sesquioxiden aus den oberen Horizonten infiltriert (durch Podsolierungsprozesse)
- Bsh Mit Humusstoffen angereicherte Oberkante von Bs-Horizonten
- C Ausgangsmaterial (Muttergestein) aus dem der Boden entstanden ist
- D Unterlagertes Material, das an der Bodenbildung nicht oder nur unwesentlich beteiligt ist
- G Durch Grundwasser geprägter Horizont
- Go Oxidationsbereich: Rotbraune Färbung überwiegend
- Gr Reduktionsbereich: bläuliche, grünliche oder fahlgraue Färbung überwiegend

8. ANHANG

S	Staukörper eines Pseudogleys, mit deutlicher Marmorierung
T	Torfschichten (Gliederung in T1, T2 usw)

Buchstabenindizes:

g	leichte Grund- und Tagwassergleyerscheinungen
ca	Kalziumkarbonatanreicherung
beg	begrabener Horizont (Aus früheren Bodenbildungen)
fos	fossiler Horizont (Aus früheren Bodenbildungen; nicht in rezente Bodenbildung einbezogen)
rel	reliktischer Horizont (Aus früheren Bodenbildungen; in rezente Bodenbildung einbezogen)
p	Durch Pflugarbeit beeinflusste Zone

Übergangshorizonte werden durch Nebeneinanderschreiben der Symbole gekennzeichnet (Bsp.: Oberster Mineralbodenhorizont A ist gleichzeitig durch Grundwasser geprägter G-Horizont).

81. Horizontmächtigkeit	Angabe in 0.5 cm Stufen		
82. Horizontbegrenzung	Deutlichkeit:	scharf absetzend:	sa Übergangszone < 2 cm
		absetzend	a Übergangszone 2-5 cm
		übergehend	ü Übergangszone 5-10 cm
		allmählich übergehend	au Übergangszone > 10 cm
	Form (nur bei Bodenziegel oder Profilgrube)		
	gerade	g	
	wellig	w	seichte Vertiefungen (breiter als tief)
	taschenförmig	t	Vertiefungen (tiefer als breit)
	unterbrochen	u	Abbrechen der Grenzlinie bei tiefer
			bzw. höherliegender Fortsetzung
83. Bodenart	Nach Fingerprobe (s. Tabelle) des erdfeuchten Bodens < 2 mm (nicht in A-Horizont)		
84. Skelettanteil > 2mm Durchmesser	Ansätzung an Profilwand oder Weganschnitt in % nach Tafel		
85. Korngrößengruppe des Grobbodens	eckig-kantig	gerundet	Korngröße
	mm		
	(Steine, Schutt, Grus)	(Kies, Gerölle, Geschiebe)	
	FG Feingrus	FK Feinkies	2-6,3
	MG Mittelgrus	MK Mittelkies	6,3-20
	GG Grobgrus	GK Grobkies	20-63
	SC Steine	ST Schotter	63-200
	B Blöcke	B Blöcke	>200
86. Bodenfarbe	Munsell Bodenfarbkarte am erdfeuchten Boden		
87. Fleckungen - Art	Fleckungen und Konkretionen werden im A-Horizont nicht angesprochen!!		
	B.....Bleichflecken	R.....Rostflecken	

8. ANHANG

81. Bodentyp	RZ	Rendzina
	TG	Tangelrendzina
	PC	Pechrendzina
	RA	Ranker
	PR	Pararendzina
	MO	Moor
	HM	Hochmoor
	UM	Übergangsmoor
	NM	Niedermoor
	AM	Anmoor
	GL	Gley
	HG	Hanggley
	NG	Naßgley
	PG	Pseudogley
	HP	Hangpseudogley
	SG	Stagnogley
	ZP	Zwergpseudogley
	BE	Braunerde
	EB	Eutrophe Braunerde
	DB	Dystrophe Braunerde
	PBE	Parabraunerde
	SP	Semipodsol
	PO	Podsol
	BL	Braunlehm
	PL	Pelosol
	OB	Ortsboden
	Übergänge werden durch Kombination gekennzeichnet z.B. BLPG = pseudovergleyter Braunlehm	

158. Vegetationstyp	Code	Beschreibung	Radius
	1	Wald mit > 30% Überschirmung	10m
	2	Wald mit <30% Überschirmung	10m
	3	Latschen oder Grünerlenfläche	5m
	4	bestockte Weide, Überschirmung < 10%	
		5m	
	5	Weiderasen	2,5m
	6	Moor (Fläche > 30m ²)	2,5m
	7	Fels (Fläche > 30 m ²)	2,5m
	8	Vegetation der Schuttstandorte	2,5m
	9	Zwergstrauchheiden	
		2,5m	
	10	alpine Rasen oder Matten	2,5m
	11	sonstige Vegetationstypen; verbal beschreiben!!	
159. Radius Vegetationsaufnahme	sh. oben		

158. Vegetationsaufnahme

für jede Art ist die Abundanz/Dominanz und für die Kraut- und Strauchschicht die Wuchsform anzugeben

Schichten - Definitionen:

1. Baumschicht: Oberschicht der Gehölze, Bestandeshöhe 2/3 bis 3/3 der höchsten Bäume.

2. Baumschicht: Mittelschicht der Gehölze, Bestandeshöhe 1/3 bis 2/3 der höchsten Bäume.

Strauchschicht: Unterschicht mit Höhen von 1,3 m - 1/3 der höchsten Bäume. Betrifft nur verholzende Baum- und Straucharten.

Krautschicht: Bodenvegetation incl. jungen Bäumen (Verjüngung) und Sträuchern bis zu einer Höhe von 1,3 m (excl. Moose) inklusive vorübergehend verbrauchte Vegetationsteile (Trockenheit, jahreszeitlicher Entwicklungsstand, etc.); bei voller Vegetationsentwicklung im Sommer.

Anmerkung: Bezeichnung der Pflanzenarten nach der Nomenklatur ADLER/OSWALD/FISCHER: Exkursionsflora von Österreich (1994)

Artnächtigkeit (Abundanz/Dominanz)

	BR-BI	Deckung	Individuenzahl (nur Kräuter)
1	r	0 - 0,01 %	ein Individuum
2	+	0,01 - 1 %,	wenige Individuen
3	l	1 - 5 %	Art zahlreich
4	2a	6 - 10 %	Individuenzahl beliebig
5	2b	11 - 25 %	
6	3a	26 - 35 %	
7	3b	36 - 50 %	
8	4a	51 - 60 %	
9	4b	61 - 75 %	
10	5a	76 - 85 %	
11	5b	86 - 100 %	
0	0 % wird nur beim Beschirmungsgrad der Baumverjüngung (BEVJ) vergeben		

Für verholzte Krautschicht < 1,3m (excl. Keimlinge!):
Artnächtigkeit, Maximalhöhe, Verbiß heuer, Verbiß Vorjahr
(Höhe: auf cm wenn höchstes Individuum max 10cm hoch, auf 5cm wenn höchstes Individuum max 50cm hoch, auf 10cm wenn höchstes Individuum zwischen 50 und 130cm hoch.)

Verbiß:

0.....kein Verbiß	bei Baumarten wird der Verbißgrad
1.....bis 50% der Seitentriebe	der Terminaltriebe des Vorjahres,
bei	
2.....51-90% der Seitentriebe	Straucharten der Verbißgrad des
3.....>90% der Seitentriebe	Deckungsgrades angegeben!!
4.....Terminaltrieb und bis 50% der Seitentriebe	
5.....Terminaltrieb und 51-90% der Seitentriebe	
6.....Terminaltrieb und >90% der Seitentriebe	

Wuchsformcode (WU) für Kraut- und Strauchschicht:

1.....verholzter Baum der Krautschicht
2.....Zwergstrauch
3.....Grasartige
4.....Kräuter
5.....Farne
6.....Rubus/Ribesarten

8. ANHANG

158. Deckung auf Bodenniveau	<p>Für jede Vegetationsschicht wird ihre Deckungssumme bezogen auf Bodenniveau angegeben. Die Deckungssumme wird auf 5 % genau erhoben, bei Deckungssummen unter 5% wird in 0%, <3% und 3-5% differenziert.</p> <p>Für die Krautschicht wird die Deckung folgender Vegetationstypen getrennt angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krautschicht gesamt (unverholzt und verholzt, <1,3m) - Holzgewächse (incl. Zwergsträucher und Keimlinge) - Nadelbaumarten (incl. Keimlinge) - Laubbaumarten (incl. Keimlinge) - Sträucher ohne Zwergsträucher und Krummholz - Krummholz - Zwergsträucher - Rubus-, Ribesarten - Gräser - Kräuter (ohne grasartige) - Farne <p>Moosschicht</p> <p>Für 1. Baumschicht, 2. Baumschicht, Krummholz und Strauchschicht ist die Durchschnittshöhe je Schicht in Meter anzugeben.</p>
159. Gesamtdeckung in 1,3m über Boden	Gesamtdeckung aller Schichten (Gehölze) über 1,3m. auf 5 % genau
160. Gesamtdeckung Nadelholz aller Schichten	Immergrüne Nadelholzarten über 1,3m Höhe auf 5% genau
161. Gesamtdeckung Laubholz und Lärche aller Schichten	Sommergrüne über 1,3m Höhe auf 5% genau
162. Störungszeigertyp	<p>sind Pflanzen als Störungszeiger anzusprechen, werden sie einem Störungszeigertyp zugeordnet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.....Lichtzeiger / Schlagzeiger 2.....Verdichtungszeiger / Weidezeiger 3.....Ruderalzeiger (Wege, Böschungen etc) 4.....Säurezeiger (anthropogen) 5.....Nährstoffzeiger (anthropogen)
163. Schichtung - 1. Baumschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
164. Schichtung - 2. Baumschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
165. Schichtung - Strauchschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
166. Aktuelle Waldgesellschaft bzw. aktuelle Pflanzengesellschaft bei Nichtwaldflächen	<p>Auf Grund der Vegetationsaufnahme ist die aktuelle Waldgesellschaft auf Assoziationsniveau anzusprechen.</p> <p>Nomenklatorisch ist nach "Die Pflanzengesellschaften Österreichs; Band III: Wälder und Gebüsche" (MUCINA, GRABHERR, WALLNÖFER 1993) vorzugehen. Handelt es sich um eine anthropogene Artenzusammensetzung (Forste, Schläge, etc.) sind diese ohne wissenschaftlichen Namen zu benennen.</p>

8. ANHANG

158. Potentiell natürliche Wald-gesellschaft (PNWG) bzw. potentiell natürliche Pflanzengesellschaft bei Nichtwaldflächen	<p>Die PNWG unterscheidet sich von der ursprünglichen Gesellschaft insofern, da bei ihrer Konstruktion durch bisherige Nutzungen verursachte Standortveränderungen mit berücksichtigt werden. Es handelt sich also nicht um die Art der Gesellschaft vor dem Einfluß des Menschen.</p> <p>Bei der Ansprache der PNWG sind die heute auf der Probefläche vorherrschenden Standortverhältnisse heranzuziehen, und jene Gesellschaft abzuleiten welche sich unter den gegebenen Verhältnissen, ohne künftiger Einwirkung des Menschen einstellen würde. Auch bei irreversiblen Standortveränderungen muß man sich an dem heute Möglichen orientieren. Kurzfristige Sukzessionsphasen (z.B. Weiden-Birken-Vorwald, etc.) bleiben unberücksichtigt.</p> <p>Um die Ansprache zu erleichtern, sollen die Kartierer die Datenbankblätter der "Walges" heranziehen, welche für jede Gesellschaft deren ökologische Ansprüche angibt.</p> <p>Ist eine Konstruktion der PNWG nicht eindeutig möglich, oder die Zuordnung der potentiellen Baumarten in Artmächtigkeitsklassen zu ungewiß, muß dies angemerkt werden.</p>
159. Sondergut	<p>Unter Sondergut im Wald werden seltene und/oder schutzwürdige Pflanzengesellschaften verstanden (z.B. Moore, Schluchtwälder, Naturwälder etc.). Dabei ist einerseits die Artengarnitur der Baumschicht aber auch der Krautschicht heranzuziehen.</p> <p>0....kein Sondergut 1....Sondergut</p>
160. Probefläche mit Naturwaldzellen-character	<p>0....nein 1....ja</p>
161. Homogenität der Probefläche	<p>1....homogen (soziologisch auswertbar) 2....homogen (soziologisch nicht auswertbar) 3....heterogen bei Code =2 mit einem Wort erläutern warum soz. nicht auswertbar</p>
162. großflächiges Pionierstadium (>200 m ²)	<p>z.B. Schlagflur, Vorwald, etc.; Lär-Bestände zählen nicht als Vorwald</p> <p>0....nein 1....ja</p>
163. verbale Kurzbeschreibung	<p>verbale Beschreibung zu Standort, Struktur, Einflüssen und Vegetation (max. 2 Zeilen)</p>

8. ANHANG

Einzelbaummerkmale R = 10m

Liegende tote Stämme mit einem Durchmesser ≥ 20 cm werden erhoben wie Stehende!

176. Alter	bei gleichaltrigem Bestand frische Stöcke oder 1 Bohrkern an einem Baum der in etwa dem Mittelstamm entspricht jedoch außerhalb des Probekreises ($r=10$ m). Bei Ungleichaltrigkeit ein Bohrkern je Schicht, außerhalb des Probekreises.	
177. Radialzuwachs der letzten 10 Jahre	bei Bohrungen Mittelwert der Bohrungen, bei Zählung am Stock Mittelwert von 4 Radian	
178. Baumart	sh. Anhang 1	
179. Azimut	Winkel mittels CRITERION400, Grad	
180. Distanz	Distanz vom Probekreiszentrum zur Stammvorderseite mittels CRITERION400, auf dm	
181. BHD	Kluppe, auf mm bis $r=2,5$ m keine Kluppschwelle, bis $r=5$ m Kluppschwelle 5cm, bis $r=10$ m Kluppschwelle 10cm	
182. Höhe	CRITERION400, auf dm, bis $r=2,5$ m alle Höhen über 1,3m, bis $r=5$ m Höhen nur für Bäume mit BHD > 10cm, bis $r=10$ m Höhen nur für Bäume mit BHD > 20cm	
183. Höhe des Kronenansatzes	CRITERION400, auf dm, bis $r=5$ m nur für Bäume mit BHD > 10cm, bis $r=10$ m nur für Bäume mit BHD > 20cm	
184. Kronenradien	In den vier Richtungen der Verjüngungstreifen: mittels Maßband, auf dm	
185. Hexenbesen / Krebs	0.....Nein	1.....Ja
186. Spechtlöcher	0.....Nein	1.....Ja
187. Horstbaum	0.....Nein	1.....Ja
188. Höhlenbaum	0.....Nein	1.....Ja
189. Mistelbefall	0.....Nein	1.....Ja
190. Wasserreiser	0.....Nein	1.....Ja
191. Säbelwuchs	0.....Nein	1.....Ja
192. Fegeschaden	0.....Nein	1.....Ja
193. Schneitelung / Astung	0.....Nein	1.....ja
194. Wipfelbruch	0.....keiner 1.....leicht (<3m) neu 2.....stark (>3m) neu 3.....leicht (<3m) alt (bereits Seitenast aufgestellt) 4.....stark (>3m) alt (bereits Seitenast aufgestellt)	
195. Schälung	0.....keine Maßgebend ist die größte Wunde 1.....leicht leicht.....Breite unter 5cm 2.....mittel mittel.....Breite >5cm Länge <100cm 3.....stark stark.....Breite >5cm Länge >100cm 4.....sehr stark sehr stark.....Breite >1/2 Umfang	
196. E/R Verletzungen	Klassen wie oben	
197. Steinschlag	Klassen wie oben	
198. Soziologie	1.....vorherrschend 2.....herrschend 3.....mitherrschend	4.....beherrschte 5.....unterständige

8. ANHANG

199. Vitalität	1.....Oberschicht, vital 2.....Oberschicht, kümmernd Trieblänge 3.....Mittelschicht, vital 4.....Mittelschicht, kümmernd 5.....Unterschicht, vital 6.....Unterschicht, kümmernd	hinsichtlich Kronendichte, Blatt/Nadelfarbe, und Alter
200. Verbiß	Wird am Terminaltrieb des Vorjahres bestimmt!!! 0.....kein Verbiß 1.....bis 50% der Seitentriebe 2.....51-90% der Seitentriebe 3.....>90% der Seitentriebe 4.....Terminaltrieb und bis 50% der Seitentriebe 5.....Terminaltrieb und 51-90% der Seitentriebe 6.....Terminaltrieb und >90% der Seitentriebe	
201. Schaftanomalien	0.....keine 1.....Harzfluß 2.....Blitzschlag (dann häufig Borkenkäferbefall!) 3.....Kandelaber	
202. Zwiesel	nur wenn Zwiesel über 1,3m Höhe, sonst 2 Bäume 0.....keiner 1.....einfacher 2.....mehrfacher	
203. Schädlingsbefall	0.....keiner 1.....Borkenkäfer 2.....Lärchenwickler 3.....Gespinstblattwespe 4.....Lärchenminiernotte	5.....Buchenspringgrübler 6.....Buchenwollaus 7.....Tannentrieblaus 8.....Fichtengebirgsblattwespe 9.....sonstige
204. Todesursache	0.....Baum lebt 1.....Konkurrenz 2.....Schnee oder Windbruch 3.....Windwurf 4..... Verbiß oder Fegung	5.....Insekten 6.....neuartige Waldschäden 7.....unbestimmbar 8.....Fällung
205. Verrottungsgrad	0.....Baum lebt außen) 1.....frisch nach innen) 2.....lose Rinde 3.....ohne Rinde	4.....in Zersetzung (von innen nach außen) 5.....in Zersetzung (von außen nach innen) 6.....überwiegend zersetzt
206. Totholzlage	0.....Baum lebt hängend 1.....stehend 2.....liegend oder hängend	
207. Flechten / Moose	in 1/10tel der sichtbaren Rindenoberfläche von Schaft und Ästen bis 6m über Boden	
208. Baumschwämme	Anzahl	
209. Schälung	Anzahl	
210. E/R-Verletzungen	Anzahl	
211. Steinschlag Anzahl	Anzahl	
212. Zeitaufwand am Punkt	Minuten	

Tabelle der Vegetationszeigerwerte

Punktnummer	Median der Lichtzahl	Median der Temperaturzahl	Median der Kontinentalitätszahl	Median der Feuchtezahl	Median der Reaktionszahl	Median der Stickstoffzahl	mittlere Lichtzahl	mittlere Temperaturzahl	mittlere Kontinentalitätszahl	mittlere Feuchtezahl	mittlere Reaktionszahl	mittlere Stickstoffzahl
4,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	5,56	3,31	3,52	5,90	5,22	6,02
11,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,17	3,65	3,52	5,75	6,01	5,07
12,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,39	4,14	3,64	5,33	5,82	5,73
13,00	6,00	3,00	3,00	6,00	4,00	4,00	5,84	3,24	3,55	5,97	4,16	4,78
14,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	5,13	3,50	3,61	6,03	5,75	5,94
15,00	5,00	3,00	3,00	6,00	7,00	7,00	4,79	3,26	3,53	5,74	5,76	6,34
16,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,48	3,41	3,67	5,59	5,87	5,07
25,00	6,00	3,00	3,00	6,00	4,00	7,00	5,51	3,16	3,44	6,03	4,63	6,35
26,00	5,00	3,00	3,00	6,00	4,00	6,00	5,17	3,58	3,49	5,95	4,70	5,58
27,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,85	3,00	4,07	5,89	5,86	4,88
39,00	5,00	3,00	3,00	6,00	3,00	5,00	5,09	3,09	3,44	6,25	3,35	4,89
40,00	6,00	3,00	4,00	6,00	6,00	6,00	5,47	3,60	3,45	6,07	5,48	5,50
42,00	6,00	5,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,61	4,20	3,52	5,48	6,05	5,17
52,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	4,67	3,79	3,62	5,92	5,98	6,03
54,00	6,00	4,00	4,00	6,00	7,00	4,00	5,62	3,64	3,59	5,68	5,83	4,52
55,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	6,00	4,99	3,28	3,87	6,15	6,17	5,41
57,00	5,00	3,00	4,00	6,00	4,00	5,00	4,53	3,61	3,68	5,68	4,88	4,91
66,00	5,00	3,00	3,00	5,00	4,00	5,00	5,14	3,36	3,33	5,56	4,00	5,31
69,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,04	4,37	3,07	5,58	6,14	6,23
137,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,20	3,66	3,80	5,17	5,65	4,49
138,00	6,00	3,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,71	3,61	3,96	4,49	6,21	3,70
139,00	6,00	3,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,76	3,33	4,00	5,16	6,37	3,76
149,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,01	4,10	3,82	4,94	6,61	4,71
150,00	6,00	3,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,64	3,46	3,91	5,29	6,80	5,03
151,00	5,00	3,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,41	3,56	3,88	5,02	6,05	4,24
152,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,31	3,39	3,92	5,62	5,89	4,88
162,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,81	4,47	4,43	5,02	6,12	4,41
177,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,49	4,26	4,84	4,73	7,46	4,19
179,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,49	3,68	4,00	4,15	6,78	3,10
198,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,13	4,41	3,97	4,45	7,44	3,33
199,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	2,00	6,21	3,62	4,10	4,00	6,86	2,78
200,00	6,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	5,83	3,90	4,09	3,83	4,63	2,63
201,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	5,80	4,00	3,64	4,48	6,73	3,55
209,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,50	3,93	3,70	5,18	6,29	4,58
210,00	4,00	4,00	4,00	6,00	7,00	5,00	4,58	4,22	3,77	5,48	5,90	5,01
216,00	7,00	5,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,80	4,48	3,71	4,31	7,57	3,00
218,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,47	4,22	4,20	4,78	7,50	4,37
229,00	4,00	4,00	4,00	6,00	7,00	6,00	4,33	4,14	3,66	5,60	6,24	5,36
230,00	5,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	5,00	4,13	3,72	5,38	6,47	5,60
236,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,85	4,60	3,93	5,46	6,63	5,29
237,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,89	4,57	3,77	5,15	6,56	5,14
238,00	4,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	4,22	4,50	3,97	5,26	7,19	4,86
240,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,69	4,52	3,67	5,45	7,34	5,79
244,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,95	4,12	3,77	5,33	6,73	5,38
247,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,45	4,14	3,90	5,25	6,39	5,02
249,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,18	4,30	3,77	4,91	6,82	4,19
255,00	3,00	5,00	4,00	5,00	6,00	7,00	3,45	4,38	3,73	5,75	6,00	6,25
265,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,34	4,45	3,70	4,85	7,09	4,11
274,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,13	4,38	3,82	5,05	6,75	4,25
275,00	3,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	3,78	4,56	3,44	5,14	7,80	5,00

Tabelle der Vegetationszeigerwerte

Punktnummer	Median der Lichtzahl	Median der Temperaturzahl	Median der Kontinentalitätszahl	Median der Feuchtezahl	Median der Reaktionszahl	Median der Stickstoffzahl	mittlere Lichtzahl	mittlere Temperaturzahl	mittlere Kontinentalitätszahl	mittlere Feuchtezahl	mittlere Reaktionszahl	mittlere Stickstoffzahl
281,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,13	3,79	3,96	4,68	7,62	3,61
283,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,89	4,21	3,66	5,24	7,24	4,86
287,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,57	4,11	3,96	4,81	7,36	3,57
289,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,53	4,35	3,63	5,13	6,72	4,97
290,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	3,75	4,58	3,82	5,31	6,31	5,13
291,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	4,65	4,29	4,32	5,19	6,71	3,82
292,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,24	4,44	4,06	5,20	6,57	4,86
305,00	4,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	4,13	5,00	4,10	5,14	7,36	5,21
316,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,10	4,65	3,64	5,13	7,19	5,11
324,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,79	4,45	4,15	4,70	7,39	3,83
325,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	4,94	4,36	4,02	4,83	7,64	4,08
327,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,45	3,82	3,88	5,00	6,34	3,54
349,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,23	4,22	3,70	5,26	6,19	5,66
711,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,64	4,53	3,70	5,53	7,14	5,39
714,00	4,00	5,00	3,00	6,00	7,00	7,00	3,80	4,96	3,38	5,79	6,18	6,41
763,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,50	4,54	3,44	5,23	6,51	5,33
765,00	3,00	5,00	3,00	5,00	5,00	6,00	3,05	4,87	3,09	5,33	5,92	5,86
987,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,46	4,33	3,58	5,07	7,44	4,14
1043,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	5,28	4,15	3,59	5,23	7,27	4,54
1347,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	6,01	4,81	4,04	4,45	6,64	3,80
1348,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,11	4,30	3,82	4,86	7,06	3,48
1349,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,24	4,69	3,86	4,66	6,41	3,73
1350,00	7,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,15	4,15	4,07	4,68	7,38	3,33
1388,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,81	4,85	3,89	4,50	6,80	3,96
1389,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,28	4,97	3,86	4,81	6,43	4,45
1391,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,74	4,44	4,15	4,30	7,57	3,14
1434,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,91	4,49	4,02	5,40	6,62	5,24
1442,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,56	4,40	3,86	4,80	7,31	3,89
1443,00	6,00	4,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,80	4,19	4,11	4,64	7,07	3,45
1446,00	5,00	4,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,19	3,89	3,90	5,02	7,27	4,43
1478,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,53	4,80	4,12	4,98	6,70	4,22
1479,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	4,84	4,74	3,62	5,24	6,67	5,06
1487,00	6,00	5,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,02	4,44	4,07	4,16	7,23	3,09
1489,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	5,39	4,41	4,06	5,08	7,44	4,81
1490,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,73	4,52	4,16	4,54	6,74	3,68
1491,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	4,90	4,17	4,08	5,31	6,47	4,59
1492,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,19	4,14	3,89	5,01	6,67	4,43
1503,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	7,00	3,97	4,40	3,32	5,50	6,59	5,94
1528,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,23	4,32	3,93	4,86	6,98	4,50
1531,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,69	4,48	3,96	4,78	6,84	3,93
1533,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,51	4,11	3,61	4,78	7,19	3,55
1534,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,25	4,28	3,19	5,48	6,13	5,91
1541,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,23	3,99	3,51	5,29	6,20	4,57
1549,00	5,00	4,00	3,00	6,00	7,00	6,00	5,05	4,06	3,28	5,75	6,87	5,30
1550,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,68	4,46	3,54	5,35	6,15	4,99
1565,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,26	4,76	3,58	4,88	6,61	3,97
1580,00	5,00	4,00	4,00	5,00	6,00	5,00	4,66	4,03	3,51	5,61	6,00	5,21
1584,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	5,18	3,80	3,74	5,38	6,29	5,30
1585,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	4,55	4,12	3,43	5,34	6,22	4,75
1621,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,46	4,07	4,01	5,08	6,91	4,25
1631,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	4,90	4,35	3,85	5,11	6,94	4,43

- **Geologie Grundgebirge im Gelände:**

Zur Ausscheidung der Geologie im Gelände wird eine vereinfachte Einteilung gewählt.

Tabelle 1 zeigt diese Einteilung, nach der die Ansprache im Gelände durchgeführt wird.

Tabelle 1: Geologische Einheiten des Grundgebirges

Code	Bezeichnung
1	Kalk
2	Dolomit
3	Mergel
4	Gips
5	Sandstein
6	Lockergestein
7	Hornstein

- **Geologie der Lockergesteine bzw. Deckschichten:**

Da das Grundgebirge oft von Lockergesteinen oder Deckschichten überlagert ist und somit auf die Bodenbildung kaum einen Einfluß mehr ausübt, wurden die dominierenden Komponenten dieser Lockergesteine oder Deckschichten nach Tabelle 2 zusätzlich zum Grundgebirge im Gelände angesprochen.

Tabelle 2: Geologische Einheiten der Lockergesteine bzw. Deckschichten

Code	Bezeichnung
1	Kalk
2	Dolomit
3	Mergel
4	Gips
5	Sandstein
6	Braunlehm
7	Torf
8	künstliche Aufschüttung

3.1.1.3. Geomorphologie

Anhand des geomorphologischen Atlas (Haseke et al., 1994) wurde die ausgeschiedene geomorphologische Einheit an den Aufnahmepunkten überprüft.

Mikrorelief R = 10 m

Die Fläche mit einem Radius von 10 m stellt die „eigentliche“ Probestfläche eines Inventurrauminventurpunktes dar. Hier werden folgende Erhebungen durchgeführt:

- **Mikroreliefmerkmale:**
 - **Oberflächenform:** (Kleinrelief ausgeglichen, Rinnen, Gräben, Furchen, Buckeln, Schichtköpfe...(siehe Schlüssel zur Naturrauminventur Eckmüller et al., 1994)
 - **Felsanteil an der Oberfläche**
- **Schlagbohrergründigkeit:** Die minimale, maximale und der Median der Schlagbohrergründigkeit wurde aus 5 Einschlägen ermittelt.

3.1.1.4. Bodenkundliche Erhebungen

3.1.1.4.1. Auflagehumus

Auf jedem Naturrauminventurpunkt wurde innerhalb des 10 m Radius mindestens ein Bodenprofil in Form eines Spateneinstiches angelegt. Auf Teilungspunkten oder inhomogenen Probeflächen erfolgte eine weitere Aufnahme anhand eines zusätzlichen Bodenprofils. Ausgehend vom Probekreiszentrum wurde durch Messung der Entfernung und Richtung die Lage des Spateneinstiches festgehalten, um bei Wiederholungsaufnahmen keine gestörten Profile zu erheben.

Mit einem Holzrahmen von 30 x 30 cm wurde die Humusauflage bis zur Grenze zum Mineralboden geworben und in Plastiksäcke verpackt. Im Labor des Nationalparks Kalkalpen wurden an diesen Proben Frisch- und Trockenmasse, sowie der pH-Wert bestimmt, und Mischproben für weitere Untersuchungen gerade in Hinblick auf Umweltveränderungen archiviert. Die Ansprache des Auflagehumus erfolgt anhand der Nomenklatur des Naturrauminventurschlüssels (Eckmüllner et al., 1994).

3.1.1.4.2. Mineralboden

Die Ansprache des Mineralbodens erfolgte ebenfalls in diesem Spateneinstich, der je nach Gründigkeit unterschiedlich tief angelegt wurde. Im Anschluß daran wurde von diesem Bodenprofil ein Foto angefertigt, das sich vorallem für die spätere Kontrolle der Bodenansprachen als sehr hilfreich erwies. Für nachträgliche Untersuchungen fand eine Werbung der einzelnen Mineralbodenhorizonte nach genetischen Horizonten und des Oberbodens (geometrischer Horizont von 0 bis 5 cm) statt. Zur Ansprache der verschiedenen Parameter in den einzelnen Mineralbodenhorizonten kam wiederum der Inventurschlüssel zur Anwendung.

Jene Parameter des Mineralbodens, die für weitere Berechnungen und Auswertungen vor allem in Hinblick auf Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazität von Bedeutung sind, werden nun aufgelistet:

– **Horizontmächtigkeit:**

Die an der Profilwand beurteilte vertikale Ausdehnung der Horizonte wurde nach der minimalen-, maximalen Mächtigkeit und des Medians der Horizontmächtigkeit in 0,5 cm Stufen angegeben.

– **Bodenstruktur:**

Unter Bodenstruktur (Bodengefüge) versteht man die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile. Beim Makrogefüge (mit bloßen Auge erkennbare Formen) wurde zunächst zwischen Aggregat-, Einzel- oder Kohärentstruktur unterschieden. In Tabelle 3 sind diese 3 Strukturformen mit der entsprechenden Erklärung aufgelistet.

Tabelle 3: Ansprache der Bodenstrukturformen

Code	Bezeichnung	Erklärung
0	Aggregatstruktur	Die Teilchen bilden gegen ihre Umgebung deutlich abgesetzte Körper unterschiedlicher Form. Sie entstehen durch Aufbau aus Bodenbestandteilen, durch Absonderung bei der Schrumpfung quellfähiger Bodenschichten oder durch Zerteilung bei der Bodenbearbeitung.
1	Einzelkornstruktur	Aggregatbildung fehlt, Bodenteilchen liegen lose nebeneinander, Feinsubstanz nicht vorhanden.
2	Kohärentstruktur	Die Primärteilchen werden durch Kohäsionskräfte zusammengehalten, sie bilden eine ungegliederte Masse. (Hiezu wird auch das sogenannte "Hüllengefüge" gezählt, bei dem durch Eisenoxide, Karbonate oder organische Stoffe die Primärteilchen miteinander verkittet werden).

Zusätzliche wurden bei Primäraggregaten zwischen krümeliger und polyedrischer sowie zwischen plattiger und prismatischer Struktur unterschieden. (Tabelle 4)

Tabelle 4: Unterschiedliche Formen der Aggregatstrukturen

Code	Bezeichnung
1	krümelig
2	polyedrisch
3	plattig
4	prismatisch

Waren nun krümelige oder polyedrische Primäraggregate zu Sekundäraggregaten zusammengefügt, erfolgte eine Klassifizierung nach der Größe. In Tabelle 5 sind die Bezeichnungen und Größen angeführt.

Tabelle 5: Größenangabe der Sekundäraggregate

Code	Bezeichnung	Größe
1	grobblockig	> 5 cm
2	mittelblockig	3 - 5 cm
3	feinblockig	< 3 cm
4	schwammig	

– **Bodenart:**

Die Feststellung der Bodenart erfolgte mittels „Fingerprobe“ am erdfeuchten feinen Bodenmaterial (Korngröße < 2 mm) aufgrund der Kriterien Plastizität, Rollfähigkeit, Rauigkeit und Schmierigkeit anhand einer Tabelle aus Inventurschlüssel (Eckmüllner et al., 1994).

– **Skelettanteil:**

Der Bodenskelettanteil größer 2 mm wurde an der Bodenprofilwand, an Weganschnitten oder an Wurzeltellern mit Hilfe von Schätztafeln aus dem Inventurschlüssel (Eckmüllner et al., 1994) angesprochen. Der Flächenanteil des Bodenskelettgehaltes wurde in %-Werten angegeben.

– **Durchwurzelung:**

Die Beurteilung der Durchwurzelungsintensität erfolgte nach der Anzahl an Feinwurzeln (< 2 mm) pro dm². In Tabelle 6 sind die Bezeichnungen der Durchwurzelung und die jeweilige Anzahl/dm² aufgelistet.

Tabelle 6: Angabe der Durchwurzelungsintensität

Code	Bezeichnung	Feinwurzel/dm ²
0	nicht	0
1	schwach	1 - 5
2	mittel	6 - 10
3	stark	11 - 20
4	sehr stark	21 - 50
5	Wurzelfilz	> 50

– Konkretionen:

Durch den Wechsel von Trocken- und Naßphasen bedingt durch einen Tagwasserstau, bilden sich in Bodenhorizonten mit meist hoher Wasser- und Luftleitfähigkeit schwarz- bis rostbraune Konkretionen [Fe (III)- und Mn (III,IV)-Oxiden] aus.

Die Feststellung der Häufigkeit dieser Konkretionen, erfolgte durch Anschätzung des prozentuellen Flächenanteils an der Bodenprofilwand bzw. im Schlagbohrer laut Tabelle 7. Die Konkretionen werden im A-Horizont nicht angesprochen.

Tabelle 7: Angabe der Häufigkeit von Konkretionen

Code	Bezeichnung	Anzahl/dm ²
1	einzelne	< 5
2	mehrere	5 - 20
3	viele	> 20

3.1.2. Biometrische und ertragskundliche Erhebungen

Zur Ermittlung von biometrischen bzw. ertragskundlichen Kenngrößen wird eine Einzelbaumerhebung durchgeführt.

Ausgehend vom Probekreiszentrum werden im Radius von 2,5 m (Schrägdistanz) jene Bäume erfaßt die eine Höhe von über 1,3 m aufweisen. Von ihnen werden die Lage (Entfernung und Richtung vom Probekreiszentrum), der Brusthöhendurchmesser (Bhd), die Soziologie, die Vitalität und einige Baum- und Stammerkmale sowie die Baumhöhe, die Höhe des Kronenansatzes, die Kronenradien (durch Ablotung der Kronen in 4 Richtungen) erhoben.

Im Aufnahmeradius bis 5 m (Schrägdistanz) beträgt die Bhd-Kluppschwelle 5 cm, d. h. es werden alle Individuen erhoben, die einen Bhd von über 5 cm aufweisen. Bis auf die Baumhöhe, die Höhe des Kronenansatzes sowie die Kronenradien werden die oben angeführten Erhebungen durchgeführt. Erst ab einem Bhd von 10 cm (Höhenmeßschwelle = 10 cm) erfolgt die Angabe dieser 3 Größen.

Bis zum Radius von 10 m (Schrägdistanz) werden jene Bäume erhoben, die eine Bhd-Kluppschwelle von 10 cm und eine Höhenmeßschwelle von 20 cm aufweisen.

Baum- und Bestandesalter: Bei gleichaltrigem Bestand wurde das Baumalter an frischen Stöcken durch das Zählen der Jahrringe ermittelt. War dies nicht möglich, so wurde ein Bohrkern an einem dem Mittelstamm entsprechenden Baum außerhalb des Probekreises ($R = 10 \text{ m}$) gewonnen, und an ihm das Alter ermittelt. Bei Ungleichaltrigkeit wurde ein Bohrkern pro Schicht, außerhalb des Probekreises gezogen. Für spätere Untersuchungen (Jahrringchronologie) wurden diese Bohrkern in Kartonröhrchen verpackt.

3.1.3. Vegetationskundliche Erhebungen

Die Erhebung der gesamten Bodenvegetation erfolgte je nach Vegetationstyp in unterschiedlichen Probeflächenradien (siehe Tabelle 8) Pflanzenarten wurde nach der Nomenklatur Adler/Oswald/Fischer: Exkursionsflora von Österreich (1994) bezeichnet. Die Artmächtigkeit (Abundanz/Dominanz) wird in Anlehnung an Braun-Blanquet nach einer 11-teiligen Skala angegeben (Eckmüller et al., 1994) (siehe Tabelle 9).

Tabelle 8: Einteilung der Vegetationstypen und deren Aufnahmegröße

Code	Bezeichnung	R
1	Wald mit > 30 % Überschildung	10 m
2	Wald mit < 30 % Überschildung	10 m
3	Latschen oder Grünerlenfläche	5 m
4	bestockte Weide, Überschildung < 10 %	5 m
5	Weiderasen	2,5 m
6	Moor (Fläche > 30 m ²)	2,5 m
7	Fels (Fläche > 30 m ²)	2,5 m
8	Vegetation der Schuttstandorte	2,5 m
9	Zwergstrauchheiden	2,5 m
10	alpine Rasen oder Matten	2,5 m
11	sonstige Vegetationstypen	2,5 m

Tabelle 9: Angabe der Artmächtigkeit (Abundanz/Dominanz)

Code	BR-BL	Deckung	Individuenzahl
1	r	0 - 0,01 %	ein Individuum
2	"+"	0,01 - 1 %	wenige Individuen
3	1	1 - 5 %	Art zahlreich
4	2a	6 - 10 %	Individuenzahl beliebig
5	2b	11 - 25 %	
6	3a	26 - 35 %	
7	3b	36 - 50 %	
8	4a	51 - 60 %	
9	4b	61 - 75 %	
10	5a	76 - 85 %	
11	5b	86 - 100 %	

3.2. Datenbankerstellung

Zur Datenerfassung der Naturrauminventur wurde eine Microsoft-Access-Datenbank erstellt, in der mit Ausnahme der Einzelbaumerhebungen sämtliche Parameter eingegeben werden. Um eine einfache und übersichtliche Eingabe zu ermöglichen, wurde die Haupt- und Unterformularansicht der Access-Datenbank ähnlich gestaltet wie die Aufnahmeblätter. Die Verknüpfung des Hauptformulars (Master) mit den Unterformularen (Auflagehumus, Mineralboden, OC/AC, Vegetation, Verjüngungstreifen 1 und Verjüngungstreifen 2) erfolgte über die Punktnummer. Mit dieser Formulargestaltung sollte erreicht werden, daß die digitale Erfassung von jedermann problemlos durchgeführt werden kann. Somit ist im Anschluß an die Geländeerhebungen eine sofortige Eingabe der Aufnahmen möglich. Damit wird gleichzeitig erreicht, daß zu diesem Zeitpunkt Unklarheiten, Erhebungsfehler oder Erhebungsversäumnisse noch leichter korrigiert und nachgeholt werden können.

Die Eingabe der Vegetation erfolgte ebenfalls in Microsoft-Access. Dabei wird durch die Angabe der beiden ersten Buchstaben des Gattungsnamens und der beiden ersten Buchstaben des Familiennamens ein Suchlauf in einer Artenliste gestartet. Wird der vollständige Name in der Artenliste (enthält 10.000 Arten) gefunden, erscheint dieser im Anzeigefenster. Durch die Eingabe der Artmächtigkeit wird der korrekte Artname bestätigt. Vorteil gegenüber anderen Vegetationserhebungsprogrammen, die nach einem ähnlichen Schema arbeiten, ist die einfache Kompatibilität in andere Windows-Programme wie Excel oder SPSS.

3.3. Datenprüfung

Durch den Einbau von Gültigkeitsregeln in der Datenbank, werden „grobe“ Eingabefehler von vornherein ausgeschlossen. Dabei wird durch die Eingabe eines ungültigen Wertes der Eingabefortschritt unterbrochen, und es erscheint eine Fehlermeldung. Durch den Ausschluß von Eingabefehlern sind die Rohdaten bereits in einer recht guten Qualität vorhanden.

Die eigentliche Überprüfung des Datenmaterials erfolgte im SPSS 7.0 für Windows. Dabei wurden über Häufigkeitsverteilungen (grafisch, tabellarisch) die Aufnahmeparameter begutachtet und beurteilt. Für metrisch skalierte Daten erfolgte dies

zusätzlich über Boxplots (Kastendiagramm). Anstatt die eigentlichen Werte zu zeigen, stellt der Boxplot zusammenfassende Statistiken der Verteilung grafisch dar. Er zeigt den Median, das 25. und 75. Perzentile und Werte, die weit von den übrigen Werten abweichen (Norusis, 1993).

Über Plausibilitätsprüfungen und logische Ableitungen (z.B. Mullhumus darf keinen H - Horizont aufweisen; beim Moderhumus ist relative Mächtigkeit des H-Horizontes gegenüber den anderen Auflagehorizonten am größten) wurden Ausreißer und Erhebungsfehler erkannt und ausgemerzt. Dabei war das Foto, das sowohl vom Punkt als auch von der Profilgrube angefertigt wurde, bei der Überprüfung der Ansprache im Originalformular, ein wertvolles Dokument. Daß mit diesen Überprüfungen natürlich nicht alle Erhebungsfehler und -mängel beseitigt werden können, ist verständlich.

3.4. Datentransformation

Da einige standorts- und flächenkundliche Merkmale zwar in Zahlen codiert, aber als Nominalvariablen vorlagen, mußte sie für die Durchführung von weiteren Berechnungen auf ein geeignetes Skalenniveau transformiert werden. Die Quantifizierung solcher rein qualitativer Standortparameter ist problematisch Moosmayer und Schöpfer, (1972). Nur durch diese Quantifizierung ist es jedoch überhaupt möglich, ihren Einfluß auf das Waldwachstum zu ermitteln. Aus diesem Grund wurden jenen Parameter, die für spätere Berechnungen benötigt werden, ein Ordinalwert zugeordnet. Der Wertebereich für diese Ordinalskalierung liegt zwischen 1 und 5. Dabei wurde so vorgegangen, daß für jeden Parameter die günstigste Wirkung auf das Waldwachstum mit dem höchsten Ordinalwert versehen wurde. Man spricht in diesem Fall von „Ratingskalen“, bei denen durch gutachtliche Zuordnung aufgrund einer Eigenschaft eines Objektes ein Zahlenwert auf einer Skala vergeben wird und dadurch als intervallskaliert angesehen werden kann. Solange die Annahme gleicher Skalenabstände unbestätigt ist, handelt es sich allerdings strenggenommen um eine Ordinalskala. Der Vorteil der Ordinalskala und der metrischen Skala, die bei manchen Parametern (Seehöhe, Geländeneigung,...) von vornherein gegeben ist, liegt in der Möglichkeit rechnerische Handlungen durchzuführen. Je höher das Skalenniveau ist, desto größer ist auch der Informationsgehalt der betreffenden Daten und desto mehr Rechenoperationen und statistische Maße lassen sich auf die Daten anwenden

(Backhaus et al., 1994).

3.4.1. Standortkundliche Daten

Die Zuordnung der Ordinalwerte erfolgte in Hinblick auf Feuchte- und Nährstoffkapazität sowie Wärmehaushalt für allgemeine Standortparameter bzw. Wasser- Nährstoff- und Lufthaushaltverhältnisse für Bodenparameter. Hier sei auch nochmals erwähnt, daß Klimadaten, die nur für standardisierte Meßorte außerhalb des Aufnahmegebietes vorhanden sind, aufgrund der lokalen Begrenzung und der starken Reliefgliederung des Aufnahmegebietes keinen direkten Eingang in die Berechnungen finden. Für größere Erhebungsgebiete, die sich sehr oft über mehrere Regionen erstrecken, haben Klimadaten sehr wohl einen großen Stellenwert in den jeweiligen Modellansätzen. Um jedoch einen Vergleich mit anderen Untersuchungen zu ermöglichen, werden Rahmenwerte angegeben.

3.4.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

3.4.1.1.1. Seehöhengliederung

Die in Tabelle 10 dargestellte Höhenstufengliederung richtet sich nach den von Müller (1977) für das Sengsengebirge bzw. Zukrigel (1973) für den Alpenostrand entwickelte Schema. Eine Einteilung der Höhenstufen nur aufgrund der Seehöhe in Metern ist natürlich problematisch, da andere Lagefaktoren wie Relief oder Exposition eine Verschiebung der Zonierung im Gelände bewirken können. Die Höhenstufe ist daher durch das Vorkommen einer bestimmten Waldgesellschaft besser charakterisiert, als durch Angabe einer schematischen Höhengrenze (Mayer, 1963).

Tabelle 10: Seehöhengliederung und Ordinalbewertung

Höhenstufe	Seehöhe	Ordinalwert
tiefmontan	500 - 900m	5
mittelmontan	900 - 1200m	4
hochmontan	1200 - 1400m	3
tiefsubalpin	1400 - 1700m	2
hochsubalpin	1700 - 1900m	1

Da die Seehöhe für Niederschlags- und Temperaturkenngrößen eine entscheidende Rolle spielt, werden Rahmenwerte für die jeweilige Höhenstufe angegeben. In Tabelle 11 sind diese Niederschlags- und Temperaturrahmenwerte, sowie die Anzahl von Tagen bestimmter Mindest-Mitteltemperaturen, abgeleitet für durchschnittliche Höhenstufengrenzen, von Müller (1977) zusammengestellt. Damit können Vergleiche mit anderen Untersuchungen, die neben lokalen Standortparametern auch regionale Kenngrößen zur Abschätzung des Wuchspotentials heranziehen, durchgeführt werden.

Tabelle 11: Niederschlags- und Temperaturrahmenwerte für das Arbeitsgebiet

Höhenstufe	Jahresniederschlagssummen (mm)	Sommer-Halbjahr (April bis September) Niederschlagssummen (mm)	Summe der Monatsmitteltemperaturen im Sommer-Halbjahr (°C)	Anzahl der Tage mit $> 5^{\circ}\text{C}$	Anzahl der Tage mit einer Mitteltemperatur von $> 10^{\circ}\text{C}$
Submontan	1100-1400	700-900	$\geq 81,1$	≥ 216	≥ 154
Tiefmontan	1400-1700	900-1000	81,1-75,5	216-206	154-139
Mittelmontan	1700-2100	1000-1200	75,5-59,5	206-177	139-101
Hochmontan	2100-2300	1200-1250	59,5-48,3	177-156	101-66
Subalpin	2300-2500	1250 \leq	48,3-36,9	156-123	≤ 66

3.4.1.1.2. Geländeneigung

Die Geländeneigung, die für die Einstrahlung, die Morphodynamik, den Wasser- und Lufthaushalt von Bedeutung ist, wurde in Anlehnung an die Neigungsstufen nach ÖBG (1986) eingeteilt (siehe Tabelle 12). Die Bereiche der einzelnen Neigungsstufen sind dabei einer logarithmischen Verteilung sehr ähnlich, weshalb der Einfluß der Geländeneigung neben der Ordinalbewertung der einzelnen Neigungsstufen auch über den Logarithmus der Neigung (%-Werten) in Berechnungen Eingang findet.

Tabelle 12: Einteilung der Geländeneigung in Neigungsstufen

Bezeichnung	Neigung in %	Ordinalwert
eben	0 - 5%	5
mäßig geneigt	6 - 20%	5
stark geneigt	21 - 40%	4
steil	41 - 60%	3
schroff	61 - 100%	2
sehr Schroff	100% <	1

3.4.1.1.3. Geländeform

Bei den Felderhebungen wurden 27 verschiedene Geländeformen im Makro- und Mesorelief angesprochen. Um den Einfluß der Geländeform auf das Waldwachstum zeigen zu können, muß eine Quantifizierung dieser Nominalvariable vorgenommen werden. Dazu wurde jeder einzelne Geländeform ein Ordinalwert zwischen 1 und 5 in Hinblick auf Nährstoffansammlung oder -verlust zugeordnet (siehe Tabelle 13).

Akkumulationslage.....Ordinalwert 5

Verlustlage.....Ordinalwert 1

Tabelle 13: Bewertung der Geländeformen

1	Ebene	4
2	Verflachung	4
3	Talboden	5
4	Terasse	4
5	Platte	3
6	Kessel	4
7	Mulde	4
8	Wanne	4
9	Graben	5
10	Oberhang	2
11	Unterhang	5
12	Mittelhang	3
13	Hangversteilung	2
14	Hangverflachung	4
15	Kuppe	1
16	Rücken	1
17	Riedel	1
18	Geländekante	2
19	Nase	1
20	Sattel	4
21	Rippe	2
22	Hochtal	4
23	Schlucht	3
24	Kar	2
25	Doline ohne Braunerdeverfüllung	2
25	Doline mit Braunerdeverfüllung	5
26	Felswand	0
27	Rinne	3

3.4.1.1.4. Exposition

Die Exposition wurde nach einem Verfahren von Carmean (1964) mit der Funktion: $f = \sin(\text{Azimut der Exposition} + 45^\circ) + 1$ quantifiziert. Nordost stellt somit die günstigste Exposition dar. Die ungünstigste Exposition ist demnach Südwest, sie zeigt den niedrigsten Wert.

Da sich diese Situation mit zunehmender Höhenlage jedoch umkehren kann, wurde die Exposition auch in Abhängigkeit der Höhenstufen betrachtet (Tabelle 14). So können höhere südexponierte Lagen aufgrund größeren Strahlungs- und Wärmegenusses bei gleichzeitiger seehöhenbedingter Niederschlagszunahme, günstigere Bedingungen vorfinden, als Schatthänge (NO) bei gleicher Höhenlage.

Tabelle 14: Sinustransformation der Exposition sowie Ordinalbewertung in Abhängigkeit der Seehöhe.

Exposition	sin-Transformation	Ordinalwert für 400-900m	Ordinalwert für 900-1200m	Ordinalwert für 1200-1400m	Ordinalwert 1400-1700m	Ordinalwert über 1700
Nord	1,71	4	4	2	1	2
Nordost	2,00	5	4	4	2	1
Ost	1,71	4	5	4	4	2
Südost	1,00	3	4	5	4	4
Süd	0,29	2	3	4	5	4
Südwest	0,00	1	2	3	4	5
West	0,29	2	1	2	3	4
Nordwest	1,71	4	2	1	2	3

Als weitere Möglichkeit die Wirkung der Exposition in Abhängigkeit von der Seehöhe aufzuzeigen wird durch die Verwendung eines Interaktionsgliedes „Exposition * Seehöhe“ in der Regressionsanalyse bewerkstelligt.

3.4.1.1.5. Gründigkeit

Die Schlagbohrergründigkeit wurde aus fünf Einschlägen innerhalb des Probekreises $R=10$ m ermittelt. Sie wird durch Angabe des minimalen, maximalen und häufigsten Wert (Median) in cm ausgedrückt. Der Median der Schlagbohrergründigkeit wurde zusätzlich in Gründigkeitsstufen eingeteilt. Diese Gründigkeitsskalierung entspricht dabei den naturräumlichen Gegebenheiten und weicht somit von den üblichen Abstufungen einer Kartierungsanleitung ab.

Tabelle 15 zeigt die Bezeichnung der Gründigkeitsstufen mit den entsprechenden Ordinalwerten.

Tabelle 15: Bewertung der Gründigkeitsstufen

Bezeichnung	Gründigkeit	Ordinalwert
extrem seichtgründig	0 - 5 cm	1
seichtgründig	6 - 15 cm	1
mittelgründig	16 - 30 cm	2
mittel-tiefgründig	31 - 40 cm	3
tiefgründig	41 - 60 cm	4
sehr tiefgründig	60 cm <	5

3.4.1.2. Geologie

Die Ordinalskalierung der Geologie laut Karte erfolgte hinsichtlich Verwitterungsbeständigkeit und Nachlieferungsvermögen von Nährstoffen. In Tabelle 16 ist diese Einteilung dargestellt.

Tabelle 16: Bewertung der geologischen Einheiten

Code	Kurzbezeichnung	Ordinalwert
57, 4	Dolomite, Schutt	1
60, 53, 44, 41, 412	Kalke	2
51, 59, 58, 33, 45	Kössener Schichten	3
1, 14	Moränen	4

3.4.1.2.1. Geologie Lockergestein Deckschicht

Da für die Bodenbildung vor allem die Deckschicht bzw. das Lockergestein eine entscheidende Rolle spielen, wurden diese, wie in Tabelle 17 dargestellt, ebenfalls bewertet.

Tabelle 17: Einstufung der Geologie von Lockergesteinen und Deckschichten

Code	Bezeichnung	Ordinalwert
1	Kalk	2
2	Dolomit	1
3	Mergel	3
4	Gips	1
5	Sandstein	2
6	Braunlehm	5
7	Torf	1
8	künst. Aufschüttung	1

3.4.1.3. Humustypen

Da verschiedene Streuarten eine unterschiedliche Umsetzungstendenz (z. B. Esche sehr gut, Fichte sehr mäßig) aufweisen und ein von der Höhenlage abhängiges Wärme- und Wasserangebot erhalten, bilden sich verschiedene Humustypen mit unterschiedlichen Auflagemächtigkeiten aus. Ungünstiges chemisches Milieu, insbesondere Basenmangel und damit verbunden niedrigen pH-Werten können den Abbau der organischen Auflage hemmen, und somit ein Anwachsen der Rohhumusdecken bedingen. Da in der Humusaufgabe hohe Mengen an Nährstoffen gebunden sind, spielt der Humustyp für die Beurteilung des Waldwachstums eine entscheidende Rolle. Auf Fels- und Blockwerk bilden angesammelte Humusschichten häufig die einzige Grundlage für das Baumwachstum. In Tabelle 18 ist die Klassifizierung der Humustypen dargestellt.

Tabelle 18: Klassifizierung der Humustypen

H-typ kurz	Humustyp	Ordinalwert
MU	Mull	5
MUMO	moderartiger Mull	5
MOMU	mullartiger Moder	4
MO	Moder	4
MOal	Alpenmoder	3
MOpe	Pechmoder	3
MOxe	xeromorpher Moder	2
MORH	rohhumusartiger Moder	3
RHMO	moderartiger Rohhumus	2
RH	Rohhumus	1
RHak	aktiver Rohhumus	2
TH	Tangelrohhumus	1

3.4.1.4. Bodenparameter

Da eine Ordinalskalierung von Bodentypen nicht oder nur bedingt durchführbar ist, wurde versucht mit den erhobenen Bodenparametern einen „Bodenwert“ je nach Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität zu ermitteln. Dabei wurde die Wasserkapazität hinsichtlich Wasserverfügbarkeit, -speicherung und -leitfähigkeit detaillierter betrachtet. Die Bezeichnungen und die Abkürzungen, die für die Darstellungen in den folgenden Tabellen Verwendung finden, sowie die verbale Beschreibung der Ordinalwerte sind in Tabelle 19 aufgelistet.

Tabelle 19: Bezeichnungen der Bodenkapazitätsindexe sowie die Beschreibung der Ordinalwerte

Bezeichnung	Abkürzung	verbale Beschreibung	Ordinalwert
Nährstoffkapazitätsindex	N_K	sehr hoch	5
Luftkapazitätsindex	L_K	hoch	4
Wasserkapazitätsindex	W_K	mittel	3
Wasserverfügbarkeit	W_V	gering/schlecht	2
Wasserspeicherung	W_S	sehr schlecht	1
Wasserleitfähigkeit	W_L		

3.4.1.4.1. Effektive Gründigkeit

Zur Errechnung der effektiven Gründigkeit wird zuerst der Median der Horizontmächtigkeit um den Skelettgehalt des jeweiligen Horizontes reduziert. Die Summe dieser reduzierten Horizontmächtigkeiten ergibt die effektive Gründigkeit eines Bodenprofils. In Tabelle 20 sind diese Gründigkeitsstufen mit den jeweiligen Ordinalwerten dargestellt.

Tabelle 20: Bewertung der effektiven Gründigkeit

Eff. Gründigkst.	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 6 cm	1	5	1	1	1	0
7 - 12 cm	2	4	2	2	2	0
13 - 19 cm	3	3	3	3	3	0
20 - 35 cm	4	2	4	4	4	0
35 cm <	5	1	5	5	5	0

3.4.1.4.2. Ah-Horizont

Zur Klassifizierung des Ah-Horizontes wird der Median dieses Mineralbodenhorizontes in 5 Stufen eingeteilt und je nach Nährstoff-, Luft- und Wasserkapazität Ordinalwerte vergeben. Das Ergebnis dieser Klassifikation zeigt Tabelle 21.

Medianstufen	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 2 cm	1	5	1	1	1	1
3 - 5 cm	2	4	2	2	2	2
6 - 10 cm	3	3	3	3	3	3
11 - 20 cm	4	2	4	4	4	4
20 cm <	5	1	5	5	5	5

Tabelle 21: Bewertung des Ah-Horizontes

3.4.1.4.3. Skelettgehalt

Der Skelettgehalt für das gesamte Bodenprofil errechnet sich aus dem Skelettgehalt der einzelnen Bodenhorizonte in % gewichtet mit deren Horizontmächtigkeit in cm. Je nach Skelettgehalt werden Ordinalwerte für die drei Bodenkapazitäten vergeben (siehe Tabelle 22).

Skelettgehalt	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 10 %	5	1	5	5	5	1
11 - 20 %	4	2	4	4	4	2
21 - 30 %	3	3	3	3	3	3
31 - 45 %	2	4	2	2	2	4
45 % <	1	5	1	1	1	5

Tabelle 22: Bewertung des Skelettgehaltes

3.4.1.4.4. Bodenart

Die durch „Fingerprobe“ am erdfeuchten Bodenmaterial ermittelte Bodenart wird anhand der Tafel des Inventurschlüssels (Eckmüllner et al.,1994) angegeben, die ausgeschiedenen Ordinalwerte sind in Tabelle 23 aufgelistet.

Tabelle 23: Klassifizierung der Bodenart

Bodenart	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
Sand	1	5	1	2	1	4
schluffiger Sand	2	4	1	2	1	4
lehmiger Sand	2	3	2	2	2	4
toniger Sand	2	3	2	2	2	3
sandiger Schluff	3	3	2	3	3	2
Schluff	3	2	3	4	4	2
lehmiger Schluff	3	2	4	5	4	2
sandiger Lehm	4	2	5	5	4	3
Lehm	4	1	5	4	5	3
schluffiger Lehm	4	1	4	4	5	2
sandiger Ton	5	1	4	3	4	1
lehmiger Ton	5	1	4	3	5	1
Ton	5	1	3	3	4	1

3.4.1.4.5. Bodenstruktur

Aufgrund der Variation von Kornform und Korngrößenanteile kommen unterschiedliche räumliche Anordnungen zustande, die sich auf die Wasser-, Nährstoff- und Lufthauskapazität auswirken. Dies wurde bei der Zuordnung der Ordinalwerte, wie in Tabelle 24 dargestellt, berücksichtigt.

Tabelle 24: Bewertung der Bodenstruktur

Bodenstruktur	Primärstruktur	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
Einzelkorngefüge		1	5	1	4	1	5
Aggregatstruktur	krümelig	5	4	5	4	3	4
	polyedrisch	4	3	4	3	4	3
	plattig	3	1	2	2	2	2
	prismatisch	3	1	2	1	3	2
Kohärentstruktur		2	2	3	4	3	2
strukturlos massig		2	1	2	1	4	1

3.4.1.4.6. Durchwurzelung

Der Einfluß der Pflanzen auf das Bodengefüge beruht vor allem auf der verschiedenen Art der Wurzelausbildung und der Intensität der Durchwurzelung. Die Intensität der Durchwurzelung spielt auch bei der Wasser- und Nährstoffaufnahme eine bedeutende Rolle. Die Durchwurzelungsintensität und ihre Ordinalwerte sind in Tabelle 25 aufgezeigt.

Tabelle 25: Quantifizierung der Durchwurzelung

Durchwurzelung	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
schwach	1	1	1	1	1	1
mittel	2	2	2	2	2	2
stark	3	3	3	3	3	3
sehr stark	4	4	4	4	4	4

3.4.1.4.7. Braunlehmeinfluß

Der Braunlehmeinfluß ist gerade auf Rendzinastandorten wegen besserer Wasserhaushaltsverhältnisse von entscheidender Bedeutung für das Waldwachstum. Tabelle 26 zeigt die Zuordnung der Ordinalwerte nach den unterschiedlichen Braunlehmmächtigkeiten.

Tabelle 26: Bewertung des Braunlehmeinflusses

Median Braunlehm	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
0 - 10 cm	1	1	1	1	5	1
11 - 20 cm	2	1	2	2	4	2
21 - 30 cm	3	2	3	3	3	3
31 - 45 cm	4	3	4	4	2	4
45 cm <	5	3	5	5	1	5

3.4.1.4.8. Stauwassereinfluß

Konkretionen sind für eine Pseudovergleyung charakteristisch. Die Intensität der Pseudovergleyung und somit des Stauwassereinflusses wird nach der Anzahl der Konkretionen beurteilt. Da sich die Pseudovergleyung gerade bei der Baumart Fichte auf das Waldwachstum negativ auswirkt, erfolgte die Zuordnung der Ordinalwerte auch unter diesem Gesichtspunkt. Tabelle 27 beinhaltet die Ordinalskalierung nach der Häufigkeit der Konkretionen im P-Horizont bzw. im Bvrel_g-Horizont.

Tabelle 27: Beurteilung der Häufigkeit von Konkretionen

Konkretionen	N_K	L_K	W_K	W_V	W_S	W_L
keine	5	5	5	5	5	5
einzelne; < 5%	3	3	3	3	3	3
mehrere; 5 - 20%	2	2	2	2	2	2
viele; > 20%	1	1	1	1	1	1

3.4.1.4.9. Berechnung des „Bodenwertes“

Der Einfluß des Mineralbodens auf das Waldwachstum läßt sich in einer Regressionsgleichung ausdrücken, in der die einzelnen Bodentypen als Dummyvariable angegeben werden. Bei dieser Berechnungsform kommt es zum großen Verlust an Freiheitsgraden und die Interpretation der Ergebnisse gestaltet sich schwierig.

Eine zweite Möglichkeit wäre, die Bodentypen als ordinalskalierte Werte in die Regressionsgleichung eingehen zu lassen.

Eine bessere Beurteilung wird dadurch erreicht, daß man nicht den Bodentyp, sondern die einzelnen Parameter, aus den der Bodentyp abgeleitet wird, zur Bewertung heranzieht. Folgende Bodenparameter wurden dazu einer genaueren Betrachtung unterzogen:

effektive Gründigkeit

Ah-Horizontmächtigkeit

Skelettgehalt

Bodenart

Bodenstruktur

Durchwurzelung

Braunlehmeinfluß

Stauwassereinfluß (Konkretionen)

Es wurde nun horizontweise die 8 Bodenparameter nach Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität ordinalskaliert und daraus ein Mittelwert für den gesamten Mineralbodenhorizonte errechnet. Durch Summenbildung aus Wasser- Nährstoff- und Luftkapazität pro Mineralbodenhorizont wurde unter dem Gesichtspunkt der Ersetzbarkeit der Faktoren der „Bodenwert“ errechnet. Der „Bodenwert“ gibt somit Auskunft über die Qualität des Bodens in bezug auf das Waldwachstum.

Stellt man nun diesen „Bodenwert“ (Summe aus Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazität) in Abhängigkeit der Bodentypen graphisch dar, so läßt sich eine Beurteilung der einzelnen Bodentypen aus dem Diagramm ablesen, wie in Abbildung 7 dargestellt.

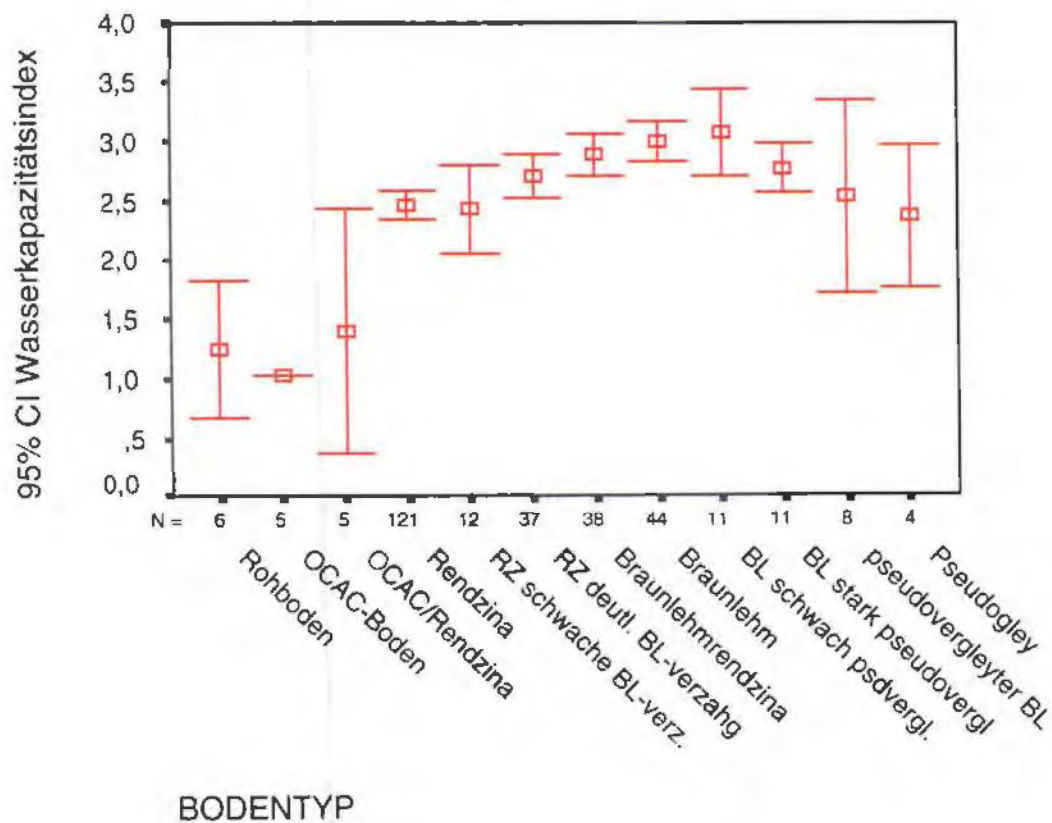


Abbildung 7: Bodentypen in Abhängigkeit zum errechneten Bodenwert

3.4.2. Biometrische Daten

Von den biometrischen bzw. ertragskundlichen Daten lagen zunächst nur die Einzelbaumerhebungen vor. Von diesen wurden am Institut für Waldökologie über Fortran-Programme folgende Auswertungen und Berechnungen durchgeführt (Eckmüllner et al., 1996).

3.4.2.1. Ergänzung fehlender Werte

Da durch Verwendung von Kluppschwellen gekoppelt an konzentrische Kreise nicht von allen Bäumen die Höhe, der Kronenansatz und die Kronenradien gemessen wurden, müssen diese fehlenden Daten ergänzt werden. Dies erfolgte über Regressionsrechnungen. Für jede Stichprobe werden getrennt nach Baumart Regressionen zwischen der Höhe, dem Kronenansatz, den Kronenradien und dem Brusthöhendurchmesser berechnet, und fehlende Werte über die erhaltenen Funktionen ergänzt.

3.4.2.2. Bonität, Oberhöhe

Die Bonität wurde zunächst nach der Ertragstafel „Fichte Hochgebirge“ Marshall (1975) als Tabellenkalkulation oder über Funktionsschemata berechnet. 1/5 der Inventurpunkte wiesen jedoch so geringe Bonitäten auf, daß sie in dieser Ertragstafel nicht mehr abgedeckt waren. Somit mußte eine andere Lösung gefunden werden, in der ein Bonitätsunterschied auch bei geringwüchsigen Beständen zum Ausdruck kommt. Aus diesem Grund wurde die Bonitierung nach der neuen Ertragstafel „Fichte Loisachtal“ durchgeführt, da sich das Gebiet der Tiroler Kalkalpen durchaus mit dem des Aufnahmegebietes vergleichen läßt. Zur besseren Abschätzung der Höhenentwicklung, des Wuchspotentials und zur Erstellung einer lokalitätsbezogenen Ertragstafel wurde für das Loisachtal ein eigener Oberhöhenrahmen errechnet. Zu diesem Zweck wurden für das gesamte Datenmaterial der Stammanalysen über nichtlineare Regression die Koeffizienten des Richards Modells (Richards, 1959), also einer polymorphen Wachstumskurve, geschätzt (Eckmüllner et al., 1996).

Eingangsgrößen zur Bonitätsermittlung nach der Ertragstafel „Fichte Loisachtal“ sind das **Brusthöhenalter**, das die Verzerrung der Höhenentwicklung durch Druckstand eines Baumes in der Verjüngung fast vollständig eliminiert, und die **Höhe des Baumes**, die wie folgt errechnet wird:

$h = A * (1 - b * e^{(-k * t_{Bhd})})^{1/m}$	$R=0,98$
--	----------

$$A = SI / (1 - b * e^{(-100 * k)})^{1/m}$$

$$k = 0,0195683 - 0,238290 / SI + 1,04869 / SI^2$$

$$m = 0,827662 - 2,61416 / SI$$

$$b = 1$$

wobei

h: Höhe des Baumes

t_{Bhd} : Brusthöhenalter

SI: Höhe des Baumes im Brusthöhenalter 100

Da sich zufällige Fehler beim Bonitieren jüngerer Bestände besonders stark auswirken, wurde die untere Altersgrenze der Bestände, die in die Modellierung einbezogen wurden bei 60 Jahren angesetzt.

Die aus dem Wertepaar Brusthöhenalter und Oberhöhe ermittelte Oberhöhenbonität wird aufgrund des starken Überhanges von älteren Beständen im Bezugsalter von 150 Jahren angegeben. Dies entspricht auch etwa der Umtriebszeit in den bewirtschafteten Wäldern.

Insgesamt dürfte die Oberhöhe das Wachstum besser charakterisieren als z. B. der DGZ₁₀₀ (vgl. Foerst, 1980). Die Oberhöhe wird auch deshalb verwendet, weil sie weitgehend als behandlungsunabhängig gilt.

Das Waldwachstum wird deshalb durch die Oberhöhenbonität der Fichte im Bezugsalter 150 Jahre ausgedrückt.

3.4.2.3. Crown-Competition-Faktor (CCF) nach Krajicek et al. (1961)

Dieser Faktor ist eine Maßzahl für die Konkurrenz zwischen den Bäumen eines Bestandes. Die Einflußzonen aus den Kronenradien der Bäume im Bestand werden mit jenen Kronenradien adäquater Solitärbäume durch einen Verhältniswert dargestellt. Die Kronenradien der gleich starken Solitärbäume lassen sich durch eine Funktion aus dem Brusthöhendurchmesser berechnen.

Für die Douglasie hat ARNEY (1985) folgende CCF definiert:

- CCF 100 Bestandesschluß wird erreicht
- CCF 200 Mortalität beginnt durch deutliche Kroneneinengung
- CCF 400-500 maximale Bestandesdichte (Grundfläche nach Assmann)

Aus den Einzelbaumerhebungen wurde der Crown-Competition-Factor mittels den Formeln von HASENAUER et. al. (1994) getrennt nach Baumarten errechnet.

3.4.2.4. Stand-Density-Index (SDI) nach Reineke (1933)

Der SDI ist ein weiteres Maß zur Beschreibung der Bestandesdichte. Als SDI bezeichnet man nun jene Stammzahl, die ein gleich dichter Bestand bei einem Mitteldurchmesser von 25 cm hätte. Da der SDI von Bonität und Alter unabhängig ist, wird er deshalb dem Bestockungsgrad bei der Charakterisierung des Bestandes vorgezogen. Richtwerte für den SDI der Baumart Fichte liegen zwischen 900 und 1100.

Der Stand Density Index wurde über die Formel von Sterba (1975) mit einem Anstieg von -1,605 für alle Baumarten ermittelt.

3.4.3. Vegetationskundliche Daten

Die Auswertung der vegetationskundlichen Aufnahmen erfolgte über ökologische Zeigerwertanalysen. Die Zeigerwerte für Pflanzensippen beschreiben das ökologisch optimale Verhalten von Pflanzen und können als standörtliche Bioindikatorwerte verstanden werden. Das in Mitteleuropa über weite Strecken gebräuchlichste Klassifikationssystem sind die Zeigerwerte nach Ellenberg (1991). Diese Liste ordnet 2700 Gefäßpflanzen, sowie 1801 Moosen und Flechten einen ökologischen Zeigerwert für Licht, Temperatur, Kontinentalität, Feuchte, Reaktion und Stickstoff zu. Der Wertebereich liegt jeweils von 1 bis 9 - bei den einzelnen Zeigerwerten werden Minimal- und Maximalwerte angeführt. Anhand der Vegetationsaufnahmen wurde am Institut für Vegetationsökologie der Universität Wien für jeden Inventurpunkt die Zeigerwerte je nach der Artmächtigkeit ermittelt (Eckmüller et al., 1996)

3.4.3.1. Feuchtezahl

Die Feuchtezahl, die das ökologische Verhalten hinsichtlich Bodenfeuchte bzw. Wasser als Lebensmedium ausdrückt, erscheint Ellenberg am besten gesichert:

1....Starktrockniszeiger, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig

9....Nässezeiger, oft durchnäßte, luftarme Böden

Die Feuchtemediane schwanken sowohl zwischen den Aufnahmen als auch zwischen den Gesellschaften unbedeutend, und ermöglichen keine signifikante standörtliche Zuordnung. Die Feuchtezahlen liegen zwischen den Werten 4 - 6,5, dies entspricht frischen Standorten. Dies liegt sowohl an der deutlich subozeanischen Klimasituation des Untersuchungsgebietes als auch an einer möglichen Niederschlagszunahme mit der Höhe. Dies bedeutet, daß auch auf flachgründigen Rendzinastandorten ausreichend Frischezeiger vorhanden sind (Eckmüller et al., 1994).

3.4.3.2. Lichtzahl

Die Lichtzahl kennzeichnet das Vorkommen von Arten in Beziehung zur relativen Beleuchtungsstärke (rB).

1....Tief Schattenpflanze noch bei 1 % rB

9....Vollichtpflanzen nur > 50 % rB

Wie in Abbildung 9 dargestellt, lassen die Temperaturwerte drei deutlich abgrenzbare Gruppen erkennen. Temperaturzahlen 4 und 5 sind den tief- bis mittelmontanen Buchenmischwäldern zuzuordnen, Fichten- Tannenwälder und Fichtenwälder der hochmontanen Stufe nehmen einen Übergangsbereich von 3 und 4 ein, und in den subalpinen Gesellschaften sind Temperaturzahlen um 3 festzustellen.

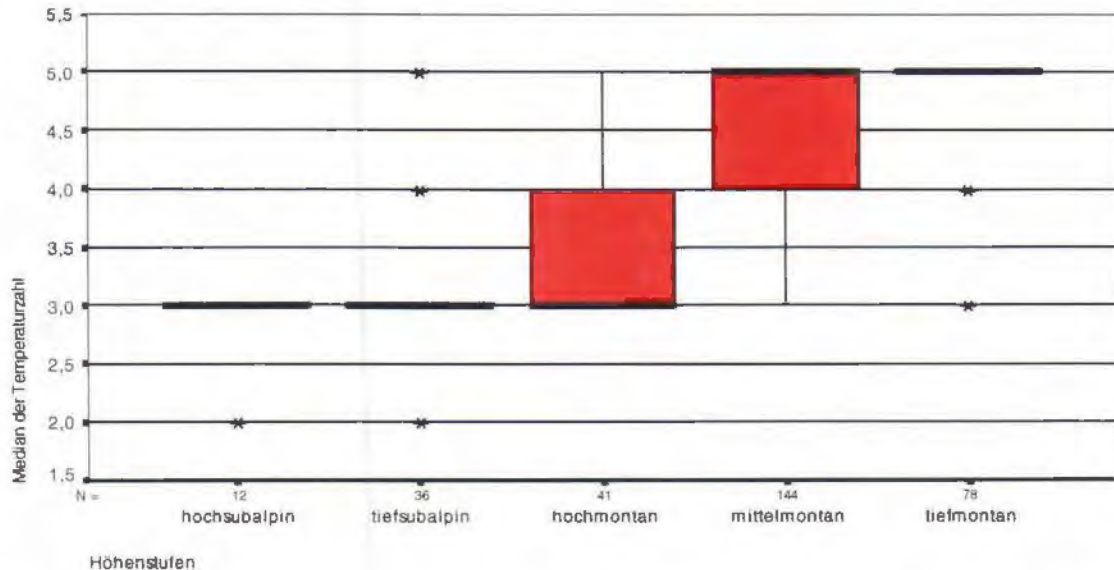


Abbildung 9: Median der Temperaturzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

3.4.3.4. Reaktionszahl

Die Reaktionszahl ist ein Maß für die Bodenazidität. Über diesen leicht meßbaren Faktor liegen zahlreiche Daten vor, womit die Reaktionszahl als relativ gut gesichert gelten darf.

1....Starksäurezeiger, niemals auf nur schwach saurem Boden vorkommend

9....Basen- und Kalkzeiger, stets auf kalkreichen Böden

Beim Vergleich der ausgeschiedenen Vegetationseinheiten ist ein deutlicher Trend von den buchendominierten Gesellschaften in der tief- bis mittelmontanen Höhenstufe mit einer Lichtzahl ≤ 5 (Schatten- bis Halbschattenpflanzen), hin zu den subalpinen Gesellschaften mit lockeren Fichten-Lärchenbeständen, mit einer Lichtzahl meist über 6 (Lichtpflanzen) festzustellen. Abbildung 8 zeigt diese Verteilung der Lichtzahl in Abhängigkeit der einzelnen Höhenstufen. Gestörte Vegetationstypen z. B. Weiden können abweichende Werte gegenüber potentiellen Gesellschaften einnehmen.

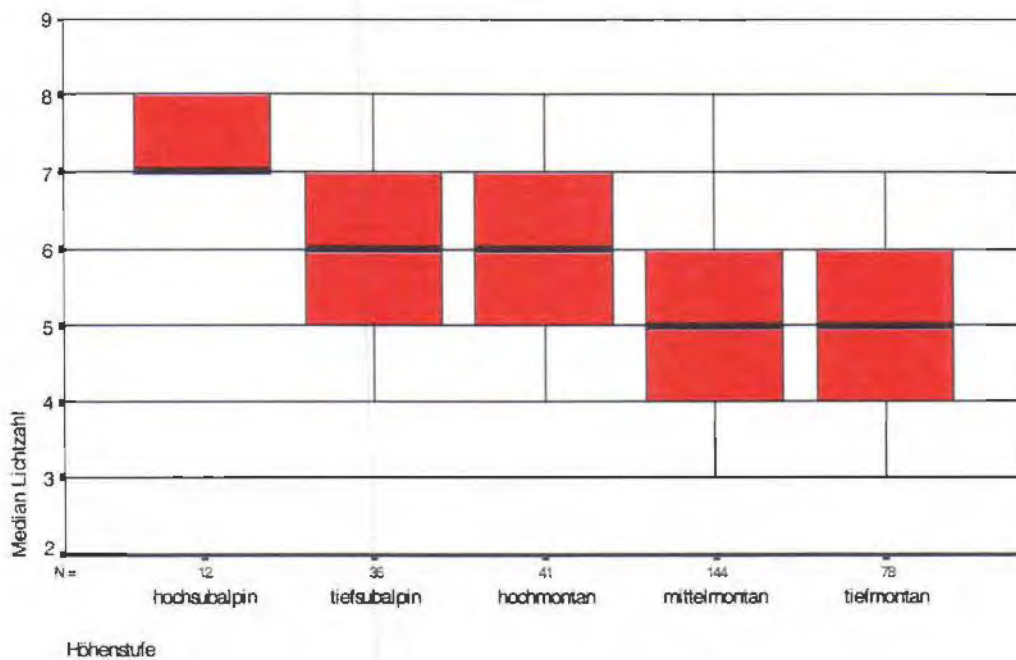


Abbildung 8: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

3.4.3.3. Temperaturzahl

Die Temperaturzahl wurde in erster Linie aus arealgeographischen Beobachtungen hergeleitet, der Wärmefaktor entscheidet hauptsächlich über die Höhengrenzen einer Pflanzenart im Gebirge.

1....Kältezeiger, hohe Gebirgslagen, alpine und nivale Stufe

9....extremer Wärmezeiger vom Mediterrangebiet nur auf wärmste Plätze übergreifend

Die Probeflächen zeigen durchwegs Werte über 6,5 auf, wie dies die Abbildung 10 zum Ausdruck bringt. Anhand dieser hohen Werte ist zu erkennen, daß die Vegetation vorwiegend aus Basenzeigern besteht. Geringere Reaktionszahlen weisen auf beweidete Waldgesellschaften und waldfreie Weiden hin.

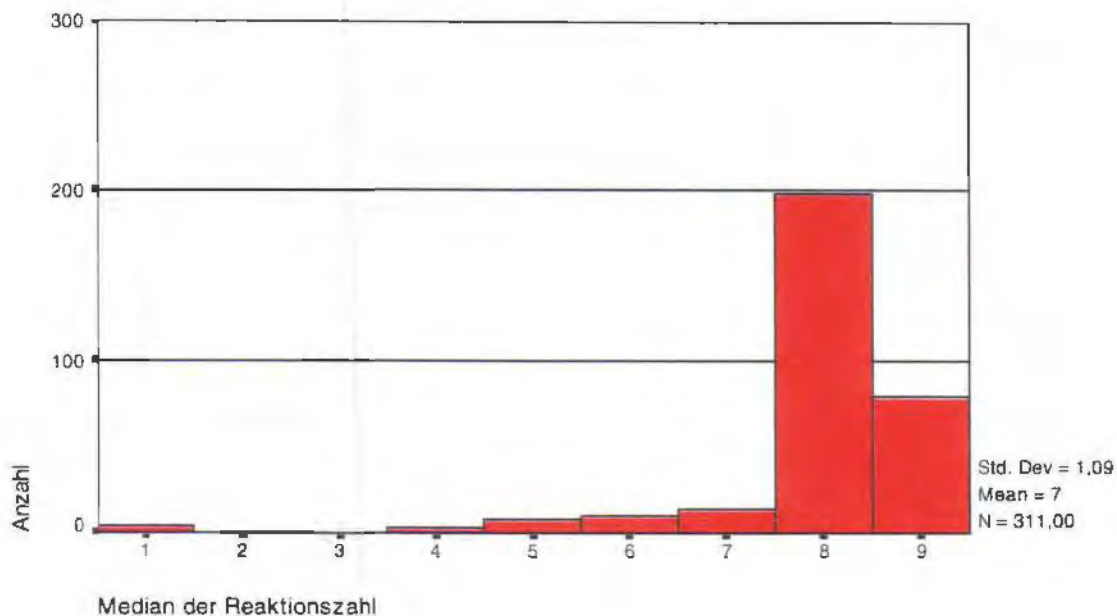


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung des Medians der Reaktionszahl

3.4.3.5. Stickstoffzahl

Die Stickstoffzahl gibt Auskunft über das Stickstoffbedürfnis der Bodenvegetation und die Magerkeit eines Standortes. Stickstoff ist in terrestrischen Ökosystemen der quantitativ wichtigste Pflanzennährstoff, die Stickstoffzahl wird von manchen Autoren auch als Nährstoffzahl bezeichnet. Heute verlieren oligotrophe Standorte durch atmosphärische Stickstoffeinträge ihren extremen Charakter.

1....stickstoffärmste Standorte

9....übermäßig stickstoffreiche Standorte mit Viehlagerpflanzen

Auch bei diesem Faktor ist eine nicht differenzierte Verteilung im Bereich der Buchen- und Fichten-Tannen-Buchen-Wälder typisch. Diese Vegetationseinheiten sind durch mäßig stickstoffreiche Standorte (Zahlenwerte 5 - 6,5) gekennzeichnet. Eine deutliche Abgrenzung zeigen Dauergesellschaften wie trockene Rotföhren- und Fichtenbestände sowie subalpine Latschengesellschaften und alpine Nichtwaldstandorte. Dort liegen die Stickstoffwerte unter 3,5 (Magerkeitszeiger) (Eckmüllner et al., 1994).

3.5. Verknüpfung biometrischer Daten mit standortkundlichen Daten

3.5.1. Design und Datensatz

In einem Wuchsmodell wird versucht, die Wirkungszusammenhänge zu abstrahieren und auf wenige Hauptfaktoren zu reduzieren, deren Einfluß auf das Wachstum in Form von Regressionsmodellen funktional beschrieben und mathematisch quantifiziert wird (Moosmayer et. al., 1996).

Die Zusammenhänge zwischen Standorteigenschaften und Wuchsleistung sollten bei dieser Arbeit durch multiple lineare Regressionsgleichungen erklärt werden.

Die Beziehung zwischen standortkundlichen Parametern und den biometrischen Kenngrößen sollte zunächst nur durch die in der Naturrauminventur erhobenen Parameter dargestellt werden. Da heißt es, werden nicht die Unterschiede zwischen klassifizierten Standortseinheiten, sondern vielmehr der Einfluß der speziell erhobenen Standortparameter auf das Waldwachstum untersucht.

Um diese Parameter in die Berechnungen einzubeziehen, mußten sie - wie im Kapitel Datentransformation beschrieben - auf ein quantifizierendes Skalenniveau gebracht werden.

Somit konnten nur jene Inventurpunkte ausgewertet werden, die sowohl standortkundliche als auch ertragskundliche Kenngrößen aufwiesen. Aus diesen Waldpunkten wurden nur jene in die Untersuchung einbezogen, die hauptsächlich von der Baumart Fichte dominiert wurden und ein Bestandesalter über 60 Jahre aufwiesen. Aufgrund dieser Kriterien reduzierte sich die Beschreibung der Beziehungen Standort Waldwachstum von den bis dato erhobenen 316 Inventurpunkten auf 102 Waldpunkte.

3.5.2. Auswertemethoden

Die Darstellung der Beziehung zwischen Standortseigenschaften und dem Waldwachstum erfolgt über eine multiple lineare Regressionsanalyse im Programm SPSS for Windows.

Als Methoden kommen bei mehreren unabhängigen Variablen im SPSS-Programm die Anweisungen ENTER und STEPWISE zur Anwendung. Bei der schrittweisen Regression (STEPWISE) werden die unabhängigen Variablen einzeln nacheinander in die Regressionsgleichung einbezogen, wobei jeweils diejenige Variable ausgewählt wird, die ein bestimmtes Gütekriterium maximiert (Backhaus et al., 1984).

Über die Anweisung ENTER werden alle angeführten Variablen in einem Schritt in die Regressionsgleichung aufgenommen. Dazu wird eine subjektive Variablenauswahl, die auf sachlogischen Überlegungen basiert, durchgeführt.

Als erster Schritt wurden die einzelnen unabhängigen Parameter in Hinblick auf das Waldwachstum untersucht. Es wurde geprüft ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem unabhängigen Parameter und dem Waldwachstum besteht und wie groß der Erklärungsbeitrag zur Abschätzung des Waldwachstums ist. Gleichzeitig wurde bei diesem Schritt die Interkorrelation mit anderen unabhängigen Parametern aufgezeigt.

Als zweiter Schritt erfolgte erst die Einbeziehung von mehreren unabhängigen Parametern in ein multiples Regressionsmodell, mit dem nun das Waldwachstum anhand diesen Datensatzes beschrieben werden sollte.

4. ERGEBNISSE

4.1. Interkorrelation der unabhängigen Variablen

4.1.1. Faktorenanalyse

Mittels Faktorenanalyse wurde versucht, aus der großen Menge von standorts- und vegetationskundlichen Parametern jene Einflußfaktoren herauszufiltern, die anschließend mittels einer multiplen Regressionsanalyse auf Zusammenhänge zu waldwachstumskundlichen Kenngrößen überprüft wurden. Die Reduktion dieser vielen Parameter auf wenige Variablenbündel (Faktoren) brachte jedoch keine befriedigenden Ergebnisse, da keine gut interpretierbaren Einflußfaktoren auf das Waldwachstum gefunden werden konnten. Nur das Variablenbündel, das den Großteil der ordinalskalierten Bodenkapazitätsindizes enthielt, wies einen signifikanten Korrelationskoeffizienten auf. Trotzdem konnten damit nur etwa 10 % der beobachteten Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Deshalb wurden die Ergebnisse der Faktorenanalyse - die eher ernüchternd ausfielen - für die weiteren Interpretationen nicht herangezogen.

4.1.2. Korrelationsmatrix

Die Interkorrelationen der einzelnen unabhängigen Variablen werden anhand von drei Korrelationsmatrizen dargestellt (siehe Tabelle 28, Tabelle 29 und Tabelle 30). Es kamen aufgrund einer gemischten Datenmatrix (stetige und ordinalskalierte Variablen) die Korrelationskoeffizienten nach Pearson, Kendall und Spearman für die Interpretation zur Anwendung.

Tabelle 28: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Pearson

		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seehöhe	LN_NEIG In[Nelgung %]	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makror Sinustransformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrer- gründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/ Deckschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	WASSH_OR Wasserhaushalts- kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts- kapazitäts- index	NAEHH_OR Nährstoffhaus- haltskapazitäts- index	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezahl	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter
Pearson Correlation	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	1,000	-.142	-.323**	-.375**	-.160	-.551**	-.465**	-.109	-.322**	-.198*	-.321**	-.301**	-.534**	-.295**	-.430**	-.621**
	SEEHÖHE Seehöhe	-.142	1,000	-.109**	-.115	-.075	-.154**	-.086	-.204**	-.218**	-.244**	-.217**	-.232**	-.452**	-.041	-.247**	-.128
	LN_NEIG In[Nelgung %]	-.323**	-.109**	1,000	-.236**	-.036	-.263**	-.332**	-.071	-.149*	-.096	-.151*	-.136*	-.030	-.377**	-.185**	-.209*
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief	-.375**	-.115	-.236**	1,000	-.034	-.101	-.132	-.190**	-.127*	-.127*	-.129*	-.131*	-.057	-.140*	-.153*	-.218**
	MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.160	-.075	-.036	-.034	1,000	-.004	-.072	-.194**	-.112	-.074	-.111	-.102	-.237**	-.196**	-.294**	-.183*
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.551**	-.154**	-.263**	-.101	-.004	1,000	-.376**	-.376**	-.346**	-.376**	-.319**	-.291**	-.283**	-.329**	-.329**	-.181*
	GE_LDOR1 Geologie	-.465**	-.086	-.332**	-.132	-.072	-.376**	1,000	-.301**	-.357**	-.182*	-.357**	-.311**	-.135	-.330**	-.226**	-.271**
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.109	-.204**	-.071	-.190**	-.194**	-.376**	1,000	-.301**	-.237**	-.253**	-.240**	-.254**	-.084	-.238**	-.233**	-.195**
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.322**	-.218**	-.149*	-.127*	-.112	-.346**	-.357**	1,000	-.890**	1,000**	-.988**	-.988**	-.357**	-.308**	-.284**	-.217**
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.198*	-.244**	-.096	-.127*	-.074	-.346**	-.357**	-.890**	1,000	-.879**	-.943**	-.943**	-.332**	-.249**	-.305**	-.162*
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.321**	-.217**	-.151*	-.129*	-.111	-.346**	-.357**	-.943**	-.879**	1,000	-.988**	-.988**	-.353**	-.312**	-.284**	-.215**
	W_N_LKA Bodenwert	-.301**	-.232**	-.136*	-.131*	-.102	-.319**	-.311**	-.988**	-.943**	-.988**	1,000	-.988**	-.361**	-.302**	-.301**	-.216**
	L_MED Median der Lichtzahl	-.534**	-.452**	-.030	-.057	-.237**	-.291**	-.353**	-.357**	-.353**	-.353**	-.361**	1,000	-.294**	-.671**	-.262**	-.262**
	F_MED Median der Feuchtezahl	-.295**	-.041	-.377**	-.140*	-.196**	-.263**	-.330**	-.308**	-.249**	-.312**	-.302**	-.302**	1,000	-.490**	-.183*	-.183*
	N_MED Median der Stickstoffzahl	-.430**	-.247**	-.185**	-.153*	-.294**	-.399**	-.226**	-.233**	-.284**	-.305**	-.284**	-.301**	-.871**	-.490**	1,000	-.322**
	ALTER Bestandesalter	-.621**	-.128	-.209*	-.218**	-.183*	-.181*	-.271**	-.195**	-.217**	-.165**	-.215**	-.212**	-.296**	-.183*	-.322**	1,000
Sig (2-tailed)	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		.155	.001	.000	.108	.000	.000	.291	.001	.046	.001	.002	.000	.003	.000	.000
	SEEHÖHE Seehöhe			.001	.001	.226	.013	.278	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.525	.000	.164
	LN_NEIG In[Nelgung %]		.001		.000	.554	.000	.000	.282	.015	.122	.014	.026	.640	.000	.004	.048
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief		.000	.001		.578	.108	.004	.003	.038	.039	.036	.032	.373	.029	.017	.061
	MA_SINEX Makror Sinustransformation		.108	.226	.554		.951	.368	.003	.070	.232	.072	.038	.000	.002	.000	.020
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit		.000	.013	.000	.108		.951	.806	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.509	.021
	GE_LDOR1 Geologie		.000	.278	.000	.578	.108		.000	.000	.021	.000	.000	.000	.000	.005	.006
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen		.291	.002	.262	.003	.003	.806		.000	.000	.000	.000	.202	.000	.000	.013
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex		.001	.000	.015	.038	.070	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.006
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex		.046	.000	.122	.039	.232	.000	.021	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.036
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex		.001	.000	.014	.036	.072	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.006
	W_N_LKA Bodenwert		.002	.000	.026	.072	.038	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.007
	L_MED Median der Lichtzahl		.000	.000	.640	.373	.000	.000	.262	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	F_MED Median der Feuchtezahl		.003	.525	.000	.029	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N_MED Median der Stickstoffzahl		.000	.000	.001	.017	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	ALTER Bestandesalter		.000	.104	.000	.005	.020	.021	.006	.005	.036	.006	.007	.000	.020	.000	
N	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		102	102	102	102	102	83	102	102	102	102	102	101	101	101	102
	SEEHÖHE Seehöhe		102	267	265	267	262	258	162	267	267	267	257	245	245	245	163
	LN_NEIG In[Nelgung %]		102	265	265	265	262	254	161	235	265	265	265	243	243	243	161
	ME_GF10R Geländeform im Mesorelief		102	267	265	267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	161
	MA_SINEX Makror Sinustransformation		102	262	262	262	251	160	233	262	262	262	240	240	240	161	161
	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit		102	256	254	258	251	258	161	236	256	256	245	245	245	161	161
	GE_LDOR1 Geologie		63	162	161	162	160	161	162	149	162	162	162	156	156	156	100
	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen		102	236	235	236	233	236	149	236	236	236	235	235	235	163	163
	WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex		102	267	265	267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	163
	LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex		102	267	265	267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	163
	NAEHH_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex		102	267	265	267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	163
	W_N_LKA Bodenwert		102	267	265	267	262	258	162	236	267	267	267	245	245	245	163
	L_MED Median der Lichtzahl		101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245	245	162	162
	F_MED Median der Feuchtezahl		101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245	245	162	162
	N_MED Median der Stickstoffzahl		101	245	243	245	240	245	150	235	245	245	245	245	245	162	162
	ALTER Bestandesalter		102	163	162	163	161	163	163	163	163	163	163	162	162	162	163

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabelle 29: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Kendall

		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seehöhe	LN_NEIG ln(Neigung %)	ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makror Sinustransformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/ Deckschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	WASSH_OR Wasserhaushalts kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts kapazitätsindex	NAEHI_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezahl	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter	
Kendall's tau_b	Correlation Coefficient	LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]	1,000	-.095	-.262**	-.251**	-.111	-.232**	-.308**	-.098	-.224**	-.174*	-.218*	-.408**	-.216*	-.323**	-.435**	
		SEEHÖHE Seehöhe	-.095	1,000	-.197**	-.096*	-.041	-.146**	-.134*	-.173**	-.123**	-.140**	-.120**	-.301**	-.036	-.160**	-.056	
		LN_NEIG ln(Neigung %)	-.262**	-.197**	1,000	-.107*	-.040	-.229**	-.288**	-.012	-.118**	-.052	-.119**	-.099*	-.069	-.300**	-.199**	-.232*
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-.251**	-.096*	-.107*	1,000	-.028	-.066	-.120	-.155**	-.084	-.090	-.086	-.089	-.041	-.143*	-.135**	-.176**
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.111	-.041	-.040	-.028	1,000	-.028	-.001	-.159**	-.102*	-.081	-.100*	-.104*	-.181**	-.203**	-.236**	-.128**
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.232**	-.146**	-.229**	-.066	-.028	1,000	-.177**	-.014	-.262**	-.151**	-.264**	-.239**	-.308**	-.235**	-.295**	-.137**
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	-.308**	-.134*	-.288**	-.120	-.001	-.177**	1,000	-.198**	-.210**	-.070	-.211**	-.178**	-.056	-.246**	-.137**	-.193**
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.098	-.173**	-.012	-.155**	-.159**	-.014	-.198**	1,000	-.133**	-.121*	-.133**	-.131**	-.048	-.174**	-.175**	-.137**
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.224**	-.123**	-.118**	-.084	-.102*	-.262**	-.210**	-.133**	1,000	-.614**	-.092*	-.896**	-.253**	-.235**	-.194**	-.117**
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.174*	-.140**	-.052	-.090	-.081	-.151**	-.070	-.121**	-.614**	1,000	-.610**	-.721**	-.244**	-.175**	-.224**	-.108*
		NAEHI_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.223**	-.120**	-.119**	-.086	-.100*	-.264**	-.211**	-.133**	-.092*	-.610**	1,000	-.891**	-.248**	-.239**	-.193**	-.115**
		W_N_LKA Bodenwert	-.218*	-.135**	-.099**	-.089	-.104*	-.239**	-.178**	-.131**	-.896**	-.721**	-.891**	1,000	-.265**	-.230**	-.213**	-.120**
		L_MED Median der Lichtzahl	-.408**	-.304**	-.069	-.041	-.181**	-.308**	-.056	-.048	-.253**	-.244**	-.248**	-.265**	1,000	-.226**	-.477**	-.181**
		F_MED Median der Feuchtezahl	-.216*	-.036	-.300**	-.143*	-.203**	-.235**	-.246**	-.174**	-.235**	-.175**	-.239**	-.230**	-.226**	1,000	-.477**	-.116**
		N_MED Median der Stickstoffzahl	-.323**	-.160**	-.199**	-.135**	-.236**	-.295**	-.137**	-.175**	-.191**	-.224**	-.193**	-.213**	-.583**	-.477**	1,000	-.231**
		ALTER Bestandesalter	-.435**	-.056	-.232**	-.176**	-.128**	-.137**	-.193**	-.137**	-.108**	-.115**	-.120**	-.181**	-.116**	-.231**	1,000	
Sig. (2-tailed)		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]		1,000	-.000	-.001	-.137	-.001	-.002	-.204	-.001	-.010	-.001	-.000	-.007	-.000	-.000	
		SEEHÖHE Seehöhe	1,000		-.000	-.003	-.374	-.001	-.029	-.001	-.003	-.001	-.004	-.001	-.000	-.482	-.001	-.299
		LN_NEIG ln(Neigung %)	-.000	-.000	1,000	-.000	-.390	-.000	-.000	-.808	-.006	-.222	-.005	-.019	-.157	-.000	-.000	-.000
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-.001	-.037	-.000	1,000	-.581	-.196	-.079	-.096	-.070	-.054	-.065	-.056	-.439	-.011	-.010	-.003
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	-.137	-.374	-.037	-.581	1,000	-.580	-.993	-.004	-.028	-.084	-.031	-.024	-.001	-.000	-.000	-.030
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	-.001	-.001	-.000	-.196	-.580	1,000	-.007	-.795	-.000	-.061	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.016
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	-.002	-.029	-.000	-.079	-.993	-.007	1,000	-.006	-.001	-.257	-.001	-.004	-.419	-.001	-.044	-.014
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	-.204	-.001	-.808	-.006	-.004	-.007	-.006	1,000	-.008	-.016	-.008	-.009	-.386	-.003	-.001	-.023
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	-.001	-.003	-.006	-.070	-.028	-.000	-.001	-.008	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.028
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	-.010	-.001	-.222	-.054	-.084	-.001	-.257	-.016	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.043
		NAEHI_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	-.001	-.004	-.005	-.065	-.031	-.000	-.001	-.008	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.031
		W_N_LKA Bodenwert	-.001	-.001	-.019	-.056	-.024	-.000	-.004	-.009	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.000	-.024
		L_MED Median der Lichtzahl	-.009	-.000	-.157	-.439	-.001	-.000	-.419	-.386	-.000	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.000	-.002
		F_MED Median der Feuchtezahl	-.007	-.482	-.000	-.011	-.000	-.000	-.001	-.003	-.000	-.001	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000	-.065
		N_MED Median der Stickstoffzahl	-.000	-.001	-.000	-.010	-.000	-.000	-.044	-.001	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	-.000	1,000	-.000
		ALTER Bestandesalter	-.000	-.293	-.000	-.003	-.030	-.016	-.014	-.023	-.028	-.043	-.031	-.024	-.002	-.065	-.000	
rs		LO_HO150 Oberflächenbonität im Alter 150 [m]	267	102	102	102	102	102	63	102	102	102	102	101	101	101	102	
		SEEHÖHE Seehöhe	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		LN_NEIG ln(Neigung %)	102	265	267	265	262	254	161	236	265	265	265	265	243	243	243	162
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		MA_SINEX Makror Sinustransformation	102	262	262	262	262	251	160	233	262	262	262	262	240	240	240	161
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	102	256	254	256	251	267	161	236	256	258	258	256	245	245	245	163
		GE_LDOR1 Geologie Lockergestein/Deckschicht	63	162	161	162	160	161	267	149	162	162	162	156	156	156	100	
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humustypen	102	236	235	236	233	236	149	267	236	236	236	236	235	235	235	163
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		NAEHI_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		W_N_LKA Bodenwert	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	245	163
		L_MED Median der Lichtzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	245	162
		F_MED Median der Feuchtezahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	245	162
		N_MED Median der Stickstoffzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	245	245	245	162
		ALTER Bestandesalter	102	163	162	163	161	163	100	163	163	163	163	163	162	162	162	267

** Correlation is significant at the .01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed)

Tabelle 30: Korrelationsmatrix, Korrelationskoeffizienten nach Spearman

		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	SEEHÖHE Seeshöhe	LN_NEIG ln[Neigung %]	ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	MA_SINEX Makro Sinus- transformation	GRDK_MIN minimale Schlagbohrer- gründigkeit	GE_LDOR1 Geologie Lockungssein/ Deckschicht	HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	WASSH_OR Wasserhaushalts- kapazitätsindex	LUFTH_OR Lufthaushalts- kapazitäts- index	NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitäts- index	W_N_LKA Bodenwert	L_MED Median der Lichtzahl	F_MED Median der Feuchtezah	N_MED Median der Stickstoffzahl	ALTER Bestandesalter
Spearman's rho	Correlation Coefficient	LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	1,000	-.133	-.370**	-.332**	-.142	-.321**	-.493**	-.128	-.330**	-.257**	-.336**	-.329**	-.271**	-.427**	-.604**
		SEEHÖHE Seeshöhe	-.133	1,000	-.278**	-.125*	-.055	-.198**	-.177*	-.221**	-.178**	-.201**	-.176**	-.195**	-.092	-.214**	-.089
		LN_NEIG ln[Neigung %]	-.370**	-.278**	1,000	-.144*	-.053	-.304**	-.365**	-.018	-.169**	-.077	-.171**	-.145**	-.099	-.262**	-.330**
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	-.332**	-.125*	-.144*	1,000	0,33	0,80	0,38	0,82**	0,12	0,19	0,14	0,18	0,049	0,161**	-.235*
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	0,142	-.055	0,053	0,033	1,000	0,03	0,00	0,89**	0,18*	0,05	0,136*	0,138*	0,222**	0,230*	0,167*
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	0,321**	-.198**	0,304**	0,80	0,032	1,000	0,227**	0,17	0,352**	0,207**	0,354**	0,323**	0,377**	0,359**	0,190*
		GE_LDOR1 Geologie	0,493**	0,177*	0,365**	0,38	0,00	0,227**	1,000	0,223**	0,275**	0,091	0,277**	0,231**	0,068	0,282**	0,160*
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	0,128	-.221**	0,018	0,82**	0,189**	0,17	0,223**	1,000	0,173**	0,158*	0,174**	0,173**	0,056	0,193*	0,178**
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	0,333**	-.178**	-.159*	0,12	0,138*	0,352**	0,275**	0,173**	1,000	0,783**	0,999**	0,980**	0,339**	0,287**	0,176*
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	0,257**	-.201**	0,077	0,105	0,207**	0,091	0,158*	0,173**	0,783**	1,000	0,777**	0,882**	0,325**	0,217**	0,156*
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	0,336**	-.176**	0,171**	0,14	0,136*	0,354**	0,277**	0,174**	0,999**	0,777**	1,000	0,979**	0,332**	0,292**	0,173*
		W_N_LKA Bodenwert	0,329**	-.195**	0,145*	0,18	0,138*	0,323**	0,231**	0,173**	0,980**	0,882**	0,979**	1,000	0,355**	0,282**	0,183*
		L_MED Median der Lichtzahl	0,522**	0,399**	0,099	0,049	0,222**	0,177**	0,068	0,056	0,339**	0,325**	0,332**	1,000	0,385**	0,679**	0,249*
		F_MED Median der Feuchtezah	0,271**	0,042	0,366**	0,161*	0,210**	0,267**	0,282**	0,193**	0,287**	0,217**	0,292**	0,325**	1,000	0,533**	0,143
		N_MED Median der Stickstoffzahl	0,427**	0,214**	0,262**	0,164*	0,287**	0,359**	0,169*	0,205**	0,259**	0,295**	0,284**	0,679**	0,533**	1,000	0,305*
		ALTER Bestandesalter	0,604**	0,089	0,330**	0,235**	0,167**	0,190**	0,258**	0,178**	0,176**	0,155**	0,173**	0,240**	0,143	0,305**	1,000
Sig. (2-tailed)		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]		0,184	0,000	0,001	0,155	0,001	0,001	0,199	0,000	0,009	0,001	0,001	0,006	0,000	0,000
		SEEHÖHE Seeshöhe	0,184		0,000	0,041	0,373	0,001	0,024	0,001	0,003	0,001	0,004	0,001	0,000	0,001	0,259
		LN_NEIG ln[Neigung %]	0,000	0,000		0,019	0,395	0,000	0,000	0,787	0,006	0,210	0,005	0,019	0,000	0,000	0,000
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	0,001	0,041	0,019		0,590	0,202	0,079	0,006	0,067	0,053	0,063	0,054	0,012	0,010	0,003
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	0,155	0,373	0,395	0,590		0,611	0,399	0,004	0,026	0,089	0,027	0,025	0,001	0,000	0,034
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	0,001	0,001	0,000	0,202	0,611		0,004	0,791	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015
		GE_LDOR1 Geologie	0,001	0,024	0,000	0,079	0,399	0,004		0,006	0,000	0,252	0,000	0,001	0,416	0,000	0,010
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	0,199	0,001	0,787	0,005	0,004	0,753	0,006		0,004	0,015	0,007	0,008	0,393	0,003	0,023
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	0,000	0,003	0,006	0,067	0,026	0,000	0,000	0,008		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	0,009	0,001	0,210	0,053	0,089	0,001	0,252	0,015	0,000		0,000	0,000	0,001	0,000	0,048
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	0,001	0,004	0,005	0,063	0,027	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,028
		W_N_LKA Bodenwert	0,001	0,001	0,019	0,054	0,025	0,000	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,019
		L_MED Median der Lichtzahl	0,000	0,000	0,125	0,442	0,001	0,416	0,393	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,002
		F_MED Median der Feuchtezah	0,006	0,008	0,000	0,012	0,000	0,000	0,009	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000		0,070
		N_MED Median der Stickstoffzahl	0,009	0,001	0,000	0,010	0,000	0,000	0,035	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		ALTER Bestandesalter	0,000	0,259	0,000	0,003	0,034	0,015	0,010	0,023	0,024	0,048	0,028	0,019	0,002	0,000	0,000
N		LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]	267	102	102	102	102	63	102	102	102	102	102	102	101	101	102
		SEEHÖHE Seeshöhe	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	267	245	245	163
		LN_NEIG ln[Neigung %]	102	265	267	265	262	254	161	235	265	265	265	243	243	243	162
		ME_GF1OR Geländeform im Mesorelief	102	267	266	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		MA_SINEX Makro Sinustransformation	102	262	262	262	267	251	160	233	262	262	262	240	240	240	161
		GRDK_MIN minimale Schlagbohrergründigkeit	102	256	254	256	251	267	161	236	256	256	256	245	245	245	163
		GE_LDOR1 Geologie	63	162	161	162	160	161	267	149	162	162	162	156	156	156	100
		HUMTY_OR ordinalskalierte Humusypen	102	236	235	236	233	236	149	267	236	236	236	235	235	235	163
		WASSH_OR Wasserhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		LUFTH_OR Lufthaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		NAEH4_OR Nährstoffhaushaltskapazitätsindex	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		W_N_LKA Bodenwert	102	267	265	267	262	256	162	236	267	267	267	245	245	245	163
		L_MED Median der Lichtzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	267	245	162
		F_MED Median der Feuchtezah	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	267	245	162
		N_MED Median der Stickstoffzahl	101	245	243	245	240	245	156	235	245	245	245	245	267	245	162
		ALTER Bestandesalter	102	163	162	163	161	163	100	163	163	163	163	162	162	162	267

** Correlation is significant at the 01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 05 level (2-tailed).

Die **Seehöhe** [m] ist mit dem Logarithmus der Neigung negativ korreliert, da bei den bisher erhobenen Transekten ebene und mäßig geneigte Standorte hauptsächlich auf Plateaulagen vorgefunden wurden.

Im Mittel sind in höheren Lagen seichtgründigere Böden vorzufinden.

Daß sich mit zunehmender Seehöhe die Humusumsetzung verschlechtert zeigt die negative Korrelation der Seehöhe mit dem ordinalskalierten Auflagehumustyp (Rohhumus=1, Mull=5).

Die Seehöhe weist mit dem Median der Lichtzahl eine positive Korrelation auf. Eine deutlich höhere Lichtzahl wird durch einen geringeren Bestockungsgrad verursacht, der oft durch die Einschränkung der bestockbaren Fläche aufgrund eines höheren Felsanteiles verursacht wird.

Die **Geländeneigung** ist mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit negativ korreliert. Je steiler das Gelände um so seichtgründiger sind somit die Böden. Eine starke negative Korrelation weist die Geländeneigung mit dem Median der Feuchte- und Stickstoffzahl auf. Dies zeigt, daß in steileren Lagen meist trockener und nährstoffärmere Standorte anzutreffen sind.

Die **Geländeform** könnte jedoch auch Ursache dafür sein, daß günstigere klimatische Faktoren wie höhere Luftfeuchtigkeit oder Humus- und Nährstoffakkumulationen, die nicht quantitativ erhoben wurden, Einfluß auf das Waldwachstum ausüben.

Die ordinalskalierte **Geländeform** (Verlustlagen=1, ausgeglichene Lagen=3 und Akkumulationslagen=5) korreliert mit den anderen Variablen relativ gering. Die **Geländeform** könnte jedoch die Ursache dafür sein, daß günstigere klimatische Faktoren wie höhere Luftfeuchtigkeit oder Humus- und Nährstoffakkumulationen, die nicht quantitativ erhoben wurden, Einfluß auf das Waldwachstum ausüben

Die **Exposition** über eine Sinustransformation ausgedrückt und bewertet (NE=günstig,...SW=ungünstig) weist ebenfalls nur geringe Korrelationskoeffizienten auf. Die positive Korrelation mit den ordinalskalierten Humustypen deutet auf eine bessere Humusumsetzung in günstigeren Lagen hin.

Die größten Korrelationen bestehen zu den Zeigerwerten der Bodenvegetation. Dabei weist der Median der Lichtzahl eine negative Korrelation auf, was bedeutet, daß die Bodenvegetation begünstigten Schattlagen eine niedrigere Lichtzahl anzeigt.

Da die **Gründigkeit** bei der Bewertung des Wasser-, Nährstoff- und Luftkapazitätsindex eine entscheidende Rolle spielt, kann auch die hohe Korrelation dieser Variablen erklärt werden.

Die unterschiedliche Verwitterungsfähigkeit der bodenbildenden Materialien spielt für Nährstoffnachlieferung und -speicherung eine entscheidende Rolle. Bei diesen Erhebungen wird dies durch die **Geologie** von Lockergestein/Deckschicht zum Ausdruck gebracht. Die besseren Wasserhaushaltsverhältnisse des Braunlehms verglichen mit den Rendzinen werden einerseits durch die **Geologie** von Lockergestein/Deckschicht dokumentiert und andererseits durch den errechneten Bodenkapazitätsindex zum Ausdruck gebracht. Dadurch kann die hohe Korrelation dieser beiden Parameter erklärt werden.

Der ordinalskalierte **Humustyp** korreliert nur gering mit den anderen Variablen, ausgenommen die vorhin erwähnte Abhängigkeit von der Seehöhe.

Der **Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex** und somit der **Bodenwert** sind stark interkorreliert. Aus diesem Grund wird der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für diese 4 Bodenparameter für die Berechnungen herangezogen, da ein günstiger Wasserhaushalt meist gleichzeitig einen guten Nährstoffhaushalt implementiert. Da stark staunasse Böden als sehr ungünstig bewertet wurden, fallen die Korrelationen zwischen Wasser- und Luftkapazitätsindex etwas geringer aus.

Es besteht aber auch eine starke Korrelation zu den Zeigerwerten der Bodenvegetation. Der Median der Lichtzahl ist mit dem Wasserkapazitätsindex negativ korreliert, Median der Feuchtezahl und Stickstoffzahl weisen dagegen positive Korrelationen auf.

Allgemein dürften die Zeigerwerte den Mosaikcharakter einige Standorte besser dokumentieren als dies durch die Ansprache der Bodenparameter anhand eines Spateneinstiches bewerkstelligt werden kann.

Eine hohe **Lichtzahl** steht meist für ungünstige Standortverhältnisse und ist stark negativ interkorreliert mit der Stickstoffzahl und etwas schwächer negativer mit der Feuchtezahl. Die **Feuchtezahl** ihrerseits korreliert stark positiv mit der Stickstoffzahl.

Das **Bestandesalter** weist mit der Oberhöhenbonität den größten negativen Korrelationskoeffizienten auf. In steileren und somit unwirtschaftlichen Lagen sind durchwegs ältere Bestände anzutreffen, wie dies durch den hohen Korrelationskoeffizienten zwischen diesen beiden Parametern zum Ausdruck kommt. Daß ältere Bestände eine geringeren Bestockungsgrad und somit eine höhere Lichtzahl aufweisen und meist auf trockenen und nährstoffärmeren Standorte stocken, ist anhand der Korrelationskoeffizienten mit den Vegetationszeigerwerte zu erkennen.

4.2. Einfluß der unabhängigen Variablen

Um den Einfluß der Standortseigenschaften auf das Waldwachstum zu dokumentieren, wurden jene standorts-, boden- und vegetationskundlichen Parameter, die im Kapitel Datentransformation angeführt wurden, herangezogen. Das Waldwachstum wird durch die Oberhöhenbonität im Alter 150 zum Ausdruck gebracht. Nochmals sei erwähnt, daß die Analysen nur auf jenen Inventurpunkten durchgeführt wurden, wo die Baumart Fichte als die dominante Baumart anzusehen war. Zur Illustration dieser Beziehungen der einzelnen Parameter zum Waldwachstum und zu anderen standorts- oder vegetationskundlichen Kenngrößen wurden verschiedene Testverfahren und Darstellungen im Programm SPSS for Windows durchgeführt.

4.2.1. Standortsparemeter

4.2.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

4.2.1.1.1. Seehöhe

Die Abhängigkeit der Oberhöhenbonität von der Seehöhe konnte mittels einer einfachen Regressionsanalyse nicht nachgewiesen werden. Für die in Abbildung 11 dargestellte Ausgleichskurve wurden im „SPSS for Windows“ die Funktionswerte als gewichtetes Mittel benachbarter Y-Werte berechnet (Option „Lowess“). Die Streuung der Seehöhe ist dabei so groß, daß theoretisch auf jeder Seehöhe jede Oberhöhenbonität möglich ist.

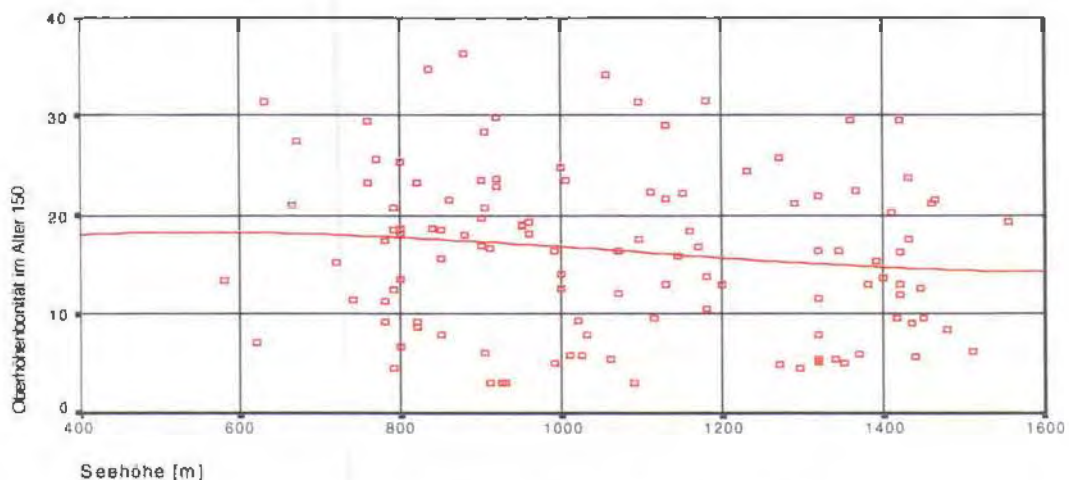


Abbildung 11: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit von der Seehöhe

Es besteht somit kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Kenngrößen. Auch die Ausscheidung von Höhenstufen, die den regional- und lokalklimatischen Verhältnissen besser Rechnung tragen sollte, brachten keine befriedigenden Ergebnisse.

4.2.1.1.2. Geländeneigung

Wie aus einer Regressionsanalyse hervorging erklärt die Geländeneigung in %-Werten - erhoben im Makrorelief (MA_NEIG) - nur einen geringen Teil der Varianz der Oberhöhenbonität im Alter 150 (LO_HO150). Die Tabelle 31 zeigt dieses Ergebnis aus der linearen Regressionsanalyse, die mit dem „SPSS for Windows“ durchgeführt wurde. Das Bestimmtheitsmaß findet sich unter der Bezeichnung „R Square“. Damit läßt sich zeigen, daß etwa 9 % der Variabilität der Oberhöhenbonität durch die Hangneigung (%-Wert) erklärt werden kann. Die Größe R ist der Korrelationskoeffizient (Wurzel aus R Square). „Adjusted R Square“ beschreibt das korrigierte Bestimmtheitsmaß r^2_{Korr} . Bei dem „Std. Error of the Estimate“ handelt es sich um einen Schätzer für die Standardabweichung der Residuen in der Grundgesamtheit (Norusis, 1993). Damit kann die Oberhöhenbonität mittels der Hangneigung auf +/- 7,39 m genau geschätzt werden.

Tabelle 31: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit der Geländeneigung in %-Werten

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	MA_NEIG ^{c,d}	.	,295	,087	,078	7,3921

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), MA_NEIG

d. All requested variables entered.

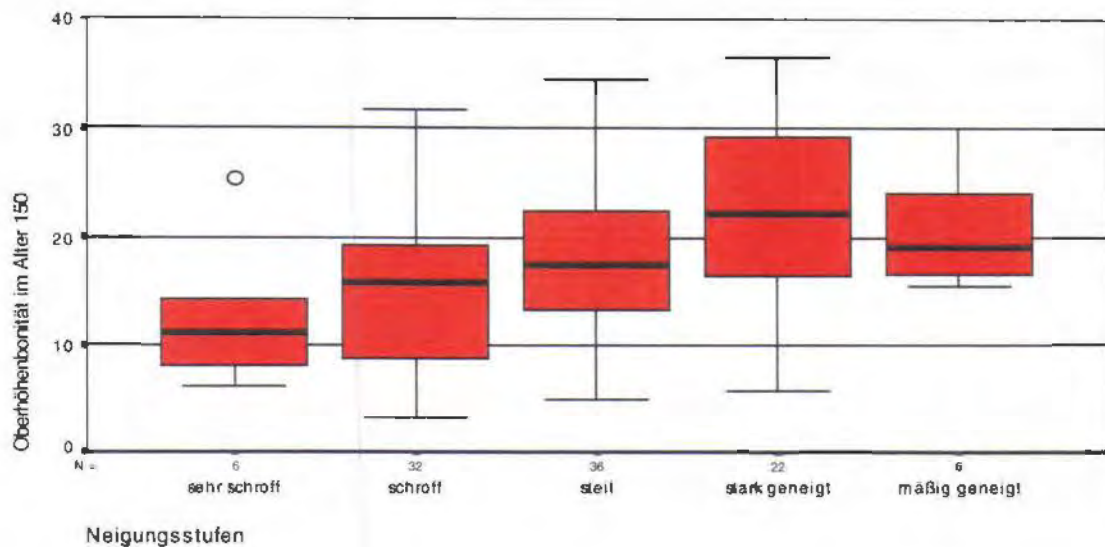
Zusätzlich erfolgte eine Einteilung der Geländeneigung in 6 Stufen. Diesen 6 Neigungsstufen im Makrorelief wurde ein Ordinalwert (MA_NEIOR) zugeordnet. Diese Kenngröße stellt einen signifikanten Zusammenhang zur Oberhöhenbonität dar und erklärt für sich alleine betrachtet ca. 14 % der Varianz. Die ordinalskalierte Geländeneigung kann somit einen höheren Erklärungsbeitrag als die in %-Werten angegebene Geländeneigung liefern.

In der Abbildung 12 bzw. in der Tabelle 32 wird der Zusammenhang zwischen den Neigungsstufen im Makrorelief und der Oberhöhenbonität im Alter 150 dargestellt. Daraus läßt sich erkennen, daß die Oberhöhenbonität von „stark geneigt“ bis „sehr schroff“ abnimmt. Bei mäßig geneigten Hängen gibt es eine leichte Abnahme gegenüber stark geneigten. Ein signifikanter Mittelwertsunterschied konnte nur zwischen den Neigungsstufen „stark geneigt“ und „schröff“ bzw. "sehr schroff" festgestellt werden. Diese Erkenntnis konnte aus einem Scheffé-Test mit einem Signifikanzniveau von 0,05 gewonnen werden. Mittelwertsunterschiede werden dabei durch die Angabe unterschiedlicher Buchstaben zum Ausdruck gebracht.

Tabelle 32: Mittelwertsvergleich der Neigungsstufen

Ordinalwert	Neigungsstufe	Neigung [%]	Mittelwert der Oberhöhenbonität [m]	Scheffé
1	eben	0 - 5	/	/
2	mäßig geneigt	6 - 20	20,7	ab
3	stark geneigt	21 - 40	22,6	a
4	steil	41 - 60	17,2	ab
5	schröff	61 - 100	14,9	b
6	sehr schroff	100 <	12,7	b

Abbildung 12: Neigungstufen in Abhängigkeit zur Oberhöhenbonität



Da die Bereiche der einzelnen Neigungstufen einer logarithmischen Verteilung sehr ähnlich sind, wird als letzter Schritt der Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität und dem \ln [Neigung %] untersucht. Dabei zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang und es konnte 10.4 % der Varianz der Oberhöhenbonität erklärt werden (siehe Tabelle 33). Obwohl nun der Erklärungsbeitrag gegenüber der Einteilung der Geländeneigung in Neigungstufen etwas geringer ist, wird der \ln [Neigung %] in die multiple Regressionsanalyse einbezogen.

Tabelle 33: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem \ln [Neigung %]

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	LN_NEIG ^{c,d}	.	,323	,104	,095	7,3358

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), LN_NEIG

d. All requested variables entered.

4.2.1.1.3. Geländeform

Die ausgeschiedenen Geländeformen des Mesoreliefs erfuhren eine Beurteilung in Hinblick auf Akkumulations-, Intermediär- und Verlustlagen. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität und den ordinalskalierten Geländeformen nachgewiesen werden.

Ein multipler Mittelwertsvergleich in Form eines Scheffé-Testes zeigte, daß sich die Akkumulationslagen von den Verlustlagen signifikant unterscheiden. In Tabelle 34 sind die Bezeichnung der ordinalskalierten Geländeformen im Mesorelief, die Anzahl der jeweiligen Probeflächen, die mittlere Oberhöhenbonität im Alter 150 sowie die Ergebnisse der Scheffé-Tests dargestellt. Eine Regressionsgerade mit der ordinalskalierten Geländeform erklärt etwa 12 % der Varianz der Oberhöhenbonität.

Tabelle 34: Mittelwertsvergleich der ordinalskalierten Geländeformen

Ordinalwert	Geländeformen im Mesorelief	Anzahl	mittlere Oberhöhenbonität	Scheffé
1	Riedel Kuppe Rücken Nase Doline ohne Braunlehm	20	13,5	a
2	Oberhang Geländekante Rippe Hangversteilung Kar	19	17,2	ab
3	Mittelhang Schlucht Platte	43	17,9	ab
4	Ebene Verflachung Hangverflachung Hochtal Sattel	9	19,0	ab
5	Talboden Graben Unterhang Doline mit Braunlehm	11	24,9	b

4.2.1.1.4. Exposition

Mittels einer Sinustransformation wurde versucht, die Abhängigkeit der Exposition auf das Waldwachstum darzustellen. Es konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Es zeigte sich zwar, daß die Exposition NO die höchsten und SW die niedrigsten Oberhöhenbonitäten aufwiesen, jedoch konnte diese unterschiedliche Wuchsleistung in dieser Untersuchung nicht statistisch abgesichert werden (siehe Abbildung 13).

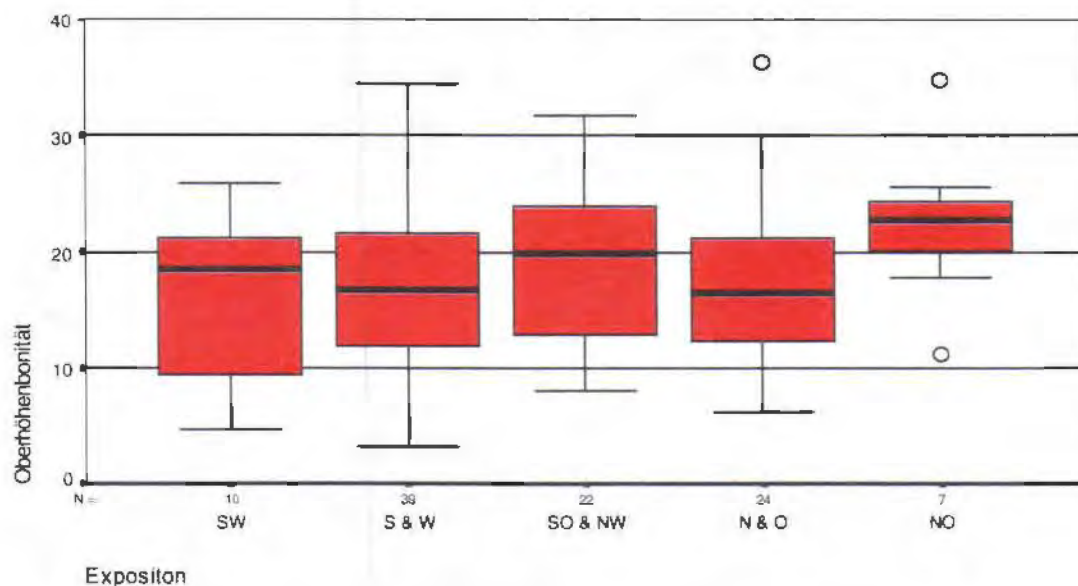


Abbildung 13: Boxplots der Oberhöhenbonität der transformierten Expositionen

Es wurde auch versucht, der Einfluß der Exposition im Zusammenhang mit der Hangneigung zu berechnen. Dadurch würde erreicht, daß der Einfluß der Exposition auf das Waldwachstum bei zunehmender Hangneigung verstärkt wird. Jedoch ergab auch diese Annahme kein brauchbares Ergebnis.

Ebenso wenig signifikante Zusammenhänge lieferte die Analyse der Exposition in Abhängigkeit der Höhenlage, bei der versucht wurde, dem Wechsel der Gunstlagen von NO auf SW bei zunehmender Seehöhe gerecht zu werden.

Deshalb konnte die Exposition in keiner Form in das multiple Regressionsmodell aufgenommen werden.

4.2.1.1.5. Gründigkeit

Bei drei verschiedenen Größenangaben der Schlagbohrergründigkeit zeigte nur die minimale Gründigkeit einen signifikanten Zusammenhang mit Waldwachstum. Es konnten mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit alleine ca. 11 % der Varianz der Oberhöhenbonität erklärt werden. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 14 aufgezeigt. Der Maximal- und der Medianwert der Schlagbohrergründigkeit hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Oberhöhenbonität. Da zur Quantifizierung der Bodenparameter auch die Schlagbohrergründigkeit herangezogen wurde, ist eine starke Interkorrelation zwischen der Gründigkeit und den Bodenkapazitätsindexen vorhanden.

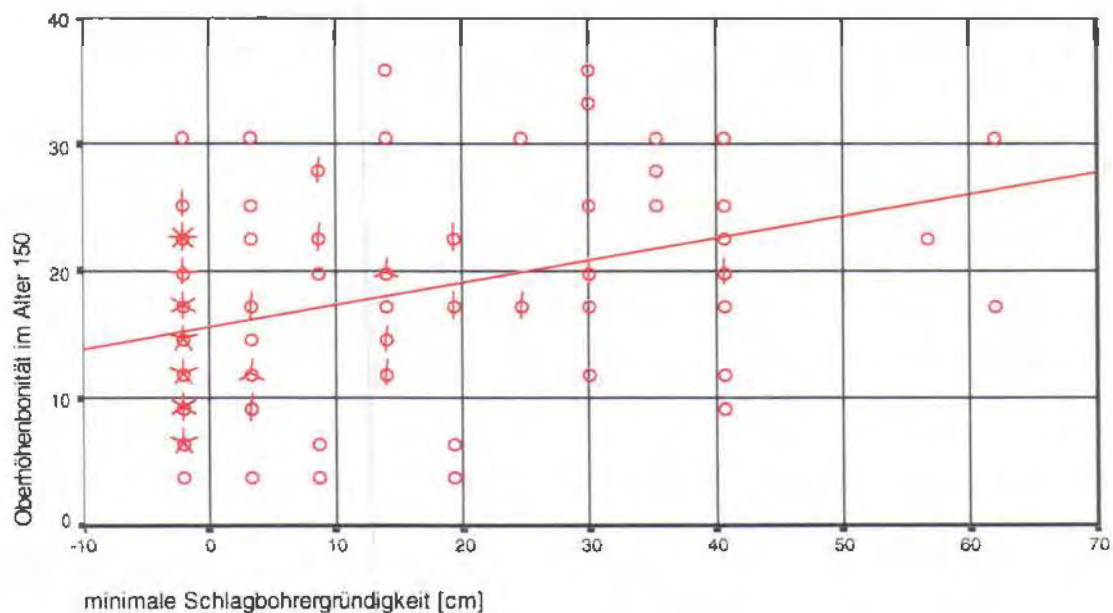


Abbildung 14: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit von der minimalen Schlagbohrergründigkeit

4.2.1.2. Geologie

Die Geologie des Grundgebirges eingeteilt in Verwitterungsfähigkeit und Nachlieferungsvermögen von Nährstoffen zeigten keine Einfluß auf das Waldwachstum. Sehr wohl konnte ein Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität im Alter 150 (LO_HO150) und der Geologie Deckschicht/Lockergestein (GE_LDOR1), die ebenfalls als ordinalskalierte Kenngrößen ausgewiesen wurden, nachgewiesen werden. Es zeigte sich, daß auf jenen Probestflächen, auf denen Braunlehm als Deckschicht vorkommt, ein signifikant besseres Waldwachstum festzustellen ist. Dies wird in Tabelle 35 dargestellt. Hierbei ist ersichtlich, daß sich die Geologie Lockergestein/Deckschicht 2 (Kalk) von der Geologie Lockergestein/Deckschicht 5 (Braunlehm) nicht signifikant unterscheidet. Zwischen Geologie Lockergestein/Deckschicht 5 (Braunlehm) und Geologie Lockergestein/Deckschicht 1 (Dolomit) konnte sehrwohl ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Da jedoch die Geologie Lockergestein/Deckschicht nicht auf allen Punkten erhoben wurde, kann diese Kenngröße nicht in die multiple Regressionsanalyse aufgenommen werden.

Der Einfluß des Braunlehms, der auf Kalkböden eine große Bedeutung für das Waldwachstum darstellt, geht statt dessen bei der Ermittlung des „Bodenwertes“ indirekt in die multiple Regressionsanalyse ein.

Tabelle 35: Mittelwertsvergleich der Geologie Lockergestein/Deckschicht

Ordinalwert	Geologie von Lockergestein/Deckschicht	Anzahl	Mittelwerte Oberhöhenbonität [m]	Schefé
1	Dolomit	10	15,2	a
2	Kalk	28	13,2	ab
5	Braunlehm	25	21,2	b

4.2.1.3. Humustypen

Anhand der Abbildung 15 ist zu erkennen, daß die Oberhöhenbonität in Richtung der Mullhumustypen zunimmt. Mittels Schefé-Test konnte jedoch aufgrund der großen Streuung kein signifikanter Einfluß der ordinalskalierten Humusform auf die Oberhöhenbonität im Alter 150 des vorliegenden Kollektivs aufgezeigt werden. Somit finden die ordinalskalierten Humustypen keine Anwendung in der multiplen Regressionsanalyse.

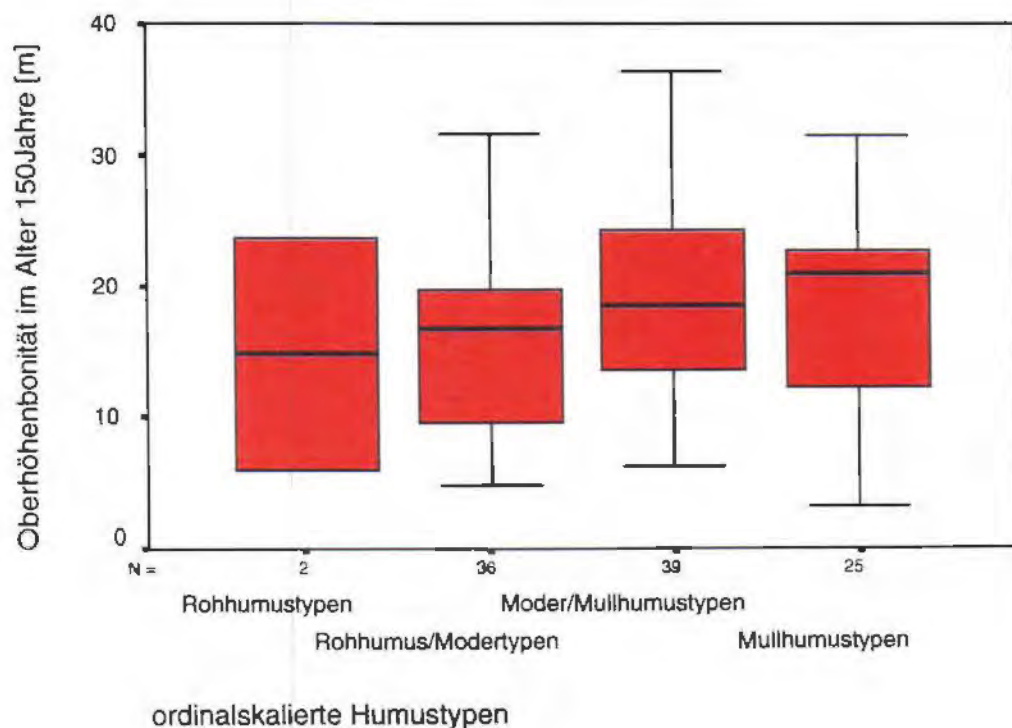


Abbildung 15: Boxplots der Oberhöhenbonität der ordinalskalierten Humustypen

4.2.1.4. Bodentypen

Der aus dem Wasser- ,Nährstoff- und Luftkapazitätsindex ermittelte „Bodenwert“ zeigt mit der Oberhöhenbonität im Alter 150 höchst signifikante Zusammenhänge. Es lassen sich, wie in Tabelle 36 ersichtlich, etwa 9 % der Variation der Oberhöhenbonität mit diesem „Bodenwert“ erklären. Der „Bodenwert“ ist die Summe aus den Wasser- Nährstoff- und Luftkapazitätswerten der einzelnen Bodenparameter und wird daher mit W_N_LKA bezeichnet.

Tabelle 36: Regressionsanalyse des „Bodenwertes“

Model Summary ^{a,b}

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	W_N_LKA ^{c,d}	.	,296	,088	,078	7,4106

a. Dependent Variable: LO_HO150

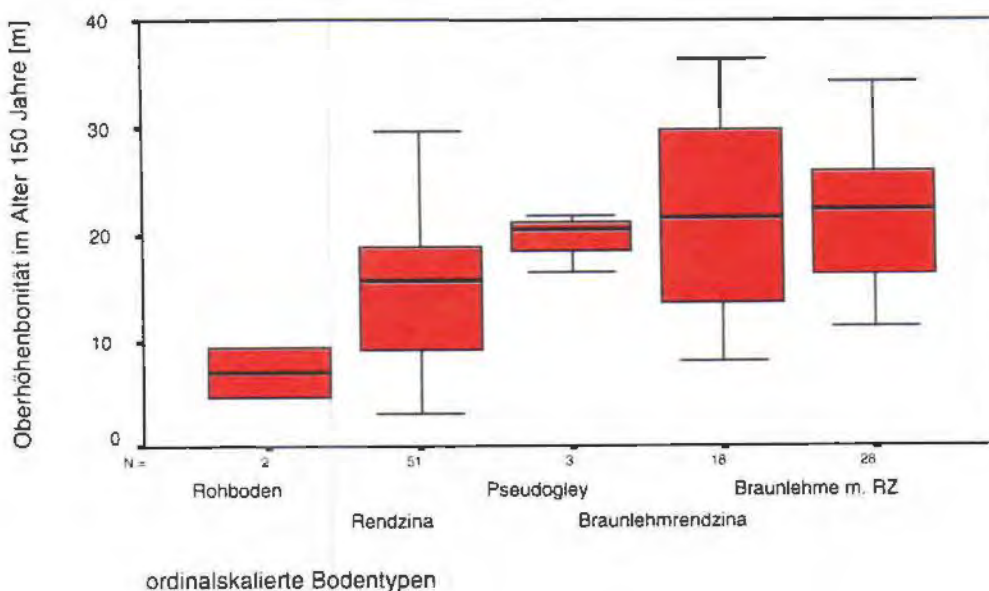
b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), W_N_LKA

d. All requested variables entered.

Zusätzlich wurden die ausgeschieden Bodentypen in bezug auf den „Bodenwert“ in 5 Klassen eingestuft. Die Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang von Oberhöhenbonität und „ordinalskalierten Bodentypen“.

Abbildung 16: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit der ordinalskalierten Bodentypen



Aus der vorangegangenen Graphik läßt sich erkennen, daß der Braunlehm einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Höhenentwicklung darstellt.

Nach einem Scheffé Mittelwertstest unterscheidet sich die Oberhöhenbonität auf Standorten mit Braunlehmeinfluß signifikant von Rendzinastandorten. Der Bonitätsunterschied beträgt etwa 6,5 m. Der Unterschied zwischen Rohböden und braunlehmdominierten Böden beträgt 14 m konnte jedoch aufgrund der geringen Anzahl nicht abgesichert werden.. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37: Mittelwertsvergleich der klassifizierten Bodentypen

Ordinalwert	Bodentypen	Anzahl	Mittelwert Oberhöhenbonität	Scheffé
1	Rohböden	2	7,1	a
2	Rendzina	51	14,5	a
3	Pseudogleye	3	19,5	ab
4	Braunlehmrendzina	17	21,1	b
5	Braunlehme mit Rendzina	28	21,7	b

Da die drei Bodenkapazitätsindizes wie aus einer Korrelationsanalyse hervorgeht stark interkorreliert sind, wird zur Charakterisierung der einzelnen Bodenparameter nur noch der Wasserhaushalt herangezogen. Tabelle 38 zeigt die Interkorrelationen zwischen dem Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex.

Tabelle 38: Korrelationsmatrix der Bodenkapazitätsindizes

		Correlations		
		WASSH_OR	LUFTH_OR	NAEHH_OR
Pearson Correlation	WASSH_OR	1,000	,880**	1,000*
	LUFTH_OR	,880**	1,000	,879*
	NAEHH_OR	1,000**	,879**	1,000
Sig. (2-tailed)	WASSH_OR	,	,000	,000
	LUFTH_OR	,000	,	,000
	NAEHH_OR	,000	,000	,
N	WASSH_OR	267	267	267
	LUFTH_OR	267	267	267
	NAEHH_OR	267	267	267

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Wie aus Tabelle 39 hervorgeht, kann mit dem Wasserkapazitätsindex 10,4 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Aus diesem Grund kommt der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für die bewertenden Bodenparameter auch in den multiplen linearen Regressionsmodellen zur Anwendung.

Tabelle 39: Regressionsanalyse vom Wasserkapazitätsindex

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	WASSH_OR ^c	.	,322	,104	,095	7,3384

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), WASSH_OR

d. All requested variables entered.

4.2.2. Biometrische Kenngrößen

4.2.2.1. Bestandesalter

Das Bestandesalter erklärt gesondert betrachtet etwa 39 % der Variabilität der Oberhöhenbonität und liefert somit den höchsten Erklärungsbeitrag aller unabhängigen Variablen (siehe Tabelle 40).

Tabelle 40: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem Bestandesalter

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	ALTER ^{c,d}	.	.624	.390	.384	6,0612

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), ALTER

d. All requested variables entered.

Es wird nun geprüft, ob das Bestandesalter mit Standortparametern korreliert. Zunächst wird angenommen, daß das Bestandesalter von der Seehöhe abhängig ist, da allgemein bei zunehmender Seehöhe das Alter der Bestände zunimmt. Wie aus Abbildung 17 ersichtlich ist, zeigt sich ein Trend, der diese Hypothese zu bestätigen scheint. Die Zusammenhänge waren jedoch nicht singnifikant.

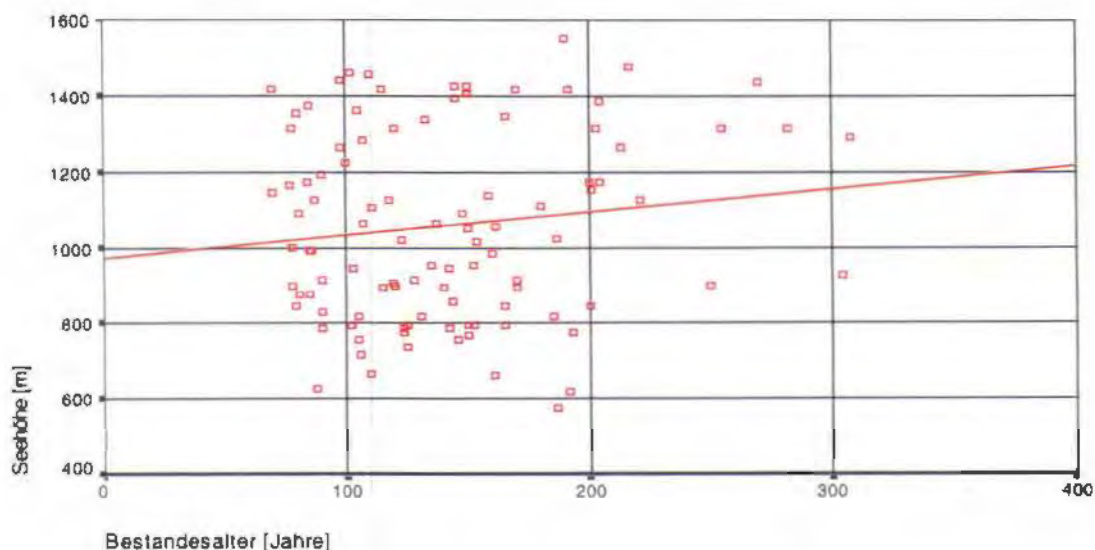


Abbildung 17: Die Seehöhe [m] in Abhängigkeit des Bestandesalters [Jahre]

Weiters wurde mittels multipler Regressionsanalyse versucht andere Parameter zu finden, die eine Erklärung für das Bestandesalter darstellen. Es zeigte sich, daß ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und dem Median der Feuchte- und Temperaturzeigerwerte besteht, der 19 % der Variabilität des Alters erklärt. Da die partiellen Regressionskoeffizienten negativ sind, nehmen somit die Temperatur- und die Feuchtwerte der Vegetation mit zunehmenden Alter ab. Dies resultiert wahrscheinlich daraus, daß die älteren Bestände meist auf trocken Rendzinastandorten im Bereich der hochmontanen bis subalpinen Höhenstufe vorzufinden sind.

4.2.3. Vegetationskundliche Kenngrößen

4.2.3.1. Lichtzahl

Nach Ellenberg et al. (1991) beschreibt die Lichtzahl den Bereich des Vorkommens einer Art im Gefälle der relativen Beleuchtungsstärke. Eine hohe mittlere Lichtzahl eines Standortes bedeutet, daß viel Licht bis auf den Boden bzw. zur Krautschicht dringt und somit auch lichtbedürftige Arten zu gedeihen vermögen. Der Median der Lichtzahl liefert einen sehr hohen Erklärungsbeitrag für die abhängige Variable Oberhöhenbonität. Das Bestimmtheitsmaß beträgt wie in Tabelle 41 ersichtlich 0,28.

Tabelle 41: Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität mit dem Median der Lichtzahl

Model Summary ^{a,b}						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	L_MED ^{c,d}	.	.529	.280	.273	6,6116

a. Dependent Variable: LO_HO150

b. Method: Enter

c. Independent Variables: (Constant), L_MED

d. All requested variables entered.

In Abbildung 18 ist die Oberhöhenbonität über den Median der Lichtzahl je Probeflächen aufgetragen. Mit höherer Lichtzahl und somit größerem Lichtgenuß für die Krautschicht nimmt die durchschnittliche Oberhöhenbonität der Probefläche ab.

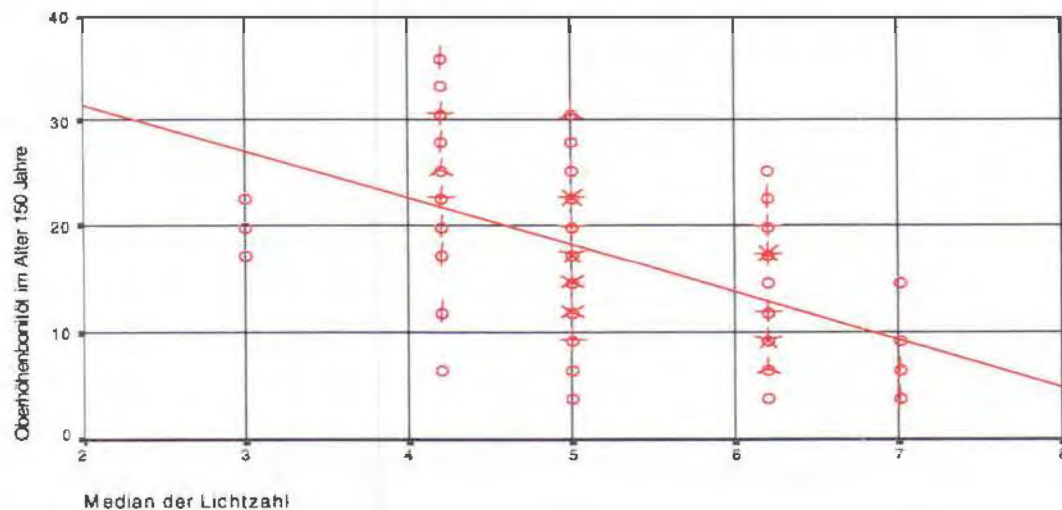


Abbildung 18: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit des Median der Lichtzahl

Da die Lichtzahl jedoch von sehr vielen Faktoren abhängt, steht sie zum Teil stellvertretend für andere Parameter. Dabei überlagern sich neben lokalen Klimafaktoren und möglicher Horizontüberhöhung, auch der Einfluß der Exposition, die Abhängigkeit der Seehöhe und jene des Stand Density Index (gilt als Maß für die Bestandesdichte). Es lassen sich durch diese drei Kenngrößen 35 % der Variabilität des Medians der Lichtzahl erklären. Abbildung 19 zeigt den Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Exposition, die etwa 6 % der Variabilität erklärt. Hierfür wurden nur jene Inventurpunkte herangezogen, auf denen auch die Oberhöhenbonität der Fichte ermittelt wurde.

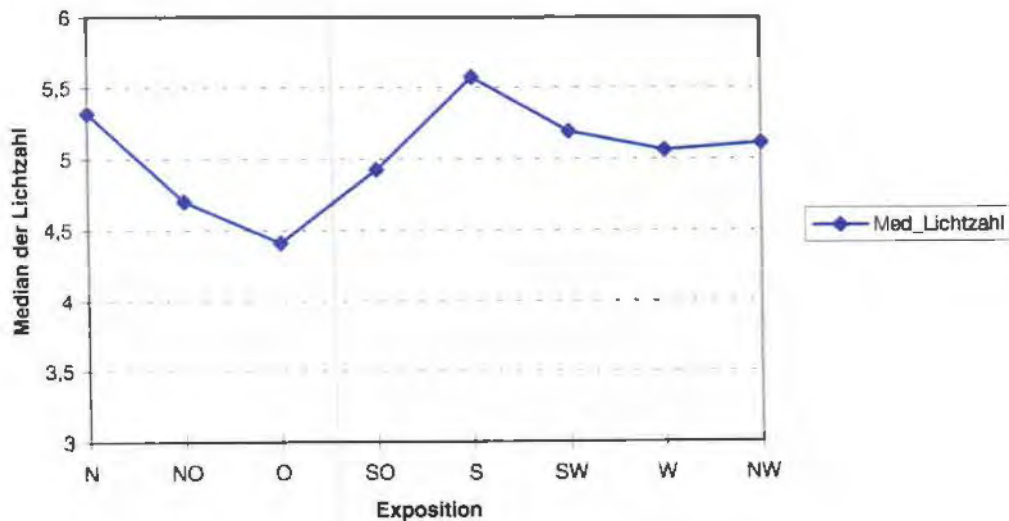


Abbildung 19: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Exposition

Die Abhängigkeit der Lichtzahl von der Seehöhe, die nur etwa 4 % der Variabilität erklärt, wird in Abbildung 20 dargestellt. Es ist eine signifikante Zunahme der Lichtzahl mit der Seehöhe festzustellen. Es kamen nur Inventurpunkte, auf denen eine Oberhöhenbonität der Baumart Fichte ermittelt wurde, zur Anwendung.

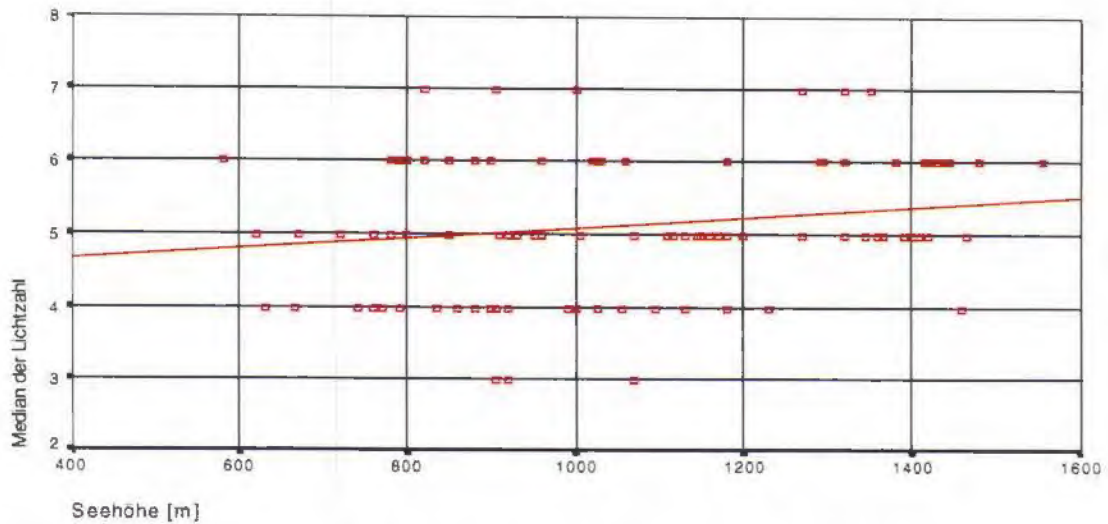


Abbildung 20: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit von der Seehöhe

Den größten Erklärungsbeitrag für den Median der Lichtzahl liefert das Bestandesdichtemaß in Form des Stand Density Index (SDI), der weitgehend unabhängig von Bonität und Alter ist. Eine lineare Regression zwischen Median der Lichtzahl und dem SDI ist höchst signifikant und weist ein r^2 von 0,27 auf. Obwohl die Lichtzahl sehr stark von diesem Bestandesdichtemaß abhängt, wird sie dennoch im Regressionsmodell belassen. Abbildung 21 verdeutlicht diesen Zusammenhang und läßt erkennen, daß die Lichtzahl mit zunehmendem SDI-Wert abnimmt.

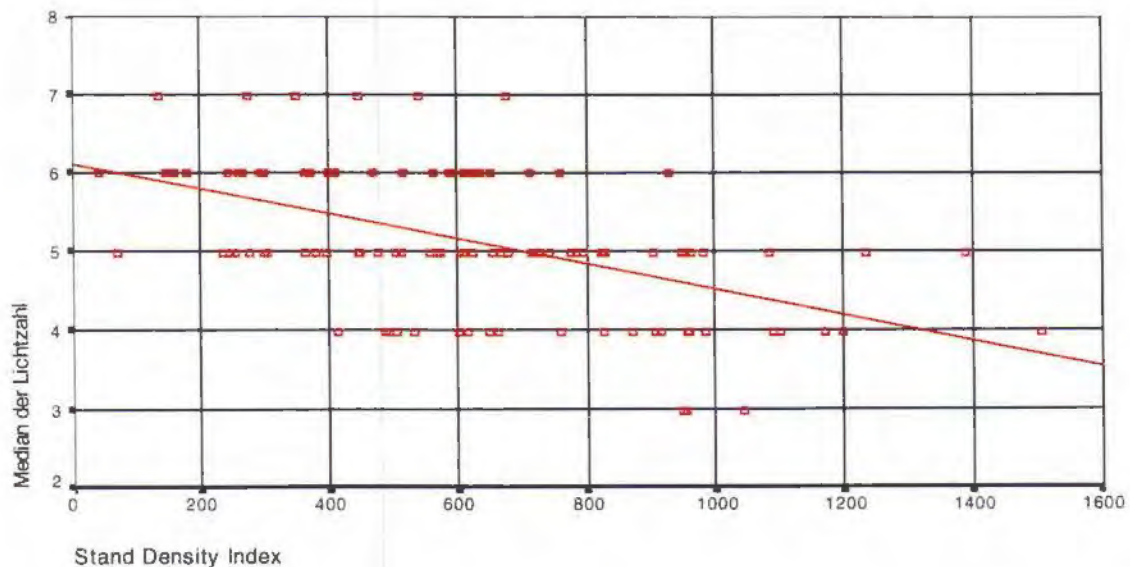


Abbildung 21: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit vom Stand Density Index

4.3. Multiple lineare Regressionsmodelle

Mit dem SPSS-Programm wurde versucht, eine lineare multiple Regressionsfunktion zu errechnen, die die Abhängigkeit waldwachstumskundlicher Kenngrößen von mehreren Standortparametern erklärt. Die **Oberhöhenbonität im Alter 150** zeigte bei allen Regressionsansätzen die stärksten Zusammenhänge und kam deshalb als Weiser für das Waldwachstum zur Anwendung. Mit den vielen standorts- vegetationskundlichen Parametern die als unabhängige Variable in die Regressionsgleichung Eingang finden können, ließen sich unzählige Modelle errechnen. Es wurde nun versucht, aus der beträchtlichen Anzahl der möglichen Kombinationen jene unabhängigen Variablen herauszufinden, die den höchsten multiplen Korrelationskoeffizienten ergaben.

4.3.1. Modell mit Boden- und Standortparametern

In diesem Modell kommen nur Standortparameter zur Anwendung, die bereits im vorangegangenen Kapitel auf Zusammenhänge in Hinblick auf das Waldwachstum untersucht wurden.. Dazu wurden im SPSS für Windows mit der Anweisung STEPWISE sämtliche dieser „eentlichen“ Standortparameter einer Regressionsanalyse unterzogen. Dabei zeigte sich, daß nur die ordinalskalierte Geländeform im Mesorelief, der Wasserkapazitätsindex, der Logarithmus der Neigung [$\ln(\text{Neigung } \%)$], und die Seehöhe in das multiple lineare Regressionsmodell einging (Tabelle 42). Die minimale Schlagbohrergründigkeit wurde trotz Signifikanz aus dem Modell entfernt. Die Gündigkeit wird durch den Wasserkapazitätsindex zu Ausdruck gebracht. Somit können mit den „eentlichen“ Standortparametern 36 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden.

Tabelle 42: Multiple lineare Regressionsanalyse der Standortparameter

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Geländeform im Mesorelief	.	.382	.146	.138	7,1693
2	minimale Schlagbohrergründigkeit	.	.482	.232	.216	6,8342
3	Wasserkapazitätsindex	.	.524	.275	.252	6,6746
4	$\ln(\text{Neigung } \%)$	.	.558	.311	.282	6,5398
5	Seehöhe	.	.609	.371	.337	6,2844
6	minimale Schlagbohrergründigkeit	.	.599	.359	.333	6,3074

Die Regressionsgleichung für dieses Modell lautet:

$$Y = 36,76 + 1,85 \cdot \text{Geländeform im Mesorelief} + 3,26 \cdot \text{Wasserkapazitätsindex} - 5,89 \cdot \ln[\text{Neigung } \%] - 0,09 \cdot \text{Seehöhe}$$

4.3.2. Modell mit Boden-, Standort- und Vegetationsparametern

Zur Verbesserung des Modells wird nun auch die Vegetation in Form der Zeigerwerte einbezogen. Damit können die mosaikartigen und oft recht heterogenen Standorte besser dokumentiert werden, als mit den einzelnen Bodenuntersuchungen, die sich oft nur auf einen Spateneinstich beschränken. Gleichzeitig können mit Einbeziehung der Vegetation lokalklimatische Faktoren (Luftfeuchte, extreme Beschattung, Untersonnung,...) besser dokumentiert und somit charakterisiert werden. Hier wurde ebenfalls mit dem SPSS-für Windows unter der Anweisung STEPWISE eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Aus den Mittelwerten und den Medianen aller Zeigerwerte, brachte nur der Median der Lichtzahl eine Verbesserung des Modells. Das Ergebnis dieser Analyse ist in Tabelle 43 dargestellt. Es können mit diesen Standorts- und Vegetationsparametern 47 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden.

Tabelle 43: Multiple lineare Regressionsanalyse mit Standorts- und Vegetationsparameter

Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Median der Lichtzahl	.	.534	.285	.278	6,5839
2	Geländeform im Mesorelief	.	.593	.352	.339	6,2999
3	ln[Neigung %]	.	.634	.402	.384	6,0827
4	Wasserhaushaltskapazitätsindex	.	.668	.446	.423	5,8833
5	Seehöhe	.	.687	.472	.444	5,7755

Die Regressionsgleichung von diesem Modell lautet:

$$Y = 46,00 - 3,02 * \text{Median der Lichtzahl} + 1,44 * \text{Geländeform im Mesorelief} - 4,56 * \ln[\text{Neigung \%}] + 2,72 * \text{Wasserkapazitätsindex}$$

4.3.3. Gesamtmodell

Als letzter Schritt wird nun das Bestandesalter in das Regressionsmodell aufgenommen. Damit sollte die Hypothese geprüft werden, daß jüngere Bestände mit höheren Bonitäten meist auf den besseren Standorten stocken, die auch aus forstwirtschaftlicher Sicht interessant erscheinen und somit auch kürzere Umtriebszeiten aufweisen.

Das Ergebnis dieser multiplen linearen Regressionsbeziehung mit der Methode ENTER wird in den folgenden Tabellen und Erläuterungen vorgestellt. Dabei ist die Seehöhe nicht mehr signifikant eingegangen und wurde somit aus dem Gesamtmodell entfernt. Der Einfluß der Seehöhe dürfte jedoch indirekt durch das Bestandesalter aufgrund der hohen Korrelation dieser beiden gegeben sein. Folgende Angaben sind in Tabelle 44 dargestellt: Der multiple Korrelationskoeffizient (R), der die Straffheit der Zusammenhänge von der untersuchten Variablen charakterisiert, beträgt 0,768. Daraus ergibt sich ein Bestimmtheitsmaß von 0,59. Es können somit 60 % der Variabilität der Oberhöhenbonität im Alter 150 mit folgenden unabhängigen Variablen erklärt werden:

Median der Lichtzahl, Wasserkapazitätsindex, Logarithmus der Geländeneigung, ordinalskalierte Geländeform im Mesorelief, Bestandesalter

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß (Adjusted R Square) beträgt 0,569. Der Schätzwert für die Standardabweichung der Residuen in der Grundgesamtheit (Std. Error of the Estimate) liegt bei 5,09. Aufgrund dessen läßt sich die Oberhöhenbonität aus diesen 5 Parametern mit einem Standardfehler von +/- 5,09 m errechnen.

Tabelle 44: Multiple lineare Regressionsanalyse der Oberhöhenbonität und den untersuchten Parametern

Model Summary						
Model	Variables		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Entered	Removed				
1	Bestandesalter, Wasserhaushaltskapazitätsindex, ln[Neigung %], Geländeform im Mesorelief, Median der Lichtzahl	.	.768	.590	.569	5,0870

Der F-Test wird durch die in Tabelle 45 dargestellte Varianzanalyse dokumentiert. In dieser Tabelle ist auch ersichtlich, daß 101 Stichprobenpunkte zur Ermittlung der Regressionsgleichung herangezogen wurden. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und bei einem F-Wert von 27,394 zeigt sich, daß ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen Standortparametern und Waldwachstum besteht.

Tabelle 45: Varianzanalyse

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3544,574	5	708,915	27,394	,000
	Residual	2458,417	95	25,878		
	Total	6002,991	100			

Die Ergebnisse des t-Tests sind in Tabelle 46 dargestellt. Die mit „t“ bezeichnete Spalte enthält die Ergebnisse der t-Statistik für alle Regressionskoeffizienten und das konstante Glied. In der mit „Sig.“ gekennzeichneten Spalte ist ersichtlich, daß für alle Regressoren bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % alle Nullhypothesen abgelehnt werden können, d. h. es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den 5 unabhängigen Variablen und der abhängigen Variable Oberhöhenbonität. Die mit „Beta“ bezeichnete Spalte enthält den standardisierten Regressionskoeffizienten. Der dimensionslose Koeffizient „Beta“ ist die Steigung der Kleinste-Quadrate-Geraden, wenn die abhängigen und unabhängigen Variablen als standardisierte Stichprobenwerte ausgedrückt werden. Je größer der Beta-Wert, desto höher ist der Erklärungsbeitrag für die abhängige Variable.

Tabelle 46: t-Statistik

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	40,092	5,865		6,836	,000
	ln[Neigung %]	-2,132	1,008	-,144	-2,116	,037
	Geländeform im Mesorelief	1,009	,446	,156	2,262	,026
	Wasserhaushaltskapazitätsindex	2,083	,876	,161	2,378	,019
	Median der Lichtzahl	-2,669	,587	-,321	-4,543	,000
	Bestandesalter	-6,158E-02	,011	-,419	-5,780	,000

a. Dependent Variable: LO_HO150 Oberhöhenbonität im Alter 150 [m]

Als wichtiges Ergebnis sind in Tabelle 46 die partiellen Regressionskoeffizienten (B) angeführt.

Damit ergibt sich eine multiple lineare Regressionsbeziehung mit folgender Formel:

$$Y = 40,01 - 2,13 * \ln[\text{Neigung \%}] + 1,01 * \text{Geländform im Mesorelief} + 2,08 \\ * \text{Wasserkapazitätsindex} - 2,67 * \text{Median der Lichtzahl} - 0,06 * \text{Bestandesalter}$$

5. DISKUSSION

5.1. Einfluß der unabhängigen Variablen

5.1.1. Standortsparemeter

5.1.1.1. Flächenmerkmale und Topographie

5.1.1.1.1. Seehöhe

Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Oberhöhenbonität. Auch Wechselwirkungsterme mit anderen Standortsparemetern zeigten keine Korrelationen mit dem Waldwachstum.

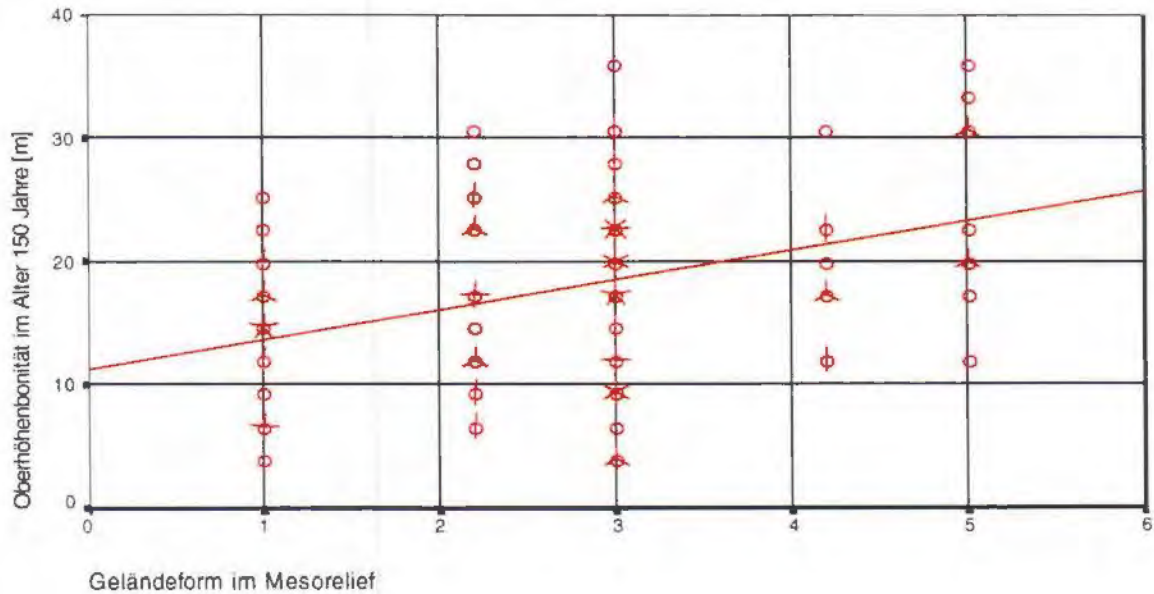
Eine mögliche Ursache könnte einerseits in den kleinstandörtlichen Unterschieden der Kalkstandorte liegen und andererseits darin begründet sein, daß die Gebiete Sengsen- und Hintergebirge keine ähnliche seehöhenbedingte Abnahme der Oberhöhenbonität aufweisen. Diese Theorie konnte durch eine getrennte Betrachtung der Aufnahmegebiete jedoch noch nicht bestätigt werden. Der Einfluß der Seehöhe auf das Waldwachstum konnte im Gegensatz zu anderen Untersuchungen nicht direkt festgestellt werden. Da das Bestandesalter und den Median der Lichtzahl sehr stark von der Seehöhe abhängen, dürften diese beiden Parameter den Einfluß der Seehöhe auf das Waldwachstum aufzeigen.

5.1.1.1.2. Geländeneigung

Die ordinalskalierte Geländeneigung liefert einen höheren Erklärungsbeitrag als jene über der Angabe der Geländeneigung in %-Werten. Die Oberhöhenbonität nimmt mit geringer werdender Neigung zu. Wie jedoch in der Abbildung 12 gezeigt wurde, ist die Oberhöhenbonität bei mäßig geneigtem Gelände wieder geringer. Vernäßte und pseudovergleyte Böden mit grundsätzlich schlechterem Lufthaushalt und die große Seehöhe auf einigen Aufnahmepunkten sind der Grund für diese geringeren Oberhöhenbonitäten. Deshalb wurde auch ein Wechselwirkungsterm aus Seehöhe und Hangneigung errechnet, der jedoch keinen stärkeren Zusammenhang zum Waldwachstum erkennen lies.

5.1.1.1.3. Geländeform

Die Geländeform des Mesorelief geht in die Regressionsfunktion ein. Sie stellt somit den zweiten stabilen Standortparameter dar, der die Variabilität der abhängigen Variablen erklärt. Wie aus Abbildung 22 ersichtlich ist, nimmt die Oberhöhenbonität mit steigendem Ordinalwert der Geländeform im Mesorelief zu. Das bedeutet, daß auf Akkumulationslagen (Ordinalwert 5) die größten Oberhöhenbonitäten zu erwarten sind.



Ordinalwert	Geländeform im Mesorelief	Ordinalwert	Geländeform im Mesorelief
1	Riedel	3	Mittelhang
	Kuppe		Schlucht
	Rücken	4	Platte
	Nase		Ebene
2	Doline ohne Braunlehm		Verflachung
	Oberhang		Hangverflachung
	Geländekante	5	Hochtal
	Rippe		Sattel
	Hangversteilung		Talboden
	Kar		Graben
			Unterhang
			Doline mit Braunlehm

Abbildung 22: Oberhöhenbonität in Abhängigkeit der ordinalskalierten Geländeform

Auch Himmelmayer (1984) konnte bei seinen Untersuchungen von Wuchsleistungen und Ertragsniveau von Fichten- und Buchenreinbeständen auf den wichtigsten Standortstypen im Lehrforst zeigen, daß die Oberhöhenbonität von Fichte im Alter 100 am Unterhang 35,2 m (entspricht Ordinalwert 5), am Mittelhang 31,4 m (entspricht Ordinalwert 3) und am Oberhang 28,2 m (entspricht Ordinalwert 2) beträgt.

5.1.1.1.4. Exposition

Da in diesem Gebiet der Niederschlag kaum einen limitierenden Faktor darstellt, dürfte die Exposition eine eher untergeordnete Rolle spielen, sofern keine zu langen Trockenperioden auftreten. Somit könnten südexponierte Lagen durch günstigere Strahlungsverhältnisse gerade in höheren Lagen bevorzugt sein. Ein weiterer Grund, daß die Exposition im Regressionsmodell keinen Einfluß auf das Waldwachstum ausübt, könnte darin liegen, daß die einzelnen Problempunkte über die Expositionen noch sehr unterschiedlich verteilt sind. In Abbildung 23 ist diese Verteilung der verschiedenen Expositionen dargestellt. Es läßt sich erkennen, daß manche Expositionen schwach besetzt sind, und somit der Einfluß auf ein unterschiedliches Waldwachstum nicht abgesichert werden kann.

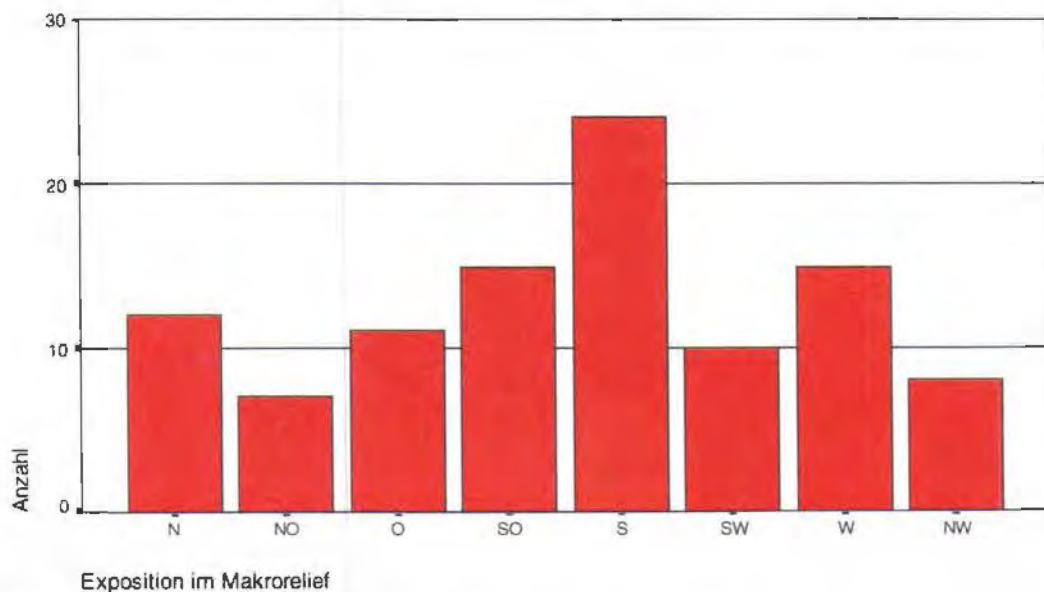


Abbildung 23: Verteilung der verschiedenen Expositionen

5.1.1.1.5. Gründigkeit

Obwohl eine Regressionsgerade mit der minimalen Schlagbohrergründigkeit als unabhängige Variable etwa 12 % der Oberhöhenbonität erklärt, wird die Gründigkeit in das Gesamtmodell nicht aufgenommen. Sie liefert nämlich in der multiplen linearen Regressionsgleichung zusammen mit anderen unabhängigen Variablen keinen signifikanten Zusammenhang. Die Gründigkeit - und somit auch die minimale Schlagbohrergründigkeit - spielt jedoch bei der Berechnung des Bodenwertes sehr wohl eine entscheidende Rolle, nimmt dadurch indirekt einen Einfluß für das Gesamtmodell. Es ist auch eine starke Interkorrelation mit der ordinalskalierten Geländeform festzustellen.

5.1.1.2. Geologie

Die Unterschiede der ausgeschiedenen geologischen Einheiten dürfte zu gering sein, um dadurch einen signifikanten Einfluß auf das Waldwachstum festzustellen. Zusätzlich ist durch die Überlagerung des Grundgebirges mit Lockergesteinen und Deckschichten dieser Einfluß nicht mehr ausgeprägt. Die Geologie der Lockergesteine und Deckschichten und hier vor allem der Braunlehmdecken, findet nur indirekt über den Bodenwert Eingang in die multiple lineare Regressionsgleichung.

5.1.1.3. Humustypen

Man muß berücksichtigen, daß der Humustyp stark vom Zustand des Ökosystems abhängt und zusätzlich anthropogen überprägt sein kann. Der Abbau der in der Humusauflage gespeicherten organischen Substanz kann für das Waldwachstum bei sich ändernden Umwelteinflüssen eine sehr entscheidende Rolle spielen. Dennoch wurde der ordinalskalierte Humustyp im Gesamtmodell nicht aufgenommen, da er keine signifikanten Ergebnisse erbrachte.

5.1.1.4. Boden

Hier sei nochmals erwähnt, daß auf die Einbeziehung der Bodentypen als Dummy-Variable verzichtet wurde. Einerseits hätte dies zu einem Verlust an Freiheitsgraden geführt, andererseits kann ein und derselbe Bodentyp deutlich unterschiedliche Horizontmächtigkeit, Struktur- und Texturparameter aufweisen. Deshalb wurde eine Bewertung von einzelnen Bodenparametern vorgenommen. Mit den Bodenparametern effektive Gründigkeit, Mächtigkeit des Ah-Horizontes, Skelettgehalt, Bodenart, Bodenstruktur, Durchwurzelung, Braunlehmeinfluß und Stauwassereinfluß (Konkretionen) wurde ein Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex errechnet. Aufgrund der starken Interkorrelation kam jedoch nur der Wasserkapazitätsindex stellvertretend für dieser drei Bodenkapazitätsindizes in den Modellberechnungen zur Anwendung.

Der Braunlehmeinfluß stellt auf Rendzinastandorten einen sehr wesentlichen Faktor für den Wasser- und Nährstoffhaushalt dar. Braunlehmbeeinflusste Böden weisen oft eine sehr hohe biologische Aktivität auf. Aus diesem Grund wurde bei der Bewertung der Bodenparameter dem Braunlehm eine große Bedeutung eingeräumt.

Bei der Bewertung der Bodenparameter darf natürlich nicht vergessen werden, daß die Ansprachen anhand eines Spateneinstiches erfolgten, und somit nur ein kleiner Ausschnitt der oft inhomogenen Aufnahmeflächen erhoben wurde. Deshalb sei auch hier angemerkt, daß die Zeigerwerte der Vegetationsaufnahmen diese Standortsmosaik oft besser charakterisieren als einzelne Bodenansprachen.

5.1.2. Biometrische Kenngrößen

5.1.2.1. Bestandesalter

Das Bestandesalter liefert einen sehr wesentlichen Beitrag zur Erklärung der Oberhöhenbonität. Über die Ursachen dieses Zusammenhanges werden folgende Hypothesen aufgezeigt:

- **Auswirkung des Bestandesalter auf das Waldwachstum aufgrund Zuwachsanstieg**

Wie aus einigen Untersuchungen über Zuwachsentwicklung und Holzvorräte zu entnehmen ist, nimmt der Zuwachs und somit der Vorrat in mitteleuropäischen Ländern ständig zu. Neumann und Schadauer (1995) konnten anhand von Bohrkernanalysen aus der Österreichischen Forstinventur zeigen, daß die Jahringbreiten in den ersten Lebensdekaden in letzter Zeit mehr als die doppelte Breite als in früheren Zeiten erreichen. Diese Zunahme ist seit mindestens 100 Jahren zu beobachten.

„Since 1961 inventory results show an increase in current annual increment per hectare for basal area of about 24 % with the maximum increase from the 1970s to 1980s. Some causes like climatic changes, increasing nitrogen supply, and CO₂ are discussed, but no clear cause relationships can be presented (Schadauer, 1996)“.

Der Zuwachsanstieg wird wahrscheinlich durch mehrere Ursachen begründet sein. Interessant ist jedoch wie sich ein Zuwachsanstieg aufgrund unterschiedlichen Bestandesalters auf die Bonität auswirken kann. Dazu wird folgendes Beispiel anhand der Ertragstafel Fichte Loisachtal diskutiert:

Die 7. Ertragsklasse weist eine Oberhöhe im Alter 50 von 13,4 m auf. Nimmt man nun an, daß aufgrund von vermehrten Stickstoffeinträgen, kontinuierliche Veränderung der Witterungsverhältnisse, wachstumsfördernder Einfluß erhöhter CO₂-Konzentrationen in der Luft, usw. ein um 20 % erhöhtes Höhenwachstum auftritt, so würde sich innerhalb von 30 Jahren die Oberhöhe von 19,0 m auf 20,72 m im Alter 80 erhöhen. Dies würde einen Bonitätsanstieg von bereits einer Ertragsklasse bedeuten.

Wählt man nun die Oberhöhe im Alter 150 Jahre als Ausgangsbasis für diese Darstellung der Zuwachserhöhung, so würde sich nur mehr ein Bonitätsanstieg von einer halben Ertragsklasse ergeben.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, daß sich eine mögliche Zuwachserhöhung in jüngeren Beständen stärker auswirkt als vergleichsweise in älteren. Dies könnte Indiz dafür sein, daß ältere Bestände stets niedrigere Bonitäten als jüngere Bestände aufweisen und somit das Alter diese Oberhöhenbonitätsabnahme charakterisiert.

- **Hypothese von unterschiedlichen Betriebsklassen**

Da es sich bei den erhobenen Probepunkten teils um Wirtschaftswälder handelt, muß zum Erreichen einer betrieblichen Zielvorgabe (Durchmesser, Volumen) eine entsprechende Umtriebszeit gewählt werden. Diese Zielvorgabe kann jedoch nicht auf allen Standorten mit der selben Umtriebszeit erreicht werden. Deshalb wurden 3 unterschiedliche Standortsbetriebsklassen ausgeschieden, die in den folgenden Darstellungen als „normal“ bezeichnet werden. Diesen 3 Standortsbetriebsklassen wird unterstellt, daß innerhalb der Betriebsklasse ein ausgeglichenes Altersklassenverhältnis vorhanden ist, und daß kein Trend der Bonität über die Altersklassen festzustellen ist. In der Standortsbetriebsklasse „schlecht“, die hauptsächlich Schutzwälder außer Ertrag repräsentiert, liegt die Umtriebszeit bei 310 Jahren. Bei den Schutzwäldern im Ertrag der Standortsbetriebsklasse „mittel“ liegt die Umtriebszeit etwa bei 210 Jahren und in den mäßigen Wirtschaftswäldern der Standortsbetriebsklasse „gut“ zwischen 150 bis 170 Jahren.

Tabelle 47 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Standortbetriebsklassen in den jeweiligen Altersklassen der erhobenen Waldpunkte. Gute Oberhöhenbonität sind nur in den unteren Altersklassen vorzufinden, wogegen Bäume mit einem Alter über 220 Jahren nur noch auf sehr schlechten Standorten vorzufinden sind.

Tabelle 47: Standortbetriebsklassen mit 3 unterschiedlichen Umtriebszeiten

	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	17,8	14,3	12,8	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	durchschnittliche "normal" Oberhöhenbonität im Alter 150 in den einzelnen Altersklassen
	23,1	24,2	20,4	16,6	18,5	14,0	11,9	11,6	13,1	11,4	5,8	5,6	4,0	durchschnittliche "ist" Oberhöhenbonität im Alter 150 in den einzelnen Altersklassen
Standortbetriebsklasse "gut" Mean = 26,2 m N = 35														
n _{normal}	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	3,2								
n _{ist}	5	10	10	3	5	2								
Umtriebszeit 150 - 170 Jahre														
Standortbetriebsklasse "mittel" Mean = 17,37m N = 35														
n _{normal}	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	2,3						
n _{ist}	3	3	6	3	10	3	3	3						
Umtriebszeit 210 Jahre														
Standortbetriebsklasse "schlecht" Mean = 9,0m N = 32														
n _{normal}	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	1,4	
n _{ist}		3	2	5	3	4	6	3	1	1	1	1	2	
Umtriebszeit 310 Jahre														
	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	Altersklasse

Die durchschnittliche „normal“ Oberhöhenbonität im Alter 150 errechnet sich durch den Mittelwert der Oberhöhenbonität in den einzelnen Standortbetriebsklassen gewichtet mit der Anzahl in den einzelnen Altersklassen (n_{normal}).

Die durchschnittliche „ist“ Oberhöhenbonität im Alter 150 stammt aus den Erhebungsdaten. Die Altersklassenverteilung in den einzelnen Standortbetriebsklassen ist durch die jeweilige Anzahl ersichtlich (n_{ist}).

In Abbildung 24 sind nun die Verläufe der Oberhöhenbonität von „normal“ und „ist“ über den Altersklassen dargestellt. Die größeren Oberhöhenbonitäten in den unteren Altersklassen könnten wiederum ein Hinweis für den festgestellten Alterstrend sein.

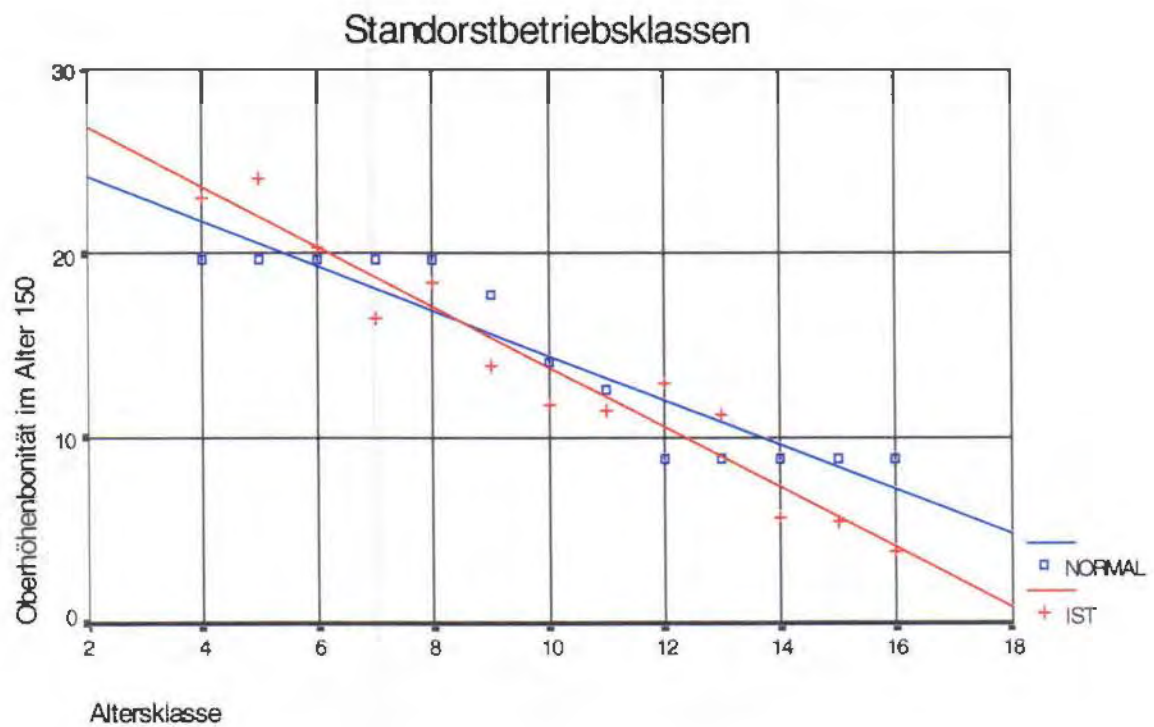


Abbildung 24: Unterschiedliche Verlauf der Oberhöhenbonität der Standortbetriebsklassen in Abhängigkeit der Altersklasse

5.1.3. Vegetationskundliche Kenngrößen

5.1.3.1. Lichtzahl

Die Abhängigkeit von der Seehöhe wurde bereits angeführt. Dadurch ergibt sich auch ein Zusammenhang in Hinblick auf Waldgesellschaften, wo buchendominierte tief-mittelmontane Gesellschaften eine geringere Lichtzahl aufweisen als Waldgesellschaften in der subalpinen Höhenstufe. Zur Verdeutlichung dieses Zusammenhanges wird dies in Abbildung 25 nochmals dargestellt. Im Unterschied zur Abbildung 8 sind hier nur jene Punkte illustriert, auf denen auch die Oberhöhenbonität der Fichte ermittelt wurde. Die Lichtzahl kann aufgrund dessen auch als Weiser für die Waldgesellschaften beurteilt werden. Weiters kann die Zunahme der Lichtzahl mit den Höhenstufen so interpretiert werden, daß mit zunehmender Seehöhe die Bodenvegetation durch geringeren Laubholzanteil und durch geringeren Bestandesschluß einen vermehrten Lichtgenuß erfährt.

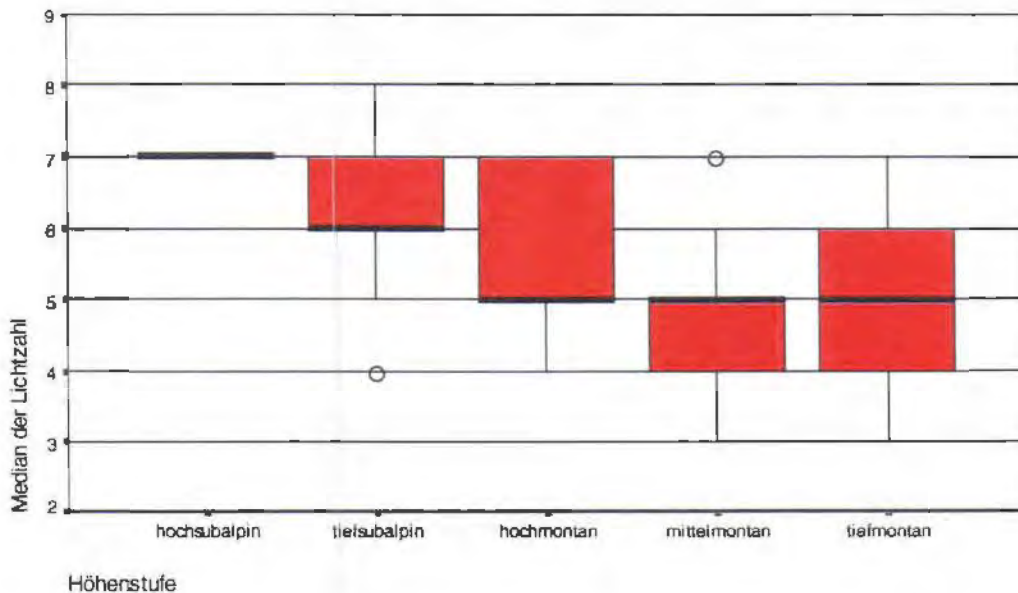


Abbildung 25: Median der Lichtzahl in Abhängigkeit der Höhenstufen

6. ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Erhebungen zur Naturrauminventur im Nationalpark Kalkalpen lagen standorts-, boden-, vegetations sowie ertragskundliche Daten von 316 Inventurpunkten vor. Anhand einer Auswahl von 102 Inventurpunkten mit überwiegender Fichten-Bestockung wurden diese Parameter auf ihre Bedeutung für das Waldwachstum untersucht. Das Waldwachstum wurde anhand der modifizierten Ertragstafel Fichte Loisachtal durch die Oberhöhenbonität im Bezugsalter 150 Jahre ausgedrückt.

Mittels multiplen linearer Regressionen wurden 3 Modelle errechnet, mit denen der Einfluß der Standortseigenschaften auf die Bonität der Bestände erklärt werden sollte. Im ersten Modell kamen zunächst nur Boden- und Standortparameter zur Anwendung. Dazu wurden aus den bodenkundlichen Erhebungen mittels einer Ordinalskalierung der Bodenparameter effektive Gründigkeit, Ah-Horizontmächtigkeit, Skelettgehalt, Bodenart, Bodenstruktur, Durchwurzelungsintensität, Braunlehmeinfluß und Stauwassereinfluß (Konkretionen) ein Wasser-, Luft- und Nährstoffkapazitätsindex errechnet. Aufgrund der großen Interkorrelation dieser drei Kenngrößen fand nur der Wasserkapazitätsindex Eingang in das Modell. Von den Standortsparem konnten die Parameter Sechöhe, Logarithmus der Neigung, ordinalbewertete Geländeform im Mesorelief und minimale Schlagbohrergründigkeit eine Erklärung der Oberhöhenbonität liefern. Boden- und standortkundliche Parameter gemeinsam konnten 36 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklären.

Deshalb wurden in einem weiteren Modell die Zeigerwerte der Bodenvegetation in die Berechnungen einbezogen, wodurch das Bestimmtheitsmaß auf 47 % erhöht werden konnte. Die minimale Schlagbohrergründigkeit wurde aus diesem Modell entfernt. In diesem Modell lieferte der Median der Lichtzahl den höchsten Erklärungsbeitrag für das Waldwachstum. Er weist eine hohe Interkorrelation zu den übrigen Zeigerwerten der Bodenvegetation, aber auch zu anderen Boden- und Standortsparem auf, weshalb er stellvertretend für diese in das Regressionsmodell eingeht.

Im Gesamtmodell, bei dem auch das Bestandesalter zur Bestimmung des Waldwachstums einbezogen wurde, konnten 60 % der Variabilität der Oberhöhenbonität erklärt werden. Mit den Parametern Logarithmus der Geländeneigung, ordinalbewertete Geländeform im Mesorelief, Wasserkapazitätsindex,

Median der Lichtzahl der Bodenvegetation und Bestandesalter kann die Oberhöhenbonität mit einem Standardfehler von $\pm 5,09$ m errechnet werden. Das würde gleichzeitig einen Unterschied von 2 Ertragsklassen bedeuten.

Diese Verbesserung des Modells aufgrund des Bestandesalters kann verschieden interpretiert werden:

- Die Österreichischen Bundesforste haben vermutlich auf den besseren Standorten mit kürzeren Umtriebszeiten gearbeitet, was dazu führt, daß auf diesen Standorten die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, daß man jüngere Bestände antrifft.
- Auf schlechteren Standorten sind die Bestände meist älter und weisen gleichzeitig geringere Bonitäten auf. Dies läßt sich dadurch erklären, daß es sich bei den schlechteren Standorten meist um steile und unwirtschaftliche Bestände (Schutzwaldstandorte Umtriebszeit über 200 Jahre) handelt die im Gegensatz zu den produktiveren Standorten kaum genutzt wurden, und dadurch insgesamt ein höheres Bestandesalter aufweisen.
- Da in den letzten Dezenien der Zuwachs der Waldbestände zugenommen hat, könnte das Bestandesalter Indiz dafür sein, daß sich dieser Zuwachsanstieg in jüngeren Beständen stärker auswirkt als in älteren Beständen.

7. LITERATURVERZEICHNIS

Adler, W., Oswald, K. und R. Fischer (1994): Exkursionsflora von Österreich. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart & Wien.

Alban, D. H. (1979): Estimating Site Potential from the Early Height Growth of Red Pine in the Lake States. U. S. D. A. Forest Service, Res. Paper Nc-166.

Aichinger, E. (1967): Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger. Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien, 366 S.

Angerer, S., Gärtner, A., und H. Haseke (1996): Atlas der Hydrologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen, Gebiet Sengsengebirge und Reichraminger Hintergebirge, Kartenblätter, Legende, Textteil.

Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1980): Forstliche Standortsaufnahme. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

Arney, J. D. (1985): A modelling strategy for the growth projection of managed stands. Can. J. For. Res. 15: 511-518.

Backhaus, K., Erichson, B., Wulff, P., und R. Weiber (1994): Multivariate Analysenmethoden. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Carmean, W. H. (1964): Site quality of black oak (*Quercus velutina* Lam.) in relation to soil an topography in southeastern Ohio. 8th Intern. Congr. Soil Science, Bukarest, Vol. V, 1051.

Carmean, W. H. (1979): A Comparison of Site Index Curves for Northern Hardwood Species. U. S. D. A. Forest Service, Res. Pager No. 167.

Eckmüllner O., Moser M. und H. Sterba (1996): Waldbehandlungskonzepte in stark belasteten Gebieten der Tiroler Kalkalpen. FIW II Fallstudie Loisachtal, Institut für Waldwachstumsforschung, Univ. für Bodenkultur Wien.

Eckmüllner, O., Katzensteiner, K., Koch, G. und F. Reimoser (1994): Naturraum-Stichprobeninventur im Nationalpark Kalkalpen - Auswertung der Pilotstudie. Projekt Notionalpark Kalkalpen Jahresbericht 1601-01/1994.

Eckmüllner, O., Katzensteiner, K., Koch, G. und F. Reimoser (1994): Naturrauminventur Nationalpark Kalkalpen - Inventurschlüssel.Verein Nationalpark Kalkalpen, OÖ Molln.

Ellenberg, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Auflage. - Ulmer. Stuttgart.

Ellenberg, H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Göttingen 248 S.

Ferraz, J. B. S. (1985): Standortsbedingungen, Bioelementversorgung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea abies* Karst.) des Südschwarzwaldes. Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

Foerst, K., (1980): Standort, Wuchsleistung und Ernährungszustand älterer bayerischer Bestände der Grünen Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*). Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 41, 255 S.

Gärtner, A., Haseke, H., Schrutka, R. und N. Steinwendner (1994): Atlas der Geologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen, 1. Verordnungsabschnitt - Komilierung: Lueger, 1992. Verein Nationalpark Kalkalpen, Jahresberichte 1993.

Glatzel G. (1996): Proseminar zu Waldbodenkund und Waldernährung. Lehrbehelf, Institut für Waldökologie, Univ. für Bodenkultur Wien.

Haseke H. und N. Steinwendner (1993): Atlas der Geomorphologie 1:20.000 Nationalpark Kalkalpen - 1. Verordnungsabschnitt. Verein Nationalpark Kalkalpen, 20 Kartenblätter, Legende, Textteil.

Hasenauer H. (1994): Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-Kiefern- und Buchen Fichtenmischbestände. Österr. Ges. für Waldökosystemforschung u. Experimentelle Baumforschung, Univ. f. Bodenkultur Wien.

Herzberger, E. (1995): Standortseinfüsse auf die Bonität von Fichtenbeständen in Österreich. FBVA-Bericht 93/1996 S.65-83.

Himmelmayer, H. (1984): Wuchsleistung und Ertragsniveau von Fichten- und Buchenreinbeständen auf den wichtigsten Standortstypen des Lehrforsts. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Jokela, E. J., White, E. H. and Berglund, J. V. (1988): Predicting Norway Spruce growth from soil and topographic properties in New York. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 809 - 815.

Kahn, M. (1995): Quasikausale Modellierung des Standort-Leistung-Bezuges als Voraussetzung zum Aufbau flexibler Mischbestandsmodelle. Forstw. Cbl. 114, S.175-187.

- Katzensteiner, K., Nemestothy K.P. und F. Ottner** (1996): Analyse karstrelevanter Boden- und Gesteinsproben von repräsentativen Standorten des Nationalpark Kalkalpen im Rahmen des Projektes Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen. AZ: 1603-3.2
- Keller, W. und U. Zehnder** (1996): Wie verlässlich sind Standorts- und Vegetationskarten. Inf.bl. Forsch.bereiches Landsch.ökol. 31.
- Kleine, M.** (1984): Standort und Bonität im Lehrforst. Cbl. ges. Forstwesen 101, S.159-172.
- Klinka, K. and R. E. Carter** (1988): Relationships between site quality and forest productivity in young coastal douglas-fir ecosystems of southern coastal British Columbia.
- Klinka, K. and R. E. Carter** (1990): Relationships between site index and synoptic environmental factors in immature coastal douglas-fir stand. Forest Science, Vol. 365, No. 3, pp.815-830.
- Krajicek J. E., K. A. Brinkman and S. F. Gingrich** (1961): Crown-Competition - a measure of Density. For.Sci. 7: 35-42.
- Kramer, H.,** (1988): Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit. Paul Parey, Hamburg & Berlin, 374 S.
- Lenz, L. und B. Weidersich** (1993): Grundlagen der Geologie und Landschaftsformen. 376 Abbildungen und 30 Tabellen, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig - Stuttgart.
- Mahringer G. und M. Bogner** (1993): Beschreibung der Klimaverhältnisse im Planungsabschnitt Ost des Nationalparks Kalkalpen für die Jahre 1961 bis 1990. Amt der Oö. Landesregierung Nationalparkplanung im Verein Nationalpark Kalkalpen, Molln.
- Marschall J.** (1973): Ertragskundliche und waldbauliche Auswertung von Standortskartierungen im steirischen Koralpengebiet. Diss., BOKU Wien.
- Marschall J.** (1975): Hilfstafel für die Forsteinrichtung. Öster. Agrarverlag, Wien
- Mayer, H.** (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. BLV Verlagsgesellschaft München, Base-Wien, 208 S.
- Mayer, H.** (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer, Stuttgart, 344 S.

- Monserud R. A. and H. Sterba** (1996): A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. *Forest Ecology and Management* 80, pp.57-80.
- Moosmayer, H.-U., Schöpfer, W.** (1972): Beziehungen zwischen Standortsfaktoren und Wuchsleistung der Fichte. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 143. Jg., 10.
- Moosmayer, H.-U., Schöpfer, W., Mühlhäusser, G., Kublin, E., und H. U. Burger** (1996): Schätzfunktionen zur Ermittlung der standortstypischen Wuchsleistung von Fichte und Buche. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 167: 95-103.
- Müller F.** (1977): Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengsengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich). *Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien*. Bd. 121.
- Norusis M. J.** (1993): SPSS for Windows. Advanced Statistics Release 5 SPSS Inc. Chicago, Illinois.
- Reineke L. H.** (1933): Perfecting a Stand density index für even aged forests. *J. Agric. Res.* 46: 627-638.
- Richards F. J.** (1959): A Flexible Growth Function for Empirical Use. *Journ. of Experimental Botany*, Vol. 10, No 29, 290-300.
- Rothmaler, W., Jäger E.J., und K. Werner** (1995): *Exkursionsflora von Deutschland*. Gustav-Fischer-Verlag, Jena & Stuttgart.
- Schadauer, K.** (1996): *Growth Trends in Austria*. Verlag Springer, European Forest Institute Research Report No. 5, Vienna.
- Schadauer, K.** (1997): Oberhöhenbonität und Standort der Fichte nach Daten der Österreichischen Forstinventur. Dissertation der Universität für Bodenkultur Wien, 100 Seiten.
- Sterba, H.** (1974): Ertragskundliche Hypothesen über den Standort. Eigenverlag des Institus für Forstliche Ertragslehre, Habil. Schr. Univ. für Bodenkultur Wien.
- Sterba, H.** (1975): Assmans Theorie der Grundflächenhaltung und die "Competition - Density - Rule" der Japaner Kira, Ando und Tadaki. *Centralblatt für das Gesamte Forstwesen* 92. Jg. Heft 1: 46 - 62.
- Strebel, O.** (1960): Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea Abies*) in Bayern. *Forstwiss. Cbl.* 79, S.17-42.
- Zuckrigl, K.** (1973): Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien*, H. 101, 387 Seiten.

8. ANHANG

Inventurschlüssel Nationalpark Kalkalpen Es werden zum Großteil nur jene Parameter aufgelistet, die für die Untersuchungen herangezogen wurden.

Makrorelief ($r > 30\text{m}$)

Muß in 10.000er Schichtenlinienkarte erkennbar sein und deutlich über 60 m Durchmesser aufweisen

3. Seehöhe	+/- 10 m
4. Exposition	1.....N 4.....SO 7.....W 2.....NO 5.....S 8.....NW 3.....O 6.....SW 9.....eben (Neigung < 5%)
5. Neigung	Prozent
6. Geländeform Kombinationen möglich!	1.....Ebene: Flachform großer Erstreckung; reliefschwach, Neigung < 5% 2.....Verflachung: Flachform geringen Ausmaßes 3.....Talboden, Talsohle: Flachform, von ansteigenden Flächen begrenzt 4.....Terasse: Flachform, von ansteigenden und abfallenden Flächen begrenzt 5.....Platte: Flachform, von abfallenden Flächen begrenzt 6.....Kessel: Konkavform mit rundem Grundriß 7.....Mulde: flache Hohlform unterschiedlicher Flächenform 8.....Wanne: Konkavform mit ovalem Grundriß 9.....Graben: Konkavform mit langgestrecktem Grundriß; Sonderform des Unterhanges bei gegenseitiger Beeinflussung der Hänge 10.....Oberhang: Konvexe Geländeform; Materialabfuhr überwiegt Materialzufuhr 11.....Unterhang: Konkave Geländeform; Materialzufuhr überwiegt Materialabfuhr 12.....Mittelhang: Materialzu- und -abfuhr sind ausgeglichen 13.....Hangverteilung: ober- und unterhalb durch Flächen geringerer Neigung begrenzt 14.....Hangverflachung: ober- und unterhalb durch Flächen größerer Neigung abgegrenzt 15.....Kuppe: Konvexform mit rundem Grundriß 16.....Rücken: Konvexform mit ovalem Grundriß 17.....Riedel, Wall: Konvexform mit langgestrecktem Grundriß 18.....Geländekante: Übergangsbereich zwischen Flächen unterschiedlicher Neigung (zusätzlich Angabe der benachbarten Geländeformen) 19.....Nase: Auf drei Seiten stark abfallende Konvexform 20.....Sattel: auf zwei gegenüberliegenden Seiten von abfallenden, auf den beiden anderen Seiten von ansteigenden Flächen begrenzt 21.....Rippe: schmale, langgestreckte Erhebung 22.....Hochtal: nach drei Seiten ansteigend, nach einer Seite abfallend 23.....Schlucht 24.....Kar 25.....Doline 26.....Felswand 27.....Rinne

8. ANHANG

Mesorelief Probestfläche R = 30m

Geländeform innerhalb des 30 m Probekreises; kann sich grundlegend von Makrorelief unterscheiden (Beispiel kleiner Graben, kleinräumiger Expositionswechsel)

7. Lokalklima	Diagnostische Ansprache 0.....keine Besonderheiten 1.....Hohe Luftfeuchtigkeit in Schlucht (Epiphyten) 2.....Nebel (Epiphyten) 3.....Untersonnung (Exposition, Rindenzustand, Vegetation, xeromorphe Humusformen) 4.....Wind (Kronenform, Vegetation z.B. "Windeckgesellschaft") 5.....Frostmulde (Mesorelief, Schäden an Vegetation) 6.....xerotherm (heiß-trocken)		
8. Exposition	1.....N 2.....NO 3.....O	4.....SO 5.....S 6.....SW	7.....W 8.....NW 9.....eben (Neigung < 5%)
9. Neigung	Prozent		
10. Geländeform	sh Makrorelief		
11. Geologie Grundgebirge - Gelände	Geländeansprache: 1.....Kalk 2.....Dolomit 3.....Mergel		
	4.....Gips 5.....Sandstein 6.....Lockergesteine	7.....Hornstein	
12. Geologie Grundgebirge - Karte	anstehendes Material an Aufschlüssen nach geologischer Karte Lueger prüfen. Von jedem Punkt ist ein Handstück mitzunehmen!!		
13. Geologie Lockergesteine / Deckschichten	dominierende Komponenten: 0.....keine Lockergesteine 1..... Kalk 2.....Dolomit		
	3.....Mergel 4.....Gips 5.....Sandstein	6.....Braunlehm 7.....Torf 8.....künstl. Anschüttung	
14. Korngröße Lockergesteine (2 Angaben möglich)	1.....schluffig-tonig 2.....feinsandig-sandig 3.....steinig-schuttig	4.....blockig 5.....großblockig-Tomalandschaft 6.....schluffig	7.....tonig
15. Geomorphologische Einheit	nach geomorphologischen Atlas zu prüfen, Angabe der Nummer zusätzlich: 68a....Hangkolluvium		
39. Gründigkeit Minimum	aus fünf Einschlägen; auf 5cm genau		
40. Gründigkeit Maximum	aus fünf Einschlägen; auf 5cm genau		
41. Gründigkeit Mittel	als Median von fünf Einschlägen auf 5cm genau		

8. ANHANG

56. Wasserhaushaltsklasse	Kombination aus Geländeform, Bodenmerkmalen (Gründigkeit, Skelettgehalt, Bodenart, Humus- und Bodentyp), Lokalklima (expositionabhängig), Zeigerpflanzen der Bodenvegetation 1..... trocken 6..... feucht 2..... mäßig trocken 7..... naß 3..... mäßig frisch 8..... freie Wasseroberfläche 4..... frisch 9..... wechsellrocken 5..... sehr frisch 10..... wechselseucht
57. Gewässer - Art	73.....Quellaustritt 74.....Quellfassung zur Trinkwasserversorgung 75.....Schwinde, Ponor, Versickerung 76.....Perennierendes Gerinne 77.....Periodisches oder episodisches Gerinne 78.....Gefällestufe, Wasserfall 79.....Stehendes Gewässer, perennierend 80.....Versumpftes, anmooriges oder mooriges Gelände
58. Gewässer - Größe	Breite (Gerinne) in m bzw Fläche (stehendes Gewässer)in m ²
59. Gewässer - Zustand	1....Quellfassung 3....Uferanrisse 2....Regulierung 4....Verlandung
60. Oberflächenwasser	0.....intermediär 1.....Abfluß: stärker geneigtes Gelände, plattige Humusauflagen 2.....Zufluß: anschließendes ebenes oder muldiges Gelände
61. Grundwasser	Bodentypen Gley, Anmoor, Moor; Gelände eben bzw. konkav; Wasserstau durch dichten Unterboden oder undurchlässigen Fels 1.....hoch anstehend: bis in A-Horizont 2.....mittel: bis 60 cm Tiefe 3.....tief: > 60 cm Tiefe

Boden:

Drei Einstiche im 10m Kreis, Ansprache von Humus und Oberboden an Spateneinstich (Ziegel), Unterboden: Schlagbohrer; bei Punkten auf denen chemische Analysen durchgeführt werden zusätzlich Ansprache an Bohrkern oder Profilgrube

Die Typengliederung wird bei der Neuauflage der ÖBG Klassifikation eingearbeitet!

66. Entfernung Probestelle	auf dm genau
67. Richtung zur Probestelle	in Grad vom Probekreiszentrum aus gemessen

Auflagehumus: > 30 % organische Substanz in Trockenmasse; entspricht 40-50 Vol%

68. Horizontbezeichnung	<p>M-Horizont: Rhizomfilz oder Moosschicht bei welchen Unterscheidung in lebende und abgestorbene Pflanzenteile nicht möglich ist.</p> <p>L-Horizont (Streu): Starkes Überwiegen von wenig zersetzten Pflanzenresten: weniger als 10% Feinsubstanz.</p> <p>F-Horizont (Grobmoder): Stärker zersetzte, aber noch als solche erkennbare Pflanzenreste. Feinsubstanz 10 bis 70%.</p> <p>H-Horizont (Feinmoder): Mehr als 70 % Feinsubstanz. Nur mehr wenig erkennbare Pflanzenreste (Ausnahme abgestorbene Wurzeln).</p>
69. Horizontmächtigkeit	Angabe in 0.5 cm Stufen
70. Lagerung (Angabe in welchem Horizont möglich in Klammer)	<p>1.....locker: ohne Zusammenhalt locker liegend oder überwiegend pulvrig zerfallend (L, F, H).</p> <p>2.....verklebt: deutlich aneinanderhängend (L, F).</p> <p>3.....schichtig: dicht übereinanderliegend (F)</p> <p>4.....brechbar: gesamter F-Horizont ist abhebbar; Material durch organische Feinsubstanz bzw. Verpilzung miteinander verflochten, bricht bei Biegebeanspruchung (F)</p> <p>5.....bröckelig: in mehr oder weniger große, kantengerundete Stücke zerfallend (H)</p> <p>6.....kompakt: dichtgelagerte organische Feinsubstanz (H)</p> <p>7.....verpilzt</p> <p>8.....verfilzt</p>

68. Horizontbegrenzung Auflagehumus	Deutlichkeit:		
	scharf absetzend:	sa	
	absetzend	a	
	übergehend	ü	
	allmählich übergehend	äu	
	Form (nur bei Bodenziegel oder Profilgrube)		
	gerade	g	
	wellig	w	seichte Vertiefungen (breiter als tief)
	taschenförmig	t	Vertiefungen (tiefer als breit)
	unterbrochen	u	Abbrechen der Grenzlinie bei tiefer bzw. höherliegender Fortsetzung
69. Schmierigkeit (H-Horizont)	seifiges Anfühlen, Hautrillen stark färbend		
	0.....nein	1.....ja	
70. Skelettgehalt (H-Horizont)	Gliederung sh. bei Mineralboden		
71. Holzkohle	0.....nein	1.....vorhanden	
72. Spaltengründigkeit	0.....nein	1.....ja	
73. Verpilzung	0.....nein	1.....ja	
74. Ausgangsmaterial	Angabe des Materials für den L-Horizont (Mehrfachangabe möglich): Laub, Nadel, Ericaceae, Graswurzeln		
75. Wurzelfilz	0.....nein	1.....ja	

Mineralbodenhumus (< 30 % organische Substanz) und Mineralboden

80. **Horizontbezeichnung**

Mineralbodenhumus:

Sonderfall OC/AC (Rendzina): keine klare Entscheidung möglich ob organische Substanz 30% < oder > 30%

- A_j: beginnende Humusbildung
- A_{hb}: keine Podsoligkeit, durch biogene Einmischung gekennzeichnet oberster Mineralbodenhorizont. Struktur in der Regel krümelig
- A_{hb/hi}: schwache Podsoligkeit, Humus z.T. eingewaschen, z.T. biogen eingearbeitet; unscharfe Grenze zu H, nach unten meist deutliche Grenze.
- A_{hi}: mäßige Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen; Struktur meist brüchig kohärent, tlw zugleich plattig; kleine, diffuse, wolkig (1-4 cm Durchmesser); nach oben scharf, nach unten undeutlich begrenzt.
- A_{he}: Starke Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen; Struktur ausgeprägt brüchig kohärent; feucht durch Druck häufig breiartig zerfließend; Färbung weißbrosa, grau bis bräunlichgrau, häufig violettstichig; Grenze zu H deutlich, nach unten undeutlich.
- A_{hrhiz}: Humusanreicherung im Mineralboden durch abgestorbene Feinwurzeln
In tiefere Mineralbodenschichten verlagertes Humusmaterial wird durch Index h gekennzeichnet.

sonstige Mineralbodenhorizonte:

- E: durch Lessivierung oder Podsolierung bzw. Naßbleichung durch Hangwasserzug oder Stagnogleydyamik fahlgefärbter Eluvialhorizont
- B: durch Eisenoxide braun gefärbter Verwitterungs- oder Anreicherungshorizont
- Bv Verwitterung in situ; Fe-Oxidation und Tonmineralneubildung
- Bt Mit Ton aus oberen Horizonten angereichert (durch Lessivierung)
- Bh Mit sichtbaren Humusstoffen aus den oberen Horizonten angereichert (durch Podsolierungsprozesse)
- Bs Mit Sesquioxiden aus den oberen Horizonten infiltriert (durch Podsolierungsprozesse)
- Bsh Mit Humusstoffen angereicherte Oberkante von Bs-Horizonten
- C Ausgangsmaterial (Muttergestein) aus dem der Boden entstanden ist
- D Unterlagertes Material, das an der Bodenbildung nicht oder nur unwesentlich beteiligt ist
- G Durch Grundwasser geprägter Horizont
- Go Oxidationsbereich: Rotbraune Färbung überwiegend
- Gr Reduktionsbereich: bläuliche, grünliche oder fahlgraue Färbung überwiegend

8. ANHANG

S	Staukörper eines Pseudogleys, mit deutlicher Marmorierung
T	Torfschichten (Gliederung in T1, T2 usw)

Buchstabenindizes:

g	leichte Grund- und Tagwassergleyerscheinungen
ca	Kalziumkarbonatanreicherung
beg	begrabener Horizont (Aus früheren Bodenbildungen)
fos	fossiler Horizont (Aus früheren Bodenbildungen; nicht in rezente Bodenbildung einbezogen)
rel	reliktischer Horizont (Aus früheren Bodenbildungen; in rezente Bodenbildung einbezogen)
p	Durch Pflugarbeit beeinflusste Zone

Übergangshorizonte werden durch Nebeneinanderschreiben der Symbole gekennzeichnet (Bsp.: Oberster Mineralbodenhorizont A ist gleichzeitig durch Grundwasser geprägter G-Horizont).

81. Horizontmächtigkeit	Angabe in 0.5 cm Stufen		
82. Horizontbegrenzung	Deutlichkeit:	scharf absetzend:	sa Übergangszone < 2 cm
		absetzend	a Übergangszone 2-5 cm
		übergehend	ü Übergangszone 5-10 cm
		allmählich übergehend	aü Übergangszone > 10 cm
	Form (nur bei Bodenziegel oder Profilgrube)		
	gerade	g	
	wellig	w	seichte Vertiefungen (breiter als tief)
	taschenförmig	t	Vertiefungen (tiefer als breit)
	unterbrochen	u	Abbrechen der Grenzlinie bei tiefer
			bzw. höherliegender Fortsetzung
83. Bodenart	Nach Fingerprobe (s. Tabelle) des erdfeuchten Bodens < 2 mm (nicht in A-Horizont)		
84. Skelettanteil > 2mm Durchmesser	Ansätzung an Profilwand oder Weganschnitt in % nach Tafel		
85. Korngrößengruppe des Grobbodens	eckig-kantig	gerundet	Korngröße
	mm		
	(Steine, Schutt, Grus)	(Kies, Gerölle, Geschiebe)	
	FG Feingrus	FK Feinkies	2-6,3
	MG Mittelgrus	MK Mittelkies	6,3-20
	GG Grobgrus	GK Grobkies	20-63
	SC Steine	ST Schotter	63-200
	B Blöcke	B Blöcke	>200
86. Bodenfarbe	Munsell Bodenfarbkarte am erdfeuchten Boden		
87. Fleckungen - Art	Fleckungen und Konkretionen werden im A-Horizont nicht angesprochen!!		
	B.....Bleichflecken	R.....Rostflecken	

8. ANHANG

81. Bodentyp	RZ	Rendzina
	TG	Tangelrendzina
	PC	Pechrendzina
	RA	Ranker
	PR	Pararendzina
	MO	Moor
	HM	Hochmoor
	UM	Übergangsmoor
	NM	Niedermoor
	AM	Anmoor
	GL	Gley
	HG	Hanggley
	NG	Naßgley
	PG	Pseudogley
	HP	Hangpseudogley
	SG	Stagnogley
	ZP	Zwergpseudogley
	BE	Braunerde
	EB	Eutrophe Braunerde
	DB	Dystrophe Braunerde
	PBE	Parabraunerde
	SP	Semipodsol
	PO	Podsol
	BL	Braunlehm
	PL	Pelosol
	OB	Ortsboden
Übergänge werden durch Kombination gekennzeichnet z.B. BLPG = pseudovergleyter Braunlehm		

158. Vegetationstyp	Code	Beschreibung	Radius
	1	Wald mit > 30% Überschirmung	10m
	2	Wald mit <30% Überschirmung	10m
	3	Latschen oder Grünerlenfläche	5m
	4	bestockte Weide, Überschirmung < 10%	
		5m	
	5	Weiderasen	2,5m
	6	Moor (Fläche > 30m ²)	2,5m
	7	Fels (Fläche > 30 m ²)	2,5m
	8	Vegetation der Schuttstandorte	2,5m
	9	Zwergstrauchheiden	
		2,5m	
	10	alpine Rasen oder Matten	2,5m
	11	sonstige Vegetationstypen; verbal beschreiben!!	
159. Radius Vegetationsaufnahme	sh. oben		

158. Vegetationsaufnahme

für jede Art ist die Abundanz/Dominanz und für die Kraut- und Strauchschicht die Wuchsform anzugeben

Schichten - Definitionen:

1. Baumschicht: Oberschicht der Gehölze, Bestandeshöhe 2/3 bis 3/3 der höchsten Bäume.

2. Baumschicht: Mittelschicht der Gehölze, Bestandeshöhe 1/3 bis 2/3 der höchsten Bäume.

Strauchschicht: Unterschicht mit Höhen von 1,3 m - 1/3 der höchsten Bäume. Betrifft nur verholzende Baum- und Straucharten.

Krautschicht: Bodenvegetation incl. jungen Bäumen (Verjüngung) und Sträuchern bis zu einer Höhe von 1,3 m (excl. Moose) inklusive vorübergehend verbrauchte Vegetationsteile (Trockenheit, jahreszeitlicher Entwicklungsstand, etc.); bei voller Vegetationsentwicklung im Sommer.

Anmerkung: Bezeichnung der Pflanzenarten nach der Nomenklatur ADLER/OSWALD/FISCHER: Exkursionsflora von Österreich (1994)

Artmächtigkeit (Abundanz/Dominanz)

	BR-BI	Deckung	Individuenzahl (nur Kräuter)
1	r	0 - 0,01 %	ein Individuum
2	+	0,01 - 1 %,	wenige Individuen
3	l	1 - 5 %	Art zahlreich
4	2a	6 - 10 %	Individuenzahl beliebig
5	2b	11 - 25 %	
6	3a	26 - 35 %	
7	3b	36 - 50 %	
8	4a	51 - 60 %	
9	4b	61 - 75 %	
10	5a	76 - 85 %	
11	5b	86 - 100 %	
0	0 % wird nur beim Beschirmungsgrad der Baumverjüngung (BEVJ) vergeben		

Für verholzte Krautschicht < 1,3m (excl. Keimlinge!):
Artmächtigkeit, Maximalhöhe, Verbiß heuer, Verbiß Vorjahr
(Höhe: auf cm wenn höchstes Individuum max 10cm hoch, auf 5cm wenn höchstes Individuum max 50cm hoch, auf 10cm wenn höchstes Individuum zwischen 50 und 130cm hoch.)

Verbiß:

0.....kein Verbiß	bei Baumarten wird der Verbißgrad
1.....bis 50% der Seitentriebe	der Terminaltriebe des Vorjahres,
bei	
2.....51-90% der Seitentriebe	Straucharten der Verbißgrad des
3.....>90% der Seitentriebe	Deckungsgrades angegeben!!
4.....Terminaltrieb und bis 50% der Seitentriebe	
5.....Terminaltrieb und 51-90% der Seitentriebe	
6.....Terminaltrieb und >90% der Seitentriebe	

Wuchsformcode (WU) für Kraut- und Strauchschicht:

1.....verholzter Baum der Krautschicht
2.....Zwergstrauch
3.....Grasartige
4.....Kräuter
5.....Farne
6.....Rubus/Ribesarten

8. ANHANG

158. Deckung auf Bodenniveau	<p>Für jede Vegetationsschicht wird ihre Deckungssumme bezogen auf Bodenniveau angegeben. Die Deckungssumme wird auf 5 % genau erhoben, bei Deckungssummen unter 5% wird in 0%, <3% und 3-5% differenziert.</p> <p>Für die Krautschicht wird die Deckung folgender Vegetationstypen getrennt angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krautschicht gesamt (unverholzt und verholzt, <1,3m) - Holzgewächse (incl. Zwergsträucher und Keimlinge) - Nadelbaumarten (incl. Keimlinge) - Laubbaumarten (incl. Keimlinge) - Sträucher ohne Zwergsträucher und Krummholz - Krummholz - Zwergsträucher - Rubus-, Ribesarten - Gräser - Kräuter (ohne grasartige) - Farne <p>Moosschicht</p> <p>Für 1. Baumschicht, 2. Baumschicht, Krummholz und Strauchschicht ist die Durchschnittshöhe je Schicht in Meter anzugeben.</p>
159. Gesamtdeckung in 1,3m über Boden	Gesamtdeckung aller Schichten (Gehölze) über 1,3m. auf 5 % genau
160. Gesamtdeckung Nadelholz aller Schichten	Immergrüne Nadelholzarten über 1,3m Höhe auf 5% genau
161. Gesamtdeckung Laubholz und Lärche aller Schichten	Sommergrüne über 1,3m Höhe auf 5% genau
162. Störungszeigertyp	<p>sind Pflanzen als Störungszeiger anzusprechen, werden sie einem Störungszeigertyp zugeordnet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.....Lichtzeiger / Schlagzeiger 2.....Verdichtungszeiger / Weidezeiger 3.....Ruderalzeiger (Wege, Böschungen etc) 4.....Säurezeiger (anthropogen) 5.....Nährstoffzeiger (anthropogen)
163. Schichtung - 1. Baumschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
164. Schichtung - 2. Baumschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
165. Schichtung - Strauchschicht	<p>Angabe für R = 30m</p> <ol style="list-style-type: none"> 0.....nicht vorhanden 1.....angedeutet vorhanden 2.....ausgeprägt vorhanden
166. Aktuelle Waldgesellschaft bzw. aktuelle Pflanzengesellschaft bei Nichtwaldflächen	<p>Auf Grund der Vegetationsaufnahme ist die aktuelle Waldgesellschaft auf Assoziationsniveau anzusprechen.</p> <p>Nomenklatorisch ist nach "Die Pflanzengesellschaften Österreichs; Band III: Wälder und Gebüsch" (MUCINA, GRABHERR, WALLNÖFER 1993) vorzugehen. Handelt es sich um eine anthropogene Artenzusammensetzung (Forste, Schläge, etc.) sind diese ohne wissenschaftlichen Namen zu benennen.</p>

8. ANHANG

158. Potentiell natürliche Wald-gesellschaft (PNWG) bzw. potentiell natürliche Pflanzengesellschaft bei Nichtwaldflächen	<p>Die PNWG unterscheidet sich von der ursprünglichen Gesellschaft insofern, da bei ihrer Konstruktion durch bisherige Nutzungen verursachte Standortveränderungen mit berücksichtigt werden. Es handelt sich also nicht um die Art der Gesellschaft vor dem Einfluß des Menschen.</p> <p>Bei der Ansprache der PNWG sind die heute auf der Probefläche vorherrschenden Standortverhältnisse heranzuziehen, und jene Gesellschaft abzuleiten welche sich unter den gegebenen Verhältnissen, ohne künftiger Einwirkung des Menschen einstellen würde. Auch bei irreversiblen Standortveränderungen muß man sich an dem heute Möglichen orientieren. Kurzfristige Sukzessionsphasen (z.B. Weiden-Birken-Vorwald, etc.) bleiben unberücksichtigt.</p> <p>Um die Ansprache zu erleichtern, sollen die Kartierer die Datenbankblätter der "Walges" heranziehen, welche für jede Gesellschaft deren ökologische Ansprüche angibt.</p> <p>Ist eine Konstruktion der PNWG nicht eindeutig möglich, oder die Zuordnung der potentiellen Baumarten in Artmächtigkeitsklassen zu ungewiß, muß dies angemerkt werden.</p>
159. Sondergut	<p>Unter Sondergut im Wald werden seltene und/oder schutzwürdige Pflanzengesellschaften verstanden (z.B. Moore, Schluchtwälder, Naturwälder etc.). Dabei ist einerseits die Artengarnitur der Baumschicht aber auch der Krautschicht heranzuziehen.</p> <p>0....kein Sondergut 1....Sondergut</p>
160. Probefläche mit Naturwaldzellen-character	<p>0....nein 1....ja</p>
161. Homogenität der Probefläche	<p>1....homogen (soziologisch auswertbar) 2....homogen (soziologisch nicht auswertbar) 3....heterogen bei Code =2 mit einem Wort erläutern warum soz. nicht auswertbar</p>
162. großflächiges Pionierstadium (>200 m ²)	<p>z.B. Schlagflur, Vorwald, etc.; Lär-Bestände zählen nicht als Vorwald</p> <p>0....nein 1....ja</p>
163. verbale Kurzbeschreibung	<p>verbale Beschreibung zu Standort, Struktur, Einflüssen und Vegetation (max. 2 Zeilen)</p>

8. ANHANG

Einzelbaummerkmale R = 10m

Liegende tote Stämme mit einem Durchmesser ≥ 20 cm werden erhoben wie Stehende!

176. Alter	bei gleichaltrigem Bestand frische Stöcke oder 1 Bohrkern an einem Baum der in etwa dem Mittelstamm entspricht jedoch außerhalb des Probekreises ($r=10$ m). Bei Ungleichaltrigkeit ein Bohrkern je Schicht, außerhalb des Probekreises.	
177. Radialzuwachs der letzten 10 Jahre	bei Bohrungen Mittelwert der Bohrungen, bei Zählung am Stock Mittelwert von 4 Radian	
178. Baumart	sh. Anhang 1	
179. Azimut	Winkel mittels CRITERION400, Grad	
180. Distanz	Distanz vom Probekreiszentrum zur Stammvorderseite mittels CRITERION400, auf dm	
181. BHD	Kluppe, auf mm bis $r=2.5$ m keine Kluppschwelle, bis $r=5$ m Kluppschwelle 5cm, bis $r=10$ m Kluppschwelle 10cm	
182. Höhe	CRITERION400, auf dm, bis $r=2.5$ m alle Höhen über 1,3m, bis $r=5$ m Höhen nur für Bäume mit BHD > 10cm, bis $r=10$ m Höhen nur für Bäume mit BHD > 20cm	
183. Höhe des Kronenansatzes	CRITERION400, auf dm, bis $r=5$ m nur für Bäume mit BHD > 10cm, bis $r=10$ m nur für Bäume mit BHD > 20cm	
184. Kronenradien	In den vier Richtungen der Verjüngungstreifen: mittels Maßband, auf dm	
185. Hexenbesen / Krebs	0.....Nein	1.....Ja
186. Spechtlöcher	0.....Nein	1.....Ja
187. Horstbaum	0.....Nein	1.....Ja
188. Höhlenbaum	0.....Nein	1.....Ja
189. Mistelbefall	0.....Nein	1.....Ja
190. Wasserreiser	0.....Nein	1.....Ja
191. Säbelwuchs	0.....Nein	1.....Ja
192. Fegeschaden	0.....Nein	1.....Ja
193. Schneitelung / Astung	0.....Nein	1.....ja
194. Wipfelbruch	0.....keiner 1.....leicht (<3m) neu 2.....stark (>3m) neu 3.....leicht (<3m) alt (bereits Seitenast aufgestellt) 4.....stark (>3m) alt (bereits Seitenast aufgestellt)	
195. Schälung	0.....keine 1.....leicht Maßgebend ist die größte Wunde 2.....mittel leicht.....Breite unter 5cm 3.....stark mittel.....Breite >5cm Länge <100cm 4.....sehr stark stark.....Breite >5cm Länge >100cm sehr stark.....Breite >1/2 Umfang	
196. E/R Verletzungen	Klassen wie oben	
197. Steinschlag	Klassen wie oben	
198. Soziologie	1.....vorherrschend 2.....herrschend 3.....mitherrschend	4.....beherrschte 5.....unterständige

8. ANHANG

199. Vitalität	1.....Oberschicht, vital 2.....Oberschicht, kümmernd Trieblänge 3.....Mittelschicht, vital 4.....Mittelschicht, kümmernd 5.....Unterschicht, vital 6.....Unterschicht, kümmernd	hinsichtlich Kronendichte, Blatt/Nadelfarbe, und Alter
200. Verbiß	Wird am Terminaltrieb des Vorjahres bestimmt!!! 0.....kein Verbiß 1.....bis 50% der Seitentriebe 2.....51-90% der Seitentriebe 3.....>90% der Seitentriebe 4.....Terminaltrieb und bis 50% der Seitentriebe 5.....Terminaltrieb und 51-90% der Seitentriebe 6.....Terminaltrieb und >90% der Seitentriebe	
201. Schaftanomalien	0.....keine 1.....Harzfluß 2.....Blitzschlag (dann häufig Borkenkäferbefall!) 3.....Kandelaber	
202. Zwiesel	nur wenn Zwiesel über 1,3m Höhe, sonst 2 Bäume 0.....keiner 1.....einfacher 2.....mehrfacher	
203. Schädlingsbefall	0.....keiner 1.....Borkenkäfer 2.....Lärchenwickler 3.....Gespinstblattwespe 4.....Lärchenminiernotte	5.....Buchenspringgrübler 6.....Buchenwollaus 7.....Tannentrieblaus 8.....Fichtengebirgsblattwespe 9.....sonstige
204. Todesursache	0.....Baum lebt 1.....Konkurrenz 2.....Schnee oder Windbruch 3.....Windwurf 4..... Verbiß oder Fegung	5.....Insekten 6.....neuartige Waldschäden 7.....unbestimmbar 8.....Fällung
205. Verrottungsgrad	0.....Baum lebt außen) 1.....frisch nach innen) 2.....lose Rinde 3.....ohne Rinde	4.....in Zersetzung (von innen nach außen) 5.....in Zersetzung (von außen nach innen) 6.....überwiegend zersetzt
206. Totholzlage	0.....Baum lebt hängend 1.....stehend 2.....liegend oder hängend	
207. Flechten / Moose	in 1/10tel der sichtbaren Rindenoberfläche von Schaft und Ästen bis 6m über Boden	
208. Baumschwämme	Anzahl	
209. Schälung	Anzahl	
210. E/R-Verletzungen	Anzahl	
211. Steinschlag Anzahl	Anzahl	
212. Zeitaufwand am Punkt	Minuten	

Tabelle der Vegetationszeigerwerte

Punktnummer	Median der Lichtzahl	Median der Temperaturzahl	Median der Kontinentalitätszahl	Median der Feuchtezahl	Median der Reaktionszahl	Median der Stickstoffzahl	mittlere Lichtzahl	mittlere Temperaturzahl	mittlere Kontinentalitätszahl	mittlere Feuchtezahl	mittlere Reaktionszahl	mittlere Stickstoffzahl
4,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	5,56	3,31	3,52	5,90	5,22	6,02
11,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,17	3,65	3,52	5,75	6,01	5,07
12,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,39	4,14	3,64	5,33	5,82	5,73
13,00	6,00	3,00	3,00	6,00	4,00	4,00	5,84	3,24	3,55	5,97	4,16	4,78
14,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	5,13	3,50	3,61	6,03	5,75	5,94
15,00	5,00	3,00	3,00	6,00	7,00	7,00	4,79	3,26	3,53	5,74	5,76	6,34
16,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,48	3,41	3,67	5,59	5,87	5,07
25,00	6,00	3,00	3,00	6,00	4,00	7,00	5,51	3,16	3,44	6,03	4,63	6,35
26,00	5,00	3,00	3,00	6,00	4,00	6,00	5,17	3,58	3,49	5,95	4,70	5,58
27,00	6,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,85	3,00	4,07	5,89	5,86	4,88
39,00	5,00	3,00	3,00	6,00	3,00	5,00	5,09	3,09	3,44	6,25	3,35	4,89
40,00	6,00	3,00	4,00	6,00	6,00	6,00	5,47	3,60	3,45	6,07	5,48	5,50
42,00	6,00	5,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,61	4,20	3,52	5,48	6,05	5,17
52,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	7,00	4,67	3,79	3,62	5,92	5,98	6,03
54,00	6,00	4,00	4,00	6,00	7,00	4,00	5,62	3,64	3,59	5,68	5,83	4,52
55,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	6,00	4,99	3,28	3,87	6,15	6,17	5,41
57,00	5,00	3,00	4,00	6,00	4,00	5,00	4,53	3,61	3,68	5,68	4,88	4,91
66,00	5,00	3,00	3,00	5,00	4,00	5,00	5,14	3,36	3,33	5,56	4,00	5,31
69,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,04	4,37	3,07	5,58	6,14	6,23
137,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,20	3,66	3,80	5,17	5,65	4,49
138,00	6,00	3,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,71	3,61	3,96	4,49	6,21	3,70
139,00	6,00	3,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,76	3,33	4,00	5,16	6,37	3,76
149,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,01	4,10	3,82	4,94	6,61	4,71
150,00	6,00	3,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,64	3,46	3,91	5,29	6,80	5,03
151,00	5,00	3,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,41	3,56	3,88	5,02	6,05	4,24
152,00	5,00	3,00	4,00	6,00	7,00	5,00	5,31	3,39	3,92	5,62	5,89	4,88
162,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,81	4,47	4,43	5,02	6,12	4,41
177,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,49	4,26	4,84	4,73	7,46	4,19
179,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,49	3,68	4,00	4,15	6,78	3,10
198,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,13	4,41	3,97	4,45	7,44	3,33
199,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	2,00	6,21	3,62	4,10	4,00	6,86	2,78
200,00	6,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	5,83	3,90	4,09	3,83	4,63	2,63
201,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	5,80	4,00	3,64	4,48	6,73	3,55
209,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,50	3,93	3,70	5,18	6,29	4,58
210,00	4,00	4,00	4,00	6,00	7,00	5,00	4,58	4,22	3,77	5,48	5,90	5,01
216,00	7,00	5,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,80	4,48	3,71	4,31	7,57	3,00
218,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,47	4,22	4,20	4,78	7,50	4,37
229,00	4,00	4,00	4,00	6,00	7,00	6,00	4,33	4,14	3,66	5,60	6,24	5,36
230,00	5,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	5,00	4,13	3,72	5,38	6,47	5,60
236,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,85	4,60	3,93	5,46	6,63	5,29
237,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,89	4,57	3,77	5,15	6,56	5,14
238,00	4,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	4,22	4,50	3,97	5,26	7,19	4,86
240,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,69	4,52	3,67	5,45	7,34	5,79
244,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,95	4,12	3,77	5,33	6,73	5,38
247,00	4,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,45	4,14	3,90	5,25	6,39	5,02
249,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,18	4,30	3,77	4,91	6,82	4,19
255,00	3,00	5,00	4,00	5,00	6,00	7,00	3,45	4,38	3,73	5,75	6,00	6,25
265,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,34	4,45	3,70	4,85	7,09	4,11
274,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,13	4,38	3,82	5,05	6,75	4,25
275,00	3,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	3,78	4,56	3,44	5,14	7,80	5,00

Tabelle der Vegetationszeigerwerte

Punktnummer	Median der Lichtzahl	Median der Temperaturzahl	Median der Kontinentalitätszahl	Median der Feuchtezahl	Median der Reaktionszahl	Median der Stickstoffzahl	mittlere Lichtzahl	mittlere Temperaturzahl	mittlere Kontinentalitätszahl	mittlere Feuchtezahl	mittlere Reaktionszahl	mittlere Stickstoffzahl
281,00	7,00	3,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,13	3,79	3,96	4,68	7,62	3,61
283,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,89	4,21	3,66	5,24	7,24	4,86
287,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,57	4,11	3,96	4,81	7,36	3,57
289,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,53	4,35	3,63	5,13	6,72	4,97
290,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	3,75	4,58	3,82	5,31	6,31	5,13
291,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	4,65	4,29	4,32	5,19	6,71	3,82
292,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,24	4,44	4,06	5,20	6,57	4,86
305,00	4,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	4,13	5,00	4,10	5,14	7,36	5,21
316,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,10	4,65	3,64	5,13	7,19	5,11
324,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,79	4,45	4,15	4,70	7,39	3,83
325,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	4,00	4,94	4,36	4,02	4,83	7,64	4,08
327,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,45	3,82	3,88	5,00	6,34	3,54
349,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,23	4,22	3,70	5,26	6,19	5,66
711,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,64	4,53	3,70	5,53	7,14	5,39
714,00	4,00	5,00	3,00	6,00	7,00	7,00	3,80	4,96	3,38	5,79	6,18	6,41
763,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,50	4,54	3,44	5,23	6,51	5,33
765,00	3,00	5,00	3,00	5,00	5,00	6,00	3,05	4,87	3,09	5,33	5,92	5,86
987,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,46	4,33	3,58	5,07	7,44	4,14
1043,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	5,28	4,15	3,59	5,23	7,27	4,54
1347,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	6,01	4,81	4,04	4,45	6,64	3,80
1348,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,11	4,30	3,82	4,86	7,06	3,48
1349,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,24	4,69	3,86	4,66	6,41	3,73
1350,00	7,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	6,15	4,15	4,07	4,68	7,38	3,33
1388,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,81	4,85	3,89	4,50	6,80	3,96
1389,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,28	4,97	3,86	4,81	6,43	4,45
1391,00	6,00	5,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,74	4,44	4,15	4,30	7,57	3,14
1434,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	6,00	4,91	4,49	4,02	5,40	6,62	5,24
1442,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,56	4,40	3,86	4,80	7,31	3,89
1443,00	6,00	4,00	4,00	5,00	8,00	3,00	5,80	4,19	4,11	4,64	7,07	3,45
1446,00	5,00	4,00	4,00	5,00	8,00	4,00	5,19	3,89	3,90	5,02	7,27	4,43
1478,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,53	4,80	4,12	4,98	6,70	4,22
1479,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	4,84	4,74	3,62	5,24	6,67	5,06
1487,00	6,00	5,00	4,00	4,00	8,00	3,00	6,02	4,44	4,07	4,16	7,23	3,09
1489,00	5,00	5,00	4,00	5,00	8,00	5,00	5,39	4,41	4,06	5,08	7,44	4,81
1490,00	6,00	5,00	4,00	4,00	7,00	3,00	5,73	4,52	4,16	4,54	6,74	3,68
1491,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	4,90	4,17	4,08	5,31	6,47	4,59
1492,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,19	4,14	3,89	5,01	6,67	4,43
1503,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	7,00	3,97	4,40	3,32	5,50	6,59	5,94
1528,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	5,23	4,32	3,93	4,86	6,98	4,50
1531,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,69	4,48	3,96	4,78	6,84	3,93
1533,00	6,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,51	4,11	3,61	4,78	7,19	3,55
1534,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	6,00	4,25	4,28	3,19	5,48	6,13	5,91
1541,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	5,00	5,23	3,99	3,51	5,29	6,20	4,57
1549,00	5,00	4,00	3,00	6,00	7,00	6,00	5,05	4,06	3,28	5,75	6,87	5,30
1550,00	4,00	5,00	4,00	5,00	7,00	5,00	4,68	4,46	3,54	5,35	6,15	4,99
1565,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,26	4,76	3,58	4,88	6,61	3,97
1580,00	5,00	4,00	4,00	5,00	6,00	5,00	4,66	4,03	3,51	5,61	6,00	5,21
1584,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	6,00	5,18	3,80	3,74	5,38	6,29	5,30
1585,00	4,00	5,00	3,00	5,00	7,00	5,00	4,55	4,12	3,43	5,34	6,22	4,75
1621,00	5,00	4,00	4,00	5,00	7,00	3,00	5,46	4,07	4,01	5,08	6,91	4,25
1631,00	5,00	5,00	4,00	5,00	7,00	4,00	4,90	4,35	3,85	5,11	6,94	4,43