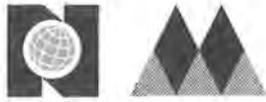




Nationalpark
Berchtesgaden



Standortkarte Nationalpark Berchtesgaden



Nationalpark
Berchtesgaden

Standortkarte Nationalpark Berchtesgaden

Dr. Volkmar Konnert
Technische Universität München

Forschungsbericht 49

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 49/2004

Herausgeber:

Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Doktorberg 6,
D-83471 Berchtesgaden, Telefon 0 86 52/96 86-0, Telefax 0 86 52/96 86 40,
e-Mail: poststelle@nationalpark-berchtesgaden.de
Internet: <http://www.nationalpark-berchtesgaden.de>

im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Alle Rechte vorbehalten!

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-52-1

Druck: Berchtesgadener Anzeiger, Berchtesgaden

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Titelbild: Die Mühisturzhörner, gesehen aus dem Bereich der Mittereisalm.
Im Vordergrund naturnaher, buchenreicher Bergmischwald.

Fotos:

K. Wagner, St. Donath, Nationalparkverwaltung

Inhaltsverzeichnis

Standortkarte Nationalpark Berchtesgaden von Dr. Volkmar Konnert

1	Einleitung	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.2	Beiträge, Beratung, Danksagung	5
2	Natürliche Grundlagen	6
2.1	Geländelage	6
2.1.1	Höhe über NN, Expositionen, Neigungsstufen	6
2.1.2	Orographische Senken	7
2.1.3	Parametrisierung des Umgebungsreliefs	10
2.2	Klima	11
2.2.1	Jahresgang der Temperatur	12
	Klimastationen des Nationalparks	12
	Länge der Vegetationsperiode	16
	Verteilung von Mittel- und Minimumtemperaturen im Nationalpark	16
2.2.2	Niederschlag	18
2.2.3	Schneeverhältnisse	22
2.2.4	Starkwind	25
2.3	Geologie, Substrate, Bodentypen	28
2.3.1	Geologie	28
2.3.2	Substrate	30
2.3.3	Bodentypen	34
3	Kurze Geschichte der Wälder des Nationalparks	35
4	Die Vegetation	41
4.1	Vegetationskundliche Untersuchungen im Berchtesgadener Land ...	41
4.2	Naturräumliche Gliederung	41
4.3	Boden und Vegetation	43
5	Die vegetationsgestützte Standortkartierung	48
5.1	Methode	48
5.2	Erstellung der Standortkarte mit dem Geographischen Informationssystem	52
6	Die Charakterisierung der Standorttypen	54
7	Mögliche Anwendungen in der Nationalparkforschung	146
8	Zusammenfassung	147
9	Literaturverzeichnis	149

Standortkarte Nationalpark Berchtesgaden

Dr. Volkmar Konnert

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Das Projekt hat die Aufgabe aus den bestehenden Kartierungen der Substrate und der Vegetation, unter Zuhilfenahme von anderen digitalen, flächendeckenden Kartierungen und Informationen des Nationalparks wie digitales Geländemodell (DGM), geologische Karte, Color-Infrarot (CIR)-Luftbilder und CIR-Typen sowie der Klimaaufzeichnungen der nationalparkeigenen Wetterstationen und der umgebenden offiziellen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und des grenznahen Österreichs, der Ergebnisse der Waldinventuren von 1983/84 und 1995/97 u. a. eine integrierte Standortkarte zu erstellen.

In Absprache mit der Nationalparkverwaltung und dem Fachbereich Geobotanik der Technischen Universität München wurde die Methode der vegetationsgestützten Standortkartierung nach dem von Dr. J. EWALD entwickelten Verfahren, mit den spezifischen EDV-mäßigen Änderungen, die nötig sind, um aus den bereits existierenden Informationen eine entsprechende Standortkarte zu entwickeln, festgelegt.

1.2 Beiträge, Beratung, Danksagung

Das Projektvorhaben wurde unter der Leitung von Herrn Prof. A. FISCHER vom Lehrbereich Geobotanik der Technischen Universität München durchgeführt und von der Nationalparkleitung, Herrn Dr. H. ZIERL, finanziell ermöglicht und beratend unterstützt.

Bei der Zusammenfassung der komplexen Substrate wurde ich von Herrn Dr. K. FREYER (Nationalparkver-

waltung – Untere Forstbehörde), der sowohl die Methode der Substratkartierung entwickelt, als auch einen Teil des Nationalparks selbst kartiert hat, unterstützt.

Die umfangreichen klimatischen Daten, zusammen mit den nötigen Hintergrundinformationen, wurden freundlicherweise von Herrn H. VOGT (Nationalparkverwaltung – Fachbereich Meteorologie) bereitgestellt. Die Daten über die täglichen Strömungslagen wurden von Herrn MAG. ST. HOFINGER, von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – Salzburg, und die der täglichen Großwetterlagen von Herrn G. HOFFMANN, vom Deutschen Wetterdienst München, bereitgestellt.

In die Arbeit wurden Beiträge, die sich mit speziellen Aspekten der Aufgabenstellung des Projektes befassen, übernommen und zwar: methodische Teile der vegetationsgestützten Standortkartierung von Herrn Dr. J. EWALD, Teile der Arbeit von Herrn R. EBERHARDT über die „Ökologisch orientierte Modellbildung zur potentiellen Schneedeckenverteilung im Biosphärenreservat Berchtesgaden“, Teile der Ergebnisse aus der Arbeit von Herrn Prof. F. WILHELM und Herrn H. VOGT über die Komplexität der Schneedeckenentwicklung im Lainbachtal und die zusammenfassende Arbeit von Herrn J. SEIDENSCHWARZ über die komplexen Beziehungen zwischen Boden und Vegetation im Nationalpark Berchtesgaden.

Da die Arbeit in großen Teilen EDV-gestützt erfolgte, war die Beratung und Zusammenarbeit mit Herrn H. P. FRANZ (Nationalparkverwaltung – Fachbereich EDV) zu EDV-technischen Problemen während der gesamten Projektabwicklung besonders hilfreich. Dies bezog sich vor allem auf die vielfältigen GIS-Anwendungen und die Einbindung der schon vorhandenen digitalen Karten.

Allen oben genannten sowie allen Kolleginnen und Kollegen, die in irgendeiner Weise zu der Arbeit beigetragen haben, gebührt mein aufrichtiger Dank.

2. Naturräumliche Grundlagen

2.1 Geländelage

Der Nationalpark Berchtesgaden liegt in der äußersten südöstlichen Ecke Deutschlands, am südlichen Ende des Landkreises Berchtesgadener Land. Das Gebiet umfasst eine Fläche von rund 208 km². Die Grenze des Nationalparks bildet größtenteils auch die Landesgrenze zu Österreich. Nur im Norden grenzt der Nationalpark an die Siedlungsgebiete der Gemeinden Berchtesgaden, Schönau am Königssee und Ramsau, alle im Vorfeld des Nationalparks gelegen (Abb. 2.1). Die Wälder des Nationalparks unterstehen seit 1987 der Nationalparkverwaltung – Untere Forstbehörde – in Berchtesgaden.

Für die digitale Verarbeitung der Geländeinformationen steht dem Nationalpark ein digitales Geländemodell zur Verfügung. Die Berechnungen wurden mit der genaueren Version von 1997 (Bayerisches Landesvermessungsamt), die eine Rasterzellengröße von 10 x 10 m hat, durchgeführt.

Das montane bis alpine Gelände des Nationalparks beinhaltet die Gebirgsstöcke Watzmann (2713 m) und Hochkalter (2606 m) sowie Teile der an der österreichischen Grenze liegenden Gebirgsmassive Hoher Göll, Hagengebirge, Steinernes Meer und Reiteralp. Getrennt ist das Gelände durch die tiefen, von Süden nach

Norden verlaufenden Täler des Königssees (Wasserspiegel 603 m über NN), des Wimbachtales und des Klausbachtals.

Mit dem Blaueisgletscher (nördlichster Gletscher der Alpen) reicht das Gelände des Nationalparks bis in die nivale Zone der Alpen hinauf.

2.1.1 Höhe über NN, Expositionen, Neigungsstufen

In Karte 1*) wird die Höhenverteilung anhand des digitalen Höhenmodells im Nationalpark dargestellt. Die flächengewogene mittlere Höhe beträgt 1531 m und die Höhenstufe 1500 bis 1700 m hat flächenmäßig den größten Anteil.

Die Expositions- und Neigungsstufenverteilungen (Grid Funktionen „slope“ bzw. „aspect“) wurden für eine Rasterzellengröße von 50 x 50 m berechnet, um eine bessere Annäherung an die kleinsten Polygone aus den vorhandenen Flächenkartierungen zu erreichen.

In Karte 2 ist die Verteilung der Expositionen dargestellt. Am häufigsten treten nördliche Expositionen (NNO, WNW, N, NW, NNW) auf. Die südlichen Expositionen (S, SSW, SSO) beinhalten die kleinsten Anteile. Unterboten werden diese nur von den ebenen Anteilen, die sich fast ausschließlich auf die Seenoberflächen beschränken.

In Karte 3 ist die Geländeneigung nach Neigungsstufen zusammengefasst dargestellt (FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME 1996, S. 19). Daraus kann man die große Reliefenergie der hochalpinen Landschaft des



*) Alle Karten (1-28) sind auf beiliegender CD als Bilddateien gespeichert.

Abb. 2.1: Lage des Nationalparks Berchtesgaden.

Nationalparks erfassen: die steilen, schroffen und sehr schroffen Neigungsstufen haben viel größere Anteile als die restlichen.

2.1.2 Orographische Senken

Im Nationalpark Berchtesgaden haben sich, bedingt durch Geologie, Geomorphologie und Klima, eine Vielzahl von kleinen und größeren Senken ausgebildet, die je nach Position und Größe des unterirdischen Abflusses nur zeitweise Wasser stauen (Abfluss auf Senkengrundniveau) oder Seen ausbilden (z. B. Funtensee mit Teufelsmühle).

Eine Vielzahl von Flurnamen weisen auf Senken hin, die zeitweise (bei Schneeschmelze oder Starkregen) auch Wasser enthalten können, z. B. Halsgrube, Watzmanngrube, Grubenalm, Bärenggrube, Rosengrube, Bärenlochalm, Bärensunk, Blaue Lache. Die Seen des Nationalparks mit unterirdischem Abfluss, Funtensee, Grünsee, Schwarzsee und Seeleinsee, sind, im Gegensatz zu den vorherigen Flurnamen, einem breiteren Publikum bekannt.

Für die standörtliche Beurteilung ist es wichtig, eine Ausscheidung der Geländeauschnitte, wo es zu Kaltluftakkumulationen und von da zu thermischen und Vegetationsinversionen kommen kann, durchzuführen. Die Fichte und Latsche, als Arten, die ein kontinentales Klima vertragen, haben in diesen Gebieten einen Konkurrenzvorteil gegenüber der Tanne und Buche, die leicht von Wintertiefsttemperaturen bzw. Spätfrösten geschädigt werden. An den Hängen, von wo die kalte Luft abfließen kann, finden daher Tanne und Buche ihr örtliches Optimum.

Da die Berechnungen spezielle, selten gebrauchte Funktionen des Grid-Moduls mit einer Vielzahl von Einzelschritten benötigen, werden sie im Folgenden dokumentiert.

Es wird vom 10 x 10 m Höhengrid ausgegangen.

1. Die „kleinen“ Senken bis zu 10 m Tiefe werden „gefüllt“ (darunter sind auch kleine Ungenauigkeiten des digitalen Geländemodells (DGM) enthalten) und weiter nicht als Senken berücksichtigt. Von insgesamt 1544 Senken bleiben so im Alpenpark 125 übrig.

Auf Grid-Ebene wird der „Befehl“ „fill“ verwendet, der neben dem Füllen der kleinen Senken auch ein Fließrichtungs-Grid „fliesrich“ erzeugt:

```
fill hoehengrid gefuelltsink 10 fliesrich
```

Die Fließrichtung wird nach 8 Himmelsrichtungen (je 45 °) kodiert. Beginnend mit Ost im Uhrzeigersinn sind die entsprechenden Kodierungen: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 und 128.

Auf dem Grund der Senken (wo keine Fließrichtung vorhanden ist) wird die Summe der angrenzenden Zellen mit Fließrichtung als Code verwendet (entsprechend sind es Zahlen, die unterschiedlich von den 8 Codierungszahlen ausfallen).

2. Die Senken-Gründe werden mit der Grid-Funktion „sink“ aus dem Fließrichtungs-Grid mit 1 bis n durchnummeriert. Wo keine Senken sind enthalten die Zellen NODATA:

```
Senken_ap = sink(fliesrich)
```

3. Die Abflussakkumulation wird anhand des Grids „fliesrich“ berechnet. Dabei werden die kleineren, gefüllten Senken nicht berücksichtigt.

```
Fliesakkum = flowaccumulation(fliesrich)
```

Das Ergebnis ist ein floating Point Grid.

4. Die Senken-Gründe auf dem Abfluss-Grid werden mit einem Wert gekennzeichnet, der größer als der Maximalwert des Fliesakkum-Grids ist (und in ein integer-Grid umgewandelt):

```
do cell  
if (fliesakkum ge 0) abfluss = int(fliesakkum)  
if (senken_ap gt 0) abfluss = 4000000  
enddo
```

Auf diese Weise sind die Senken-Gründe auf dem Abfluss-Grid gekennzeichnet und können so gegenüber den Zonen mit Abfluss farblich hervorgehoben werden.

5. Wasserscheiden, tiefste und höchste Erhebung in den Senkeneinzugsgebieten

Die Wasserscheiden der Abflusseinzugsgebiete, die auch Kaltluftabflussscheiden sind, werden mit der Funktion Watershed bestimmt.

```
Sink_areas = watershed(fliesrich, senken_ap)
```

Die Extremwerte der Höhen der Einzugsgebiete werden über die Zonalfunktionen bestimmt:

```
sink_min = zonalmin(sink_areas, gefuellts)  
sink_max = zonalmax(sink_areas, gefuellts)
```

Der größte Höhenunterschied innerhalb der Senkeneinzugsgebiete:

```
Tiefe_max = sink_max - sink_min
```

Dieser Wert kann, neben der Einzugsgebietsfläche, ein Maß für die potentielle Menge der Kaltluft, mit der die Senke gefüllt wird, sein.

6. Abflussschwelkenhöhe der Senken

Die Senken füllen sich über Nacht mit Kaltluft. Je größer das Einzugsgebiet ist, desto mehr Kaltluft strömt abwärts und sammelt sich über dem Senkengrund an. Wenn die Senke bis zu dem niedersten Höhenpunkt des Randes des Einzugsgebietes gefüllt ist, strömt die Kaltluft über diese Schwelle weiter nach unten. Der Kaltluftsee hat seine größte Tiefe und Ausdehnung (Fläche) erreicht.

Diese beiden Parameter (Tiefe und Fläche) können über ein Hilfsgrid berechnet werden. Aus dem Höhengrid wird ein zweites gefülltes Grid erzeugt. Als Füllparameter wird eine Tiefe gewählt, die etwas größer ist als die tiefste Senke (muss händisch ermittelt werden). Die Grünsee-Senke hat mit 94 m im Nationalpark (Höhenunterschied zwischen dem Senkengrund und der Senken-Schwelle) die größte Tiefe. Mit:

```
fill hoehengrid gefuellts95 sink 95  
wird das Grid „gefuellts95“ erzeugt.
```

Auf diesem Grid ist der tiefste Punkt, der den sink_areas entspricht, die jeweilige Höhe der Senkenschwelle.

```
schwelle_senke = zonalmin(sink_areas, gefuellts95)
```

Die Tiefe des Kaltluftsees bei Überlauf ist:

```
Tiefe_kaltluftsee = schwelle_senke - sink_min
```

Wenn die Schwelle mit dichter Vegetation (Latschengebüsch oder Wald) bewachsen ist, staut diese die Kaltluft zusätzlich an. Da die Höhe und Dichte der Vegetation in der Zeit und Jahreszeit unterschiedlich sein kann, wird hier nur auf die orographisch bedingten Kaltluftseen eingegangen.



Funtensee, nächtliche Ausbildung des orographisch bedingten Kaltluftsees mit Nebelbildung.



Vegetationsinversion im Funtenseekessel. An den Hängen Lärchen-Zirben-Fichtenwald; auf kleinen Anhöhen im Kessel Latschen; am Senkengrund um den See herum, Alpine Matten und Lägerfluren.

Die Tiefe der orographisch bedingten Kaltluftseen (bei maximaler Ausdehnung) kann aus der Differenz der beiden unterschiedlich gefüllten Grids berechnet werden:

$kaltluft = gefuellt95 - gefuellt10$

Außerhalb der Kaltluftseen sind die beiden Werte gleich, bzw. ihre Differenz ist gleich Null. Innerhalb der Kaltluftseen ist das Ergebnis gleich mit der Differenz der jeweiligen Abflussschwelle der Senke und der Geländeoberfläche unterhalb dieser Schwelle.

Die Ausdehnung der Kaltluftseen kann mit:
dozell

if (hoehegrid gt schwelle_senke) kaltluftsee = 0

if (hoehegrid le schwelle_senke) kaltluftsee = schwelle_senke * 1
enddo
ermittelt werden.

In Karte 4 sind die so ausgeschiedenen Gebiete mit unterirdischer Entwässerung und ihre orographischen Kaltluftseen dargestellt.

Die Senkeneinzugsgebiete des Nationalparks umfassen rund 30 % seiner Fläche (6159,5 ha = 29,6 %). Die Fläche ihrer maximalen Kaltluftseen summiert sich zu 274,6 ha (1,3 % der Fläche).

Der Grünsee befindet sich in der tiefsten Senke. Sein Kaltluftsee erreicht eine Tiefe von 94 m. Die Senke des Funtensees ist 75 m tief. In diesen Senken müssten theoretisch die tiefsten Temperaturen auftreten. Nicht zufällig wurden in diesen Geländeteilen auch die tiefsten Temperaturen registriert. So wurden am 20.11.1999 in der relativ kleinen Senke auf der Königstalalm -29 °C gemessen (BERCHTESGADENER ANZEIGER vom 11./12. Dezember 1999) und nur zwei Monate später am 25.01.2000 an der Klimastation vom Funtensee (1601 m Höhe über NN) ein neuer Kälterekord für Deutschland von -45,8 °C registriert (BERCHTESGADENER ANZEIGER vom 18./19.11.2000).

Am Grünsee wurde in den 90er Jahren von der Nationalparkverwaltung versucht Wintertemperaturen zu messen. Die damals eingesetzte Elektronik ist jedoch wegen der sehr tiefen Temperaturen immer wieder ausgefallen, so dass keine gesicherten Ergebnisse angefallen sind (mündl. Mitt. H. VOGT).

Das gemeinsame Senkeneinzugsgebiet des Röhnbachs und des Landtalgrabens ist das einzige Einzugsgebiet, wo das Wasser zunächst oberirdisch und anschließend unterirdisch abfließt. Der Grünsee wird von einem kleinen Bach gespeist. In den restlichen kleineren Senkeneinzugsgebieten sind keine dauerhaften Bäche ausgebildet.

2.1.3 Parametrisierung des Umgebungsreliefs

Mit einem verstärkten Bewusstsein für die ökologischen Zusammenhänge in der Natur wird eine weitgehende Quantifizierung der Umweltbedingungen gefordert. In der Klimatologie reichen deshalb vielfach die Mittelwerte von Klimadaten einiger Stationen nicht mehr aus, um qualifizierte Aussagen über die klimatische Charakteristik eines Gebietes machen zu können. Man erwartet jetzt differenziertere Aussagen über Größe und Verteilung primärer und komplexer Klimafaktoren (ENDERS 1979). Die Topoklimatologie (Geländeklimatologie) un-

tersucht den Zusammenhang zwischen Geländeform und Lokalklima an einem spezifischen Ort, der zu klein für eine makroklimatische und zu groß für eine mikroklimatische Untersuchung ist, mit dem Ziel der Festlegung einer exakten und detaillierten Vorstellung von allen Klimafaktoren eines Ortes oder einer Fläche (HELLER 1996, BITAN 1975).

Je stärker Reliefunterschiede innerhalb eines Gebietes sind, desto deutlicher treten klimatische Gegensätze auf kleinstem Raum hervor. Deshalb ist der Nationalpark Berchtesgaden mit seiner sehr großen Reliefenergie für topoklimatische Untersuchungen bestens geeignet. ENDERS (1979) hat im Nationalpark versucht, eine theoretische Topoklimatologie zu entwickeln, indem er die vielgestaltigen und gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen Topographie und Lokalklima näherungsweise bestimmt hat, ohne dabei auf detaillierte Aufzeichnungen innerhalb des Nationalparks zurückgreifen zu können.

Seit den achtziger Jahren ist ein wertvolles Instrumentarium für Geographen, Ökologen und Standortkundlern entwickelt worden, das die Verwaltung flächenbezogener Datensätze erlaubt. Geographische Informationen werden als digitale Datensätze flächenhaft in einem Informationssystem wiedergegeben und können flächenbezogen weiterverarbeitet werden. Die systematische Erfassung, Verknüpfung, Bewertung und Darstellung räumlich differenzierter Informationen wird durch das Instrumentarium des „Geographischen Informationssystems“ (GIS) erreicht. Der Einsatz von GIS bei der Parametrisierung der Umgebung der Messpunkte, um damit die weitreichenden Einflüsse auf die Variation der klimatischen Größen zu „erklären“, eröffnet dem Klimatologen und Ökologen neue Chancen, der erklärenden Topoklimatologie ein Stück näher zu kommen. Die räumliche Verteilung von Höhe über NN, Luv- und Lee-lagen, Bergkämmen, Beckenlagen usw. können simultan in verschiedenen Modellierungsansätzen mit einbezogen werden. Die qualitativ vom Bearbeiter von Klimakarten subjektiv mit eingebrachten topographischen Einflüsse können quantifiziert und objektiviert werden. Sie werden somit erklärbar (HELLER 1996).

Örtliche Lage

Bei den bisher durchgeführten und digital verfügbaren Kartierungen wurde leider im Gelände keine „örtliche Lage“ wie Ebene, Kuppe, Rippe, Ober-, Mittel-, Unterhang etc. angesprochen.

Da jedoch diese örtliche Lage durchaus einen ökologischen Einflussfaktor für die Verbreitung von Pflanzengesellschaften haben kann, wurde aus dem digitalen Geländemodell die Hanglage nach der Relation von HORMANN (1981) berechnet:

Örtliche Lage = $2 \times B - A$ wo:

A = Differenz zwischen dem Gipfelniveau und dem Talbodenniveau und

B = Differenz des Punktes gegenüber dem Talbodenniveau.

Gipfel- und Talbodenniveau wurden als größte bzw. kleinste Höhe im Umkreis des Punktes mit einem Radius von 2 km berechnet (HELLER 1996).

Die so ausgeschiedenen örtlichen Lagen sind in Karte 5 dargestellt. Die Abgrenzung der graphisch dargestellten Klassen in Tallage/Hangfuß, Unterhang, Mittelhang, Oberhang und Kammlage ist gutachterlich nach Gruppen gleicher Spreitung vorgenommen worden. Da für die Berechnungen die eigentlichen numerischen Werte verwendet werden, spielt diese Einteilung weiterhin keine Rolle.

Geglättete Höhen

Da die anströmenden Luft- und Wolkenmassen eine gewisse Trägheit haben, zeichnen sie das kleinräumige Relief nicht genau nach. Aus dieser Überlegung heraus wurden geglättete Höhen in Umkreisen von 2 km bis 5 km für die Berechnung von Niederschlagsverteilungen verwendet (HELLER 1996).

Horizontwinkelfaktoren

Die Strömungsrichtung variiert in der Zeit und die Gebirgskämme haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Ausbildung von Luv- und Leelagen. Um diese Einflüsse quantitativ zu beschreiben, werden Horizontwinkelfaktoren eingeführt. „Sie haben sich als sehr geeignet zur Parametrisierung der Luv- und Leewirkung von Gebirgskämmen erwiesen“ (HORMANN 1981). Es werden für 4 Himmelsrichtungen die Horizonthöhen für 5 logarithmisch gestaffelte Entfernungsbereiche berechnet. Da der Nationalpark im Süden und Osten an die Landesgrenze stößt und das digitale Geländemodell nur 10 km über die Grenze hinweggeht, sind in diesen beiden Richtungen nur 4 gestaffelte Entfernungsbereiche berechnet worden. Bei HELLER (1996) sind weitere Details der Berechnungsmethode angegeben.

Aus dem digitalen Geländemodell wurden somit folgende Erklärungsvariablen generiert und in je einem Grid abgelegt:

1. Höhe über NN
2. Hangneigung
3. Exposition
4. Rechtswert
5. Hochwert
6. Hanglage
7. Geglättete Höhe in einem Umkreis von 2 km
8. Geglättete Höhe in einem Umkreis von 3 km
9. Geglättete Höhe in einem Umkreis von 4 km
10. Geglättete Höhe in einem Umkreis von 5 km
11. Horizonthöhen im Norden in einer Entfernung von 0–1 km
12. Horizonthöhen im Norden in einer Entfernung von 1–2 km
13. Horizonthöhen im Norden in einer Entfernung von 2–5 km
14. Horizonthöhen im Norden in einer Entfernung von 5–10 km
15. Horizonthöhen im Norden in einer Entfernung von 10–25 km
16. Horizonthöhen im Osten in einer Entfernung von 0–1 km
17. Horizonthöhen im Osten in einer Entfernung von 1–2 km

18. Horizonthöhen im Osten in einer Entfernung von 2–5 km
19. Horizonthöhen im Osten in einer Entfernung von 5–10 km
20. Horizonthöhen im Süden in einer Entfernung von 0–1 km
21. Horizonthöhen im Süden in einer Entfernung von 1–2 km
22. Horizonthöhen im Süden in einer Entfernung von 2–5 km
23. Horizonthöhen im Süden in einer Entfernung von 5–10 km
24. Horizonthöhen im Westen in einer Entfernung von 0–1 km
25. Horizonthöhen im Westen in einer Entfernung von 1–2 km
26. Horizonthöhen im Westen in einer Entfernung von 2–5 km
27. Horizonthöhen im Westen in einer Entfernung von 5–10 km
28. Horizonthöhen im Westen in einer Entfernung von 10–25 km

2.2 Klima

Über die große Variabilität des Gebirgsklimas schreibt FRANZ (1979): „Vergleicht man Klimadaten von verschiedenen Stationen eines Hochgebirgssystems miteinander, so erkennt man, dass sie sich nicht nur nach der Seehöhe, sondern auch nach der geographischen Lage der Orte innerhalb des Gebirgssystems erheblich unterscheiden. Diese lokalklimatischen Unterschiede sind durch die Lage der Stationen im Luv oder Lee der vorherrschenden Luftströmungen, durch ihre Lage im Relief der Gebirgslandschaft, durch die Exposition gegen die Sonnenstrahlung und noch andere Faktoren bedingt. Sie bewirken zusammen mit den großen Höhenunterschieden, dass die klimatischen Verhältnisse in den Hochgebirgen auf engem Raum einem starken Wechsel unterworfen sind.“

Reliefbedingt ist der Nationalpark Berchtesgaden mit einem Höhenunterschied von über 2000 m typologisch dem Gebirgsklima zuzuordnen. Maritime Einflüsse des Atlantiks und kontinentale Einflüsse der Zentralalpen bedingen ein ausgesprochenes Übergangsklima, das sich in der Vegetation – von Stechpalme bis Zirbe – widerspiegelt (RALL 1990).

Mit dem Klimaatlas von Bayern (THOMMES et al. 1996) ist für jede analoge Karte auch die digitale flächendeckende Information (CD-Rom) vorhanden und kann bei Bedarf genutzt werden. Da die Karten auf der Basis von langjährigen Beobachtungsreihen erstellt wurden (meistens die Zeitreihen von 1951–1980), können die Flächenmittelwerte für verschiedene Gebiete genutzt werden um für örtliche Verteilungsmuster einen „Einhängepunkt“ zu liefern. Für eine direkte Nutzung der Informationen für Standortkarten im Hochgebirge (Maßstab 1 : 10.000) ist die Rasterung mit 200 x 200 m zu groß. In Gebieten mit geringerer Reliefenergie könnten die Informationen der Karten jedoch genügen. Über den

Vergleich der Gebietsmittelwerte der örtlich ermittelten Werte (auf der Basis des nationalparkeigenen Netzes von Klimastationen) mit dem entsprechenden Gebietsmittelwert der Atlaskarte kann auch eine Aussage über die zeitliche Repräsentativität der lokalen Karte gegenüber dem langjährigen Mittel gemacht werden.

Da die Standortbedingungen in Hochgebirgslagen, verglichen mit planaren oder collinen Lagen, viel mehr vom Klima als von edaphischen Faktoren geprägt sind, werden die wichtigsten wachstumsrelevanten Klimafaktoren, die zu einer Differenzierung der Standorte und Pflanzengesellschaften beitragen können, auf der Basis des nationalparkeigenen Netzes von Klimastationen, flächendeckend dargestellt und analysiert.

2.2.1 Temperatur

Klimastationen des Nationalparks

In Tabelle 2.1 sind neben dem Namen der Klimastationen ihre Lage und Höhe über NN, Exposition und Neigung wiedergegeben.

Der Gang der täglichen Temperatur (Mittelwert, mittlere Minima und Maxima, absolute Minima und Maxima) für 8 ausgewählte Klimastationen sind in den Abbildungen 2.1 und 2.2 dargestellt.

Anhand dieser 20 Klimastationen (Tabelle 2.1 und Karte 1) mit stündlichen Temperaturmittelwerten über einen Zeitraum von 5 Jahren (1994–1998) und der Höhenlage über NN konnte der jährliche Temperaturgang nach Höhenstufen berechnet werden (Abb. 2.3). Dabei wurde

für jeden Tag des Jahres der mittlere Höhengradient anhand der Tagesmittelwerte der Stationen berechnet.

Da die klassische Meteorologie die Tagesmitteltemperatur aus nur 3 Werten berechnet (Mannheimer Mittel = $(T_7 + T_{14} + 2 * T_{21})/4$), wurde auch ein Vergleich dieses Mittels mit dem arithmetischen Mittelwert durchgeführt. Das Ergebnis: Die beiden Mittel sind praktisch gleich (die Differenz ist nicht signifikant unterschiedlich von Null; die mittlere Differenz beträgt 0,1 °C und ihr mittlerer Fehler 0,3 °C).

Die Tagestemperatur (siehe Abbildung 2.3) hat zwischen Anfang März und Mitte Dezember statistisch gut abgesicherte tägliche Höhengradienten, die besonders im Frühjahr und Sommer ihre absolut höchsten Werte erreichen (Mittel März bis August: -0,45 °C/100 m Höhenzunahme). Im Herbst gehen die Gradienten auf ca. die Hälfte zurück (Mittel September bis November: -0,27 °C/100 m Höhenzunahme). In der 2. Dezemberhälfte sowie in der 2. Februardekade sind keine abgesicherten Temperaturgradienten vorhanden. Temperaturinversionen mit schwach abgesicherten Höhengradienten treten in der 1. Januarhälfte auf. In der 2. Januarhälfte und der 1. Februardekade werden wieder „normale“ Temperaturgradienten verzeichnet. Da die Beobachtungsperiode sich auf nur 5 Jahre erstreckt, sollten diese kurzzeitlichen Schwankungen zwischen Mitte Dezember und Ende Februar als vorläufig betrachtet werden. Die restliche Jahresperiode (März bis Mitte Dezember) ist mit statistisch sehr gut abgesicherten Höhengradienten belegt und dürfte sich daher auch über einen längeren Beobachtungszeitraum nicht wesentlich verändern.

Tab. 2.1: Die Klimastationen und ihre Hauptparameter, auf die bei der Berechnung der Temperatur-, Niederschlag- und Starkwindverteilung im Nationalpark zurückgegriffen wurde.

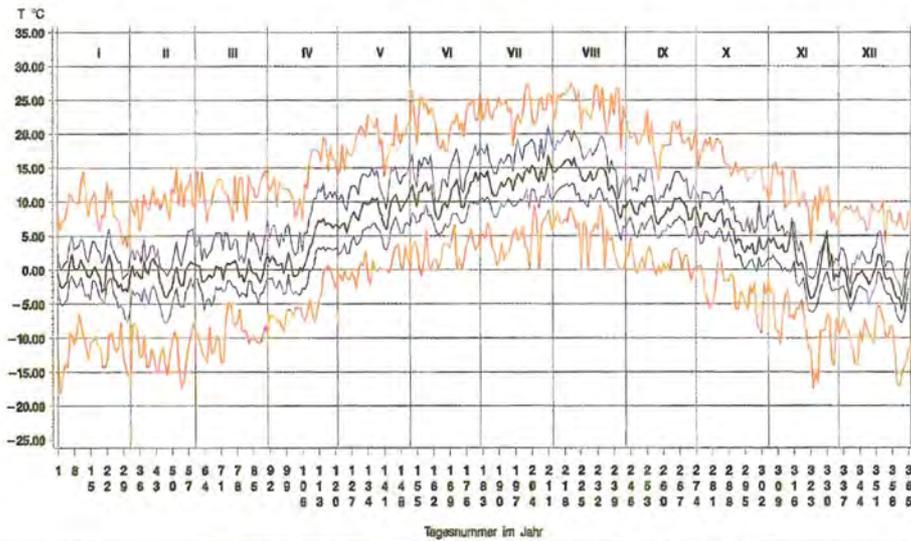
St. Nr.	Name	X Koord.	Y Koord.	Höhe ü. NN	Neigung	Expos
100	Krautkaser	77096	72690	1199	18	268
101	Königsberg-Pegel	77572	70892	1524	15	162
200	Ramsau	68071	74660	700	0	190
201	Schapbach-Alte Fütt.	70980	72918	1000	6	246
202	Herrnroint	73299	71416	1296	7	83
203	Kühroint	72366	70604	1407	2	321
204	Lahneralm	70977	72088	1246	21	45
205	Watzmannhaus	70327	70731	1900	31	42
206	St. Bartholomä	73119	67828	608	1	71
300	Wimbachgrieshütte	67047	67106	1355	15	229
302	Wimbachschloss-Freiland	67648	70769	1000	0	147
304	Hochalm-unten	67170	70807	1100	32	123
305	Hochalm-oben	67057	71054	1300	36	140
306	Hochgraben unten	67419	69224	1100	21	297
307	Hochgraben oben	67379	69067	1187	29	305
308*	Brunftbergtiefe	66493	68309	1201	5	292
310*	Auf dem Gries	67603	66419	1426	17	315
311**	Trischübel	68663	65705	1762	9	29
312**	Seilergaben	65686	67483	1353	7	51
315**	Wimbachschloss Wind	67750	70610	919	5	70
400	Bindalm	60428	69296	1151	23	295
401	Eckau	67362	73279	1012	14	338
402	Lahnwaldfütterung	62319	72421	857	11	145
404*	Mittereis	60993	69009	1349	14	292
406	Halsalm	62329	73667	925	11	158
407	Schärtenalm	65789	73368	1391	31	357
097**	Stahlhaus	78540	71190	1726	6	214

* nur Niederschlagsmessungen; ** nur Windmessungen

Abb. 2.1: Jahresgang der Temperatur an vier ausgewählten Klimastationen des Nationalparks.

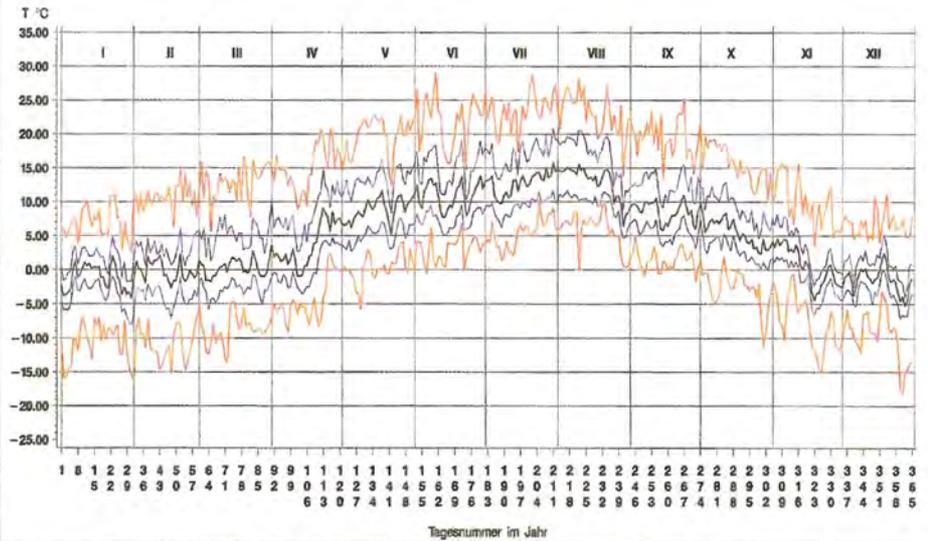
Jahresgang der Temperatur nach Klimastationen Tageswerte

Mittelwert (schwarz), mittlere (blau) und absolute (rot) Minima und Maxima
KLIMA_ST=Kuehnt



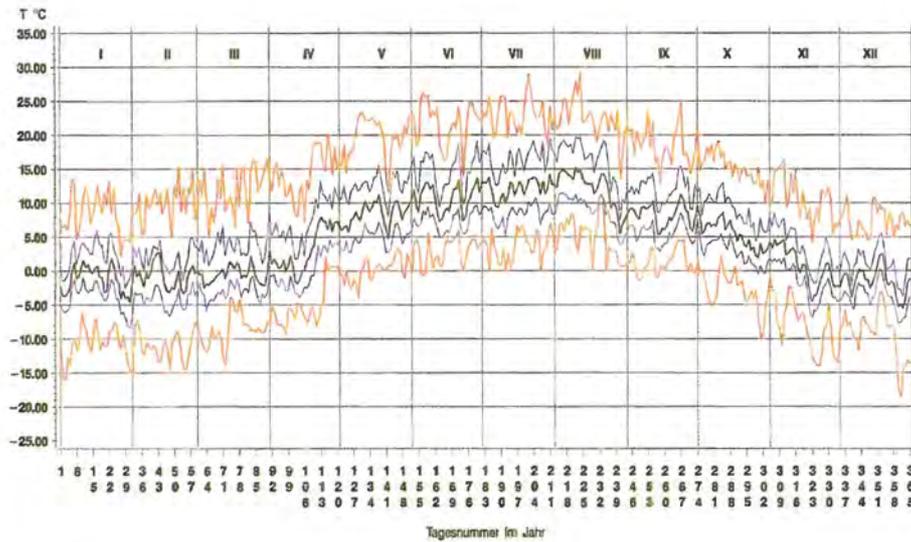
Jahresgang der Temperatur nach Klimastationen Tageswerte

Mittelwert (schwarz), mittlere (blau) und absolute (rot) Minima und Maxima
KLIMA_ST=Lahnerrain



Jahresgang der Temperatur nach Klimastationen Tageswerte

Mittelwert (schwarz), mittlere (blau) und absolute (rot) Minima und Maxima
KLIMA_ST=Herrnreit



Jahresgang der Temperatur nach Klimastationen Tageswerte

Mittelwert (schwarz), mittlere (blau) und absolute (rot) Minima und Maxima
KLIMA_ST=Bartholomae

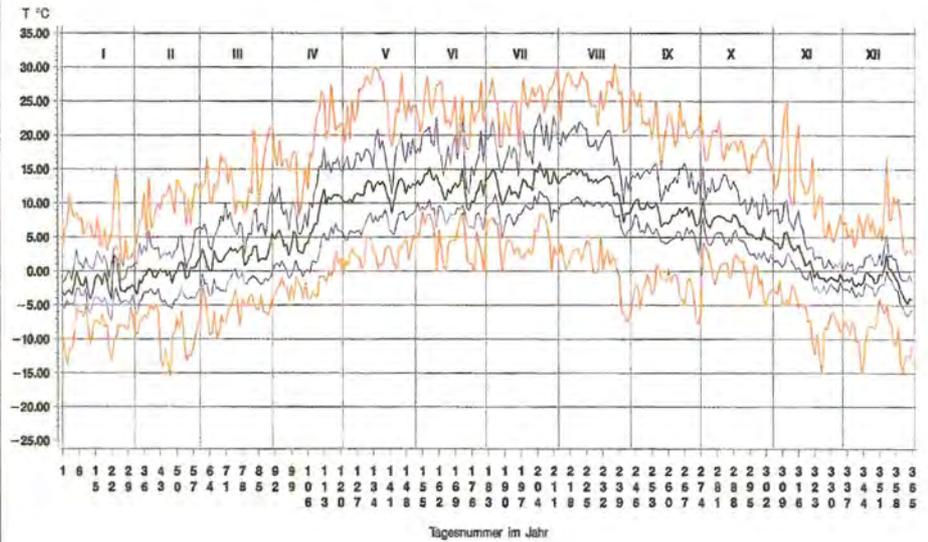
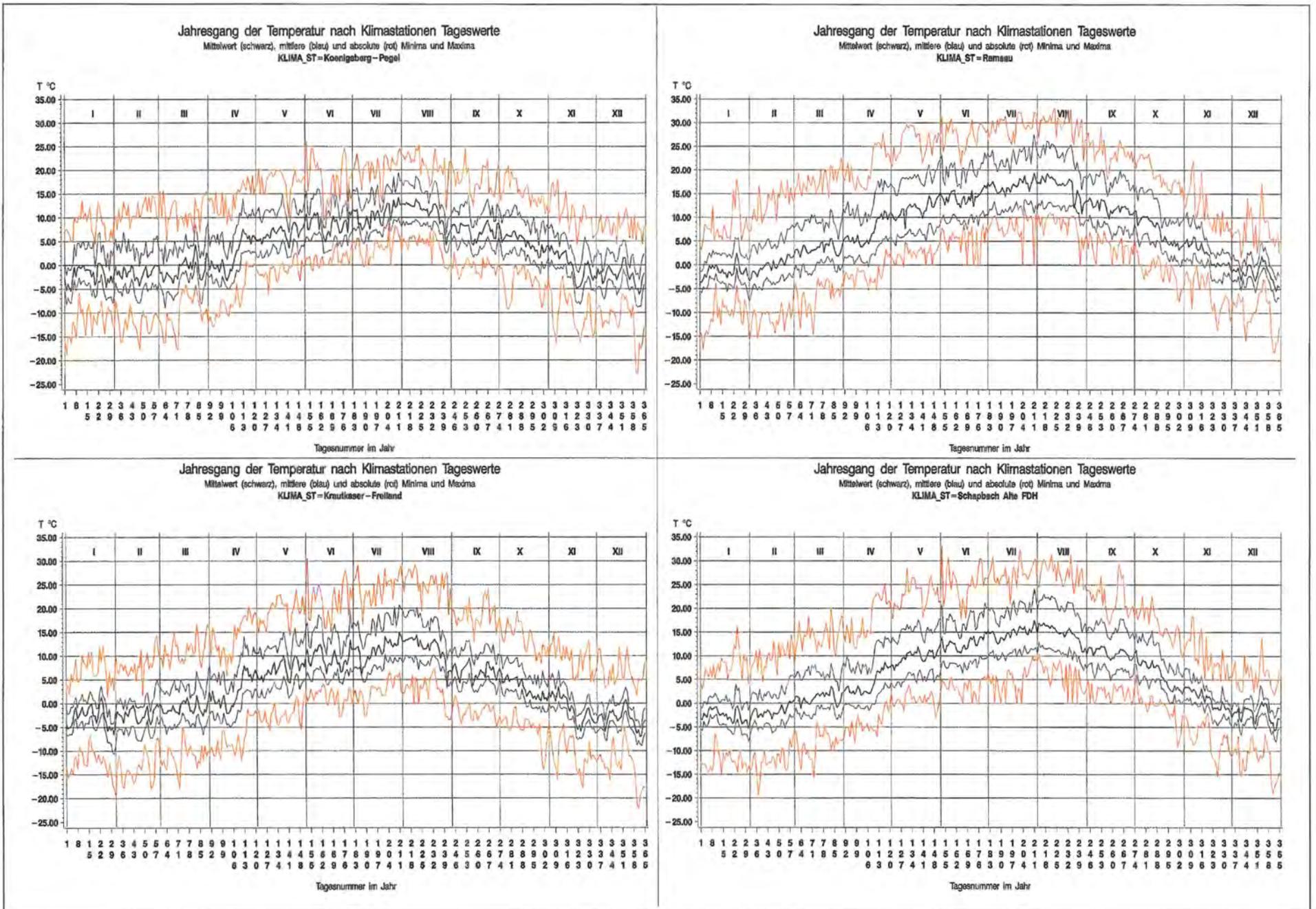


Abb. 2.2: Temperaturen an vier weiteren Klimastationen des Nationalparks.



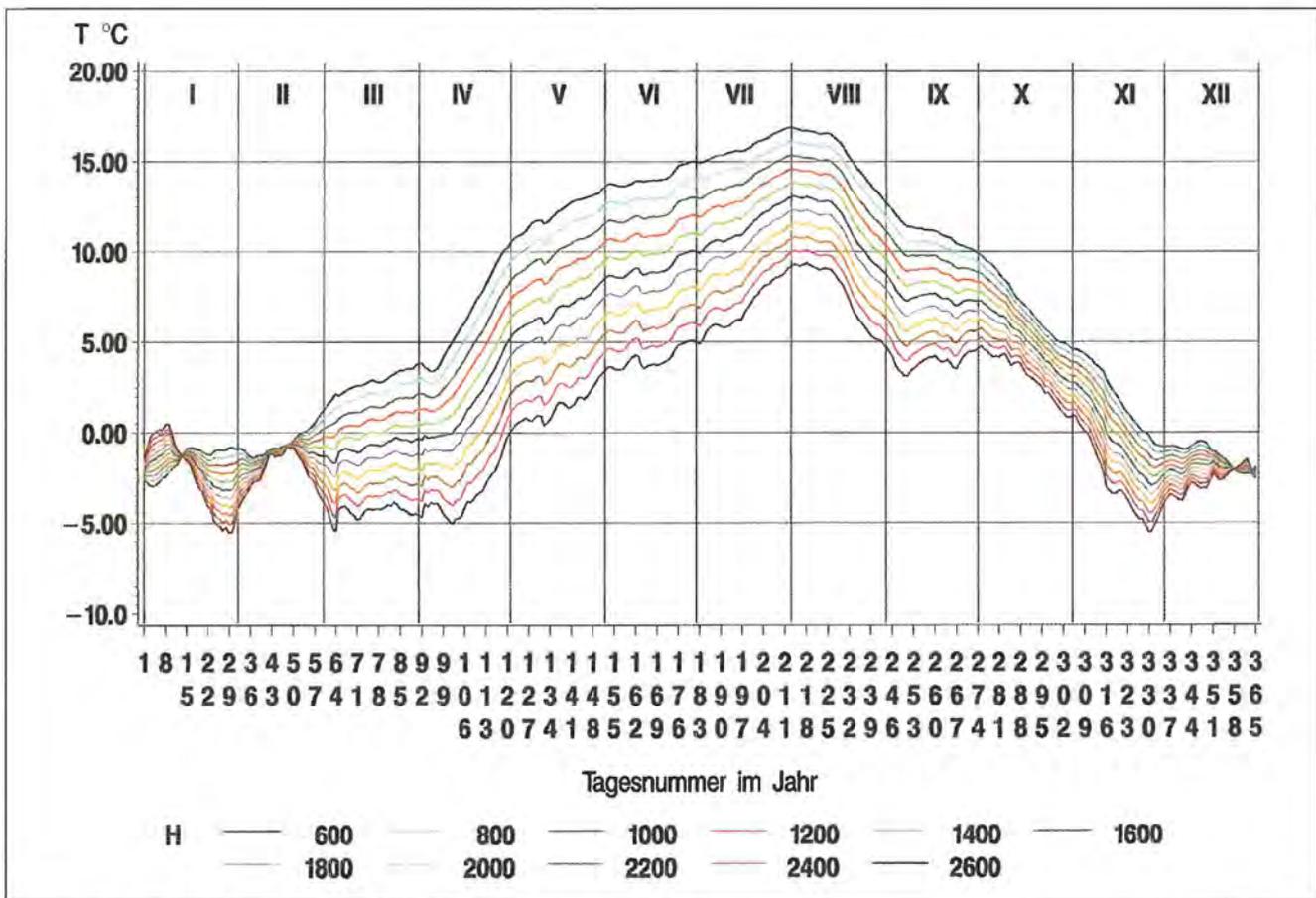


Abb. 2.3: Jährlicher Temperaturgang nach Höhenstufen.

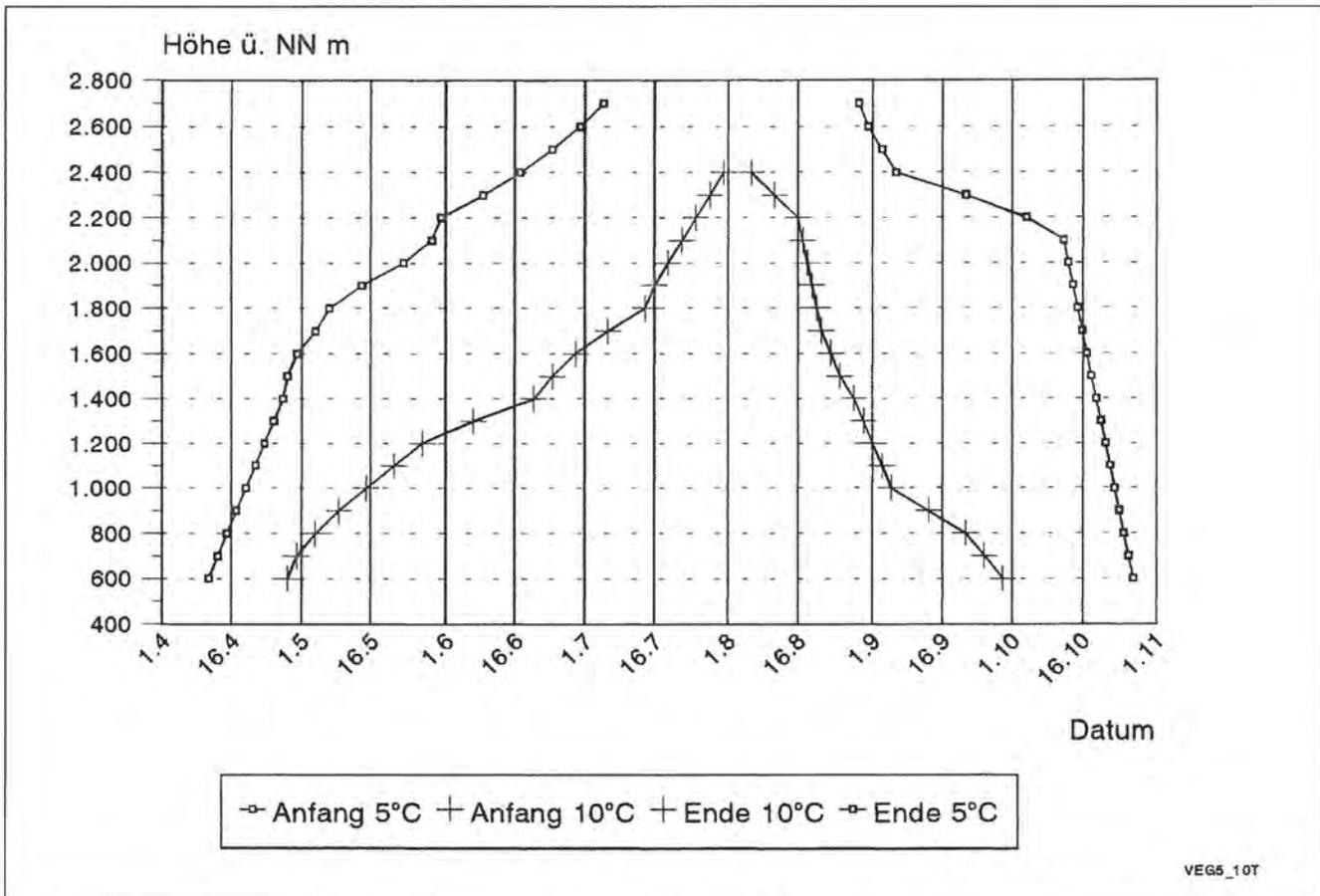


Abb. 2.4: Anfang, Ende und Länge der Vegetationsperiode nach Höhenstufen.

Länge der Vegetationsperiode

Für die klimatische Differenzierung der Standorte werden Größen herangezogen, die eng korreliert mit der Vegetationsperiode der Pflanzen sind. Üblich sind Längen von Perioden mit einer Mindesttemperatur von 5 °C und/oder 10 °C (AK STANDORTSKARTIERUNG, 1978 und 1996). Diese Perioden werden vereinfacht als „Vegetationsperioden“ bezeichnet, wobei sie eigentlich nur standörtliche Hilfsgrößen darstellen. In Abb. 2.4 ist die Länge dieser Vegetationsperioden nach Höhenstufen von je 100 m dargestellt. Sie wurden anhand der graphischen Auswertung von Abb. 2.3 (die Schnittpunkte des Jahresgangs der Temperatur mit den Ordinaten gleich 5 °C bzw. 10 °C) ermittelt.

Innerhalb des Nationalparks Berchtesgaden mit einer Höhenspanne über 2100 m (von 603 m bis 2712 m), ergeben sich sehr unterschiedlich lange Vegetationsperioden, die entsprechend deutlich auch die Standorte und ihre Pflanzengesellschaften differenzieren. Die Periode mit einer Schwellentemperatur von 10 °C variiert von 154 Tagen in 600 m Höhe bis zu 6 Tagen in 2400 m Höhe. An höher liegenden Orten sind keine Tage mit Mitteltemperaturen über 10 °C zu verzeichnen. Da jedoch möglichst alle Standorte (auch jene über 2400 m) anhand der Länge ihrer Vegetationsperiode charakterisiert werden sollen, wird für die Standortkarte des Nationalparks die Periode mit einer Schwellentemperatur von 5 °C verwendet. Da schwankt die Periodenlänge zwischen 199 Tagen (600 m ü. NN) und 55 Tagen (2700 m ü. NN). Für die waldfähigen Standorte (ohne alpine Zone) können beide Parameter gleich gut verwendet werden.

Diese Periodenlängen sind auch bei der Berechnung der potentiellen Sonneneinstrahlung weiter verwendet worden.

Potentielle direkte Sonneneinstrahlung in der Vegetationsperiode

Energie und Wasser sind die beiden bedeutendsten Größen für das Klima. Ihre lokale und zeitliche Verteilung führt zusammen mit Geländeparametern wie Topographie und Boden besonders im Gebirge, wo die Variationsbreite dieser Faktoren außerordentlich groß sein kann, zur Ausbildung von klimatischen Unterschieden auf engstem Raum (ENDERS 1979).

Da Pflanzen letztendlich Strahlungsenergie für Wachstum und Entwicklung nutzen, die Länge der Vegetationsperiode von der Höhenlage abhängt und die Expositionen und Hangneigungen unterschiedlich viel Strahlungsenergie empfangen, wurde die potentielle Strahlung mit Horizontabschattung in den „Vegetationsperioden“ ($\geq 5^{\circ}\text{C}$ und $\geq 10^{\circ}\text{C}$) als differenzierende Variable für die Verteilung der Standorte und ihrer Pflanzengesellschaften bestimmt. Die Berechnungen wurden mit einer GIS-Routine von BOGEL & EBERHARDT (1997), die auf die Relationen von ENDERS (1979) zurückgreifen, berechnet. Dabei werden in einem ersten Schritt für ein Raster von 20 x 20 m und für jeweils den 1. und 16. der Monate April bis Oktober die Sonnenstrahlung, unter Berücksichtigung der Abschattung, berechnet. Zwi-

schen zwei Tagen mit berechneten Werten wurde linear interpoliert. In einem zweiten Schritt wird unter Berücksichtigung des Anfangs und des Endes der Vegetationsperiode nach 100 m Höhenstufen die Summe der Strahlung über die Tage der Vegetationsperiode gebildet.

Die potentielle Sonnenstrahlung in der Vegetationsperiode, definiert als Periode der Tage mit Temperaturmittelwerten $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ($T \geq 10^{\circ}\text{C}$), berechnet wie oben beschrieben, schwankt zwischen 0 und 35580 W/m² (südlich exponierte Tieflagen ohne Abschattung vom gegenüberliegenden Hang). Die höchsten Lagen, in denen kein Tag eine mittlere Temperatur von 10 °C erreicht, können so jedoch nicht weiter differenziert werden (Karte 6).

Die potentielle Sonnenstrahlung in der Vegetationsperiode, definiert als Periode der Tage mit Temperaturmittelwerten $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ($T \geq 5^{\circ}\text{C}$), deckt die ganze Oberfläche des Nationalparks ab, mit Schwankungen zwischen 0 und 54314 W/m² (Karte 7).

Außer diesen beiden Summenwerten wurde auch die Tagesstrahlung vom 16. Juni (Wert, der sehr nahe an dem für den Höchststand der Sonne zur Sommersonnenwende liegt) zur Differenzierung der Standorttypen verwendet.

Verteilung von Mittel- und Minimumtemperaturen im Nationalpark

Die Verteilung der Temperaturmittelwerte für je einen Monat und für das ganze Jahr wurde regressionstechnisch anhand der berechneten Monatsmittel bzw. Jahresmittel der Klimastationen und der Parameter des Umgebungsreliefs berechnet.

Dabei zeigt sich, wie auch schon bei der zeitlichen Entwicklung der Temperatur nach Höhenstufen, dass in den kalten Monaten die Höhe über NN relativ wenig zur Erklärung der Temperatur beiträgt (nur 27 % der Gesamtvarianz können im Januar, 4 % im Februar, 10 % im März, 64 % im April, 20 % im November und 41 % im Dezember durch die Höhe über NN erklärt werden). Durch die restlichen Parameter (besonders die Neigung) steigt dieses Verhältnis bis auf Werte von 76 % bis 88 % (April sogar 97 %) an. In den restlichen Monaten, Mai bis Oktober, in denen gut ausgebildete Höhengradienten vorhanden sind, kann die Höhenlage zwischen 84 % und 89 % der Varianz erklären. Die anderen Parameter, obwohl in ihrer Wirkung gegenüber dem Höhengradienten abgeschwächt, können zusätzlich noch 10 % bis 14 % der Restvarianz erklären, so dass R² Werte von 98 % bis 99 % erreicht werden.

Bei der mittleren Jahrestemperaturverteilung kann die Höhe über NN allein 79 % der Varianz erklären, die übrigen Regressionsparameter jedoch zusätzlich noch 19 %, wobei wieder der Neigung eine große Rolle zukommt.

Die Neigung als solche oder der Wert des Tangens von Neigung kommen immer wieder als zusätzliche Regressanten in Frage, was durchaus mit den advektiven Strömungen der wärmeren Luft nach oben und der kühleren Luft hangabwärts in Verbindung gebracht werden kann. In windschwachen Schönwetterperioden ist die nächtli-

**Tab. 2.2: Regressionskoeffizienten für die Mitteltemperaturen Jahr und Monate sowie die Minimumtemperatur im Mai.
Signifikanzniveau der Regressoren mindestens 0.10**

Monat	Höhe	Höhe ²	Neig50x50	Tangens von (Neigung)	Hochwert Grid10_Y	Nord2km	Nord25km	West2km	West5km	West10km
Jahr	-0.0042521		0.092368							0.0042338
Januar	-0.0017899		0.15452							
Februar	-0.0021544		0.12976					0.0030825		
März	-0.0042815		0.06187						0.0012580	
April	-0.0052634		0.05275							
Mai	-0.0009714	-0.0000013620								
Juni	0.0044551	-0.0000034141								
Juli	-0.0049781		0.05522		0.00025296					
August	-0.0043652		0.05670		0.00024385					
September	-0.0038989		0.04888							
Oktober	-0.0090873		0.30695	-10.1498		0.0034091		0.0016380		
November	-0.0035019		0.09475							0.0016123
Dezember	-0.0017304		0.12548							
Mai Min.*)	-0.0015506		0.12255					0.0047689		0.0026156

*) Mai Min = Minimum-Temperaturen an Frosttagen im Mai

Fortsetzung Tab. 2.2

Monat	Süd2km	Süd5km	Süd10km	Ost2km	Ost5km	MHöhe Glatt3	MHöhe Glatt5	Hanglage	Strahl 16.06	R ²
Jahr				-0.0009006						0.99
Januar				-0.0013141						0.76
Februar						-0.0043051				0.81
März		0.0009662								0.89
April			0.0038814							0.98
Mai			0.0057054						-0.0057320	0.99
Juni		0.0016696	0.0040170						-0.0093188	0.99
Juli										0.99
August										0.99
September			0.0054399							0.99
Oktober	0.0044072		0.0032105				-0.0051606	0.0024478		0.99
November										0.76
Dezember				-0.0010890						0.82
Mai Min.	-0.0053387		-0.001189		-0.0007819					0.99

che Abstrahlung besonders stark. Die bodennahen Luftschichten kühlen sich ab, werden dadurch schwerer und strömen bei geneigtem Gelände hangabwärts. In schwach geneigten Tälern, auf Terrassen und in Mulden staut sich die Kaltluft oder fließt nur träge weiter. Es bilden sich Kaltluftseen aus, wo die Temperatur in der Nacht vermehrt unter 0 °C fallen kann. Im Frühling (besonders im Mai), wenn die Vegetation austreibt, sind die frischen Triebe und Blüten in diesen Lagen gegenüber den wärmeren Hanglagen vermehrt spätfrostgefährdet. Um diese Bereiche im Nationalpark einzugrenzen, wurden die Minimum-Temperaturen an Frosttagen im Mai von den Klimastationen des Nationalparks ausgewählt und anhand des Umgebungsreliefs über Regressionsmodelle für den gesamten Nationalpark berechnet.

In Tabelle 2.2 werden die Regressionskoeffizienten der „besten Modelle“ (größtmöglicher F-Wert der Gesamtregression bzw. signifikante bis hochsignifikante F-Werte für jeden Regressanten des Modells) dokumentiert.

Da für die Charakterisierung des Klimas in Hinsicht auf die Vegetation meistens Angaben zu der Jahresmitteltemperatur, der Januar- und Juli-Temperaturen gemacht werden, wurden diese für den Nationalpark nach den oben beschriebenen Relationen kartenmäßig dargestellt (Karten 8, 9 und 10). Da neben den Mitteltemperaturen auch noch die Minimumtemperaturen am Anfang der Vegetationsperiode wegen potentieller Spätfrostgefahr interessieren, sind noch zusätzlich die Verteilungen der Mitteltemperatur im Mai (Karte 11), die Minimumtemperatur im Mai an Frosttagen (Karte 12) und aus diesen beiden die Karte der potentiellen Spätfrostgefährdung dargestellt (Karte 13).

Die **Spätfrostgefährdung** der Vegetation wurde nach der Mitteltemperatur im Mai und der Minimumtemperatur an Frosttagen im Mai nach den Kriterien aus Tabelle 2.3 beurteilt.

Ein weiterer thermischer Parameter für die Differenzierung der Vegetation stellt die Differenz zwischen dem wärmsten Monat (Juli) und kältesten Monat (Januar), die **thermische Kontinentalität**, dar. Sie ist grundsätzlich in Ozeannähe am kleinsten und nimmt mit der Entfernung zum Ozean kontinuierlich zu. Da der Nationalpark Berchtesgaden im Osten Bayerns liegt, sollten für die Tiefstlagen des Nationalparks relativ große Werte für

diese Kennzahl zu erwarten sein. Da der Nationalpark auch eine sehr große Höhenspreitung beinhaltet, sind die Werte entsprechend auch nach der Höhe gestaffelt. Die thermische Kontinentalität in 600 m bis 700 m Höhe ist 19 °C (und daher typisch für den bayerischen Alpenrand) und geht mit zunehmender Höhe bis auf Werte von 4 °C (Gipfellagen in 2600–2700 m Höhe) zurück (Karte 14).

2.2.2 Niederschlag

Mit jährlichen Niederschlagssummen von 1200 bis über 2500 mm sind die nördlichen Kalkalpen das niederschlagsreichste Gebiet Mitteleuropas. An der Zugspitze wurden 2645 mm und am Wendelstein 2555 mm gemessen. Diese hohen Werte setzen sich zusammen aus konvektiven Niederschlägen, die bei Tiefdruckwetterlagen vor allem des Sommerhalbjahres fallen, und aus advektiven Stauniederschlägen, die bevorzugt im Winterhalbjahr beim Aufprall atlantischer Luftmassen aus nordwestlicher bis westlicher Richtung entstehen (EWALD 1997).

Über die Schwierigkeiten der Quantifizierung räumlicher Niederschlagsverteilungen vor dem Einsatz von GIS mit Hochleistungscomputern berichtet ENDERS (1979): „Im Gegensatz beispielsweise zur extraterrestrischen Strahlung, lassen sich zur Quantifizierung der zeitlichen und räumlichen Niederschlagsverteilung keine allgemein gültigen mathematischen Formeln aufstellen. Die Charakteristiken sind von Gebiet zu Gebiet verschieden und müssen daher auf der Grundlage von Messwerten jeweils neu bestimmt werden. So unterschiedliche Parameter wie Großwetterlage, lokale Wetterentwicklung, geographische Orientierung, Kontinentalität/Ozeanität, vorgelagerte Gebirgsbarrieren sowie die innere Struktur des Niederschlagsgebietes (Exposition, vertikale Gliederung) beeinflussen die einzelnen, aktuellen Messwerte“.

Für die Regionalisierung der Niederschläge mit GIS wurden von HORMANN (1979) und im Nationalpark Berchtesgaden für Einzelereignisse von HELLER (1996) die Parametrisierung des Umgebungsreliefs und die Berücksichtigung der Großwetterlagen mit Erfolg verwendet. Unter einer Großwetterlage versteht man die während mehrerer Tage im wesentlichen gleichbleibenden und für die Witterung in den einzelnen Teilgebieten maßgebenden Züge des Gesamtzustandes der Lufthülle in dem betrachteten Großraum von mindestens der Größe Europas einschließlich des östlichen Nordatlantiks (BAUR 1963). Diese können zu Großwettertypen (HEYER 1988) zusammengefasst werden.

Für räumlich begrenzte Gebiete (z. B. Ostalpen) sind von LAUSCHER (1958, 1982) Wetterlagen, die in Wettergruppen zusammengefasst werden, erarbeitet worden. Für noch kleinere geographische Einheiten werden in Österreich täglich **Strömungslagen** bestimmt. Dies sind mehrheitliche Strömungsrichtungen der Luftmassen nach Winkelsektoren von je 45° plus eine „strömungsarme Lage“ und eine „Lage aus variablen Richtungen“. Dies ergibt zusammen 10 mögliche Strömungslagen. Die räumliche Nähe des Nationalparks

Tab. 2.3: Bewertung der Spätfrostgefährdung

Spätfrost-Stufe	Einschätzung der Gefährdung	T-min Mai	T mitt Mai
1	kein Austrieb, kein Risiko	egal	< 4
2	ausgetrieben, kein Spätfrost	> 1	>= 4
11	leichter Frost, kleine Häufigkeit	<=1, >-2	>=4, < 8
12	leichter Frost, mäßige Häufigkeit	<=1, >-2	>=8, < 11
13	leichter Frost, große Häufigkeit	<=1, >-2	>= 11
21	mäßiger Frost, kleine Häufigkeit	<=-2, >-5	>=4, < 8
22	mäßiger Frost, mäßige Häufigkeit	<=-2, >-5	>=8, < 11
23	mäßiger Frost, große Häufigkeit	<=-2, >-5	>= 11
31	starker Frost, kleine Häufigkeit	<= -5	>=4, < 8
32	starker Frost, mäßige Häufigkeit	<= -5	>=8, < 11
33	starker Frost, große Häufigkeit	<= -5	>= 11

Berchtesgaden zu Salzburg und der dort täglich festgestellten Strömungslagen, veranlassten uns, diese täglichen Aufzeichnungen für die Regionalisierung des Niederschlags zu verwenden. Für die unbürokratische Bereitstellung der Daten vom Salzburger Wetteramt wird auch an dieser Stelle gedankt.

Für die Niederschlagsmodelle wird für jede Strömungslage ein spezifischer Einfluss der Orographie auf die Niederschlagsverteilung postuliert und entsprechend je ein Modell berechnet. Die Summe dieser Modelle je Geländepunkt (Rasterpunkt 10 x 10 m) ergibt den geschätzten Niederschlag für die entsprechende Zeitspanne (Jahr bzw. hydrologisches Halbjahr).

Mit dem GIS und der unter Abschnitt 2.1 beschriebenen Parametrisierung des Umgebungsreliefs sowie der Zuordnung der Tagessummen des Niederschlags bestimmter Großwetterlagen (HELLER 1996) bzw. einer bestimmten Strömungslage, lassen sich die meisten Variationsursachen quantifizieren und über Regressionsmodelle räumliche Verteilungen bestimmen.

Die Niederschlagsverteilung nach Monaten im Nationalpark Berchtesgaden wird in Abbildung 2.5 wiedergegeben. Deutlich ist das Maximum aus den Sommermonaten (Juni, Juli, August) und das Minimum aus den Monaten Januar und Februar zu erkennen.

In Tabelle 2.4 sind nach Klimastationen und hydrologischen Perioden sowohl alle gemessenen Niederschläge als auch die synchronisierten Niederschläge angeführt. Die Daten aus Tabelle 2.4 sind folgendermaßen zu interpretieren:

„**Regression N**“ = Niederschlagssummen an Tagen, an denen **alle 10 Klimastationen** gültige Werte geliefert haben,

„**alle N**“ = Niederschlagssummen gesamt (auch die Niederschläge an Tagen, an denen eine oder mehrere

Stationen ausgefallen sind und entsprechend fehlende Werte – missing values – enthalten sind).

„**Reg./alle %**“ = Prozente Niederschläge, die in die Regressionsmodelle eingegangen sind.

Da diese Modelle nicht alle Niederschläge beinhalten (um Verzerrungen der Verteilungsmuster zu vermeiden), müssen sie, entsprechend der Anteile der nichtberücksichtigten Niederschläge, im Nachhinein angehoben werden. Die so erhaltenen Verteilungsmuster der Niederschläge wurden daher anschließend mit einem Faktor (= 100/Mittel %) multipliziert, um auf das Niveau aller Niederschläge zu kommen.

In Abbildung 2.6 ist die Verteilung der Niederschläge nach den vom Wetteramt Salzburg mitgeteilten und verwendeten Strömungslagen dargestellt. Die Anteile für gradientenschwache und variable Strömungslagen sind zusammen mit gleichen Anteilen nach allen 8 Himmelsrichtungen aufgetragen. Es fallen dabei die „regenbringenden Strömungslagen“ NW und W mit ihren sehr großen Anteilen auf. Für die Regressionsmodelle wurde von insgesamt 1664 synchronisierten Tagesniederschlagssummen ausgegangen. Für jeden dieser Tage wurde, aus der vom Wetteramt Salzburg erhaltenen Datei, die Strömungslage hinzugefügt und nach hydrologischen Halbjahren, bzw. Jahren und jeweils nach Strömungslagen Niederschlagssummen gebildet. Diese wurden anschließend zusammen mit den Parametern des Umgebungsreliefs regressionstechnisch nach Strömungslagen und Jahr bzw. Halbjahr ausgewertet.

Da im Winterhalbjahr, witterungsbedingt, an relativ vielen Tagen wenigstens ein Wert ausgefallen ist, wurde die Verteilung des Niederschlags für dieses Halbjahr aus der Differenz zwischen dem Jahresniederschlag und dem Sommerhalbjahr-Niederschlag berechnet. Die regressionstechnische Auswertung erreicht noch nicht ein zufriedenstellendes statistisch abgesichertes Niveau.

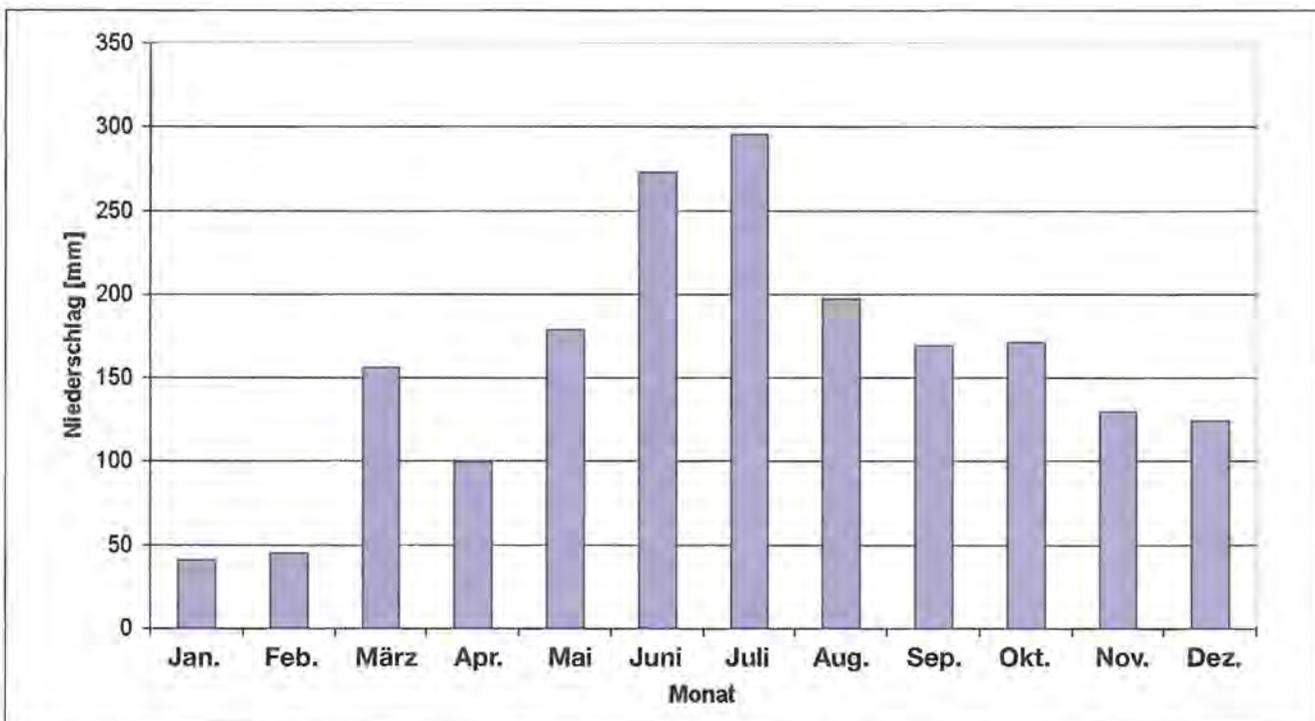


Abb. 2.5: Verteilung der Niederschläge nach Monaten.

Tab. 2.4: Die mittleren Niederschlagssummen nach Jahr-gesamt und hydrologischen Halbjahren sowie die Niederschlagssummen und ihre Anteile, die in den Regressionsmodellen verwendet wurden.

Regression N/ alle N	Hydrologische Periode	N_101	N_201	N_204	N_302	N_308	N_310	N_401	N_402	N_404	N_406	MITTEL
Regression N	Jahr	1319.8	1093.6	1330.0	1272.0	1478.0	1312.4	1183.0	1464.2	1382.2	1604.8	1344.0
alle N	Jahr	1591.6	1330.2	1650.3	1524.1	1729.8	1512.4	1352.8	1761.2	1679.7	2028.2	1616.0
Reg/alle %	Jahr	82.9	82.2	80.6	83.5	85.4	86.8	87.4	83.1	82.3	79.1	83.2
Regression N	Sommerhj	897.6	773.4	885.0	892.0	1061.0	931.8	787.0	995.6	922.8	1036.0	918.2
alle N	Sommerhj	1030.2	875.0	1004.7	997.8	1092.2	961.9	810.8	1115.8	1050.7	1193.5	1013.3
Reg/alle %	Sommerhj	87.1	88.4	88.1	89.4	97.1	96.9	97.1	89.2	87.8	86.8	90.6
Regression N	Winterhj	422.2	320.2	445.0	380.0	417.0	380.6	396.0	468.6	459.4	568.8	425.8
alle N	Winterhj	561.4	455.2	645.7	526.3	637.6	550.5	542.0	645.4	629.0	834.7	602.8
Reg/alle %	Winterhj	75.2	70.3	68.9	72.2	65.4	69.1	73.1	72.6	73.0	68.1	70.6

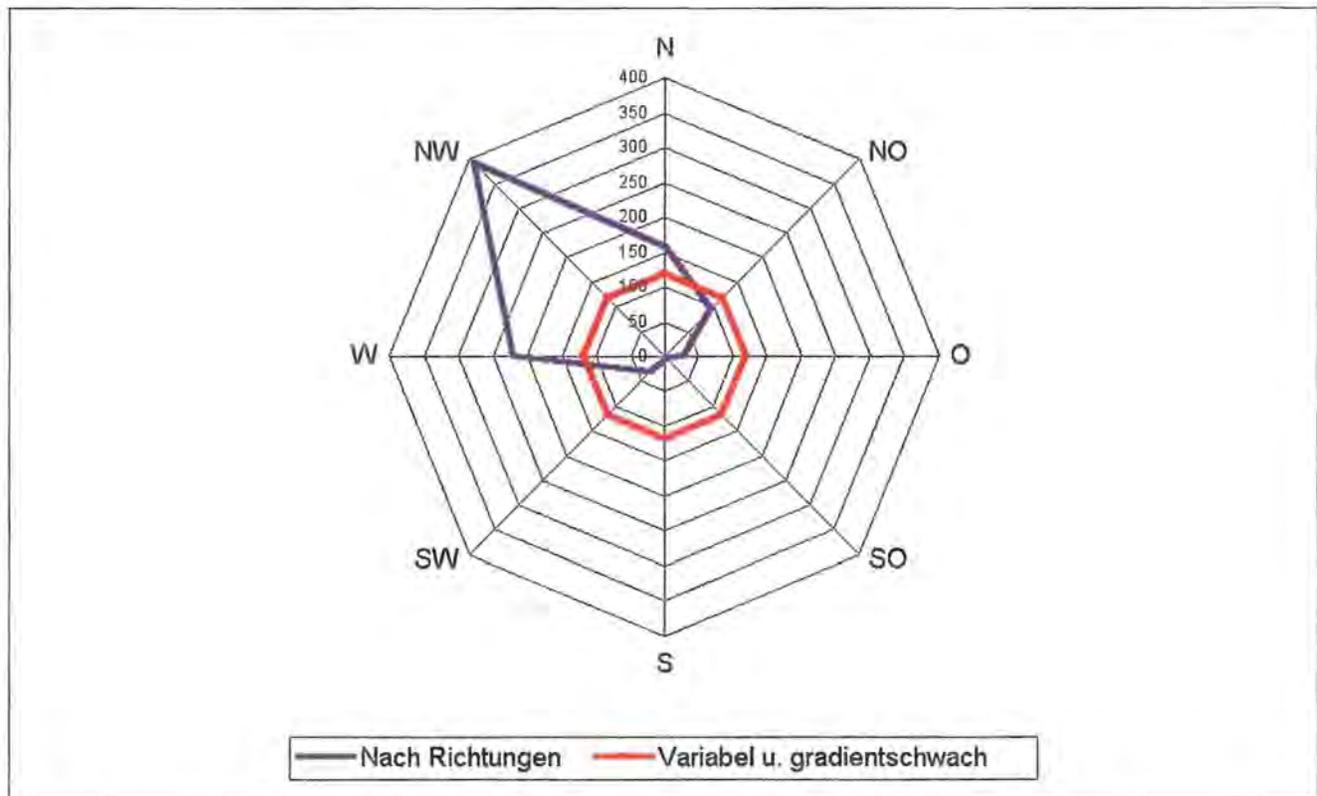


Abb. 2.6: Verteilung des Jahresniederschlags nach Strömungslagen.

Tab. 2.5: Regressionskoeffizienten für den Jahresniederschlag und den Niederschlag für das hydrologische Sommerhalbjahr anhand der Parameter des Umgebungsreliefs nach Strömungslagen.

Zeitraum	Strömungslage	Höhe ü. NN	Höhe2	Hglatt2	Hglatt4	Hglatt5	Nord25	Ost10km
Jahr	N	0.0950809						
Jahr	NE	0.0592434						
Jahr	E	0.0176726						
Jahr	SE	0.0109565						
Jahr	S	0.0029638						
Jahr	SW							
Jahr	W							
Jahr	NW					0.2007087		
Jahr	gsch							
Jahr	var							
Sommer HJ	N	0.0624871						
Sommer HJ	NE	0.0385923						
Sommer HJ	E			0.0079036				
Sommer HJ	SE	-0.0319940	0.0000140					
Sommer HJ	S							0.0013811
Sommer HJ	SW							
Sommer HJ	W				0.0786718			
Sommer HJ	NW					0.1930411		
Sommer HJ	gsch							
Sommer HJ	var						0.1873839	

Tabelle 2.5: Fortsetzung

Zeitraum	Strömungslage	Süd2km	Süd10km	West2km	Grid10_X	Grid10_Y	R2	F	Prob F
Jahr	N						0.52	53.6	0.0001
Jahr	NE						0.54	57.7	0.0001
Jahr	E						0.59	70.4	0.0001
Jahr	SE	-0.0104777			0.0001304		0.41	10.7	0.0001
Jahr	S						0.38	30.3	0.0001
Jahr	SW			0.0127444			0.59	71.1	0.0001
Jahr	W			0.0858365			0.68	103.6	0.0001
Jahr	NW						0.80	194.3	0.0001
Jahr	gsch		0.0796550				0.91	484.5	0.0001
Jahr	var					0.0069280	0.88	355.8	0.0001
Sommer HJ	N						0.49	47.2	0.0001
Sommer HJ	NE						0.40	33.2	0.0001
Sommer HJ	E						0.79	187.1	0.0001
Sommer HJ	SE				0.0002868		0.25	4.1	0.0133
Sommer HJ	S						0.32	22.6	0.0001
Sommer HJ	SW			0.0103752			0.56	62.6	0.0001
Sommer HJ	W						0.81	163.5	0.0001
Sommer HJ	NW	-0.0564914					0.88	176.8	0.0001
Sommer HJ	gsch		0.0684088				0.90	430.3	0.0001
Sommer HJ	var						0.87	319.6	0.0001

Da die Messperiode noch sehr kurz ist (1995–1999), sind die Verteilungen (Jahresniederschlag, Sommerhalbjahresniederschlag) als erste Annäherungen zu betrachten und sollten nach 5 bis 10 Jahren mit den dann verfügbaren Daten neu berechnet werden.

Die berechneten Regressionskoeffizienten und ihre statistischen Kennzahlen für das Jahr und das hydrologische Sommerhalbjahr sind in Tabelle 2.6 wiedergegeben.

In Karte 15 ist die Verteilung des Jahresniederschlags im Nationalpark und in Karte 16 die Verteilung des Niederschlags im hydrologischen Sommerhalbjahr dargestellt. Karte 17 für das hydrologische Winterhalbjahr, erstellt aus der Differenz der beiden vorherigen Karten, sollte nur mit äußerster Vorsicht interpretiert werden.

Aus der Grid-Karte des Jahresniederschlags wurde an-

schließend die (Modell)-Verteilung des Niederschlags nach Höhenstufen, bzw. der mittlere Niederschlag nach Höhenstufen, berechnet und in Abbildung 2.7 dargestellt. Der Anstieg erfolgt von 600 m bis 2200 m Höhe relativ linear mit 31 mm pro 100 m Höhenunterschied (maximal 46 mm pro 100 m) und stellt sich so für den nördlichen Alpenrand und gegenüber dem von ENDERS (1979) ermittelten Wert gleich 48 mm/100 m, als relativ klein heraus. Über 2200 m sinkt der Niederschlagsgradient sogar auf 15 mm/100 m. Auch aus diesem Vergleich kann gesehen werden, obzwar die statistische Absicherung vorhanden ist, dass die Periode von 5 Jahren sehr kurz für diese Modellierungen ist und die Berechnungen nach einem angemessenen Zeitraum (5 bis 10 Jahre) wiederholt werden sollten. Aus Sicht der Modellabsicherung über die gesamte Höhenamplitude des Natio-

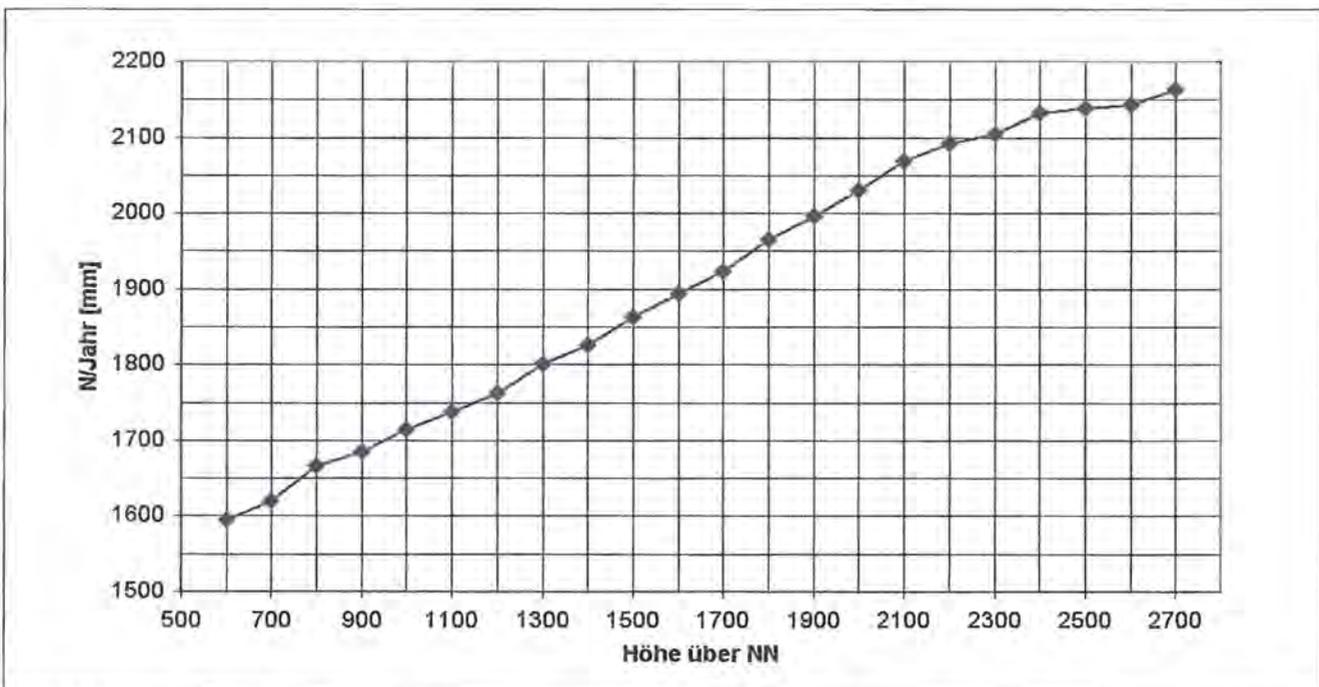


Abb. 2.7: Mittlerer Jahresniederschlag nach Höhenstufen.

nalparks wäre es wünschenswert, wenigstens eine Niederschlagsmessstation mit Tagessummenwerten in den Hoch- und Höchstlagen des Nationalparks zu betreiben. Die Berechnung des Jahresniederschlags für das Gebiet des Nationalparks ermöglicht es auch weitere vegetationsrelevante Klimaparameter flächig zu berechnen und darzustellen.

Der Trockenheitsindex nach DE MARTONNE (1926) berechnet als

$$i = (P[\text{mm}]) / (T[^\circ\text{C}] + 10) \text{ wo:}$$

P = die Niederschlagssumme in mm und

T = die mittlere Temperatur in °C für denselben Zeitraum sind.

Der Term 10 wurde in die Formel aufgenommen um keine negativen Werte für den Index in kälteren Gebieten zu erhalten.

Der Index wurde ursprünglich für die Berechnung der physiographischen Trockengrenze bzw. zur Trennung von ariden und humiden Gebieten entwickelt. Der physiographischen Trockengrenze entspricht ein Index $i = 20$ (BLUHTGEN & WEISCHET 1980). Humid ist ein Klima, „in welchem mehr Niederschlag fällt als durch die Verdunstung entfernt werden kann, so dass ein Überschuss in Form von Flüssen abfließt“; arid ist ein solches, „in dem die Verdunstung allen gefallenen Niederschlag aufzehrt und nochmehr aufzehren könnte, also auch einströmendes Flusswasser zu entfernen vermag“ (Zitat DE MARTONNE aus BLUHTGEN & WEISCHET 1980).

Der Index variiert im Nationalpark zwischen 62 und 365 – Karte 18 – und charakterisiert ihn als ein humides bis sehr humides Gebiet.

Einen anderen Index, die hygrische Kontinentalität χ , hat GAMS (1931) mit dem Ziel entwickelt in den Alpen Vegetationsstufen auszuscheiden. Der Index als Winkel in Grad berechnet sich als Arcuscotangens des Verhältnisses zwischen der Jahressumme der Niederschläge in mm N und der Meereshöhe in m H:

$$\chi = \text{Arcctg}(N / H)$$

Der trigonometrische Wert des Index ist gleich dem Verhältnis der beiden Größen:

$$\text{ctg}(\chi) = N / H$$

Karten mit den Linien gleicher hygrischer Kontinentalität, Isepiren genannt, wurden u. a. verwendet, um die Verbreitungsgrenzen von Buche, Zirbe, Schwarzkiefer und Esskastanie klimatisch zu definieren. Gleichzeitig wird jedoch festgehalten, dass nicht alle Pflanzenareale (z. B. das der Latsche) damit erklärt werden können. Für die relativ nahen Gebiete zum jetzigen Nationalpark schreibt GAMS (1932): „Die Zirbenvorkommnisse im Dachsteingebiet, Steinernem Meer usw. werden durch die Isepirenkarte leicht verständlich, welche zeigt, dass dort der für die Buchen-Zirbengrenze anscheinend bestimmende Grenzwert von 45° erreicht wird.“

Der Index nimmt im Nationalpark Berchtesgaden – Karte 19 – Werte zwischen 20° in der Tiefstlage von St. Bartholomä, und 51° in den Höchstlagen des Watzmanns an.

2.2.3 Schneeverhältnisse

Obwohl die Schneedecke, ihre Dauer und Höhe, für Berchtesgaden relativ gut bekannt sind und der Nationalpark auch Schneepegel-Messungen betreibt, ist die zeitliche und quantitative Beschreibung ähnlich wie die Niederschläge in Form von Regen (noch) nicht möglich. Da die Schneedecke von einer zusätzlichen Menge von Variablen wie Wind, Vegetation, Temperatur, Geländerauigkeit etc. abhängt, und die Schneemessungen nur in leichter zugänglichem Gelände mit vertretbarem Aufwand betrieben werden können, wird es, wenn überhaupt, noch lange dauern bis statistische Methoden abgesicherte Modelle dieses komplexen klimatischen Parameters flächendeckend bestimmen können.

WILHELM & VOGT (1988) beschreiben die Komplexität der Schneedeckenentwicklung im Lainbachtal/Oberbayern und gehen auf die Vielzahl ihrer Einflussgrößen ein. Durch die geographische Nähe des Untersuchungsortes zum Nationalpark und der ähnlichen Reliefausbildung sind auch hier dieselben Faktoren für die Schneedeckenentwicklung zu unterstellen. Anschließend werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen zur Schneedeckenentwicklung angeführt:

„Aus dem Zeitprofil, das einen typischen Witterungsverlauf für das Winterhalbjahr in der Schneedeckenentwicklung widerspiegelt und aus der Rücklagenentwicklung, ergibt sich eine Viergliederung der Schneedeckenperiode.“

1. Der Wintereinbruch erfolgt in Höhen um und über 1000 m ü. NN am nördlichen Alpenrand in Süddeutschland im Regelfall im November, nur gelegentlich schon im Oktober. Diese Schneedeckenphase des Frühwinters wird spätestens mit dem Weihnachtstauwetter homogenisiert und damit abgeschlossen.

2. Schneefälle in der ersten Januarhälfte verbunden mit langanhaltenden Kälteabschnitten (Lufttemperaturen deutlich unter 0°C) leiten die Schneedeckenentwicklung des Hochwinters ein. Sie sind hydrologisch durch ausdauernde Rezessionsabflüsse gekennzeichnet. Aber auch in dieser Zeit treten gelegentlich schmelz- und regeninduzierte Abflusswellen auf. Die hochwinterliche Schneedecke wird bei steigender Temperatur und abnehmender Beschattung (höhere Sonnenstände) durch vermehrten Schmelzwasseranfall und damit einsetzende 0°C -Homothermie abgeschlossen.

3. Der erneute Zuwachs der Schneedecke durch Kälteeinbrüche mit kräftigem Schneefall im April ist dem Spätwinter zuzurechnen. Im Zeitprofil gibt er sich durch Neuschnee- und Schneefilzlagen zu erkennen. Dadurch unterscheidet sich dieser Abschnitt mit ebenfalls hohen Dichten vom 4. der Ablationsperiode.

4. Die Ablationsperiode, die in den letzten Apriltagen einsetzt und in der spätestens nach 6 Wochen die geschlossene Schneedecke auch in den Hochlagen abgebaut ist.“

...

„Unterschiede in der Schneerücklage eines Gebietes werden vor allem durch die Höhenlage, die Überschirmung (Waldbestandsarten), die Exposition zur Strahlung und die Horizontüberhöhung durch steil aufragende

de Wände hervorgerufen. Die Hangneigung macht sich nach WITMER (1984, Zitat von WILHELM & VOGT 1988) erst bei Hangneigungen von mehr als 35°–40° bemerkbar, wenn durch Rutschungen Schnee kräftig verlagert wird. Bei Hanglagen ab 50° bleibt Schnee nicht mehr über längere Zeit liegen. Die Wandabbrüche sind bis auf Felsleisten fast über den ganzen Winter schneefrei. An steilen Hangpartien sind nahezu in jedem Winter Schneerutsche sowie Fest- und Lockerschneelawinen zu beobachten.

Die Gradienten der Schneedeckenhöhe nehmen im Ablauf des Winters unterschiedliche Werte an. Sie verstärken sich gegen Ende des Spätwinters. Sie sind in S-Exposition schwächer als auf N-Auslagen entwickelt. Überproportional schneereich erweisen sich kleine Waldlichtungen und Karnischen. Neben dem Akkumulationsgewinn beim Einschneien wird der Unterschied auch durch die Abschirmung bei der direkten Bestrahlung durch den Waldbestand mit deutlichem Randeffect bei kleinen Freilandflächen gegenüber großen verstärkt. Gegenüber Freilandstandorten weisen Pegel in Wäldern durchweg geringere Schneehöhen auf. Dies ist eine Folge von Schneeeinterzeption in den Baumkronen und Interzeptionsverlusten einerseits, andererseits eines stark abgewandelten Wärmeumsatzes an Schneedeckenoberflächen gegenüber Freilandbedingungen. Der Unterschied Freiland/Wald kann nicht allein durch Interzeptionsverluste erklärt werden. Vielmehr sind dazu auch energetische Umsetzungen und Windverdriftung mit heranzuziehen. Ferner baut sich im Hochwinter in Freilandschneedecken ein wesentlich höherer Kälteinhalt als in Waldschneedecken auf. Erst wenn er abgebaut ist, kann Schnee schmelzen. So setzt die Schneeschmelze vor allem bei advektiver Energiezufuhr in Waldbeständen früher und ergiebiger ein.

Die Schneemächtigkeit wird im wesentlichen von drei Faktoren gesteuert:

1. Von der Lage über NN (Meereshöhe). Hier wirken vor allem Zunahme der Niederschläge mit der Höhe im Allgemeinen, des Schneefalls im Speziellen, ferner die vertikalen Temperaturunterschiede.
2. Vom Stau beim Niederschlag und der potentiellen Besonnungsdauer. Die niederschlagbringenden Winde kommen aus westlichen bis nordwestlichen Sektoren der Windrose.
3. Für Waldstandorte machen sich zusätzlich durch das Kronendach Interzeptionsverluste beim Niederschlag, Abschirmung der Strahlung (Überschirmungsgrad) und eine Änderung der Ventilationsverhältnisse bemerkbar. Die multiplen Regressionsanalysen belegen die eminente Bedeutung des Überschirmungsgrades für die Erklärung der Schneedeckenhöhen an einzelnen Standorten. Etwas weniger kräftig wirken Höhenlage und potentielle Besonnungsdauer, beide in ähnlicher Intensität. Die Dominanz der einzelnen Steuerfaktoren wechselt im Ablauf des Winters. Der Einfluss der Höhenlage nimmt gegen den Spätwinter mit wachsender Bedeutung der Ablation zu. Dies gilt auch beim Überschirmungsgrad, weil auch er stärker im thermischen Bereich als bei der Interzeption von Schnee wirksam wird.“

Ein erster Versuch diese sehr komplexen Beziehungen in den Griff zu bekommen und eine flächendeckende Karte der Schneedeckenhöhe zu entwickeln hat EBERHARDT (2002) mit einem logischen und expertenbasierten Ansatz („wissensbasiertes Modell“ zu Vorhersage der potentiellen Schneedeckenverteilung) unternommen. Die folgenden Ausführungen sind dieser Arbeit entnommen.

„Die Bedeutung der Schneedecke für alpine Ökosysteme ist enorm groß. Je länger die schneebedeckte Zeit, desto kürzer ist im Allgemeinen die Vegetationsperiode, eine der wichtigsten ökologischen Kenngrößen (z. B. FRANZ 1979). Die großen Höhendifferenzen im Hochgebirge bedingen sehr große Unterschiede in der Mächtigkeit der Schneedecke und im Zeitpunkt des Ausaperns. Als übergeordneter Trend nimmt hierbei die Dauer der Schneebedeckung und die Schneedeckenmächtigkeit mit zunehmender Höhe über NN zu. Allerdings wird dieser Trend durch Expositionsunterschiede, die Hangkrümmung und weitere Reliefparameter stark modifiziert und so herrschen auf gleicher Höhenlage im Hochgebirge selten auch die gleichen Schneeverhältnisse. Hier entstehen z. T. sehr kleinräumige Unterschiede, deren ökologische Relevanz unbestritten ist. Es bestehen eindeutige Abhängigkeiten der Vegetation von der Dauer der Schneebedeckung (z. B. ELLENBERG 1986) aber auch die Raumnutzung großer Vertebraten wird während des Winters von den Schneeverhältnissen beeinflusst. So weicht z. B. die Gams auf ausgeaperte Bereiche, bzw. auf Bereiche mit geringer Schneehöhe aus (z. B. LOTZ 1997), wohingegen der Luchs bei der Jagd Vorteile auf Schnee besitzt und deshalb von einer langen schneebedeckten Zeit profitiert.

Sollen auch kleinräumige Unterschiede in der Schneeverteilung berücksichtigt werden, bereitet die Regionalisierung der bestimmenden Faktoren und davon abgeleitet des Endergebnisses große Probleme. Hierfür und für die Quantifizierung dieser Faktoren sind Geographische Informationssysteme (GIS) geradezu prädestiniert. Durch die flächendeckende Bereitstellung von Reliefparametern sowie der Vegetationsbedeckung ermöglichen diese eine Bewertung der Eingangsfaktoren, auch jenseits von punktuellen Messstationen.

Auf dieser Grundlage wurde ein wissensbasiertes Modell zur Vorhersage der potentiellen Schneedeckenverteilung im Biosphärenreservat Berchtesgaden erstellt und mit Hilfe des GIS der Nationalparkverwaltung regionalisiert.

Auswahl der Eingangsfaktoren in das Schneemodell

Nach Literaturrecherche und Diskussion mit „lokalen Experten“ wurden folgende Faktoren ermittelt, die für die Schneedeckenverteilung im Hochgebirge bedeutsam sind. Da nie alle Einflussfaktoren bekannt bzw. quantifizierbar sein werden, sollten lediglich die wichtigsten erfasst werden.

Im Folgenden werden die Eingangsfaktoren und deren angenommene Bedeutung für die Schneeverteilung aufgezählt. Die Reihenfolge bei der Nennung stellt hierbei keine Gewichtung dar.

Faktor 1: Bewertung des Eintrags durch Niederschläge als höhenabhängige Funktion:

Der Eintrag bestimmt gemeinsam mit den Einstrahlungsverhältnissen das Grundmuster der Schnee Verteilung.

Faktor 2: Kurzwellige Einstrahlungsverhältnisse:

Die Einstrahlung bestimmt das Grundmuster der Schnee Verteilung in der Zeit nach Schneefallereignissen.

Faktor 3: Bewertung der Hangkrümmung:

Konkave Hangformen weisen eine höhere Deposition auf als konvexe. Ebene Fläche liegen dazwischen.

Faktor 4: Bewertung der Hangneigung:

Hohe Neigungswerte führen verstärkt zu einem Abrutschen von Schnee.

Faktor 5: Schneeverlagerungen innerhalb von Lawinengebieten:

In den Auslaufzonen von Lawinen akkumuliert Schnee.

Faktor 6: Bewertung der mittleren Lufttemperatur (Jahresdurchschnittstemperatur):

Sie steuert den Verbleib gefallenen Schnees, unabhängig von direkter Einstrahlung.

Faktor 7: Rauheit der aktiven Oberfläche:

Sie führt zu einer Windbremsung in der oberflächennahen Luftschicht und somit zu einer verstärkten Deposition.

Faktor 8: Großräumige Bewertung der Luv/Lee-Situation: Dieser Faktor wird auf kleiner Maßstabsebene (Gebirgsstöcke) wirksam. Im Lee herrscht durch reduzierte Windgeschwindigkeit eine höhere Deposition als im Luv der Hauptwindrichtung.

Faktor 9: Kleinräumige Bewertung der Geländekammerung im Luv der Hauptwindrichtungen:

Dieser Faktor wird auf großer Maßstabsebene (Mikro- und Mesorelief) wirksam. Im Lee akkumuliert durch reduzierte Windgeschwindigkeit mehr Schnee als im Luv, auch wird durch Verfrachtung bereits gefallenen Schnees im Luv Schnee erodiert und im Lee akkumuliert.

Faktor 10: Bewertung von windgefügten Geländeabschnitten (Windecken):

Die Windecken stellen eine Sondersituation von Faktor 9 dar. Sie sind auf Kuppen oder Gratlinien beschränkt und treten aufgrund der dort höheren Windgeschwindigkeiten auf. Deshalb wurden sie als eigenständiger Faktor in das Modell eingebracht.

Die Quantifizierung der Eingangsparameter (Faktoren) erfolgt anhand unscharfer Bewertungen auf einer Relativskala, die von 0 bis 100 Prozent reicht. Hierbei wird lediglich eine Aussage darüber getroffen, ob eine Gelände parzelle besser, gleich oder schlechter geeignet ist als eine andere. Diese Vorgehensweise bewährt sich bei komplexem, nur unzureichend bekanntem und raum/zeitlich stark schwankendem Zusammenspiel von Umwelteinflüssen innerhalb ökosystemarer Teilsysteme.

Im Laufe der Modellentwicklung wurden mehrere Methoden zur Verknüpfung der einzelnen Eingangsfaktoren zu einer Gesamtbewertung der potentiellen Schnee Verteilung getestet und das Ergebnis mit den Werten der

Schneemessstellen und den Aussagen lokaler Experten überprüft.

Die beste Übereinstimmung mit der Realität erzielte hierbei eine Kombination aus additiver und multiplikativer Verknüpfung der Parameter. Hierbei wurden in einem iterativen Prozess zahlreiche Varianten mit unterschiedlicher Gewichtung der Einzelparameter berechnet.

Als die geeignetste wurde folgende Verknüpfungsmethode ermittelt:

$$P_{(\text{Schnee})} = (F1 + F2) * (F3 + F4 * 2 + F5 * 0.5 + F6 * 4 + F7 + F8 * 0.5 + F9 * 0.5 + F10 * 2)$$

mit $P(\text{Schnee})$ = Potentielle Schnee Verteilung
 $F1-10$ = Faktor 1-10 (s. o.)

Die Verknüpfungsmethode geht davon aus, dass die Faktoren 1 und 2 das Grundmuster der Schnee Verteilung beschreiben und die Faktoren 3 bis 10 v. a. modifizierend darauf einwirken. Deshalb wurden die Faktoren 3 bis 10 additiv miteinander verknüpft und zueinander gewichtet. Anschließend wurde das Ergebnis auf einen Wertebereich zwischen 0 und 1 transformiert und mit der Summe aus den Faktoren 1 und 2 multipliziert.

Für die Überprüfung der Modellergebnisse standen prinzipiell Daten von 94 Schneemessstellen für den Zeitraum zwischen 1989 und 1994 im Nationalpark Berchtesgaden zur Verfügung. Insgesamt liegen hiervon 5575 Datensätze der Nationalparkverwaltung vor.

Es wurden die Daten von 12 Stationen für die Überprüfung und Validierung verwendet, die aufgrund ihrer Standortcharakteristika und der Vollständigkeit der Datenlage einen Vergleich mit den Modellergebnissen ermöglichten. Für die Stationen liegen absolute Schneehöhen und Höhenwerte umgerechnet in ein Wasseräquivalent (cm) für die Monate November bis April vor.

Leider sind keine Schneemessstellen in Lawinengebieten oder an windgefügten Graten vorhanden. Deshalb kann der Einfluss dieser Eingangsfaktoren nicht mit Messdaten belegt werden. Ebenso liegen keine objektiven Messwerte zur Rauheit der Geländeoberfläche und zur Luv/Lee-Lage der Messstationen vor.

Die Ergebnisse der Berechnungen zur relativen Schnee Verteilung liegen in Form von Potentialkarten vor (Karte 20). Sie beschreiben anhand einer Relativskala die potentielle Schnee Verteilung im Untersuchungsgebiet und sind somit unabhängig davon, ob es sich zufälligerweise um einen schneereichen- oder schnee armen Winter handelt. Zur Transformation der Relativwerte in absolute Schneehöhen muss eine Eichung anhand von Werten der Schneemessstellen erfolgen.

Die Modellprognose stimmt nach den oben beschriebenen Überprüfungsmethoden mit den realen Verhältnissen weitgehend überein. Dies spricht dafür, dass zumindest für das Untersuchungsgebiet mit den 10 Eingangsfaktoren und der angewandten Verknüpfungsmethode, ein Weg gefunden wurde, die mittleren Schnee Verhältnisse vorherzusagen. Die Zielsetzung, das Schneemodell für biologische Fragestellungen, insbesondere als

Hilfsmittel bei der Formulierung und Umsetzung von Habitatsignungsmodellen für Wirbeltiere einzusetzen, erforderte sehr kleinräumige Aussagen. Auf dieser Maßstabsebene sind Aussagen nur durch die Einbeziehung vieler Eingangsfaktoren möglich. Dies erschwert den Einsatz empirischer Modelle sehr und führt zu regelbasierten (logischen) Modellen hin.

Die oft mangelnde Akzeptanz dieser Modelle in Wissenschaftskreisen erscheint unbegründet, denn wo die Empirik aufgrund der Komplexität der Prozesse innerhalb von Ökosystemen ihre Grenzen findet, treten die Vorteile der logischen Modellbildung in den Vordergrund.“

2.2.4 Starkwind

Der Wind stellt einen weiteren klimatischen Faktor dar, der das Wachstum der Pflanzen und ihre Gesellschaften vielfältig beeinflusst. So sind eine ganze Reihe von Prozessen wie Transpiration und Verdunstung, Bestäubung, Samenverbreitung wenigstens in Teilen windgekoppelt. Jedoch auch indirekt, durch die Beeinflussung des Topoklimas, wirkt die Luftbewegung auf die Verbreitung der Vegetation. Es werden aktive Effekte der Landschaft auf den Wind, wie die Entstehung lokaler Windsysteme als Folge kleinklimatischer Unterschiede, und passive Effekte, wenn Richtung und Geschwindigkeit der Strömung durch die Topographie beeinflusst werden, unterschieden (ENDERS 1979 nach GEIGER

1969). Die Auswirkungen auf das Topoklima sind vielfältig: Bei Kaltluft- oder Warmluftadvektion verändert der Wind Luft- und Bodentemperatur, die Windgeschwindigkeit fördert die Verdunstung und vermindert dadurch eine Überwärmung der Erdoberfläche. Die zu Zeiten negativer Nettostrahlung produzierte Kaltluft fließt in geneigtem Gelände ab und führt in den Tälern zur Bildung von Kaltluftseen. Orographisch erzwungene Unterschiede im Strömungsfeld rufen Lee- und Luveffekte in der Niederschlagsverteilung hervor und beeinflussen damit den örtlichen Wasserhaushalt (ENDERS 1979). HOFFMANN (1992) beschreibt für den Nationalpark die Windsysteme und Inversionen, die im Tagesrhythmus zu einem großräumigen Luftaustausch zwischen den Alpen und dem Alpenvorland führen.

Für die Beurteilung der Standorte stehen die Gefährdungen durch Windeinwirkung (Windwürfe und Windbrüche sowie Ausbildung von Fahnenkronen) im Vordergrund. Diese sind nicht so sehr an die Winde im Allgemeinen als an die Starkwinde und Stürme gebunden. Starkwinde (Geschwindigkeit > 13,9 m/s) und Stürme (> 17 m/s) tragen entscheidend zu Ausfällen durch Brüche und Würfe von Bäumen bei. Im Nationalpark Berchtesgaden sind 44 % der ausgeschiedenen Bäume, die 56 % des Volumens beinhalten, zwischen den beiden Inventuren von 1984 und 1997 durch Wind und Schnee ausgeschieden (KONNERT 2000).

Um die Gefährdung durch Wind flächendeckend zu beurteilen, wurden anhand der Daten von 7 Windmesssta-

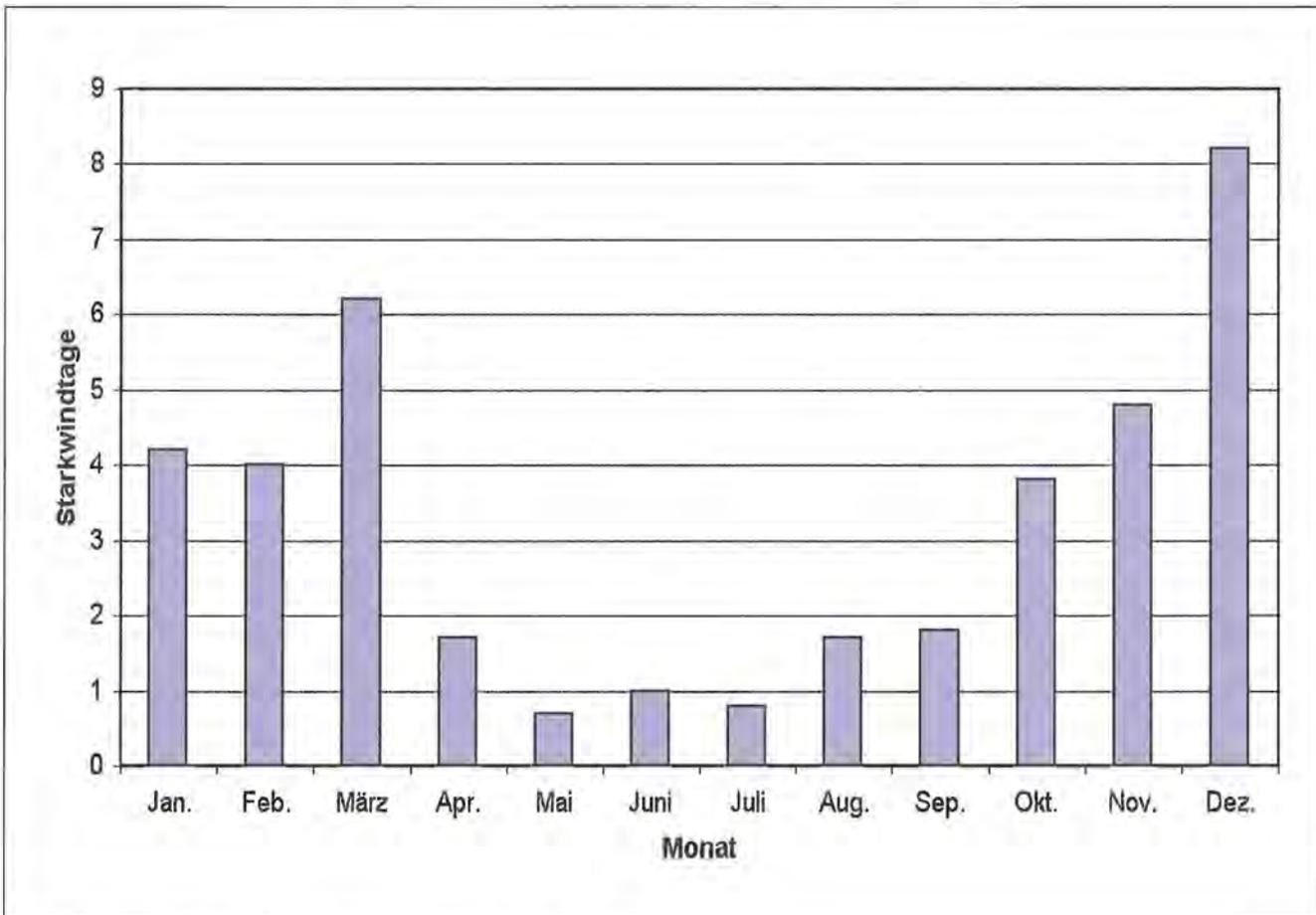


Abb. 2.8: Mittlere Anzahl der Tage mit Starkwind nach Monaten.

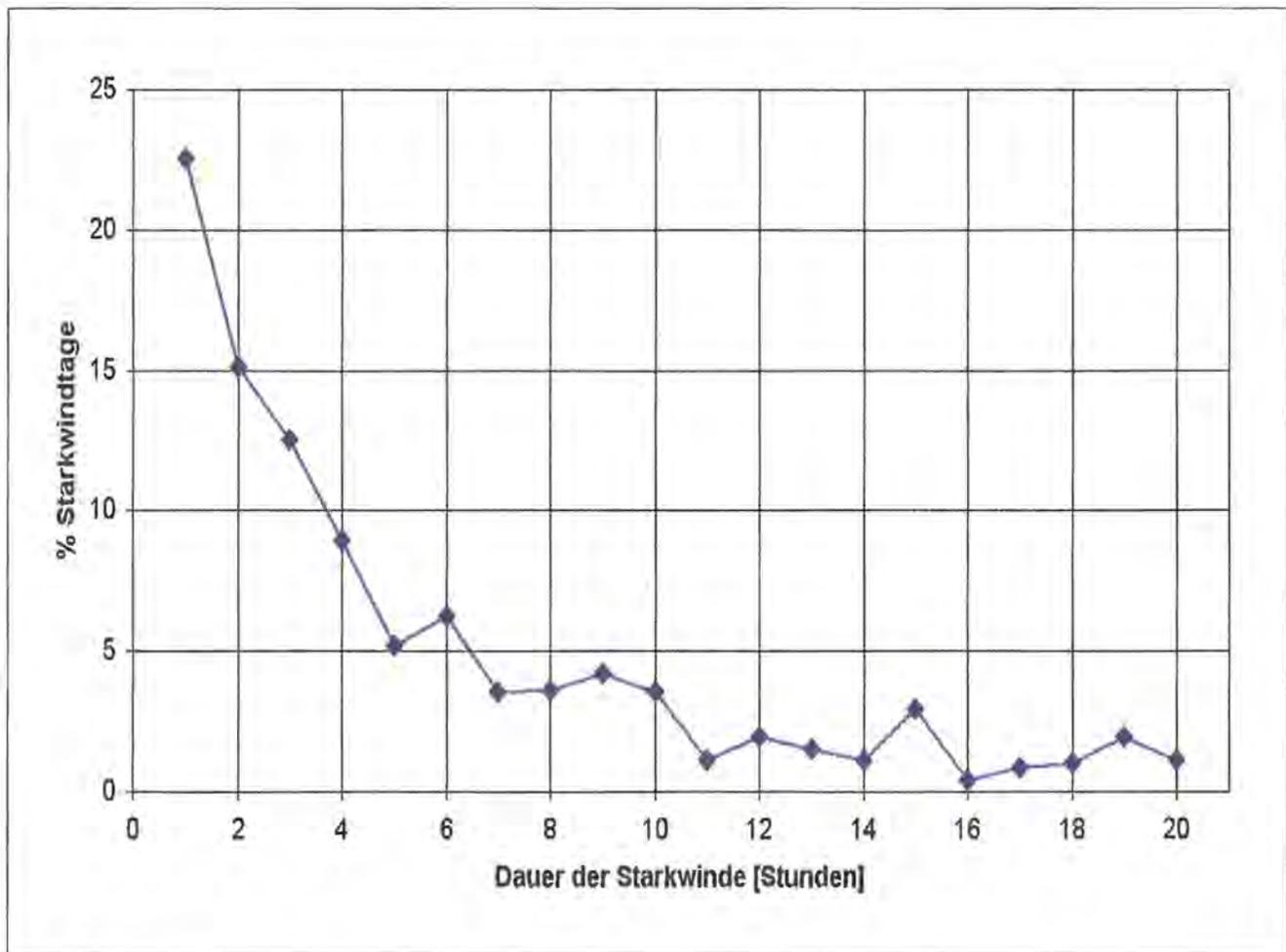


Abb. 2.9: Dauer der Starkwinde.

tionen, unter Einbeziehung des Umgebungsreliefs, Verteilungsmodelle für die maximale Starkwindgeschwindigkeit und die Häufigkeit der Starkwinde entwickelt.

Es wurden Daten der Windmessstationen Stahlhaus, Trischübel, Wimbachschloss, Watzmannhaus, Kühroint, Blaueishütte und Seilergraben mit Messungen aus den Jahren 1991 bis 1999, die vom Sachgebiet Meteorologie bereitgestellt wurden, verwendet. Die Windmessstationen liefern Stundenmittelwerte und mittlere (Stunden)-Windrichtungen.

Die mittlere Windgeschwindigkeit über den ganzen Zeitraum und alle Messstationen beträgt nur 3,1 m/s (11,2 km/h), der höchste Wert dagegen 27 m/s (97,2 km/h). Pro Jahr treten Starkwinde im Mittel an 39 Tagen (11 %), mit Schwankungen von 25 Tagen (1995) bis 57 Tagen (1998) an mindestens einer Messstation auf. Die Monatsverteilung dieser Starkwinde (Abbildung 2.8) zeigt, dass die Monate April bis September viel weniger (3 bis 8 mal weniger) Starkwinde aufweisen als die restlichen Monate. In den Monaten Dezember und März werden die meisten Starkwinde registriert. Die eigentliche Dauer dieser Starkwinde ist jedoch mit insgesamt 79 Stunden im Jahr (entspricht zeitlich nur 3,3 Tagen) viel kleiner als die Anzahl der Tage mit Starkwind, da die Starkwinde mit 1 bis 6 Stunden am Tag überwiegen (Abbildung 2.9). Starkwinde mit einer Tagesdauer über 6 Stunden haben eine Häufigkeit unter 5 %.

Die Häufigkeiten der Starkwinde (und der Winde insgesamt) nach Himmelsrichtungen sind in Abbildung 2.10 dargestellt.

Die häufigsten Winde wehen aus den Richtungen S, SW, W und NW, viel weniger häufig aus den übrigen Richtungen (N, NO, O und SO).

Diese asymmetrische Tendenz verstärkt sich noch mehr bei den Starkwinden, die überwiegend (51 %) aus Richtung SW blasen, gefolgt von der NW, W und S Richtung mit 22 %, 15 % und 5 %. Aus den restlichen Himmelsrichtungen werden sehr selten Starkwinde registriert.

Die mittlere gemessene Geschwindigkeit des Windes an den 7 Wetterstationen beträgt 3,1 m/s, nach Wetterstationen schwankt sie von 1,3 m/s (Kühroint) bis 4,2 m/s (Watzmannhaus). Beachtet man neben den Stationen auch die Himmelsrichtungen, so liegen die Extreme der Mittelwerte zwischen 1,2 m/s und 6,7 m/s. Diese allgemeinen Mittelwerte können nichts über die Gefährdung der Waldbestände durch den Wind aussagen und dienen nur allgemeinen Vergleichen mit andern Windmessstationen. Die gemessenen Werte für Starkwinde reichen von ihrer definierten unteren Schwelle (>13,9 m/s bzw. > 50 km/h) bis 27 m/s (97,2 km/h). Exemplarisch sind die Häufigkeiten der Starkwinde für die Windmessstationen Watzmannhaus, Trischübel und Stahlhaus nach Richtungssektoren von je 45 in Abbildung 2.11 dargestellt.

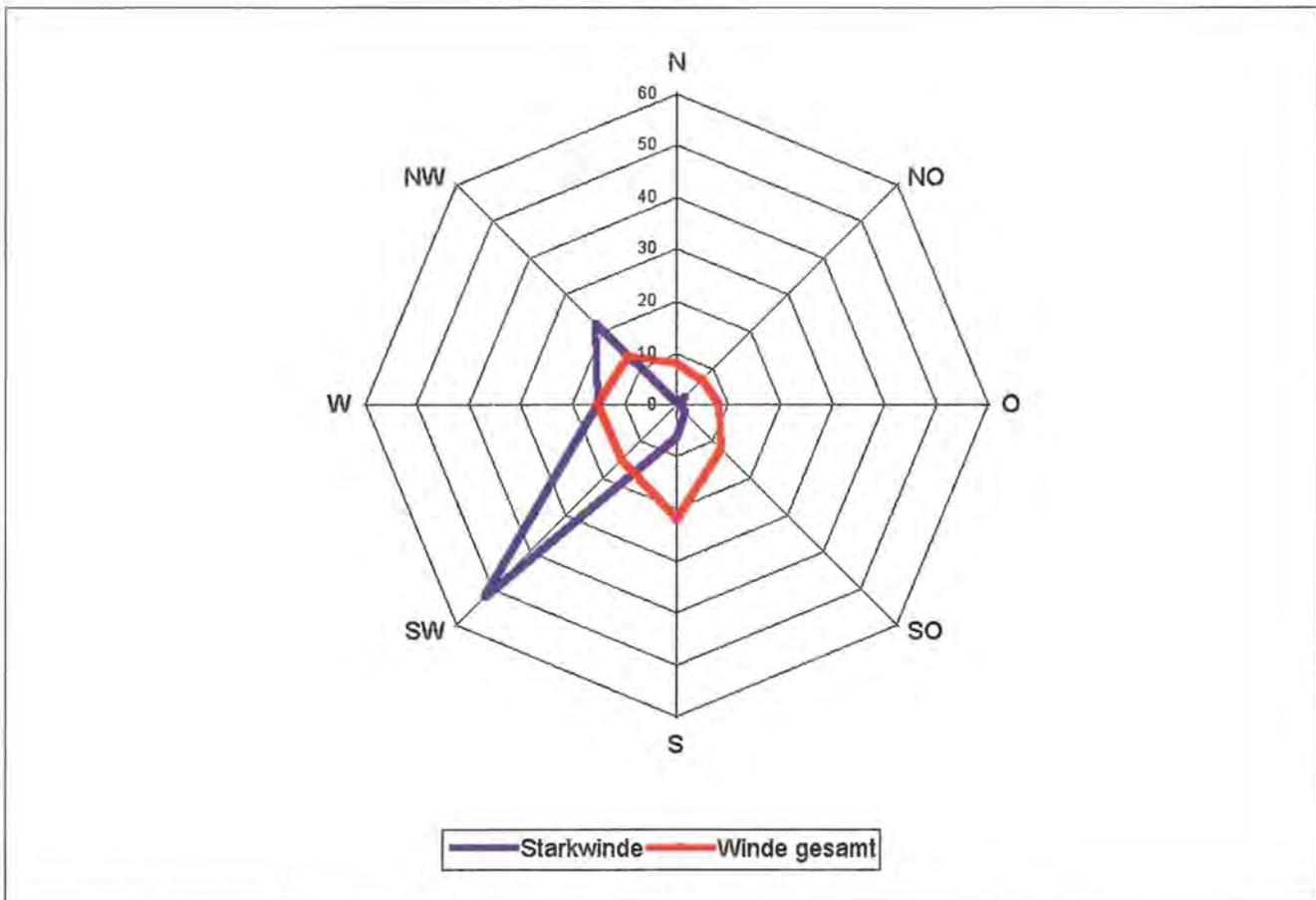


Abb. 2.10: Häufigkeit der Starkwinde und der Winde (gesamt) nach Richtungssektoren von 45°.

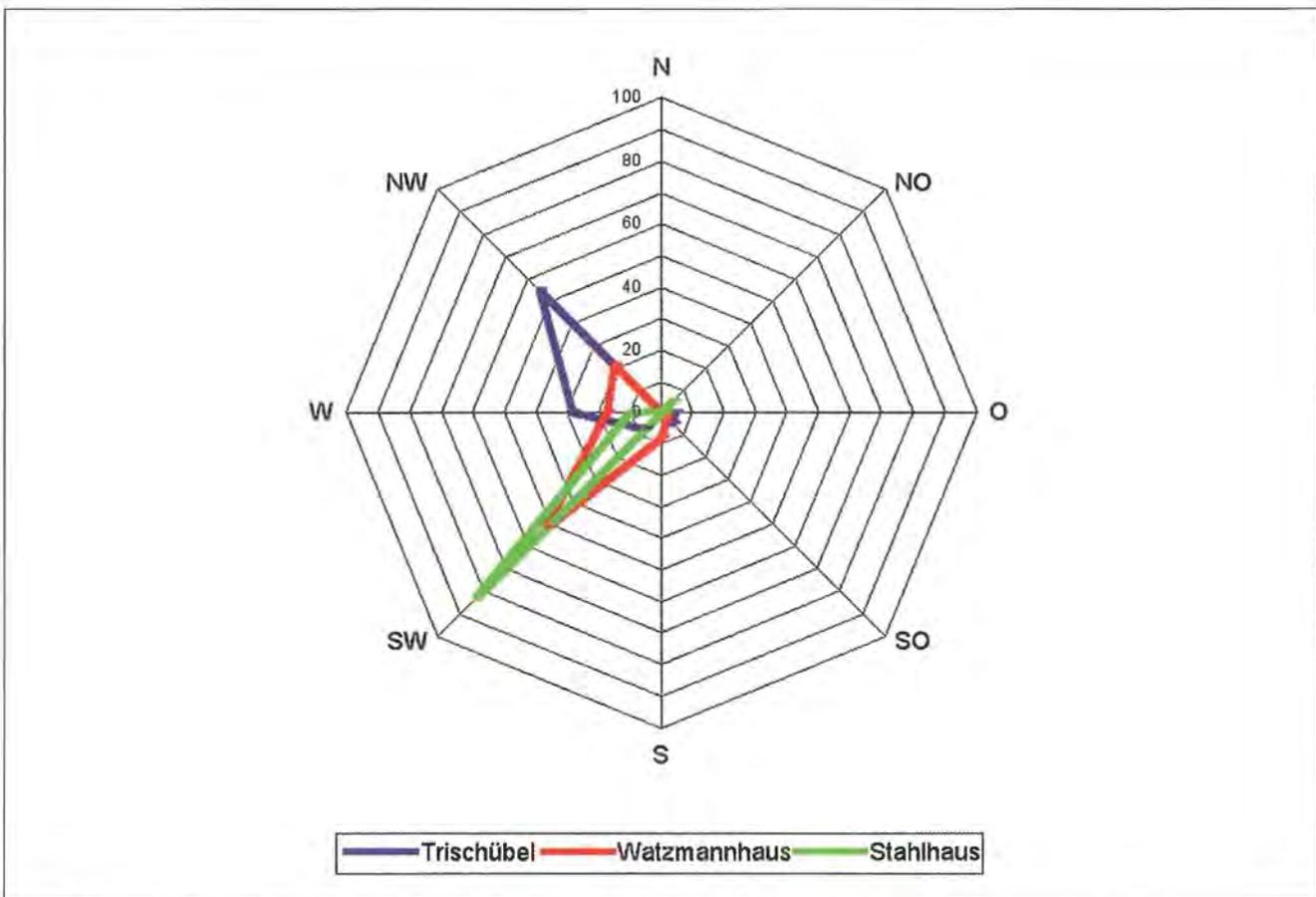


Abb. 2.11: Verteilung der Starkwinde nach Himmelsrichtungen.

Tabelle 2.6: Regressionskoeffizienten für die Schätzung der Starkwindgeschwindigkeit anhand des Umgebungsreliefs

Richtung	Abs. Glied	Höhe	Ost 2 km	Ost 5 km	Ost 10 km	Süd 2 km	Süd 10 km	Nord 2 km	Nord 5 km
NO	-55.792076	0.013997	-0.006317	0.026962					
O		0.014467							
SO	-10.184182	0.011110							-0.002395
S									
SW		0.022629							
W	100.112588	0.016579			-0.014180	-0.005861		0.016379	-0.012827
NW		0.018297							
N		0.011815	-0.006290				-0.047884		

Richtung	Nord 10 km	West 2 km	West 5 km	Höhe glatt 3	Strahlung 16.06	Expocode	R ²	F Wert	Prob. F
NO	-0.006949						0.85	131.06	0.0001
O							0.90	147.58	0.0001
SO	-0.003661	-0.19130	0.014495	0.007635	0.054001		0.71	86,21	0.0001
S							0.66	165.23	0.0001
SW							0.92	5328.39	0.0001
W	-0.010363		0.005243	0.014035			0.71	1530.76	0.0001
NW							0.74	1000.23	0.0001
N		-0.004029					0.86	74.97	0.0001

An allen drei Stationen ist die Häufigkeit aus SW bis NW Richtungen eindeutig am höchsten. Bei der Station Trischübel wirkt sich mit Sicherheit der Verlauf des oberen Wimbachtals und seiner Seitenflanken (NW-SO) auf die Verlagerung des Maximums von SW auf NW (und N) aus. In weniger exponierten Stationen wie Wimbachschloss, Kühroint und Seilergraben sind keine Starkwinde registriert worden. Für die Schätzung der flächenhaften Gefährdung der Waldbestände durch Starkwind wurden Regressionsmodelle der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den gemessenen Werten und dem Umgebungsrelief entwickelt. Die Einzelschritte dieser Bewertung waren dabei folgende:

1. Es wurden für jeden Windrichtungssektor von 45° eine gesonderte Beziehung zwischen der Windgeschwindigkeit und den aus dem Relief abgeleiteten Variablen bestimmt und auf die Fläche in Form von Grids übertragen.
2. In einem weiteren Schritt wurde die Gefährdung durch Starkwinde durch 2 zusammenfassende Grids charakterisiert:

a) Durch die Maximalgeschwindigkeit ermittelt aus den 8 Grids des ersten Schrittes.

b) Durch die Häufigkeit des Auftretens von Starkwinden, anhand der Grids des ersten Schrittes und der mittleren Häufigkeit der Starkwinde nach Himmelsrichtungen.

In Tabelle 2.6 sind die Regressionskoeffizienten und die wichtigsten Kenngrößen der Modelle nach Windrichtungen dargestellt.

Die Maximalgeschwindigkeit der Starkwinde (Karte 21) weist Werte zwischen 4 m/s (14 km/h) in geschützten Tieflagen und 43 m/s (155 km/h) in den Höchstlagen bzw. Kammlagen auf und ist im Allgemeinen, wie auch erwartet, stark höhenabhängig. Da die in den Auswertungen verwendeten Werte mittlere Stundengeschwindigkeiten sind und die einzelnen Böen diese Werte um 50 % bis 100 %, besonders in den tieferen Lagen, überschreiten können (mündliche Mitteilung von Herrn H. Vogt), können auch die geschätzten Werte kurzfristig in dieser Größenordnung weiter ansteigen.

Die Häufigkeit der Starkwinde (Karte 22) nimmt Werte zwischen 0 % (statistisch kommen da nie Starkwinde vor) bis 100 % (Starkwindgeschwindigkeit bei jedem Starkwindereignis irgendwo im Nationalpark) an. Auch hier ist die Abhängigkeit von der Höhe über NN sehr ausgeprägt. Es gibt jedoch auch Tieflagen, wo das Gelände (Talflanken) einen Düsen effekt erzeugt (Obersee, südlicher Teil des Königssees) und den allgemeinen Höhengradienten umkehrt.

Da diese Geschwindigkeiten nur auf den Starkwinden des letzten Jahrzehnts beruhen, ist nicht auszuschließen, dass in Zukunft noch stärkere Winde auftreten können. Wie auch bei den Niederschlägen stellen diese beiden Karten erste Annäherungen dar und sollten in Zukunft mit mehr Informationen neu berechnet werden.

2.3 Geologie, Substrate, Bodentypen

2.3.1 Geologie

Vom geologischen Standpunkt aus ist das Berchtesgadener Land ein Teil der Nördlichen Kalkalpen, die durch mächtige Karbonatentwicklungen mesozoischen Alters gekennzeichnet sind. Hohe Berge mit steil aufragenden und schroffen Felswänden bestimmen das Landschaftsbild. Das morphologische Erscheinungsbild der Berchtesgadener Alpen mit ihren Steilwänden täuscht darüber hinweg, dass viele Gebirgsstöcke, wie das Steinerner Meer oder das Hagengebirge und die Reiteralm, in ihren zentralen Bereichen Plateaucharakter besitzen. Andere Bergstöcke (Watzmann, Hochkalter) zeigen dagegen ausgeprägte Kämme (LANGENSCHIEDT 1994).

Die Geologie des Nationalparks Berchtesgaden und seines Vorfeldes wurde im Laufe der Zeit sehr intensiv untersucht und beschrieben. LANGENSCHIEDT (1994) hat die aktuellste geologische Beschreibung vorgenommen, der auch die folgende Altersreihenfolge der geologischen Schichten entnommen ist (Tabelle 2.7).

Die älteste geologische Schicht (Perm) ist das salzführende Haselgebirge, ein evaporitisches Sedimentgestein.

Nach oben schließen sich die (bio-)chemischen Gesteine, die Kalk und Dolomit Schichten des Trias, an: Werfener Schichten, Skytisch-anisische Karbonatserie, Ramsaudolomit, Wettersteinkalk, Raibler Schichten, Karnisch-Norischer Dolomit, Dachsteinkalk, Hauptdolomit/Dachsteindolomit, Hallstätter Kalke und Dolomite, Kössener Schichten und die Zlambachschichten.

Es folgen die Jura-Schichten aus roten Kalken, Hornsteinen und Mergel sowie die kieselsäurehaltigen Kalke: Rote Liaskalkgruppe, Fleckenmergel, Hornsteinknollenkalk, Dogger-Kieselkalk, Radiolarit, Tauglbodenschichten und die Oberalmer Schichten.

Darüber sind kalksteinführende Schichten aus der Kreidezeit gelagert: Schrambachschichten, Rossfeld Schichten und die Gosauschichten, die mit Brekzien

und Konglomeraten den Übergang zu den jüngeren klastischen Sedimentgesteinen bilden.

Tertiären Alters sind die Augensteine (Schotter zentralalpiner Herkunft) auf den Hochplateaus der Gebirgszüge. Es folgen die jüngsten Gesteinsschichten quartären Alters: Fernmoränen, Interglazialer Nagelfluh, Ramsauer Mühlstein, Dachsteinbrekzien, Lokalmoränen, Seetone, Bergsturzmassen, Hangschutt, Schuttfächer und Talschotter.

LANGENSCHIEDT & OTHOLT (1998) haben auch die neueste geologische Karte des Nationalparks (Maßstab 1:25.000) bearbeitet. Dieser Karte sind die geologischen Schichten in vereinfachter Form für die Karte 23 entnommen worden (Genehmigung des Bayerischen Geologischen Landesamtes Nr. 303.2.1-1-2462). In Tabelle 2.7 ist die flächenmäßige Verbreitung der geologischen Schichten im Nationalpark sowie ihre Zuordnung zu den Substrat-Hauptgruppen (FREYER 1988) wiedergegeben.

Tab. 2.7: Geologischen Schichten im Nationalpark Berchtesgaden (LANGENSCHIEDT & OTHOLT 1998) und ihre Zuordnung zu den Substrat-Hauptgruppen (FREYER 1988)

Geo. Code	Geologische Schicht	Fläche ha	Substrat-Hauptgruppen
F+G	Firneis, Gletscher	54.89	Firneis, Gletscher
gew	Gewässer	576.50	Gewässer
,h+H	Torf, Anmoor	22.24	F
„ta-f	Talfüllung, fluvial	129.70	E
,sw	Schutt-, Schwemmkügel	438.79	E
qh,GD	Flußschotter als Deltadachschichten	86.22	E
,s	Schuttstrom	154.51	E
L-X	Hangschutt, holozän	2030.60	E
Bs	Blockschutt	603.01	E
Bs_w	Blockschutt, Fels-/Bergsturz	120.43	E
W/qh,T,I	Beckenschluff (Seeton) würmz. bis holozän	9.65	E
W/qh,G	(Schmelzwasser)Schotter, würmz. bis holozän	49.61	E
W/qh,,g	Moräne, würmzeitlich bis holozän	39.89	E
W,,gl	Lokalmoräne, würmzeitlich	1018.10	E
W,,g	Fernmoräne, würmzeitlich	38.83	E
qp,Br-G	Hangschuttbrecce, „Jüngere Nagelfluh“	166.48	E
qpm,G	Flußschotter, konglomeriert, Ramsauer Nagelfluh	17.97	E
nGU-M	Untere bis Mittlere Gosau	8.73	B
nSS	Schrambachschichten	13.85	C, E
nOA	Oberalmer Schichten	25.19	B, C
nTB	Tauglbodenschichten	31.18	D, E
nRa	Radiolarit	92.38	D
nDKK	Dogger-Kieselkalk	66.73	D, E
nA	Allgäuschichten	210.87	C, E
nLKH	Lias-Kieselkalk und Hornsteinkalk	16.45	D, C
nLS	Lias Schwellenkalk	572.47	C
nK	Kössener Schichten	1.20	C
nZ	Zlambachschichten	11.43	B
nDR	Dachsteinkalk in Riffazies	592.04	B
nDL	Dachsteinkalk in Loferfazies	9668.37	B
nDRT	Dachsteinkalk in Reiteralmtyp	1148.48	B
nKD	Karnisch-norischer Dolomit	1529.72	B, E
nHK	Hallstätter Kalk	0.08	B, C
nR	Raibler Schichten	20.69	B, E
nRD	Ramsaudolomit	1011.76	B, E
nWK	Wettersteinkalk	41.14	B
nSKS	Skytisch-anisische Karbonatserie	98.79	B, E
nW	Werfener Schichten	49.62	B
nWu	Untere Werfener Schichten	0.57	B, E
nH	Haselgebirge	16.94	E
Sonstige	Flächen	7.23	Gebäude, sonst. Fl.

Für weitere geologische Details wird auf die beiden Arbeiten (LANGENSCHIEDT 1994 und LANGENSCHIEDT & OTHOLT 1998) sowie auf BRAUN (1998) verwiesen.

2.3.2 Substrate

Ab 1980 wurde von FREYER (1986, 1988) mit einer sehr detaillierten Substratkartierung des Nationalparks begonnen, die ab 1984 von den Diplomforstwirten K. HEE und A. GALLERACH, unter fachlicher Aufsicht von K. FREYER (1988) fortgesetzt und 1992 beendet wurde.

Die von FREYER (1986, 1988) entwickelte Methode der Substratkartierung baut auf ein System von 76 Substraten und Auflagen auf. Die Auflagen- und Substratdefinitionen werden in Tabelle 2.8 wiedergegeben.

Im Gelände wurden Polygone sehr unterschiedlicher Größe ausgewiesen meistens ab 100 m², in Einzelfällen

Tab. 2.8: Substratdefinitionen und ihre Gliederung (Freyer 1988)

Substrat Nr.	Substrat Definition
A	Substrate aus organischen Auflagen
1	gering-mächtige (-10 cm), mindestens in der unteren Hälfte gut zersetzte, tiefschwarze, oft nur mäßig saure organische Auflage (auch Spaltenfüllung)
2	mittel-mächtige (-30 cm), mindestens in der unteren Hälfte gut zersetzte, tiefschwarze, oft nur mäßig saure organische Auflage (auch Spaltenfüllung)
3	mächtige (-60 cm), mindestens in der unteren Hälfte gut zersetzte, tiefschwarze, oft nur mäßig saure organische Auflage (auch Spaltenfüllung)
4	sehr mächtige (>60 cm), mindestens in der unteren Hälfte gut zersetzte, tiefschwarze, oft nur mäßig saure organische Auflage (auch Spaltenfüllung)
5	gering-mächtige (-10 cm), schlechter zersetzte, meist stark saure organische Auflage
6	mittel-mächtige (-30 cm), schlechter zersetzte, meist stark saure organische Auflage
7	mächtige (-60 cm), schlechter zersetzte, meist stark saure organische Auflage
8	sehr mächtige (>60 cm), schlechter zersetzte, meist stark saure organische Auflage
B	Substrate aus Karbonatgesteinen großer Reinheit
10	Festgestein, 10 C = 10 mit Anteil 20 (meist Dachsteinkalk mit rotem Liaskalk-Anteil)
11	grusiger bis blockreicher Festgesteinersatz (in situ, z.B. Scherbenkarst)
12	flachgründige (-30 cm), lehmige Deckschicht unterschiedlicher Herkunft (uH) über Karbonatfestgestein
13	mittel- bis tiefgründige (>30 cm), lehmige Deckschicht uH über Karbonatfestgestein
14	flachgründige (-30 cm), lehmige Deckschicht uH über Festgesteinersatz
15	mittel- bis tiefgründige (>30 cm), lehmige Deckschicht uH über Festgesteinersatz
C	Substrate aus mergeligen und schieferigen Kalken
20	Festgestein
21	grusiger bis blockreicher Festgesteinersatz (in situ)
22	flachgründige (-30 cm), mehr oder weniger schluffige Lehme
23	mittelgründige (-60 cm), mehr oder weniger schluffige Lehme
24	tiefgründige (>60 cm), mehr oder weniger schluffige Lehme
25	flachgründige (-30 cm), tonige Lehme bis lehmige Tone
26	mittelgründige (-60 cm), tonige Lehme bis lehmige Tone
27	tiefgründige (>60 cm), tonige Lehme bis lehmige Tone
28	nasse, mehr oder weniger humose (Ton-) Mergelverwitterungslehme
29	hangnasse, mehr oder weniger humose (Ton-) Mergelverwitterungslehme
D	Substrate aus kieselsäurehaltigen Kalken
30	Festgestein
31	sandig-grusiger bis blockreicher Festgesteinersatz (in situ)
32	flachgründige (-30 cm), (schwach podsolierte) mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
33	mittelgründige (-60 cm), (schwach podsolierte) mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
34	tiefgründige (-60 cm), (schwach podsolierte) mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
35	flachgründige (-30 cm), schwach podsolierte, (stark) sandig-grusige Lehme (bis lehmige Gruse)
36	mittelgründige (-60 cm), schwach podsolierte, (stark) sandig-grusige Lehme (bis lehmige Gruse)
37	tiefgründige (>60 cm), schwach podsolierte, (stark) sandig-grusige Lehme (bis lehmige Gruse)
38	flachgründige (-30 cm), stark podsolierte, stark sandig-grusige Lehme bis lehmige Gruse
39	mittelgründige (-60 cm), stark podsolierte, stark sandig-grusige Lehme bis lehmige Gruse
40	tiefgründige (>60 cm), stark podsolierte, stark sandig-grusige Lehme bis lehmige Gruse
41	nasse, (humusreiche), saure, sandig-grusige Lehme bis lehmige Gruse
42	hangnasse, (humusreiche), saure, sandig-grusige Lehme bis lehmige Gruse
E	Substrate aus klastischen Lockersedimenten
50	Blöcke und Blockschutt (Durchmesser überwiegend >20 cm); 50 = aus sehr reinen Kalken, 50 C = mergeligen/schieferigen Kalken; 50 D = kieselsäurehaltigen Kalken
51	(grusiger) Gesteinschutt (Durchmesser überwiegend 2-20 cm; C, D analog 50)
52	sandiger, steiniger Grus (C, D analog 50)
55	flachgründig (-30 cm) schwach lehmhaltiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
56	mittelgründig (-60 cm) schwach lehmhaltiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
57	tiefgründig (>60 cm) schwach lehmhaltiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
58	flachgründig (-30 cm) schwach lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
59	mittelgründig (-60 cm) schwach lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
60	tiefgründig (>60 cm) schwach lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
61	flachgründig (-30 cm) lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
62	mittelgründig (-60 cm) lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus
63	tiefgründig (>60 cm) lehmiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus

Substrat Nr.	Substrat Definition
64	meist flachgründig (-30 cm) schwach lehmhaltiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus überw. aus Dolomit mit einer bis 10 cm mächtigen, schwach skeletthaltigen, sehr stark humosen bis humusreichen schluffigen Auflage
65	wie 64, Auflage aber über 10 cm mächtig und lehmig-schluffig
66	meist mittelgründig (-60 cm) (schwach) lehmig-schluffiger, sandiger, steiniger Karbonatgrus überwiegend aus Dolomit mit einer über 10 cm mächtigen, schwach skeletthaltigen stark humosen, lehmigen Auflage
67	bis 30 cm mächtiger, humoser, grusiger Lehm über mittelgründig lehmigem bis stark lehmigem (Dolomit-) Grus
68	bis 60 cm mächtiger, humoser, mehr oder weniger grusiger Lehm über mittelgründig lehmigem bis stark lehmigem (Dolomit-) Grus
69	wie 68, aber ohne überdurchschnittlichen Humusgehalt
70	über 60 cm mächtiger lehmiger, sandiger (Dolomit-) Grus bis grusiger Lehm
71	flachgründige (-30 cm) lehmige Deckschichten uH über meist mittelgründig schwach lehmigem Karbonatgrus
72	mittel- bis tiefgründige (>30 cm) lehmige Deckschichten uH über meist mittelgründig schwach lehmigem Karbonatgrus
73	flachgründige (-30 cm), stark steinige, mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
74	mittelgründige (-60 cm), stark steinige, mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
75	tiefgründige (>60 cm), stark steinige, mehr oder weniger sandig-grusige Lehme
76	flachgründige (-30 cm) (steinige) Lehme
77	mittelgründige (-60 cm) (steinige) Lehme
78	tiefgründige (>60 cm) (steinige) Lehme
80	nasse, humusreiche (Humus meist als Auflage) Karbonatgruse
81	hangnasse, humusreiche (Humus meist als Auflage) Karbonatgruse
82	nasse, humusreiche Lehme uH
83	hangnasse, humusreiche Lehme uH
84	teilweise quellige, eutrophe Böden mit gutem Humuszustand (Mull)
F	Nasse organische Substrate (Moore)
90	Nassgallen und offene Wasserflächen
91	Moorerdeweichböden
92	Anmoorweichböden
93	Flachniedermoore (n = nass, f = feucht, tr = trocken)
94	Niedermoore (n = nass, f = feucht, tr = trocken)
95	Übergangsmoore (n = nass, f = feucht, tr = trocken)
96	Hochmoore (n = nass, f = feucht, tr = trocken)

auch darunter, bis ca. 140 ha in den alpinen und subalpinen Bereichen). In dem überwiegenden Teil dieser Polygone ist mehr als ein Substrat vorhanden, bzw. handelt es sich um Substratkomplexe, die kleinflächig innerhalb der Polygone variieren.

Die formale Substratbeschreibung („Langcode“) dieser Polygone ist nach der flächenmäßigen Verbreitung der Substrate in absteigender Reihenfolge geordnet. Beispielhaft werden 3 dieser Substratbeschreibungen anschließend angeführt:

10/101v1//11
20/10v12v25

30(1)/12/32/31v12/32v1

Insgesamt sind 11691 Polygone auf der Substratkarte ausgewiesen, die 5194 unterschiedliche Standortsbeschreibungen (Langcodes) enthalten. In Abbildung 2.12 ist die Kartierhäufigkeit der Langcodes dargestellt.

3678 Langcodes (71 %) sind nur einmal kartiert worden, 815 Langcodes zweimal usw. Nur 108 Langcodes (2 %) wurden über zehnmal kartiert und 5 Langcodes (0,1 %) wurden über hundertmal kartiert. Daraus ist die außerordentliche Vielfalt der Substratkomplexe und ihre kaum darstellbare Übersicht zu sehen. Diese kleinflächige Variation der Substrate stellt das charakteristische Merk-

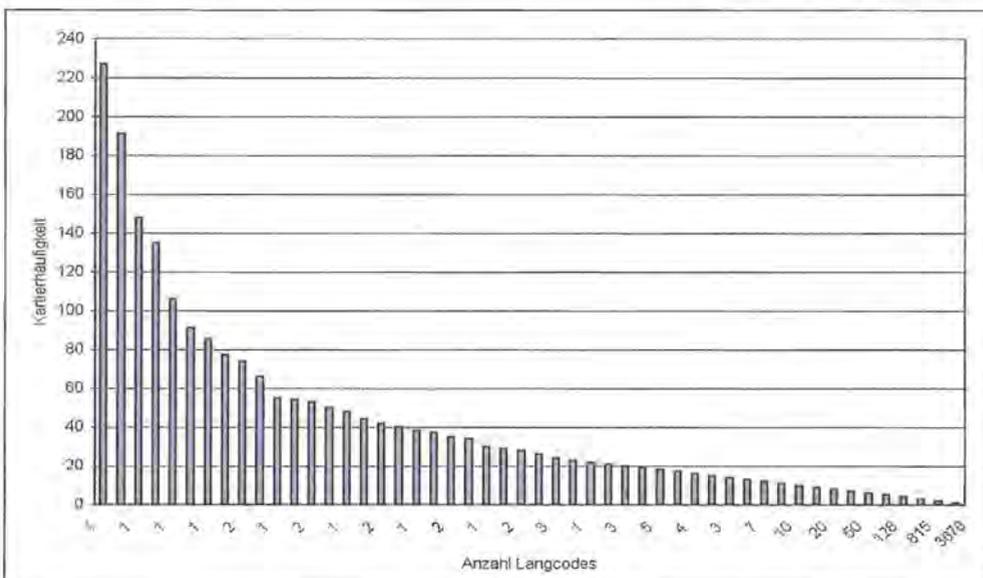


Abb. 2.12: Kartierhäufigkeit der Langcodes.

mal der Hochgebirgsstandorte des Nationalparks dar und wirft gleichzeitig die Frage auf, ob eine (nur) substratbezogene Standortkartierung, die auch planerischen Zwecken dienen soll, möglich ist und sinnvoll erscheint.

Da die Langcodes in dieser Form nicht EDV-mäßig verarbeitet und mit anderen Datenbeständen verknüpft werden können, wurden sie über ein Umwandlungsverfahren (KONNERT 1995) in eine relationale Datenbank überführt.

1986 wurde mit der Digitalisierung der Flächen begonnen. Nachdem zu einem späteren Zeitpunkt als Grundkarte ein verbessertes digitales Geländemodell für alle übrigen Karten des Nationalparks verwendet wurde, stellte sich bei der jetzigen Bearbeitung heraus, dass die Substratkarte in ihrer Geometrie große Abweichungen aufwies, die eine Nachbearbeitung notwendig machte. Die Qualität der Daten aus insgesamt 11.691 bei der Kartierung ausgeschiedenen Polygonen ist unterschiedlich:

- a) Von 9047 Polygonen (77 %) ist der gesamte Langcode bekannt und kann, wenn nötig, verwendet werden.
- b) Von 2155 Polygonen (18 %) ist nur das Hauptsubstrat bekannt; eventuelle organische Auflagen oder Nebensubstrate sind unbekannt.
- c) Von 489 Polygonen (5 %) ist keine Substratinformation vorhanden.

Aus anderen flächendeckenden Kartierungen des Nationalparks sind Informationen über diese Teilflächen ohne Substratinformationen bekannt (Vegetationskarte, geologische Karte, digitales Geländemodell – Höhe über NN, Exposition, Neigung –, Waldinventur etc.). Da zwischen den Substratparametern und jenen der aufgezählten Datenbestände enge Beziehungen bestehen, konnten über eine Diskriminanzanalyse die wahrscheinlichsten Hauptsubstrate und ihre Auflagen bestimmt werden.

Da eine so große Vielfalt von Informationen in keiner Weise in ihrer Gesamtheit bei der Erstellung der Standortkarte (Maßstab 1:10.000), aus Klassifikations- und Übersichtlichkeitsgründen, genutzt werden kann, wurden für jeden Langcode das Hauptsubstrat und seine organische Auflage (wenn vorhanden) als Klassifikationsbasis der Substrate und Substratgruppen verwendet. Auf dieser vereinfachten Informationsebene sind noch immer insgesamt 120 unterschiedliche Substrate vorhanden, die in 39 Substratgruppen zusammengefasst wurden (Tabelle 2.9).

Für kleinflächige Sonderuntersuchungen können jedoch die Nebensubstrate bis zu einer beliebigen Ordnung verwertet werden, ohne jedoch ihre genaue Lage innerhalb des jeweiligen Polygons zu kennen.

Die Hauptdatei mit dem räumlichen Bezug zu den kartierten Polygonen „Boden.pat“ umfasst über 11.000 Datensätze. Die beschreibenden Dateien der Substrate und Auflagen beruhen auf den Definitionen der ausgewiesenen Substrate (FREYER 1986, 1988) sowie der AK STANDORTKARTIERUNG (1978 und 1996) und den Erläuterungen zur Bodenkarte (LANGENSCHIEDT 1995). Zusammen bilden diese Dateien (15 Stück) eine relationale Datenbank.

Die Datenbank wurde auf formale und inhaltliche Kohärenz geprüft und bei Bedarf korrigiert (Hauptdatei) und/oder ergänzt (beschreibende Dateien). Obwohl auf diese Weise der Großteil an Fehlern beseitigt werden konnte, ist nicht auszuschließen, dass Restfehler noch vorhanden sind. Diese konnten, soweit sie entdeckt wurden, parallel mit der Datenverarbeitung auch korrigiert werden.

Für die Hauptsubstrate wurden über alle kartierten Polygone Parameter wie Gründigkeit, Mächtigkeit der Auflage, Skelettanteil, Bodenart, Lehm- und Schluffanteile, nutzbare Wasserspeicherkapazität, Säureklasse und Podsolierungsgrad über die Definitionen der Substrate (FREYER 1986) und den bodenkundlichen Klassenbil-

Tabelle 2.9: Zuordnung der Substrate und ihrer Auflagen zu Substratgruppen

Substrat Gruppe Nr.	Substrat Nr.	Auflage Nr.	Kurz Bezeichnung	Name Substrat-Gruppe
1	10		Fels-Ka+	Fels, karbonatreich
1	20		Fels-Ka+	Fels, karbonatreich
2	50		BISchuttKa	Blockschutt, karbonatreich
3	11		FGZ-Ka+	FG-Zersatz, karbonatreich
3	21		FGZ-Ka+	FG-Zersatz, karbonatreich
3	51		FGZ-Ka+	FG-Zersatz, karbonatreich
3	52		FGZ-Ka+	FG-Zersatz, karbonatreich
4	30		FGZ-Ka-	FG-Zersatz, karbonatarm
4	31		FGZ-Ka-	FG-Zersatz, karbonatarm
5	10	1	gmoA-F	gm org. Aufl. auf Fels
5	10	5	gmoA-F	gm org. Aufl. auf Fels
5	20	1	gmoA-F	gm org. Aufl. auf Fels
5	20	5	gmoA-F	gm org. Aufl. auf Fels
6	11	1	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
6	50	1	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
6	50	5	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
6	51	1	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
6	51	5	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
6	52	1	gmoA-FGZ	gm org. Aufl. auf FG-Zersatz
7	10	2	mmoTA-Fels	mm Tangel/Moder Aufl. auf Fels

Fortsetzung Tab 2.9:

Substrat Gruppe Nr.	Substrat Nr.	Auflage Nr.	Kurz Bezeichnung	Name Substrat-Gruppe
7	10	6	mmoTA-Fels	mm Tangel Aufl. auf Fels
7	20	2	mmoTA-Fels	mm Tangel/Moder Aufl. auf Fels
7	20	6	mmoTA-Fels	mm Tangel Aufl. auf Fels
8	11	2	mmoTA-FGZ	mm Tangel/Moder Aufl. auf FG-Zersatz
8	50	2	mmoTA-FGZ	mm Tangel/Moder Aufl. auf FG-Zersatz
8	50	6	mmoTA-FGZ	mm Tangel Aufl. auf FG-Zersatz
8	51	2	mmoTA-FGZ	mm Tangel/Moder Aufl. auf FG-Zersatz
8	52	2	mmoTA-FGZ	mm Tangel/Moder Aufl. auf FG-Zersatz
9	10	3	moTA-F/FGZ	m Tangel/Moder Aufl. auf Fels/FG-Zersatz
9	10	7	moTA-F/FGZ	m Tangel Aufl. auf Fels/FG-Zersatz
9	10	8	moTA-F/FGZ	sm Tangel Aufl. auf Fels/FG-Zersatz
9	50	3	moTA-F/FGZ	m Tangel/Moder Aufl. auf Fels/FG-Zersatz
9	50	7	moTA-F/FGZ	m Tangel Aufl. auf Fels/FG-Zersatz
10	12		fgr hmrDL-Ka	fgr humr. DL über Karbonat
10	14		fgr hmrDL-Ka	fgr humr. DL über Karbonat
10	71	71	fgr hmrDL-Ka	fgr humr. DL über Karbonat
11	13		mtgr hmrDL-K	mtgr humr. DL über Karbonat
11	15		mtgr hmrDL-K	mtgr humr. DL über Karbonat
11	72	72	mtgr hmrDL-K	mtgr humr. DL über Karbonat
12	12	1	f(mt)grDLMA	fl(mt)grDL mit Moder Aufl.
12	12	2	f(mt)grDLMA	fl(mt)grDL mit Moder Aufl.
12	13	5	f(mt)grDLMA	fl(mt)grDL mit Tangel/Moder Aufl.
12	14	2	f(mt)grDLMA	fl(mt)grDL mit Moder Aufl.
13	64	64	fmgrl-usDGMA	fl-mgr schw.lus Dol Grus mit Mod Aufl.
13	65	65	fmgrl-usDGMA	fl-mgr schw.lus Dol Grus mit Mod Aufl.
13	66	66	fmgrl-usDGMA	fl-mgr schw.lus Dol Grus mit Mod Aufl.
14	67	67	mtgrlDh+	m-tgr l s. hum. Dolomitgrus
14	68	68	mtgrlDh+	m-tgr l s. hum. Dolomitgrus
14	69	69	mtgrlDh+	m-tgr l s. hum. Dolomitgrus
15	55		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
15	56		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
15	57		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
15	57	1	fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus mit o. Aufl.
15	58		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
15	59		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
15	60		fm(t)grlhsKG	fl-m(t)gr lhs Karbonatgrus
16	61		fm(t)grlKGr	fl-m(t)gr l s Karbonatgrus
16	62		fm(t)grlKGr	fl-m(t)gr l s Karbonatgrus
16	63		fm(t)grlKGr	fl-m(t)gr l s Karbonatgrus
17	55	1	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	55	5	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	56	1	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	58	1	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	58	5	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	59	1	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
17	59	5	fmgrlhsKGrh1	fl-mgr lhs Ka-grus mit gm org. Aufl.
18	55	2	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit mm org. Aufl.
18	55	6	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit mm org. Aufl.
18	55	7	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit m org. Aufl.
18	56	2	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit mm org. Aufl.
18	58	2	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit mm org. Aufl.
18	58	3	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit m org. Aufl.
18	59	2	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit mm org. Aufl.
18	59	3	fmgrlhsKGroA	fl-mgr lhs Ka Grus mit m org. Aufl.
19	61	1	fmgrlKGrMA	fl-mgr l s Ka Grus mit Moder Aufl.
19	61	5	fmgrlKGrMA	fl-mgr l s Ka Grus mit Tangel/Moder
19	61	6	fmgrlKGrMA	fl-mgr l s Ka Grus mit mm Ta/Mod Aufl.
20	22		fmgruL	fl-mgr schluffige Lehme
20	22	1	fmgruL	fl-mgr schluffige Lehme mit Moder Aufl.
20	23		fmgruL	fl-mgr schluffige Lehme
21	73		fgrstL	fgr steinige Lehme Moder Aufl.
21	73	1	fgrstL	fgr steinige Lehme Moder Aufl.
21	73	2	fgrstL	fgr steinige Lehme mit mm Moder Aufl.
21	73	6	fgrstL	fgr steinige Lehme mit mm Moder Aufl.
21	76		fgrstL	fgr steinige Lehme Moder Aufl.
22	74		mgrstL	mgr steinige Lehme
22	77		mgrstL	mgr steinige Lehme
23	25		fmgrtL-IT	fl-mgr tonige Lehme - lehmige Tone

Fortsetzung Tab 2.9:

Substrat Gruppe Nr.	Substrat Nr.	Auflage Nr.	Kurz Bezeichnung	Name Substrat-Gruppe
23	26		fmgrtL-IT	fl-mgr tonige Lehme - lehmige Tone
24	27		tgrtL-IT	tfgr tonige Lehme - lehmige Tone
25	24		tgruL	tfgr schluffige Lehme
26	75		tgrstL	tfgr steinige Lehme
26	78		tgrstL	tfgr steinige Lehme
27	32		fmgrp-sgrL	fl-mgr schw. pod. sgr Lehme
27	33		fmgrp-sgrL	fl-mgr schw. pod. sgr Lehme
28	34		tgrp-sgrL	tfgr schw. pod. sgr Lehme
29	35		fmgrpsgrL	fl-mgr pod. sgr Lehme
29	36		fmgrpsgrL	fl-mgr pod. sgr Lehme
29	38		fmgrpsgrL	fl-mgr pod. sgr Lehme
29	39		fmgrpsgrL	fl-mgr pod. sgr Lehme
30	37		tgrpsgrL	tfgr pod. sgr Lehme
30	40		tgrpsgrL	tfgr pod. sgr Lehme
31	80		nassKGrhumr	nasse, humr. Karbonatgruse
31	81		nassKGrhumr	nasse, humr. Karbonatgruse
32	28		nassMVLhum	nasse hum. Mergelverwitterungslehme
33	29		hnassMVLhum	hangnasse hum. Mergelverwitterungslehme
34	82		n+hntqLhumr	nasse, h-nasse, t. quell. hum. L.
34	83		n+hntqLhumr	nasse, h-nasse, t. quell. hum. L.
34	84		n+hntqLhumr	nasse, h-nasse, t. quell. hum. L.
34	84	7	n+hntqLhumr	nasse, h-nasse, t. quell. hum. L.
35	41		nsr-sgrL-IGr	nasse, saure, sgr Lehme - I Gruse
35	42		nsr-sgrL-IGr	nasse, saure, sgr Lehme - I Gruse
36	91		Anm-WB	Anmoor-Weichboden
36	92		Anm-WB	Anmoor-Weichboden
36	93		Anm-WB	Anmoor-Weichboden
37	90		Nassgallen	Nassgallen, Wasserflächen
38	94		Niedermoor	Niedermoor
39	95		Ü-Hochmoor	Übergangsmoor-Hochmoor
39	96		Ü-Hochmoor	Übergangsmoor-Hochmoor

dungen (AK STANDORTKARTIERUNG 1996) berechnet. In Karte 24 (Maßstab 1:25.000) sind die Substratgruppen dargestellt.

2.3.3 Bodentypen

Da die Standortkartierung möglichst vielen Untersuchungen im Nationalpark dienen soll und bei vielen Fragestellungen die Bodentypen eine große Rolle spielen, diese jedoch nicht als flächige Kartierung vorliegen, wurde der Versuch unternommen sie aus den (Haupt-)Substraten (FREYER 1988) abzuleiten. FLEISCHMANN & BOSCH (1988) haben über eine

Clusteranalyse von insgesamt 40 kennzeichnenden Merkmalen der 76 Substrateinheiten von FREYER (1988) die Substrateinheiten gruppiert und ihnen „synthetische“ Bodentypen zuordnen können. Die Ergebnisse sind bei LANGENSCHIEDT (1995) zusammengefasst worden.

Die folgende Tabelle (2.10), basierend auf diesen Arbeiten, ordnet nach Substratgruppen die Hauptsubstrate und ihre Auflagen aus Tabelle 2.9 diesen „synthetischen“ Bodentypen zu. Dabei kann es vorkommen, dass je nach Substrat und Auflage, eine Substratgruppe mehreren Bodentypen zugeordnet wird.

Tab. 2.10: Zuordnung der Substratgruppen, Substrate und ihrer Auflagen zu „synthetischen“ Bodentypen

Substrat Gruppe	Substrat Nr.	Auflage Nr.	Bodentyp
1	10, 20	0	Festgestein, fleckenhaft Syrosemi
2	50	0	Festgestein, fleckenhaft Syrosemi
3	11, 21, 51, 52	0	Festgestein, fleckenhaft Syrosemi
4	30, 31, 50D	0	Gesteinszersatz-Syrosem der kalkarmen Verwitterung
5	10, 20	5	Tangelrendzina
5	10, 20	1	Moderrendzina
6	11, 50, 51, 52	1	Moderrendzina
6	50, 51	5	Tangelrendzina
7	10, 20	6	Tangelrendzina
7	10, 20	2	Moderrendzina
8	11, 50, 51, 52	2	Moderrendzina
8	50	6	Tangelrendzina
9	10, 50	7, 8	Tangelrendzina
9	10, 50	3	Pechrendzina bis Moderrendzina

Fortsetzung Tab. 2.10:

Substrat Gruppe	Substrat Nr.	Auflage Nr.	Bodentyp
10	12, 14, 71	0	Äolium-Kolluvium (kolluviale Rendzina)
11	13, 15	0	Äolium-Kolluvium (kolluviale Braunerde)
11	72	72	Äolium-Kolluvium (kolluviale Rendzina)
12	12, 14	1, 2	Äolium-Kolluvium (kolluviale Moderrendzina)
12	13	5	Äolium-Kolluvium (kolluviale Braunerde)
13	64, 65, 66	64, 65, 66	humoses Kolluvium (kolluviale Rendzina)
14	67, 68, 69	67, 68, 69	humoses Kolluvium (kolluviale Braunerde)
15	55, 56, 57, 58, 59, 60	0	Syrosem-Regorendzina
15	57	1	Moderrendzina
16	61, 62, 63	0	Regorendzina
17	55, 56, 58, 59	1	Moderrendzina
17	55, 58, 59	5	Tangelrendzina
18	55	6, 7	Tangelrendzina
18	55, 56, 58, 59	2	Moderrendzina
18	58, 59	3	Pechrendzina bis Moderrendzina
19	61	1	Moderregorendzina
19	61	5, 6	Tangelregorendzina
20	22	1	(Moder)Terra fusca-Braunerde
20	22, 23	0	Terra fusca-Braunerde
21	73, 74, 76	0	Rendzina-Braunerde
21	73	1, 2	(Moder)Rendzina-Braunerde
21	73	6	Tangel-Rendzina-Braunerde
22	77	0	Rendzina-Braunerde
23	25, 26	0	Terra fusca-Braunerde
24	27	0	Terra fusca-Braunerde
25	24	0	Braunerde
26	75, 78	0	Braunerde
27	32, 33	0	podsolige Braunerde
28	34	0	podsolige Braunerde
29	35, 36, 38, 39	0	Podsol-Braunerde
30	37, 40	0	Podsol-Braunerde
31	80	0	Pseudogley auf Kalk
31	81	0	Hang(pseudo)gley auf Kalk
32	28	0	Pelosol-Pseudogley
33	29	0	Hang(pseudo)gley
34	82	0	Gley
34	83	0	Hang-Gley
34	84	0, 7	Quellen-Gley
35	41	0	Stagnogley-Podsol
35	42	0	Hang-Stagnogley-Podsol
36	91, 92, 93	0	Anmoor
37	90	0	Nassgallen
38	94	0	Moor
39	95, 96	0	Moor

3 Kurze Geschichte der Wälder des Nationalparks

Die Waldgeschichte der Alpen in der Späteiszeit (vor 15.000 bis 10.000 Jahren) und Nacheiszeit (ab 10.000 Jahren bis in die Gegenwart) ist für die Gesamtalpen durch KRAL (1979) umfassend untersucht worden. Während der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) konnten Vegetationsinseln auf eisfreien alpennahen, teilweise sogar inneralpinen, wärmebegünstigten Sonderstandorten überleben. Von diesen Inseln ausgehend wurden die Alpen wieder von der Vegetation besiedelt. Unter den Baumarten spielten dabei Birken, Weiden, Lärchen und vor allem verschiedene Kiefernarten eine wichtige Rolle. Die späteiszeitlichen Wälder der Alpen waren weitgehend von Kiefernarten geprägt und zeigten vom Talgrund bis zu der in jener Zeit noch stark schwankenden Waldgrenze ein weitgehend einheitliches Bild.

Eine langandauernde Wärmeperiode stellt den Übergang von der Späteiszeit zur Nacheiszeit dar. In den Tal- und unteren Hanglagen breiteten sich zunächst in den Südalpen, dann auch in den Nordalpen wärmeliebende Eichenmischwälder aus. Dieser Vorgang leitete das Entstehen von höhenabhängigen Waldzonen ein. Er wurde im Atlantikum (beginnend etwa 8000 Jahre vor heute) durch die Einwanderung der Fichte von den Ostalpen in Richtung Westalpen und der Tanne in umgekehrter Richtung fortgesetzt. Mit gewisser Verzögerung folgte die Buche. Damit war die höhenabhängige Waldzonenausbildung, wie wir sie heute kennen, erreicht. Sie ist, von Berg zu Tal grob zusammengefasst, gekennzeichnet durch subalpine Nadelwälder, montane Nadel-Laubmischwälder und kolline Laubmischwälder. Im jüngsten Jahrtausend, verstärkt in seiner zweiten Hälfte, nahm der Mensch zunehmend Einfluss auf die Wälder der Alpen. Insbesondere im Umfeld von frühen Industrieansiedlungen (z. B. Salz- und Metallbergbau)

und in bringungsgünstigen Einzugsgebieten von Flüssen wurden die Wälder intensiv und wiederholt im Kahlschlagverfahren genutzt. Die Folgebestände entwickelten sich dort zu Nadelreinbeständen mit dominierender Fichte oder Kiefer. Überhöhte Schalenwildbestände – begleitet von der Ausrottung des Großbrauwildes – und Waldweide wirkten in der gleichen Richtung.

Rückläufige Rentabilität in Land- und Forstwirtschaft führten im 20. Jahrhundert zum Rückzug beider traditionellen Nutzungen aus höheren Lagen und entlegenen Gebieten. Die allmähliche Rückeroberung von ehemals gerodeten, jetzt wieder nutzungsfreien Bergwaldstandorten durch den Wald zeigt, dass er sich immer noch vital verjüngt, allerdings weitgehend ohne die verbissgefährdeten Mischbaumarten. Sorgen bereitet heute die verminderte Vitalität der mittelalten und älteren Bergwälder. Übereinstimmend werden hierfür vor allem die Belastungen durch Luftschadstoffe und Veränderungen in der Atmosphäre verantwortlich gemacht.

Einen Überblick der Waldgeschichte des heutigen Nationalparks Berchtesgaden während der Spät- und Nacheiszeit ist durch die Arbeit von MAYER (1966) entstanden. Gegen Ende der Kiefern- (Birken-) Phase breiten sich frühpostglazial in den höheren Berglagen die Fichte, in den tieferen die Baumarten des Eichenmischwaldes (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*) aus. Im mittleren Postglazial stand die Fichte stark im Vordergrund. Die Ausbreitung von Tanne und Buche um ca. 4000 v. Chr. führte zur Ausbildung gemischt aufgebauter Wälder, die subatlantische Klimaverschlechterung (um 800 v. Chr.) hatte eine Absenkung der Waldgrenze und die Entstehung des Latschengürtels zur Folge.

Der Einfluss des Menschen (Weiderodungen, Waldweide) setzte erst relativ spät, nach der Gründung des Stiftes Berchtesgaden (1102/05) und während einer Periode günstiger klimatischer Verhältnisse („mittelalterliches Klimaoptimum“), ein. Später führte vor allem der enorme Holzbedarf der Salinen (BULOW 1962) zur Zerstörung der Bergmischwälder. Insgesamt wurden durch den anthropogenen Eingriff die Waldgrenze stark herabgedrückt und die Schattbaumarten (Tanne, Buche) zugunsten von Halbschatt- und Lichtbaumarten (Fichte, Lärche) zurückgedrängt. Der Einfluss des Menschen auf den Wald im Berchtesgadener Land wird im Wesentlichen durch 5 Komponenten bestimmt (KNOTT 1988):

a) Rodungen in den Tälern und in der kollinen Stufe auf der einen Seite und die Rodungen für die Almwirtschaft auf der anderen Seite.

b) Der Salinenbetrieb: Die beiden Salinenbetriebe Schellenberg (erbaut 1212) und Frauenreuth (erbaut 1556) benötigten pro Jahr ca. 20.000–30.000 fm Holz als Salinen Brennholz, Bauholz und Kufholz. Dieser Bedarf musste, bis auf einen geringen Holzimport aus Bayern, aus den einheimischen Wäldern gedeckt werden. Dies führte von 1560 bis 1890 zu großen Salinenhieben, die erst mit der Umstellung auf die Kohlefeuerung ein Ende fanden (1888 – Eisenbahnanschluss Berchtesgadens). Man bemühte sich sehr früh um eine nachhaltige Holzproduktion, musste aber auch die Bergwälder in einer Umtriebszeit von 130 bis 150 Jahren

nutzen. Selbst aus Lagen, die heute als nicht bringbar gelten, wurde Holz mit Schlitten, auf Riesen und durch die Trift ins Tal transportiert.

c) Die Brenn- und Bauholznutzung zur Deckung des Eigenbedarfs der berechtigten Anwesen.

d) Das Holzhandwerk mit seiner sorgfältigen Auswahl des besten Holzes.

e) Die Viehweide: Heimweide auf freien Weideflächen und im Wald, Almweide auf Almlichten und in der angrenzenden Waldweide.

In die Geschichte mitteleuropäischer Forstwissenschaft und Waldbaupraxis sind auch die Bergwälder der Alpen eingebunden. Das Wissen um die Notwendigkeit nachhaltiger Nutzung und um die Schutzfunktion des Gebirgswaldes ist alt. Es gibt deshalb schon frühe Hinweise darauf, dass bei der Bewirtschaftung der Bergwälder auf ihre Schutzfunktion Rücksicht zu nehmen ist. In der Praxis standen jedoch lange Zeit die Interessen der Holzproduktion, der Holzernte und der Wiederverjüngung der Schlagflächen sowie die dabei anzuwendenden technischen Verfahren im Vordergrund. Schematische Waldbauverfahren auf mehr oder weniger großen Kahlfeldern, robuste Bringungsmethoden in der Falllinie und die Wiederbegründung mit möglichst anspruchslosen und wenig verbissgefährdeten Baumarten (bevorzugt mit Fichte) kennzeichnen den Gebirgswaldbau dieser Epoche.

Ein Wandel im Waldbewusstsein und in der Waldbewirtschaftung setzte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein. Wesentlichen Anteil an der Initiative hatte der Münchner Waldbauprofessor Karl GAYER. Seine Ideen wurden bald in der Schweiz aufgegriffen und schließlich unter dem Waldbauprofessor der ETH Zürich Hans LEIBUNDGUT zu einem ausgereiften Konzept des Gebirgswaldbaus entwickelt. Eine reiche Fachliteratur der beiden genannten Professoren und anderer engagierter Vertreter schonender Waldbehandlung dokumentiert die Entwicklung einschließlich ihrer Differenzierungen und Nuancierungen durch einzelne Autoren. Ihnen allen gemeinsam ist die Abkehr von dem alten schematischen und im Grundsatz auf die große Schlagfläche ausgerichteten Waldbauverfahren. Gemeinsam ist ihnen die Orientierung an den Naturgesetzen des Waldes, an der individuellen Situation des zu behandelnden Waldbestandes und seines Standorts. Kennzeichnend sind die Integration von nutzenden und pflegenden Eingriffen und das Bemühen um eine möglichst wald- und bodenschonende Holzbringung. Anstelle der großen Schlagfläche tritt der Eingriff auf kleiner bis kleinster Fläche. Damit verbunden ist trotz wechselnder Holzvorräte die dauernde Walderhaltung auch auf kleiner Fläche (ZIERL & KONNERT 1992).

Die Wald- und Forstwirtschaft in den Wäldern des jetzigen Nationalparks ist eng mit dem Holzbedarf der Salinen gekoppelt. Die großen Holz mengen, die jährlich für die Salinen bereitgestellt werden mussten, führten 1529 zu einer ersten Prüfung, wie es um die zukünftige Holzversorgung beschaffen sei. Als Ergebnis der Prüfung erschien im selben Jahr eine erste Waldordnung. Mit diesem Jahr beginnt somit der Zeitabschnitt der geregelten

Forstwirtschaft in Berchtesgaden (KNOTT 1988). Nachdem 1556 die zweite Saline, Frauenreuth, in Betrieb genommen wurde, kam es jedoch zu einer andauernden Überlastung des Waldes. Die Folge war eine kontinuierliche Verschlechterung des Waldzustandes in den folgenden Jahrhunderten.

Das Waldvisitationsprotokoll von 1794 stellt den Salinenwäldern ein äußerst negatives Zeugnis aus. Als Folge wird 1795 die Waldordnung von 1529 revidiert. Die wichtigsten Bestimmungen der neuen Waldordnung waren:

- Verbot der Rodungen;
- Einhalten der Nachhaltigkeit der Holzproduktion;
- Schlaggrößenbegrenzung und Vorschriften für die Schlagführung;
- Einführung von Waldbauverfahren (Dunkelschlag, Streifenschlag, Plenterschlag);
- Ausgrenzung der Verjüngungsflächen und Jungbestände von der Waldweide;
- Vorschriften zur Verringerung des Holzverbrauchs bei der Holzernte.

1819 bis 1821 erfolgt eine Taxation, der sich erstmalig eine Planung anschließt, die auch in großen Zügen eingehalten wurde. Daraus wird eine Waldsanierung mit Fichte eingeleitet. Bis 1855 konnten die Schlagflächen und großen Blößen um 2/3 verringert werden.

Die Fichte bleibt auch bei den nächsten Forsteinrichtungen (1882, 1910) die wichtigste Baumart, wenn auch für die Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Bestände sowie zur Wertsteigerung auf eine Beimischung der Lärche, Buche, Tanne und des Ahorns hingewiesen wird.

Die Forsteinrichtung von 1910 sieht im Dunkelschlag, aufgrund der seltenen Samenjahre und der Schäden an der Verjüngung, einen Fehlgriff und sieht folgende Wirtschaftsformen vor:

- a) In den unteren Lagen (600–1100 m):
 - Kahlsaumschläge und
 - kombiniertes Verfahren mit horst- und gruppenweiser Vorausverjüngung von Tanne und Buche und nachfolgenden Saumschlägen auf Fichte.
- b) In höheren Lagen (1100–1500 m):
 - schmale Kahlsaumschläge im steilen Gelände,
 - Saumschläge mit Schirmstellung,
 - kombiniertes Verfahren.

Die Forsteinrichtung von 1934 sieht als Wirtschaftsziel die Nachzucht von sturmfesten Beständen aus vorwiegend Fichte mit wechselnder Beimischung von Buche, Tanne und Lärche vor. Es werden mehrere Verjüngungsverfahren vorgesehen, jedoch bei der Beurteilung der Wirtschaftsprüfung für den Zeitraum 1934–1955 festgestellt, dass sich die Verjüngungstätigkeit im Wesentlichen auf Kahlsaumschläge beschränkte.

Die waldbaulichen Richtlinien von 1955/56 betrachten als Hauptaufgabe bei der Verjüngung der Bestände die Wiedereinbringung der Schattbaumarten Buche und Tanne, die durch die Kahlschlagwirtschaft vergangener Jahrhunderte erheblich zurückgegangen sind. Dies erfordert eine Verjüngung unter Schirm und lange Verjüngungszeiträume; Voraussetzung ist eine Gliederung

großer Bestände und eine Abkehr von einer vertikalen Angriffsrichtung der Hiebe hin zu einer horizontalen.

Folgende Wirtschaftsformen werden vorgeschlagen:

- Kahlsaumschlag in verlichteten und vergreisten Beständen;
- Saumfemelschlag in reinen Fichtenbeständen mit einem Bestockungsziel von 100 % Fichte;
- Saumfemelschlag mit trupp- und gruppenweiser Vorausverjüngung der Schattbaumarten (Tanne, Buche);
- Für die Verjüngung der Bergmischwaldbestände; Streifenweiser Femelschlag zur trupp- und gruppenweisen Vorausverjüngung der Schattbaumarten mit nachfolgendem Schirmschlag zur Schaffung einer Schattholzbestockung möglichst auf ganzer Fläche und zügigem Saumfemelschlag zur Verjüngung der Fichte.
- Plenterartige Wirtschaft in gemischten, ungleichaltrigen Beständen mit hohem Tannenanteil sowie im Schutzwald.

Im montanen Bergwald verjüngen sich die Schattbaumarten Buche und Tanne im gelichteten Bestand voraus, die Fichtenverjüngung kann dagegen hier noch nicht Fuß fassen. Erst bei stärkerer Lichtzufuhr in Bestandeslücken und an den Bestandesrändern findet sich auch diese ein. Die Tanne und Buche haben aber bereits genügend Vorsprung, um nicht von der Fichte verdrängt werden zu können.

Mit den Salinenkahlschlägen wurden diese Voraussetzungen vollkommen verändert. Durch großflächige Kahlschläge mit raschem Hiebsfortschritt und geraden Linien in der Schlagführung wurde ganz eindeutig die Fichte begünstigt. Nur lokal, an den Seewänden des Königssees, ist die Buche durch Ausplenterung des Nadelholzes begünstigt worden.

Durch diese Eingriffe hat sich die Baumartenzusammensetzung über die Jahrhunderte stark verändert. Der Fichtenanteil ist stark (ca. 20 %) angestiegen, zu Lasten der Buche und Tanne, der Lärchenanteil ist in etwa gleichgeblieben (KNOTT 1988).

Seit der Nationalparkgründung (1978) wurden zwei Waldinventuren (RALL 1996, KONNERT 2000), basierend auf einem permanenten Stichprobenetz, durchgeführt um den Zustand und die Entwicklung der Wälder zu dokumentieren und eine Entscheidungshilfe für die mittelfristige Planungsgrundlage bereitzustellen.

Die Wälder des Nationalparks Berchtesgaden sind stark von den vergangenen Bewirtschaftungsformen geprägt, wo die Fichte die bevorzugte Baumart darstellte. Vor allem in den zugänglicheren unteren Lagen des Nationalparks, wo natürlicherweise überwiegend laubholzreiche Mischwälder und Bergmischwälder mit Fichte-Tanne-Buche stocken sollten, ist der Fichtenanteil besonders hoch (73 %). Diese große Abweichung von der natürlichen Baumartenzusammensetzung ist der Hauptgrund für die Einrichtung eines Waldpflegebereichs in diesem Teil des Nationalparks.

In der Kernzone, wo Bewirtschaftung extensiver oder nur gelegentlich stattgefunden hat, entspricht die Baumartenzusammensetzung in großen Zügen der natürli-

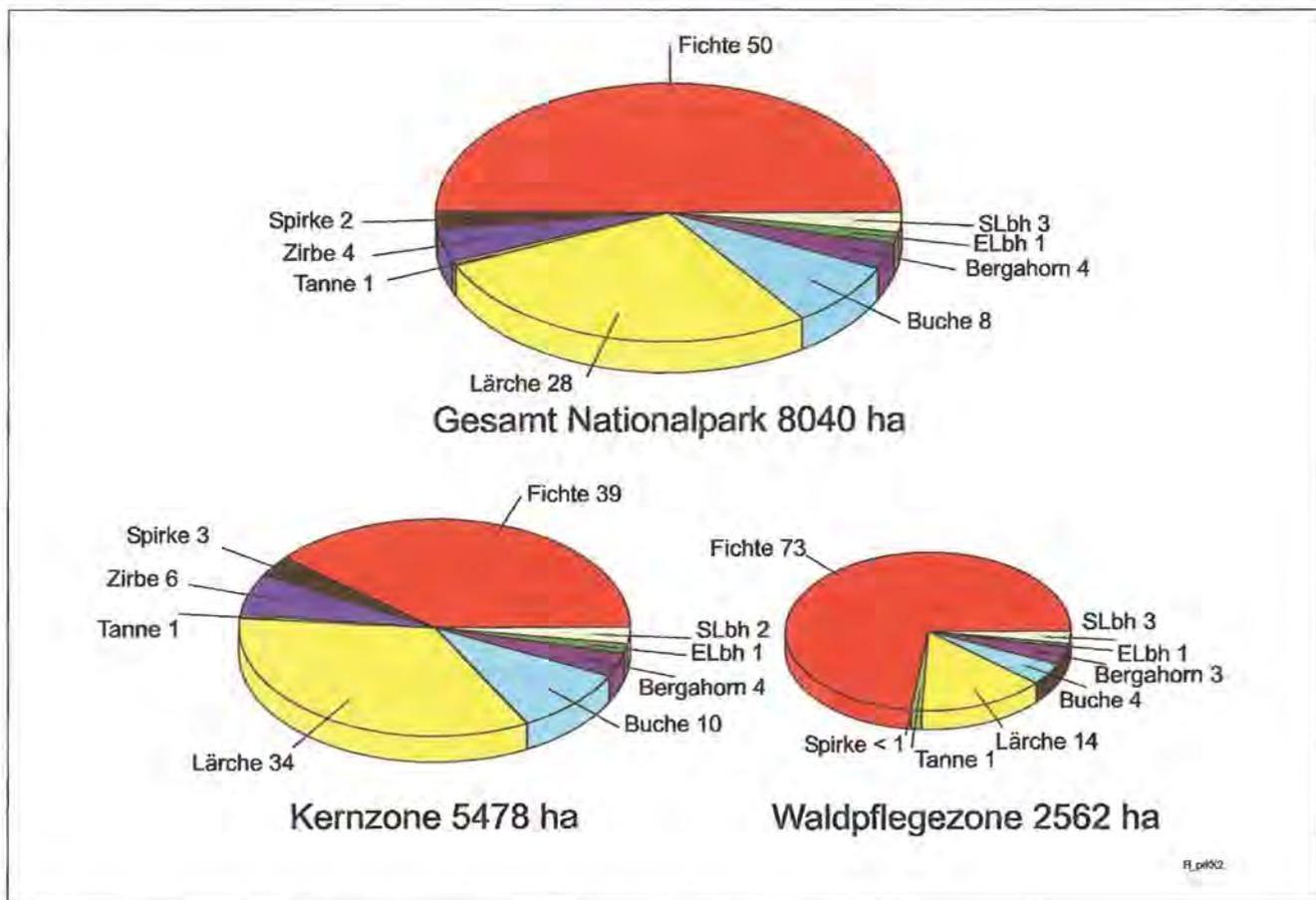


Abb. 3.1: Flächenanteile der Baumarten bei der zweiten Waldinventur (KONNERT 2000).

chen. Die jahrhundertlang praktizierte extensive Waldweide hat hier zu einer Begünstigung der Lärche beigetragen, die mit 34 % einen sehr hohen Flächenanteil inne hat.

Die Tanne nimmt mit 1 % einen sehr kleinen Flächenanteil ein. Die Veränderungen in den Flächenanteilen während der 13-jährigen Periode zwischen der Erst- und Folgeinventur sind sehr klein, die größte Differenz beträgt 0,9 % (Abnahme des Fichtenanteils). Diese sehr kleinen Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung innerhalb von 13 Jahren zeigen, wie langsam sich eine Waldfläche von 8200 ha zeitlich wandelt, und lassen gleichzeitig erahnen, wie lange es dauern kann, bis die Fichte ca. 20 % ihrer Fläche an die anderen Baumarten (vor allem Buche und Tanne) abgeben wird.

Abiotische und biotische Faktoren

Dieser Abschnitt, zusammengestellt aus dem Archiv der (ehemaligen) Forstämter Berchtesgaden, Ramsau und Bischofswiesen, soll eine Übersicht über mögliche zukünftige Destabilisierungserscheinungen der Wälder, anhand der in den letzten 150 Jahren eingetretenen Schäden, darstellen bzw. die vielfältigen abiotischen und biotischen Beeinträchtigungen, denen der Bergwald ausgesetzt ist, verdeutlichen (KONNERT 1991). Die Berichte und Meldungen der ehemaligen Forstämter Berchtesgaden, Ramsau und Bischofswiesen über „Waldbrände, schädliche Naturereignisse, Insektenfraß,

Lawinen, Erdbeben und Hochwasserschäden“ sind im Archiv des FA Berchtesgaden ab dem Jahre 1847 enthalten (Av FoA Bgl XV).

Abiotische Schäden

Windwürfe und -brüche

Schäden, die auf die Einwirkung von Wind zurückzuführen sind, werden fast jährlich in den Dokumenten festgehalten. Auf eine detaillierte Darstellung wird daher verzichtet und nur auf Großschäden eingegangen.

Erstmals ist im Jahre 1850 ein großer Windwurfschaden im Revier Ramsau erwähnt. Größere Windwürfe sind anschließend in den Jahren 1854, 1885, 1898 (Januar und November), 1901 (Januar und Oktober), 1905 (Januar und November), 1931, 1948, 1949, 1954, 1958, 1967, 1976 und 1990 dokumentiert. Das sind 14 bis 17 Großschäden (Jahre mit 2 Würfen einfach oder doppelt gezählt) in ca. 150 Jahren.

Schneebrüche größeren Ausmaßes sind 1910, 1951, 1954, 1956 und 1958 vermerkt.

Niedergänge von Lawinen mit schädlichen Folgen für die Wälder sind in den Jahren 1860, 1877, 1888, 1896, 1907, 1924 und 1965 festgehalten. Hier schließen sich auch die Lawinenabgänge aus der Zeit des Nationalparks von 1998 und 1999 im Klausbachtal, Wimbachtal und auf St. Bartholomä an.

Frostschäden: Tiefsttemperaturen im Februar 1929 (-36 °C bis -37 °C) verursachen ein „Kränkeln“ der Tan-

nen aller Altersstufen; 1956 werden ein Absterben der nicht ganz verholzten Triebspitzen bei Fichten und Tannen sowie Schäden an Lärchen und Buchen vermerkt.

Dürreperioden: 1912 wird vermerkt: „Die Folgeerscheinungen der langandauernden Trockniss des Vorjahres waren einerseits Absterben oder Kränkeln von Waldbäumen jeden Alters andererseits mehr als gewöhnliches Auftreten von forstschädlichen Insekten, insbesondere von rinden- und bastzerstörenden Käfern.“ Der Winter 1920/21 wird als sehr mild beschrieben, der nachfolgende Sommer als trocken. 1947 sterben viele Lärchen bis 1200 m Seehöhe ab, andere wieder werden als „leicht bräunlich“ beschrieben. Gleichzeitig wird ein leichter Befall des grauen Lärchenwicklers vermerkt. 1948 wird über den „Überaus trockenen Sommer 1947 mit schweren Dürreschäden im Walde“ berichtet. 1949 werden vom Forstamt Untersuchungen über die Dürreschäden der letzten drei Jahre durchgeführt und folgende Dürreholz mengen vermerkt: 1947 1625 fm, 1948 2015 fm und 1949 2100 fm. 1950 werden nochmals 1375 fm Dürreholz eingeschlagen. Zu den vorangegangenen Trockenjahren wird resümiert: „Der Anfall an Dürreholz war im Jahr 1949 ungewöhnlich hoch. Die fehlenden Niederschläge in den vergangenen drei Jahren haben die Bestände auf weiten Flächen in ihrer Lebenskraft geschwächt.“

Als Spätfolgen werden 1951 nochmals 950 fm und 1952 770 fm Dürreholz registriert. Die Jahre 1971 und 1972 werden als Trockenjahre mit erheblichen Störungen des Wasserhaushaltes der Bäume vermerkt. 1974 wird das Buchensterben (Schleimflusskrankheit) als Folge des trockenen Sommers festgehalten. Der Sommer 1976 wird als sehr trocken dokumentiert.

Hochwasserschäden sind 1867, 1880, 1883, 1896, 1897, 1899, 1901, 1942, 1948, 1951, 1955, 1959, 1961, 1963 und 1968 vermerkt.

Biotische Schädlinge und Schäden

Die Nonne (*Lymantria monacha*) stellte den mit Abstand am meisten gefürchteten Fichtenschädling in Bayern dar. Besonders aus den tieferen Lagen, wo die Fichte künstlich, meist in Monokulturen eingebracht wurde, werden immer wieder Schadensmeldungen registriert.

Die Wälder des Nationalparks, gelegen in höheren Lagen mit gewöhnlich ungünstigen Bedingungen für die Nonne, sind doch zweimal, 1891 und 1947, von diesem Schädling befallen worden.

Die große Massenvermehrung der Nonne in Bayern von 1888–1892 wird von der Forstlichen Versuchsanstalt aus München wahrgenommen um Kenntnisse über die forstlichen Schadinsekten zu sammeln, zu dokumentieren und zu erweitern (** 1890). Dieser vor einem Jahrhundert erstellte Kenntnisstand enthält viele biologische, ökologische und für den Forstschutz relevante Daten, die auch ein Jahrhundert später noch Bestand haben bzw. bei biologischen Methoden wieder aktuell sind.

- Es wird eine Befallspriorität der Baumarten erstellt:

Nadelholz: Fichte, Lärche, Tanne, Kiefer

Laubholz: Buche, Hainbuche, Birke (gern angenommen), Eiche (geringer Fraß), Ahorn, Ulme, Aspe, Linde,

Traubenkirsche, Faulbaum (nur in der Not angenommen), Erle, Esche, Holunder, Spindelbaum, Weißdorn, Rainweide, Brombeere, Himbeere, Farnkraut (werden abgelehnt).

- Der Beitrag verschiedener Vogelarten, Insekten, Tausendfüßler und Pilze zur Vernichtung der Eier, Raupen, Puppen oder Falter wird bewertet:

„Der Kuckuck vertilgt zwar Raupen hat aber eine sehr kleine Zahl, die Stare haben sich in ganz hervorragender Weise an der Vertilgung der Nonnenraupen, der Puppen und der Falter beteiligt, jedoch nicht in geschlossenen Beständen.“ Ziegenmelker, Häher und Finken werden vereinzelt an der Vertilgung beobachtet; „andere Vögel, wie Pirol, Wiedehopf, Würger und Meisen, von denen angenommen wird, dass sie Nonnenraupen verzehren, wurden beim Vernichtungsgeschäft nicht beobachtet“, wird weiter berichtet. „Raupen werden durch die Raubfliegen (Ichneumonen) und insbesondere die Tachinen (*Tachina monacha*), den Klettterraubkäfer (*Calosoma sycophanta*), eine Baumwanzenart und massenhaft durch den Pilz *Micrococcus bombycis* zu Grunde gerichtet.“ „Nonneneier werden vom Baumläufer (*Certhia familiaris*), Kleiber (*Sitta caesia* bzw. *S. europaea*), Meisen, Tausendfüßler, Kamelhalsfliegen (*Rhaphidien*) und mikroskopischen Ichneumonen vernichtet.“

- Über den entscheidenden Einfluss biotischer und abiotischer Faktoren auf das Zusammenbrechen der Massenvermehrungen wird im historischen Teil vermerkt: „Die Verheerungen erreichten überall ihr Ende, als die Raupen durch Pilze (Mehltau) erkrankten und Raubfliegen (Ichneumonen) die Überhand gewonnen hatten.“ Oder an anderer Stelle: „Weiter ist zu ersehen, dass dem Übel nicht durch die in Anwendung gebrachten Vertilgungsmittel gesteuert wurde, dies vielmehr sein Ende fand, nachdem ungünstige Witterungseinflüsse und die natürlichen Feinde der Nonne die Oberhand gewonnen hatten.“ Diese Massenvermehrung findet 1892 in Bayern ihr Ende. In Berchtesgaden sind 1891 noch vereinzelte Falter eingefangen worden.

Völlig unerwartet wird am 25.06.1947 in der Ramsau, Distrikt Hintersee, Abteilung 4 (Bestehwerk-Riedel), auf 5 ha in einem 60- bis 80-jährigen reinen Fichtenbestand und eine Woche später im Distrikt Wimbach, Abteilung 4 (Schüttalpel) auf 4 ha in einem 100-jährigen reinen Fichtenbestand Nonnenbefall gemeldet. Beide Vorkommen sind auf NW-Hängen und in Höhen über 700 m, wo in der Regel nicht mit der Nonne gerechnet wird. Es werden sogleich Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet (Ersteinsatz eines Kontaktgiftes – Gesarol, mechanisch mit an Stangen befestigten Lappen). Dennoch entsteht bei Hintersee auf 3 ha ein Kahlfraß und auf weiteren 5 ha ein Lichtfraß, neben einem weiteren Lichtfraß von 3 ha im Distrikt Au-Schapbach. Es kommt zu Tannenmeisenkonzentrationen, die einen guten Teil der Falter vertilgen. Die Herbstwitterung bringt die Massenvermehrung zum Zusammenbruch, so dass 1948 keine Bekämpfung stattfindet. Das völlig unerwartete Auftreten der Nonne bis zu 1000 m Seehöhe wird damit erklärt, dass die Nonne nur bei sehr warmem Nachsommer und Herbst die

Embryonalentwicklung im Herbst abschließen kann und nur als bereits im Ei entwickeltes Räumchen den Winter überdauert. Die heißen Nachsommer sind somit die Ursache, dass sich der stets vorhandene ganz minimale eiserne Bestand an den verschiedenen Orten der Alpen zu Massenauftritten vermehren kann.

Die „**Borkenkäferangriffe**“ (hauptsächlich *Ips typographus*) und die getroffenen Gegenmaßnahmen stellen den Großteil der Forstschutz-Meldungen dar.

Bereits 1870 sind die steuernden und beeinflussenden Faktoren, die Entwicklung und Zusammenbruch der Borkenkäferpopulationen lenken, so weit bekannt, dass keine Berührungängste der Forstverwaltung mit diesem Schädling bestehen. In „Der Hochwald“ (ZIERL 1972) wird auf die Borkenkäfergradation als Folge der Stürme von 1868 und 1870 im Bayerischen Wald eingegangen und gleichzeitig auf viele biologische und ökologische Kenntnisse über diese Forstschädlinge zu jener Zeit hingewiesen.

In den Wäldern des Nationalparks Berchtesgaden (von den fast jährlichen, regelmäßigen Meldungen abgesehen) wird eine „Überhandnahme“ der Borkenkäfer erstmals 1858 vermerkt (starke Windwürfe 1855 und 1857) dann 1877 und 1886 (starke Windwürfe 1885). Diese Gradationen brechen aber wegen der kühlen Witterung und gegensteuernden biotischen Faktoren (Insekten, Pilze) wieder relativ schnell zusammen.

1912 vermerkt das Forstamt: „Die Folgeerscheinungen der langanhaltenden Trocknis des Vorjahres waren einerseits Absterben von Waldbäumen jeden Alters andererseits mehr als gewöhnliches Auftreten von forstschädlichen Insekten, insbesondere von rinden- und bastzerstörenden Käfern“.

1946 beginnt eine Massenvermehrung in Oberbayern, die bis zum Herbst auch auf das Forstamt Ramsau übergreift: Käferholzanfall: 680 fm auf 4,4 ha Fläche. 1947 weitet sich die Massenvermehrung aus: Käferholz 3200 fm und 1948 nochmals 1090 fm, jedoch 1949 nur noch 120 fm. Die anhaltend ungünstige Witterung hat die Entwicklung des Borkenkäfers stark gehemmt, und die Gradation findet somit ihr Ende. 1947 und 1948 wurden erstmals im Forstamt Ramsau Kontaktgifte („Gesarol“ und „Nexit“) gegen die Borkenkäfer (und die Nonne) eingesetzt.

Meldungen über **Maikäfer** (*Melolontha melolontha* und *M. hippocastani*) finden sich erstmals 1865. Eine relativ große Maikäferplage ist 1877 festgehalten. Kleinere Maikäferbefälle werden noch 1886, 1898 und 1901 vermerkt. Sie beschränken sich alle auf die unteren Tallagen, wo sie das Laubholz schädigen. Nach 1901 finden sich keine Meldungen mehr über Maikäferschädigungen.

Andere Schädlinge. Außer den kurz behandelten Hauptschädlingen sind noch folgende Wald und Forst schädigende Insekten dokumentiert:

Der Fichtennestwickler (*Grapholitha taedella*, syn. *Tortrix taedella*) wird 1882 im FA Ramsau vermerkt; der gestreifte Nutzholzborkenkäfer (*Xyloterus lineatus*) wird erstmals 1892 vermerkt; erst 1973 wird ihm wieder größere Aufmerksamkeit zugewendet, da erste Anzeichen einer Massenvermehrung bestehen. 1968 wird festgehalten, dass der Kupferstecher (*Pityogenes chal-*

cographus) sich verstärkt ausbreitet, da „die schwachen Sortimente im Wald liegen gelassen werden“. Der große Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) wird 1894 und 1895 „in geringer Ausbreitung“ beobachtet. Erst 1951 sind größere Bekämpfungsmaßnahmen (Aufforstung der vielen Kahlfelder nach dem Krieg und Folge der vorangegangenen Dürrejahre) im FA Ramsau vermerkt. Der Ulmensplintkäfer (*Scolytus scolytus*) wird 1932 im Zusammenhang mit der Ulmenkrankheit beschrieben. Der graue Lärchenwickler (*Grapholitha pinicolana*) wird 1947 beim Rothofen, wo viele Lärchen absterben, und in Hintersee bis 1700 m, wo der Befall jedoch nur gering ist, dokumentiert; 1949 werden, als Folge der vorangegangenen Trockenjahre, gleich mehrere Arten vermerkt und zwar: die Tannenstammrindenlaus (*Dreyfusia piceae*) (am Lercheck), der kleine Tannenborkenkäfer (*Cryphalus piceae*), der Fichtenbock (*Tetropium luridum* / *T. fuscum*) und der Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*). 1961 wird die Sitkafichtenlaus (*Liomaphis abietina*) zum erstenmal gesichtet.

Die **Pilzkrankheiten** spielen eine nur untergeordnete Rolle innerhalb der Forstschutzmaßnahmen in den Wäldern des Nationalparks. Folgende Pilze werden in den Akten erwähnt:

Die Kiefernscütte (*Lophodermium pinastri*) 1901, der Ulmenpilz (*Graphium* sp.) tritt 1932 und 1974 auf, der Fichtenblasenrost (*Chrysomyxa rhododendri*) wird 1947, 1976 und 1990 festgestellt.

Verstärkter Hallimaschbefall (*Armillaria mellea*) sowie der Lärchenpilz (*Cladosporium laricis*) werden 1948 und 1949 verzeichnet. 1961 werden in Ramsau verstärkt Lärchenschüttepilze beobachtet. An dem Material werden *Mycosphaerella laricina*, *Lophodermium laricinum* und *Dasyscypha willkommii* (Lärchenkrebs) identifiziert. Im Herbst 1972 als Folge der beiden Trockenjahre (1971 und 1972) wird die Schleimflusskrankheit (Buchensterben) beobachtet. Neben der auslösenden Witterung (Wasserstress) sind auch Pilze (*Nectria* sp.) und Insekten (*Trypodendron domesticum*, *Hylecoetus dermestoides* und *Cryptococcus fagi*) beteiligt.

Schalenwild

Durch Verbiss wirken die Schalenwildarten Rothirsch, Gämse und Reh auf die Verjüngung der Gehölzarten sowie auf die Arten der Krautschicht ein. Die hohe Äsungsselektivität des Schalenwildes beeinflusst nachweislich Artenverteilung und Dominanzverhältnisse im Bergmischwald (LISS 1990, SCHAUER 1976). Diese Erkenntnisse wurden auch von den Ergebnissen der zweiten Waldinventur bestätigt (Konnert 2000). Nach ihrem derzeitigen Verbiss können die Baumarten in zwei Gruppen aufgeteilt werden:

1. Baumarten, die nur gering oder nicht verbissen werden: Zirbe, Spirke, Fichte, Lärche mit einem durchschnittlichen Gesamtverbiss von 2 %;
2. Baumarten, die stark verbissen werden: Esche, Bergahorn, Vogelbeere, Mehlbeere, Tanne, Buche, Grünerle mit einem durchschnittlichen Gesamtverbiss von 34 %.

Diese Gruppenzugehörigkeit der Baumarten ist den aktuellen Größen der Schalenwildpopulationen zuzuordnen (im Schweizerischen Nationalpark, wo die Rotwildpopulation größere Dichten erreicht, ist die Fichte stark verbissen).

In den letzten Jahren wurde für den Nationalpark Berchtesgaden, durch kombinierte Auswertungen forstlicher und wildbiologischer Daten, ein integratives Wald-Wild-Managementkonzept entwickelt, das den Nationalparkzielen gerecht wird und eine Aussage über Priorität und Intensität von Maßnahmen erlaubt, ohne dabei die Art der Maßnahmen vorzugeben. Dadurch bleibt die Entscheidung über die im Einzelfall zu treffenden Maßnahmen den forstlich bzw. jagdlich ausgebildeten Fachleuten überlassen (BOGEL & LOTZ 1999, LOTZ 1997, 2000).

4 Die Vegetation

4.1 Vegetationskundliche Untersuchungen im Berchtesgadener Land

Neben der landschaftlichen Schönheit, hat die Vielfalt der Vegetation im Laufe der Zeit viele Naturfreunde und Naturwissenschaftler zum Verweilen und Forschen im Berchtesgadener Land veranlasst und hat 1910 zur Gründung des Pflanzenschonbezirks Berchtesgaden, als Vorgänger des heutigen Nationalparks, beigetragen. So hat SCHRANK 1785 in seinen „Naturhistorischen Briefen“ die erste „Flora Berchtesgadensis“ mit ca. 500 Pflanzenarten und ihren Fundorten veröffentlicht (SPRINGER 1997). SENDTNER (1854) beschreibt die vertikale Verbreitung der Hauptbaumarten und führt Höhenbestimmungen der oberen Wald- und Baumgrenze durch. 1915 veröffentlicht MAGNUS erstmals eine soziologische Gliederung der Wälder des damaligen Pflanzenschonbezirks. PETERS sowie PAUL & SCHOENAU (1927 bis 1937) setzten die weitere botanische Durchforstung des Naturschutzgebietes Königssee (1921 aus dem Pflanzenschonbezirk Berchtesgaden hervorgegangen) planmäßig fort, wobei interessante waldvegetationskundliche Einzelfragen geklärt werden konnten (MAYER 1959, SPRINGER 1997).

Die erste pflanzensoziologische Arbeit im heutigen Sinne wird von LIPPERT (1966) verfasst. Seine Arbeit beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Gesellschaften aus den subalpinen und alpinen Bereichen.

KOSTLER & MAYER (1970) führen Wald- und Baumgrenzvergleiche mit den Aufnahmen von SENDTNER (1854) durch und typisieren gleichzeitig die Waldgrenzen anhand der Berchtesgadener Verhältnisse. Zur Zeit erscheint eine Klimaerwärmung, obzwar noch kontrovers diskutiert, immer wahrscheinlicher. Die den klimatischen Schwankungen ausgesetzte Waldgrenze folgt solchen Klimaveränderungen mit zeitlicher Verzögerung. Vor diesem Hintergrund sind die Arbeiten von SENDTNER (1854) und KOSTLER & MAYER (1970) die ca. 100 Jahre auseinander liegen ein Glücksfall und von großer Bedeutung für das Monitoring-Programm des

Nationalparks.

THIELE (1973) untersucht die Steinschuttgesellschaften im Wimbachgries mit ihren vielfältigen Sukzessionsverhältnissen.

Nachdem 1978 aus dem Naturschutzgebiet Königssee der Nationalpark Berchtesgaden entsteht (Einzelheiten sind bei ZIERL 1998 nachzulesen) werden auch die vegetationskundlichen Untersuchungen noch einmal intensiviert. STORCH führt ab 1981 viele pflanzensoziologische Aufnahmen und Kartierungen in der Waldstufe des Nationalparks durch und beschreibt die floristische Struktur der Pflanzengesellschaften in Abhängigkeit vom Standort und der anthropogenen Einwirkung (STORCH 1984).

Mit dem MAB-Projekt 6 werden im Jennergebiet und am Funtensee Vegetationsaufnahmen und -kartierungen durchgeführt (u. a. SPATZ, SPRINGER & SPANDAU 1984, FREIBERG 1985).

Die Arbeit von SCHMIDTLEIN (2000) beschäftigt sich mit methodischen Aspekten der Aufnahme von Pflanzenkomplexen, bzw. mit der Vergesellschaftung von Pflanzengesellschaften im Nationalpark Berchtesgaden.

Vegetationskundliche Arbeiten von FISCHER & STORCH (1991, 1993), sowie von STORCH (1994, 1995) führten zu einer flächendeckenden Vegetationskarte des Nationalparks und seines Vorfeldes. SEIDENSCHWARZ (1996) führte die ausgewiesenen Pflanzengesellschaften für landschaftsplanerische Ziele zu Gruppen zusammen, auf denen die Vegetationskarte des Nationalparkplans beruht (***) (2000). Diese (digitale) Karte wurde als eine der Entscheidungshilfen für die Standortkartierung verwendet.

4.2 Naturräumliche Gliederung

SEIBERT (1968) erstellt für Bayern eine Übersichtskarte der natürlichen **Vegetationsgebiete** (Maßstab 1:500.000), wobei „Landschaften“ und „Wuchsdistrikte“ ausgeschieden werden. So wird unter VI. die Südbayerische Buchen- und Tannen-Buchenwald-Landschaft und innerhalb dieser der Wuchsdistrikt des Hainlattich-Tannen-Buchenwaldes (64) ausgeschieden, der die montane und hochmontane Stufe der Nördlichen Kalkalpen einnimmt und wie folgt beschrieben wird:

„Anders als im Molasse- und Flyschgebiet sind die Kalkgesteine des alpinen Trias, des Jura und der Kreide zu einem steilen Gebirge mit nackten Felsgipfeln und Graten, hohen Wänden und Schutthalden und einem sehr bewegten Relief abgetragen worden. Hier breitet sich, soweit Waldbestockung überhaupt möglich ist, in Höhenlagen von 700 bis 1500 m und darüber der Hainlattich-Tannen-Buchenwald (*Aposerido-Fagetum*) aus. Er besiedelt Rendzinen, Pararendzinen, Braunerden und Parabraunerden mit hohem bis geringem Basengehalt. Die Vielfalt der Böden, der Wechsel von Exposition und Höhenlage bedingen zahlreiche Abwandlungen der Gesellschaft, die bis zum Orchideen-Buchenwald im trocken-warmen Flügel und bis zu Eschen-Ahorn- (*Aceri-Fraxinetum*) und Ahorn-Buchenwald (*Aceri-Fagetum*) im frischfeuchten und schattigen Bereich schwanken kann.“



Klimatische Höhenzonierung der Vegetation, Frühlingsaspekt.

Die Baumschicht ist viel bunter zusammengesetzt als beim Labkraut-Buchen-Tannenwald. Tanne, Buche und Fichte sind die bestandesbildenden Baumarten, von denen jede einmal vorherrschen kann, am häufigsten die Fichte durch ihre Förderung durch den Menschen. Mit geringem Anteil sind eine ganze Reihe von Baumarten vertreten, teils allgemein, teils auf Sonderstandorten. Zu ihnen gehören Bergahorn, Bergulme, Sommerlinde, Eibe. Die Lärche ist am häufigsten in der östlichen Hälfte des Wuchsdistriktes beigemischt.

Auf extremen Standorten wird der Laub-Nadel-Mischwald von Nadelwald abgelöst. Steile sonnige Lagen auf Dolomit bedingen, besonders im Bereich der Föhntäler bei Bad Reichenhall und Mittenwald, den Nordalpinen Schneeheide-Kiefernwald (*Erico-Pinetum*). In ihm dominiert die Kiefer, die von Buche, Fichte und Mehlbeere begleitet wird. Auf etwas tiefgründigeren Böden vertritt ihn der in der Baumschicht ähnliche, am Boden aber von Gräsern beherrschte Reitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum*). In der östlichen Hälfte des Gebietes wird der Hainlattich-Tannen-Buchenwald in den oberen Lagen vom subalpinen Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*) mit Lärchen und Arven abgelöst, der bis fast 1800 m Höhe reichen kann. Fichtenwälder gibt es ferner auf schattigen Blockschutthängen.

Wo die Hänge für Waldbestockung zu steil oder die Schutthalden zu jung sind, steigen aus der subalpinen und alpinen Stufe Alpenrosen-Latschenbusch (*Erico-Rhododendretum hirsuti*) und Kalksteinrasen (*Elyno-Seslerietea*) in den Wuchsdistrikt des Hainlattich-Tannen-Buchenwaldes herab.

Insgesamt ist der Wuchsbezirk stark bewaldet. Wo jedoch tiefgründige verwitterte Mergelkalke anstehen, finden wir flachere Geländeformen, auf denen Almen liegen. Auch hier ist die Weide nicht nur auf die Almflächen beschränkt, sondern greift in den Wald über, ohne jedoch so große Schäden zu verursachen wie im Flyschgebiet.

Wenige bescheidene Äcker finden wir nur in den Tallagen. Die Landwirtschaft allein ist oft nicht lohnend und daher mit Waldarbeit gekoppelt. Die wichtigste Einnahmequelle ist heute jedoch der Fremdenverkehr."

Anhand dieser Karte wird somit die montane und hochmontane Stufe des Nationalparks dem **Wuchsdistrikt (64) Hainlattich-Tannen-Buchenwald** zugeordnet. Diese Zuordnung muss als große Zone bzw. als Distrikt und nicht als Pflanzengesellschaft verstanden werden.

Die subalpine und alpine Stufe der Nördlichen Kalkalpen wird von SEIBERT (1968) unter VII. der Subalpin-Alpinen Vegetationslandschaft zugeordnet:

„Die subalpine und alpine Vegetation überkleidet in den nördlichen Kalkalpen die Höhen über der 1600 bis 1800 m hoch gelegenen Waldgrenze. Auf übersteilen Hängen und dem jungen Schutt der Talflanken erstreckt sie sich in das Waldgebiet häufig bis 1400 m herab. Hauptverbreitungsgebiet sind das Hochgebirge des Allgäus, die Gebirgsstöcke von Wetterstein und Karwendel, die Ausläufer der Lofener und Leoganger Alpen und die Berchtesgadener Alpen, Gebirge mit großer Re-

lieferenergie, kräftiger mechanischer Verwitterung und zahlreichen Spuren eiszeitlicher, stellenweise auch rezenter Vergletscherung, die zusammen ausgesprochene Hochgebirgsformen mit schroffen Wänden und Gipfeln und Graten hervorgebracht haben.“

Aus forstlicher Sicht haben FOERST & KREUZER (1977) für die Waldlandschaften Bayerns eine regionale, ökologisch fundierte Gliederung erarbeitet. Dabei werden „Wuchsgebiete“, „Landschaftsgruppen“ und „Wuchsbezirke“, vorwiegend nach klimatischen Gesichtspunkten ausgeschieden. Der Wuchsbezirk hat demnach ein weitgehend einheitliches Regionalklima oder eine charakteristische höhenzonale Klimadifferenzierung und eine für die vorliegenden klimatischen Verhältnisse bezeichnende natürliche Waldzusammensetzung.

Dabei wird auch auf die Karte der natürlichen Vegetationsgebiete von SEIBERT (1968) zurückgegriffen: „Interessant ist für uns besonders der *potentielle natürliche Waldaufbau*, wie er sich auf den vom Menschen irreversibel veränderten Standorten ohne sein weiteres Eingreifen herausbilden würde. Gute Hinweise hierüber gibt die Karte der natürlichen potentiellen Vegetation von SEIBERT. Zusammen mit waldgeschichtlichen und anderen vegetationskundlichen Arbeiten und unserer eigenen standortkundlich-vegetationskundlichen Erfahrung haben wir daraus die regionale natürliche Waldzusammensetzung nach Hauptbaumarten hergeleitet.“

Das Gebiet des Nationalparks ist nach dieser Gliederung innerhalb des Wuchsgebietes „15 Bayerische Alpen“ der Landschaftsgruppe „B Bayerische Kalkalpen“ und dem Wuchsbezirk „15.9 Berchtesgadener Hochalpen“ zugeordnet.

4.3 Boden und Vegetation

Eine Kurzfassung der Wechselwirkungen zwischen Boden und Vegetation bezogen auf den Nationalpark Berchtesgaden wurde für die „Erläuterungen zur Bodenkarte“ (LANGENSCHIEDT 1995) von SEIDENSCHWARZ (1995) erstellt und wird anschließend wiedergegeben.

„Boden und Vegetation wechselwirken miteinander. Neben den meist dominierenden klimatischen Bedingungen bestimmen auch die Bodeneigenschaften über die spezifische Ausbildung und räumliche Verteilung einer Pflanzengesellschaft. Umgekehrt wird insbesondere die organische Bodenaufgabe durch den Vegetationstyp mit beeinflusst.

Rund 40 % der Nationalparkfläche wird von Wäldern bedeckt. Wie aus o. a. schematischer Übersicht hervorgeht, reicht das Spektrum von den buchenreichen Beständen der Tallagen über den montanen Fichten-Tannen-Buchenwald bis zu den Nadelreinbeständen der subalpinen Stufe. Neben extrazonalen Besonderheiten können sich vor allem auch azonale Abweichungen von dieser Grobgliederung ergeben. So wirken saure Lehmböden, für deren Entstehung oftmals silikatreiche Ausgangsgesteine verantwortlich sind, bis hinunter in die Tallagen Fichten-fördernd.

Selten kommen im Gebiet in der submontanen bis montanen Stufe Grauerlenauwälder und Bach-Grauerlen-

wälder vor, erstere auf den verhältnismäßig skelettreichen, zumindest natürlicherweise durch periodische Überschwemmungen gekennzeichneten Talböden entlang von Bächen sowie auf sickerfeuchten Schuttflächen, letztere im Bereich von Schichtquellaustritten auf lehmreichen Böden, meist über Werfener Schichten. Häufiger finden sich auf den Werfener Schichten der unteren Tallagen Ahorn-Eschenwälder i. e. S. (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*), in denen vielfach ebenfalls die Grauerle (*Alnus incana*) zur Dominanz gelangt. Die hohe Bodenfeuchtigkeit der tiefgründigen lehmigen Standorte ist vielfach durch Hangzugwasser verursacht. In deutlich steileren, skelettreichen und oft felsigen Hanglagen mit kleinklimatisch bedingt höherer Lufttemperatur sind Schluchtwälder anzutreffen, die sich in der Baumschicht aus Bergahorn, gemeiner Esche, Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und teilweise sogar der wärmebedürftigen Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*) zusammensetzen. Häufig tritt auch die Buche (*Fagus sylvatica*) hinzu, wodurch der Übergang zu bestimmten Ausbildungen des montanen Fichten-Tannen-Buchenwaldes angedeutet wird. Sie fehlt jedoch in Bereichen mit starkem Steinschlag.

Auch staunasse Böden, wie sie häufig über Radiolarit auftreten, verhindern in der submontanen wie montanen Stufe ein Fußfassen der Buche. Verstärkt können sich hier Fichte (*Picea abies*) und Tanne (*Abies alba*) ansiedeln, wobei erstere unter den sauerstoffarmen Bodenverhältnissen ein extrem flaches Wurzelwerk ausbildet und daher stark windwurfgefährdet ist. Allgemein zeigen sich Fichte und Tanne auf Lehm- und Tonböden der Buche gegenüber begünstigt, die durchlässige Böden bevorzugt. Beim Bergahorn ist unter der Voraussetzung frischer bis feuchter Standortverhältnisse eine Vorliebe für steinige bis felsige Böden feststellbar.

Ist der mikrobielle Abbau toter organischer Substanz stark gehemmt, können sich aus dem Bestandesabfall bis zu 100 cm mächtige Auflagehorizonte aus Tangelhumus bilden. Zusätzlich gefördert wird dessen Entstehung durch die saure Nadelstreu der Fichte, Zirbe oder Latsche, jedoch ist Tangelhumus durchaus auch beispielsweise unter Buche anzutreffen.

In der mittleren montanen bis unteren subalpinen Stufe kommen auf Tangelhumus oftmals Karbonat-Fichtenwälder vor. Das karbonatreiche Ausgangsgestein sorgt dafür, dass innerhalb der insgesamt azidophilen Pflanzengemeinschaft auch basenliebende Pflanzenarten auftreten. Eine spezielle Ausbildung des Karbonat-Fichtenwaldes stellt der Block-Fichtenwald dar, der vielfach im Bereich grobblockiger Fels- und Bergsturzmassen in mittelmontaner Lage zu finden ist. Kennzeichnend sind ausgeprägte Kaltluftströme, die neben der unmittelbaren kleinklimatischen Beeinflussung der Vegetationszusammensetzung auch zur verstärkten Ansammlung von Tangelhumus führen.

Im subalpinen Fichten-Lärchenwald nimmt die Fichte als trockenheitsempfindliche Art frische bis feuchte Standorte ein. Diese werden ebenfalls von der Lärche

(*Larix decidua*) besiedelt, sie kann jedoch auch auf mäßig trockenen Standorten gedeihen und dort zur Dominanz gelangen.

Eine Besonderheit innerhalb der Berchtesgadener Alpen stellen die klimatisch eher kontinental getönten Dachsteinkalk-Hochplateaulagen der Reiteralp und des Steinernen Meeres dar, die Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder (*Larix decidua*, *Pinus cembra*) tragen. Die Lärche tritt auch häufig als Pionierbaumart auf Rohbodenstandorten auf.

Waldfreie, nicht allzu steile, tiefgründige, feuchte und schattseitig gelegene Böden bevorzugt der subalpinen Stufe werden von Rostseggenrasen (*Carex ferruginea*) eingenommen. Steillagen der alpinen Höhenstufe mit flachgründigen und verhältnismäßig trockenen Böden sind häufig von Blaugras-Hostseggenrasen (*Sesleria varia*, *Carex sempervirens*) besiedelt.

Infolge vergleichsweise geringer Feldkapazität kann es besonders bei Süd- bis Südwestexpositionen zu Trockenklemmen kommen. Auf Wind und Kälte besonders ausgesetzten Steinböden stellen vielfach Polsterseggenrasen (*Carex firma*) die Klimaxgesellschaft dar.

Die Schuttflächen aus Dolomitgestein mit fehlendem Oberboden, wie sie im Wimbachtal verbreitet sind, bilden Extremstandorte für pflanzliches Leben. Episodische Umlagerungen des Gesteinsschutts sowie Steinschlag erschweren ein Fußfassen ebenso wie Nährstoffarmut und zeitweise, edaphisch bedingte Trockenheit.

Sobald die Schuttmassen für einen längeren Zeitraum zur Ruhe gekommen sind, können sich immerhin Pionierpflanzenarten wie beispielsweise die Silberwurz (*Dryas octopetala*) ansiedeln. Deren abgestorbene Teile führen zu einer langsamen Anreicherung humosen Materials und tragen damit zur Bodenbildung bei. Ausgehend von einer lückigen Vegetationsdecke kann mit zunehmender Bodenentwicklung über Magerrasen- und Latschengebüschstadien schließlich ein Wald mit anspruchslosen Spirken (*Pinus uncinata*) heranwachsen, in dem sich später auch die Lärche etabliert. Vielfach werfen jedoch Abschwemmungen oder Überschüttungen mit Gesteinsschutt die Boden- und Vegetationsentwicklung wieder auf eine frühere Stufe zurück.

Im anstehenden Fels oberhalb der alpinen Mattenregion kann sich nur lokal in Karren und Spalten etwas Boden ansammeln, in dem höhere Pflanzen Wurzelraum finden. Alpenaurikel (*Primula auricula*) und Schweizer Mannsschild (*Androsace helvetica*) sind Beispiele für Felsspaltenbesiedler, die Nährstoffe und Feuchtigkeit aus Ritzen und Gesteinen beziehen. Unmittelbar auf der Felsoberfläche gedeihen ausschließlich niedere Pflanzen (Algen, Flechten und Moose).

Hangquellbereiche sowie nasse Mulden und Senken in unterschiedlichen Höhenlagen können von Nieder-, Zwischen- oder Hochmooren mit einer je nach Wasserhaushalt, Nährstoffverfügbarkeit und pH-Wert bzw. Kalkgehalt mit einer ganz spezifischen Flora eingenommen werden. Da abgestorbenes organisches Material

unter Sauerstoffmangel kaum zersetzt wird, bilden sich mehr oder weniger mächtige Torfkörper aus.

Aufgrund der geologischen und geomorphologischen Situation sind Moore im Naturraum Berchtesgadener Alpen und innerhalb dessen insbesondere auch im Nationalpark Berchtesgaden nur selten und verhältnismäßig kleinflächig anzutreffen.“

Quellen: BOCHTER 1984; ELLENBERG 1986; LIPPERT 1966; MAYER 1974; STORCH 1983; THIELE 1978.

Anschließend wird die Gliederung der Pflanzengesell-

schaften nach dem Nationalparkplan sowie die möglichen Zuordnungen zu Standorttypen nach der Methode der vegetationsgestützten Standortkartierung (EWALD 1996, 1998), die freundlicher Weise von Herrn J. EWALD vorgenommen wurde, vorgestellt. Da die Vegetationskarte im Nationalparkplan enthalten ist und darauf zurückgegriffen werden kann, wird hier auf ihre Wiedergabe verzichtet.

Die Spalten Standorttypen und Ersatz Standorttypen siehe Abschnitt 5.

Tab. 4.1: Zuordnung der ausgewiesenen Pflanzengesellschaften (STORCH 1995, SEIDENSCHWARZ 1996) zu den Standorttypen nach dem System der vegetationsgestützten Standortkartierung (EWALD 1997, 1998)

Gruppenbezeichnung	Pflanz. Ges. Nr	Pflanzengesellschaftsname	Standorttypen	Ersatz Standorttypen	Bemerkungen
FelsSp-FelsSch-Ges	8	Felsspalten- und Felsschuttgesellschaften allg.	fp1, gp1		Waldstufe
	12	Felsspaltengesellschaften (<i>Potentilletalia caulescentis</i>)	fp1		Waldstufe
	16	Felsschuttgesellschaften (<i>Thlaspietalia rotundifolii</i>)	gp1		Waldstufe
flgr alp Rasen u Str	24	Flachgründige alpine Rasen, Rasen- und Strauchgesellschaften der Schuttfelder Polsterseggen-Rasen (<i>Caricetum firmæ</i>)			nicht im System in Auen
	28	Lavendelweiden-Gebüsch (<i>Salicetum eleagni</i>)	AW2		
mgr Kalkmagerrasen	36	Mittelgründige Kalk-Magerrasen Blaugras- und Rostseggen-Fluren allg. (<i>Seslerietalia varia</i>)	kp1, kp3	kb1, kB2, kB3, kb3, kb4, kF2, kF3	Waldstufe
	40	Blaugras-Horstseggen-Halde (<i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i>)	kp1		
	44	Rostseggen-Halde (<i>Caricetum ferrugineae</i>)	kp3		
	48	Buntreitgras-Halde <i>Calamagrostietum varia</i>)	kp3		
W-Rasen u M-Wiesen	56	Weiderasen (und Mähwiesen) (z.T. Brache)		verschiedenste	Vermutlich auch auf Tangel-Substraten
	60	Wirtschaftswiesen allg. Rotschwingel-Rasen (<i>Festuco-Cynosuretum</i>)		verschiedenste	
	64	Milchkraut-Weide (<i>Crepido-Festucetum rubrae</i>)		verschiedenste	
	68	Rasenschmielen-Gesellschaft (<i>Deschampsia caespitosa</i> -Ges.)		verschiedenste	
	72	Violettschwingel-Rasen (<i>Trifolio-Festucetum violaceae</i>)		verschiedenste	
	76	Borstgras-Rasen (<i>Nardetum alpigenum</i>)		SB4, Sb5, SF4	
	80	Preißelbeer-Heidekraut-Heide (<i>Vaccinio-Callunetum</i>)			
HochSt-Fl u GrErl-B	88	Hochstaudenfluren und Grünerlengebüsche Unkraut- und Hochstaudenfluren allg.		verschiedenste	

Fortsetzung Tab. 4.1:

Gruppenbezeichnung	Pflanz. Ges. Nr	Pflanzengesellschaftsname	Standorttypen	Ersatz Standorttypen	Bemerkungen
	92	Alpenmilchlattich- Gesellschaft (<i>Cicerbitetum alpinæ</i>)		sp5, sb5, SB5, sF5	
	96	Alpenampfer-Flur (<i>Rumicetum alpinum</i>)		verschiedenste	
	100	Grünerlen-Gebüsch (<i>Alnetum viridis</i>)	sp5		
QFI-Sumpf-Moor-Ges	108	Quellfluren, Sumpf- und Moorgesellschaften Quellflur (<i>Cratoneuretum filicino-commutati</i>)		Me9, sT8	nur kleinflächig
	112	Röhricht, Großseggenriede allg.			
	116	Davallseggen-Quellmoor (<i>Caricetum davallianæ</i>)	kp9		
	120	Braunseggen-Sümpfe (<i>Caricetum fuscae</i> und <i>Parnassia-Caricetum fuscae</i>)			
	124	Bergkiefern-Hochmoor (<i>Pino mugo-Sphagnetum</i>)	Mk9		
	128	Rasenbinsen (Bergkie-) Hochmoor (<i>Eriophoro- Trichophoretum caespitosi</i>)		Mk9	
AIR u AIR-Lat-Busch	136	Alpenrosen- und Alpenrosen-Latschen- Gebüsch und Lärchen- Zirbenwälder Schneeheide-Alpenrosen- Gebüsch (ohne Latschen) (<i>Erico-Rhododendretum hirsuti</i>)		kk2, kk3, kF2, kF3	
	140	Alpenrosen-Latschen- Gebüsch (<i>Erico- Rhododendretum hirsuti</i>)	kk2, kk3	kF2, kF3	
	144	Schneeheide-Alpenrosen- Busch mit Fichte und Lärche (<i>Erico- Rhododendretum hirsuti</i>)	kk2, kk3	kF2, kF3	
	244	Lärchen-Zirbenwald (<i>Vaccinio-Pinetum cembrae</i>)			Noch nicht definiert
Grau-Erl-Wälder	152	Grauerlen Wälder Grauerlen-Auwald (<i>Alnetum incanae</i>)	Ae4		
	156	Winkelseggen-Erlen- Eschenwald (<i>Carici remotæ- Fraxinetum</i>)	sE8		
EdLW u Hasel-Busch	164	Edellaubwälder und Haselgebüsch Alpendost-Hasel-Gebüsch und Buschwälder (<i>Adenostyles alpina-Corylus avellana-Ges.</i>)		kB2, kB3	Nicht definiert
	168	Eschen-Ahorn- Schatthangwald (<i>Fraxino- Aceretum pseudoplatani</i>)	kA3, kA5		
	172	Ulmen-Ahornwald (<i>Ulmo glabrae-Aceretum pseudoplatani</i>)	kA3, kA5	kb4, sB5	
	176	Ahorn-Eschenwald (<i>Adoxa moschatellinae-Aceretum</i>)	AA4		
mm TaBu u Ta Wald	178	Tannen-Buchen- und Tannen-Wälder der mittelmontanen Stufe Hainsimsen-Buchenwald (<i>Luzulo-Fagetum</i>)	SB4		

Fortsetzung Tab. 4.1:

Gruppenbezeichnung	Pflanz. Ges. Nr	Pflanzengesellschaftsname	Standorttypen	Ersatz Standorttypen	Bemerkungen
	192	Reiner Hainlattich-Tannen-Buchenwald (Aposerido-Fagetum typicum)	kB3		
	196	Schneeheide-Hainlattich-Tannen-Buchenwald allg. (Aposerido-Fagetum ericetosum herbaceae)	kB1	kB2	
	200	Schneeheide-Hainlattich-Tannen-Buchenwald, Komplex mit Kiefern-Ausbildung (A.-Fag. ericetosum her.)	kB1	kB2	
	204	Weißseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald (Aposerido-Fagetum caricetosum albae)	kB2	kB3	
	208	Hainsimsen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald (Aposerido-Fagetum luzuletosum luzulinae)	kB3		
	212	Labkraut-Tannenwald (Galio rotundifolii-Abietetum)	sT8	sB4, sB5	
	216	Komplex aus Hainsimsen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald und Labkraut-Tannenwald			Je nach Substrat wie 208 oder 212 behandelt
	220	Neckera-Hainlattich-Tannen-Buchenwald (Aposerido Fagetum neckeretosum crispae)	kB3, kB2		
hm-sa TaBu u Bu Wald		Buchen- und Tannen-Buchen-Wälder der hochmontanen bis subalpinen Stufe			
	180	Bergahorn-Buchenwald (Aceri-Fagetum)	kb4, sb5		
	224	Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald, Reine Ausbildung (Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae typicum)	kb3		
	228	Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald, Reine- und Saxifraga rotundifolia-Ausbildung (AF car. ferr. typ. u Sax. rot. A.)	kb3, kb4		
	232	Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald, Erica-Ausbildung (Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae, Erica-A.)	kB1	kb3	
boreal-alp Nadelw.1		Boreal-alpine Nadelwälder			
	236	Alpenlattich-Fichtenwald (Homogyno-Piceetum)	SF4, sF5, SF8		
	240	Karbonat- und Blockfichtenwald	Tf4		
sonst.(azonale.) Wälder		Azonaler Weißseggen-Fichtenwald			
	184	Weißseggen-Fichtenwald	Af2	AA4	
	188	Lärchen-Steilhangwald		kB1, kF2	Nicht definiert
keine Pflanzges.		Keine Pflanzengesellschaften			
	248	Gewässer			
	252	Gletscher, Firnfelder			

5 Die vegetationsgestützte Standortkartierung

5.1 Methode

Um die Schwierigkeiten, die bei substratbezogenen Kartierungsverfahren im Hochgebirge, speziell in den Nördlichen Kalkalpen (FREYER 1986, 1988) auftreten (extrem kleinflächige Variation von Substraten), zu überwinden, und aus der Tatsache, dass mit zunehmender Höhe der Einfluss des Klimas gegenüber dem Substrat sich verstärkt, hat EWALD (1987) eine vegetationsgestützte Methode für die Standortkartierung entwickelt. Das neue Verfahren wurde im Forstamt Kreuth (Testgebiet) erprobt und 1998 im Forstamt Buching-Trauchgau (EWALD 1998) angewandt.

Die Grundzüge des Verfahrens, aus praktischer Sicht, sind in der „Anleitung zur vegetationsgestützten Standortkartierung im Halblechgebiet“ (EWALD 1998) enthalten. Sie werden anschließend auszugsweise vorgestellt. Da die Standortkarte des Nationalparks überwiegend aus früheren Kartierungen, die alle digital verfügbar waren, erstellt wurde, werden hier die Teile betreffend Außenarbeiten nicht behandelt und auf die Arbeiten von EWALD (1986, 1998) verwiesen.

Allgemeine Einführung

„Das Verfahren der vegetationsgestützten Standortkartierung beruht auf der Tatsache, dass die Pflanzendecke des Waldes, insbesondere die Bodenvegetation, die an den Standorten herrschenden Umweltbedingungen zum Ausdruck bringt. Die Artenzusammensetzung des Waldes wird hier als Merkmal benutzt, die Standortseigenschaften rasch zu erkennen. Entsprechend enthalten die Namen der Standortseinheiten Hinweise auf die potentielle natürliche Waldgesellschaft.“

Eine Fassung von Standortseinheiten mit einheitlichem Substrat, wie sie von der herkömmlichen bayerischen Standortkartierung angestrebt wird, ist im Gebirge auf einem großen Teil der Fläche äußerst schwierig, da die Bodeneigenschaften auf engem Raum sehr variabel sind. Im vegetationsgestützten Verfahren wird daher die Standortseinheit grundsätzlich als charakteristisches Mosaik von Substraten aufgefasst, in dem die Pflanzen eine Spannweite von Lebensmöglichkeiten vorfinden. Die Beurteilung der qualitativen und mengenmäßigen Zusammensetzung der vorgefundenen Vegetation ersetzt in den meisten Fällen eine detaillierte Erkundung der Substrate. Im strengen Sinne handelt es sich bei den Standortseinheiten dieses Verfahrens um Standortkomplexe.

Mindestgröße der Polygone

Als unterster Wert für die darzustellende Fläche sind für großflächig auftretende Standortseinheiten 1 ha (Feldkarte: 2 x 2 cm), für Sonderstandorte 0.5 ha (ca. 1,4 x 1,4 cm) einzuhalten. Die Ausscheidung von Komplexen mehrerer Waldgesellschaften ist nicht vorgesehen, um eine Überfrachtung der Legende zu vermeiden. Kartiert wird stets die flächenmäßig vorherrschende Standortseinheit.“

(Im Nationalpark Berchtesgaden, wo sowohl die Vegetationskarte als auch die Substratkarte sich nicht an diese Mindestgrößen gehalten haben, und durch die Verschneidung der Karten noch kleinere Polygone erzeugt werden, wurde bewusst auf diese Vorgabe verzichtet. So können auch kleinere Flächen für nationalparkspezifische Untersuchungen genutzt werden.)

„Standortsgradienten und entscheidende Standortfaktoren

Umweltbedingungen und Vegetation ändern sich in der Natur kontinuierlich, so dass Standorteinheiten und ihre Grenzen nur in Ausnahmefällen unmittelbar zu erkennen sind. Es ist deshalb hilfreich, sich den Standort als Kombination mehrerer, entscheidender ökologischer Gradienten vorzustellen. Entscheidende Gradienten sowohl für die Ausbildung der natürlichen Vegetation als auch für die waldbaulichen Möglichkeiten sind:

Substrat	Kalk- und Basengehalt, Verwitterungsgrad,
Wasserhaushalt	Komplexmerkmal, abhängig von Gründigkeit, Bodenart, Skelett- und Humusgehalt, Relief, Höhenlage,
Höhenlage	Klimagefälle von Temperatur, Niederschlag, Länge der Vegetationsperiode, Schneeanteil,
Geomorphologie	Substratbewegungen, Schneebewegungen, Kaltluftstau

Die vegetationsgestützte Standortkartierung zerlegt den von diesen Achsen gebildeten „ständörtlichen Raum“ in homogene Bereiche, die Standortseinheiten. Eine wichtige Leitlinie ist dabei die natürliche Baumartenkombination, die sich daraus ergibt, dass durch Konkurrenz und physiologische Toleranz jeder Baumart spezifische Grenzen gesetzt sind.

Menschlich bedingte Abwandlungen der Vegetation (Zustandsvegetation)

Zur Umwelt, zum Standort der Bodenpflanzen, gehört die Baumschicht, insbesondere bestimmt der Schlussgrad die Lichtverhältnisse. Die Qualität des Bestandeslaubfalls beeinflusst ferner langfristig die Humusform. Daher kann es – innerhalb bestimmter Grenzen – durch mittelbare oder unmittelbare Einwirkung des Menschen (Beweidung, Wildverbiss, Fichtenreinanbau) zu Verschiebungen der Mengenverhältnisse, teilweise sogar der Artenzusammensetzung kommen, die die Zuordnung zu einer vegetationsgestützten Standortseinheit aufgrund der Pflanzen erschweren (im Bestimmungsschlüssel der Waldgesellschaften wurden häufiger solche Fälle berücksichtigt):

In jungen Beständen des **Dickungsstadiums** finden sich Bodenpflanzen oft nur sehr vereinzelt; hier muss sich die Zuordnung daher gegebenenfalls an Altbestandesresten oder Lichtlücken orientieren und mehr als gewöhnlich die Übereinstimmung der Zuordnung mit den Substrat- und Reliefverhältnissen geprüft werden. Standortkomplexe werden durch den flächenmäßig vorherrschenden Typus der potentiell natürlichen Waldgesellschaft in der Karte dargestellt.

Lichte Bestandesstrukturen sind, wo sie nicht durch gezielten forstlichen Eingriff entstanden sind, meist ein Hinweis auf ungünstige, extreme Wuchsbedingungen. Sie können aber auch durch langandauernde Verhinderung der Verjüngung durch Vieh- und Wildverbiss entstanden sein, insbesondere auf von Haus aus mageren oder trockenen Substraten. Mit der Zeit breiten sich dann Pflanzen der Magerrasen und des Schneeheide-Kiefernwaldes aus, die andernorts echte edaphische und klimatische Trockenheit anzeigen. Bei Auftreten dieser Zeigerartengruppen ist daher stets zu fragen, ob standörtliche Gründe i. e. S. vorliegen oder ob anthropozoogene Auflichtung verantwortlich zu machen ist. Über die **Weidebelastung** geben die Nähe zu Lichtweiden und die Befragung von ortskundigen Rechtlern Aufschluss. Auch das Vorhandensein von Lägern bzw. typischen Lägerpflanzen weist auf Weidevieh hin, so dass der Störfaktor Waldweide meist herzuleiten ist. Weide bewirkt eine diffuse Vergrasung, oft mit untypischen Arten wie *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis* oder *Poa annua*. Außerdem profitieren Feuchtezeiger wie *Juncus effusus*, *Myosotis nemorosa* und *Carex remota* von der Oberbodenverdichtung („Kleinpseudogley“), so dass es leicht zu Fehleinschätzungen des Wasserhaushalts kommen kann. Schwieriger ist der Einfluss des **Wildes** abzuschätzen. Abgesehen von der Umgebung von Wildfütterungen, wo ähnliche Verhältnisse wie unter Viehweide herrschen, wirkt Schalenwildverbiss langfristig durch die

Selektion des Gehölzjungwuchses. Lokal hoher Rotwildbesatz macht sich in Fichtendickungen durch Schältschäden und ein nicht zu übersehendes Netz von Wechsellern bemerkbar. Ein guter Weiser für die Verbissintensität sind Spuren an „Leckerbissen“ unter den Pflanzen wie *Prenanthes purpurea*, Tanne, Bergahorn und Esche.

Von Natur aus lichte Bestände wird man nur im schroffen Relief erwarten. An Felshängen ist es das Fehlen von Feinerde, an Lawinhängen der Schnee, die eine Besiedelung durch Bäume verhindern. Lichte Entwicklungsstadien auf Erosionsflächen sind bevorzugt in eiszeitlichen Lockersedimenten zu erwarten und an der unvollkommenen Bodenentwicklung sowie dem deutlich stockenden Wachstum der Fichte zu erkennen. Schließlich kann eine Förderung der Fichte zu Ungunsten von Laubbaumarten – oft in Verbindung mit Nährstoffentzug und Verdichtung durch Weide – zu Veränderungen der Humusformen führen, die der Vegetation annähernd das Aussehen eines natürlichen Nadelwaldes gibt. In der montanen Stufe (bis ca. 1400 m schattseitig, ca. 1500 m sonnseitig) bleiben natürliche Nadelwaldgesellschaften auf Standorte beschränkt, die sich durch Wasserüberschuss, außergewöhnlich kühles Klima oder unreife Bodenentwicklung auszeichnen. Wo das Relief und die Untersuchung von Bodeneinschlägen keine Hinweise auf diese Faktoren geben, ist in der Montanstufe immer die Zuordnung zu entsprechenden

Tab. 5.1: Zustandsvegetation

Zustandsvegetation	Beschreibung
„Trockener Weidewald“ (wie kK1 oder kB1)	Rasenarten (<i>Carduus defloratus</i> , <i>Phyteuma orbiculare</i> , oft v. a. auch <i>Brachipodium pinnatum</i>) und Arten der Trocken-Kieferwälder (<i>Erica herbacea</i>) auf montanen Normalhängen ohne ersichtlichen Felshangcharakter
„Grasreicher, mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald“ (wie kB2)	Magerkeitszeiger (<i>Carex alba</i> , <i>Calamagrostis varia</i>) meist in Mischung mit betont Frische zeigenden Arten (<i>Petasites albus</i> , <i>Carex sylvatica</i> , <i>Galium odoratum</i> , <i>Polystichum lobatum</i>)
„Pseudo-Abietetum auf basenreichem Silikatstandort“ (wie sf4)	artenreiche Mischung aus zahlreichen Laub- und Nadelwaldarten bzw. vorherrschende Nadelwaldarten mit regelmäßigen Flecken anspruchsvoller Arten, keine Bodenvernässung, keine klimatische Ungunst
„Pseudo-Abietetum auf saurem Silikatstandort“ (wie Sf4)	starke Entwicklung von Sauermoos- und Heidelbeerdecken, im Boden jedoch keine deutliche Wechselfeuchte, keine klimatische Ungunst erkennbar
„Pseudo-Abietetum auf Karbonat-Standort“ (wie Tf4)	artenreiche Mischung mit zahlreichen Kalk- und Magerkeitszeigern, Laub- und Nadelwaldarten (letztere aspektbildend), Lehmrindzinen ohne mächtige Auflagehumusbildung
„Grauerlenbestände und Sumpfwiesen auf feuchten Standorten“ (wie Me9)	als Sukzessionsstadien nach Aufgabe von Streuwiesen und Weideflächen, sauerstoffreiche Gleye, ohne Anmoor oder Torfbildung
„Latschen- und Grünerlenbestände auf ehemaligen Almweiden“ (wie kk2, kk3, sp5)	un gepflegte Almböden bewalden sich oft über solche Initialstadien, von natürlichen Gebüschern durch das Fehlen von starkem Schneegleiten unterschieden
„Aufgelassene Mager- und Fettweiden, Hochgrasschlagflur“ (wie kp1, kp3, sp4)	Lahnerartige Grasbestände ohne Beeinflussung durch Lawinen
„Grauerlen-Hangwälder“ (z. T. wie Ae4)	auf Flysch-Hängen, meist aus Bepflanzung von Murkegeln und Böschungen entstanden
* „Himbeer-Schlagflur“	Himbeeren, Brombeeren auf gut umgesetztem Humus
* „Hainsimsen-Farn-Schlagflur“	Wald-Hainsimse, Bergfarn auf modrigem Humus
* „Vegetationsarme Bestände“	fehlender bis äußerst spärlicher Unterwuchs im Dickungs- bis Stangenholzalter auf wüchsigen Standorten
* „Frischer Weidewald“	walduntypische Weidezeiger (<i>Prunella vulgaris</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Agrostis tenuis</i>), örtlich Ansätze von Lägerfluren (<i>Senecio alpinus</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Veratrum album</i>), vielfach Trittsolen, bei Erholung bisweilen starke Entwicklung von Moosdecken (z. B. <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> , <i>Rhytidiadelphus loreus</i>)

Tab. 5.2: Substratgruppen

Ausgangsgesteinsgruppen	Eigenschaften	Beispiele aus dem Nationalpark Berchtesgaden
1. Karbonatgesteine großer Reinheit	Kalke und Dolomite, silikatarm, sehr gut gepuffert	
1.a. Kalke	CaCO ₃ -reich, vorw. chemisch durch Karstlösung verwitternd, widerständig	Dachstein-, Wetterstein-Kalk. Hauptgruppe B
1.b. Dolomite	MgCO ₃ -reich, vorw. durch physikalischen Zersatz verwitternd	Ramsaudolomit, Karnischer Dolomit. Hauptgruppen B, (E)
2. Silikatgesteine	reich an verlehenden silikatischen Schichtmineralien	
2.a. Mergelig-tonige Gesteine	Mischgesteine aus Kalzit (CaCO ₃) und feinklastischem Ton, rasch verwitternd, oft wasserstauend und rutschgefährdet, zu toniger Bodenart verwitternd, mäßig rasch versauernd	Kössener Schichten, Lias Fleckenmergel, Allgäuschichten. Hauptgruppe C
2.b. Sandig-grusige Gesteine	Kiesalkalke, Breccien, Konglomerate (Bindemittel SiO ₂ oder CaCO ₃), durch Lösung des Bindemittels und Zersatz rasch zu sandiger Bodenart verwitternd, meist rasch versauernd	Lias-Kieselkalk, Radiolarit, Dogger-Kieselkalk, Tauglbodenschichten. Hauptgruppe D
3. Lockergesteine	nicht verfestigte glazigene und periglaziale Sedimente (mineralogisch heterogene Sammelgruppe), leicht erodierbar	Fern- und Lokalmoränen, Schwemmkegel, fluvioglaziale Schotter, rezente Alluvionen, Staubeckensedimente. Hauptgruppe E
4. Moore	organogen, unter rezenten Feuchtebedingungen entstanden, i.d.R. vernäßt	Anmoor, Flach-, Übergangs- und Hochmoor. Hauptgruppe F

Einheiten des Bergmischwaldes angezeigt. Grundsätzlich sind in montanen Fichtenreinbeständen Substrat und Boden stets zu berücksichtigen.

Liegt eine spärliche (Dickungen) oder stark überprägte (Weidebereiche, Fichtenreinanbau, geräumter Windwurf, Schlagfläche) Zustandsvegetation vor, so ist das Netz der Bodeneinstiche auf 50 m zu verdichten. Häufig vorkommende Zustandsvegetationstypen sind in Tabelle 5.1 beschrieben:

Viele Zustandsvegetationstypen besitzen eine Artenkombination, die an anderen, meist extremeren Standorten eine sehr ähnliche Artenkombination aufweist. Deshalb sind solche Bestände stets sorgfältig auf Standortmerkmale zu prüfen. Von den mit * gekennzeichneten Vegetationstypen liegen keine Vegetationsaufnahmen vor, sie konnten deshalb nicht in Vegetationstabelle und Kartierschema aufgenommen werden. Auch auf solchen Flächen ist die Ansprache über Standortmerkmale besonders sorgfältig durchzuführen.

Benennung und Verschlüsselung der Einheiten

Im oberbayerischen Hochgebirge wurden bislang als Kurzform Buchstabenkürzel der Waldgesellschaften (lateinische Namen) in die Standortskarten eingetragen. Da diese Verschlüsselung wenig praxisnah ist, wurde, in Anlehnung an den im Flachland-Bayern üblichen Zifferncode, ein neuer dreistelliger Code entwickelt. Um die Besonderheiten der Gebirgskartierung klarzumachen und Missverständnissen vorzubeugen, werden Groß- und Kleinbuchstaben und lediglich für den Wasserhaushalt eine Zahl verwendet.

Beim **Substrat** werden zwei Hauptgruppen unterschieden: Auf Karbonatgesteinen (**k**, bei grobblockiger Ausprägung **K**) finden sich oft stark mosaikartige Bodengesellschaften der Rendzina-Terra fusca (-Tangelrendzina)-Reihe. „**K**“ signalisiert also freien Kalk im Wurzelraum. Auf Silikatgesteinen (**s**, bei nährstoffärmerer Ausprägung **S**)

herrschen m. o. w. tiefgründige, saure Böden der (Rancker-)Braunerde-Pseudogley(-Gley)-Reihe vor. Als Lockergestein (**L**) werden junge, rutschgefährdete Substrate (v. a. erodierte Hangschuttkegel, eiszeitliche Talverfüllungen) bezeichnet, auf denen sich erosionsbedingt kaum Böden bilden konnten. (Reife, stabile Bodenbildungen aus dieser Gruppe werden dagegen, je nach Kalkgehalt, **k** oder **s** zugeordnet). Bachbegleitende Sedimente werden durch **A**, Moore durch **M**, ohne Wasserüberschuss gebildete Tangelauflagen durch **T** verschlüsselt. **G** und **F** stehen für blankes Geröll und Fels. Im Gegensatz zur Flachlandkartierung wird also auf eine detaillierte Unterscheidung von Bodenarten verzichtet. Dafür werden im Substrat die Trophie und die Empfindlichkeit gegen Erosion und Humusschwund mitverschlüsselt.

Mit der natürlichen **Baumartenkombination** werden gleichzeitig, wiederum durch Verwendung von Groß- und Kleinbuchstaben, die **Höhenstufen** verschlüsselt. „**B**“ kann als Bergmischwald oder als „buchenreicher Bergmischwald“ gelesen werden. Die Abschwächung „**b**“ steht für hochmontane Bergmischwälder mit verminderter Wüchsigkeit der Buche. „**T**“ steht für bodenfeuchte Tannen-Fichtenwälder der Montanstufe. „**F**“ verschlüsselt subalpine Schlusswälder mit natürlicher Fichtenherrschaft. Dagegen bezeichnet „**f**“ montane Sonderstandorte, wo Fichte aufgrund von Lokalklima oder extremem Substrat vorherrscht. „**A**“ bezeichnet montane, nährstoffreiche Standorte mit bergahornreichen Edellaubwäldern der Schluchten, Schutthänge und Auen. Im tiefmontanen Bereich steht „**E**“ für feuchten (Schwarzerlen-)Eschenwald, in der Montanstufe „**e**“ für Grauerlen-Sumpfwälder. Montaner Reliktföhrenwald erhält „**K**“, subalpine Latschengebüsche „**k**“. Die Weidenarten alpischer Fluss- und Wildbachauen werden durch „**W**“ gekennzeichnet. Gehölzarme Pioniervegetation früher Sukzessionsstadien wird durch „**p**“ verschlüsselt.

Tab. 5.3: Höhenstufen

Höhenstufe		Schlussgesellschaft	Besondere Merkmale Begleitgesellschaften	T Jahr	T Januar	T Juli	Vegetationszeit Tage >5 °C	Niederschlag mm/Jahr
Nival ab 3200 m				< -5	< -10.7	< 1.5	< 50	?
Alpin ab 1800 m		Alpine Rasen	Schuttfleuren	-5- 2	-4.5	1.5- 10.1	50-140	1700-2900
Hoch- ab 1600 m	Subalpin	Latschengebüsch/ Lärchen- Zirbenwald	lückig, mit Rasen- und Zwergstraucharten	2- 3	-6.2- - 5.6	10.1- 11.3	140-150	1600-2600
Tief- ab 1400 m	Subalpin	Fichtenwald	häufig Latschengebüsche	3- 4	-5.6- 4.9	11.3- 15.5	150-160	1600-2100
Hoch- ab 1200 m	Montan	Buchen-Tannen- Fichtenwald	oft fichtenreich, farn-, hochstauden- oder grasreich (schneereich)	4- 5	-4.9- -4.3	12.5- 13.7	160-175	1400-2400
Mittel- ab 800 m	Montan	Buchen-Tannen- Fichtenwald		5- 6.9	-4.3- 3.1	13.7- 16	175-200	1100-2400
Tief- ab 500 m	Montan	Tannen- Buchenwald	meist fichtenarm, Vorkommen submontaner Baumarten	6.9- 8.4	-3.1- -2.1	16- 17.8	200-215	1100-2200
Submontan		Buchenwald	mit Eiche (nicht im Nationalpark Berchtesgaden)	> 8.4	> -2.1	> 17.8	> 215	1100-1600

Tab. 5.4: Beschreibung der Grenzen zwischen den Höhenstufen

Art der Grenze	Merkmale	Sonnhang	Schatthang
Grenze montan-hochmontan	nachlassende Wuchs- und Verjüngungskraft, stauden- und farnreiche Bodenvegetation, stumme Zeugen für Schneedynamik, bindige Böden fast stets hydromorph	1250 m (+/- 100 m)	1150 m (+/- 100 m)
Grenze hochmontan-subalpin	Ausfallen der Buche, säulenförmige Hochlagenformen der Fichte, Rottenstrukturen	1450 m (+/- 100 m)	1350 m (+/- 100 m)

Die Kartierung der Höhenstufen erfolgt durch Ansprache der Bodenvegetation, der Mischung und Wuchsform der Baumschicht. Da zwischen Meereshöhe und Mitteltemperatur ein in den ganzen Bayerischen Alpen gültiger annähernd linearer Zusammenhang besteht, sollten die kartierten Höhenstufengrenzen nicht um mehr als 100 m von den empirisch bekannten abweichen. Lassen Bestand und Vegetation keine eindeutige Aussage zu, so haben diese Vorrang! Expositionsunterschiede im Wärmegenuss und Geländeform sind zu berücksichtigen. Ausgesetzte Gipfel und Grate geringer Massenerhebung besitzen ein vergleichsweise rauhes Klima. An ihnen liegen Höhenstufengrenzen daher i. d. R. niedriger als an den Hängen höherer Bergstöcke.

Der **Wasserhaushalt** wird in enger Anlehnung an den Code des Flachlandes zwischen 1 und 9 verschlüsselt. Trocken (1) bleibt extrem flachgründigen Steilhängen vorbehalten. Mäßig trocken (2) wird für flachgründige Karbonatverwitterungsböden (meist Sonnhang, mattwüchsig) verwendet, die im Gebirge oft eine Tendenz zur Wechsel trockenheit besitzen. Bezeichnend ist, dass montan das Nadelholz hier der Buche kaum vorwüchsig ist. Mäßig frisch (3) ist bei mittelgründig-steinigen und auch bei flachgründig-spaltenfrischen Standorten (Schatthänge auf Kalk) anzuwenden. Im Bergmischwald

erreichen Nadelbäume bei diesem Wasserhaushalt bereits deutlich größere Höhen als die Buche. Als frisch bis sehr frisch (4) werden tiefgründig verlehmt Böden verschlüsselt, die nicht selten bereits schwache Hangfeuchte Merkmale aufweisen. Deutlich hangfeuchte (hochmontan insbesondere frühjahrsfeuchte), aber gut durchwurzelbare, tiefgründige Böden erhalten Ziffer 5. Bei der Verwendung der Ziffern 6–9 (Stufen mit Wasserüberschuss) ergeben sich gewisse gebirgsspezifische Abwandlungen. Ziffer 6 (wechsellustig) steht für unreife, flachgründige Böden mit einem Wechsel zwischen Durchsickerung und starker Austrocknung. Ziffer 7 (schwach wechselfeucht) wird nicht verwendet, hangwechselfeuchte Böden werden der Ziffer 5 zugeschlagen. Ziffer 8 wird – abweichend vom Flachland – für ausgeprägt feuchte Gleyböden (bevorzugt Tannenstandorte, wüchsig) verwendet. Die Einschränkung für die Durchwurzelbarkeit für die Fichte wird hier an geworfenen Exemplaren (Windwurf nicht selten im geschlossenen Bestand) deutlich: Ein sehr flachstreichendes Wurzelsystem mit nur wenigen Senkern bildet brettartige Wurzelteller. 9 steht für nasse Böden (Anmoore, Nassgleye, Niedermoore), die zusätzlich eine deutliche Hemmung des Baumwachstums bedingen.

Als Einzelsignaturen werden bei deutlicher Ausprägung Rutschungen und ihre Anrissgebiete als Pfeile, betont hangfeuchte, kleinflächige Partien im Bereich der Wasserhaushaltsstufen 4 und 5 durch Kringel, Nassgallen und Quellaustritte durch einen Punkt, anstehende Felsrippen und Blockmaterial innerhalb von Schlusswäldern durch Quadrate eingetragen. Herrschen entsprechende Bedingungen auf auskartierbaren Flächen vor (z. B. Einheiten Lp2, Me9, kK1/kB1, sB3, Lp6), erübrigen sich die Sondersignaturen.“

Ausgehend von diesen vorgestellten Grundsätzen der vegetationsgestützten Standortkartierung und von den flächendeckenden Kartierungen im Nationalpark (Geologie, Substrate, Vegetation, Color-Infra-Rot (CIR) Typen) sowie den klimatischen Parametern, flächendeckend abgeleitet aus dem Netz der nationalparkeigenen Klimastationen (Jahrestemperatur, Januar-, Mai- und Julitemperatur, Minimumtemperatur im Mai, Frostgefährdung, Länge der Vegetationsperiode, direkte Sonneneinstrahlung mit Berücksichtigung der Horizontabschattung in der Vegetationsperiode, Jahresniederschlag, Niederschlag im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr, thermische und hygri-sche Kontinentalität), konnte die Standortkarte mit Hilfe des vorhandenen Geographischen Informationssystems erstellt werden.

5.2 Erstellung der Standortkarte mit dem Geographischen Informationssystem (GIS)

Die einzelnen Schritte, die zu der Standortkarte geführt haben, werden kurz aufgezählt und erläutert.

a) Alle flächendeckenden Kartierungen scheiden mehr oder weniger homogenen Flächen bzw. Polygone aus, die den jeweiligen spezifischen Fachkriterien entsprechen. Jeder Fläche werden eine oder mehrere spezifische Eigenschaften zugeordnet. So sind den Polygonen der geologischen Grundkarte die im Gelände angesprochene geologische Schicht, den Polygonen der Substratkarte die Substratgruppe (und ihre jeweiligen spezifischen Eigenschaften wie Substrat, Auflage, Bodenart, Skelettgehalt, Humusgehalt, Säure- und Podsolierungsgrad), den Flächen der Vegetationskartierung die entsprechende Pflanzengesellschaft und den Polygonen der CIR-Typenkartierung der nach den Kriterien der Fernerkundung angesprochene CIR-Typ zugeordnet.

Die geographischen Informationssysteme erlauben ein übereinander Legen von vielen fachspezifischen digitalen Karten und die Zusammenführung aller Informationen, die diese Karten enthalten. Dieser Schritt wird als Verschneidung (Intersection) bezeichnet.

Im konkreten Fall enthält die geologische Grundkarte für die Fläche des Nationalparks (LANGENSCHIEDT, E. & OTHOLT, D. 1998) 1.747 Polygone, die Substratkarte (FREYER, K. 1986, 1988) 11.050 Polygone, die Vegetationskarte (STORCH, M. 1995) 22.143 Polygone und die CIR-Typen Karte (KIAS, U. et al. 1999) 7.081 Polygone. Durch ihre Verschneidung entsteht eine neue Karte (STE-cover) mit rund 112.000 Polygonen, die mit allen

Eigenschaften der vier Ausgangskarten charakterisiert sind.

b) Für alle orographischen und klimatischen Kennwerte (Kap. 2) wurden Mittelwerte für die Polygone des STE-covers berechnet und als neue Variablen dem STE-cover hinzugefügt.

c) Aus der Zuordnung der Pflanzengesellschaften zu möglichen Standorttypen (Tabelle 4.1) wurde mit den sichersten Zuordnungen (relativ natürliche Waldgesellschaften und eindeutige Zuordnungen) begonnen, wobei die klimatischen Höhenstufen und die Substrate als zusätzliche Absicherungen verwendet wurden. In einem zweiten Schritt wurden die restlichen Waldgesellschaften zugewiesen und anhand einer Diskriminanzanalyse eine erste Absicherung vorgenommen. In einem dritten Schritt wurden die jetzigen Nicht-Waldgesellschaften der Waldstufe nach den benachbarten Waldgesellschaften und unter Berücksichtigung der Substrate, der Höhenstufe und Orographie, der CIR-Typen und der klimatischen Parameter Standorttypen zugeordnet. Diese Zuordnung wurde zusammen mit den vorherigen nochmals über Diskriminanzanalysen verbessert und abgesichert.

Die mittlere Treffsicherheit der durch Diskriminanzanalysen erzielten Zuordnung der Polygone zu Standorttypen ist:

für die zonalen Standorttypen der tief- und mittelmontanen Höhenstufe 98 %,

für die zonalen Standorttypen der hochmontanen Höhenstufe 94 %,

für die zonalen Standorttypen der subalpinen Höhenstufe 96 %,

für die azonalen Standorttypen der Feuchtstandorte 98 % und

für die azonalen Standorttypen der substratbedingten Sonderstandorte 92 %.

Mit diesen Trefferquoten sind zwar im Einzelfall noch Fehlzuordnungen nicht auszuschließen, im Allgemeinen darf die Zuordnung jedoch als gut bewertet werden und stellt für die meisten anwendungsorientierten Zwecke eine gute Grundlage dar.

Abweichend von der Arbeit von EWALD (1996, 1998) wurden 2 neue (provisorische) Standorttypen für die Lärchen-Zirbenwälder gebildet. Diese können (sollten) in Zukunft über entsprechende Vegetationsaufnahmen von Vegetationskundlern abgesichert werden. Da es sich hier ausschließlich um Hochlagenbestände handelt, die in der Kernzone des Nationalparks liegen, sind sie keinen menschlichen Eingriffen ausgesetzt (und beeinträchtigen in keiner Weise die planerischen Inhalte des zukünftigen Waldplans). Für die alpinen Matten wurde die gleiche Codierung wie für die Lahnertypen gewählt; sie können jedoch anhand der Höhenstufe voneinander unterschieden werden.

Die Standorttypen sind sowohl als Übersichtskarte (Maßstab 1:25.000) als auch als Kartenblätter (Maßstab 1:10.000) dargestellt (Karte 25).

Die Farbenwahl bei der Darstellung der Standorttypen folgte im Grundsatz dem Vorschlag von SEIBERT (1997)

für Vegetationskarten. Da jedoch der Nationalpark Berchtesgaden ein sehr kleines Gebiet, gegenüber den Flächen von Kontinentgröße auf die sich SEIBERT (1997) bezieht, darstellt, wurde das Farbspektrum von

rot über gelb und braun bis blau auf die Variation der Standorttypen im Nationalpark (nach Höhenstufen und Wasserhaushaltstufen) abgestimmt. In Tabelle 5.5 ist die Standorttypen-Gliederung wiedergegeben.

Tab. 5.5: Gliederung der Standorttypen im Nationalpark Berchtesgaden

StT Nr	StT Code	Standorttypen und ihre (Wald)-Gesellschaften
Tief- und Mittelmontaner Schlusswald		
1	kB2	Mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald (<i>AFc, Aposerido-Fagetum caricetosum albae</i>)
2	kB3	Mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald (<i>AFt, Aposerido-Fagetum typicum</i>)
3	sB4	Frischer (bis sehr frischer) Silikat-Mull-Bergmischwald (<i>GFt, Galio-Fagetum adenostyletosum</i>)
4	SB4	Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald (<i>LFt, Luzulo-Fagetum oxalidetosum</i>)
Hochmontaner Schlusswald		
5	kb3	Mäßig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald (<i>AFf, Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae</i>)
6	kb4	Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald (<i>AFa, Aposerido-Fagetum adenostyletosum</i>)
7	sb5	Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald (<i>GFa, Galio-Fagetum adenostyletosum</i>)
8	Sb5	Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald (<i>LFa, Luzulo-Fagetum adenostyletosum</i>)
Subalpiner Schlusswald		
9	kF2	Mäßig trockener subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald (<i>APs, Adenostyle glabrae-Piceetum caricetosum sempervirentis</i>)
10	kF3	Mäßig frischer subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald (<i>APf, Adenostyle glabrae-Piceetum caricetosum ferrugineae</i>)
11	TF3	Subalpiner Block-(Lärchen)-Fichtenwald (<i>API, Adenostyle glabrae-Piceetum lycopodietosum</i>)
12	SF5	Frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald (<i>HPT, Homogyno-Piceetum typicum</i>)
13	kZ2	Trockener Lärchen-Zirbenwald *) (<i>Rhododendro-Pinetum mughi ericetosum, Pinus cembra</i> <i>Ausb.</i>)
14	kZ3	Frischer Lärchen-Zirbenwald *) (<i>Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum, Pinus cembra</i> <i>Ausb.</i>)
Feuchtstandorte		
15	sE8	Feuchter Erlen-Eschenwald (<i>CFr, Carici remote-Fraxinetum equisetetosum telmateje</i>)
16	sT8	Feuchter nährstoffreicher Fichten-Tannenwald (<i>GAe, Galio Abietetum equisetetosum</i>)
17	Sf8	Feuchter nährstoffarmer montaner Silikat-Fichtenwald (<i>Hps, Homogyno-Piceetum sphagnetosum</i>)
18	Me9	Nasser Erlen-Fichtenwald (<i>CA, Carici remote-Alnetum incanae</i>)
19	MF9	Moorrand-Fichtenwald (<i>BP, Bazanio-Piceetum</i>)
20	Mk9	Hochmoor-Latschengebüsch (<i>PSp, Pino-Sphagnetum mughi</i>)
21	kp9	Quellmoor *) (<i>Cd, Caricetum davalliana</i>)
22	Mp9	Moor/Sumpf *)
Reliefbedingte Sonderstandorte		
23	kB1	Felshang-Bergmischwald (<i>SF, Seslerio-Fagetum</i>)
24	AA4	Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter (<i>WFd, Carex alba-Picea abies</i> <i>Ges., Deschampsia-Ausbildung</i>)
25	KA3	Blockschutt-Edellaubwald (<i>UAp, Ulmo-Aceretum phyllitidetosum</i>)
26	kA5	Hangfuß-Edellaubwald (<i>UAI, Ulmo-Aceretum lysimachietosum</i>)
27	Af2	Mäßig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter (<i>WFt, Carex alba-Picea abies</i> <i>Ges., Erica-Ausbildung</i>)
28	kf3	Block-(Lärchen)-Fichtenwald (<i>AsP, Asplenio-Piceetum</i>)
29	Tf2	Felsgrad-Nadelmischwald (<i>PAF, Adenostylo glabrae Abietetum, Grad-Ausbildung</i>)
30	Sf4	Kaltluftbeeinflusster nährstoffarmer Silikat-Nadelmischwald (<i>LA, Luzulo-Abietetum athirietosum</i>)
31	sf4	Kaltluftbeeinflusster nährstoffreicher Silikat-Nadelmischwald (<i>GAt, Galio-Abietetum typicum</i>)
33	AW2	Mäßig trockenes Weidengebüsch der Schotterau (DSG, <i>Dryas-Salix-Ges. / Salici-Myricarietum</i>)
34	Ae4	Frischer Grauerlenauwald der feinerdereichen Aue (<i>Ai, Alnetum incanae</i>)
35	kk2	Trockenes Latschengebüsch (<i>RPe, Rhododendro-Pinetum mughi ericetosum</i>)
36	kk3	Frisches Latschengebüsch (<i>RPs, Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum</i>)
37	Sk5	Feuchtes Latschengebüsch (<i>RPs, Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum</i>)
38	kp4	Grünerlungebüsch (<i>Av, Alnetum viridis</i>)
40	kp1	Trockener Karbonat-Lahner/Trockene alpine Karbonat-Matten*) (<i>LaS, Laserpitio-Seslerietum</i>)
41	kp3	Frischer Karbonat-Lahner / Frische alpine Karbonat-Matten *) (<i>LaC, Laserpitio-Calamagrostietum</i>)
42	sp4	Frischer Silikat-Lahner / Frische alpine Silikat-Matten *) (<i>VDG, Vicia sylvatica-Dactylis glomerata</i> <i>Gesellschaft</i>)
43	Lp2	Sukzession auf Lockersediment (<i>Pp, Petasition paradoxi, Schuttfluren</i>)
44	Gp1	Geröll
45	Fp1	Fels

*) Nicht im System von Ewald (1997, 1998) enthalten

6 Die Charakterisierung der Standorttypen

Für jeden der in Abschnitt 5 ausgewiesenen Standorttypen wird eine Charakterisierung anhand von ausgewählten Parametern in graphischer Form erstellt.

In dem oberen Feld, das auf jeder Seite der Charakterisierung wiederholt wird, ist neben der laufenden Zahl und dem Code, der deutsche Name des Standorttyps und die (potentielle) natürliche (Wald-)Gesellschaft nach EWALD (1997) angegeben. Es folgt die Fläche, auf der die Gesellschaft im Nationalpark verbreitet ist und die Anzahl der Waldinventurpunkte, die in ihr enthalten sind. Die erste Reihe von Graphiken ist den Geländeparametern vorbehalten und verweist auf die bevorzugte Höhenstufe bzw. Höhengspreitung, die Expositionen und Neigungsstufen, auf denen der Standorttyp vorkommt. Es folgen in den nächsten zwei Reihen die klimatischen Parameter: potentielle Strahlung in der Vegetationsperiode, Temperaturangaben (Jahr-, Januar-, Mai-, Juli-Mitteltemperatur, Minimum-Temperatur im Mai), Niederschlagswerte (Jahressumme und Summe der Niederschläge im Sommerhalbjahr), Starkwindgeschwindigkeit, Starkwindhäufigkeit und die Spätfrostgefährdung bewertet anhand der mittleren Temperatur im Mai und der Minimum-Temperatur im Mai. In der letzten Reihe der ersten Seite werden die geologischen Haupt-

gruppen, die Substratgruppen sowie die entsprechenden Bodentypen dargestellt. Die substratbezogenen Parameter werden auf Seite 2 mit der Gründigkeit der Substrate, der Mächtigkeit der Auflagen, der Tiefe gesamt (Auflage plus Substrat) und dem Skelett- und Humusgehalt der Substrate fortgesetzt. Es folgt die Verbreitung der Pflanzengesellschaften in der Zusammenfassung von SEIDENSCHWARZ. Es folgen in den letzten beiden Reihen der zweiten Seite einige Parameter aus der Waldinventur bzw. aus der aktuellen Waldvegetation: Die Flächenanteile und die Vorräte nach Mischungsformen, das Höhe/Durchmesser (H/D) Verhältnis für die Fichte um das Bruch- und Wurfrisiko durch Wind bewerten zu können und die aktuelle Baumartenzusammensetzung nach Mischungsformen. Es folgen (letzte zwei Graphiken der 2. Seite) für die Hauptbaumarten die Höhenentwicklung über dem Alter, um eine Einschätzung der Bonität der Baumarten auf dem Standort zu erlauben.

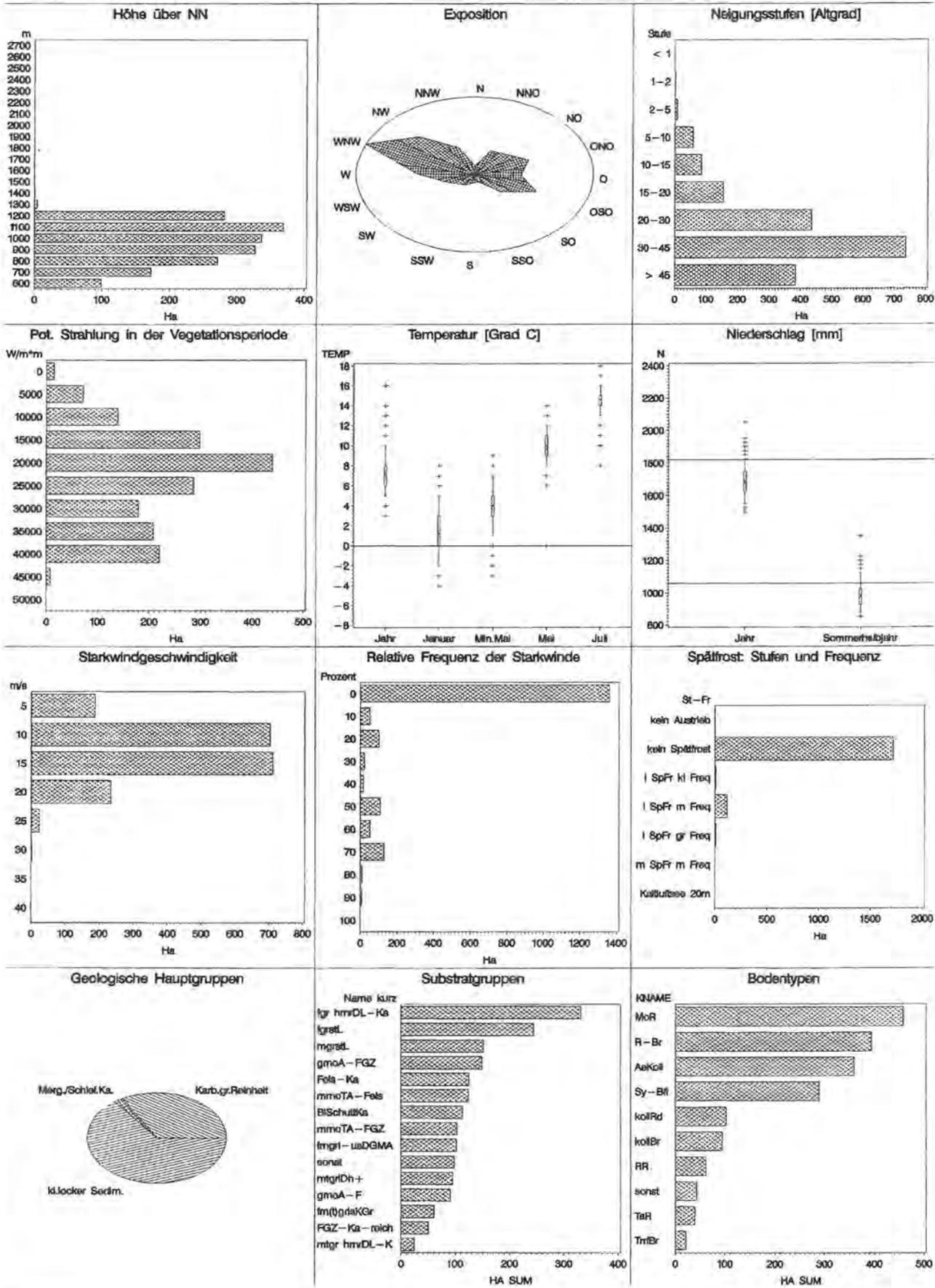
Um das Lesen und Interpretieren dieser Graphiken zu erleichtern, sind für die nichtnumerischen Werte Legenden als lose Blätter (siehe Anhang) mit den verwendeten Abkürzungen erstellt worden.

Es folgen drei zusammenfassende Tabellen für die Standorttypen und die Substratgruppen sowie die summarische Charakterisierung der Standorttypen und die Beurteilung der Naturnähe der aktuellen Vegetation (Tabellen 6.1, 6.2 und 6.3).

1. kB2 (KB2): Mässig trockener Karbonat-Bergmischwald
 AFc, Aposerido-Fagetum caricetosum albae

Fläche: 1862.64 ha

Inventurpunkte: 872 davon 771 Punkte mit Baumbestand

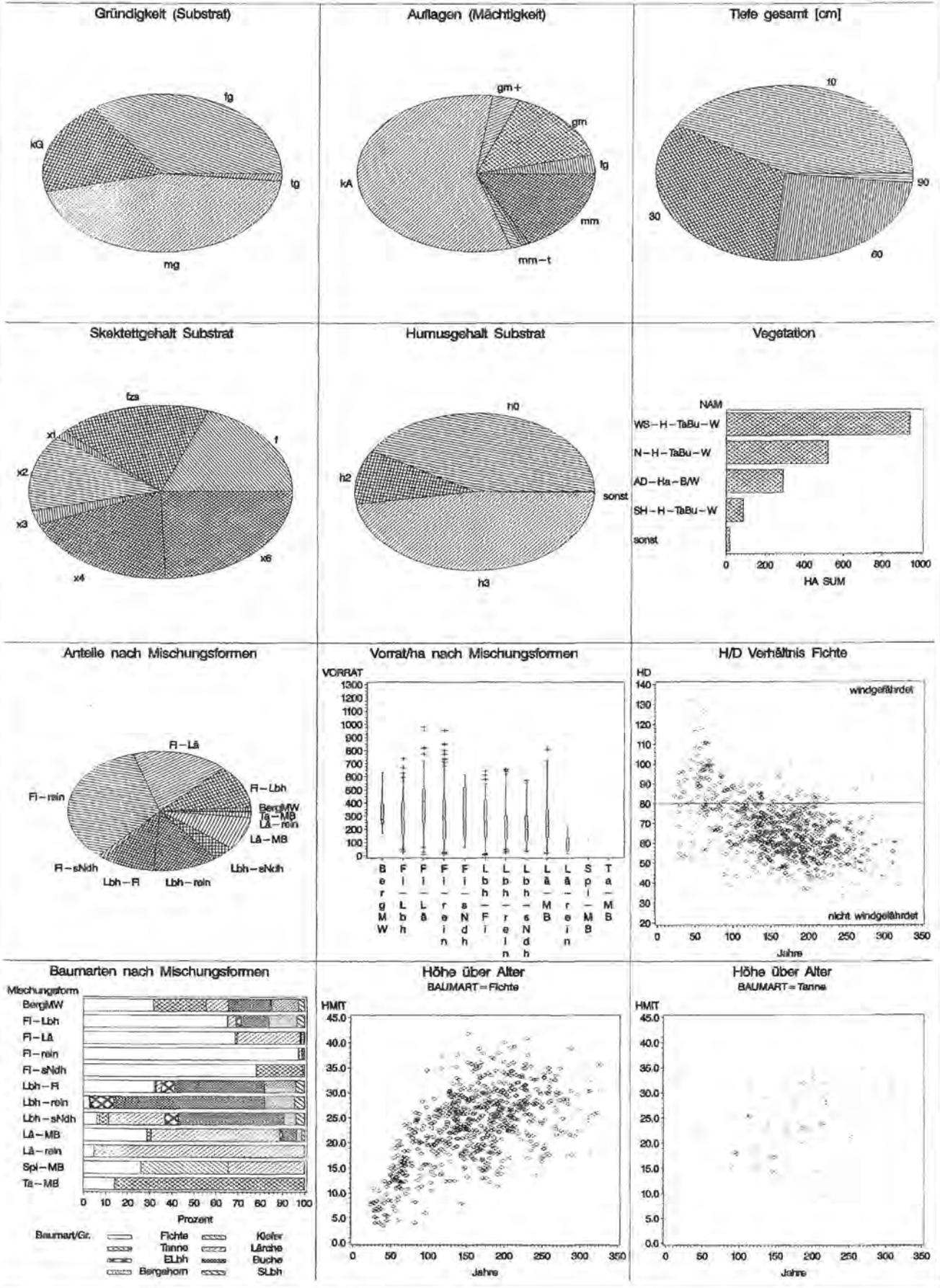


1. kB2 (KB2): Mässig trockener Karbonat-Bergmischwald

AfC, Aposerido-Fagetum caricetosum albae

Fläche: 1862.64 ha

Inventurpunkte: 872 davon 771 Punkte mit Baumbestand

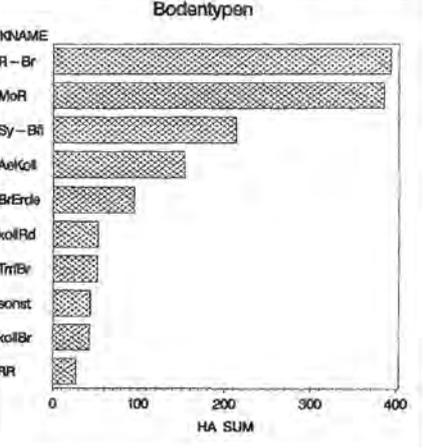
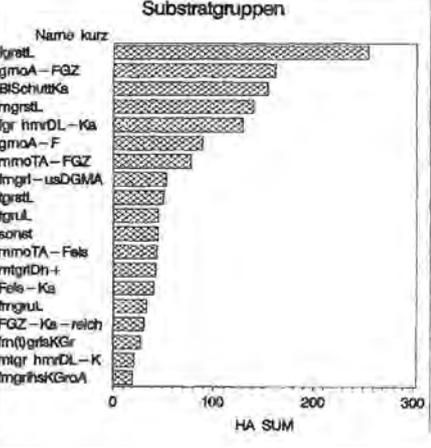
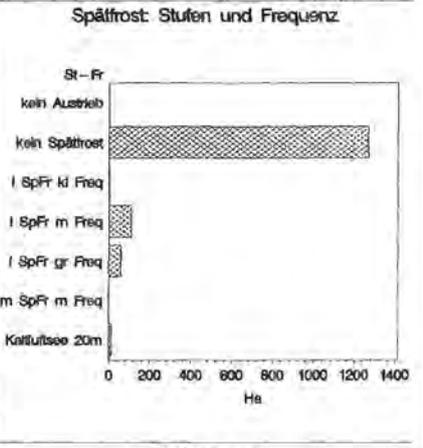
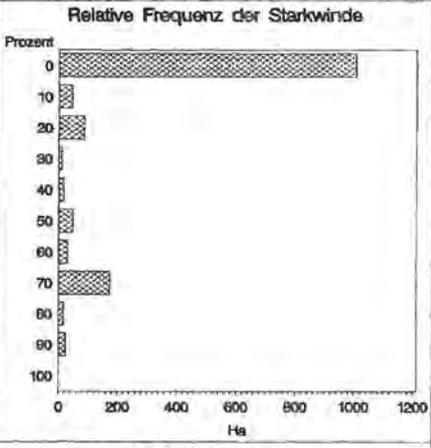
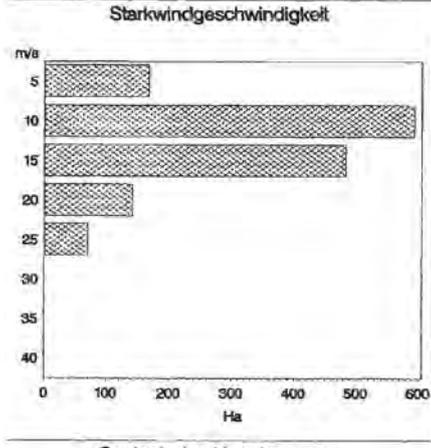
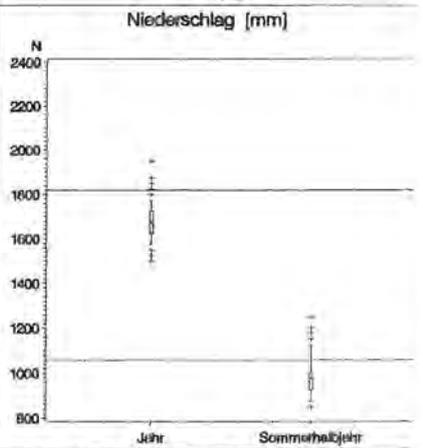
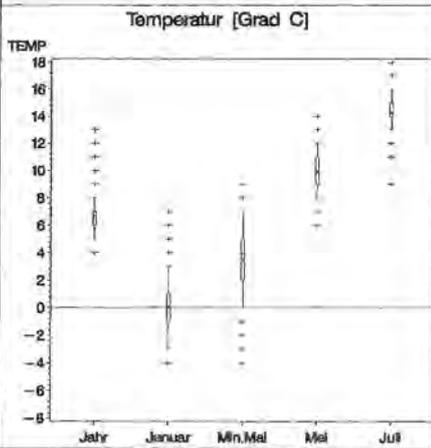
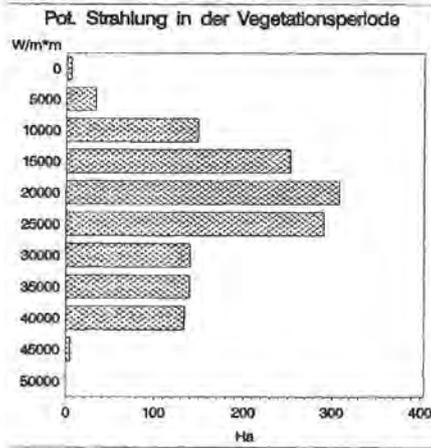
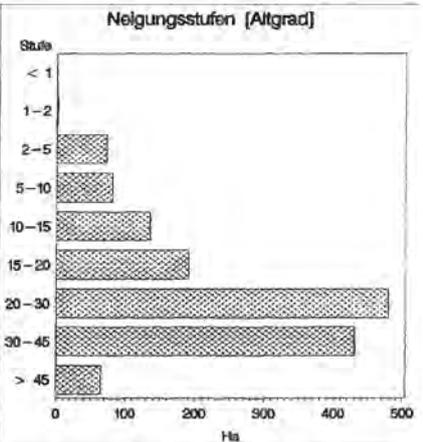
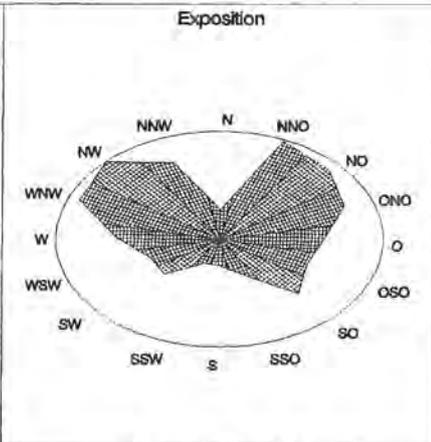
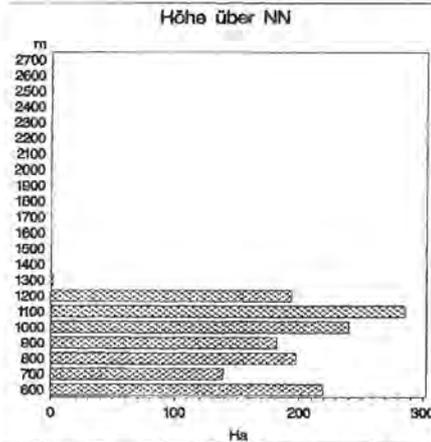


2. kB3 (KB3): Mässig frischer Karbonat-Bergmischwald

AFt, Aposerido-Fagetum typicum

Fläche: 1458.16 ha

Inventorypunkte: 684 davon 636 Punkte mit Baumbestand

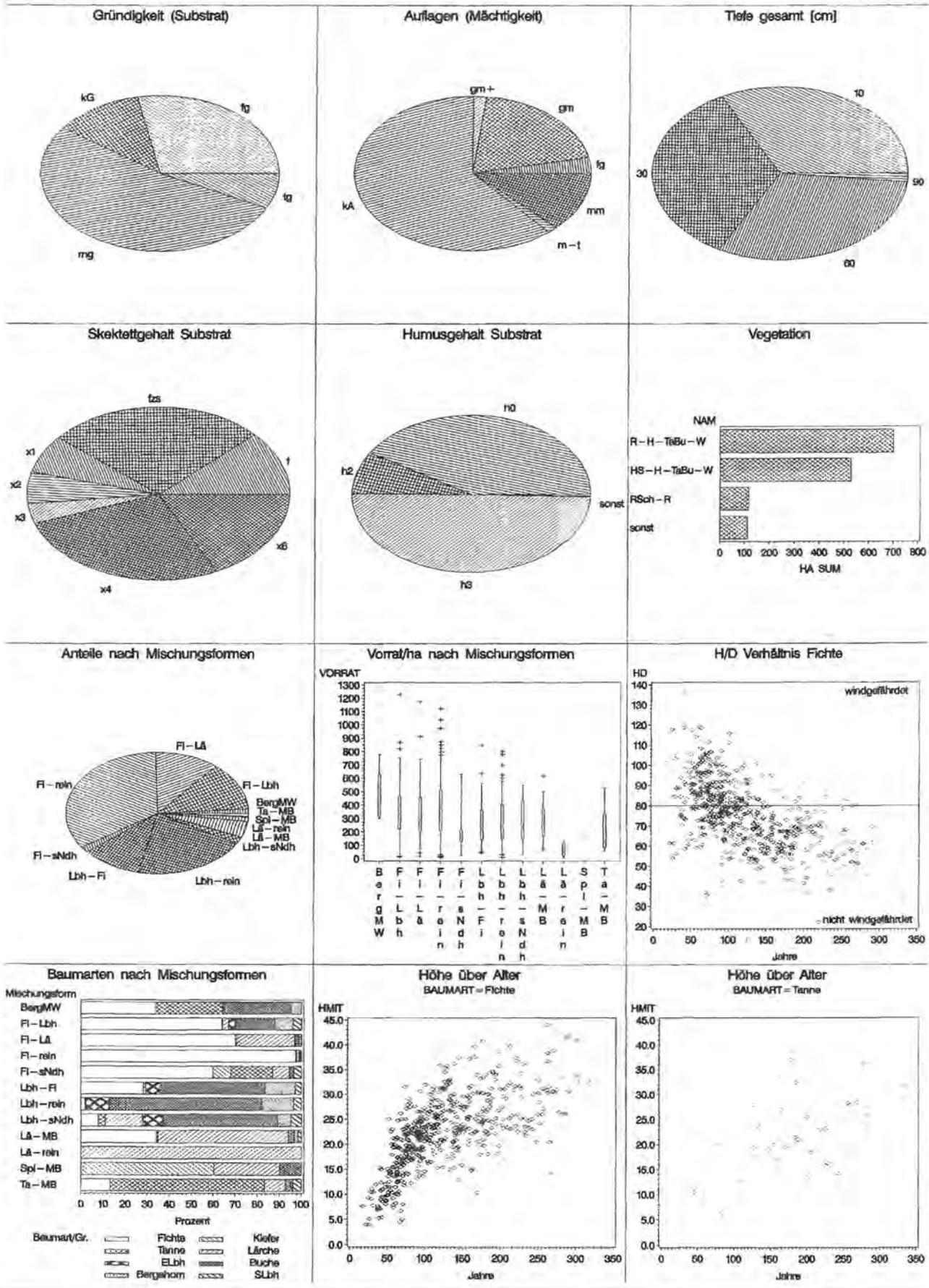


2. kB3 (KB3): Mässig frischer Karbonat-Bergmischwald

Af, Aposerido-Fagetum typicum

Fläche: 1458.16 ha

Inventorypunkte: 684 davon 636 Punkte mit Baumbestand

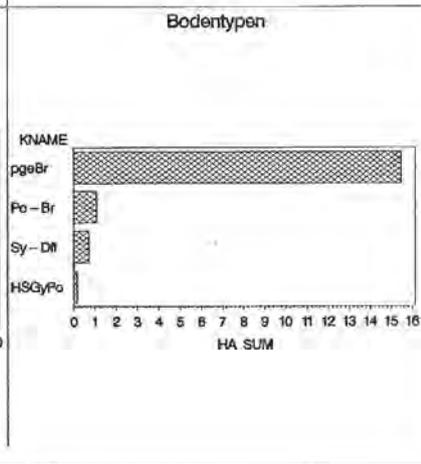
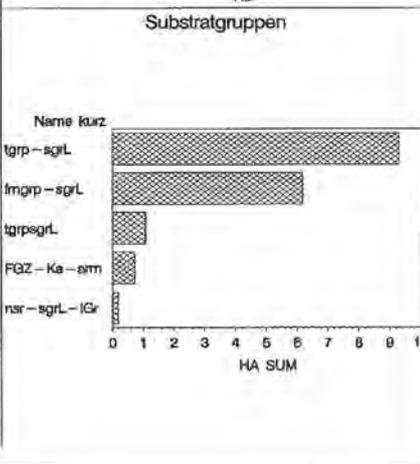
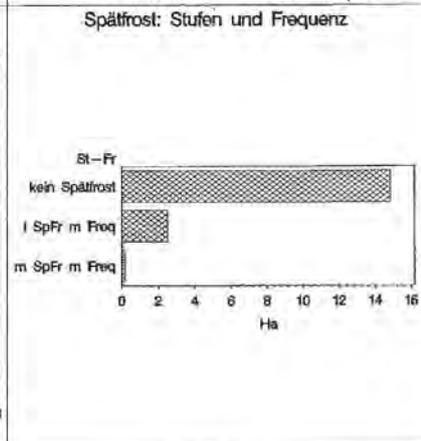
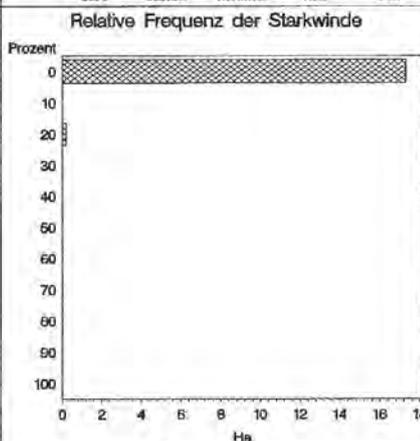
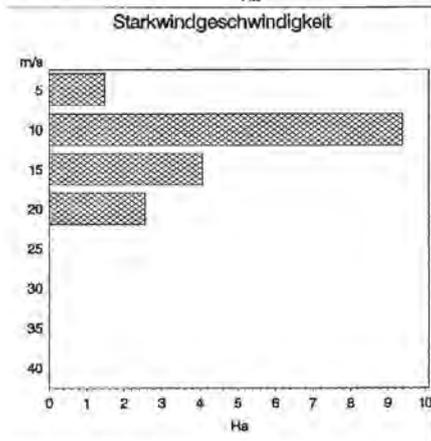
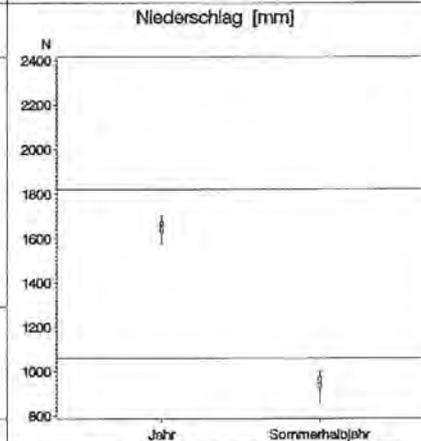
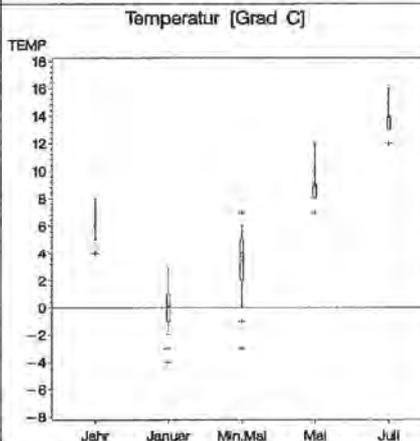
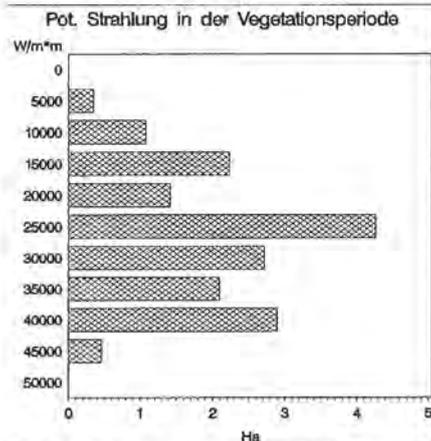
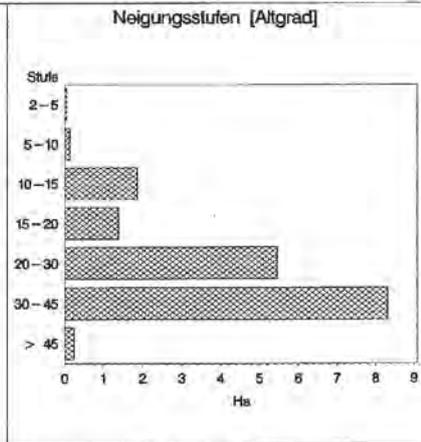
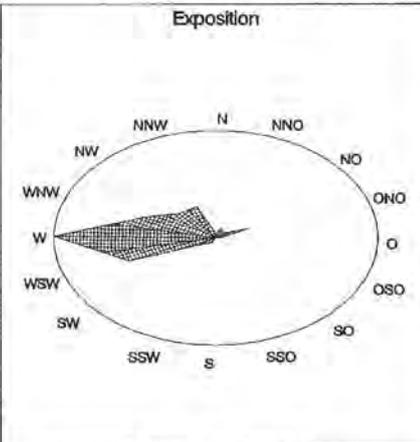
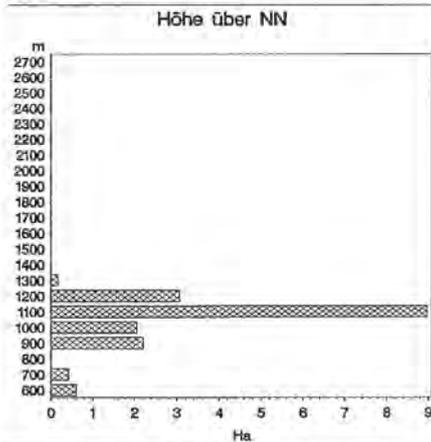


3. sB4 (sB5): Frischer (bis sehr frischer) Silikat-Mull-Bergmischwald

GfT, Galio-Fagetum polytrichetosum

Fläche: 17.49 ha

Inventurpunkte: 8 davon 7 Punkte mit Baumbestand

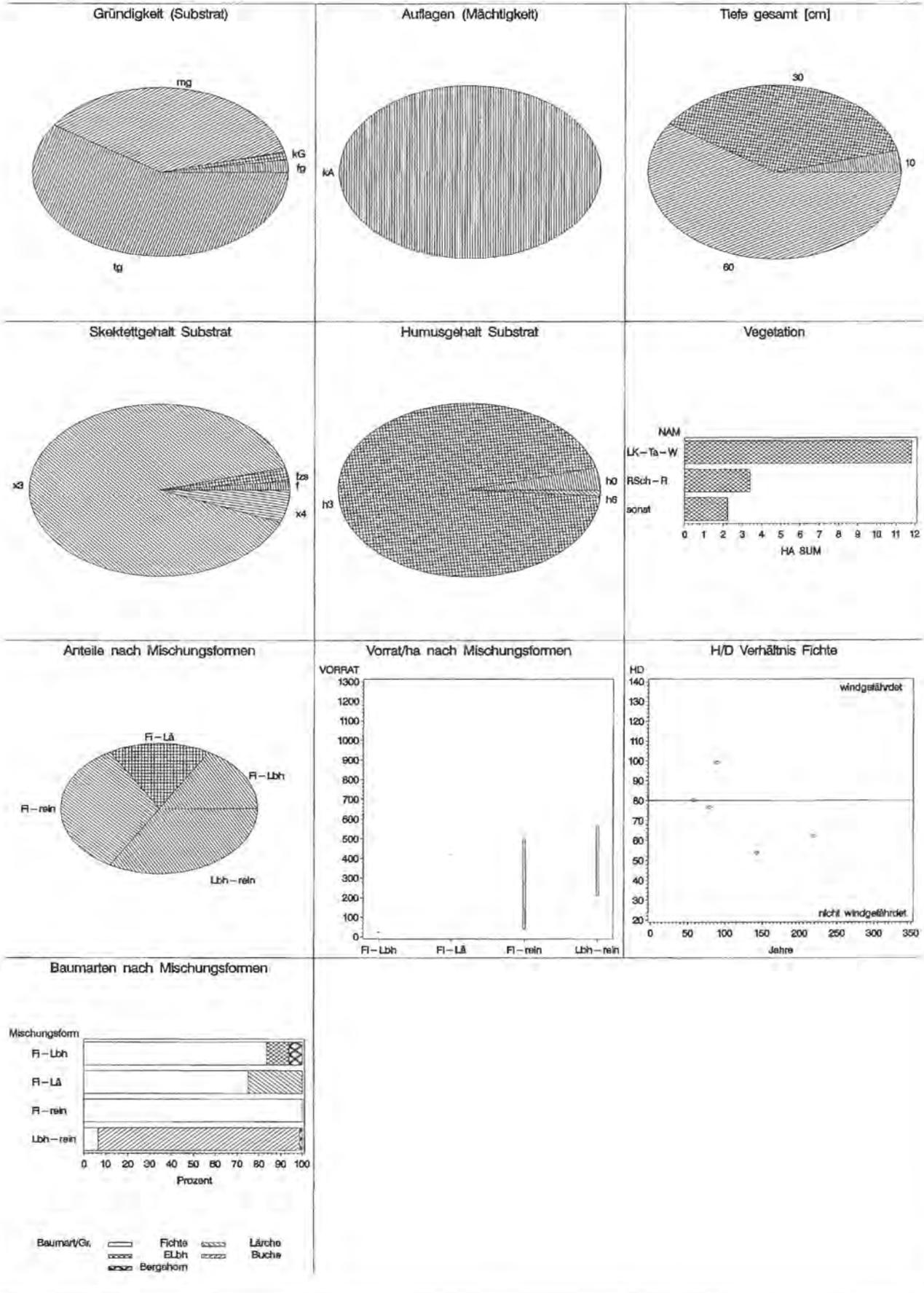


3. sB4 (sB5): Frischer (bis sehr frischer) Silikat-Mull-Bergmischwald

GfT, Galio-Fagetum polytrichetosum

Fläche: 17.49 ha

Inventurpunkte: 8 davon 7 Punkte mit Baumbestand

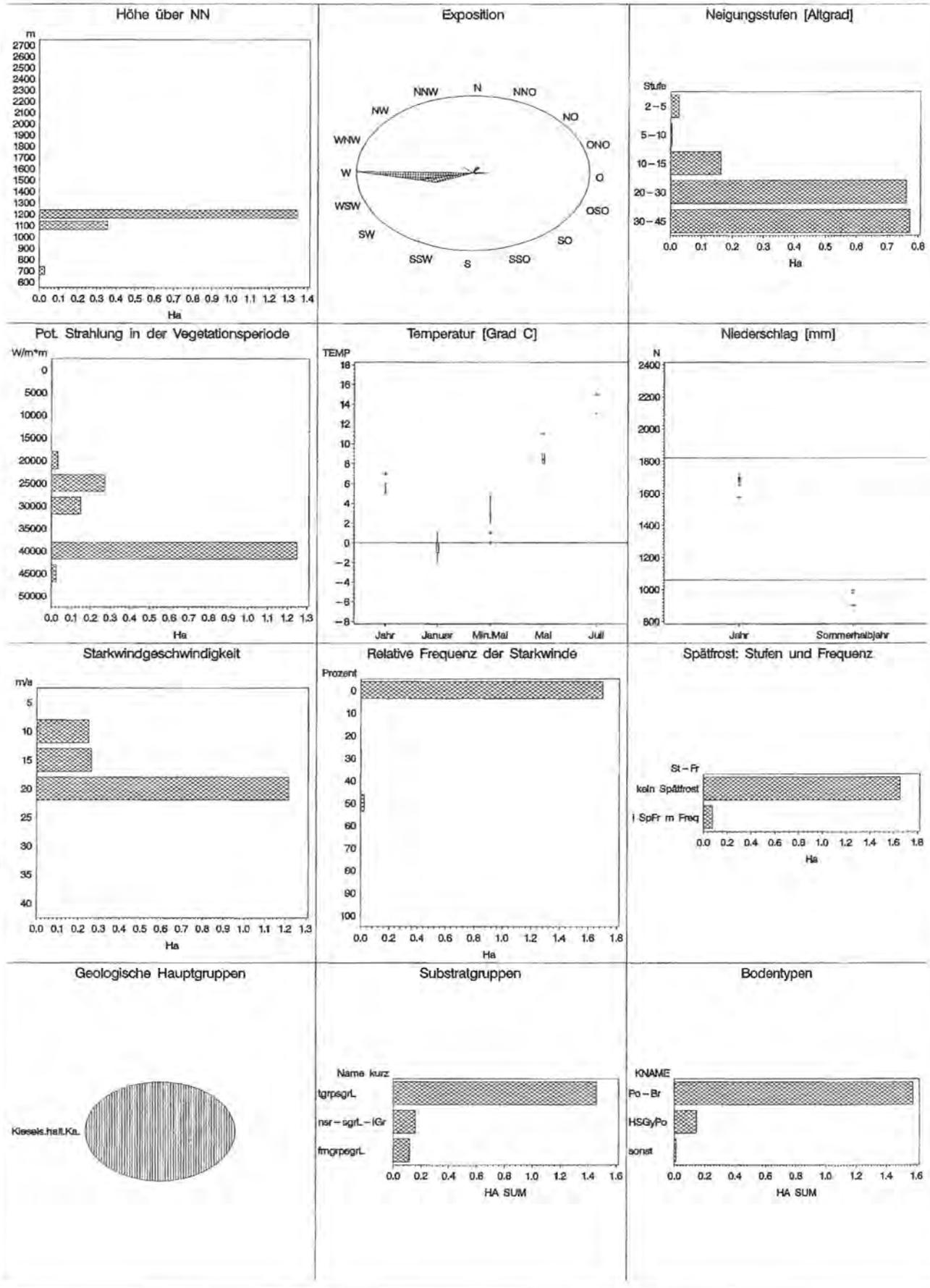


4. SB4: Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald

Lf_t, Luzulo-Fagetum oxalidetosum

Fläche: 1.73 ha

Inventurpunkte: 1 davon 1 Punkte mit Baumbestand

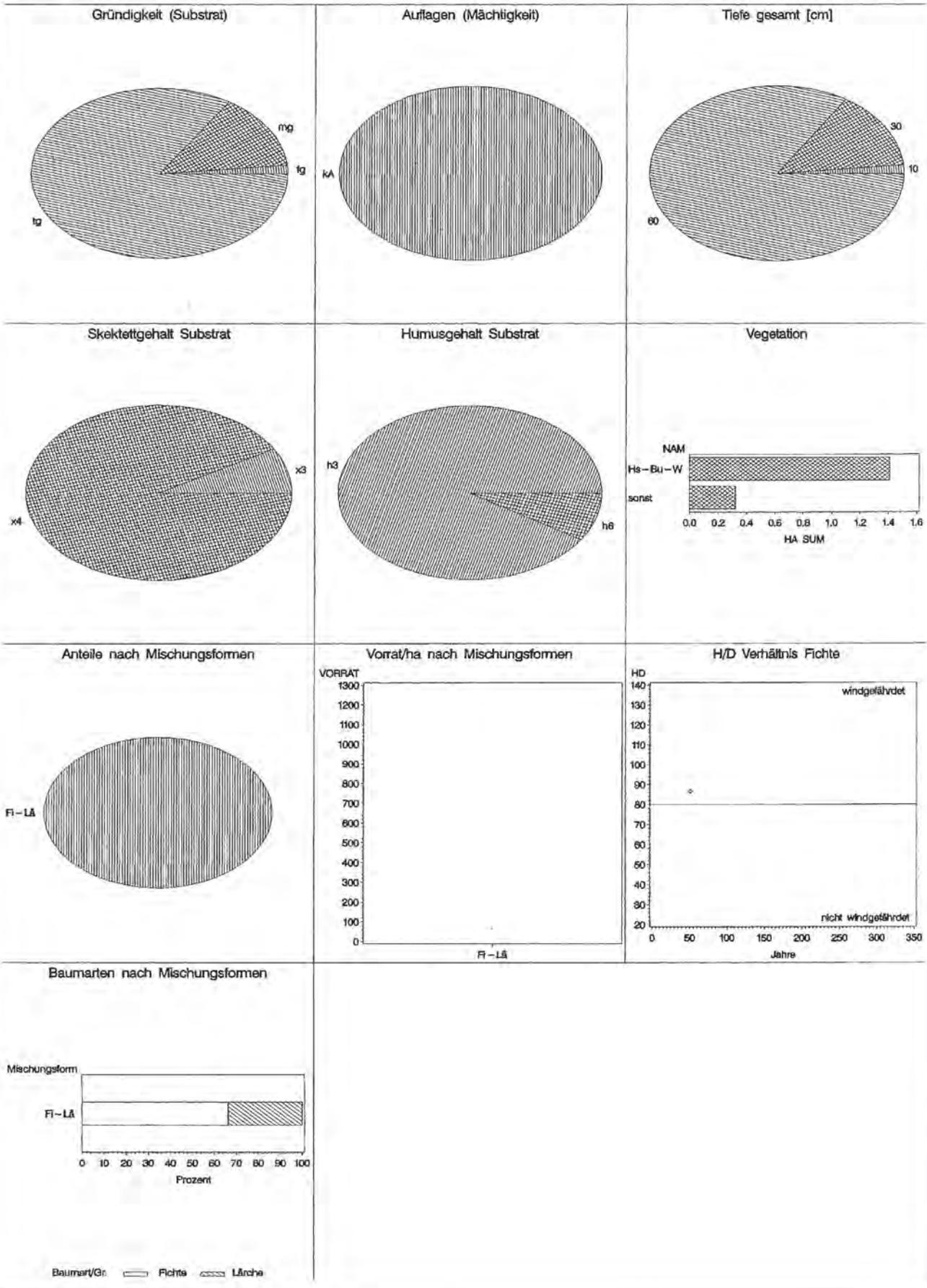


4. SB4: Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald

LFt, Luzulo-Fagetum oxalidetosum

Fläche: 1.73 ha

Inventurpunkte: 1 davon 1 Punkte mit Baumbestand

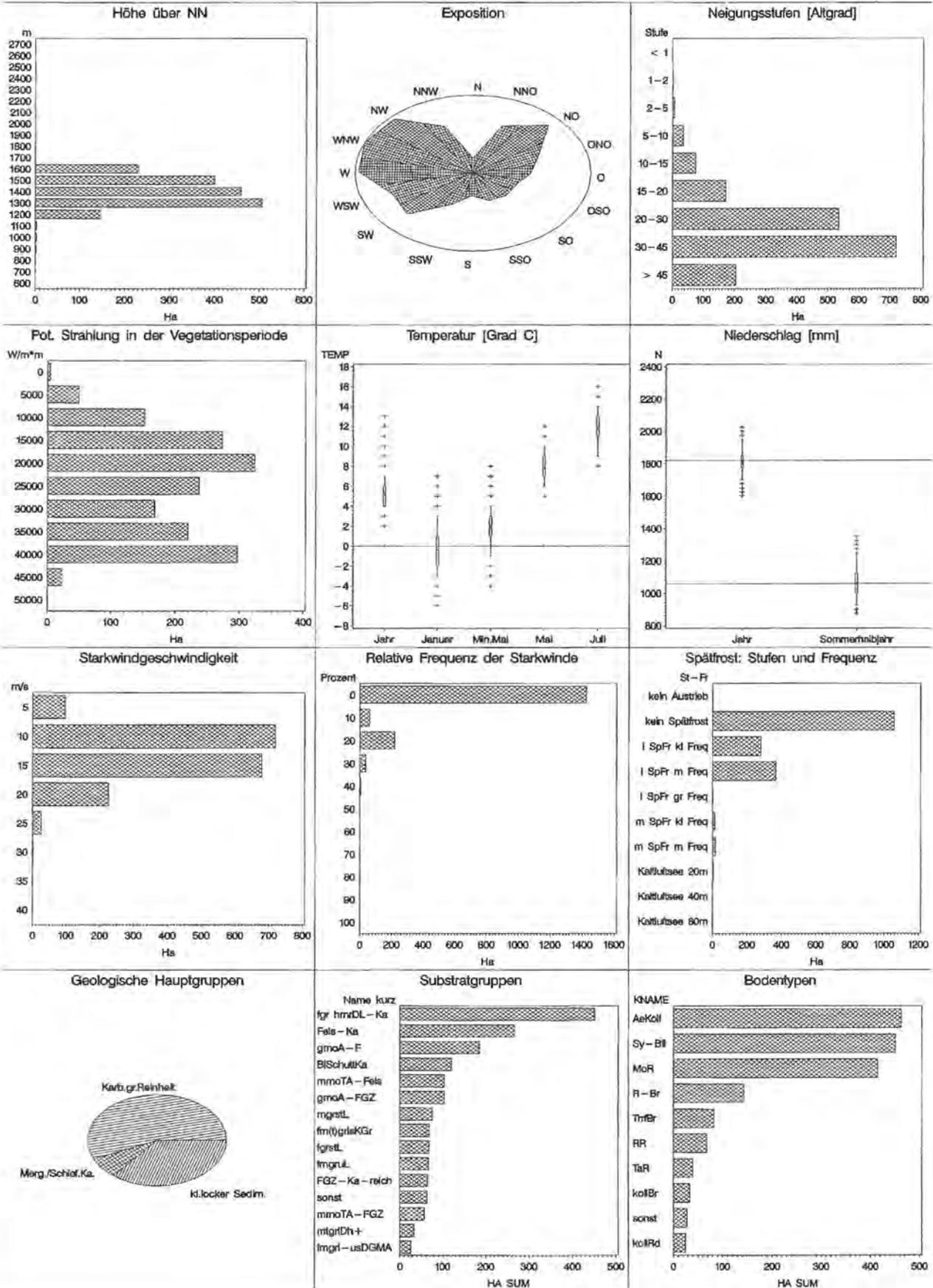


5. kb3 (Kb3): Mässig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald

Aff. Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae

Fläche: 1750.21 ha

Inventurpunkte: 867 davon 781 Punkte mit Baumbestand

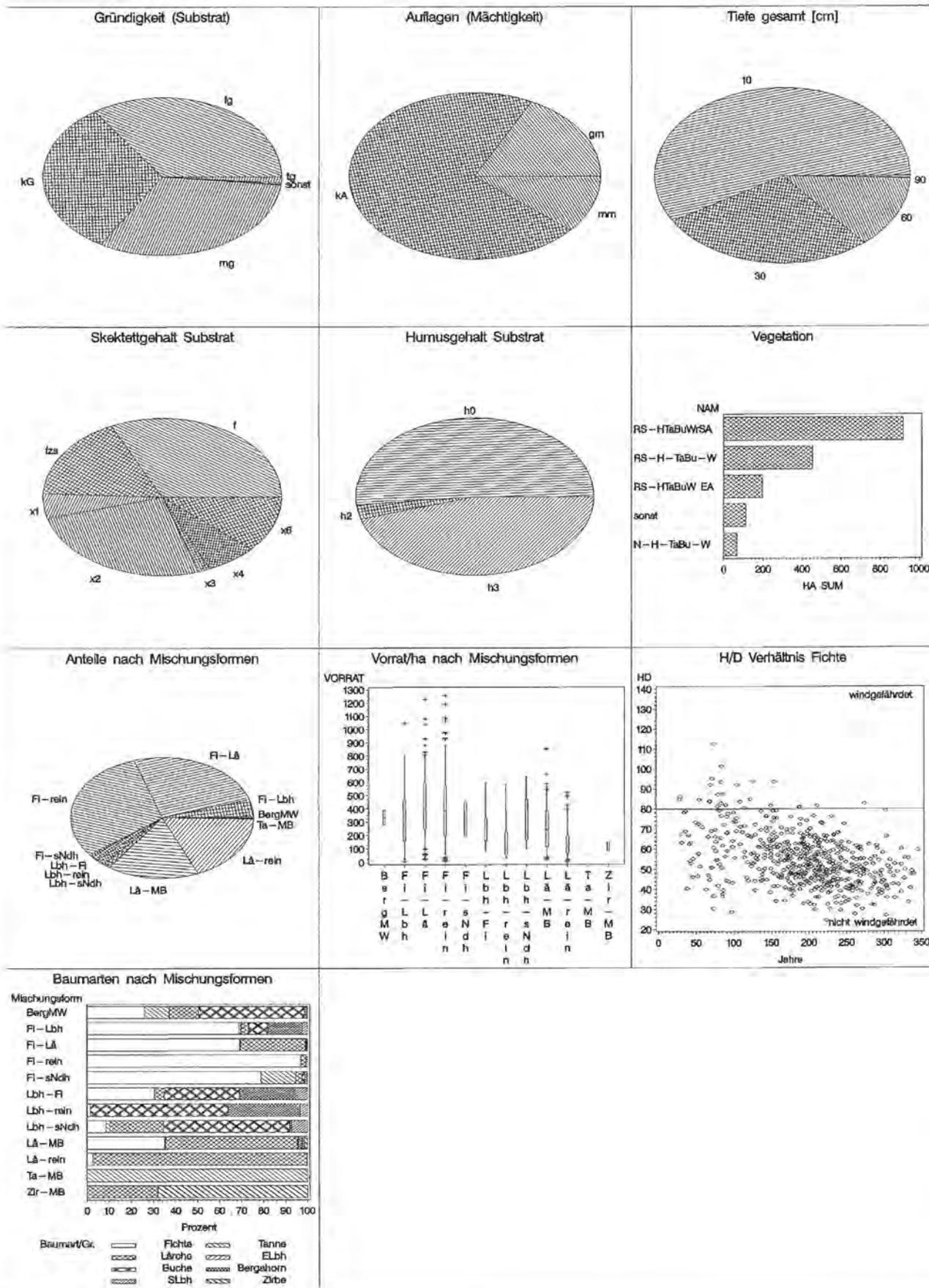


5. kb3 (Kb3): Mässig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald

AFI, Aposerido-Fagetum caricetosum ferrugineae

Fläche: 1750.21 ha

Inventurpunkte: 867 davon 781 Punkte mit Baumbestand

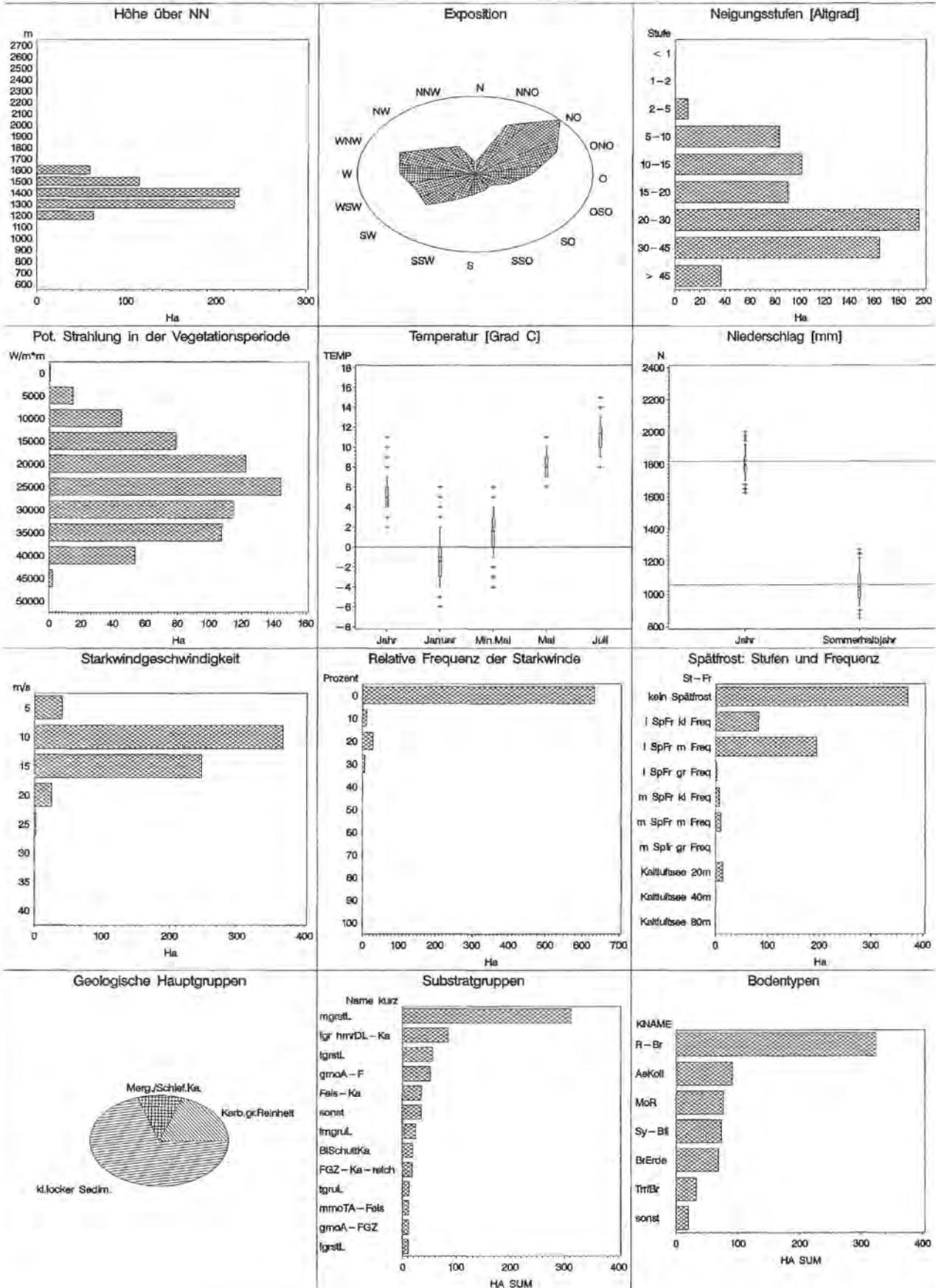


6. kb4 (Kb4): Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald

AFa, Aposerido - Fagetum adenostyletosum

Fläche: 683.72 ha

Inventurpunkte: 321 davon 294 Punkte mit Baumbestand

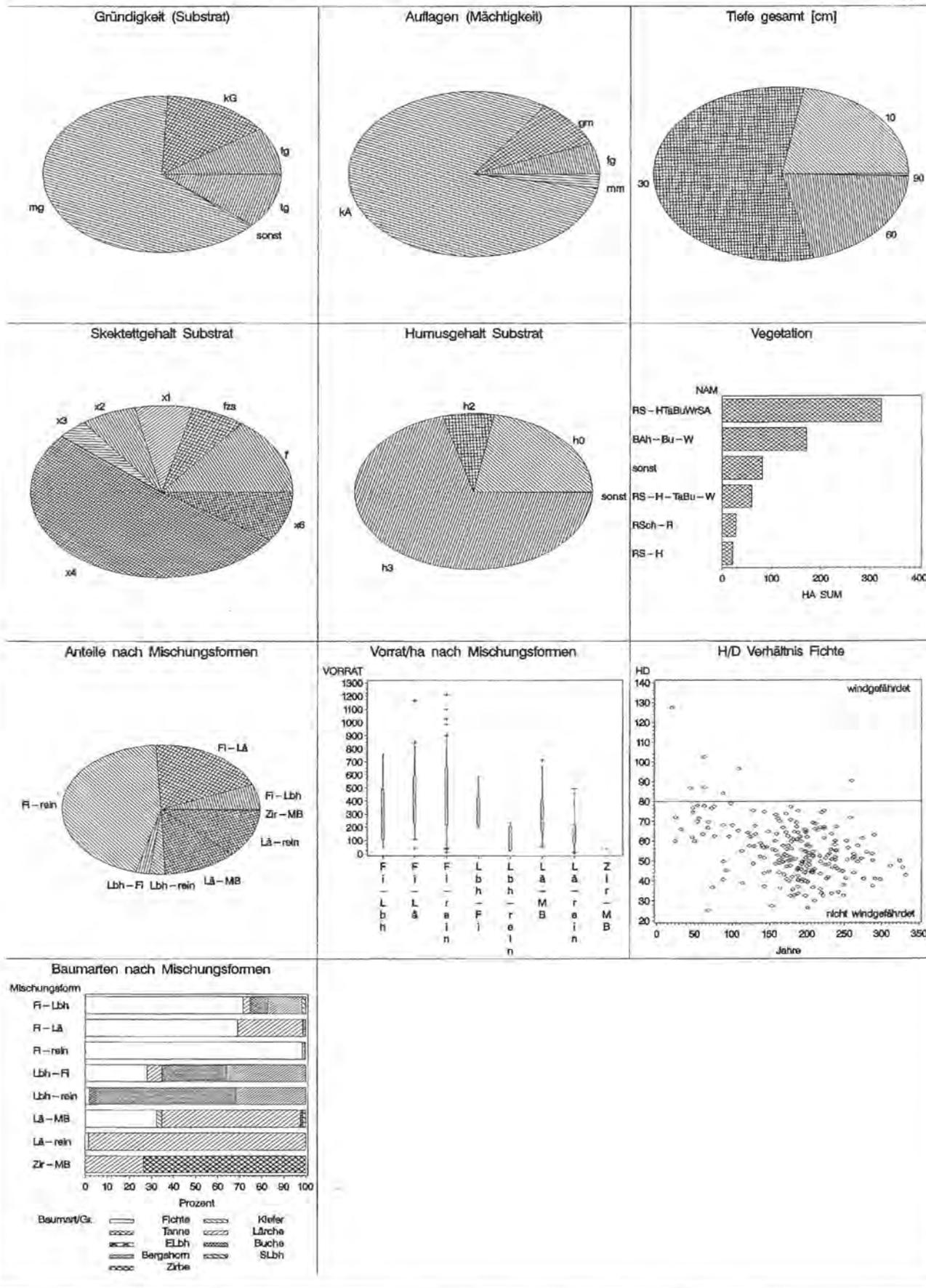


6. kb4 (Kb4): Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald

Afa, Aposerido - Fagetum adenostyletosum

Fläche: 683.72 ha

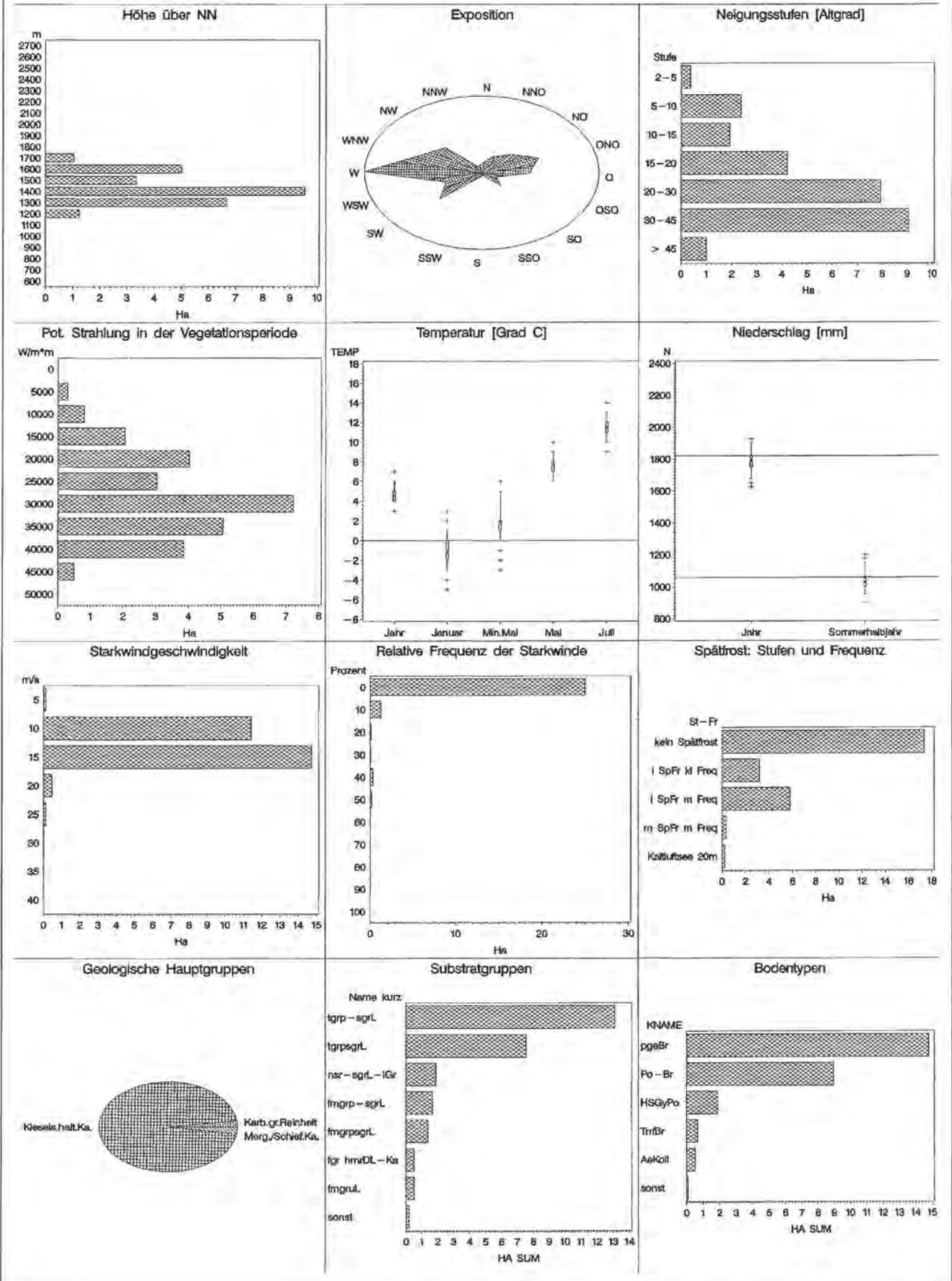
Inventurpunkte: 321 davon 294 Punkte mit Baumbestand



7. sb5: Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald
GFa, Galio-Fagetum adenostyletosum

Fläche: 26.92 ha

Inventurpunkte: 9 davon 9 Punkte mit Baumbestand

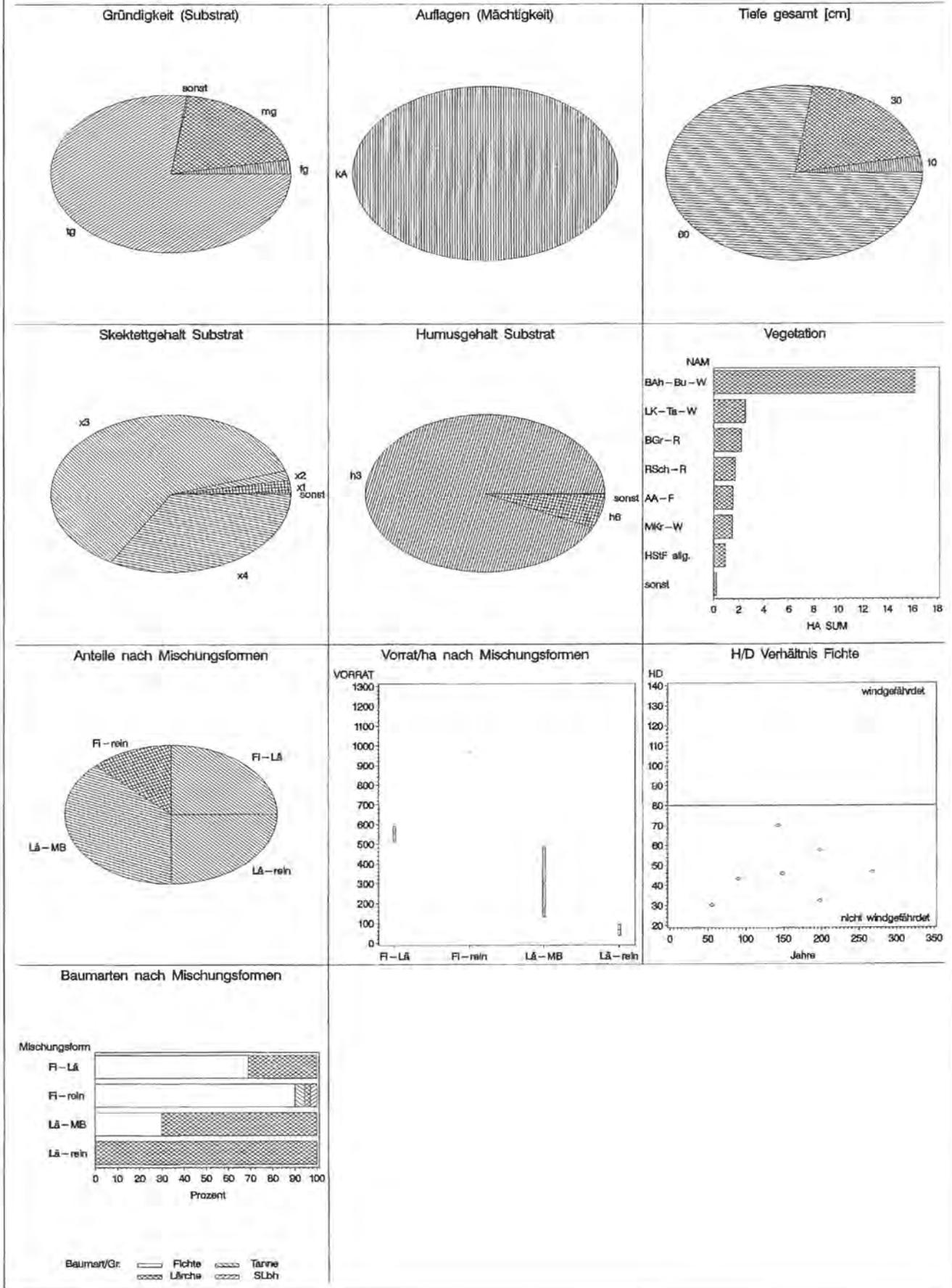


7. sb5: Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald

Gfa, Galio-Fagetum adenostyletosum

Fläche: 26.92 ha

Inventurpunkte: 9 davon 9 Punkte mit Baumbestand

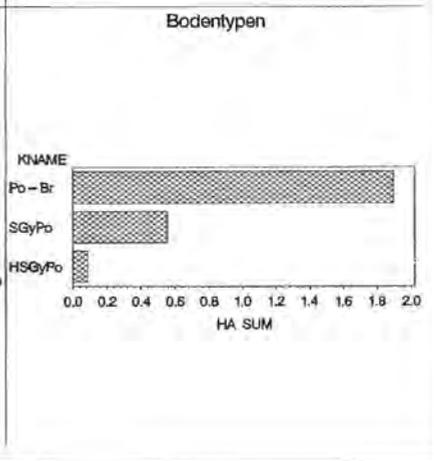
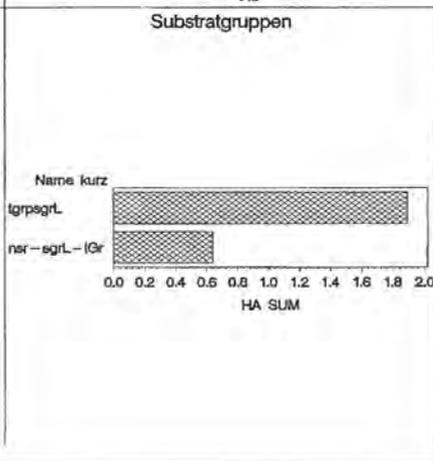
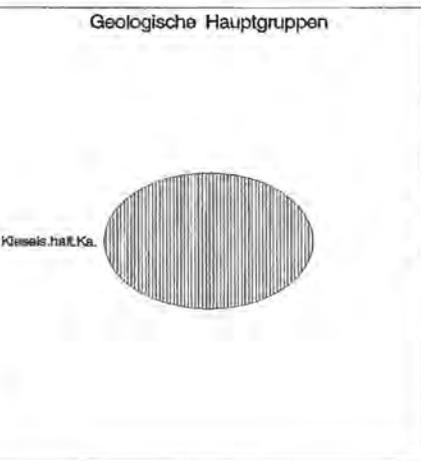
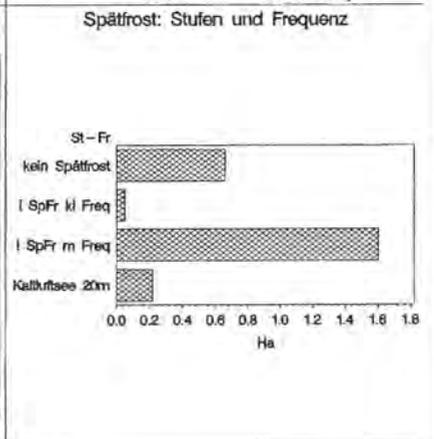
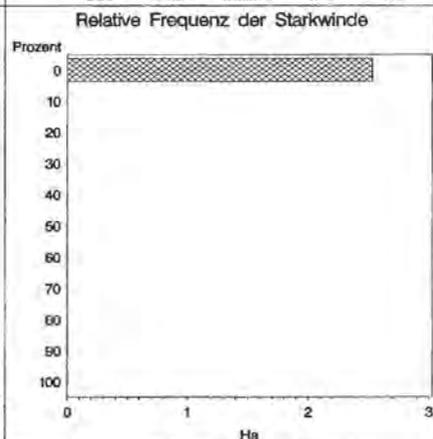
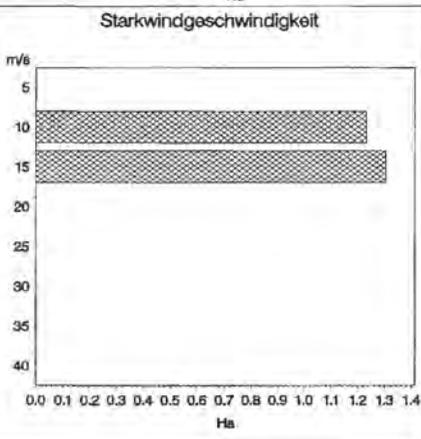
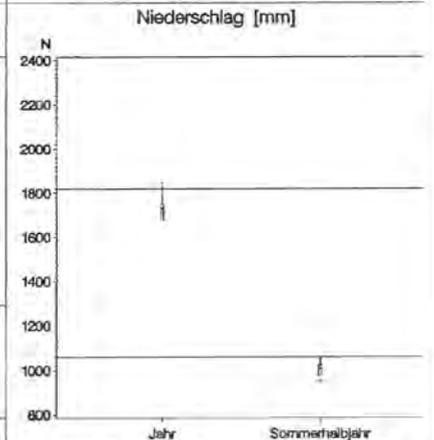
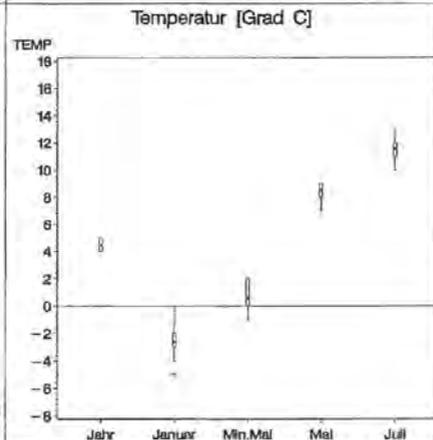
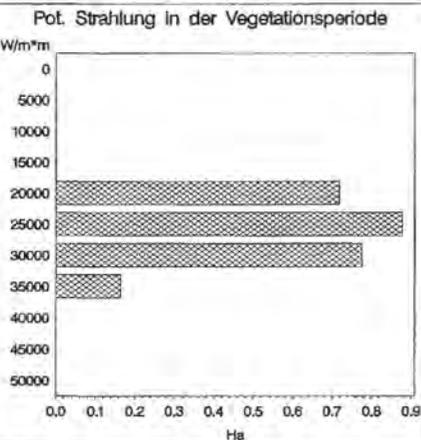
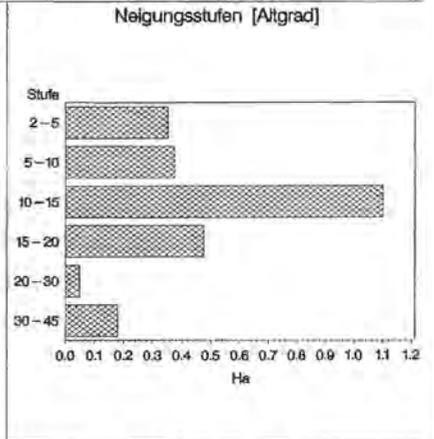
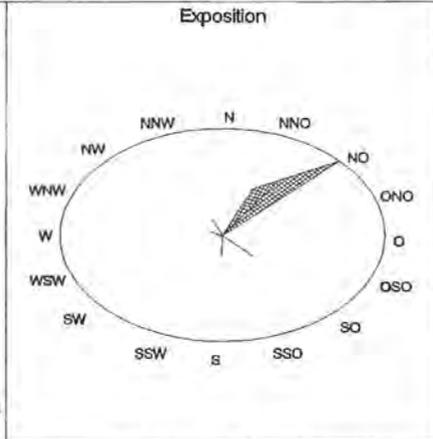
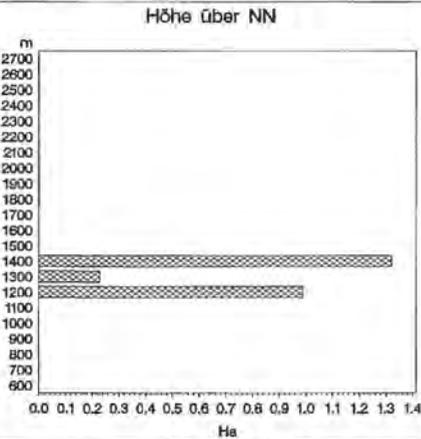


8. Sb5: Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald

LFa, Luzulo-Fagetum adenostyletosum

Fläche: 2.53 ha

Inventurpunkte: 1 davon 1 Punkt mit Baumbestand

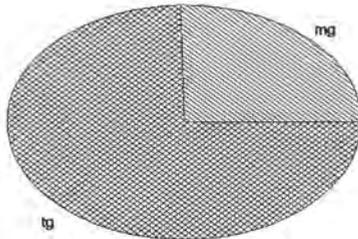


8. Sb5: Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald
LFa, Luzulo-Fagetum adenostyletosum

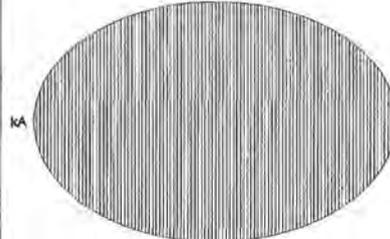
Fläche: 2.53 ha

Inventurpunkte: 1 davon 1 Punkt mit Baumbestand

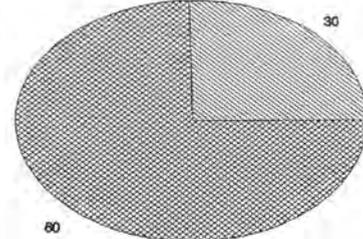
Gründigkeit (Substrat)



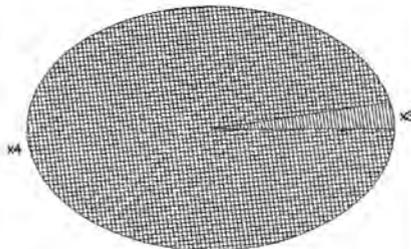
Auflagen (Mächtigkeit)



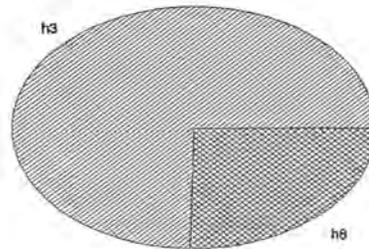
Tiefe gesamt [cm]



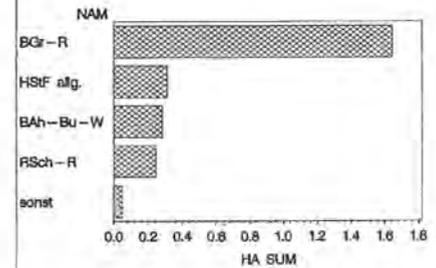
Sklettgehalt Substrat



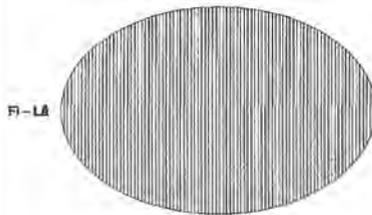
Humusgehalt Substrat



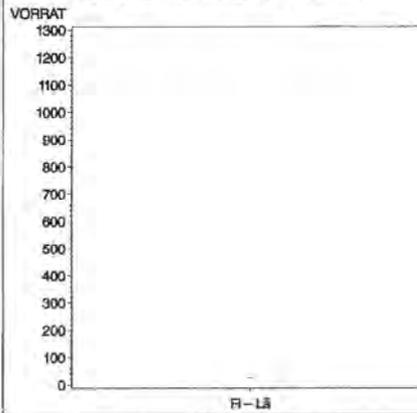
Vegetation



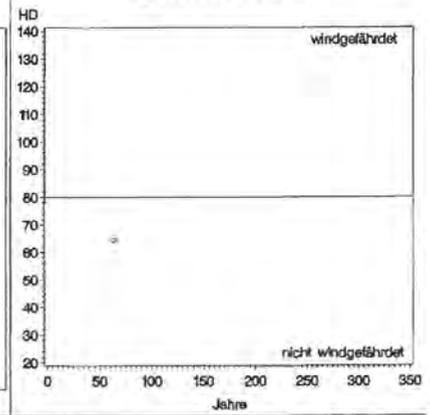
Anteile nach Mischungsformen



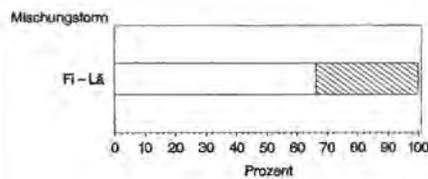
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungsformen

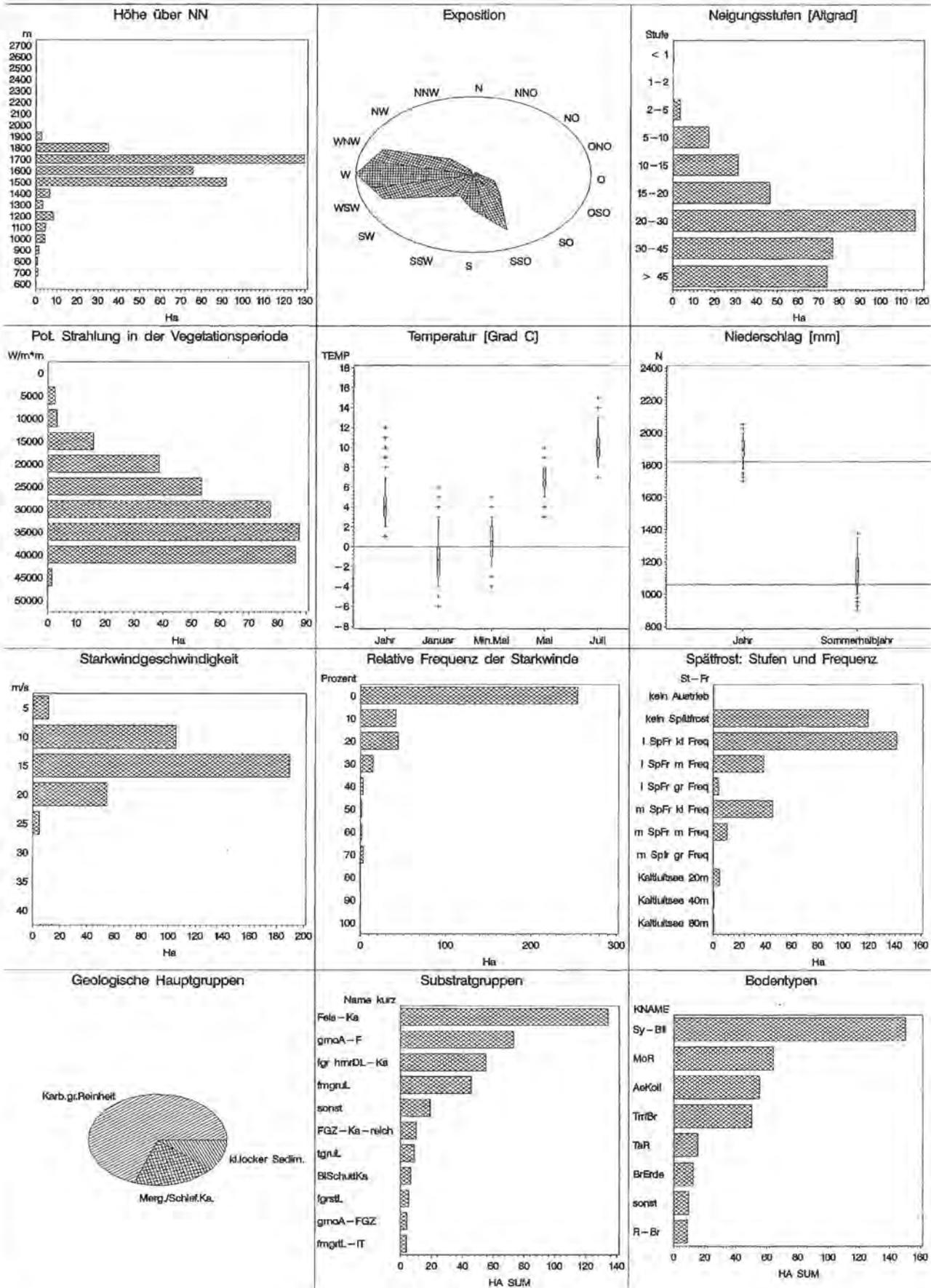


Baumart/Gr. Fichte Lärche

9. kF2 (kL2, KF2, KL2): Mässig trockener subalpiner Karbonat- (Lärchen)-Fichtenwald
 APs, *Adenostylo glabae-Piceetum caricetosum sempervirentis*

Fläche: 366.12 ha

Inventurpunkte: 175 davon 139 Punkte mit Baumbestand



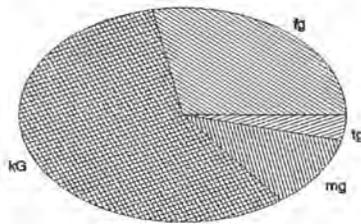
9. kF2 (kL2, KF2, KL2): Mässig trockener subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald

APs, *Adenostylo glabae*-*Piceetum caricetosum sempervirentis*

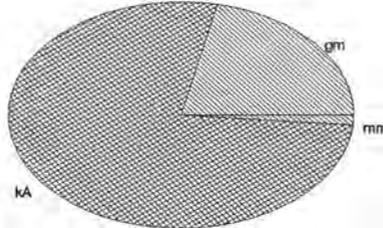
Fläche: 366.12 ha

Inventurpunkte: 175 davon 139 Punkte mit Baumbestand

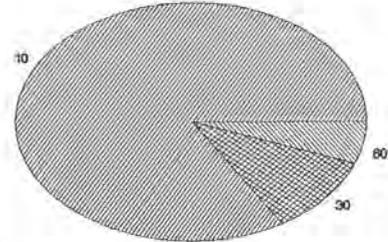
Gründigkeit (Substrat)



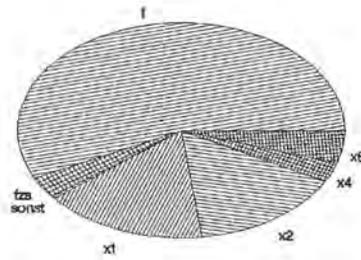
Auflagen (Mächtigkeit)



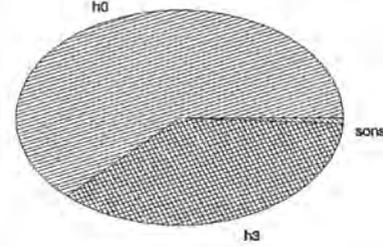
Tiefe gesamt [cm]



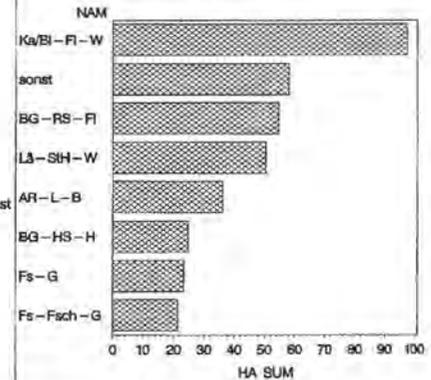
Sklettgehalt Substrat



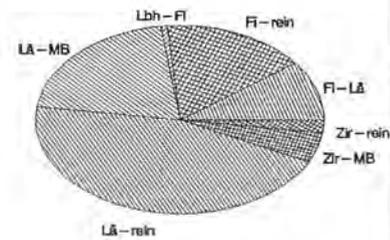
Humusgehalt Substrat



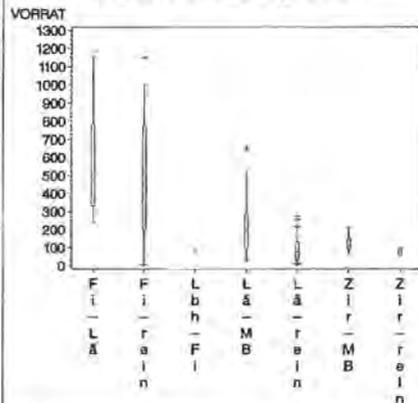
Vegetation



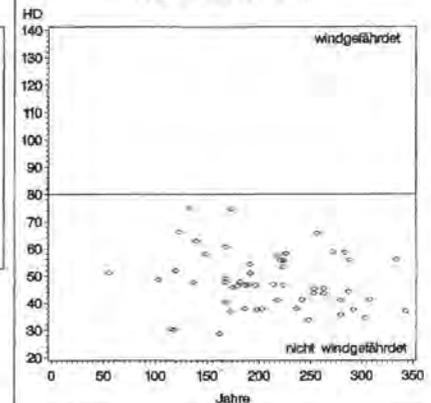
Anteile nach Mischungsformen



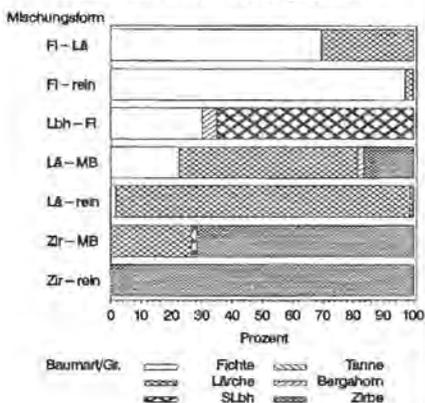
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



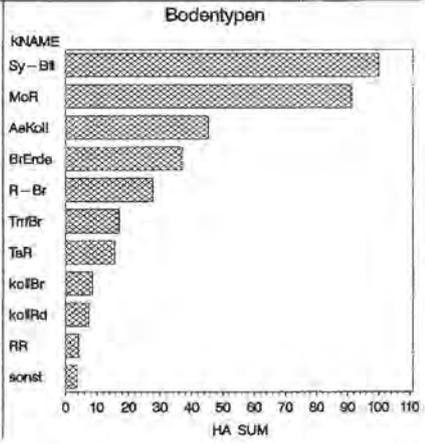
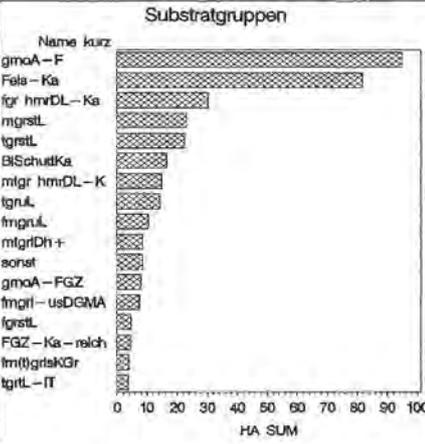
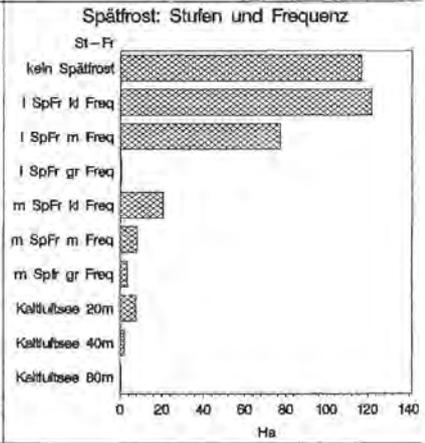
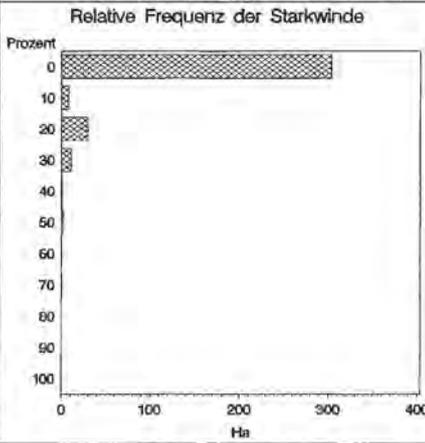
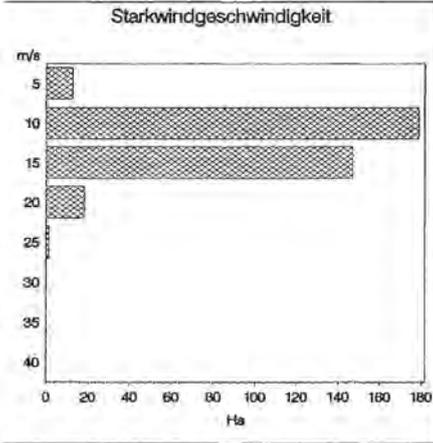
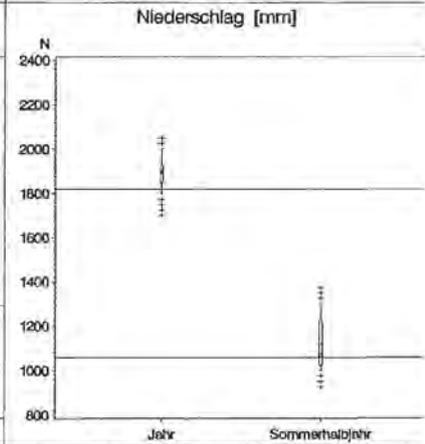
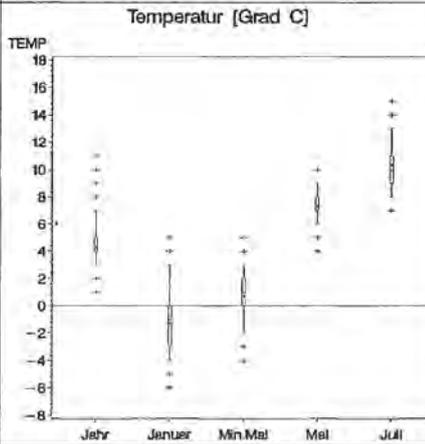
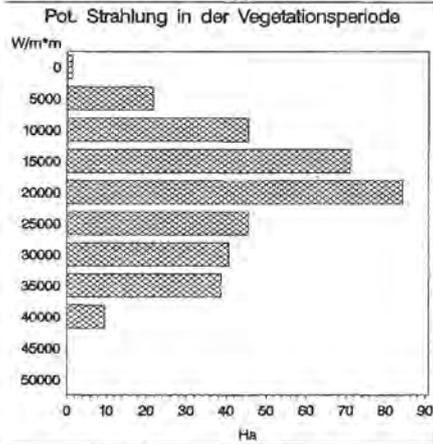
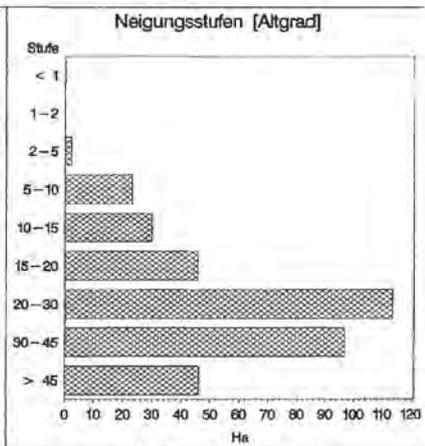
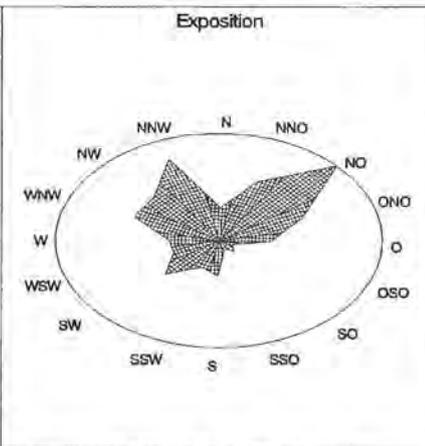
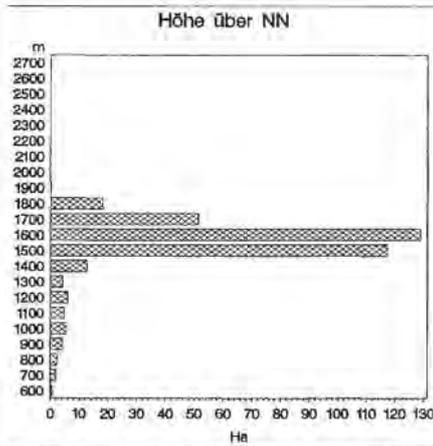
Baumarten nach Mischungsformen



10. kF3 (KF3): Mässig frischer subalpiner Karbonat- (Lärchen) - Fichtenwald
APf, Adenostylo glabae - Piceetum caricetosum ferrugineae

Fläche: 358.29 ha

Inventory points: 231 of which 206 points with tree stand



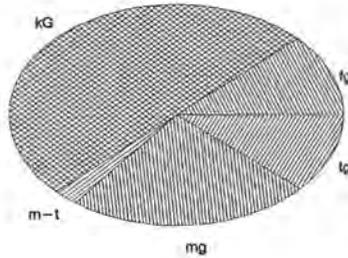
10. kF3 (KF3): Mässig frischer subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald

APf, *Adenostylo glabae*-*Piceetum caricetosum ferrugineae*

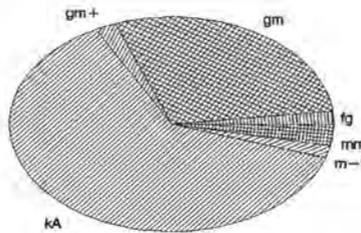
Fläche: 358.29 ha

Inventurpunkte: 231 davon 206 Punkte mit Baumbestand

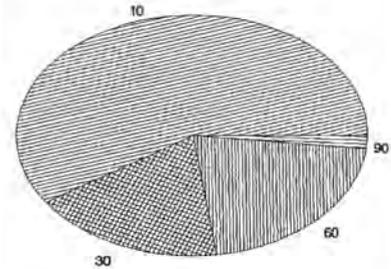
Gründigkeit (Substrat)



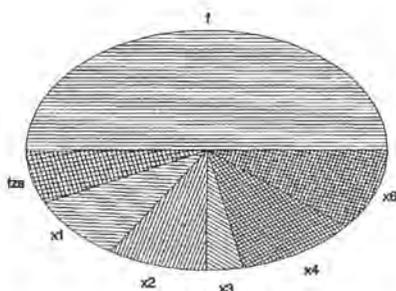
Auflagen (Mächtigkeit)



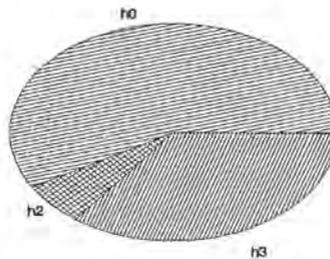
Tiefe gesamt [cm]



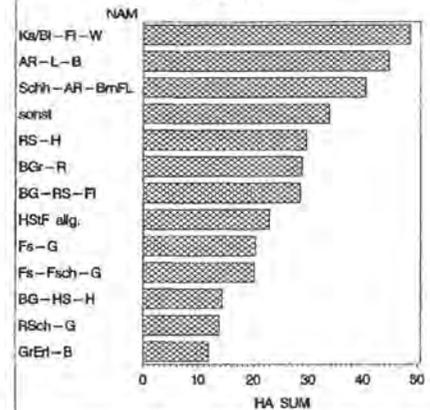
Sklettgehalt Substrat



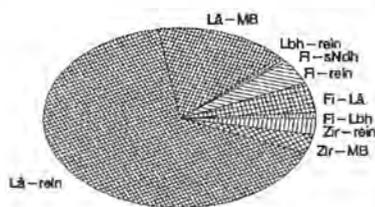
Humusgehalt Substrat



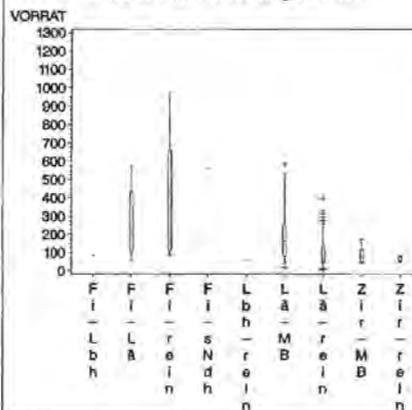
Vegetation



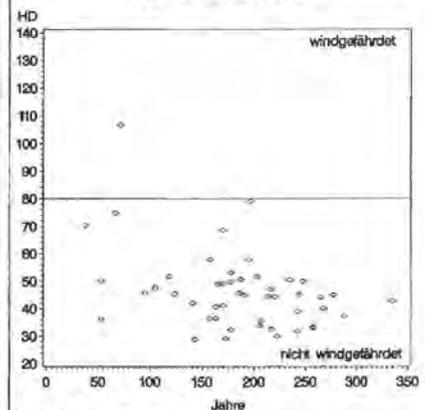
Anteile nach Mischungsformen



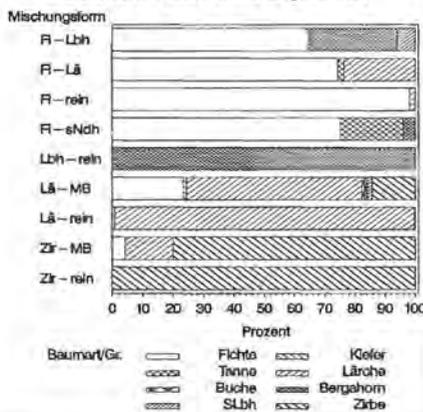
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungsformen

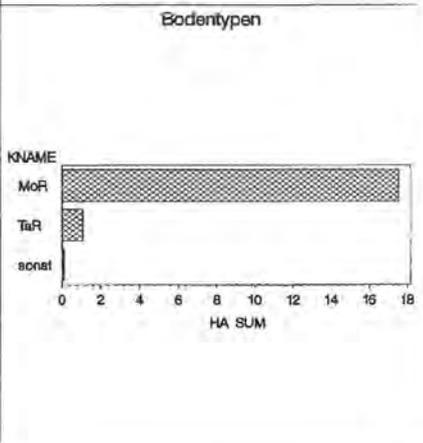
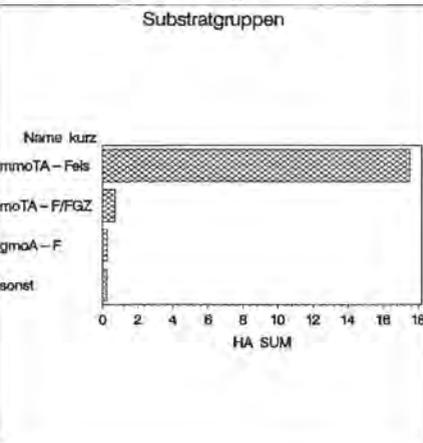
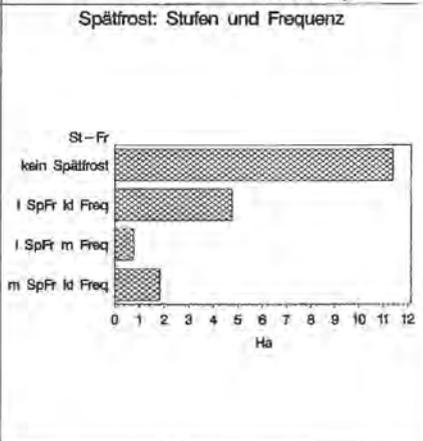
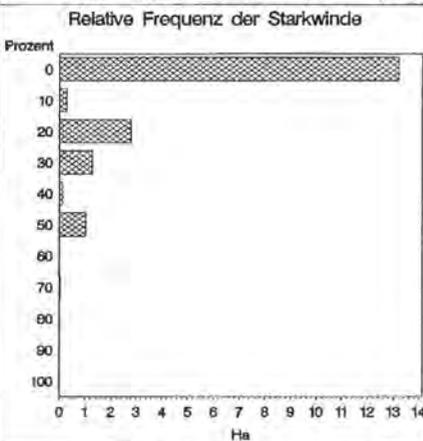
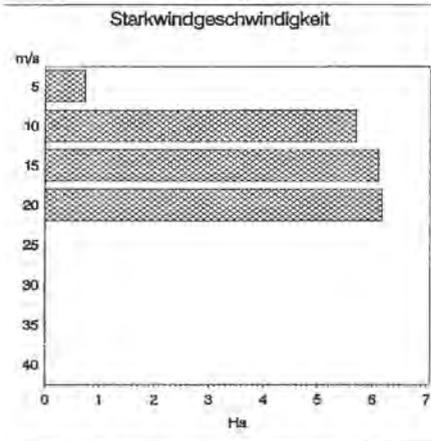
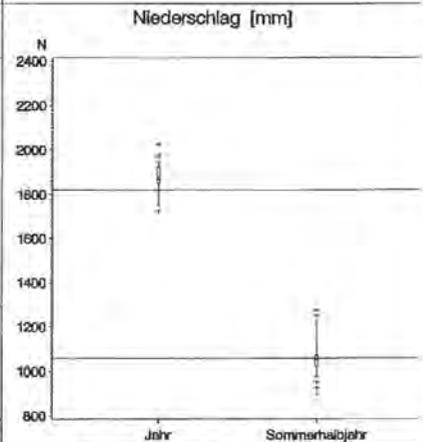
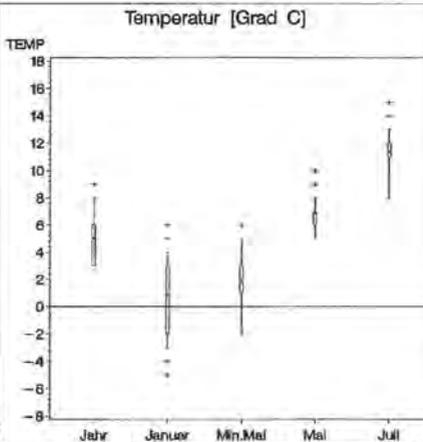
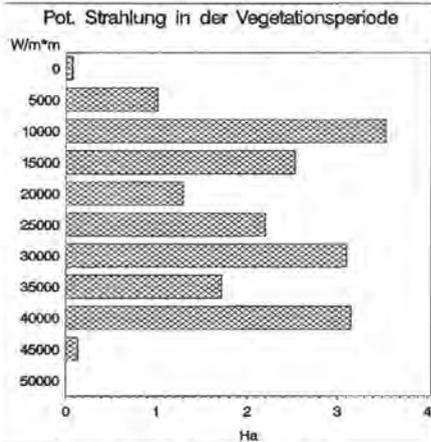
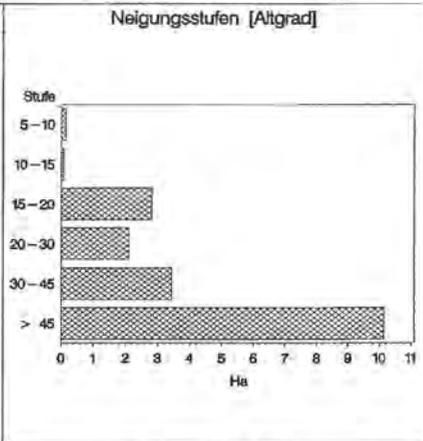
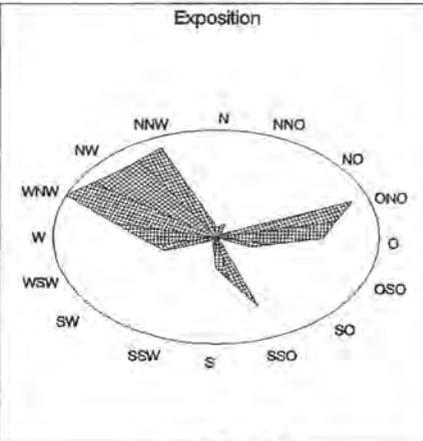
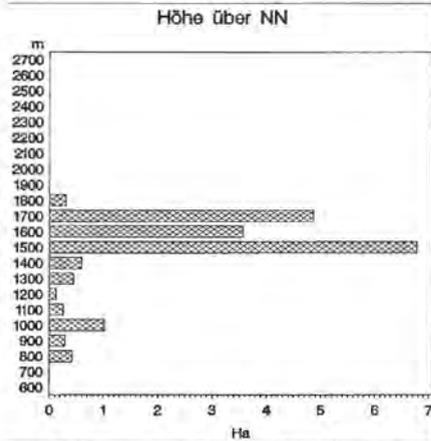


11. TF3 (TL3): Subalpiner Block – (Lärchen) – Fichtenwald

API, Adenostylo glabre – Piceetum – lycopodietosum

Fläche: 18.74 ha

Inventurpunkte: 12 davon 8 Punkte mit Baumbestand

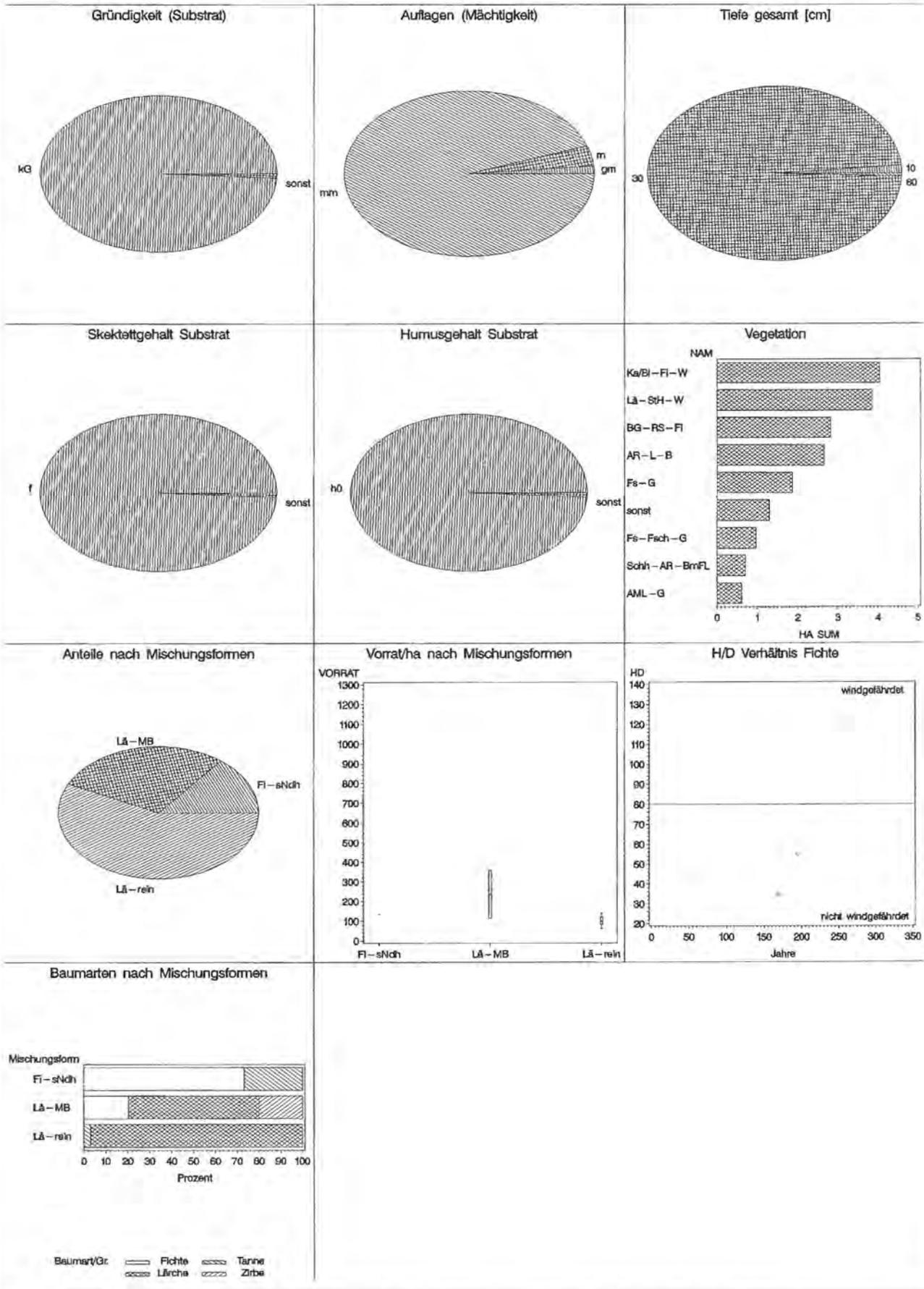


11. TF3 (TL3): Subalpiner Block – (Lärchen) – Fichtenwald

API, Adenostylo glabre – Piceetum – lycopodietosum

Fläche: 18.74 ha

Inventurpunkte: 12 davon 8 Punkte mit Baumbestand

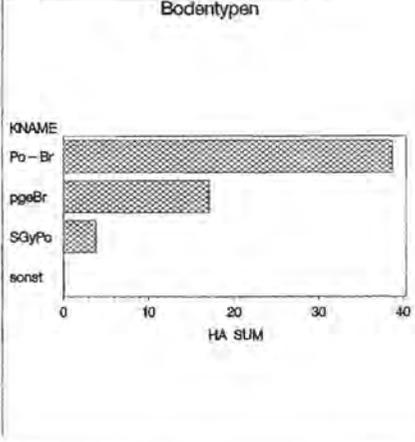
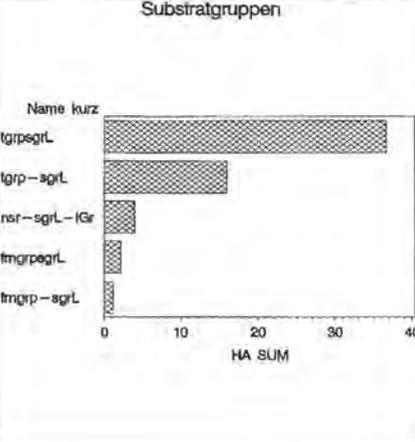
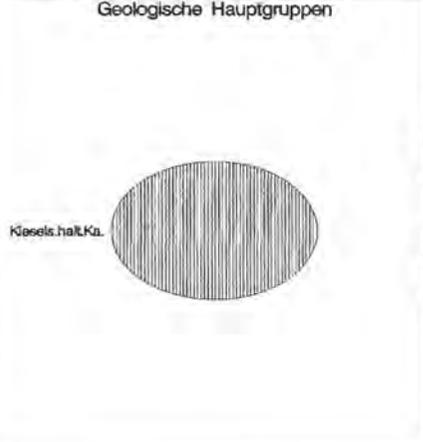
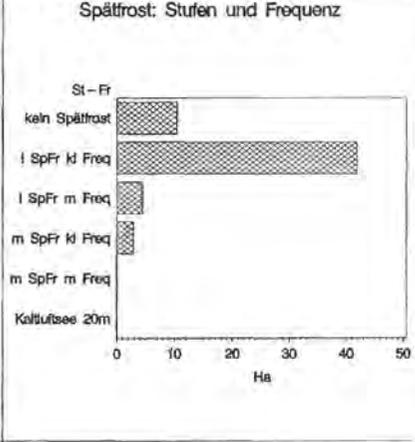
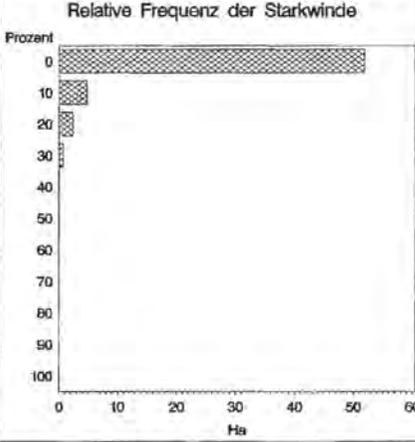
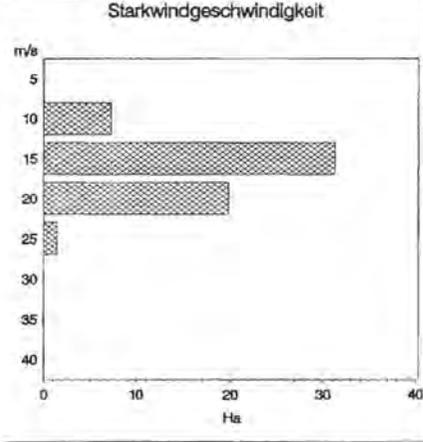
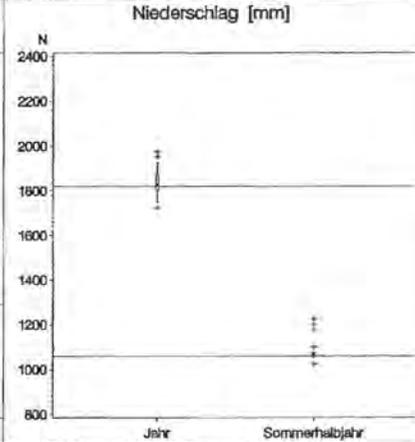
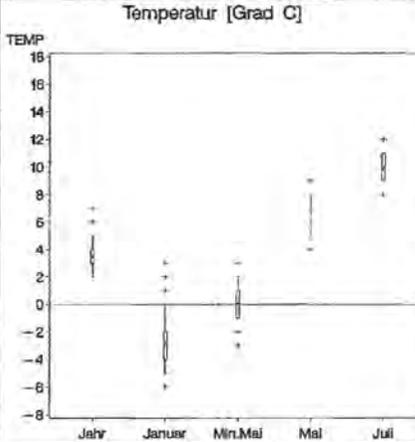
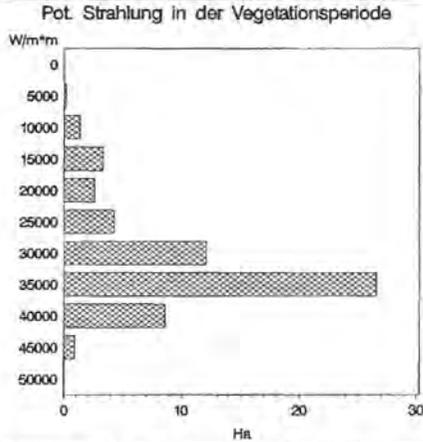
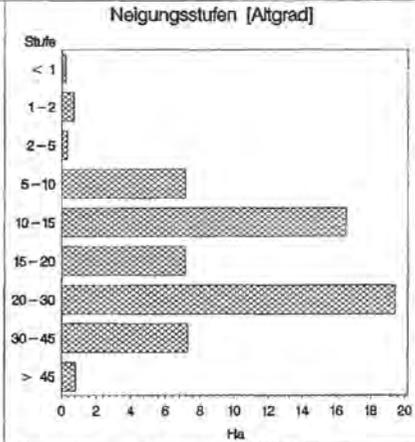
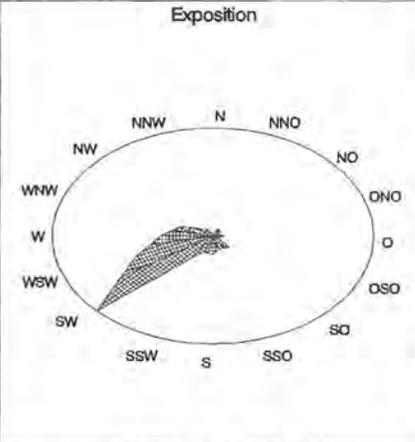
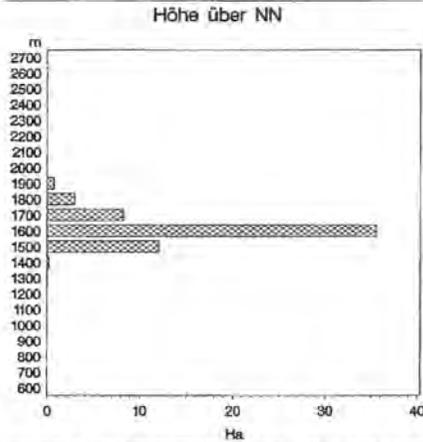


12. SF5 (sF5,sL5): Frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald

HPT, Homogyno-Piceetum-typicum

Fläche: 59.81 ha

Inventorypunkte: 9 davon 8 Punkte mit Baumbestand

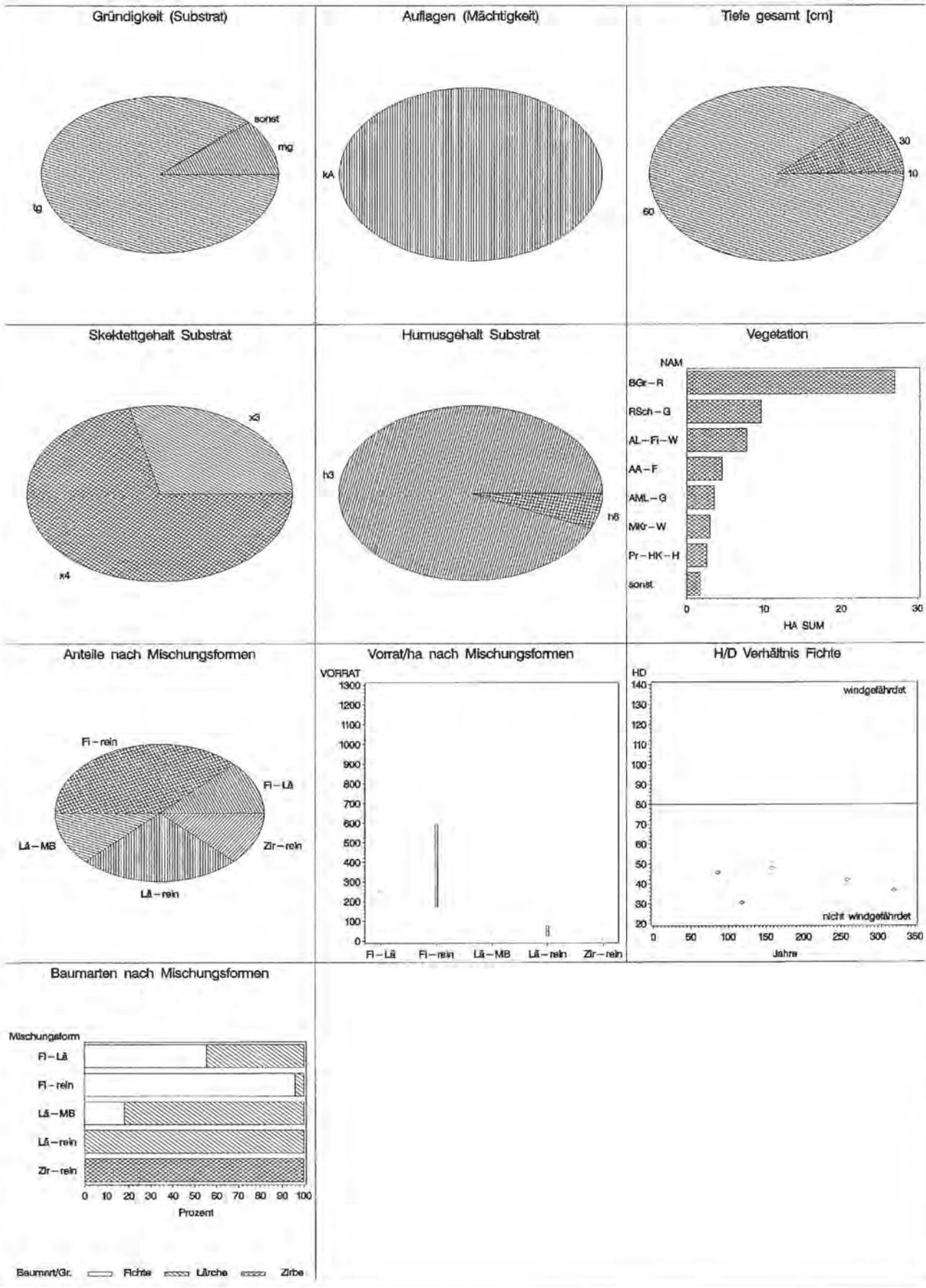


12. SF5 (sF5,sL5): Frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald

HPT, Homogyno-Piceetum-typicum

Fläche: 59.81 ha

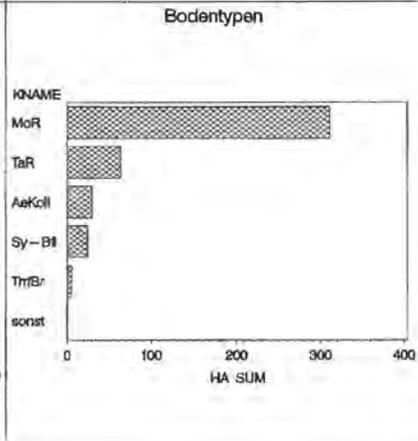
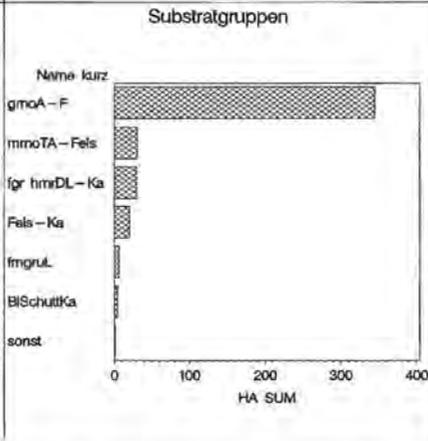
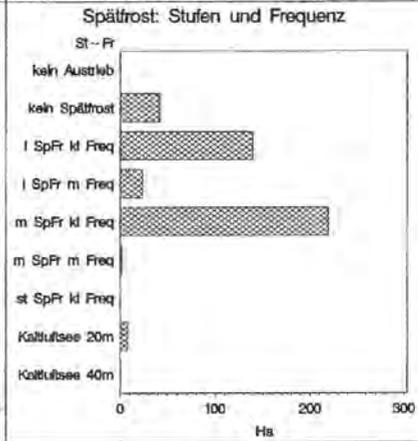
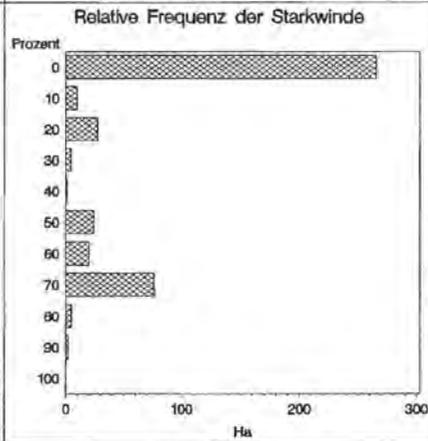
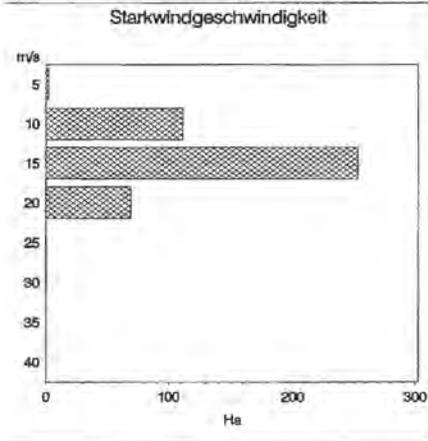
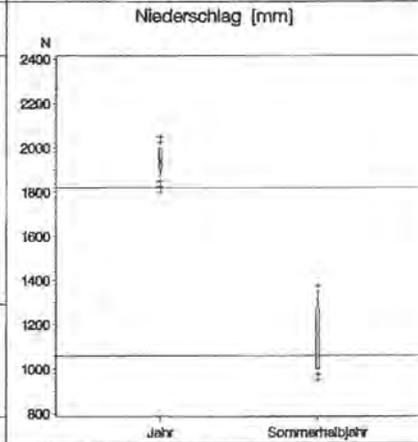
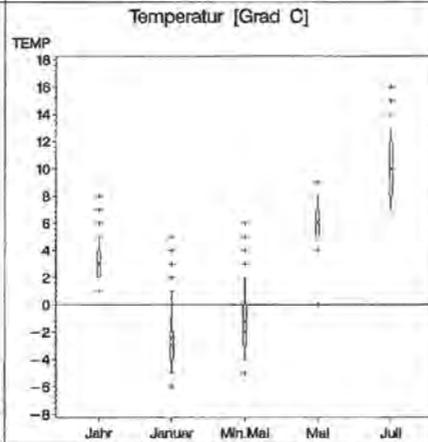
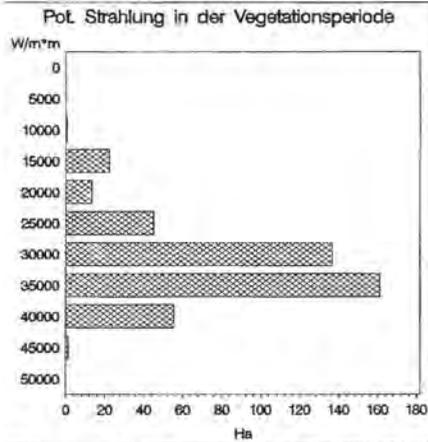
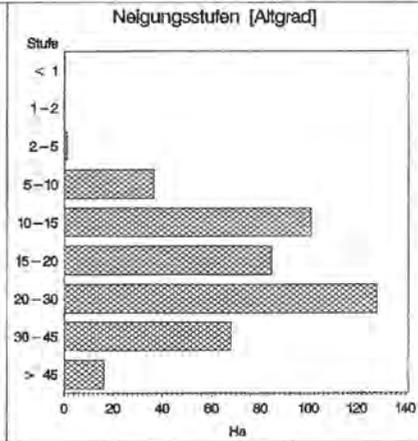
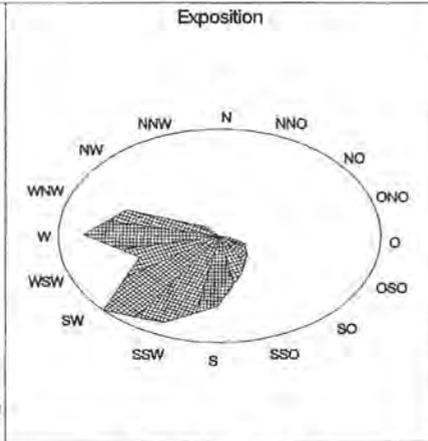
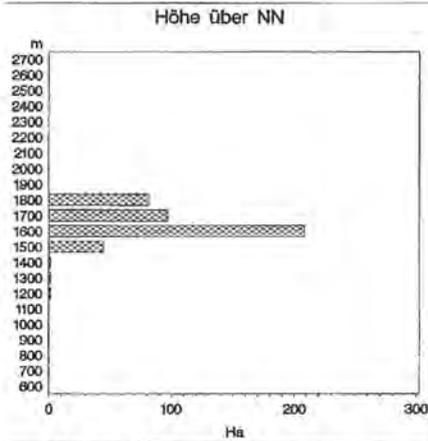
Inventurpunkte: 9 davon 8 Punkte mit Baumbestand



13. kZ2 (KZ2, TZ2): Mässig trockener Lärchen-Zirbenwald

Fläche: 435.78 ha

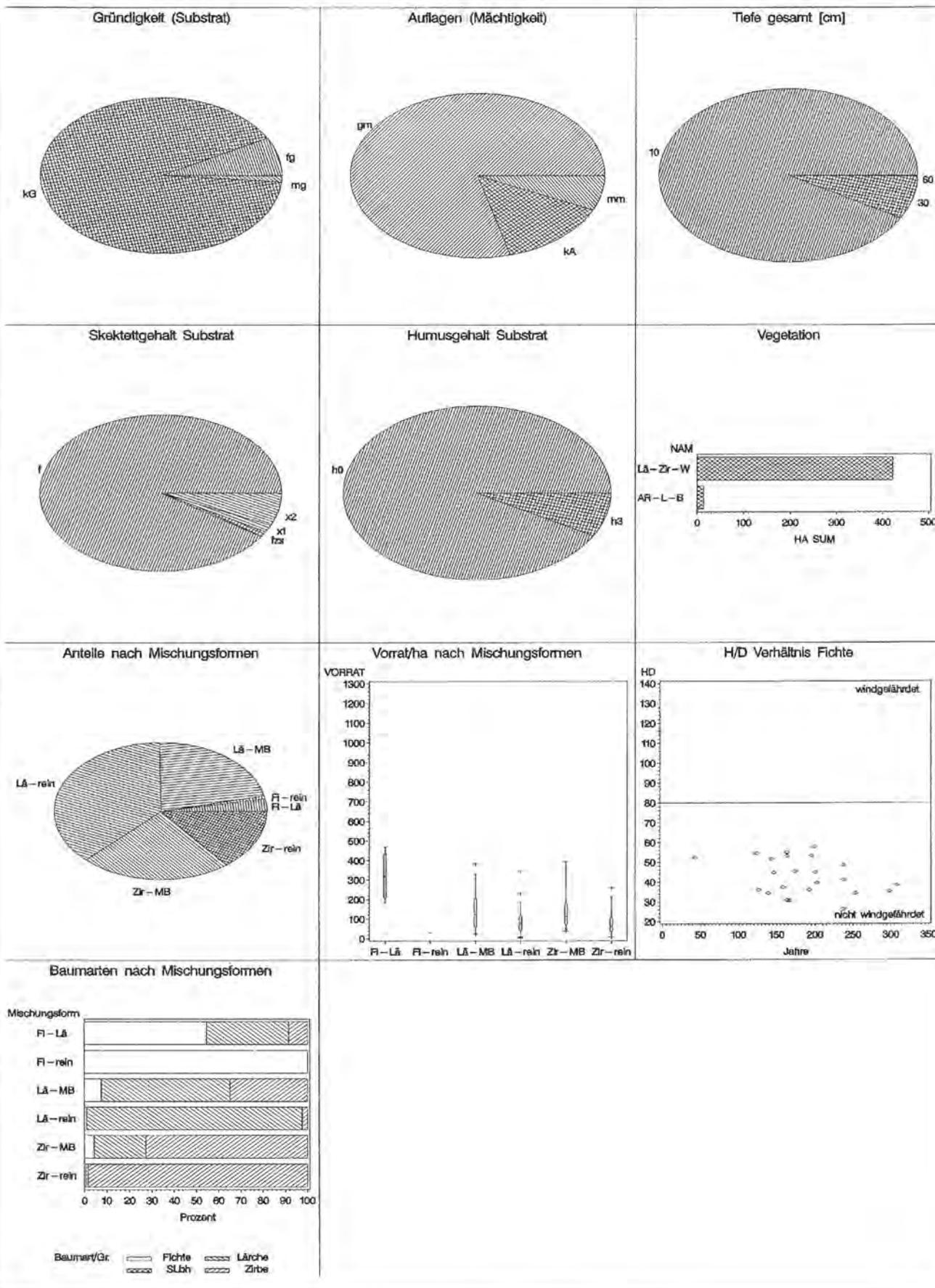
Inventurpunkte: 172 davon 141 Punkte mit Baumbestand



13. kZ2 (KZ2, TZ2): Mässig trockener Lärchen-Zirbenwald

Fläche: 435.78 ha

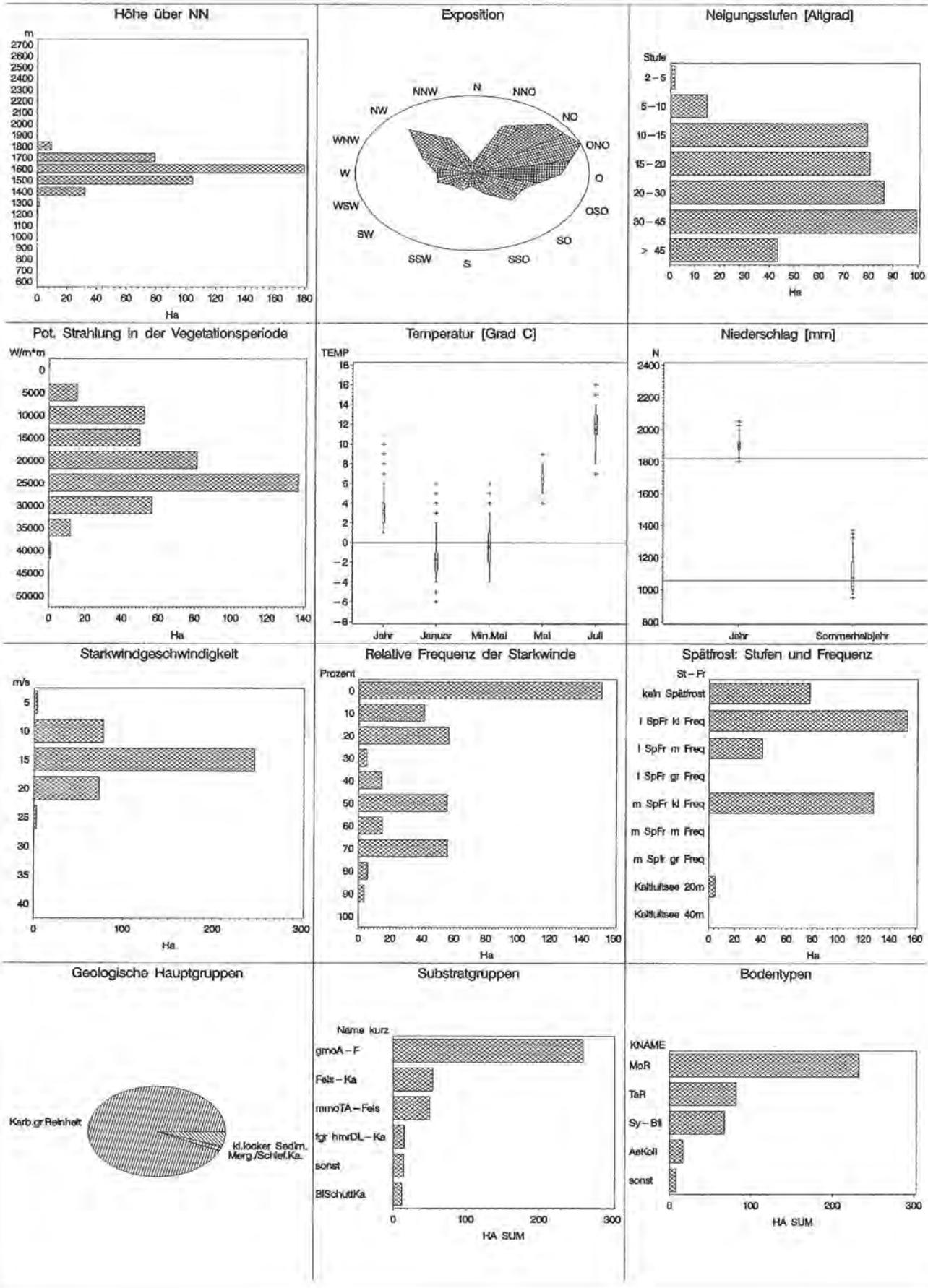
Inventurpunkte: 172 davon 141 Punkte mit Baumbestand



14. kZ3 (KZ3, TZ3): Frischer Lärchen-Zirbenwald

Fläche: 405.73 ha

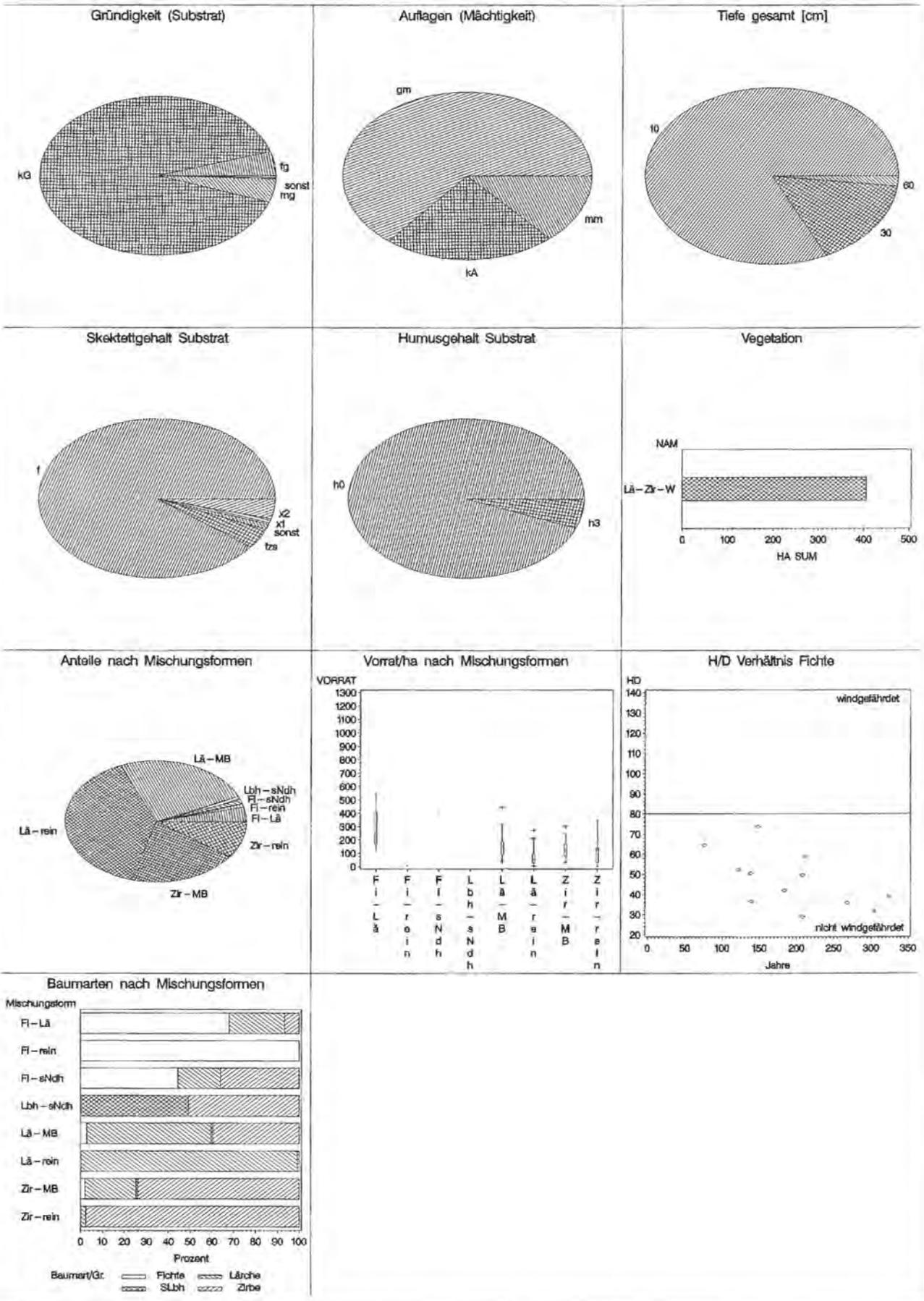
Inventurpunkte: 129 davon 103 Punkte mit Baumbestand



14. kZ3 (KZ3, TZ3): Frischer Lärchen-Zirbenwald

Fläche: 405.73 ha

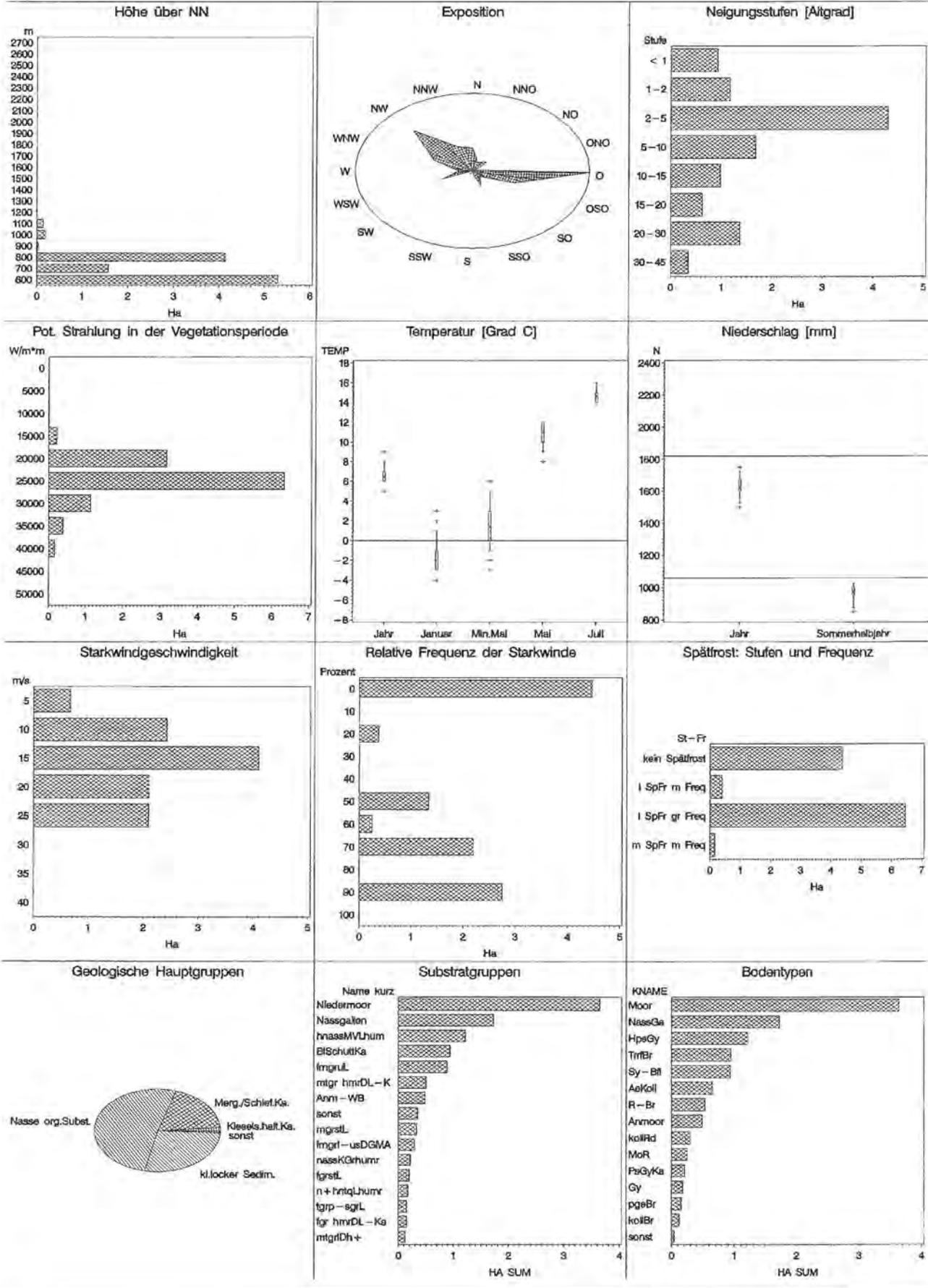
Inventurpunkte: 129 davon 103 Punkte mit Baumbestand



15. kE8: Feuchter Erlen-Eschenwald
CFr, Carici remote-Fraxinetum equisetetosum telmatejae

Fläche: 11.39 ha

Inventurpunkte: 5 davon 5 Punkte mit Baumbestand

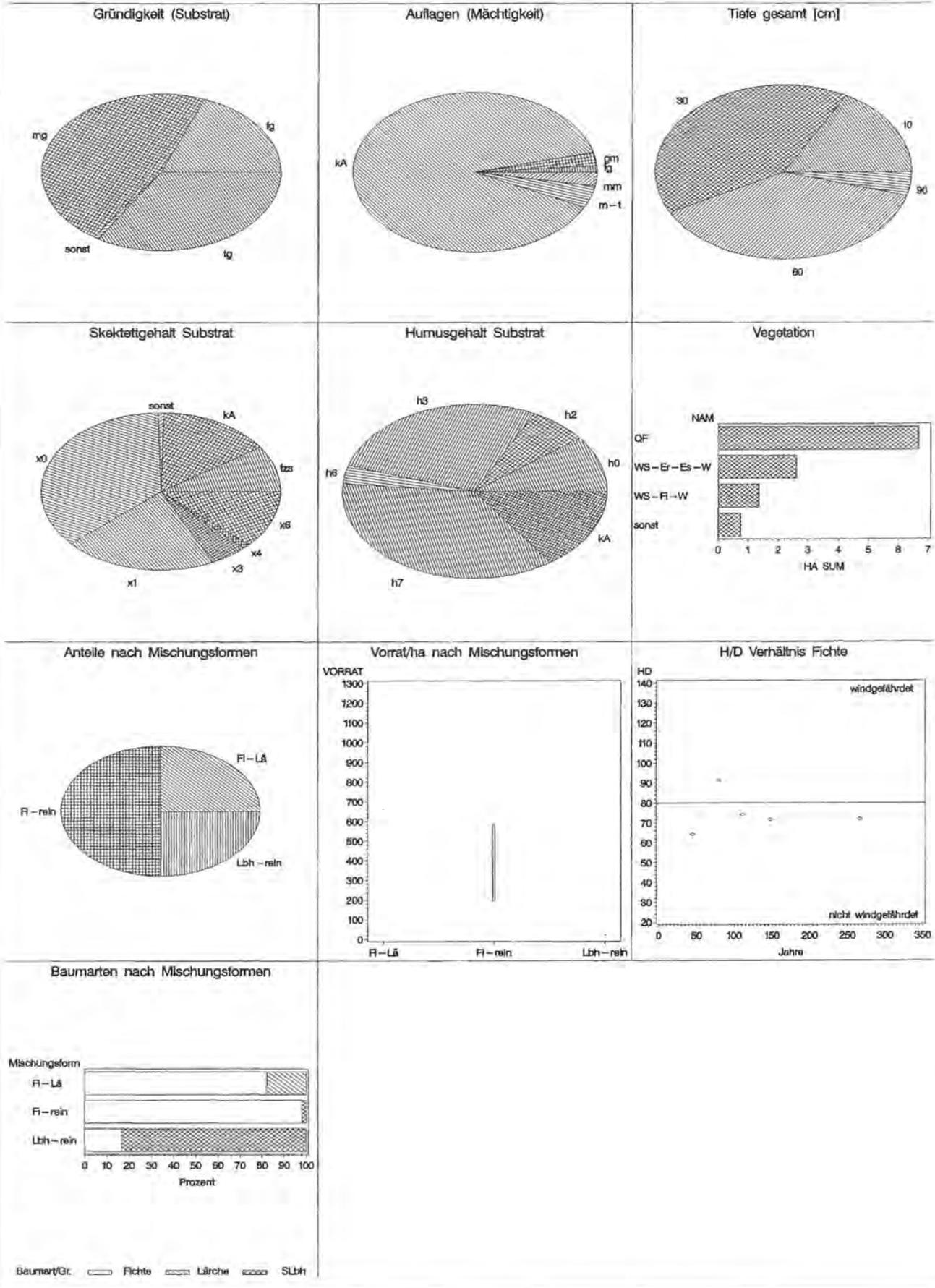


15. kE8: Feuchter Erlen-Eschenwald

CFr, Carici remote-Fraxinetum equisetetosum telmatejæ

Fläche: 11.39 ha

Inventurpunkte: 5 davon 5 Punkte mit Baumbestand

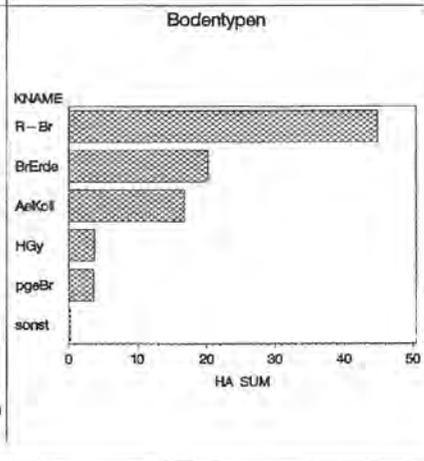
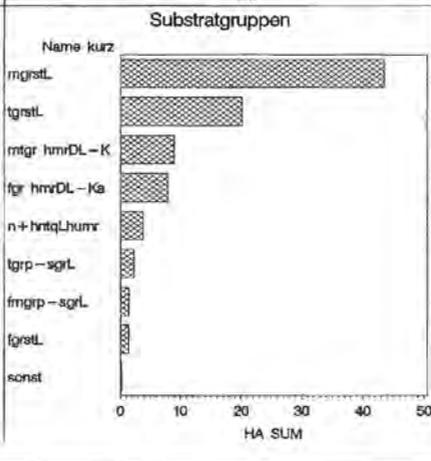
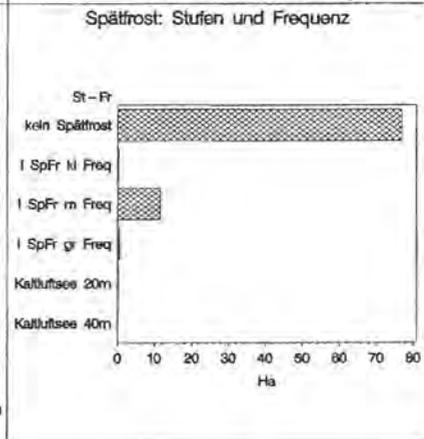
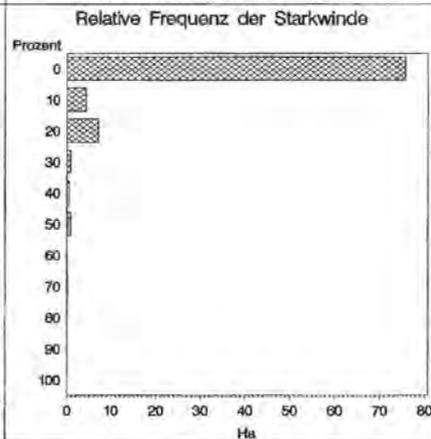
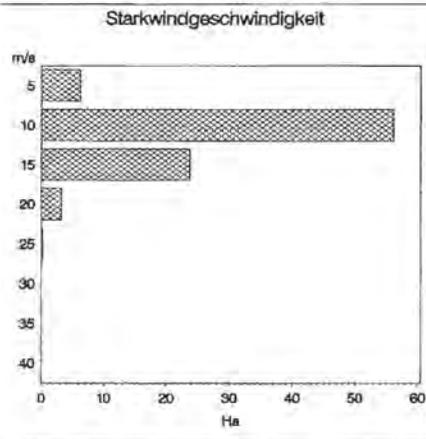
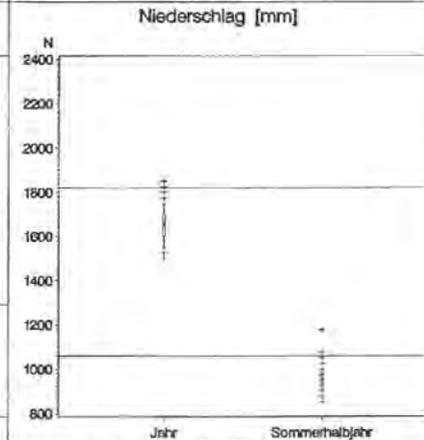
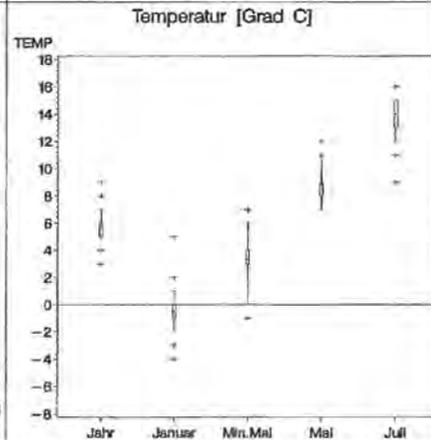
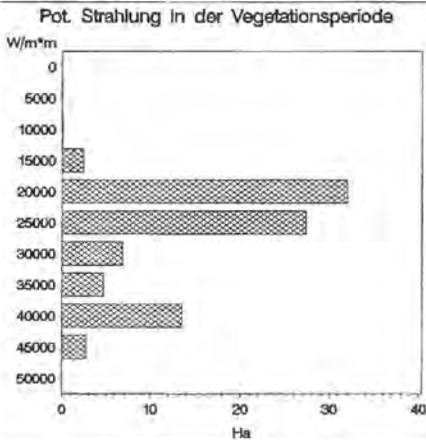
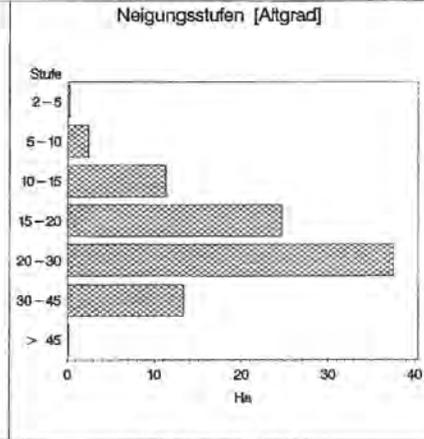
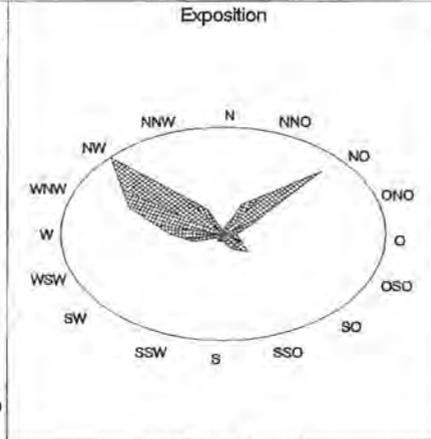
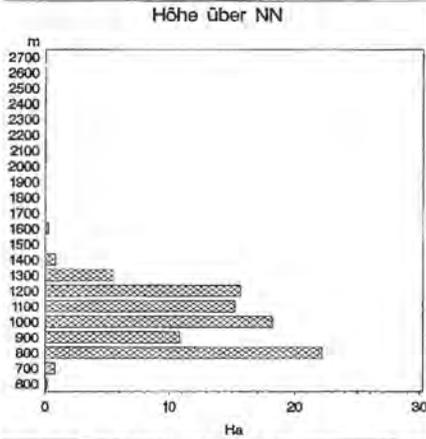


16. sT8: Feuchter nährstoffreicher Fichten-Tannenwald

GaE, Galio-Abietetum equisetetosum

Fläche: 89.59 ha.

Inventurpunkte: 43 davon 40 Punkte mit Baumbestand

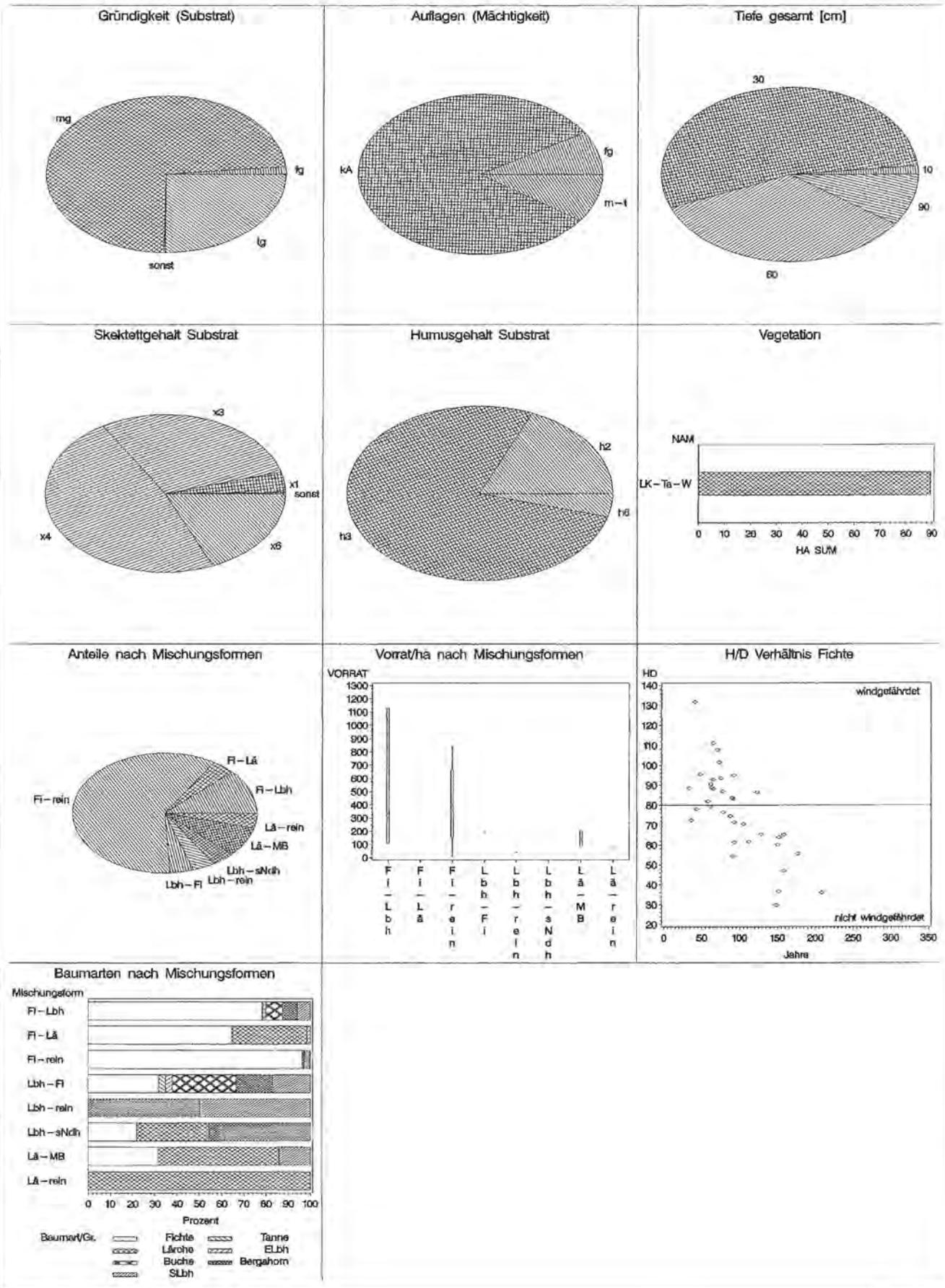


16. sT8: Feuchter nährstoffreicher Fichten-Tannenwald

GAe, Galjo-Abietetum equisetetosum

Fläche: 89.59 ha

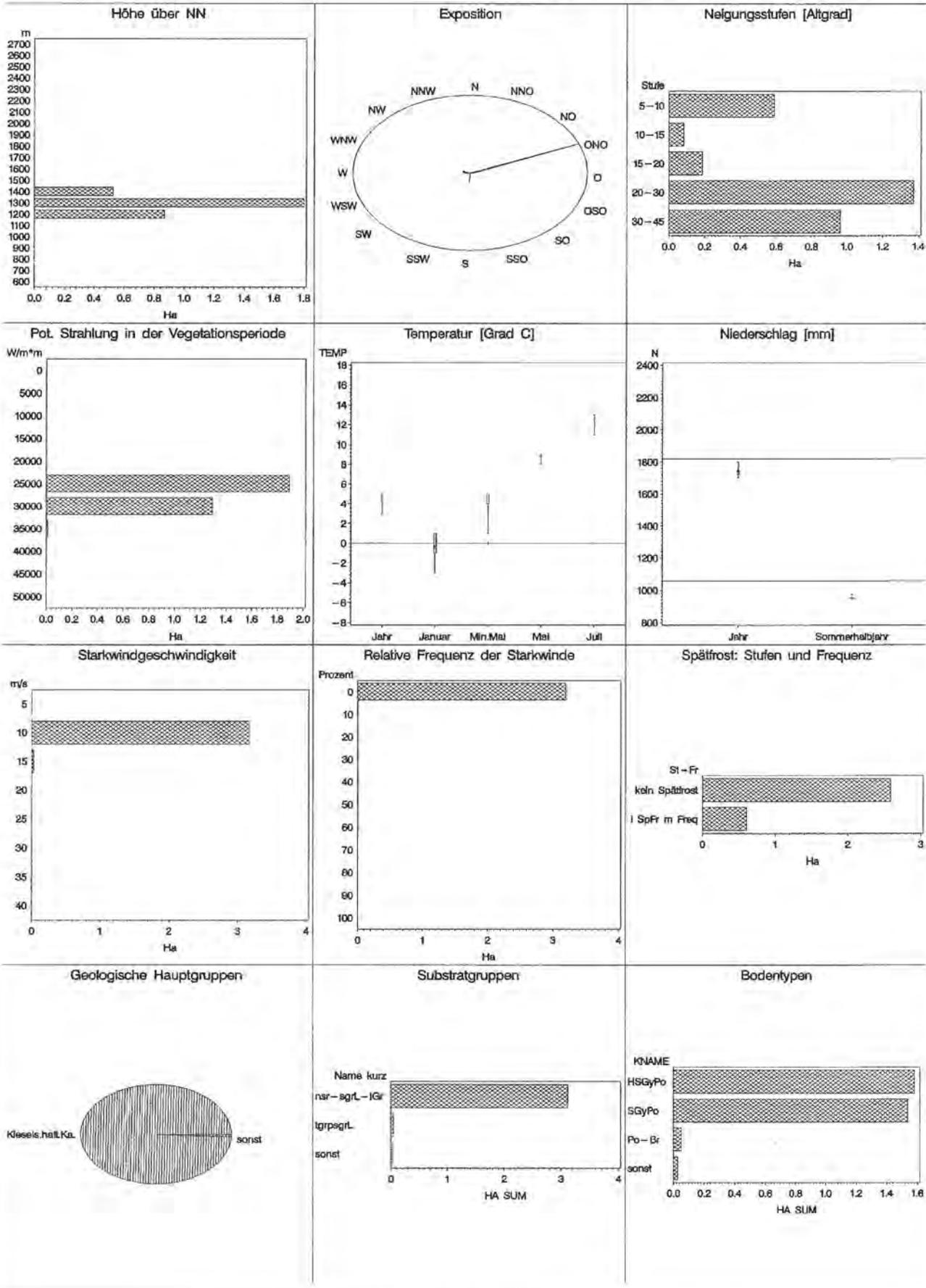
Inventorypunkte: 43 davon 40 Punkte mit Baumbestand



17. SF8: Feuchter nährstoffarmer (subalpiner) Silikat-Fichtenwald
HPs, Homogyno-Piceetum sphagnetosum

Fläche: 3.19 ha

Inventurpunkte: 2 davon 2 Punkte mit Baumbestand



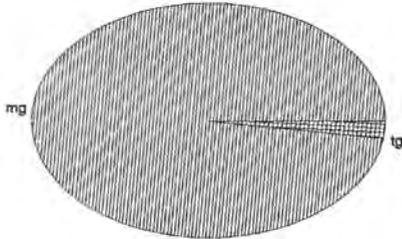
17. SF8: Feuchter nährstoffarmer (subalpiner) Silikat-Fichtenwald

HPs, Homogyno-Piceetum sphagnetosum

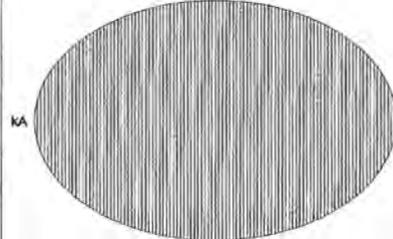
Fläche: 3.19 ha

Inventurpunkte: 2 davon 2 Punkte mit Baumbestand

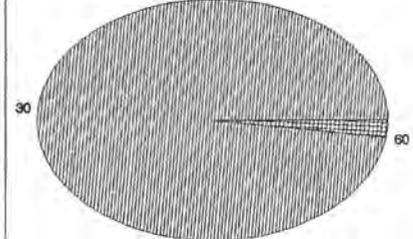
Gründigkeit (Substrat)



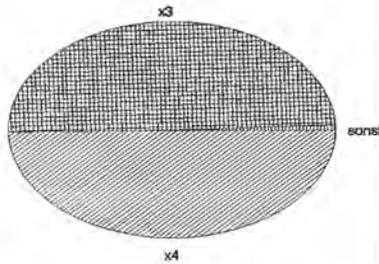
Auflagen (Mächtigkeit)



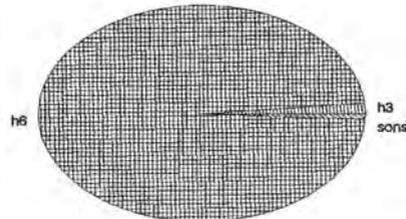
Tiefe gesamt [cm]



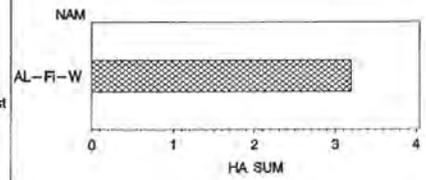
Sklettgehalt Substrat



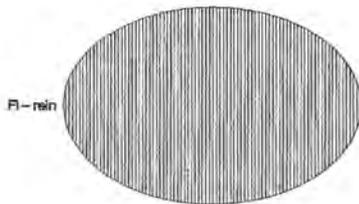
Humusgehalt Substrat



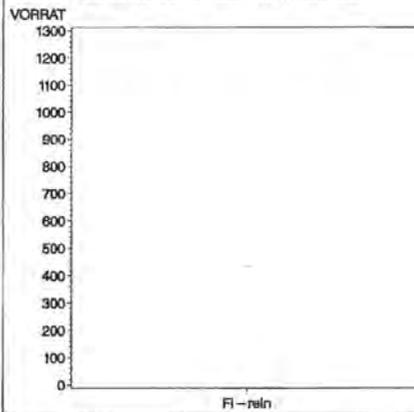
Vegetation



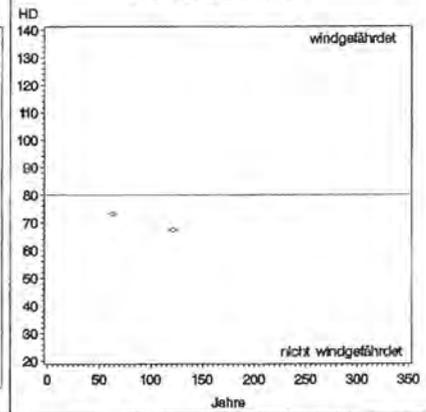
Anteile nach Mischungformen



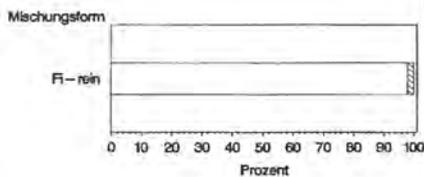
Vorrat/ha nach Mischungformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungformen



Baumart/Cr: Fichte SLbh

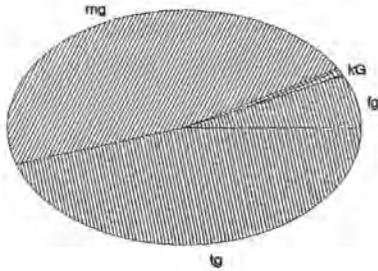
18. Me9: Nasser Erlen-Fichtenwald

CA, *Carici remote* - *Alnetum incane*

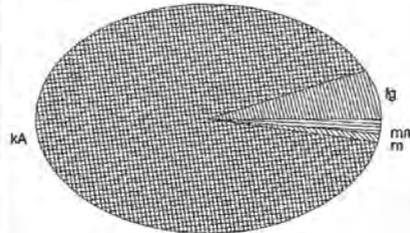
Fläche: 6.97 ha

Inventurpunkte: 3 davon 2 Punkte mit Baumbestand

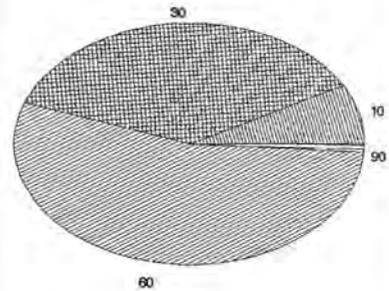
Gründigkeit (Substrat)



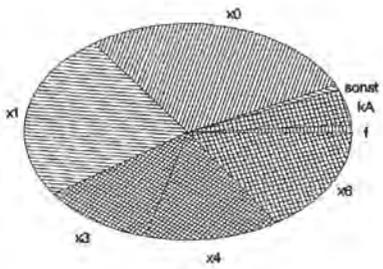
Auflagen (Mächtigkeit)



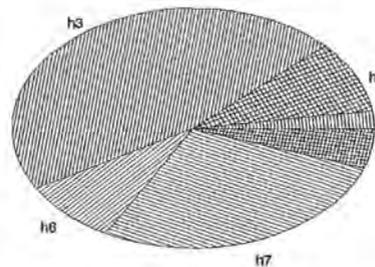
Tiefe gesamt [cm]



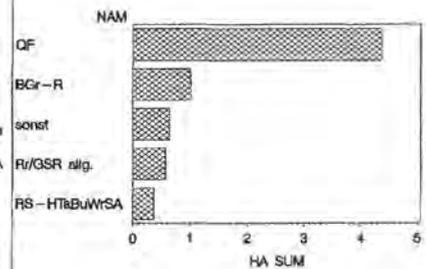
Sklettgehalt Substrat



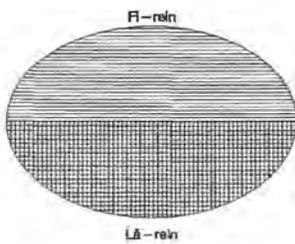
Humusgehalt Substrat



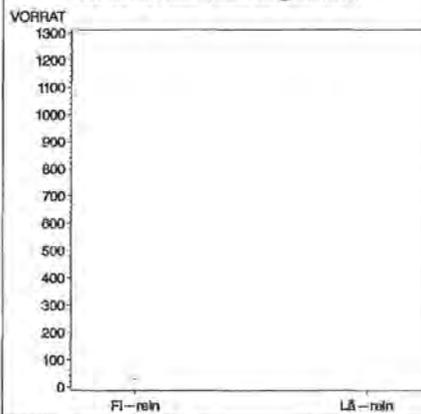
Vegetation



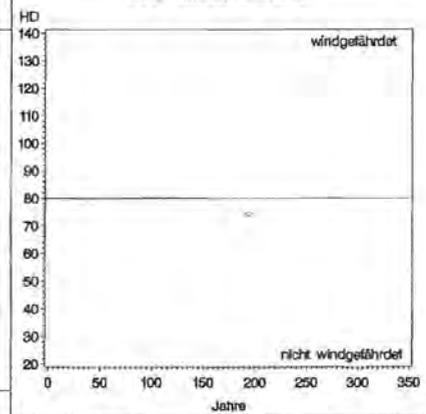
Anteile nach Mischungsformen



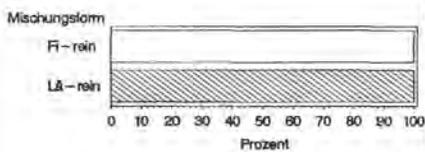
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungsformen

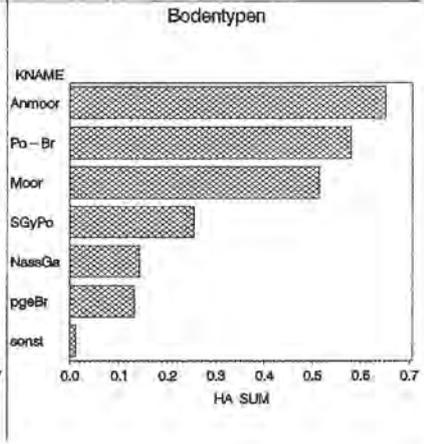
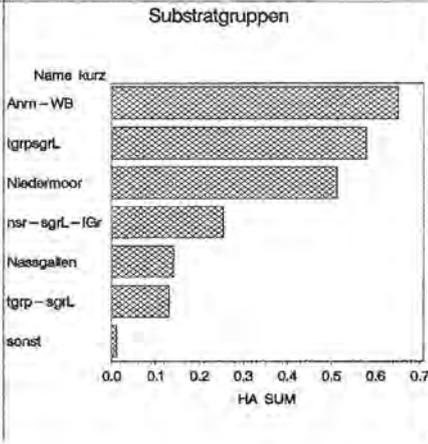
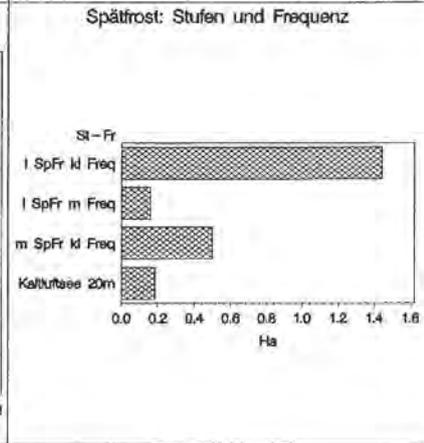
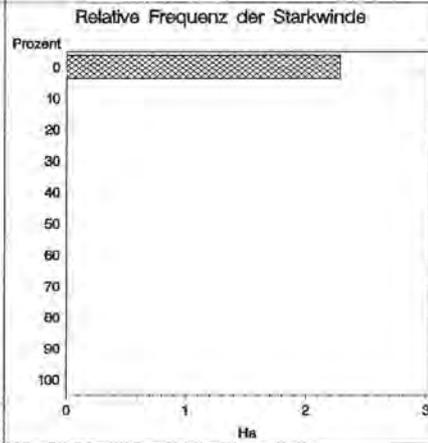
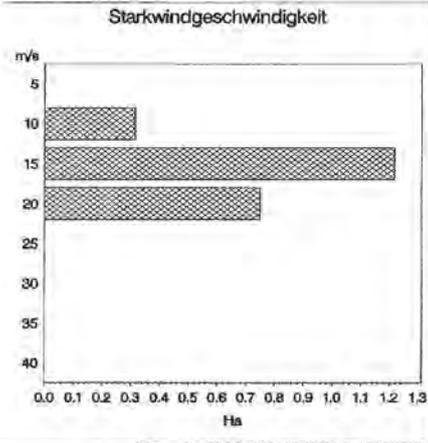
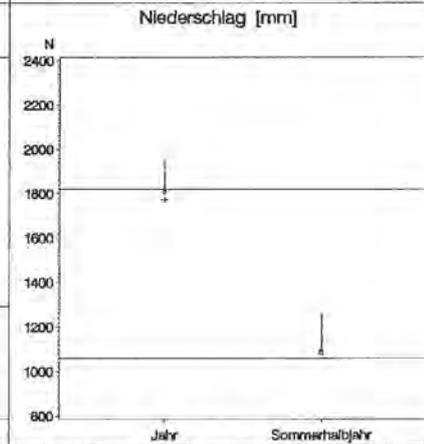
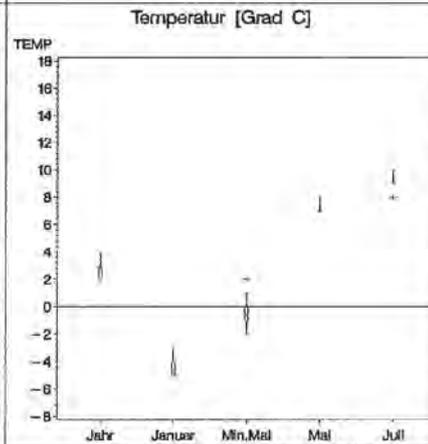
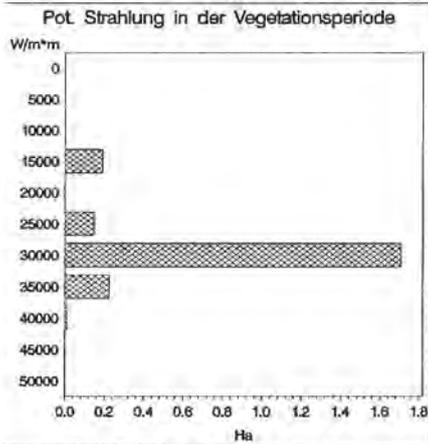
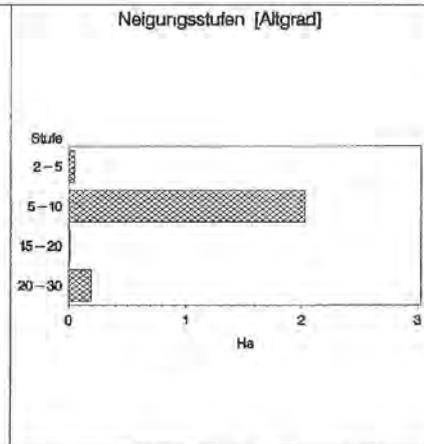
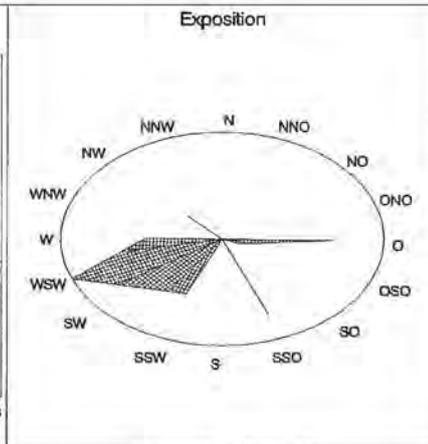
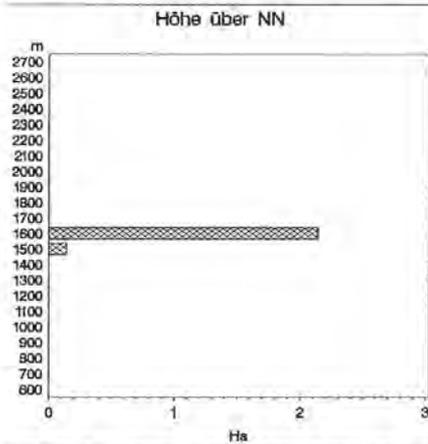


Baumart/Gr. Fichte Lärche

19. MF9: Moorrand – Fichtenwald
BP, Bazzanio – Piceetum

Fläche: 2.28 ha

Inventurpunkte: keine

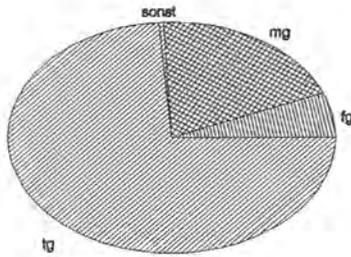


19. MF9: Moorrand – Fichtenwald
BP, Bazzanio – Piceetum

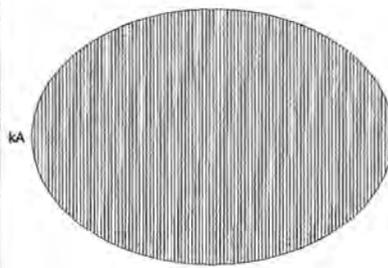
Fläche: 2.28 ha

Inventurpunkte: keine

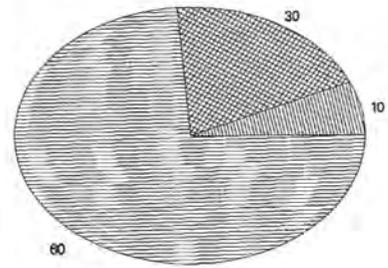
Gründigkeit (Substrat)



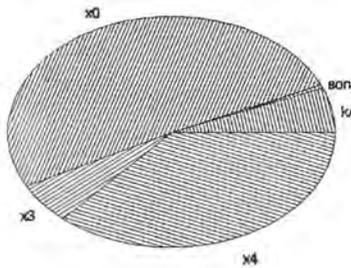
Auflagen (Mächtigkeit)



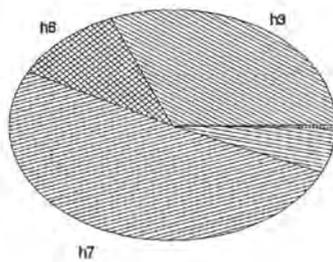
Tiefe gesamt [cm]



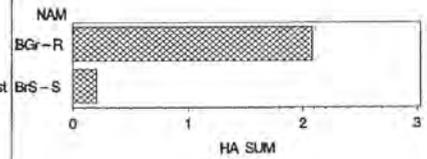
Sklettgehalt Substrat



Humusgehalt Substrat



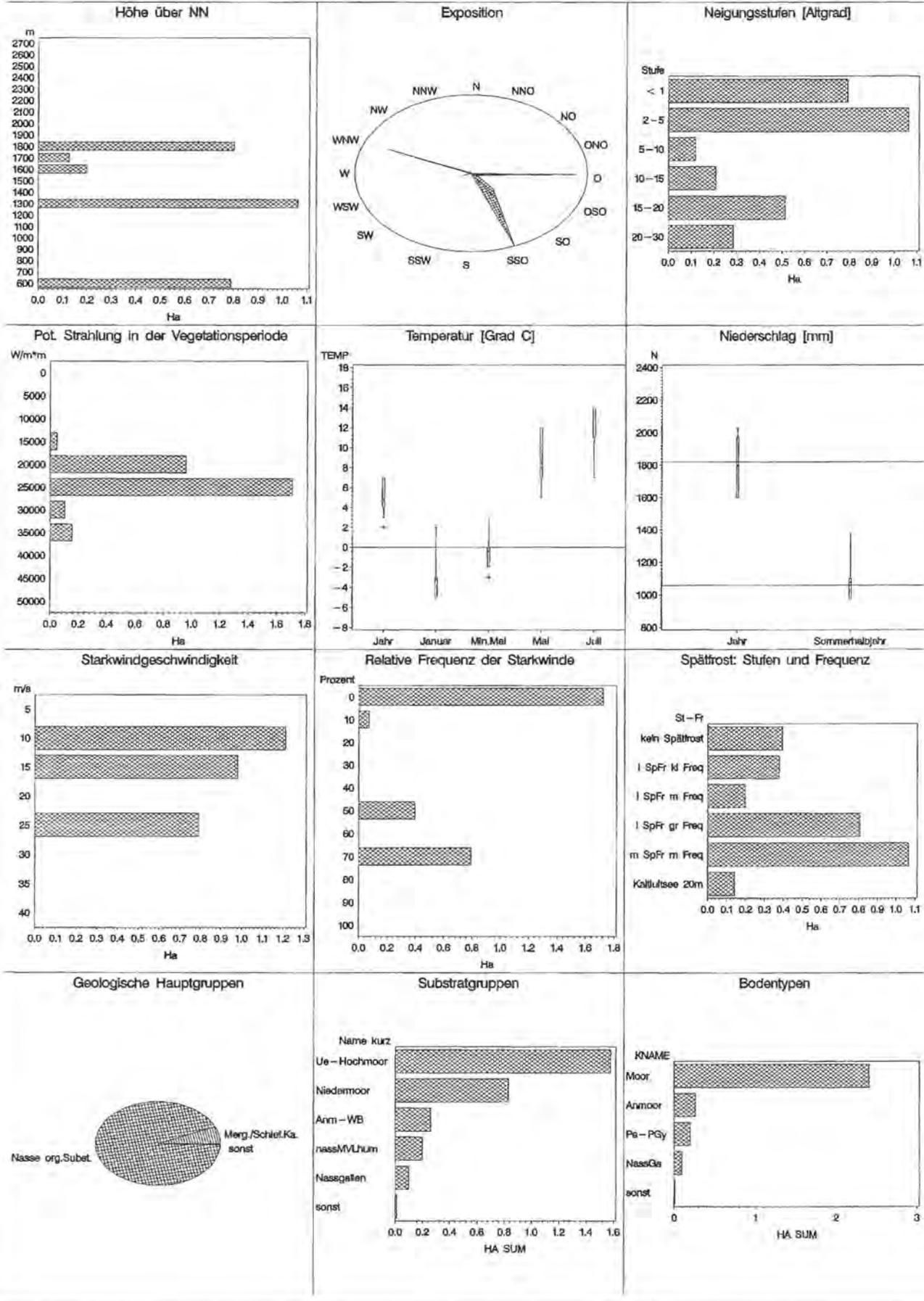
Vegetation



20. Mk9: Hochmoor – Latschengebüsch
PSp, Pino – Spagnetum mughi

Fläche: 2.98 ha

Inventurpunkte: keine

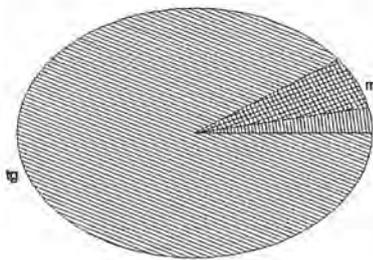


20. Mk9: Hochmoor-Latschengebüsch
PSp, Pino-Spagnetum mughi

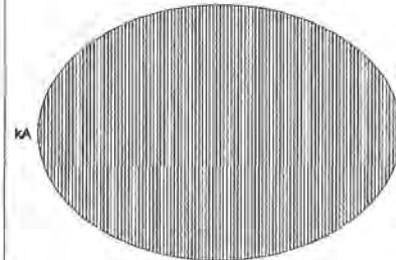
Fläche: 2.98 ha

Inventurpunkte: keine

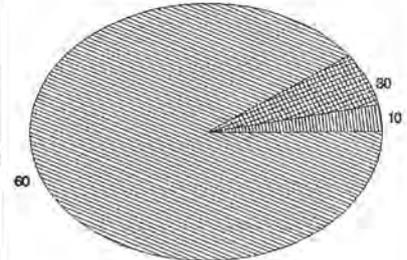
Gründigkeit (Substrat)



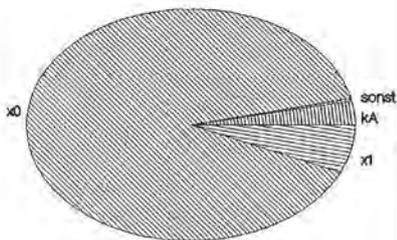
Auflagen (Mächtigkeit)



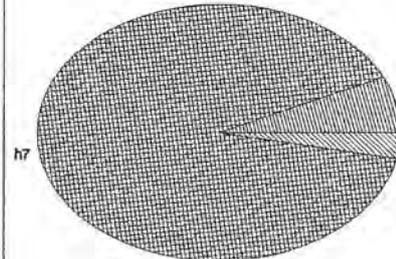
Tiefe gesamt [cm]



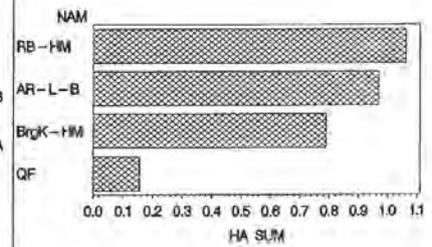
Skeltettgehalt Substrat



Humusgehalt Substrat



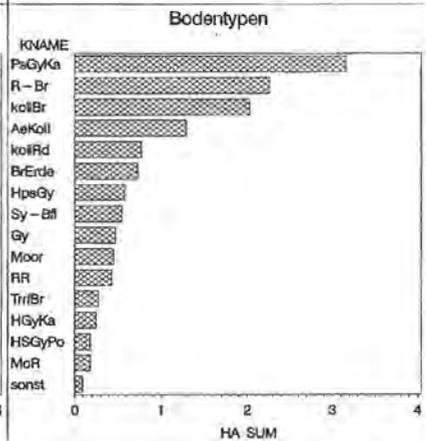
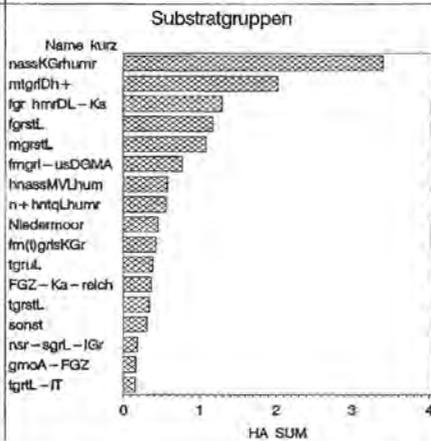
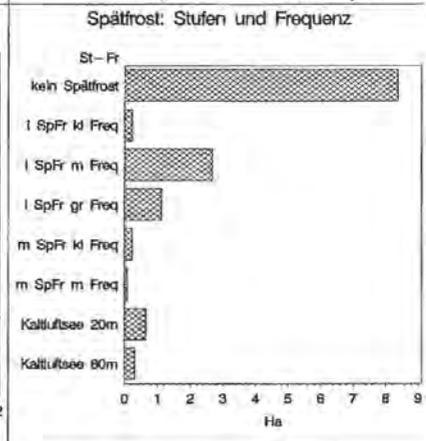
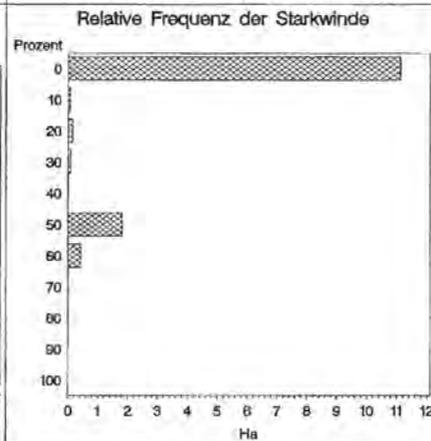
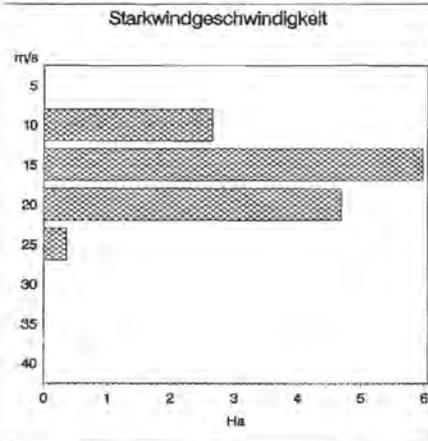
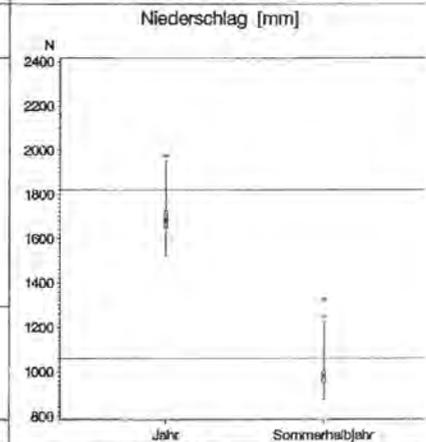
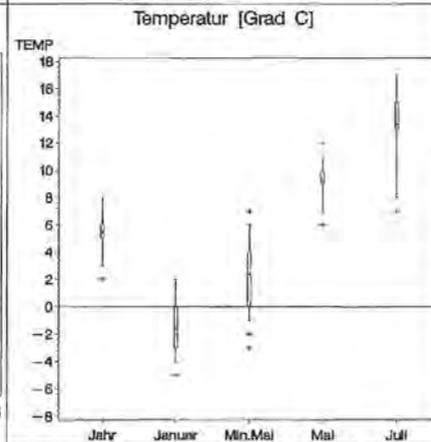
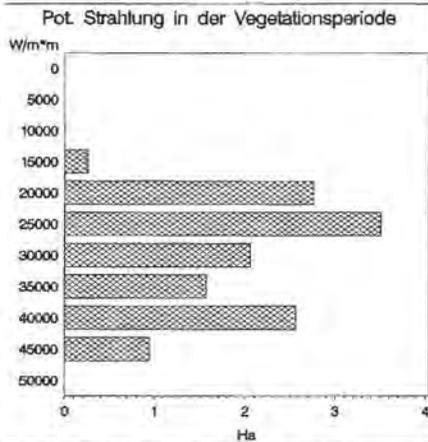
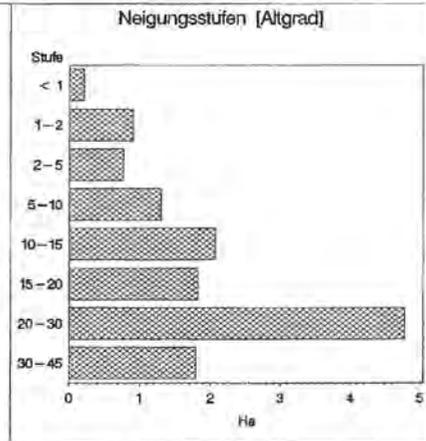
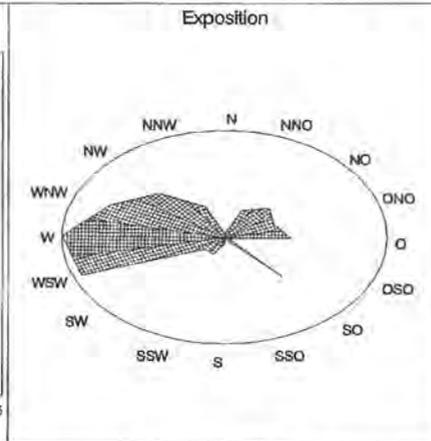
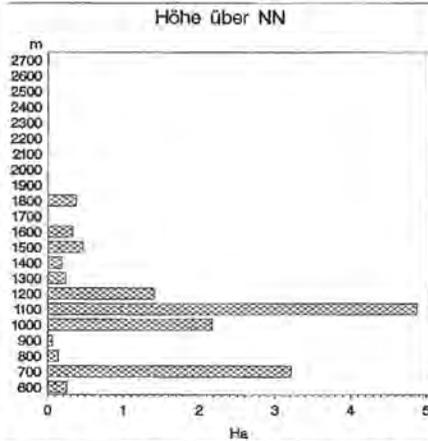
Vegetation



21. kp9: Quellmoor
Cd, *Caricetum davallianae*

Fläche: 13.68 ha

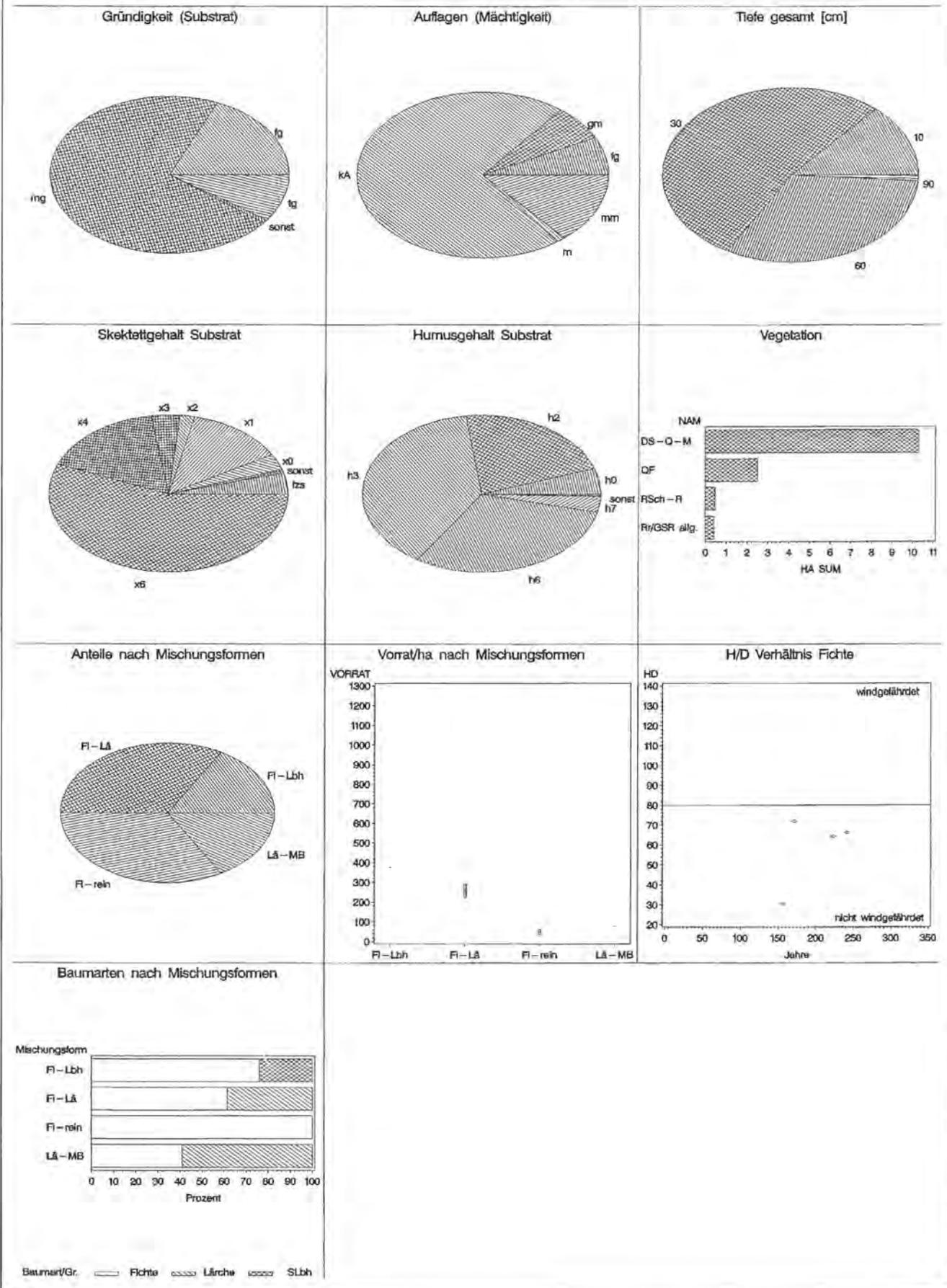
Inventurpunkte: 8 davon 6 Punkte mit Baumbestand



21. kp9: Quellmoor
Cd, Caricetum davallianae

Fläche: 13.68 ha

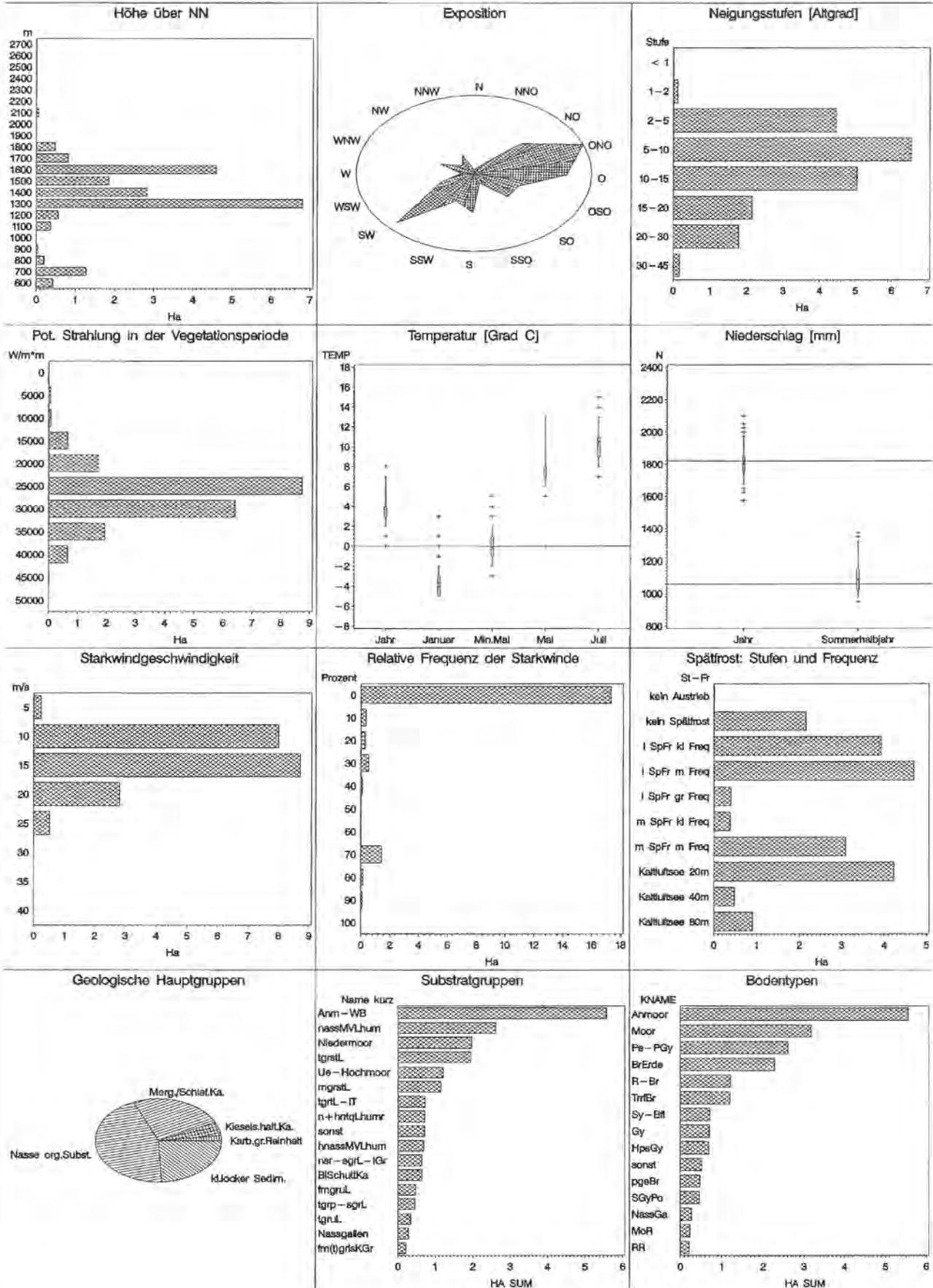
Inventurpunkte: 8 davon 6 Punkte mit Baumbestand



22. Mp9: Moor/Sumpf

Fläche: 20.31 ha

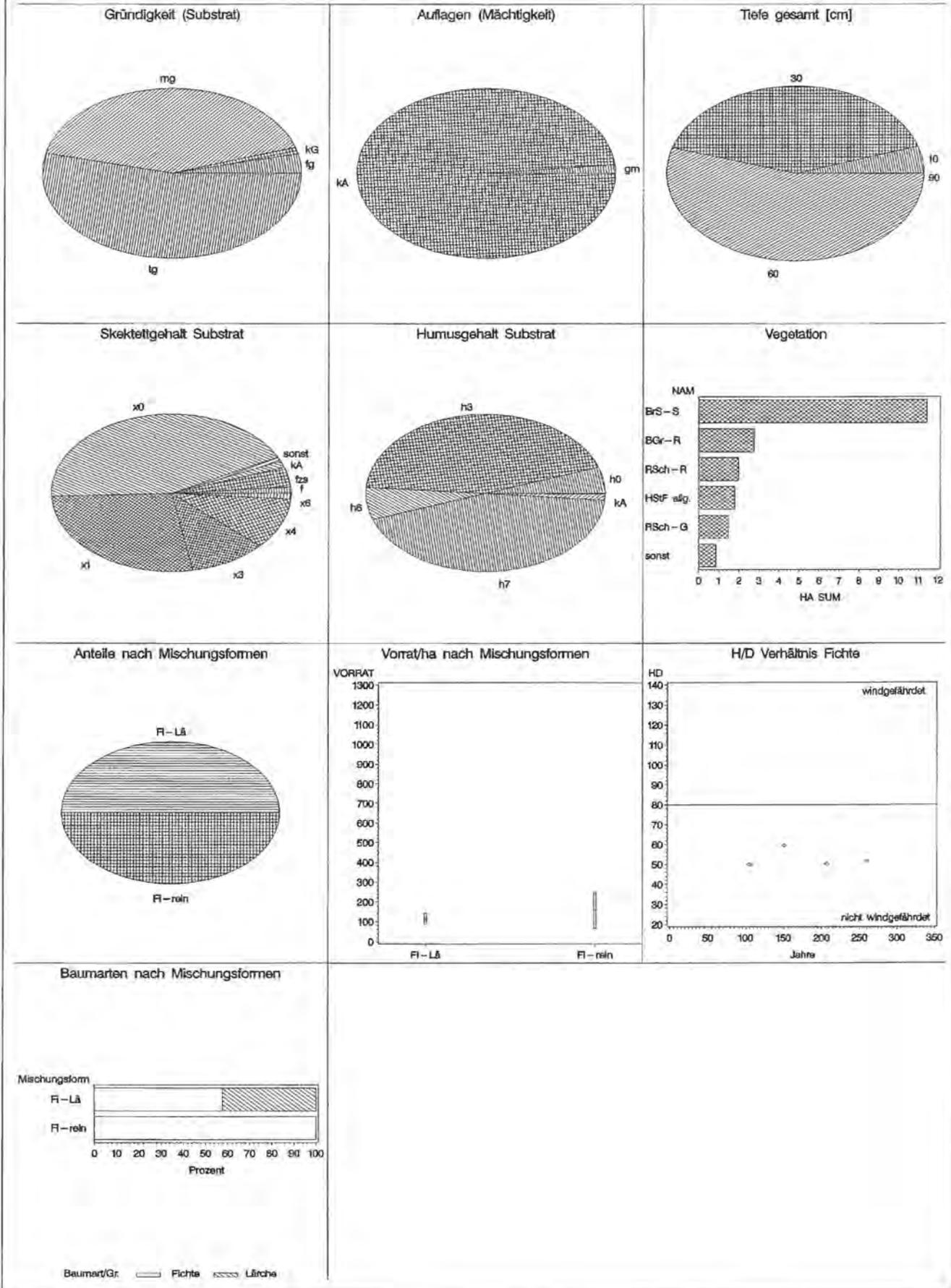
Inventurpunkte: 6 davon 4 Punkte mit Baumbestand



22. Mp9: Moor/Sumpf

Fläche: 20.31 ha

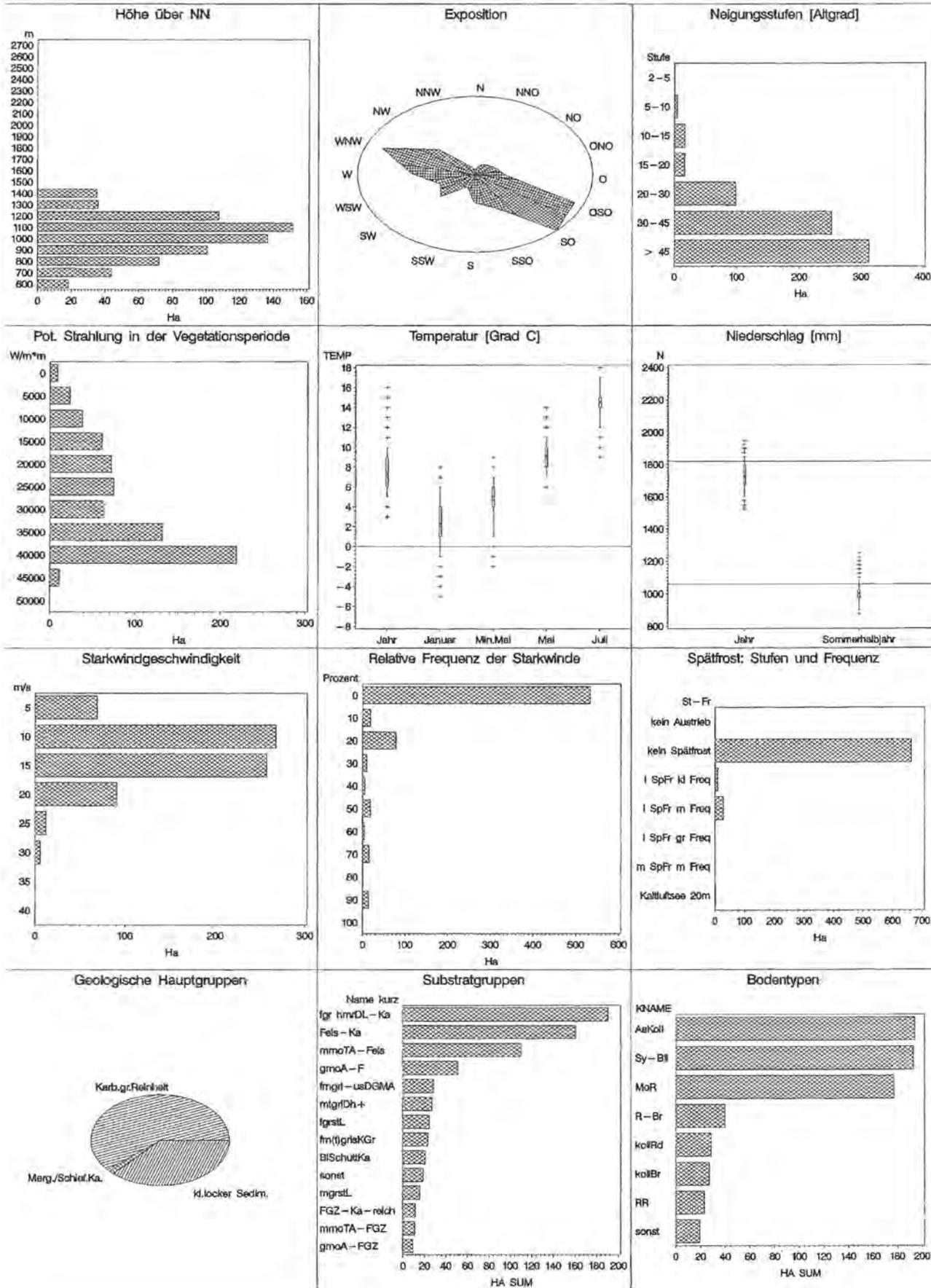
Inventurpunkte: 6 davon 4 Punkte mit Baumbestand



23. kB1 (KB1, k1): Felshang Bergmischwald
 SF, Seslerio-Fagetum

Fläche: 702.23 ha

Inventorypunkte: 275 davon 197 Punkte mit Baumbestand

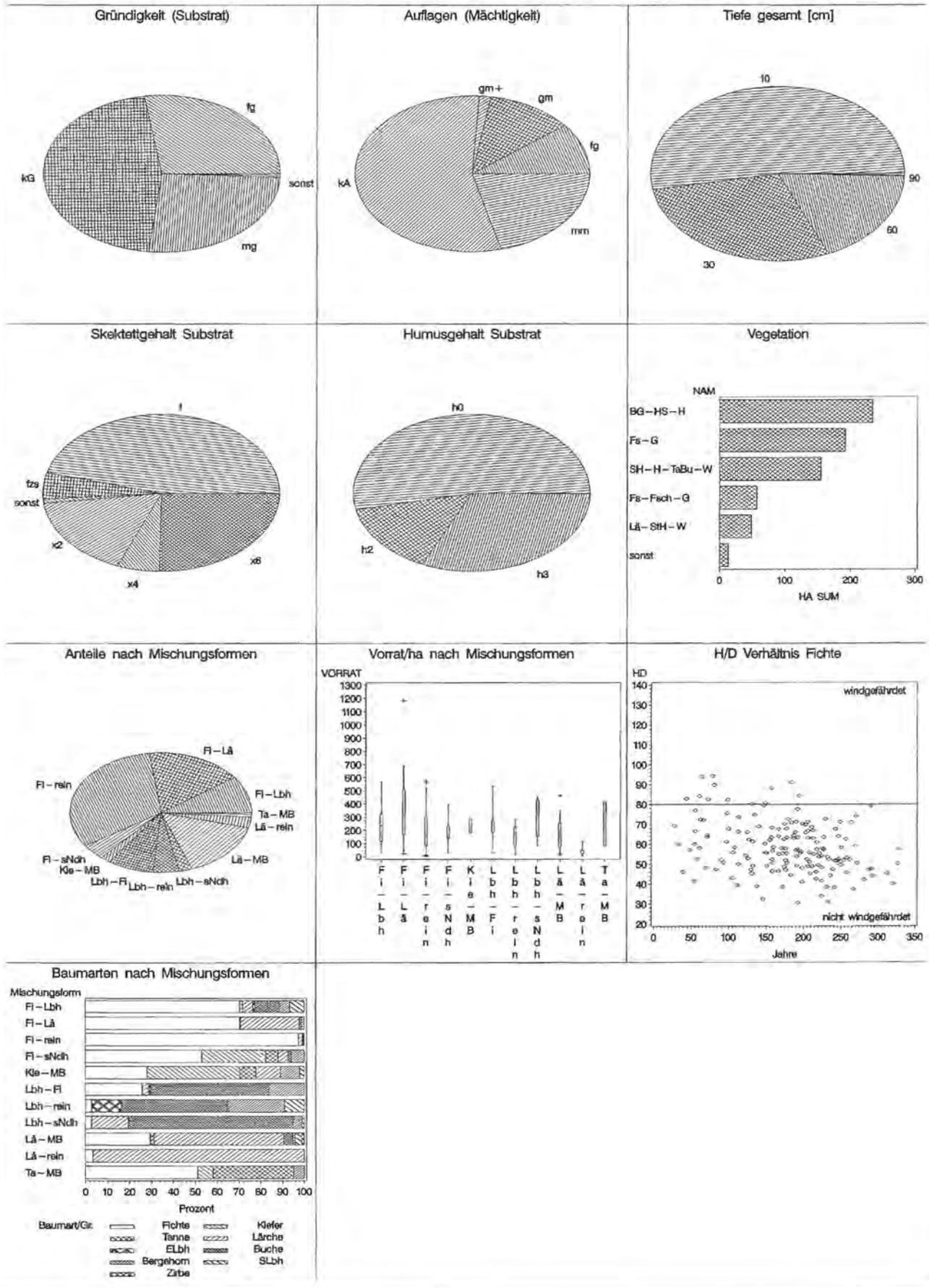


23. kB1 (KB1, kl1): Felshang Bergmischwald

SF, Seslerio - Fagetum

Fläche: 702.23 ha

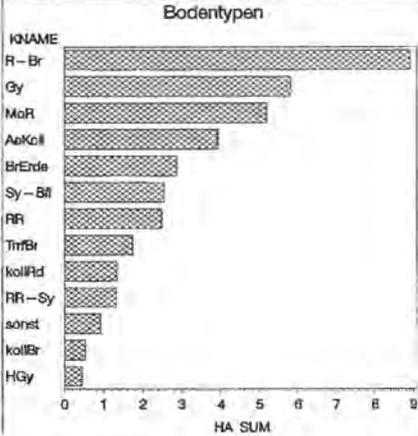
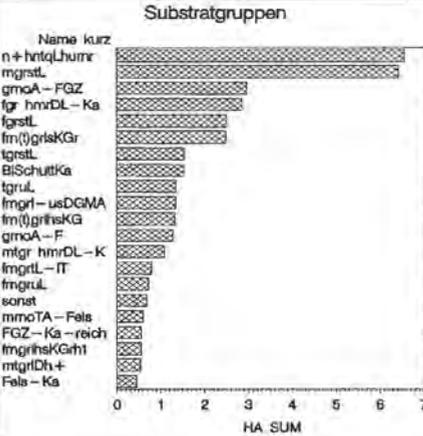
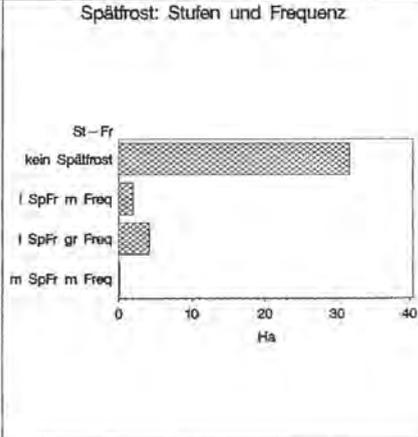
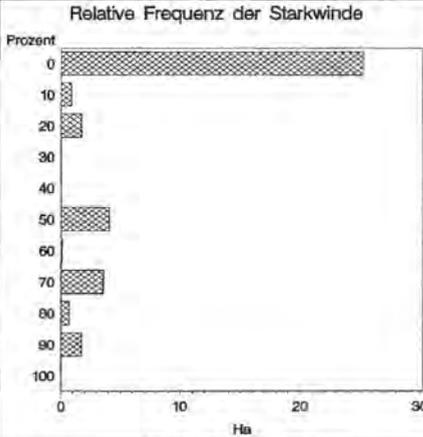
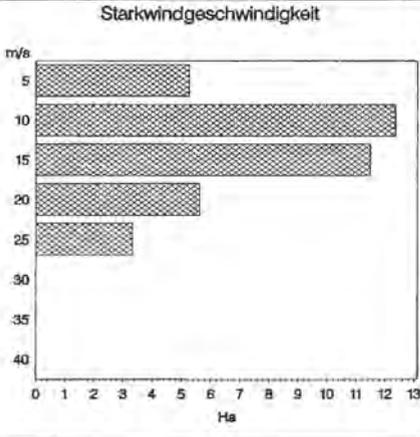
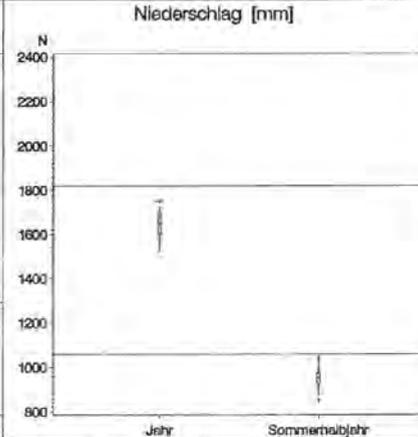
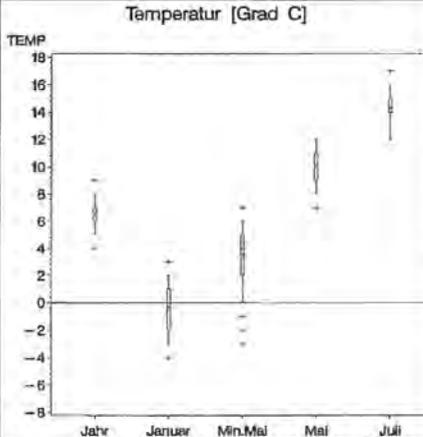
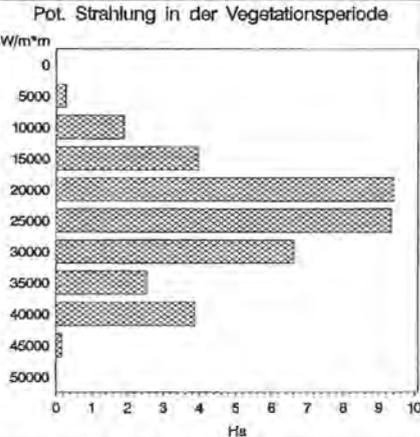
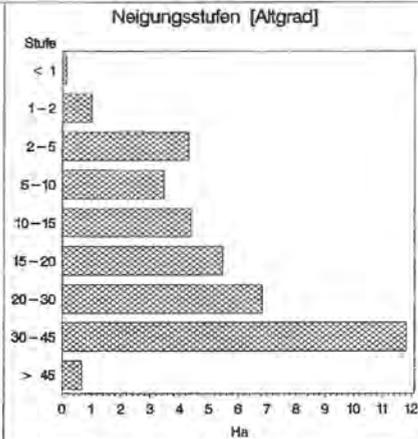
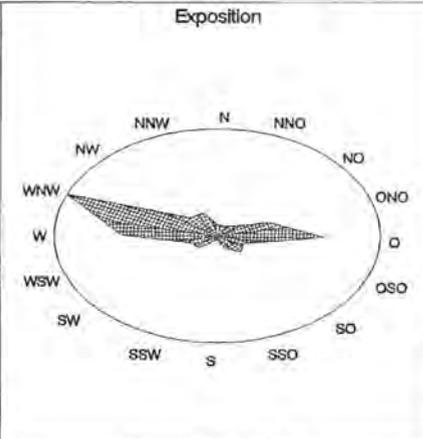
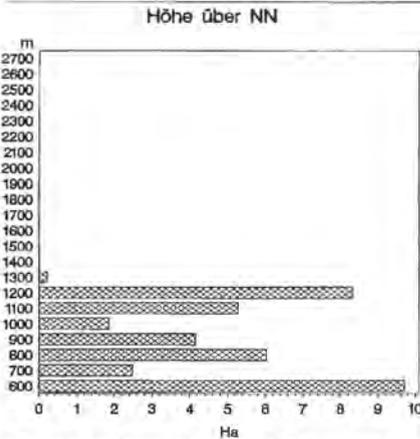
Inventurpunkte: 275 davon 197 Punkte mit Baumbestand



24. AA4: Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter
 WFd, *Carex alba*-*Picea abies* Gesellschaft, *Deschampsia* Ausbildung

Fläche: 38.06 ha

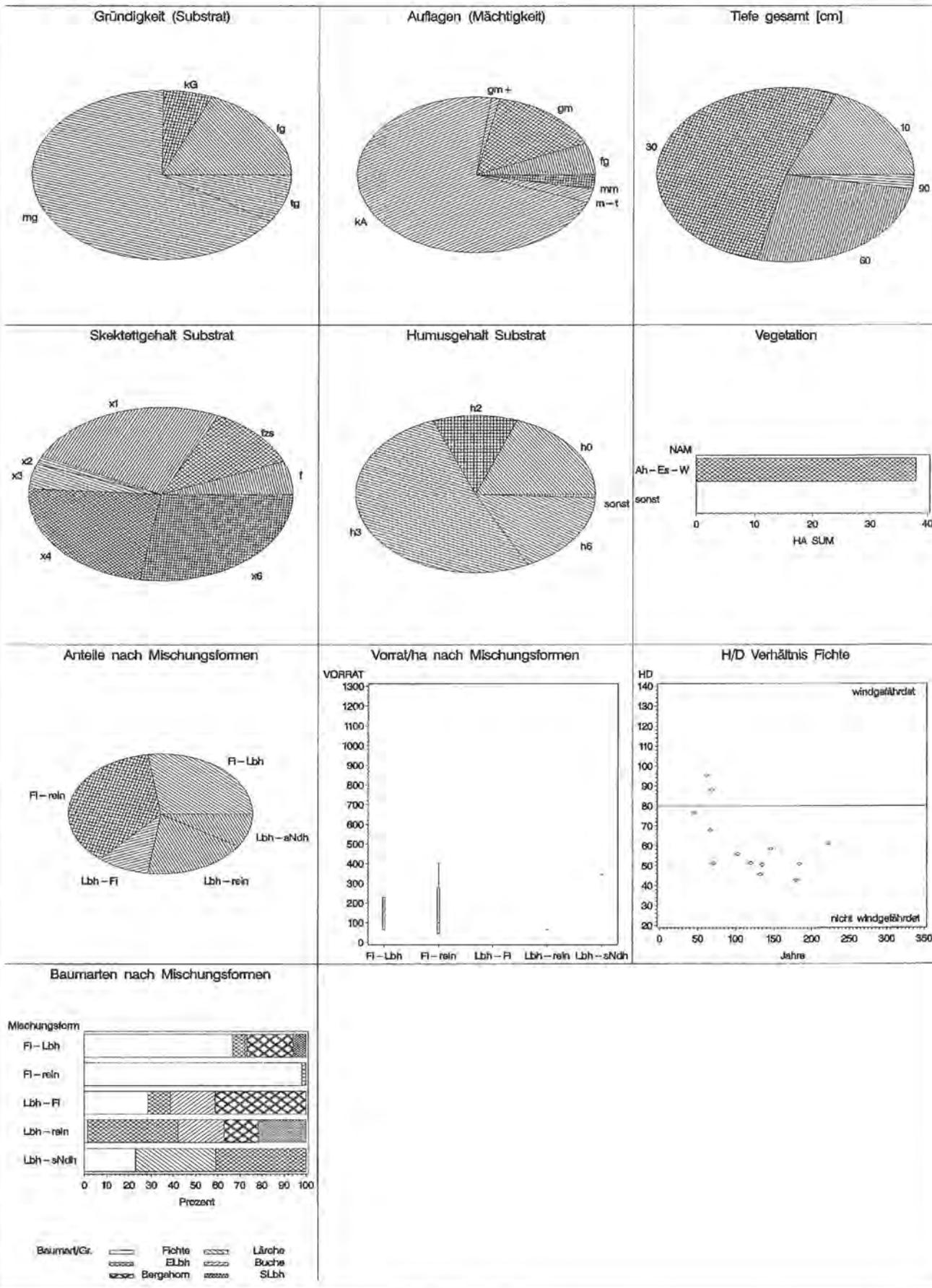
Inventurpunkte: 19 davon 17 Punkte mit Baumbestand



24. AA4: Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter
 WFd, *Carex alba*-*Picea abies* Gesellschaft, *Deschampsia* Ausbildung

Fläche: 38.06 ha

Inventurpunkte: 19 davon 17 Punkte mit Baumbestand

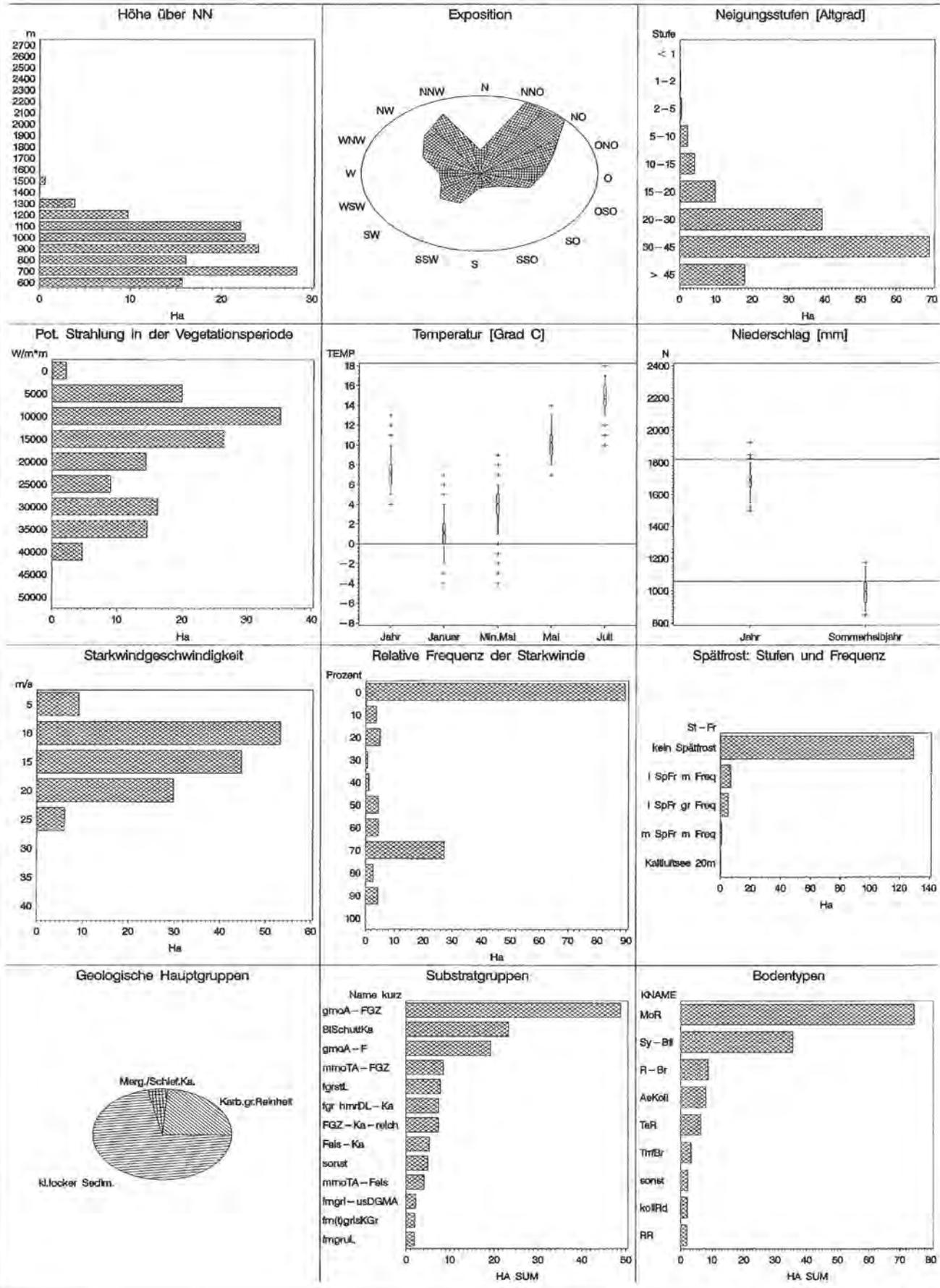


25. KA3 (KA3): Blockschutt Edellaubwald

UAp, *Ulmo-Aceretum phyllitidosum*

Fläche: 143.10 ha

Inventurpunkte: 63 davon 59 Punkte mit Baumbestand

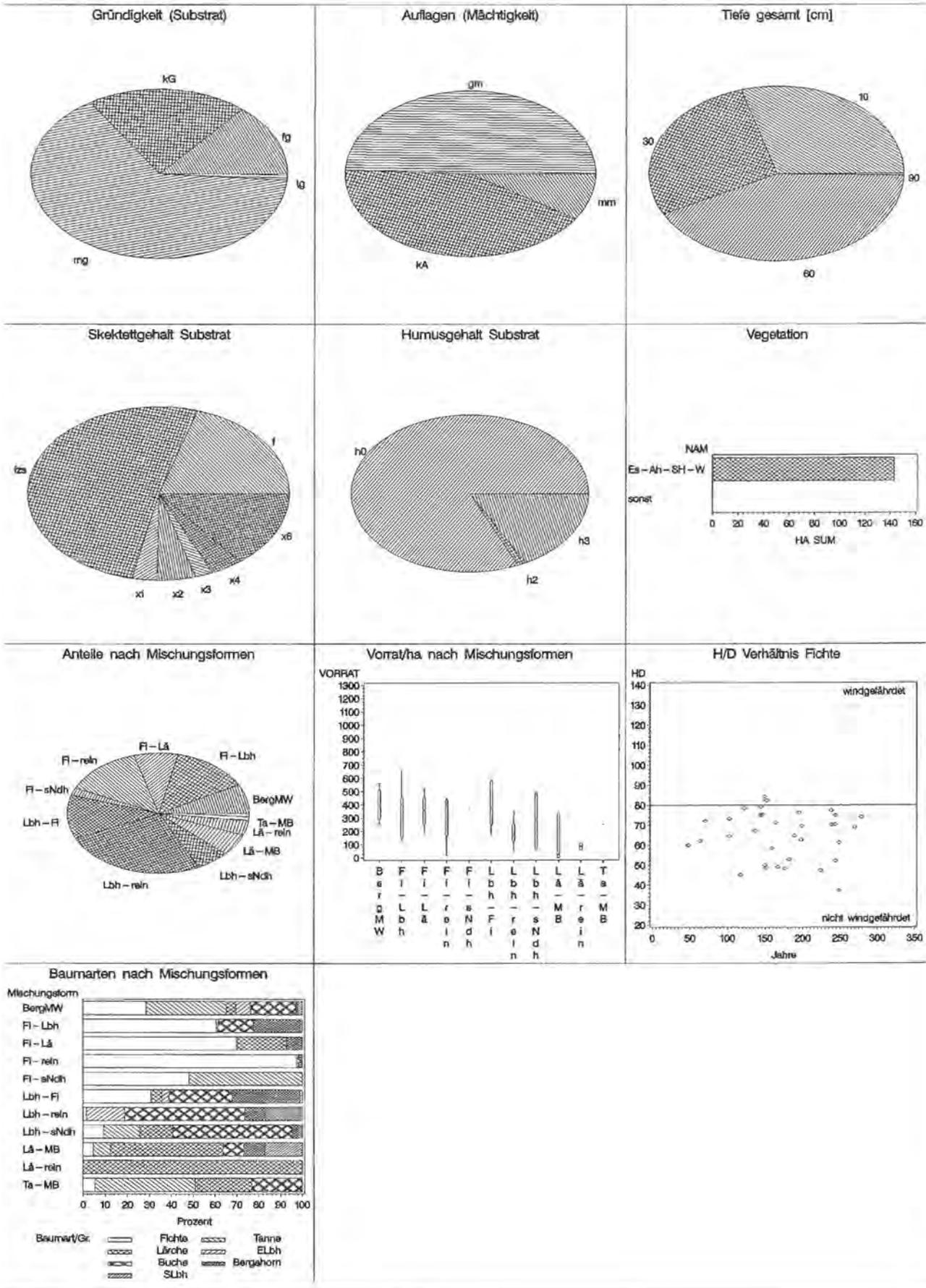


25. kA3 (KA3): Blockschutt Edellaubwald

UAp, *Ulmo-Aceretum phyllitoidesum*

Fläche: 143.10 ha

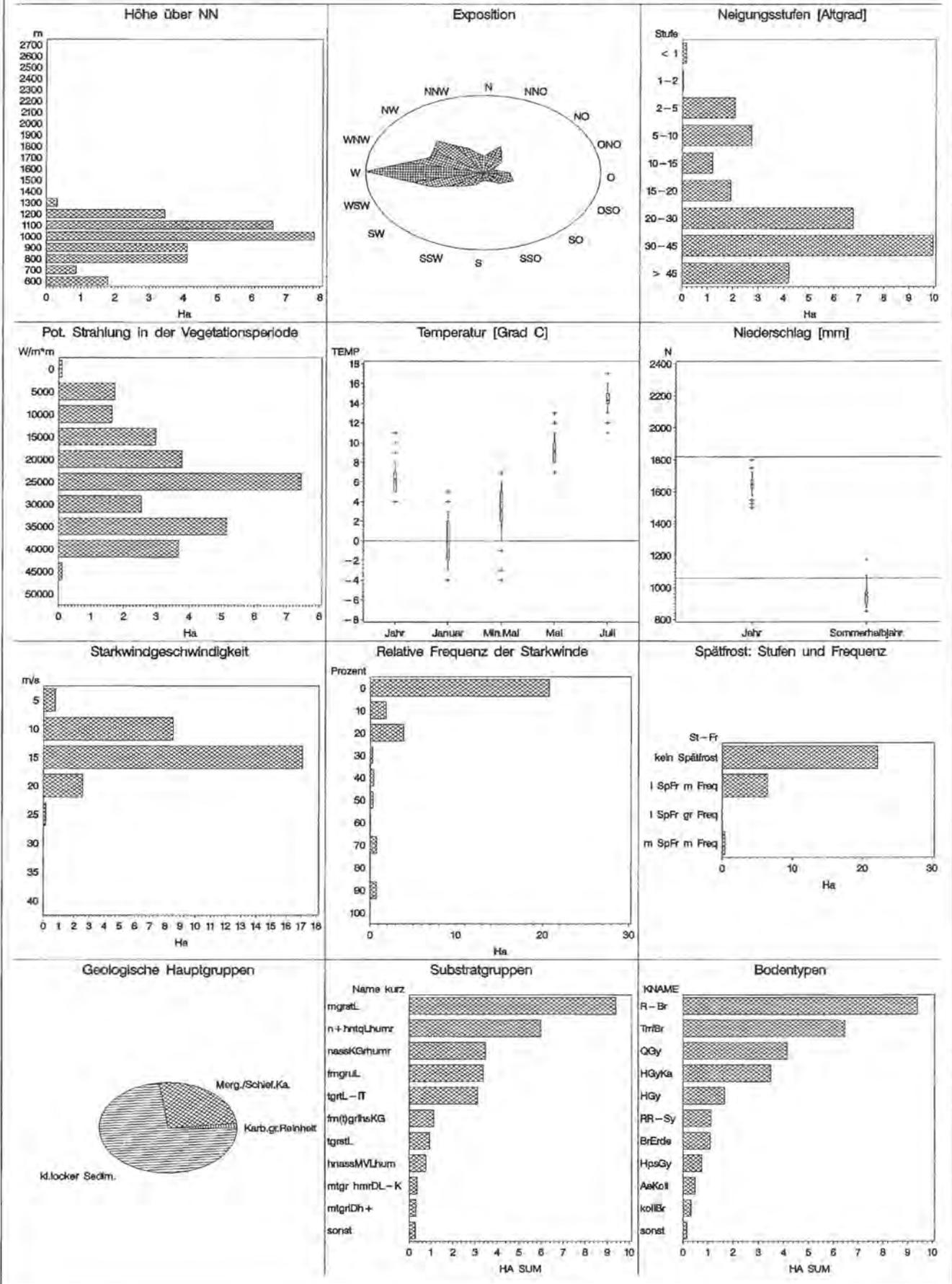
Inventurpunkte: 63 davon 59 Punkte mit Baumbestand



26. kA5: Hangfuss Edellaubwald
 UAI, *Ulm* – *Aceretum lysimachietosum*

Fläche: 29.13 ha

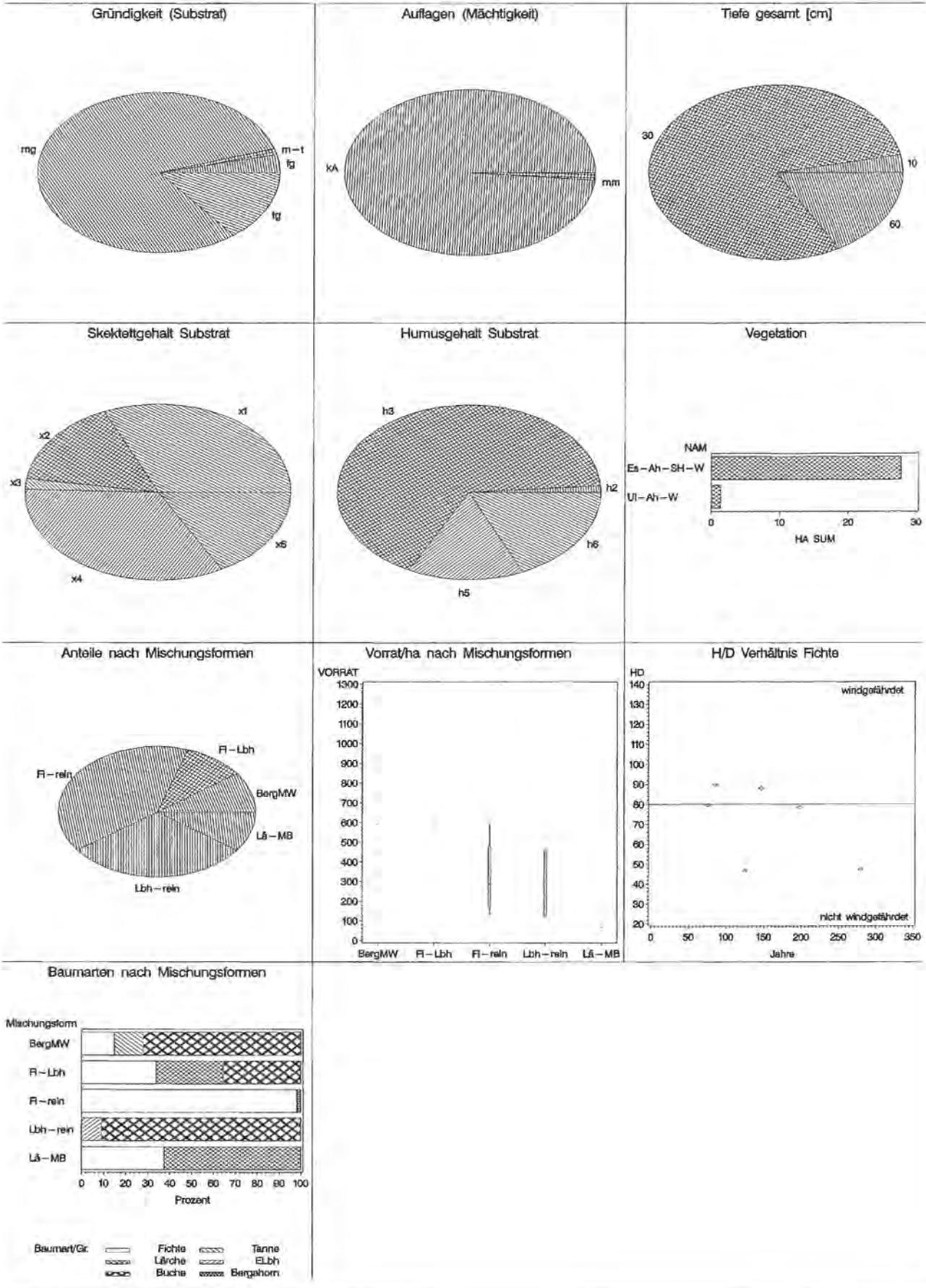
Inventurpunkte: 15 davon 11 Punkte mit Baumbestand



26. kA5: Hangfuss Edellaubwald
 UAI, *Ulmo-Aceretum lysimachietosum*

Fläche: 29.13 ha

Inventorypunkte: 15 davon 11 Punkte mit Baumbestand

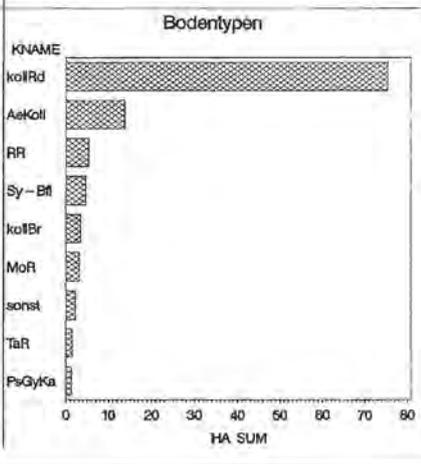
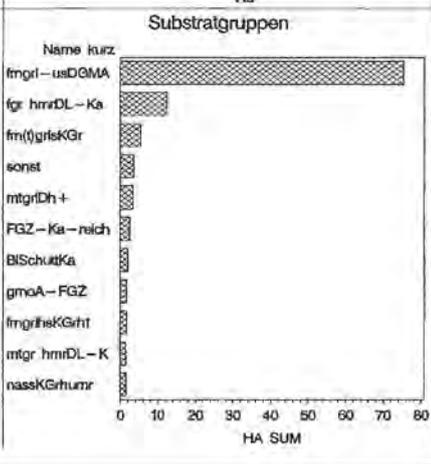
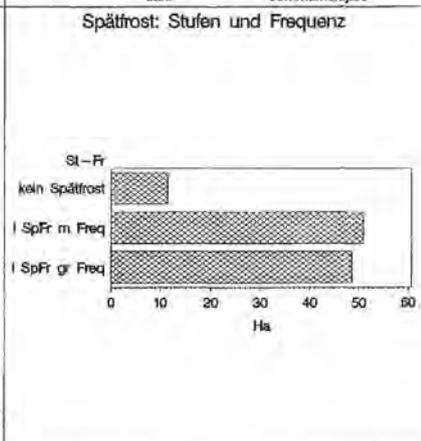
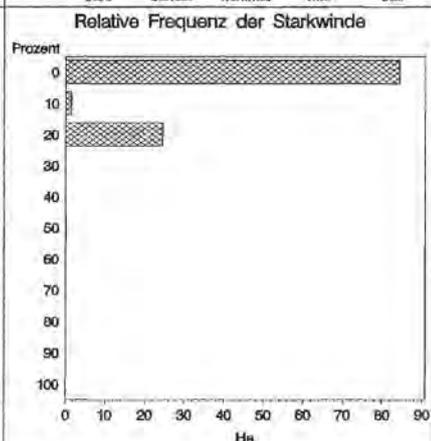
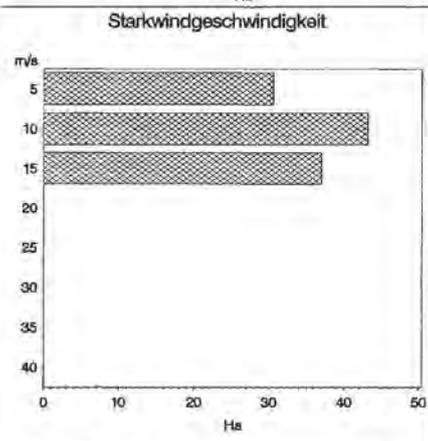
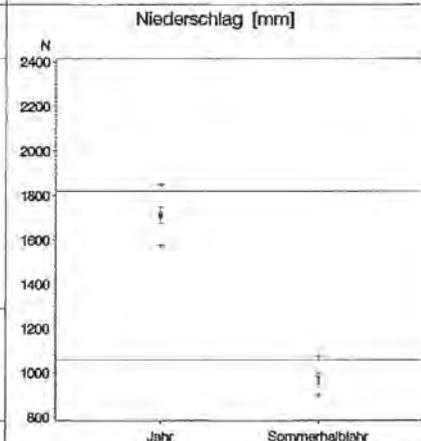
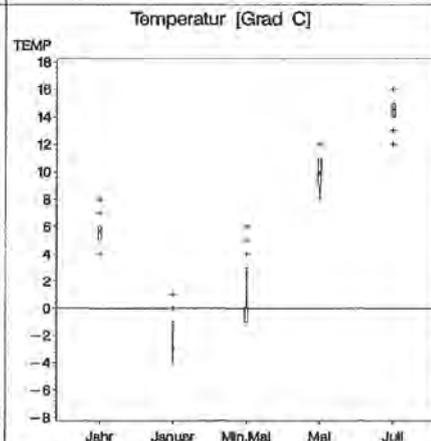
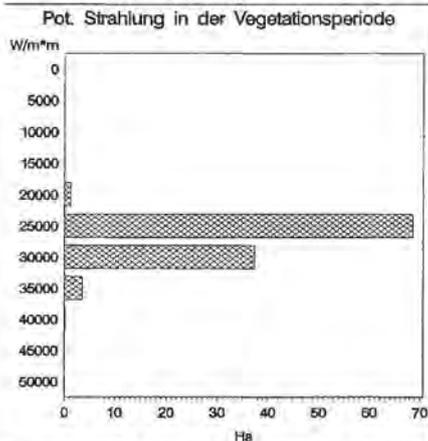
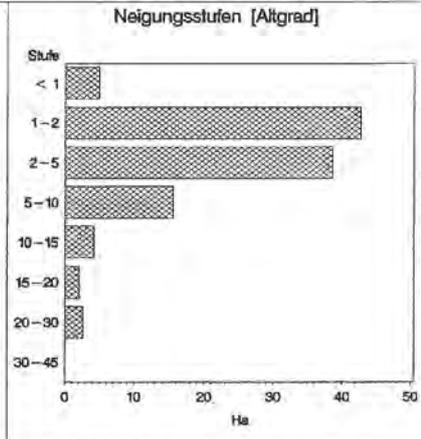
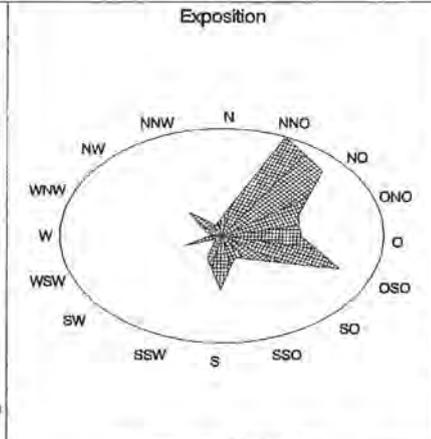
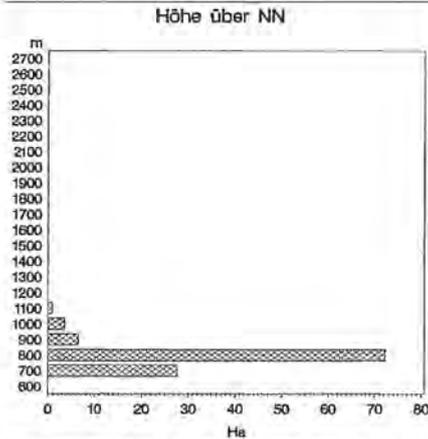


27. Af2: Mässig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter

Wf, Weisssegen-Fichtenwald, Erica-Ausbildung

Fläche: 110.77 ha

Inventurpunkte: 53 davon 50 Punkte mit Baumbestand



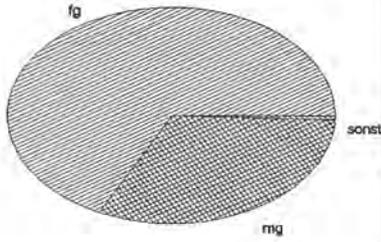
27. Af2: Mässig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter

WFt, Weisssegen-Fichtenwald, Erica-Ausbildung

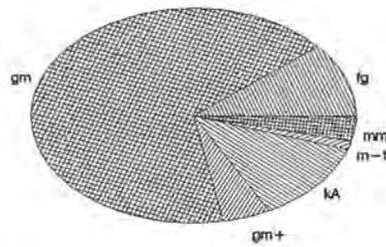
Fläche: 110.77 ha

Inventorypunkte: 53 davon 50 Punkte mit Baumbestand

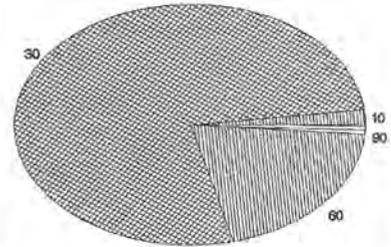
Gründigkeit (Substrat)



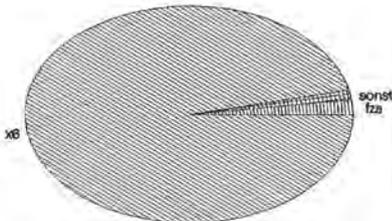
Auflagen (Mächtigkeit)



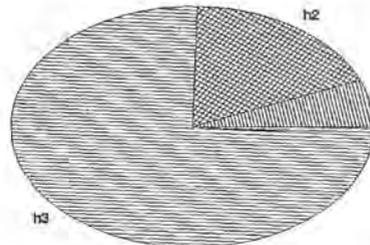
Tiefe gesamt [cm]



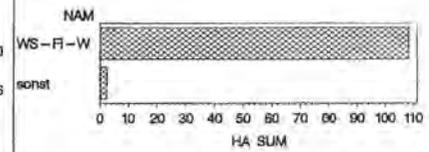
Skeletttgehalt Substrat



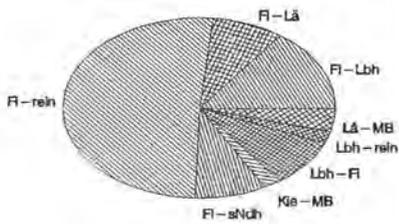
Humusgehalt Substrat



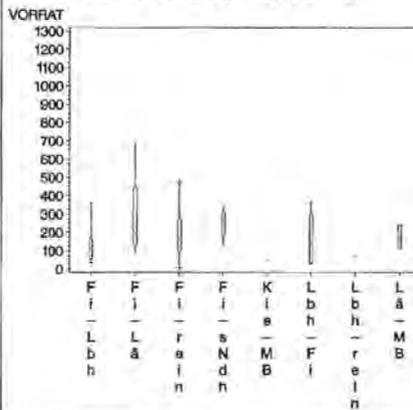
Vegetation



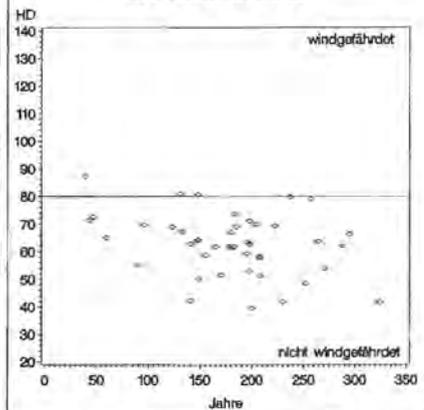
Anteile nach Mischungsformen



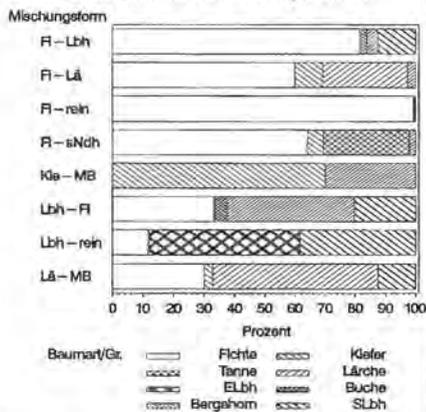
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungsformen

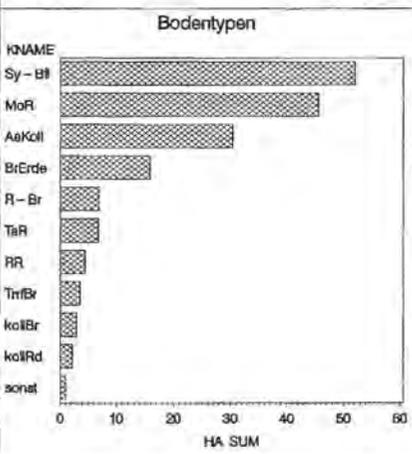
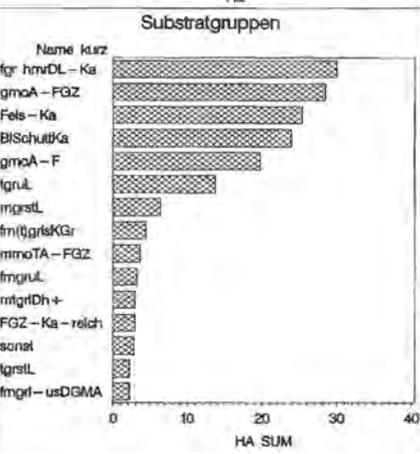
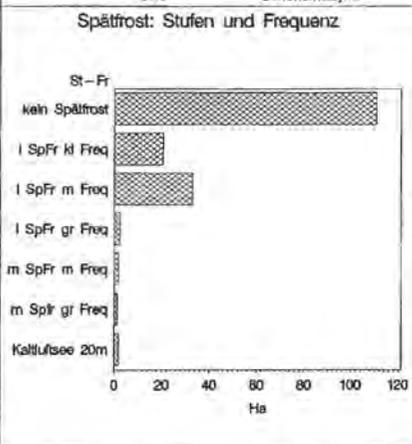
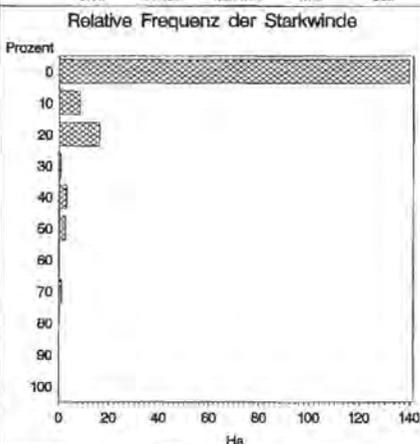
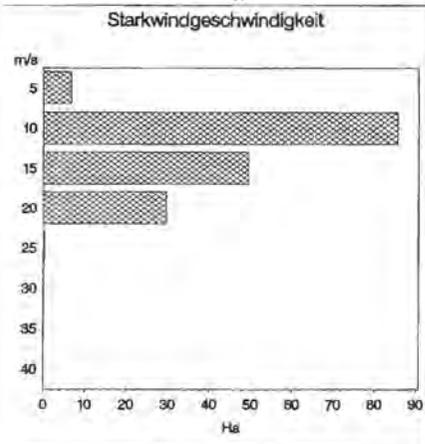
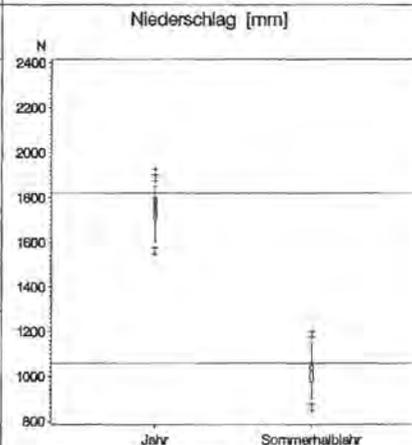
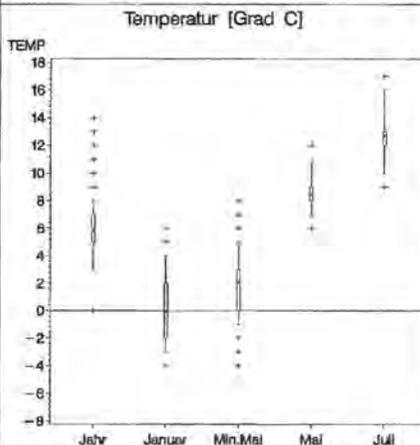
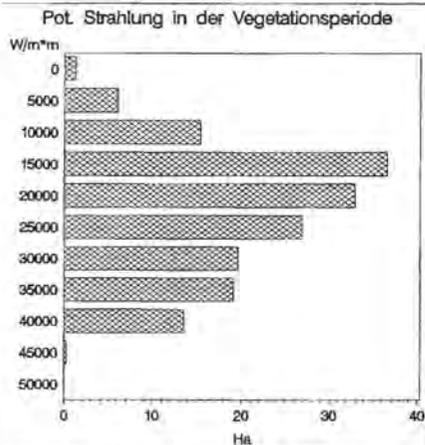
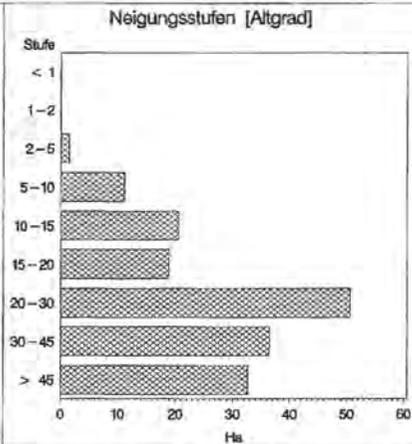
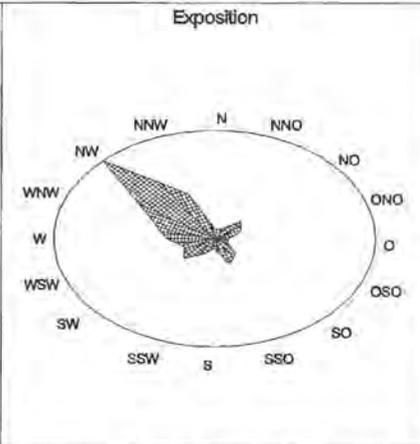
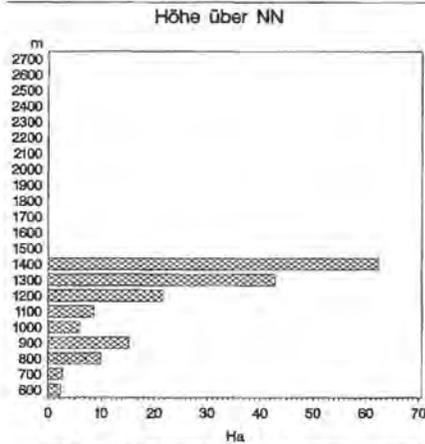


28. T3 (Kf3): Block – (Lärchen) – Fichtenwald

AsP, Asplenio – Piceetum

Fläche: 171.77 ha

Inventurpunkte: 78 davon 65 Punkte mit Baumbestand



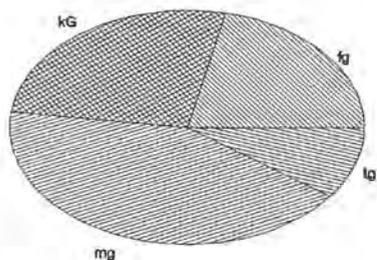
28. Tř3 (Kř3): Block – (Lärchen) – Fichtenwald

AsP, Asplenio – Piceetum

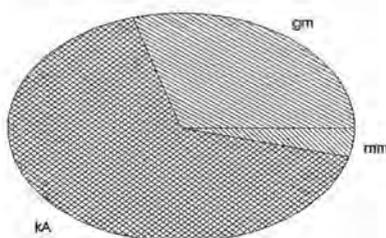
Fläche: 171.77 ha

Inventurpunkte: 78 davon 65 Punkte mit Baumbestand

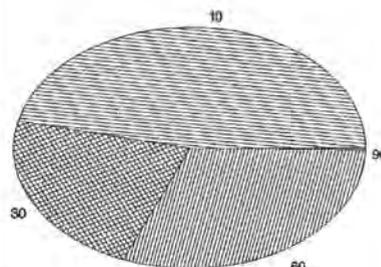
Gründigkeit (Substrat)



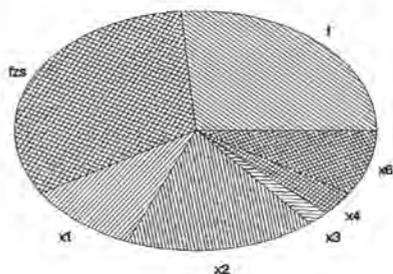
Auflagen (Mächtigkeit)



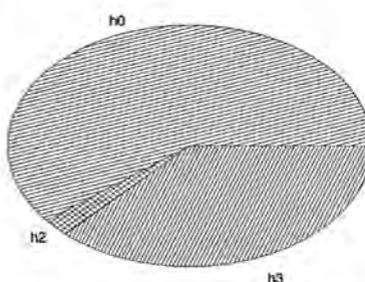
Tiefe gesamt [cm]



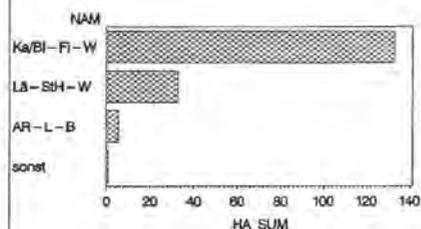
Skelettteilgehalt Substrat



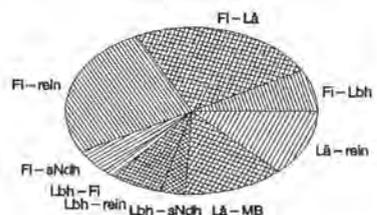
Humusgehalt Substrat



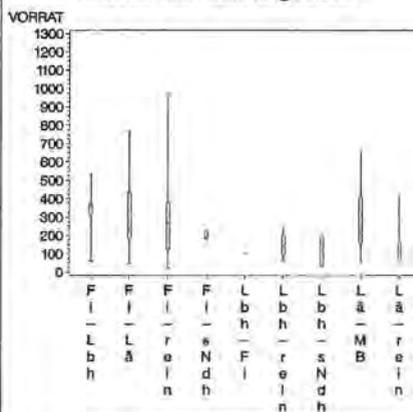
Vegetation



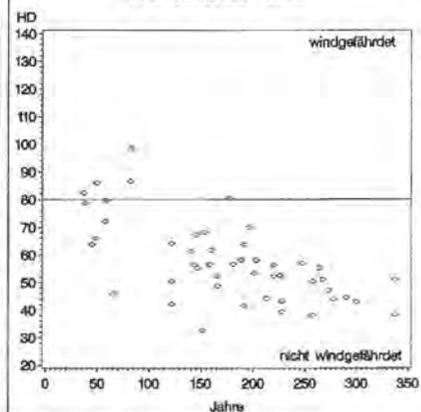
Anteile nach Mischungsformen



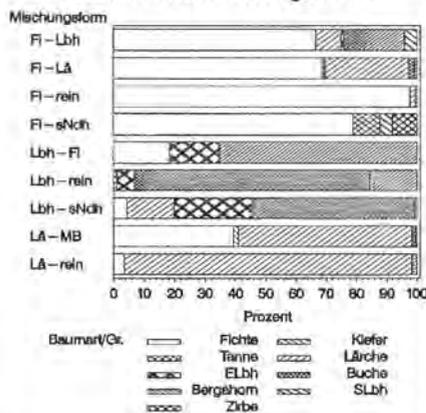
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



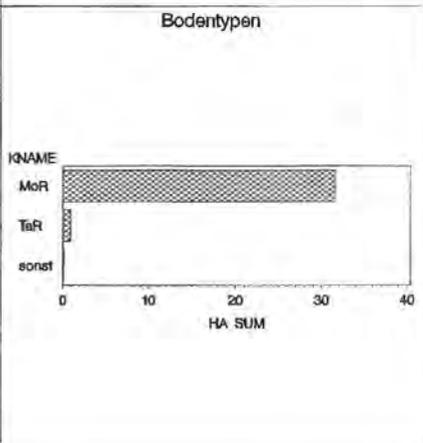
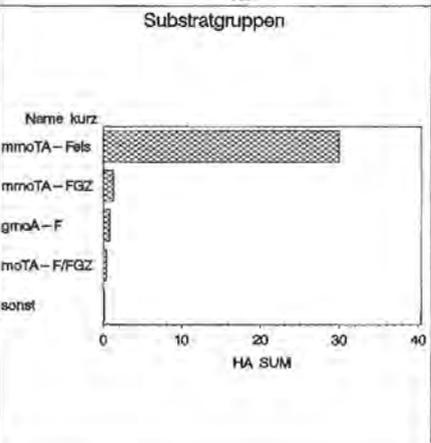
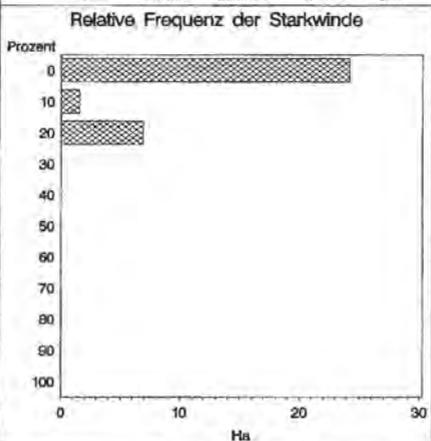
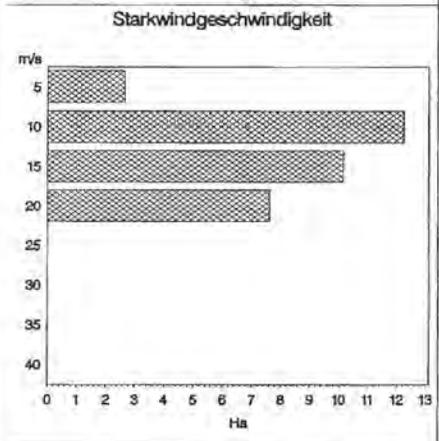
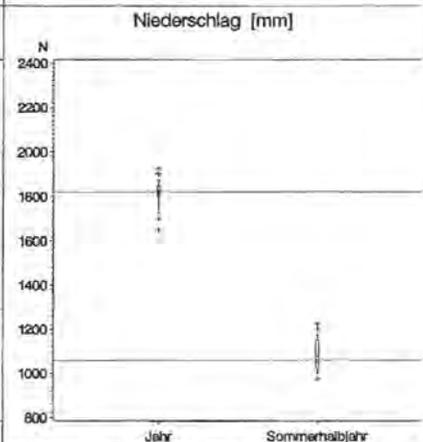
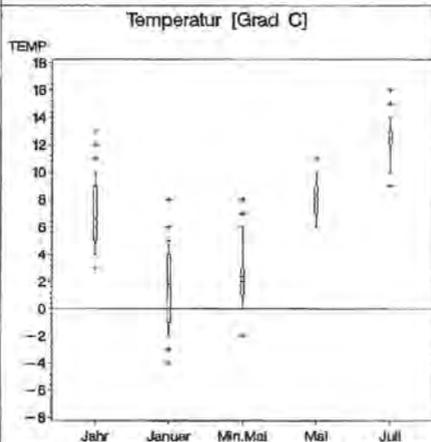
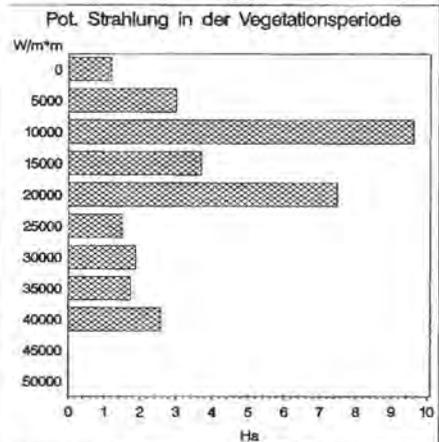
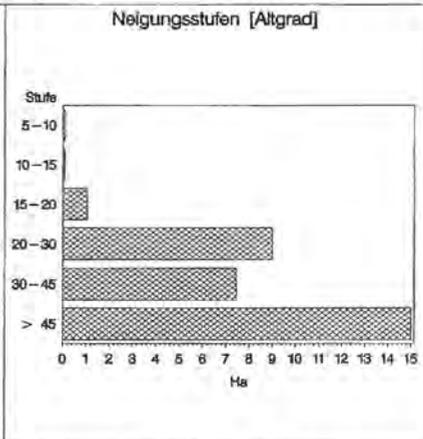
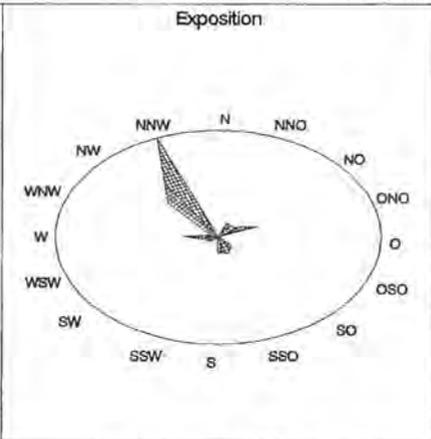
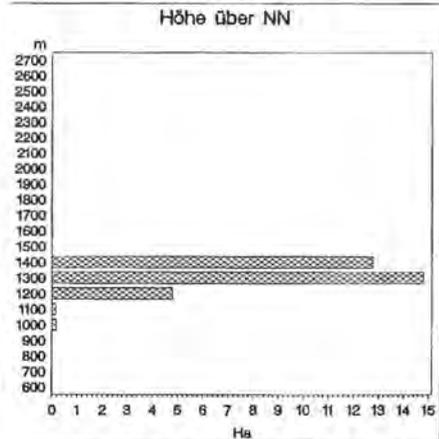
Baumarten nach Mischungsformen



29. Tfl2 (T12): Felsgrad-Nadelmischwald
 PAF, *Adenostylo glabre Abietetum*, Grad-Ausbildung

Fläche: 32.68 ha

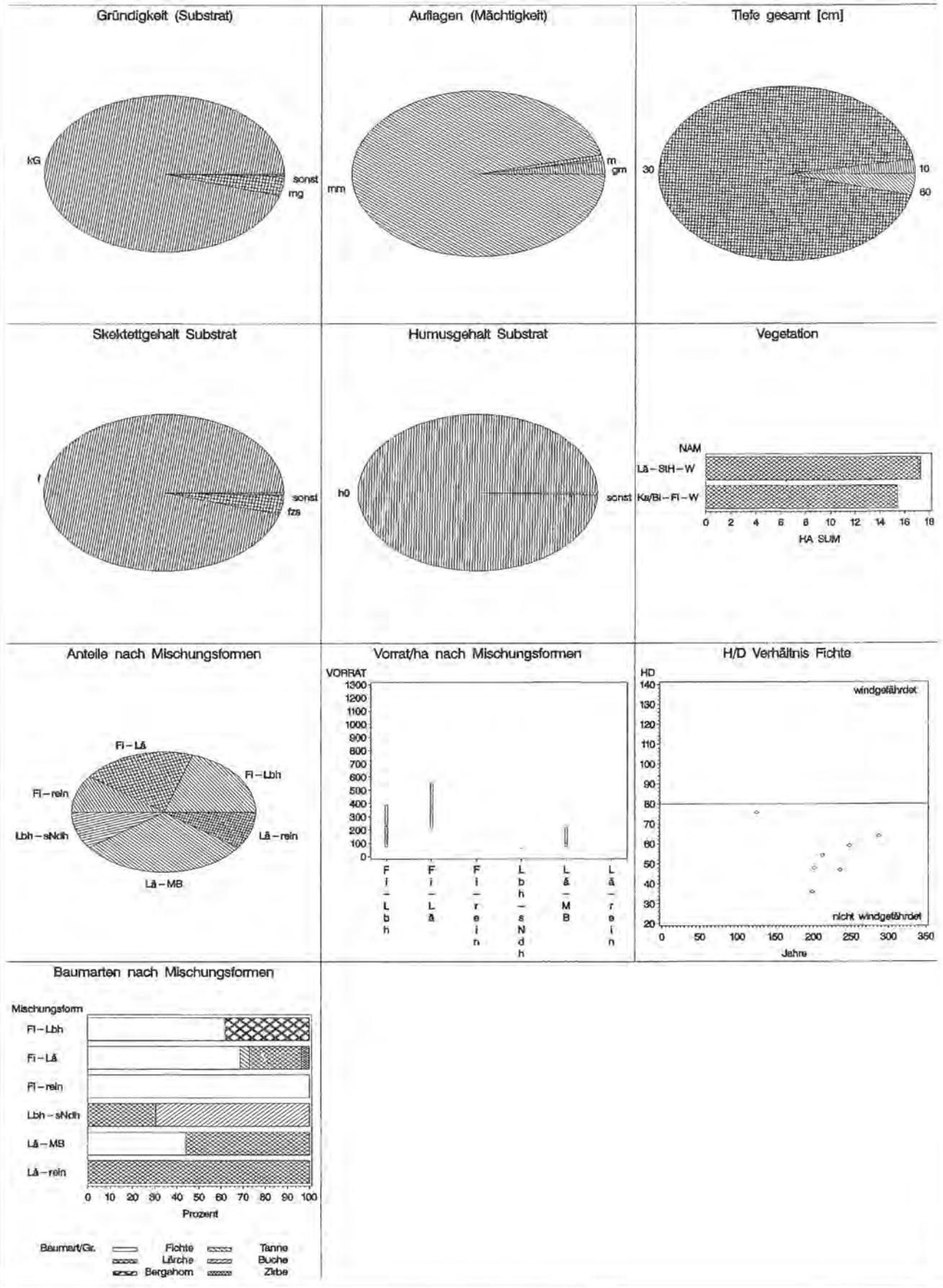
Inventurpunkte: 17 davon 10 Punkte mit Baumbestand



29. T12 (T12): Felsgrad – Nadelmischwald
 PAF, *Adenostylo glabre Abietetum*, Grad – Ausbildung

Fläche: 32.68 ha

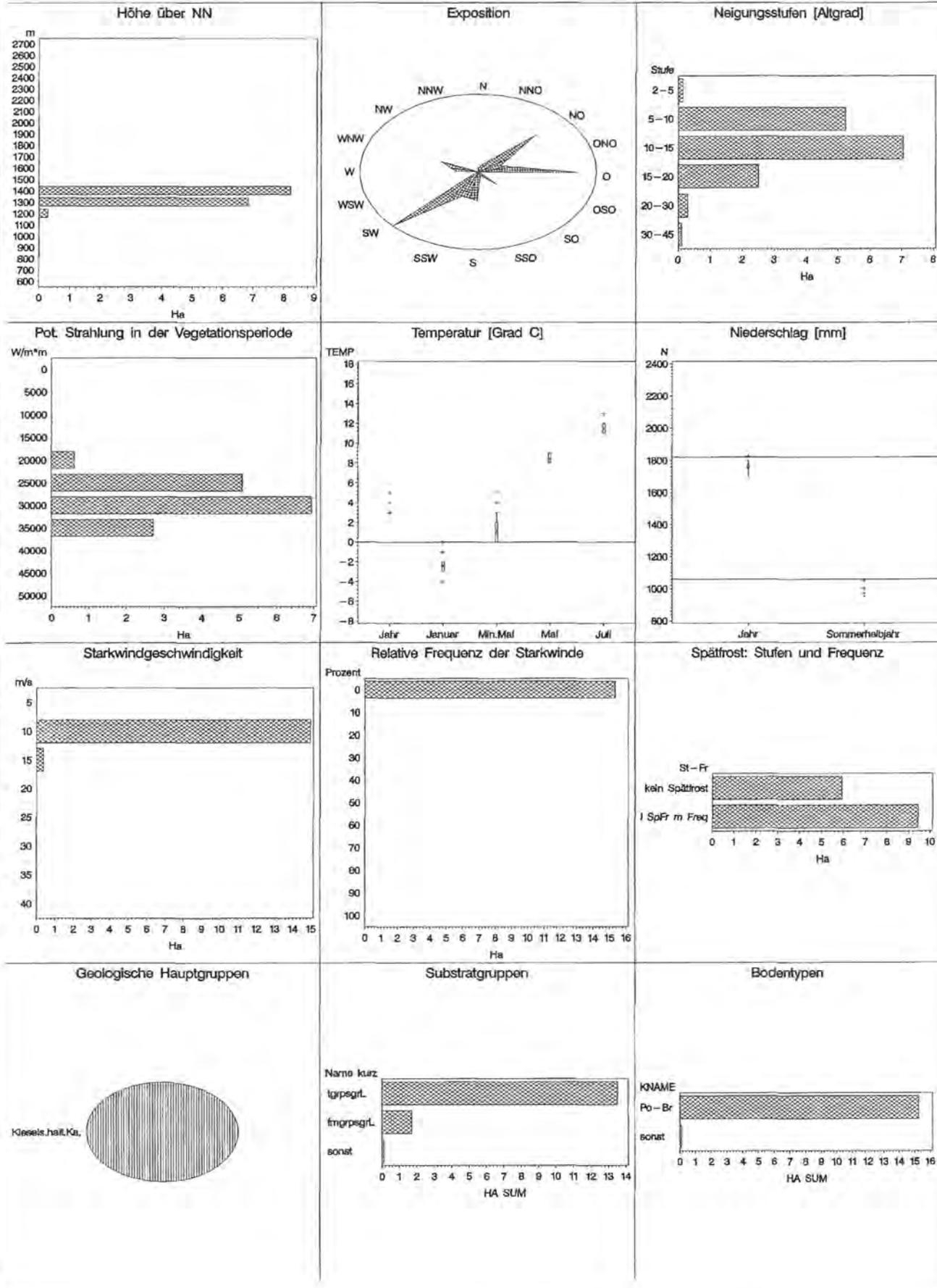
Inventurpunkte: 17 davon 10 Punkte mit Baumbestand



30. Sf4: Nährstoffarmer Silikat-Nadelmischwald
(LA) *Luzulo-Abietetum athyrietosum*

Fläche: 15.35 ha

Inventurpunkte: 7 davon 7 Punkte mit Baumbestand

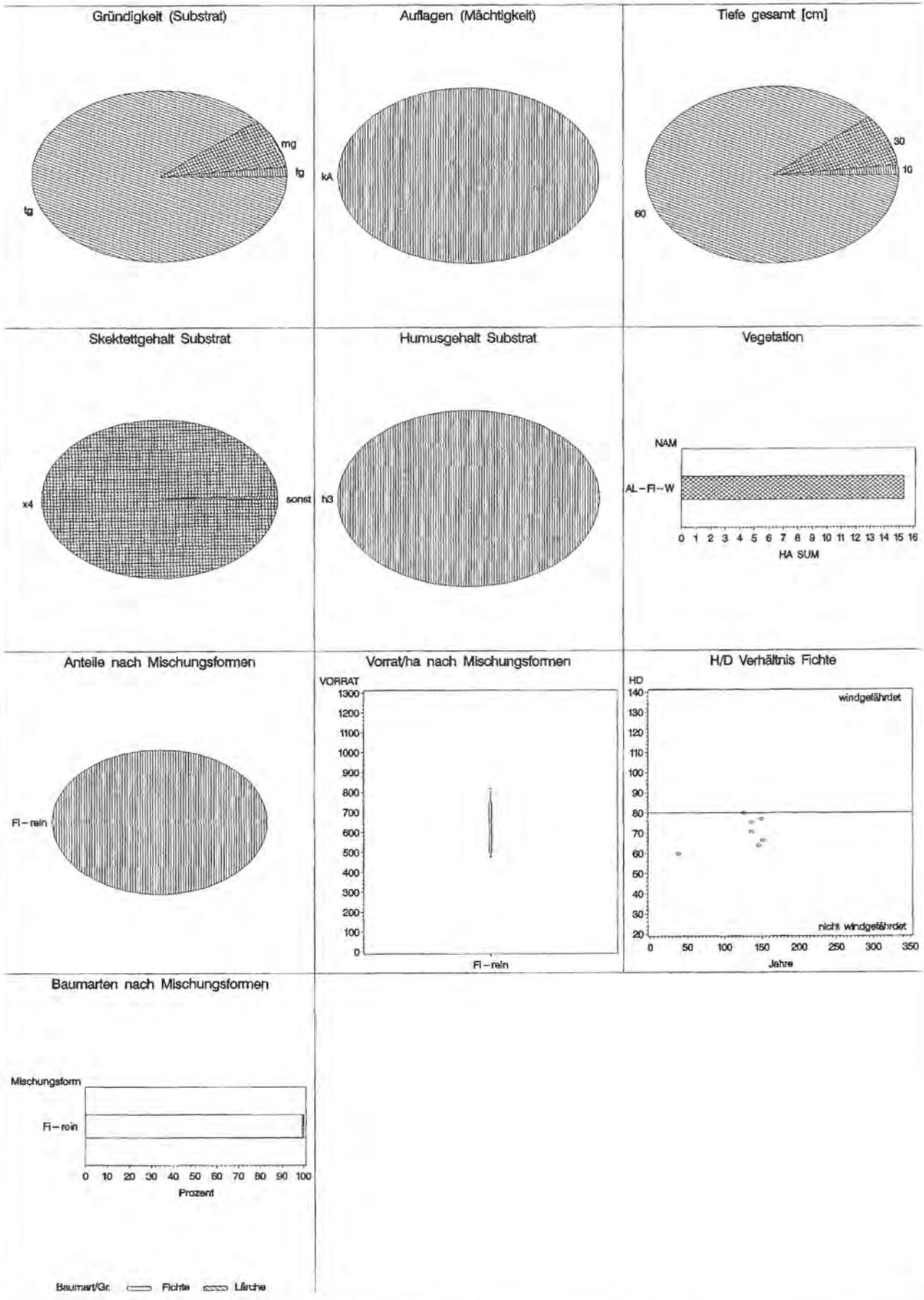


30. Sf4: Nährstoffarmer Silikat – Nadelmischwald

(LA) *Luzulo-Abietetum athyrietosum*

Fläche: 15.35 ha

Inventurpunkte: 7 davon 7 Punkte mit Baumbestand

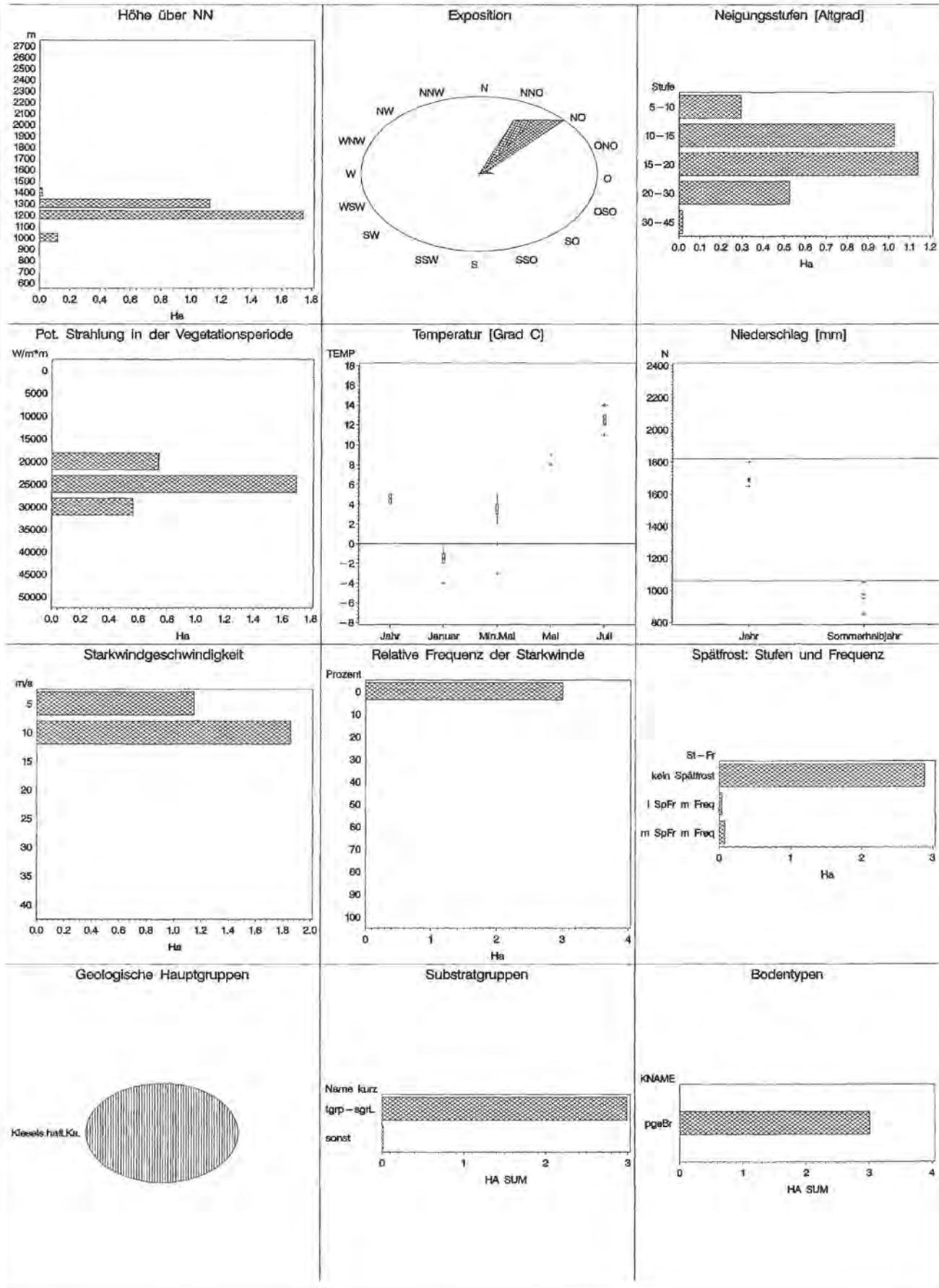


31. sf4: Nährstoffreicher Silikat-Nadelmischwald

GA, Galio-Abietetum typicum

Fläche: 3.00 ha

Inventurpunkte: 3 davon 3 Punkte mit Baumbestand

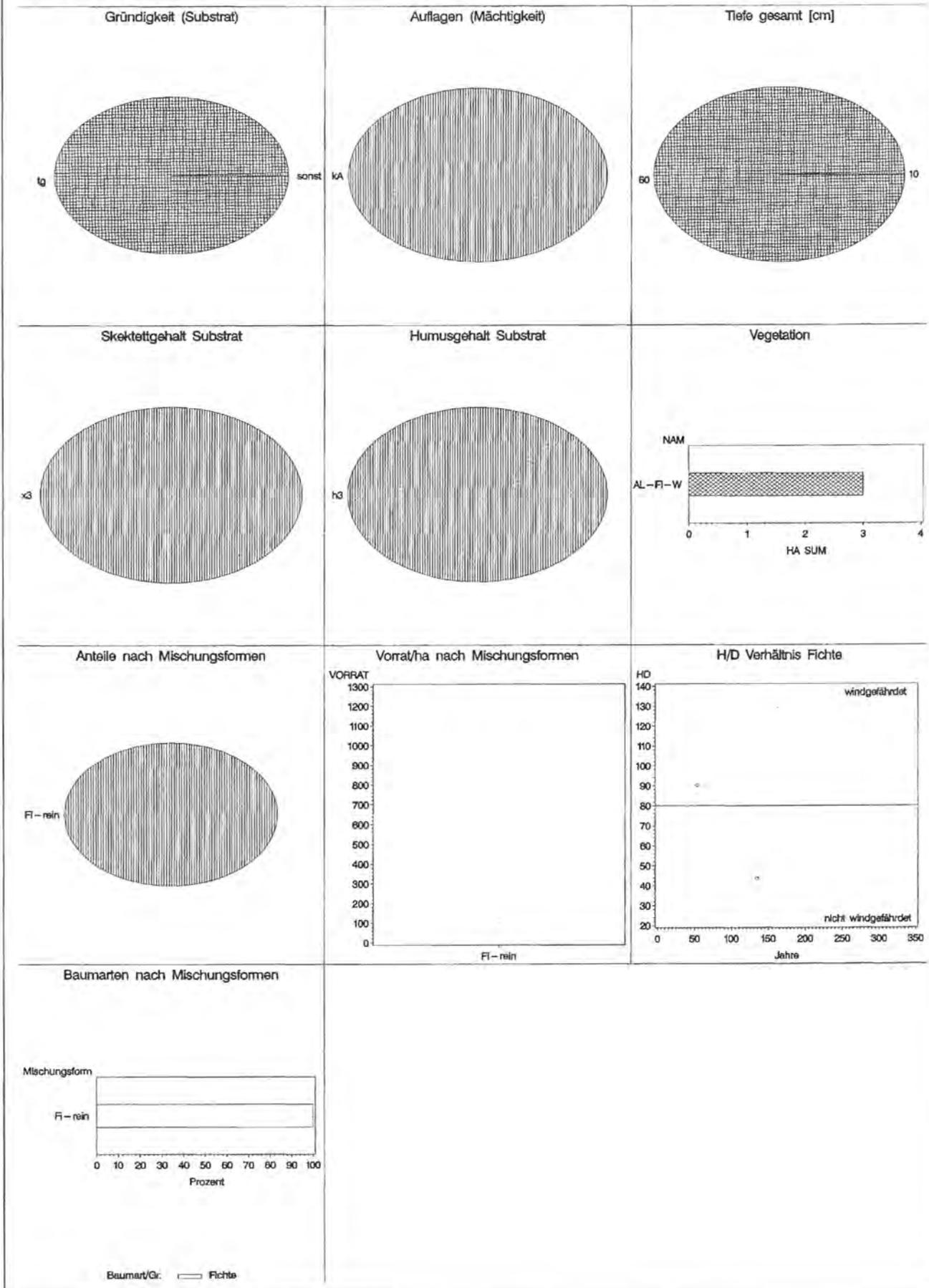


31. sf4: Nährstoffreicher Silikat – Nadelmischwald

GA1, Galio – Abietetum typicum

Fläche: 3.00 ha

Inventurpunkte: 3 davon 3 Punkte mit Baumbestand

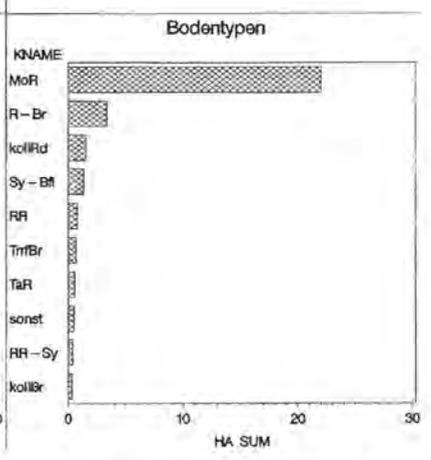
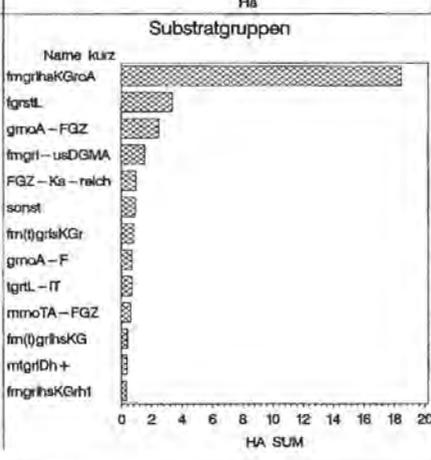
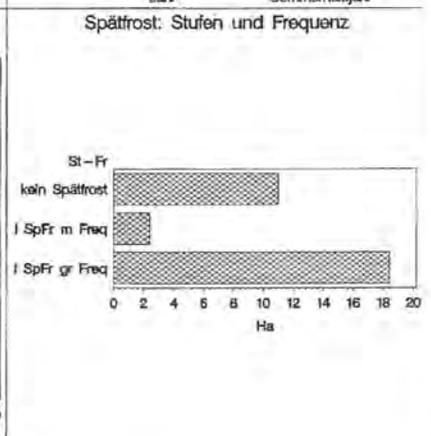
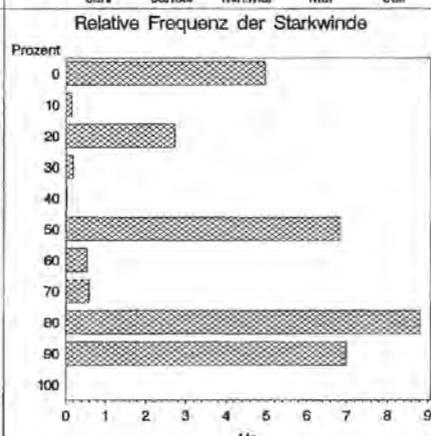
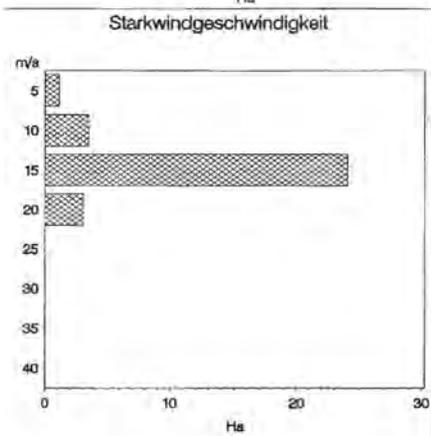
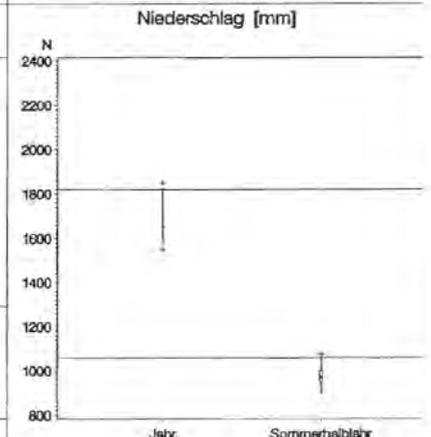
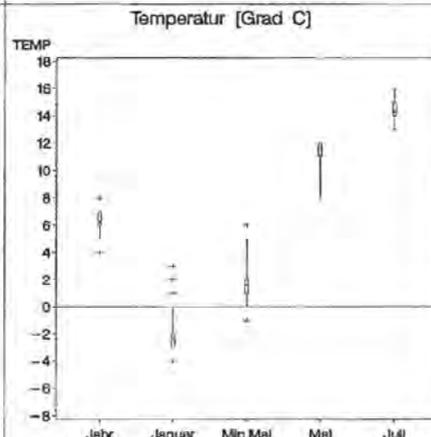
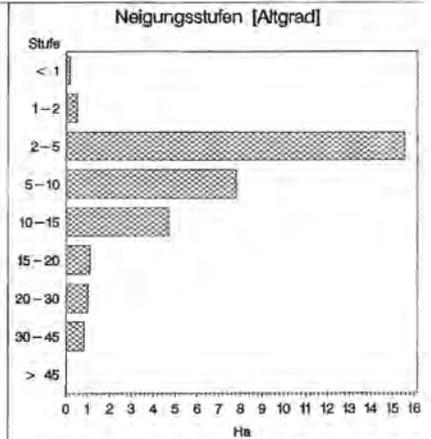
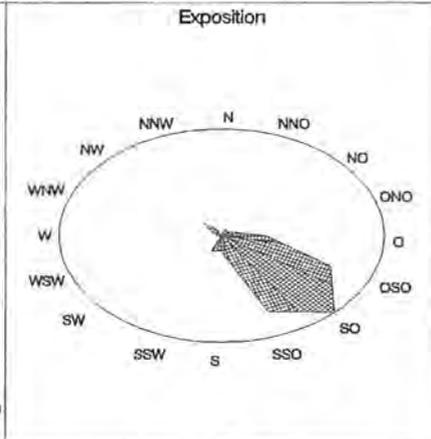
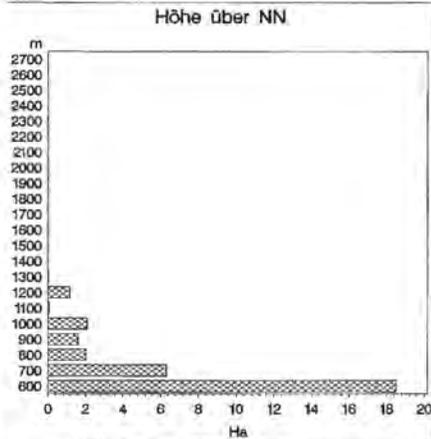


33. AW2: Mässig trockenes Weidengebüsch der Schotterraue

DSG, *Dryas* - *Salix* - Gesellschaft/Salici - *Myricarietum*

Fläche: 31.76 ha

Inventurpunkte: 11 davon 8 Punkte mit Baumbestand



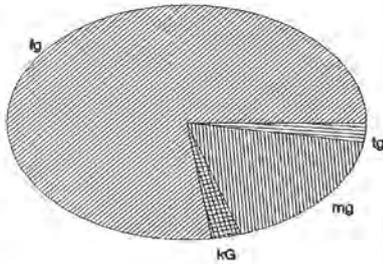
33. AW2: Mässig trockenes Weidengebüsch der Schotterraue

DSG, *Dryas* – *Salix* – Gesellschaft/*Salici* – *Myricarietum*

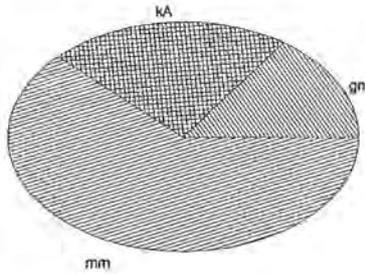
Fläche: 31.76 ha

Inventurpunkte: 11 davon 8 Punkte mit Baumbestand

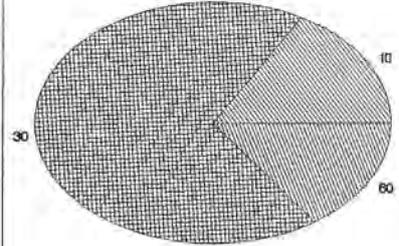
Gründigkeit (Substrat)



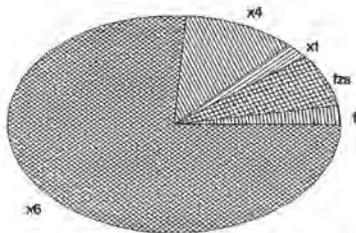
Auflagen (Mächtigkeit)



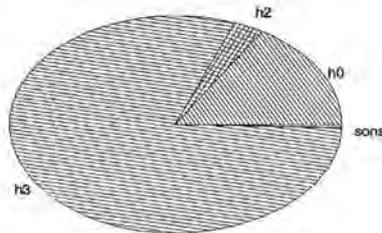
Tiefe gesamt [cm]



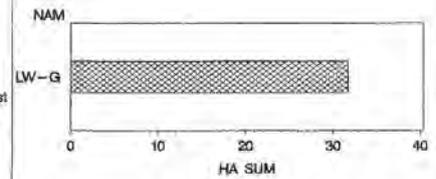
Sklettgehalt Substrat



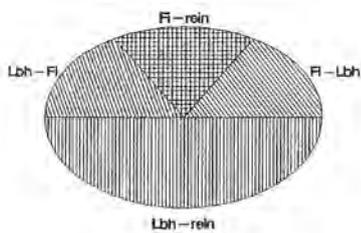
Humusgehalt Substrat



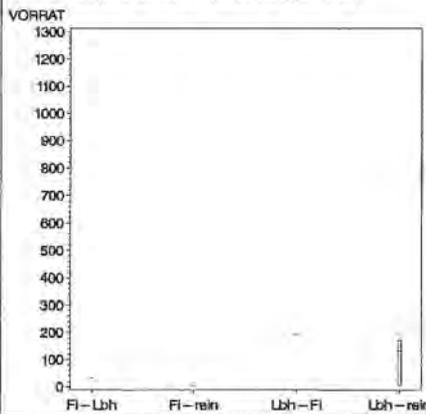
Vegetation



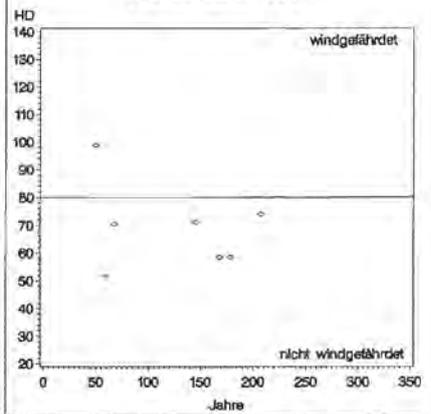
Anteile nach Mischungsformen



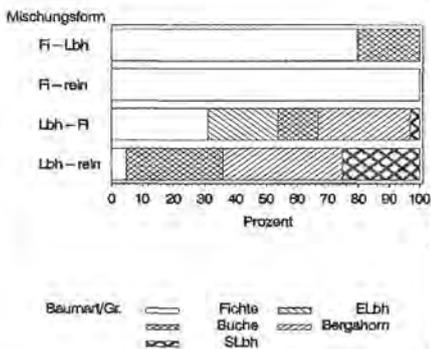
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



Baumarten nach Mischungsformen

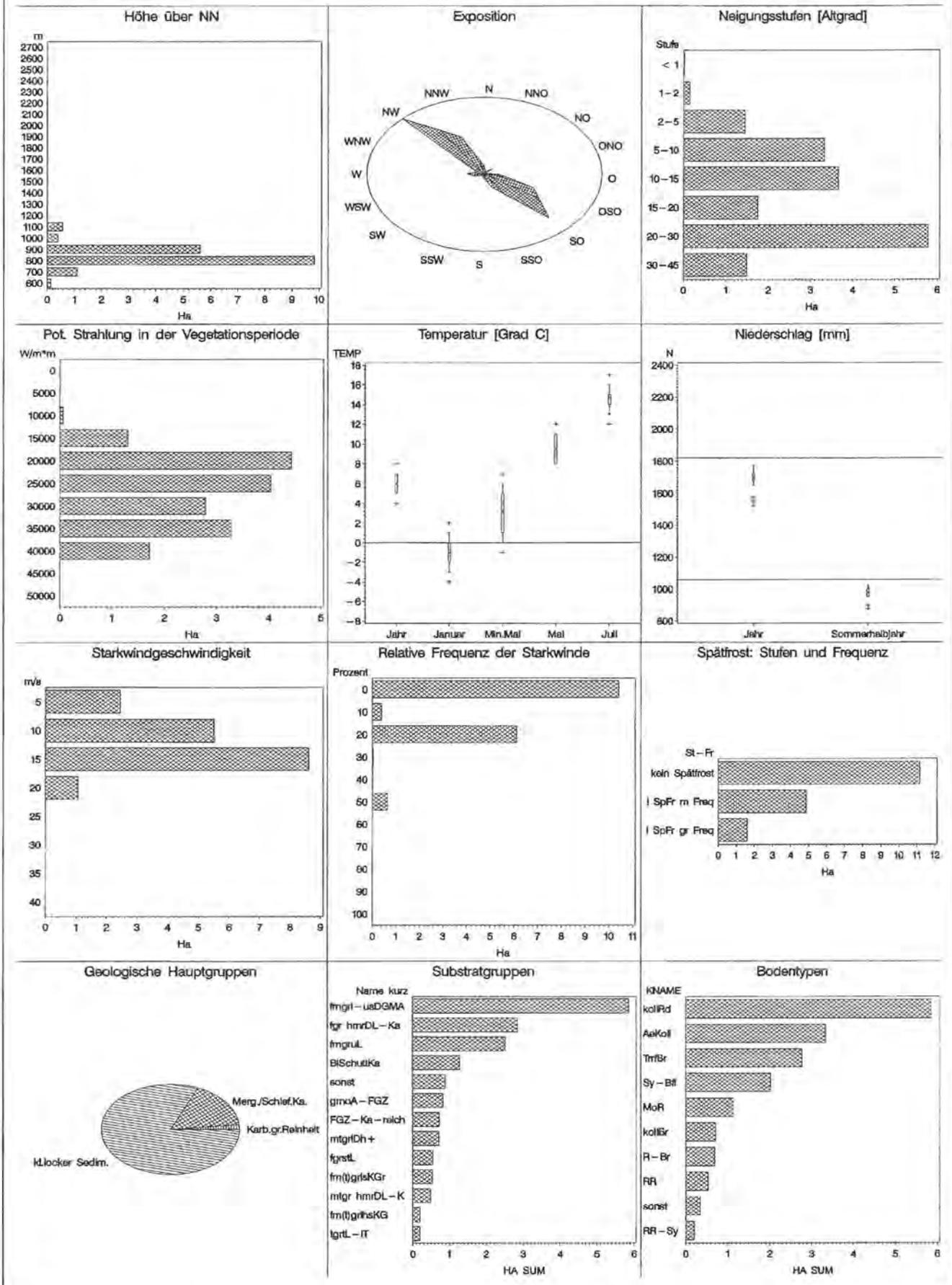


34. Ae4: Frischer Grauerlenauwald der feinerdereichen Aue

Aj, Ainetum incanae

Fläche: 17.64 ha

Inventurpunkte: 7 davon 5 Punkte mit Baumbestand

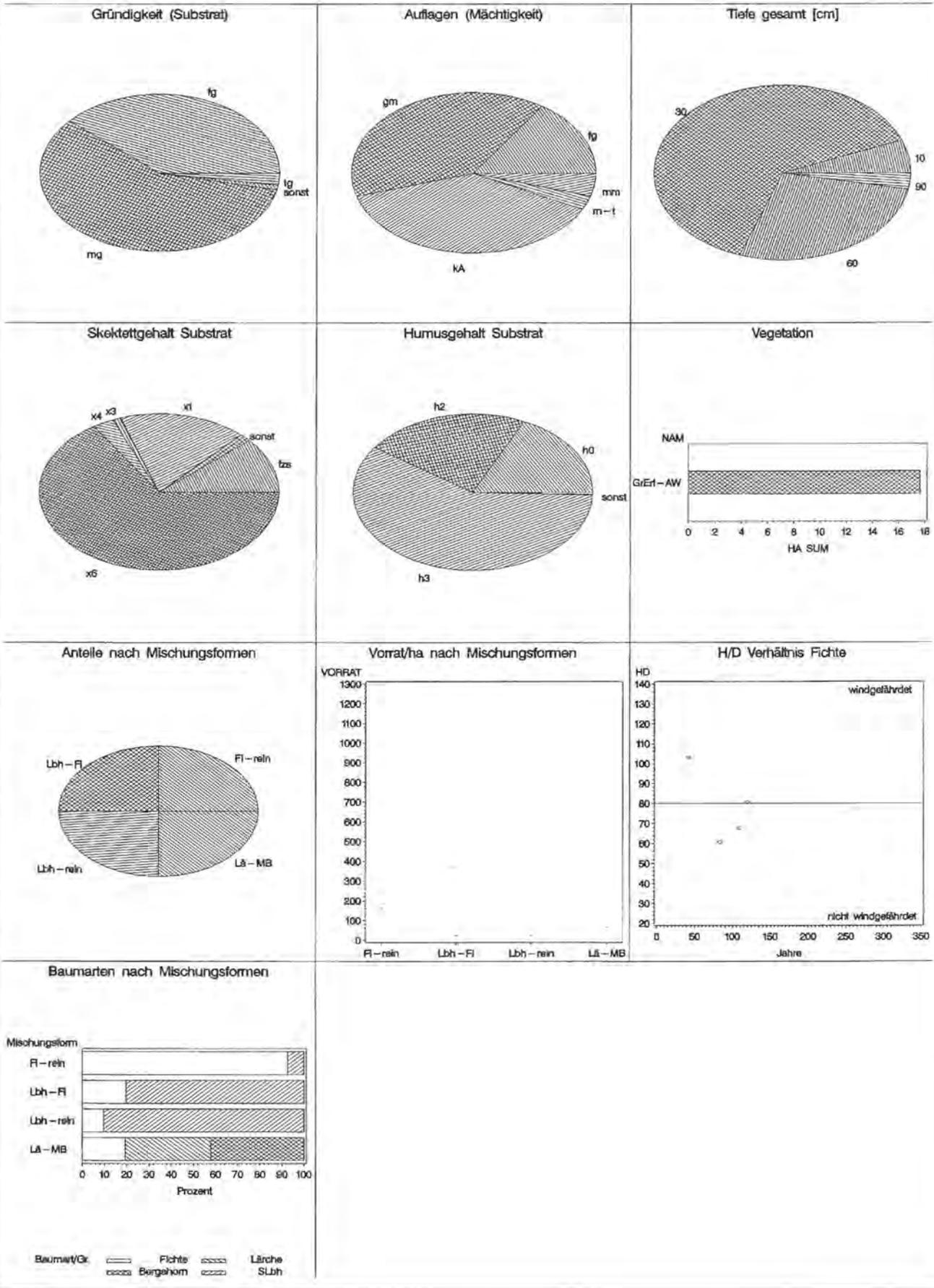


34. Ae4: Frischer Grauerlenauwald der feinerdereichen Aue

Aj, Alnetum incanae

Fläche: 17.64 ha

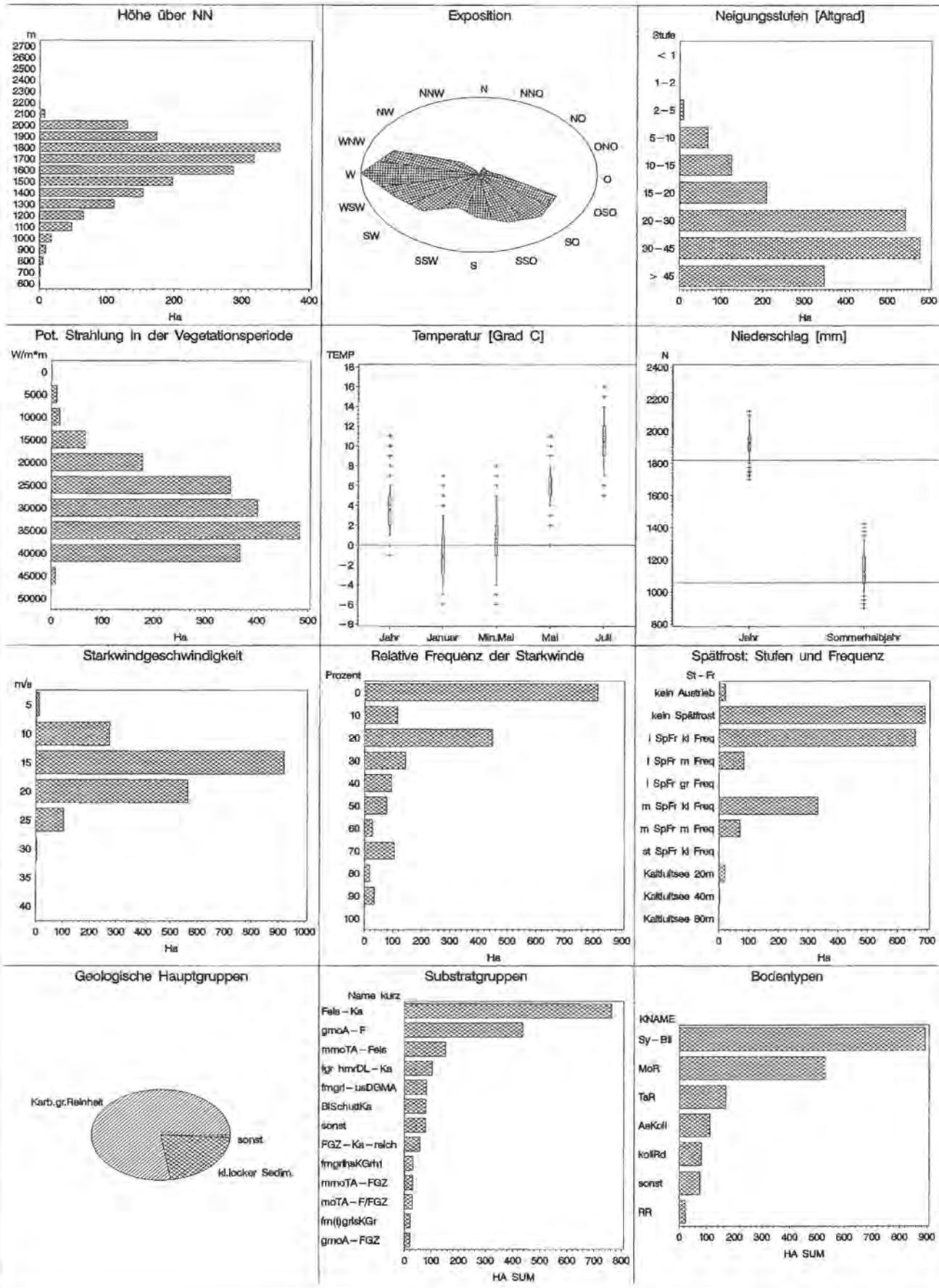
Inventurpunkte: 7 davon 5 Punkte mit Baumbestand



35. kk2: Trockenes Latschengebüsch/Spirkenwald
RPe, Rhododendro - Pinetum mughi ericetosum

Fläche: 1881.43 ha

Inventurpunkte: 435 davon 84 Punkte mit Baumbestand

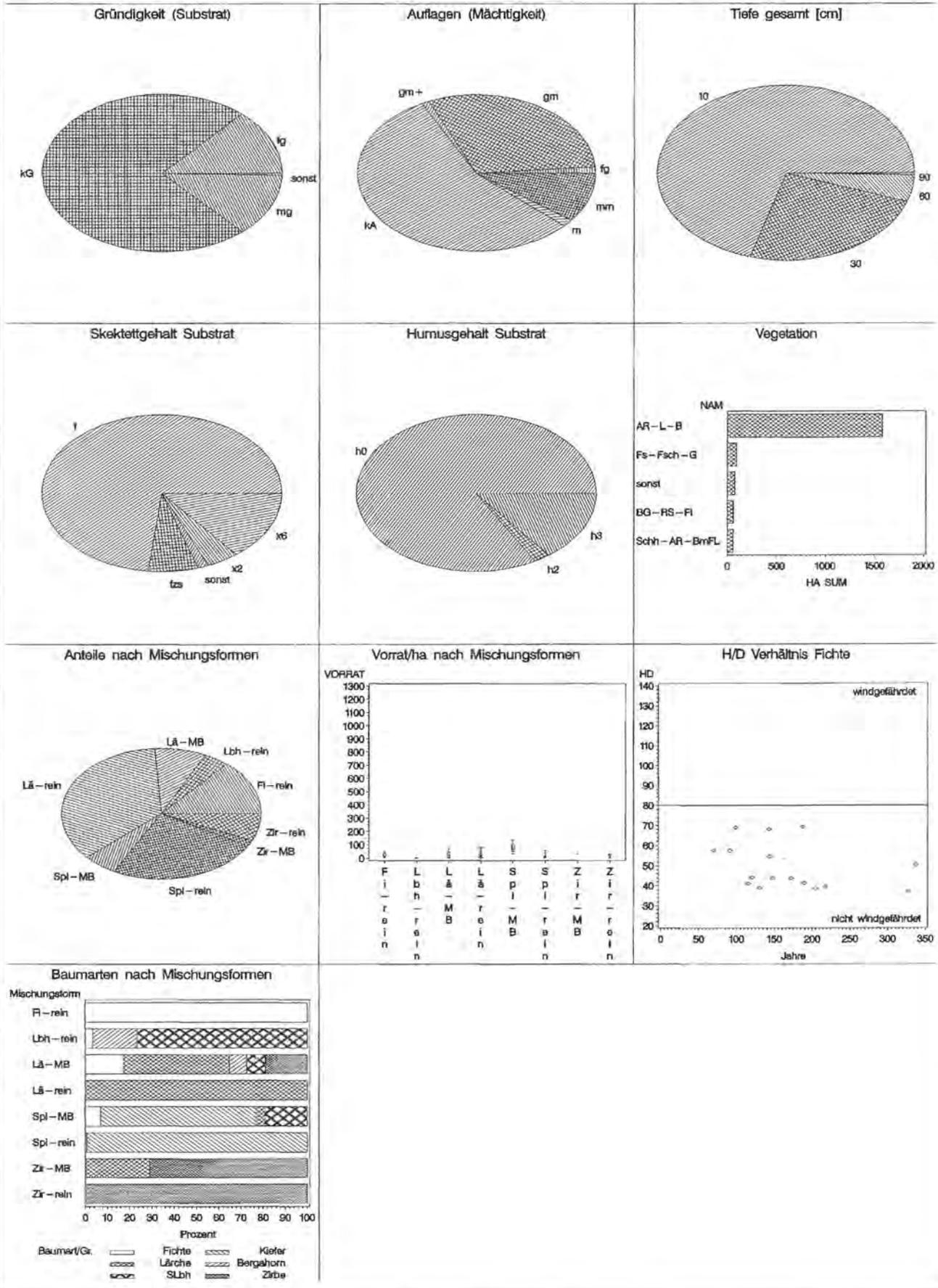


35. kk2: Trockenes Latschengebüsch/Spirkenwald

RPe, Rhododendro-Pinetum mughi ericetosum

Fläche: 1881.43 ha

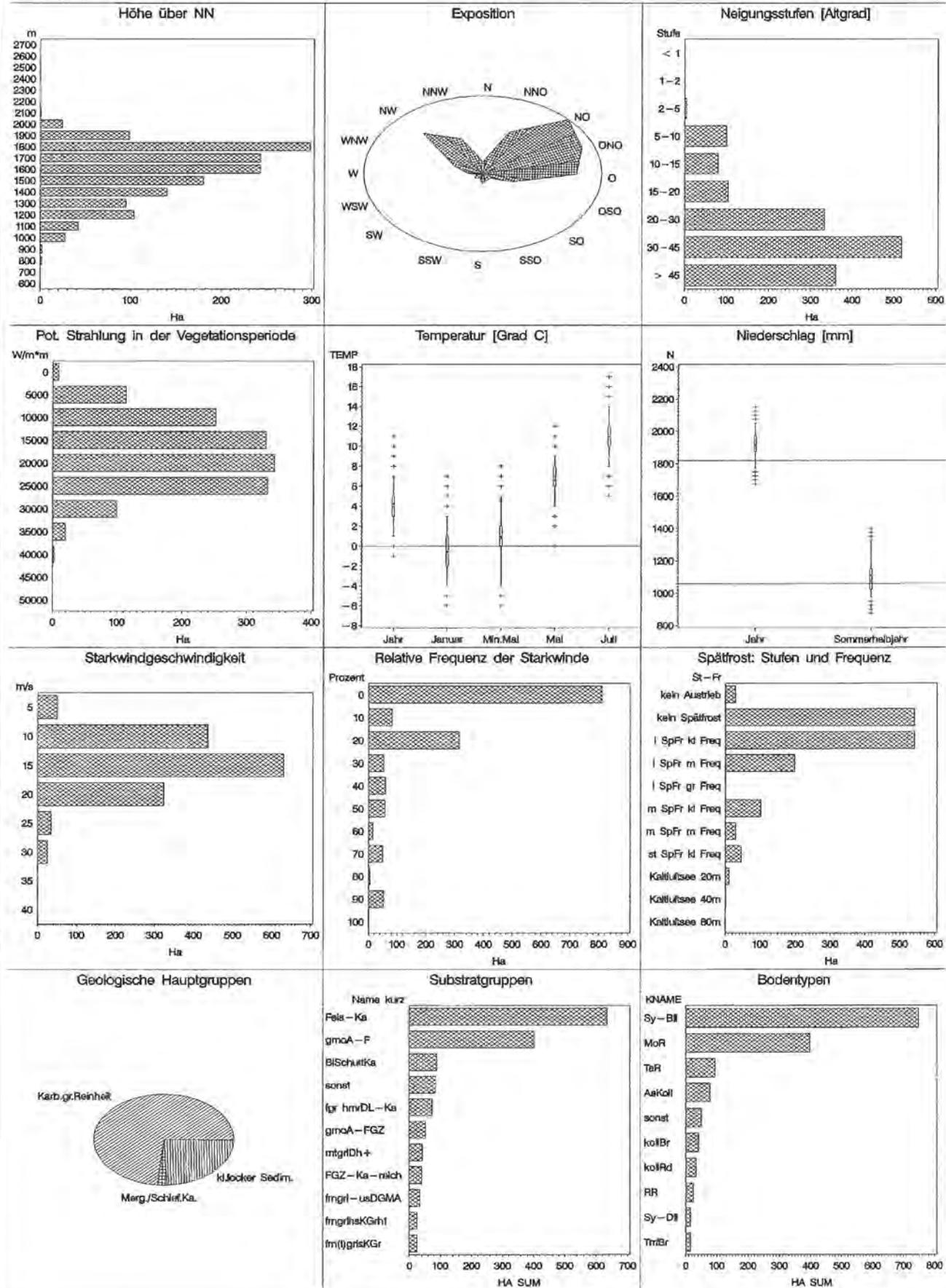
Inventurpunkte: 435 davon 84 Punkte mit Baumbestand



36. Tk3 (kk3): Frisches Latschengebüsch/Spirkenwald
RPs, Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum

Fläche: 1500.69 ha

Inventurpunkte: 310 davon 82 Punkte mit Baumbestand



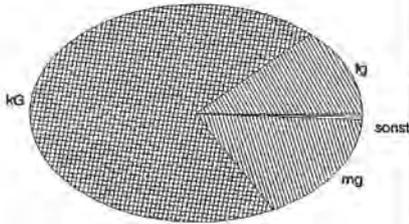
36. Tk3 (kk3): Frisches Latschengebüsch/Spirkenwald

RP, *Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum*

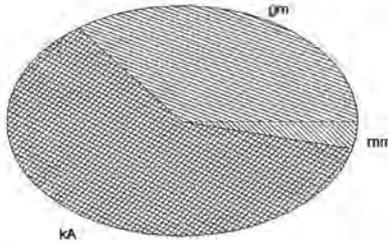
Fläche: 1500.69 ha

Inventurpunkte: 310 davon 82 Punkte mit Baumbestand

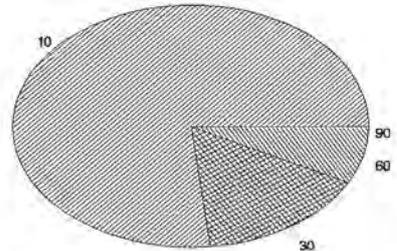
Gründigkeit (Substrat)



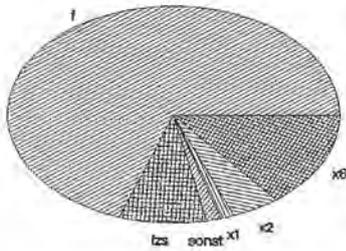
Auflagen (Mächtigkeit)



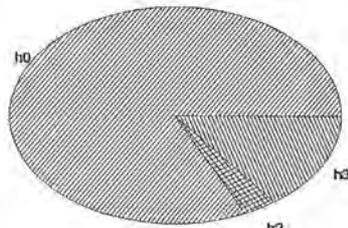
Tiefe gesamt [cm]



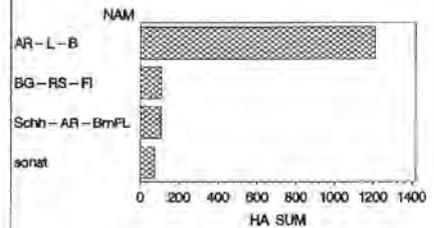
Skelettfestigkeit Substrat



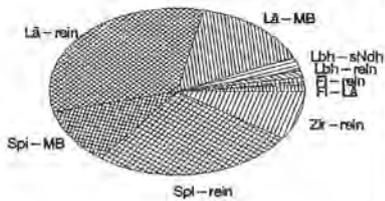
Humusgehalt Substrat



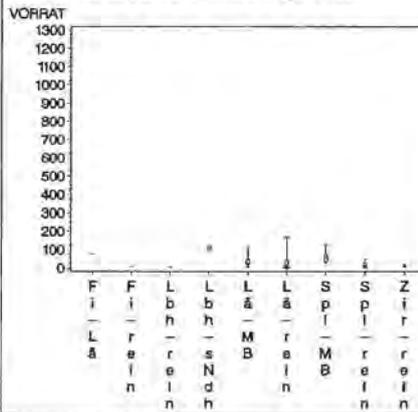
Vegetation



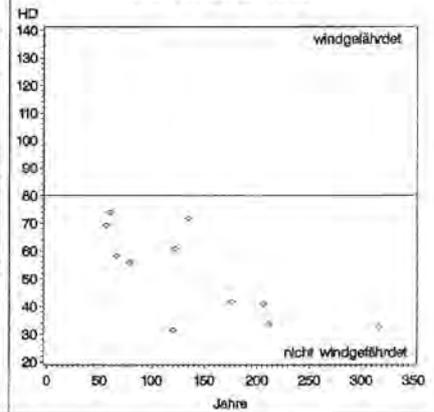
Anteile nach Mischungsformen



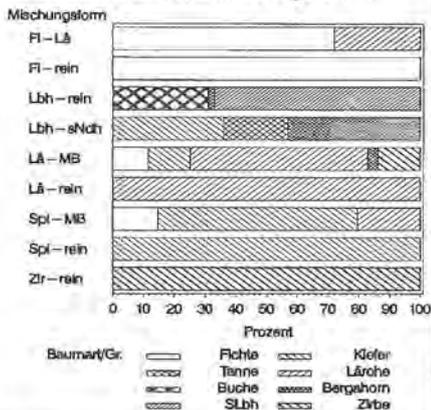
Vorrat/ha nach Mischungsformen



H/D Verhältnis Fichte



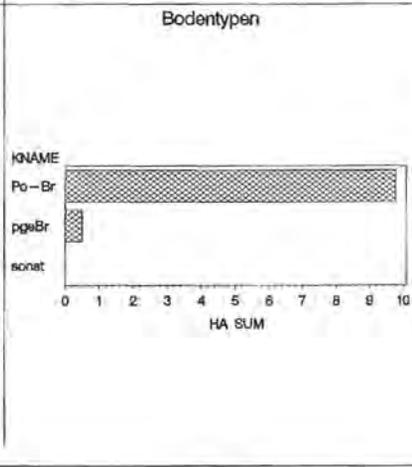
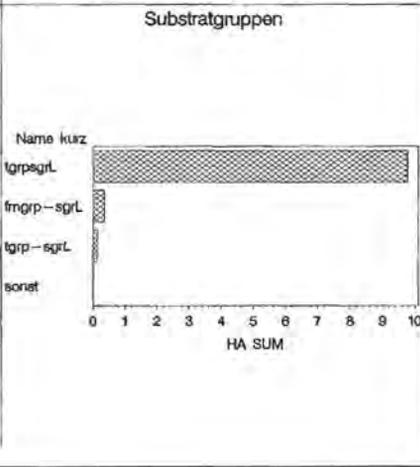
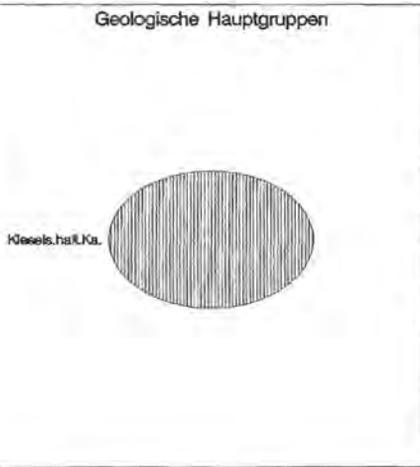
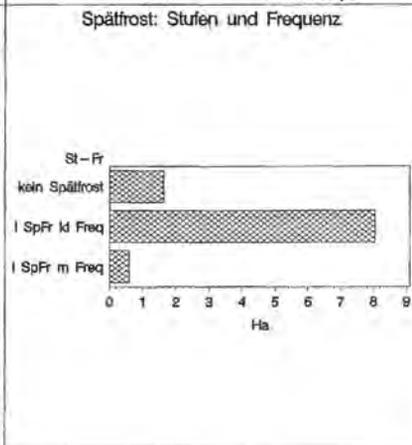
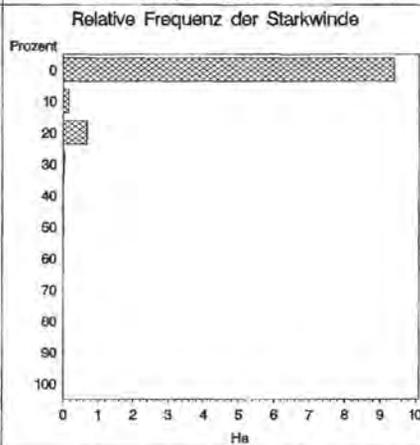
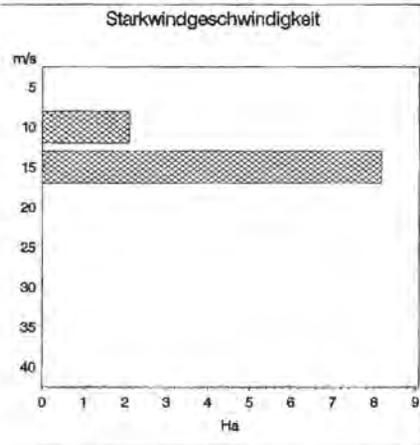
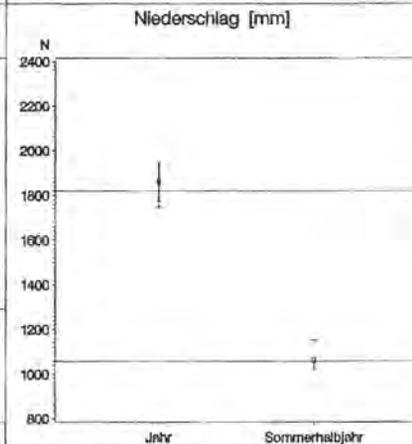
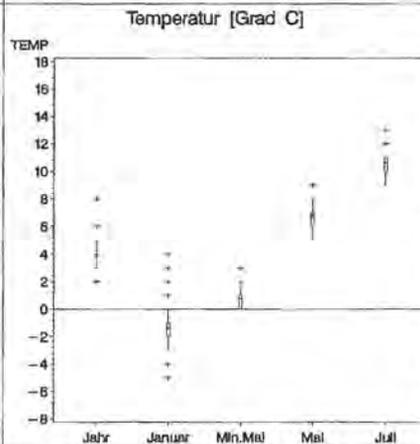
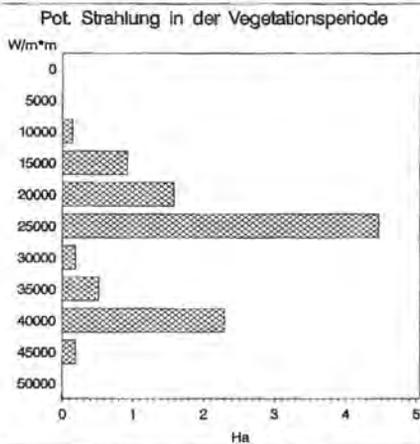
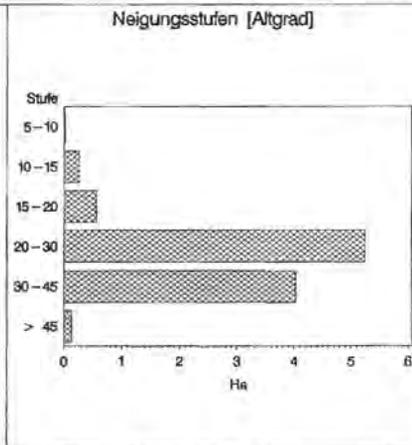
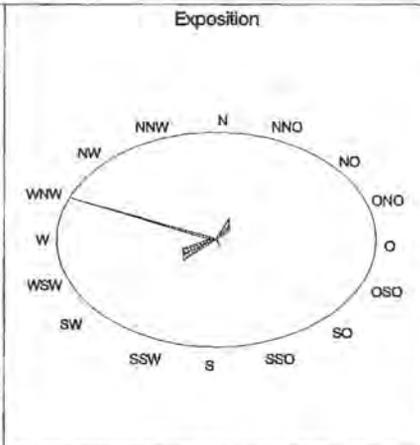
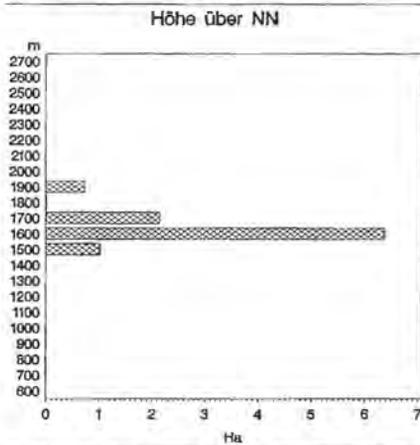
Baumarten nach Mischungsformen



37. Sk5: Feuchtes Latschengebüsch
 RPs, *Rhododendro-Pinetum mughi sphagnetosum*

Fläche: 10.28 ha

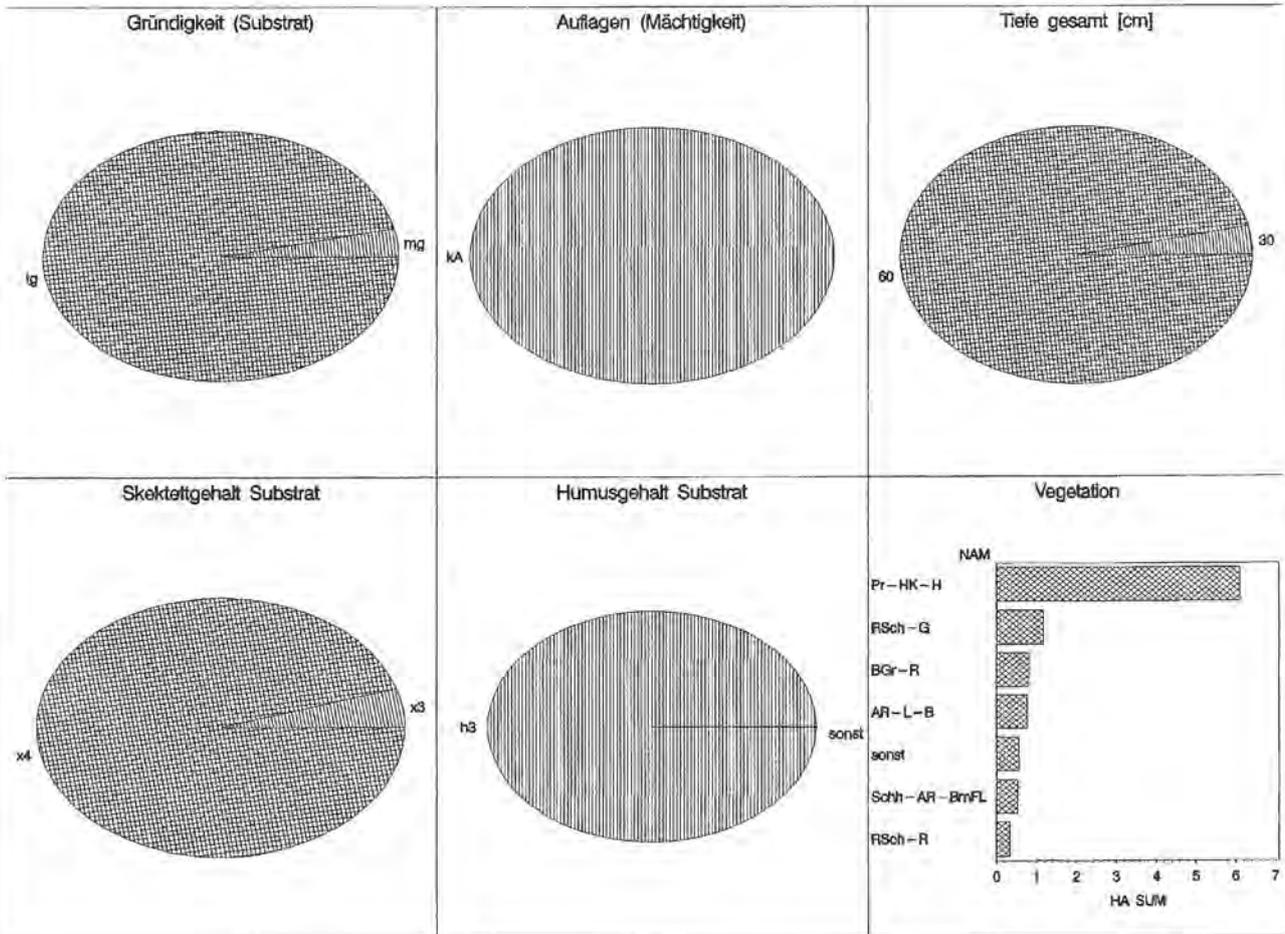
Inventurpunkte: keine



37. Sk5: Feuchtes Latschengebüsch
RPs, Rhododendro-Pinetum mughii sphagnetosum

Fläche: 10.28 ha

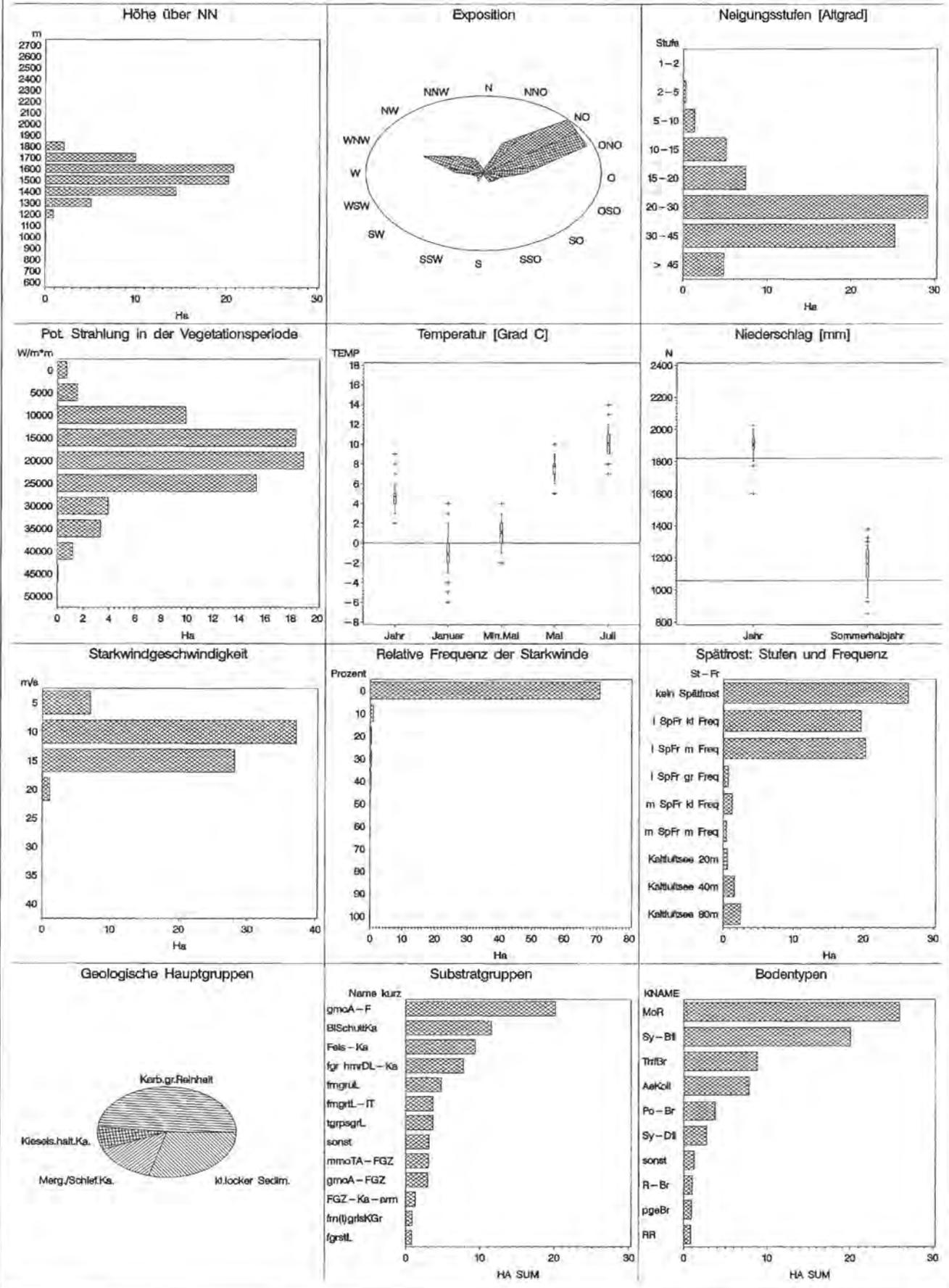
Inventurpunkte: keine



38. Sp5: Grünerlängebüsch
Av, Alnetum viridis

Fläche: 73.42 ha

Inventurpunkte: 24 davon 9 mit Baumbestand

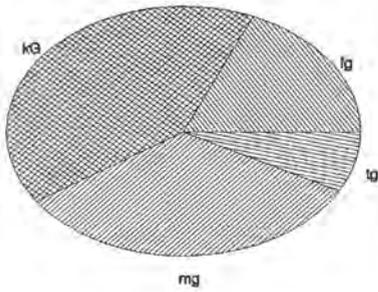


38. Sp5: Grünerlengebüsch
Av, Alnetum viridis

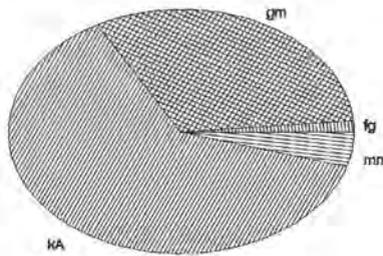
Fläche: 73.42 ha

Inventurpunkte: 24 davon 9 mit Baumbestand

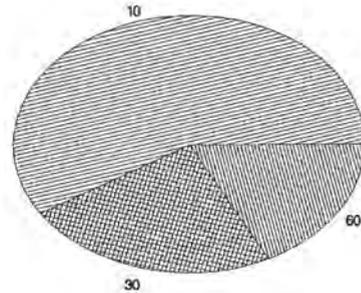
Gründigkeit (Substrat)



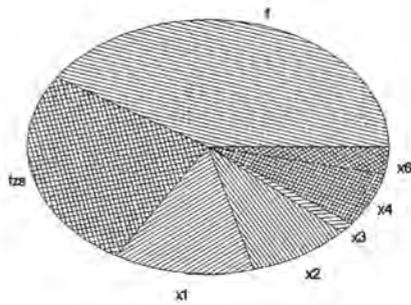
Auflagen (Mächtigkeit)



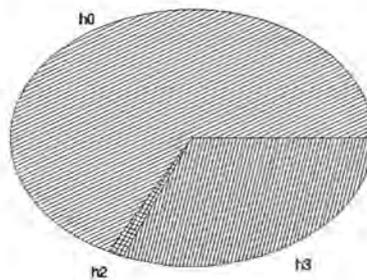
Tiefe gesamt [cm]



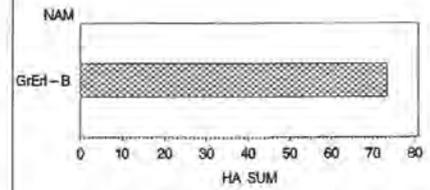
Skeletttgehalt Substrat



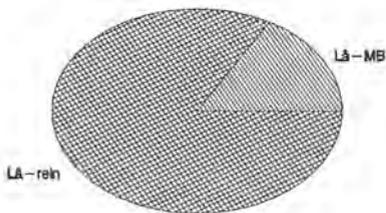
Humusgehalt Substrat



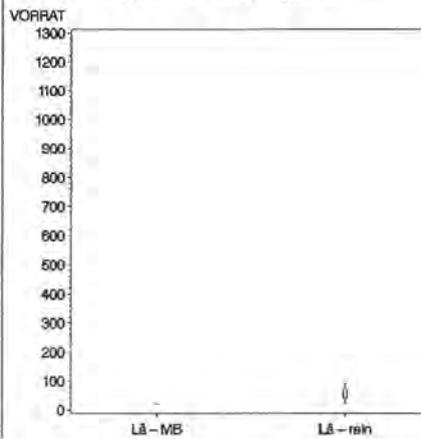
Vegetation



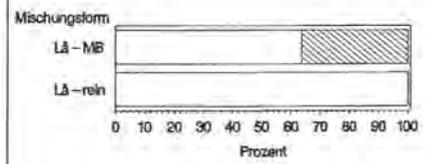
Anteile nach Mischungsformen



Vorrat/ha nach Mischungsformen



Baumarten nach Mischungsformen



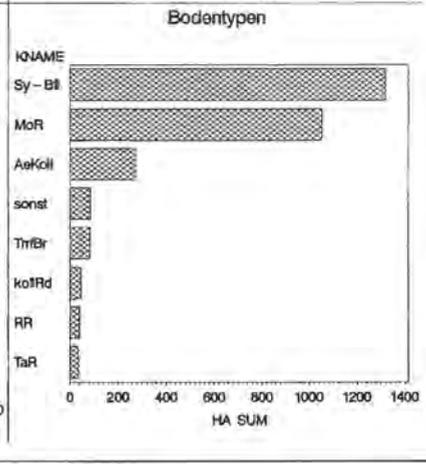
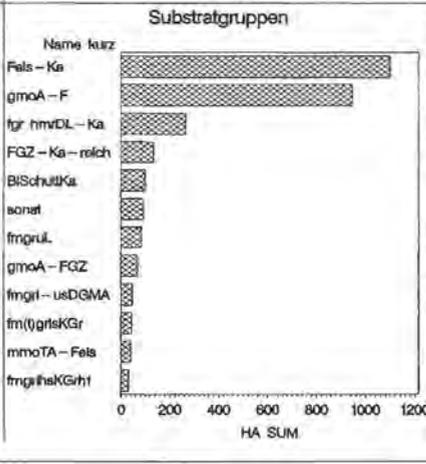
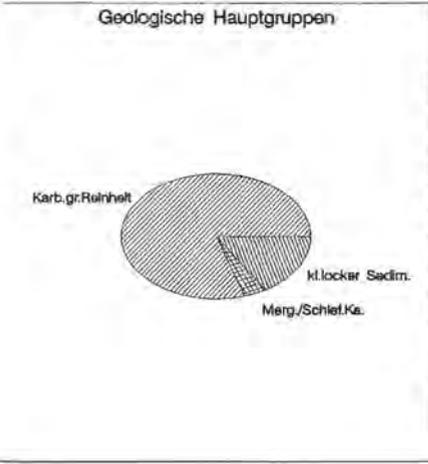
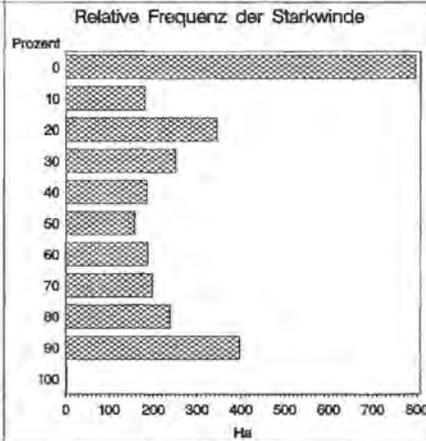
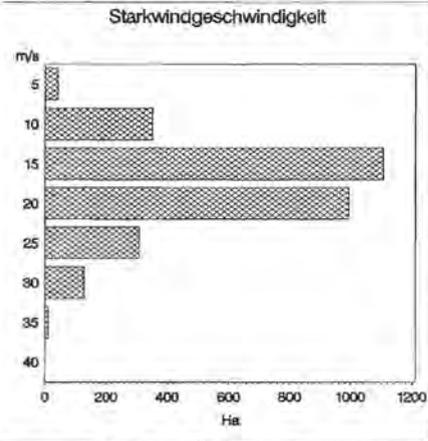
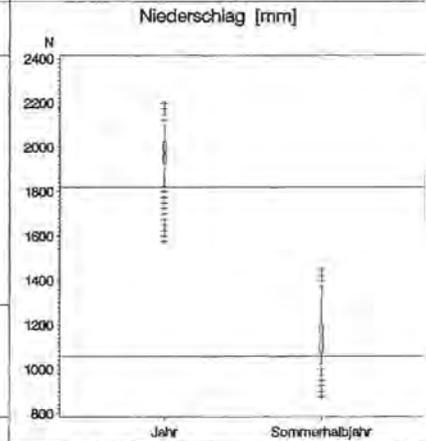
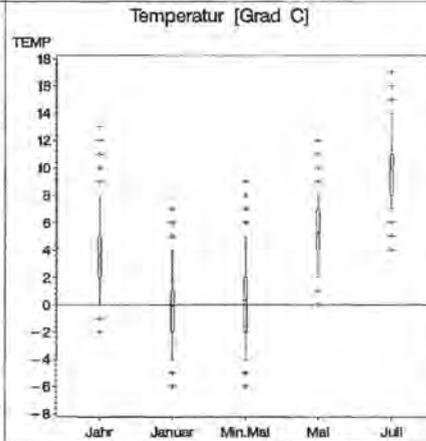
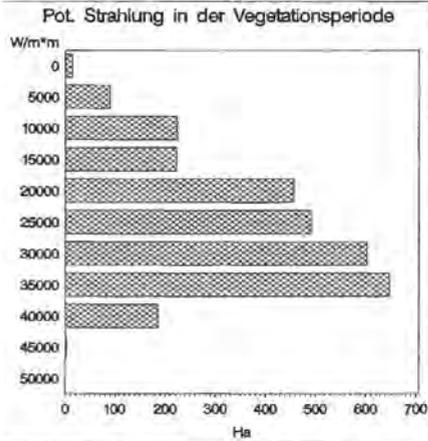
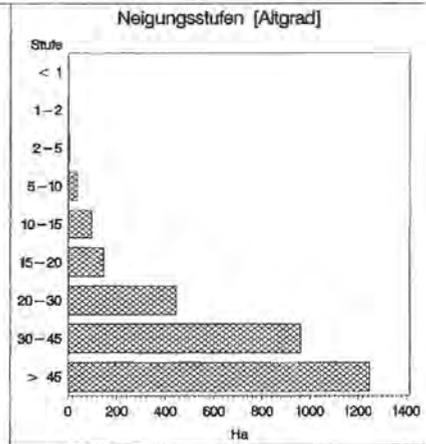
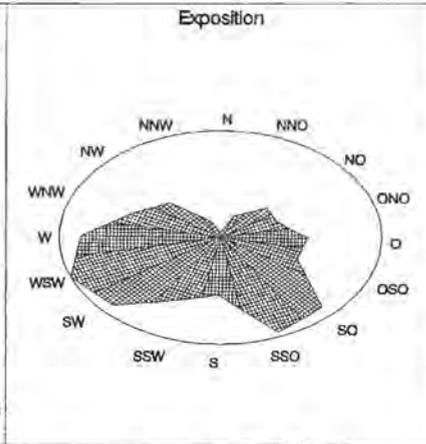
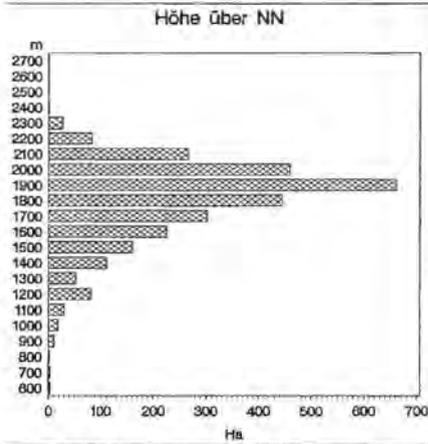
Beimart/Okt. Lärche Zirbe

40. kp1 (Tp1): Trockener Karbonat-Lahner / Trockene alpine Matten

LaS, Laserpitio - Seslerietum

Fläche: 2939.12 ha davon 1941.64 ha alpine Matten

Inventurpunkte: 191 davon 21 mit Einzelbäumen

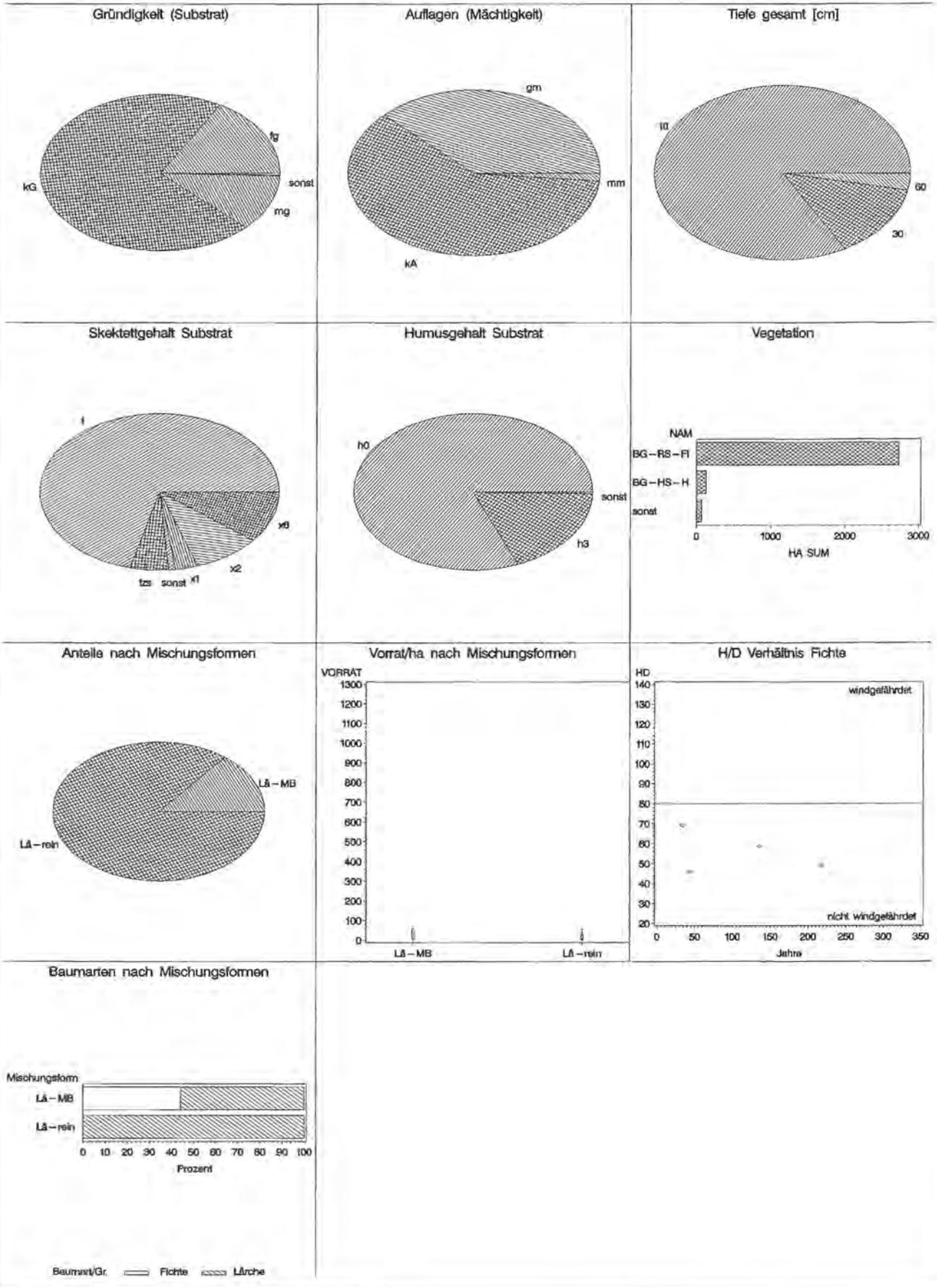


40. kp1 (Tp1): Trockener Karbonat-Lahner / Trockene alpine Matten

LaS, Laserpitio-Seslerietum

Fläche: 2939.12 ha davon 1941.64 ha alpine Matten

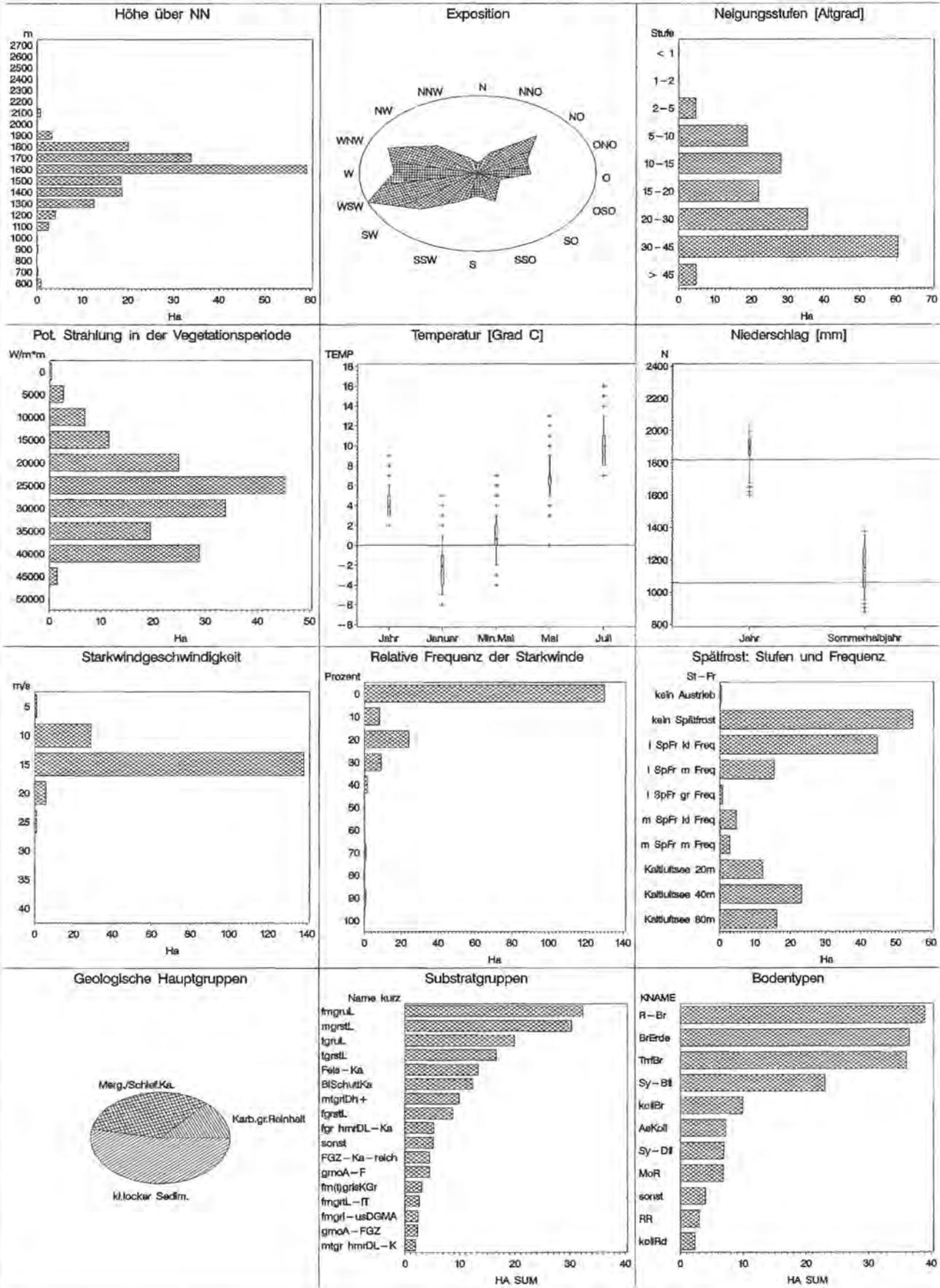
Inventurpunkte: 191 davon 21 mit Einzelbäumen



41. kp3 (Tp3): Frischer Karbonat-Lahner / Frische alpine Matten
LaC, Laserpitio - Calamagrostietum

Fläche: 174.92 ha davon 23.94 alpine Matten

Inventurpunkte: 40 davon 6 mit Einzelbäumen

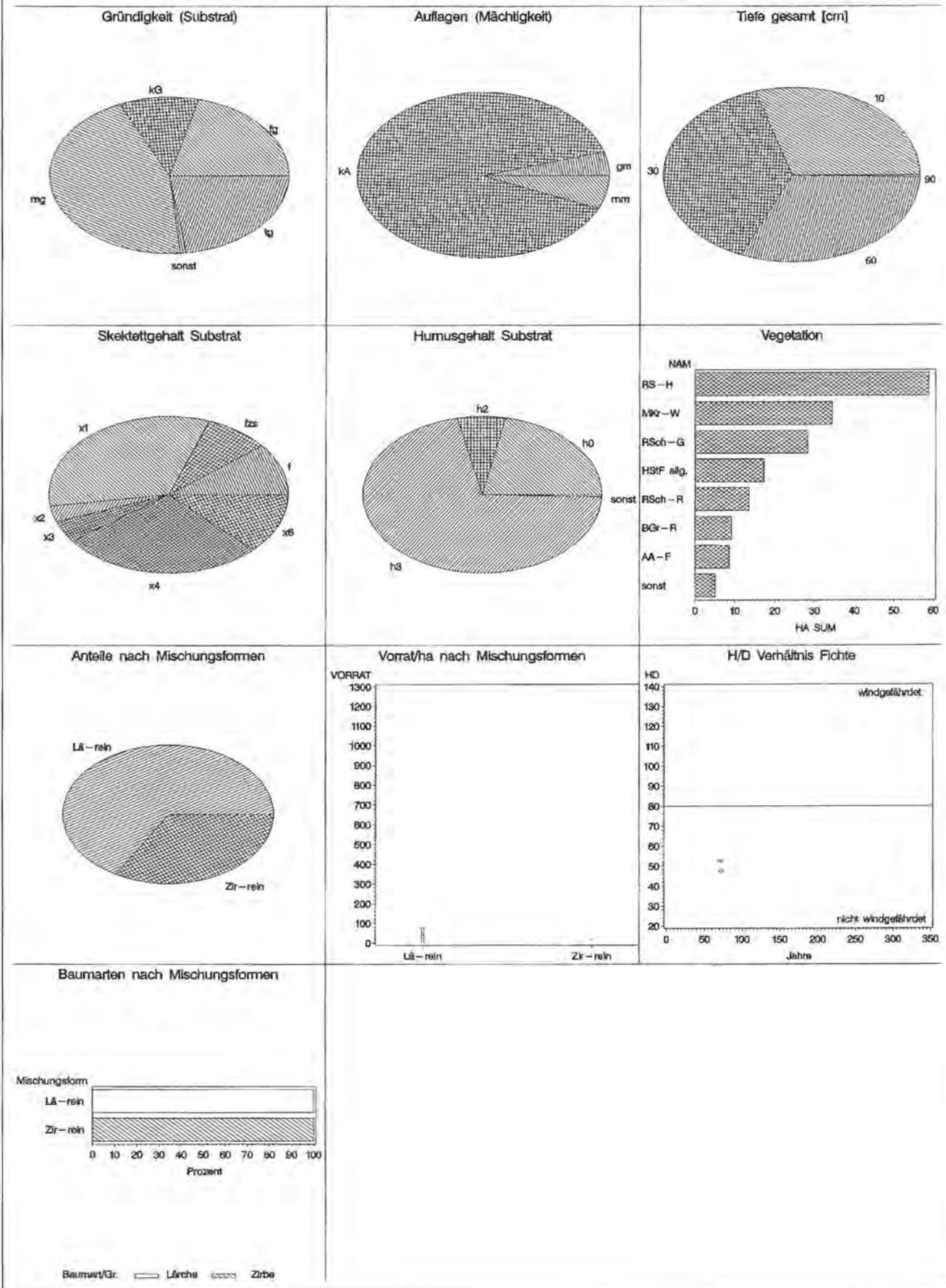


41. kp3 (Tp3): Frischer Karbonat-Lahner / Frische alpine Matten

LaC, *Laserpitio - Calamagrostietum*

Fläche: 174.92 ha davon 23.94 alpine Matten

Inventurpunkte: 40 davon 6 mit Einzelbäumen

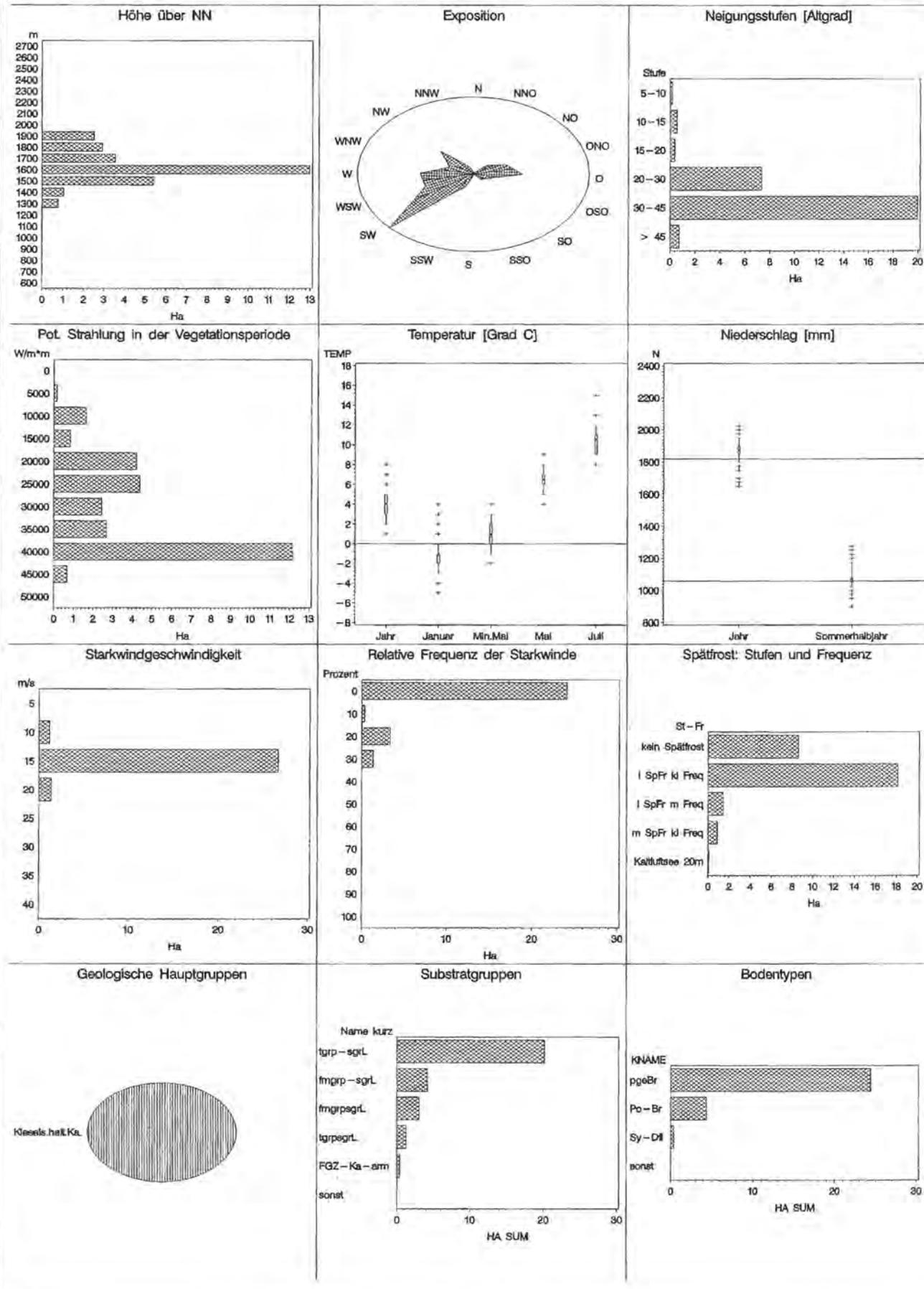


42. sp4 (Sp4): Frischer Silikat-Lahner / Frische alpine Silikat-Matten

VDG, *Vicia sylvatica* - *Dactylis glomerata* - Gesellschaft

Fläche: 29.22 ha davon 5.46 ha alpine Matten

Inventurpunkte: keine



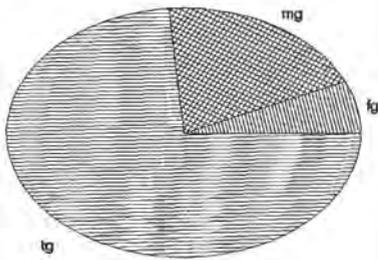
42. sp4 (Sp4): Frischer Silikat-Lahner / Frische alpine Silikat-Matten

VDG, *Vicia sylvatica* - *Dactylis glomerata* - Gesellschaft

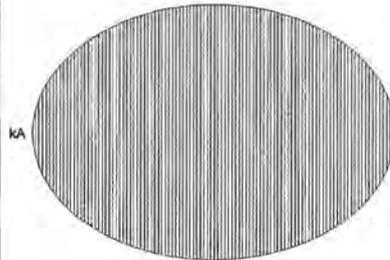
Fläche: 29.22 ha davon 5.46 ha alpine Matten

Inventurpunkte: keine

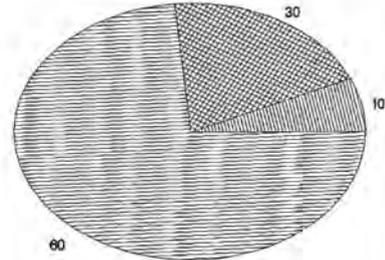
Gründigkeit (Substrat)



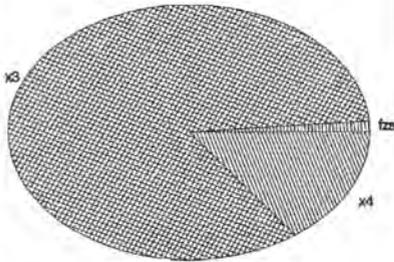
Auflagen (Mächtigkeit)



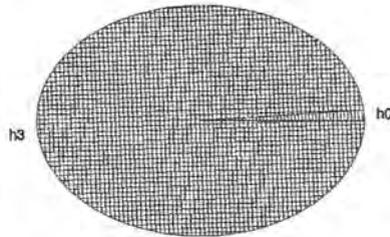
Tiefe gesamt [cm]



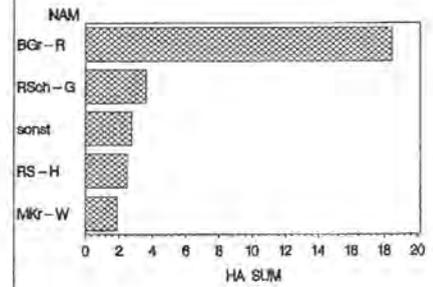
Skeletttgehalt Substrat



Humusgehalt Substrat



Vegetation

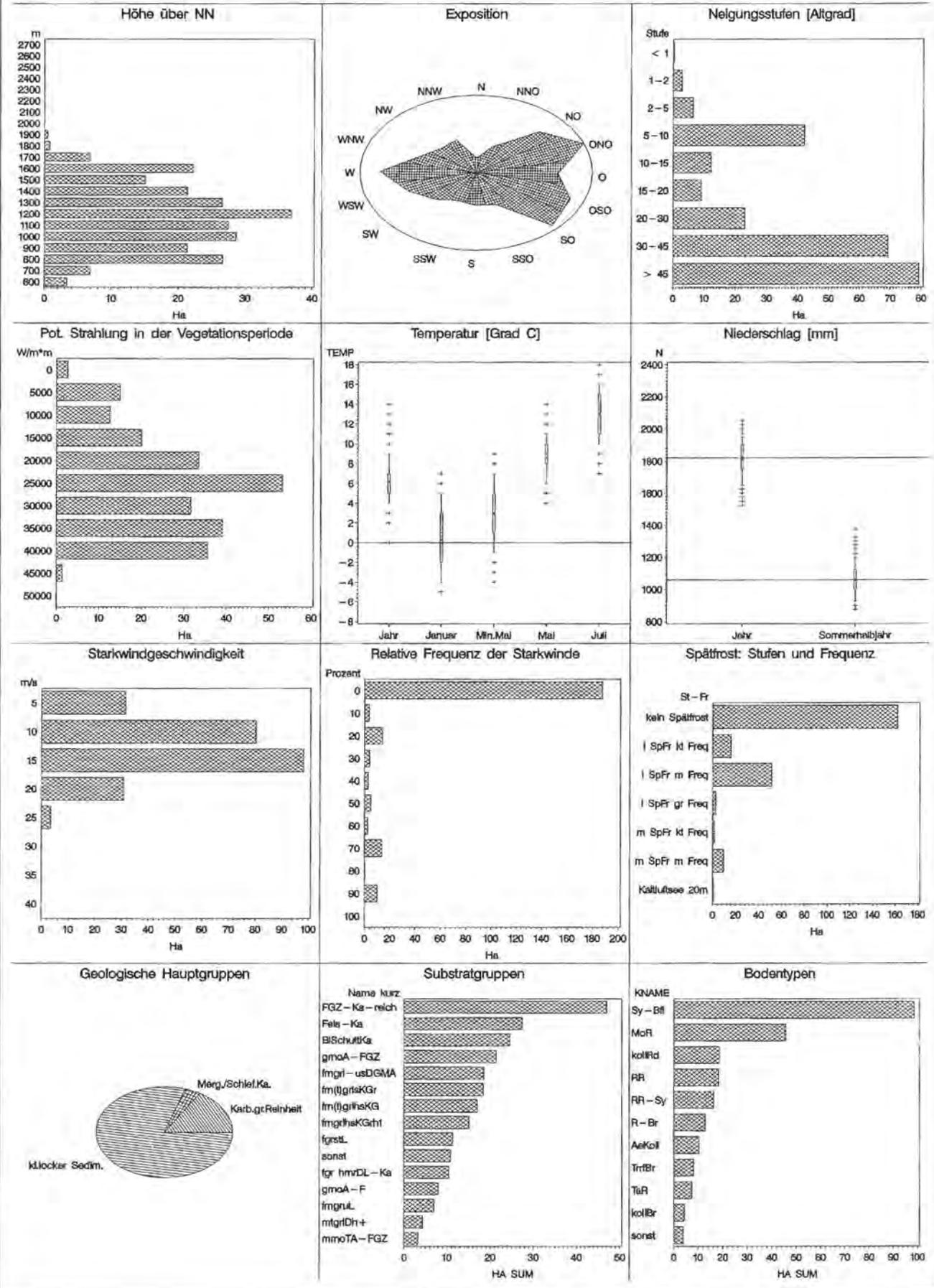


43. Lp2: Sukzession auf Lockersediment

DSG, Petasition paradoxi, Schuttfluren

Fläche: 244.61 ha

Inventorypunkte: 88 davon 56 mit Einzelbäumen

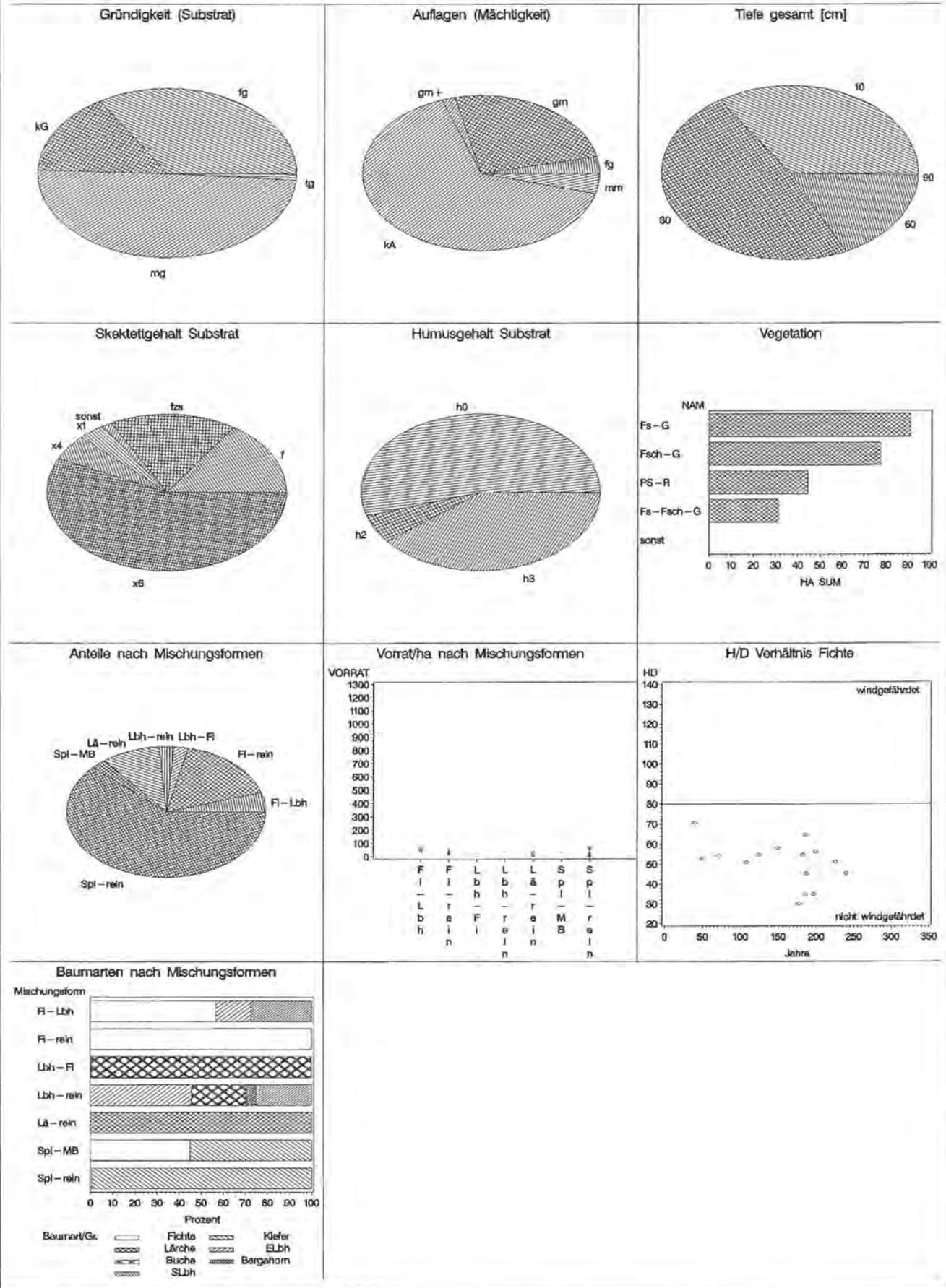


43. Lp2: Sukzession auf Lockersediment

DSG, *Petasion paradoxo*, Schuttfluren

Fläche: 244.61 ha

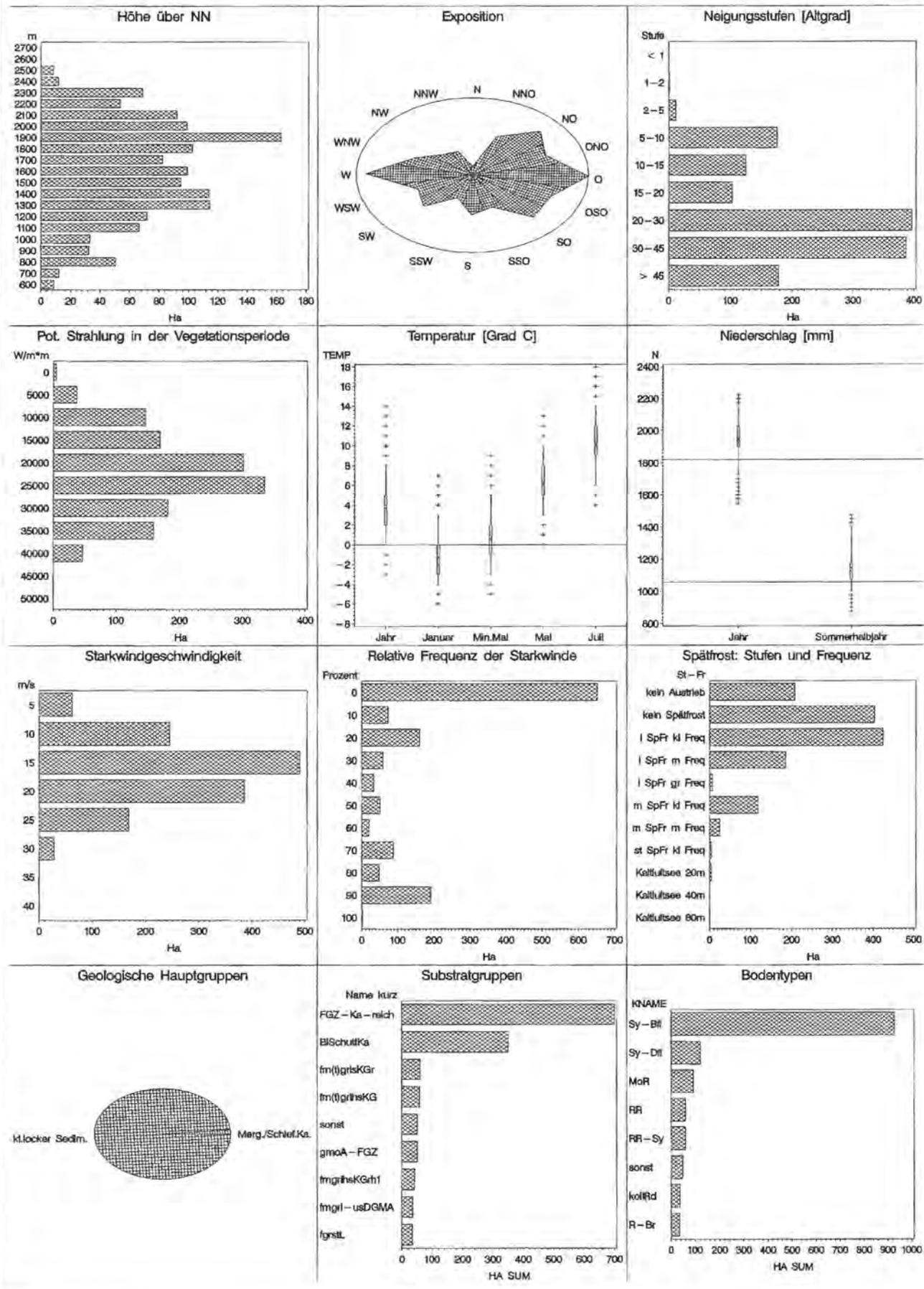
Inventurpunkte: 88 davon 56 mit Einzelbäumen



44. Gp1: Geröll

Fläche: 1379.62 ha

Inventurpunkte: keine

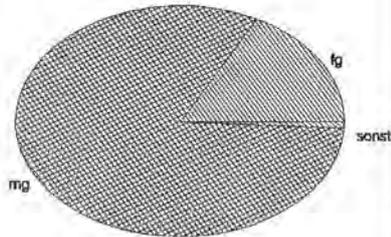


44. Gp1: Geröll

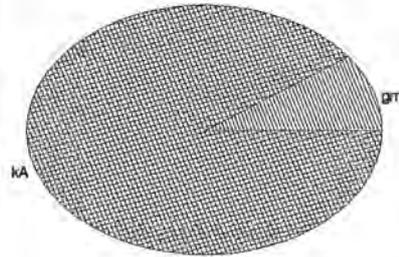
Fläche: 1379.62 ha

Inventurpunkte: keine

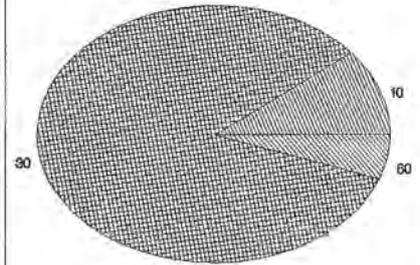
Gründigkeit (Substrat)



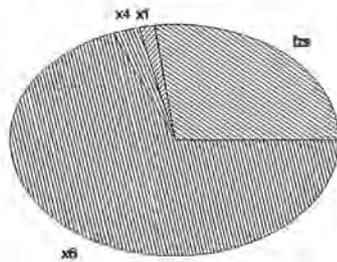
Auflagen (Mächtigkeit)



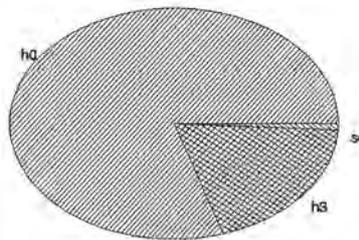
Tiefe gesamt [cm]



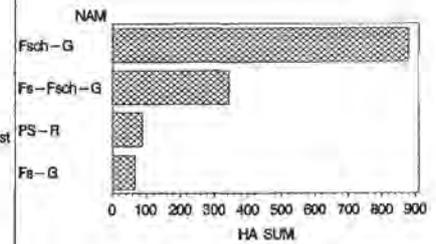
Skeletttgehalt Substrat



Humusgehalt Substrat



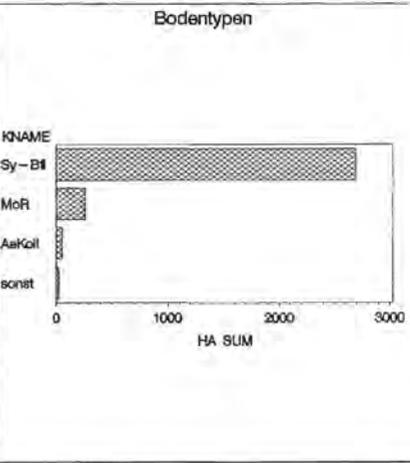
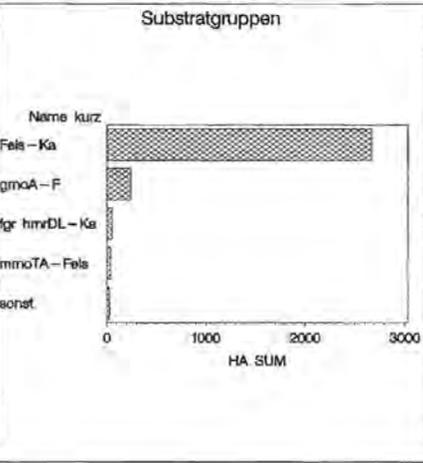
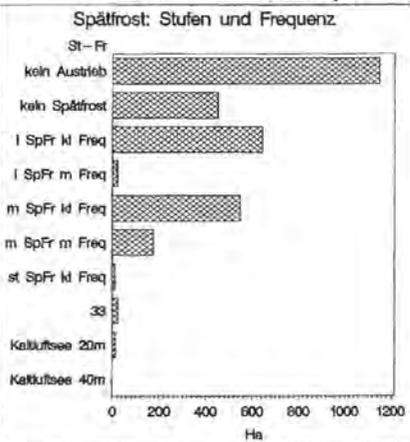
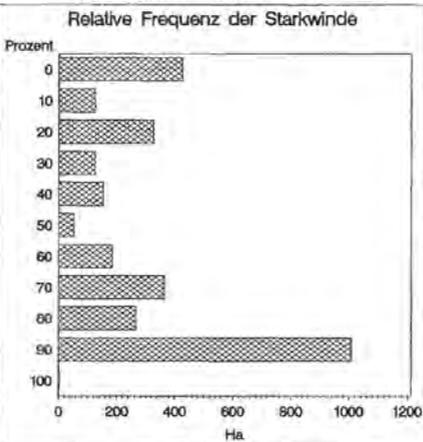
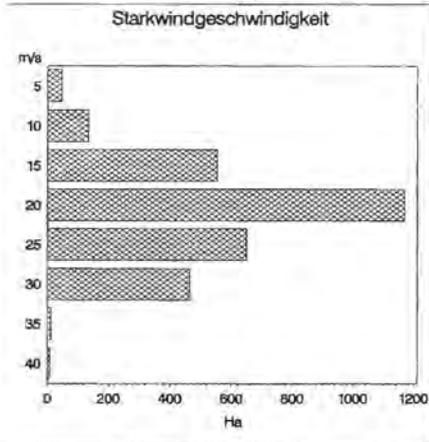
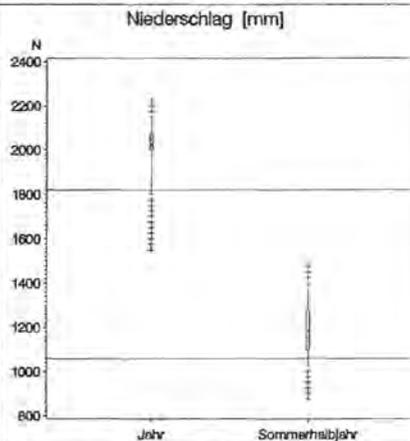
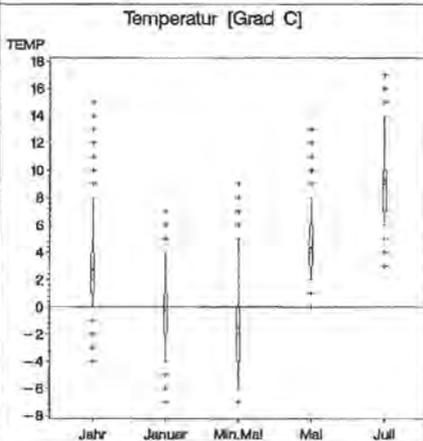
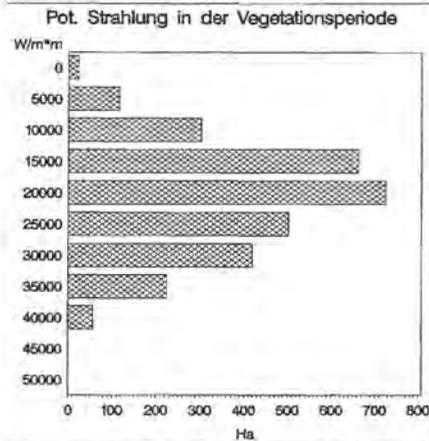
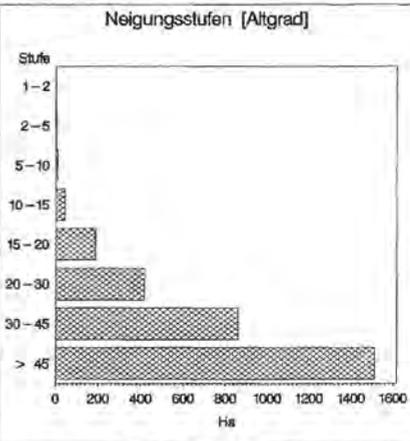
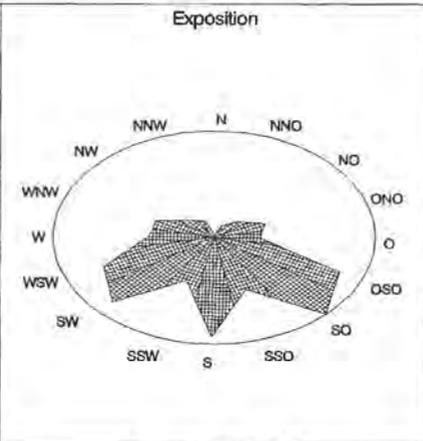
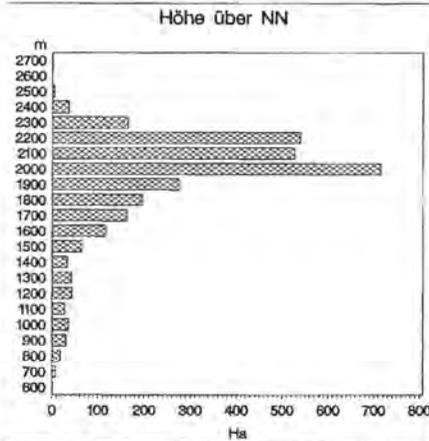
Vegetation



45. Fp1: Fels

Fläche: 3033.67 ha

Inventurpunkte: keine

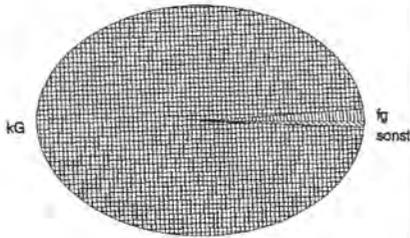


45. Fp1: Fels

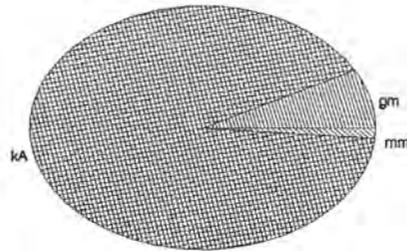
Fläche: 3033.67 ha

Inventurpunkte: keine

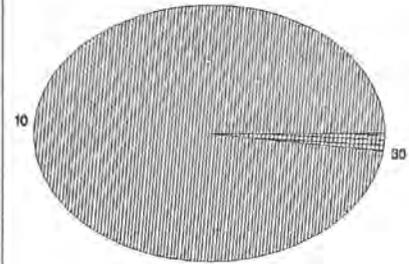
Gründigkeit (Substrat)



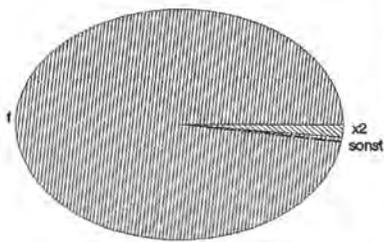
Auflagen (Mächtigkeit)



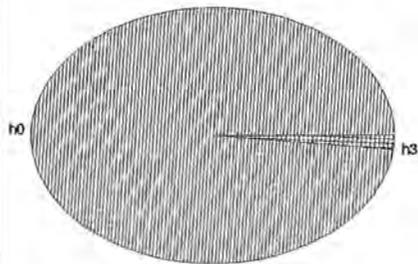
Tiefe gesamt [cm]



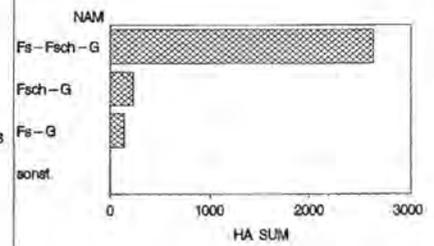
Skelettgehalt Substrat



Humusgehalt Substrat



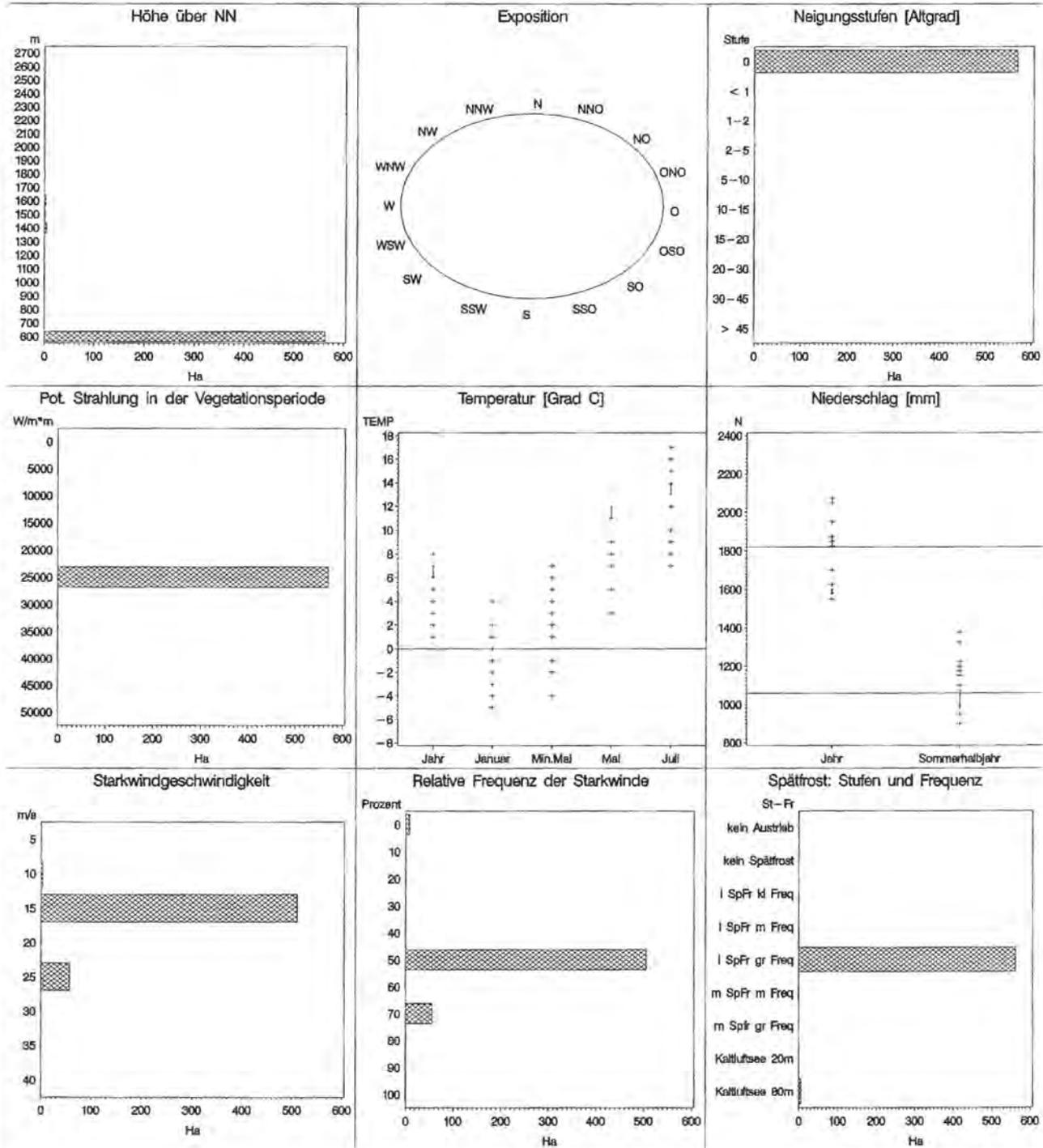
Vegetation



46 : Seen

Fläche: 570.67 ha

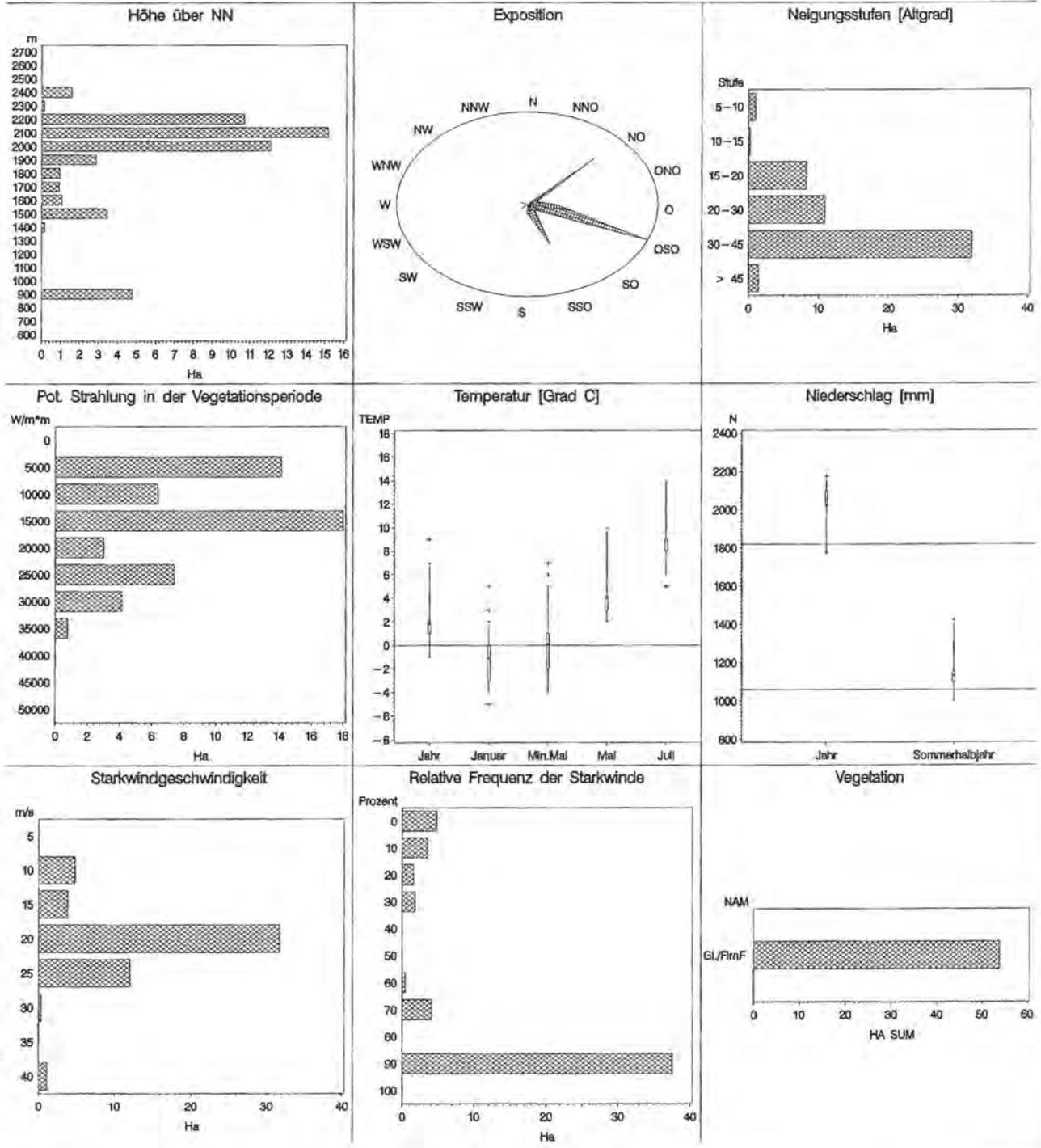
Inventurpunkte: keine



47. Gletscher, Firnfelder

Fläche: 53.88 ha

Inventurpunkte: keine



Tab. 6.1: Verteilung der Standorttypen-Flächen im Nationalpark

Standorttyp	Fläche ha	Standorttyp	Fläche ha
1 kB2	1863	24 AA4	38
2 kB3	1458	25 KA3	143
3 sB4	17	26 kA5	29
4 SB4	2	27 Af2	111
5 kb3	1750	28 kf3	172
6 kb4	684	29 Tf2	33
7 sb5	27	30 Sf4	15
8 Sb5	3	31 sf4	3
9 kF2	366	33 AW2	32
10 kF3	358	34 Ae4	18
11 TF3	19	35 kk2	1881
12 SF5	60	36 kk3	1501
13 kZ2	436	37 Sk5	10
14 kZ3	406	38 sp5	73
15 sE8	11	40 kp1	2939
16 sT8	90	41 kp3	175
17 Sf8	3	42 sp4	29
18 Me9	7	43 Lp2	245
19 MF9	2	44 Gp1	1380
20 Mk9	3	45 Fp1	3034
21 kp9	14	Wasserfl.	571
22 Mp9	20	Gletscher	54
23 kB1	702	sonst. Fl.	8
		Gesamt NP	20793

Tab. 6.2: Verteilung der Substratgruppen-Flächen im Nationalpark

Substratgruppe	Fläche ha	Substratgruppe	Fläche ha
1 Fels-Ka	6171	22 mgrstL	841
2 Blsch-Ka	1188	23 fmgrtL-IT	55
3 FGZ-Ka-reich	1211	24 tgrtL-IT	32
4 FGZ-Ka-arm	3	25 tgruL	148
5 gmoA-Fels	3335	26 tgrstL	206
6 gmoA-FGZ	750	27 fmgrp-sgrL	20
7 mmoTa-Fels	773	28 tgp-sgrL	66
8 mmoTa-FGZ	311	29 fmgrpsgrL	9
9 (s)mTa-F/FGZ	69	30 tgrpsgrL	78
10 fghmrDL-Ka	1905	31 nassKgrhumr	14
11 mtgrhmrDL-Ka	108	32 nassMVLhum	4
12 f(mt)grDLTaA	18	33 hnassMVLhum	11
13 fmgriusDGMoA	528	34 n+hntqLhumr	28
14 mtgrlDh+	302	35 nsr-sgrL-lGr	11
15 fm(t)grlshKG	175	36 Anm-WB	9
16 fm(t)grlshKGr	380	37 Nassgallen	3
17 fmgrlshKGrh1	160	38 Niedermoor	9
18 fmgrlshKgroA	60	39 Ü-Hochmoor	3
19 fmgrlshKGrMTA	60	41 Wasser Fl.	571
20 fmgruL	383	42 sonst. Fl.	8
21 fgrstL	723	43 Firn/Gletsch.	54
		Gesamt NP	20793

Tab. 6.3: Summarische Charakterisierung der Standorttypen und Bewertung der Naturnähe der aktuellen Vegetation

Nr.	Code	Standorttyp	Charakterisierung	Naturnähe
1	kB2	Mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald	Mäßig wüchsig, neigt bei Auflichtung zu Vergrasung, Nadelholz der Buche kaum vorwüchsig. Fichte teilweise windgefährdet	Auf dem Großteil der Fläche naturferne Fichtenbestände, kleinflächig naturnahe Bestände.
2	kB3	Mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald	Wüchsiger Standort, Nadelholz der Buche stark vorwüchsig, hohes Naturverjüngungspotential. Fichte teilweise windgefährdet	Fichtenanteil auf $\frac{3}{4}$ der Fläche sehr hoch, naturfern; kleinflächig naturnahe Mischbestände
3	sB4	Frischer (bis sehr frischer) Silikat-Mull-Bergmischwald	Leistungsfähige Standorte, Nadelholz vorwüchsig, Buche für die Erhaltung der aktiven Humusform wichtig	Naturferne Fichten- und Fichten-Lärchen Bestände auf ca. $\frac{1}{2}$ der Fläche, sonst Laubholzbestände, seltener Standort in Nationalpark
4	SB4	Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald	Mäßig wüchsiger Standort, Nadelholz vorwüchsig, Buche für die Verbesserung der Humusform von Bedeutung	Naturferne Bestockung, sehr seltener Standort im Nationalpark
5	kb3	Mäßig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald	Gering bis mäßig wüchsiger Standort, verbreitet Verlichtung, Vergrasung und Schneeschub, kurze Vegetationszeit, lange Verjüngungszeiträume, Rottenstrukturen. Buche als zwischenständige Mischbaumart, Fichte teilweise windgefährdet	Naturferne Bestockung auf ca. $\frac{1}{2}$ der Fläche, sonst halbnatürliche und naturnahe Bestände.
6	kb4	Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald	Mäßig wüchsiger Standort, Schneereichtum, Schimmelbefall, kurze Vegetationszeit, Schneedynamik, bei Verlichtung bilden sich Hochstaudenfluren aus. Buche als zwischenständige Mischbaumart, Fichte teilweise windgefährdet	Naturferne Bestockung auf ca. $\frac{3}{4}$ der Fläche, sonst halbnatürliche und naturnahe Bestände
7	sb5	Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald	Wie 6, Verkräutungsgefahr, Laubholz als Pionervegetation, sorgt für einen guten Streuabbau	Naturferne bis halbnatürliche Bestände, relativ seltener Standort im Nationalpark
8	Sb5	Frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald	Mattwüchsiger Standort, kleinflächige Verjüngung beugt Verkräutung vor, Laubholz verbessert Humusform	Halbnatürliche Bestände, sehr seltener Standort im Nationalpark

Fortsetzung Tab. 6.3:

Nr.	Code	Standorttyp	Charakterisierung	Naturnähe
9	kF2	Mäßig trockener subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald	Sehr mattwüchsiger Lawinenschutzwald, starke Schneedynamik, Rottenstrukturen, Moderholz für die Verjüngung von Bedeutung, frühes Ausapern bedingt hohen Verbissdruck durch Gams	Natürliche und naturnahe Bestände
10	kF3	Mäßig frischer subalpiner Karbonat-(Lärchen)-Fichtenwald	Mattwüchsiger Lawinenschutzwald, starke Schneedynamik bewirkt die Ausscheidung der Fichte zugunsten der Lärche, Moderholz wichtig für das Keimen des Nadelholzes in den stark vergrasten Beständen	Natürliche und naturnahe Bestände
11	TF3	Subalpiner Block-(Lärchen)-Fichtenwald	Sehr mattwüchsiger Standort, zu dem rauhen subalpinen Klima gesellt sich noch der „Kaltluftkeller“ aus dem blockigen Untergrund. Die Lärche kommt mit dem Standort besser zurecht als die Fichte	Natürliche Bestände, seltener Standort im Nationalpark
12	SF5	Frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald	Matt bis mäßig wüchsiger Standort, bei Verlichtung Hochstauden-Farnfluren, Moderholz für das Ankommen der Verjüngung von großer Bedeutung	Natürliche Bestände, relativ seltener Standort im Nationalpark
13	kZ2	Trockener Lärchen-Zirbenwald	Sehr mattwüchsiger Standort mit Lärche, Zirbe, Fichte und Latsche, kleinflächig gemischt mit Rasen und Felsbändern, starke bis sehr starke Schneedynamik, Schutzwald, Verjüngung und Waldentwicklung nur in sehr großen Zeiträumen	Natürliche Bestände
14	kZ3	Frischer Lärchen-Zirbenwald	Sehr mattwüchsiger Standort mit Lärche, Zirbe, Fichte und Latsche kleinflächig gemischt mit Hochstaudenfluren und Felsbändern, starke bis sehr starke Schneedynamik, Schimmelbefall, Schutzwald, Verjüngung und Waldentwicklung nur in sehr großen Zeiträumen	Natürliche Bestände
15	sE8	Feuchter Erlen-Eschenwald	Mäßigwüchsiger Standort der montanen Stufe, oft in Wasserschutzgebieten, Fichte teilweise windgefährdet, gute Verjüngungsmöglichkeiten der standortgerechten Baumarten	Mehrheitlich naturferne Fichten und Fichten-Lärchenbestände, teilweise naturnahe Laubholzbestände mit Schwarzerle, Grauerle und Esche, flächenmäßig seltener Standort im Nationalpark
16	sT8	Feuchter nährstoffreicher Fichten-Tannenwald	Mäßig- bis gutwüchsiger Standort der montanen und hochmontanen Stufe, nadelholzbetonter Bergmischwald, Fichte und Buche aus edaphischen Gründen stark windgefährdet, Tanne aus Stabilitätsgründen in höheren Anteilen erwünscht, auf Lichten Grauerle als Vorwald um der Verkräutung vorzubeugen.	Naturferne Bestände und Rasengesellschaften (Almen)
17	Sf8	Feuchter nährstoffarmer montaner Silikat-Fichtenwald	Mattwüchsiger Standort der hochmontanen bis subalpinen Stufe, Schimmelbefall, Verjüngung vermehrt auf Rannen	Naturnahe Bestände, sehr seltener Standort im Nationalpark
18	Me9	Nasser Erlen-Fichtenwald	Mattwüchsiger montaner bis hochmontaner Kleinstandort entlang von Bächen, oft mit Wasserschutzfunktion	Halbnatürliche Bestände, sehr seltener Standort im Nationalpark
19	MF9	Mostrand-Fichtenwald	Standort seltener Waldgesellschaft, Boden empfindlich gegen Eingriffe	Naturnahe Bestände, sehr seltener Standort im Nationalpark

Fortsetzung Tab. 6.3:

Nr.	Code	Standorttyp	Charakterisierung	Naturnähe
20	Mk9	Hochmoor -Latschengebüsch	Kleinflächiger Moorstandort, trittempfindlich, seltene Arten	Natürliche Bestände, sehr selten im Nationalpark
21	kp9	Quellmoor	Kalkquellsümpfe und bachbegleitende Kalkflachmoore durchsetzt mit Baumgruppen (Grauerle, Fichte)	Naturnahe bis halbnatürliche Pflanzengesellschaften, seltener Standort im Nationalpark
22	Mp9	Moor/Sumpf	Sauerstoffarme nasse Standorte, Anmoor, Moor. Seltene Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften, Bäume nur am Rande möglich	Natürliche Pflanzengesellschaften, relativ selten im Nationalpark
23	kB1	Felshang- Bergmischwald	Mattwüchsiger Standort der montanen und hochmontanen Stufe, Steinschlaggefahr auf Teilflächen, frühe Ausaperung, bevorzugter Gamswildeinstand, Verjüngung erfolgt nur zögerlich und mehrheitlich mit Fichte, Lärche und Kiefer	Halbnatürliche Bestände, die noch von den sehr hohen Schalenwildbeständen der Vergangenheit geprägt sind
24	AA4	Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter	Mäßigwüchsiger Terrassenstandort der montanen Stufe, nur selten überflutet, hohes Verjüngungspotential	Naturferne Fichtenreinbestände auf 1/3 der Fläche, sonst halbnatürliche Bestände, relativ selten im Nationalpark
25	kA3	Blockschutt- Edellaubwald	Gutwüchsiger Standort der schattigen Steilhänge der montanen Stufe, Steinschlag und Säbelwuchs, hohes Verjüngungspotential	Naturferne Nadelbestände auf ca. 1/2 der Fläche, sonst halbnatürliche und natürliche Bestände
26	kA5	Hangfuß-Edellaubwald	Gutwüchsiger Standort der montanen Stufe, bei Verlichtung starke Verkrautung, Verjüngung kleinflächig anstreben	Naturferne Nadelbestände auf 1/2 der Fläche, sonst natürliche Bestände, relativ seltener Standort im Nationalpark
27	Af2	Mäßig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter	Mattwüchsiger Standort der montanen Stufe, waldweidegeprägt, Laubwaldarten verjüngen sich nur zögerlich unter der hohen Weidebelastung, hohe Artenvielfalt	Naturferne bis halbnatürliche Bestände
28	kf3	Block-(Lärchen)- Fichtenwald	Mattwüchsiger Standort der „Kaltluftkeller“ aus der montanen Stufe auf blockreichem Untergrund	Naturnahe Bestände mit hohem estetischen Wert, „Zauberwald“, urwaldartige Strukturen
29	Tf2	Felsgrad- Nadelmischwald	Mattwüchsiger nadelholzdominierter Standort der montanen Stufe, Bodenschutzwald gegen Humusverlust	Natürliche bis halbnatürliche Bestände, flächenmäßig relativ selten im Nationalpark
30	Sf4	Nährstoffarmer Silikat- Nadelmischwald	Mäßigwüchsiger Standort der hochmontanen Stufe, stark saure Böden mit Vernässung, Buche nur unterständig, Tanne zur Verbesserung der Stabilität erwünscht	Bedingt naturferne Bestände, seltener Standort im Nationalpark
31	sf4	Nährstoffreicher Silikat- Nadelmischwald	Mäßigwüchsiger Standort der hochmontanen Stufe mit thermischer Ungunst durch sehr abgeschattete Lage, dadurch Nadelholz gegenüber Laubholz im Konkurrenzvorteil	Natürliche Bestände, sehr seltener Standort im Nationalpark
33	AW2	Mäßig trockenes Weidengebüsch der Schotterau	Junge regelmäßig überflutete Schotterauen an Wildbächen	Natürliche Pflanzengesellschaft, flächenmäßig relativ seltener Standort
34	Ae4	Frischer Grauerlenauwald der feinerdereichen Aue	Matt- bis mäßigwüchsiger Standort der montanen Stufe, oft mit Wasserschutzfunktion	Naturferne Nadelbestände auf 3/4 der Fläche, sonst naturnahe Bestände mit Grauerle, flächenmäßig relativ seltener Standort

Fortsetzung Tab. 6.3:

Nr.	Code	Standorttyp	Charakterisierung	Naturnähe
35	kk2	Trockenes Latschengebüsch	Sonnseitige Steilhänge der hochmontanen und subalpinen Stufe, jährliche Lawinenabgänge verhindern Baumvegetation	Natürliche Pflanzengesellschaft
36	kk3	Frisches Latschengebüsch	Schattseitige Steilhänge der hochmontanen und subalpinen Stufe, jährliche Lawinenabgänge verhindern Baumvegetation	Natürliche Pflanzengesellschaft
37	Sk5	Feuchtes Latschengebüsch	Wie 36, auf Sillkatgestein	Natürliche Pflanzengesellschaft, seltene Pflanzengesellschaft im Nationalpark
38	kp4	Grünerlengebüsch	Lawinarbahnen, konkave Rinnen und Flächen unterhalb von Schneeeinzugsgebieten	Natürliche bis naturnahe Pflanzengesellschaft
40	kp1	Trockener Karbonat-Lahner	Magerrasen sehr steiler südexponierter Hänge, sehr starke Schneedynamik im Winter und Trockenheit im Sommer verhindern Waldentstehung	Natürliche Pflanzengesellschaft
41	kp3	Frischer Karbonat-Lahner	Lawinarrasen sehr steiler schattseitiger Hänge, sehr starke Schneedynamik verhindert Waldentstehung. Die hohen Gräser begünstigen Schneebretter und Lawinen	Natürliche Pflanzengesellschaft
42	sp4	Frischer Sillkat-Lahner	Wie 41	Natürliche Pflanzengesellschaft
43	Lp2	Sukzession auf Lockersedimen	Initialstadien auf Schuttfuren	Natürliche Pflanzengesellschaft
44	Gp1	Geröll	Keine Pflanzengesellschaft	Natürliches Geröllfeld
45	Fp1	Fels	Felsspaltengesellschaft	Natürliche Pflanzengesellschaft
46	-	Seen		
47	-	Gletscher, Firfelder		
48	-	sonstige Flächen, Gebäude		

7 Mögliche Anwendungen in der Nationalparkforschung

Die Standortkarte findet als solche in der Pflegezone ihre typische Anwendung. Bei der mittelfristigen Planung von Verjüngungsmaßnahmen werden die Baumarten und ihre Anteile nach Standorttypen in Form von Verjüngungszielen festgelegt. Ferner kann auf der Basis der Standorttypen eine genauere Einschätzung der aktuellen Waldbestände im Hinblick auf ihre Naturnähe vorgenommen werden. Das heißt es kann geschätzt werden, ob ein aktueller Bestand sich dem Verjüngungsziel über Naturverjüngung nähert oder ob ein künstliches Einbringen von Buche und/oder Tanne angebracht ist.

Weiter kann die Standortkarte eine gute Entscheidungshilfe bei der sehr komplexen Beziehung Wald – Schalenwild sein.

Die Standortkarte und die Karte der Substratgruppen wurden schon für die Auswertungen der Waldscha-

denflächen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft sowie für die Erstellung einer bayernweiten Bodenkarte durch das Bayerische Geologische Landesamt herangezogen.

Die vielfältigen Daten orographischer, klimatischer und edaphischer Natur, auf denen die Standortkarte fußt, erlauben es Potentialkarten für Pflanzen- und Tierarten oder bestimmte Gesellschaften und Gruppen zu erstellen. Um diese Möglichkeiten zu verdeutlichen wurden drei Karten mit der Verbreitung der Ameisenhügel, der Tanne und der Heidelbeere, aufbauend auf den Daten der letzten Waldinventur, erstellt.

Stetigkeit der Waldameisenpopulationen bzw. Ameisenhügel im Wald

Es wurde versucht die potentielle Verbreitungsstetigkeit der Waldameisenhügel anhand der in die Standorteinheiten einfließenden Faktoren mit einem Logit-Modell zu simulieren (ZIMMERMANN 1996).

Die Anwesenheit/Abwesenheit von Ameisenhügeln wurde binär (1; 0) codiert. Die nominal skalierten Variablen

(wie StT, Substrat etc.) wurden in binär kodierte Variablen (Dummy-Variablen) umgewandelt. Um aus den vielen so entstandenen erklärenden Variablen diejenigen mit Einfluss auf die Stetigkeit der Ameisenhügel zu erhalten, wurde in einem ersten Schritt eine schrittweise Diskriminanzanalyse auf Ameisenhügel Ja/Nein durchgeführt. In einem zweiten Schritt wurde, mit den so selektierten Variablen, die Logit-Analyse durchgeführt. Danach wirken sich die potentielle Strahlung in der Vegetationsperiode, südlich exponierte Lagen, lichte Waldbestände (mit Verjüngung) und organische Auflagen positiv auf die Stetigkeit der Ameisenhügel aus. Dagegen sind Jahresniederschlag, Neigung und Spätfrost begrenzende Faktoren.

Das so aufgebaute Modell hat eine statistische Treffsicherheit von 74,5 %. Dies kann als zufriedenstellend bis gut gewertet werden, wenn man berücksichtigt, dass die Erfassung der Ameisenhügel bei der Waldinventur „nebenbei“ gelaufen ist, bzw. ohne dass spezielle Erhebungen für ameisenpezifische Einflussfaktoren durchgeführt wurden.

Die in das Modell einfließenden „erklärenden“ Variablen decken sich gut mit den in der Spezialliteratur für Ameisen angegebenen. SOSSNA (1973): „Das Vorhandensein von Licht ist wohl der grundsätzlichsste Faktor für den Nestbau überhaupt“, (Zitat nach GOßWALD, 1989). In Karte 26 ist die Stetigkeit der Ameisenhügel wiedergegeben.

Stetigkeit der Tanne

Es wurde methodisch analog zu der vorherigen Auswertung verfahren, wobei die Anwesenheit/Abwesenheit der Tanne sich nur auf die Daten der zweiten Waldinventur beschränkte. Dabei muss betont werden, dass die Tanne zur Zeit auf vielen potentiellen Flächen nicht mehr vorhanden ist, bzw. sie sich noch nicht wiederbesiedelt hat. Die Tanne wurde in den letzten Jahrzehnten auch künstlich eingebracht. Davon ausgehend muss die Stetigkeitskarte für die Tanne mit gewissen Vorbehalten betrachtet werden. Eine bessere Annäherung ist mit diesem Modellansatz nicht möglich.

Laut Modell haben folgende Größen auf die Stetigkeit der Tanne einen positiven Einfluss: milde Januartemperaturen, Schattlagen gegenüber Sonnlagen, Unter- und Mittelhänge (mit Starkwinden, die jedoch kleine Häufigkeiten haben), klastische, lehmige, humose Lockersedimente auf Kalk- oder Dolomitgrus. Negativen Einfluss haben dagegen Hochlagen und Sonnhänge der tieferen Lagen, blockig-grusiger Gesteinsschutt und stark steinige Gruse. Die Tanne bevorzugt Laub-Nadelmischwälder gegenüber Nadelmischwäldern.

Die statistische Treffsicherheit des Modells liegt bei 78,9 % und ist somit als gut einzuschätzen.

Das Ergebnis ist in Karte 27 dargestellt.

Stetigkeit der Heidelbeere

Auch dieses Modell (methodisch den beiden vorherigen gleich) wurde ausschließlich aus den Daten der Waldinventur erstellt. Daher können möglicherweise einige Standorte in der alpinen Zone nicht mit Daten belegt werden.

Nach dem Modell bevorzugt die Heidelbeere relativ schwach geneigte Hänge, eine niedere Jahrestemperatur jedoch eine hohe Maitemperatur und hohe Jahresniederschläge (Hochlagen mit relativ früher Ausaperung). Es werden Substrate bevorzugt, auf denen die Baumschicht kaum ein geschlossenes Kronendach ausbilden kann wie Festgestein mit gering mächtigen sauren organischen Auflagen (Tangel bis Rohhumus), Blöcke und Blockschutt mit Karbonat- und Blockfichtenwald. Tiefgründige Substrate wirken sich negativ auf die Stetigkeit der Heidelbeere aus (wahrscheinlich ist die Ausdunkelung durch den Baumbestand zu groß). Im Schneeheide-Hainlattich-Tannen-Buchenwald mit Kiefern Ausbildung sowie auf Magerrasen und Polsterseggenrasen nimmt die Stetigkeit der Heidelbeere nur kleine Werte an.

Das Modell hat eine Treffsicherheit von 76,7% und ist auch als gut zu bewerten.

Das Ergebnis ist in Karte 28 dargestellt.

8 Zusammenfassung

Der Nationalpark Berchtesgaden hat sich seit seiner Gründung (1978) immer auch als ein der ökologischen Forschung verpflichteter Ort empfunden. Entsprechend viele Forschungsprojekte, Kartierungen und Inventuren wurden von verschiedenen Universitäten, Forschungseinrichtungen und den eigenen Sachgebieten durchgeführt. Parallel wurde ein leistungsfähiges Geographisches Informationssystem (GIS), das die einheitliche Verwaltung und Weiterverarbeitung der vielfältigen Informationen ermöglicht, eingerichtet.

Nach ca. 20 Jahren des Bestehens des Nationalparks stellte sich die Aufgabe aus den bestehenden Informationen mit Hilfe des GIS eine integrierte Standortkarte zu entwickeln.

Verwendete Datenbestände

Aus der Fülle der vorhandenen Kartierungen und anderer digitalen Informationen wurden nach sorgfältigen Überlegungen folgende für die Standortkarte verwendet:

- geologische Kartierung (LANGENSCHIEDT 1994, 1995 und LANGENSCHIEDT & OTHOLT 1998);
- Substratkartierung (FREYER 1986, 1988);
- Vegetationskartierung von STORCH (1983, 1984, 1994, 1995), FISCHER & STORCH (1991, 1993) und zusammengefasst von SEIDENSCHWARZ (1996);
- Biotop- und Nutzungstypen Kartierung anhand von Color-Infrarot (CIR)-Luftbildern (KIAS et al.1999);
- Zeitreihen klimatischer Parameter wie Temperatur, Niederschlag und Starkwind gemessen an den nationalparkeigenen Wetterstationen sowie die täglichen Strömungslagen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik aus Salzburg;
- Digitales Geländemodell vom Bayerischen Landesvermessungsamt (1997) mit einer Zellengröße von 10 x 10 m und einer nominalen Höhenequidistanz von 1 m.

Methoden

- Die punktuellen klimatischen Daten werden über die Parametrisierung des Umgebungsreliefs und bei den Niederschlägen unter zusätzlicher Berücksichtigung der Strömungslagen über regressionstechnische Methoden auf die gesamte Fläche gebracht, bzw. es wird für jeden klimatischen Parameter eine Karte (Grid) erzeugt.
 - Die flächenbezogenen Daten der Kartierungen werden sowohl geometrisch als auch von ihren Parametern her übereinander gelegt – sie werden verschnitten (Intersektion). Als Ergebnis wird eine neue flächige Karte erhalten, die für ihre Teilflächen (Polygone) alle Parameter der Ausgangskarten enthält.
 - Für jedes dieser Polygone wird aus jeder klimatischen Karte ein Mittelwert berechnet und als neuer Parameter den schon vorhandenen Parametern angefügt.
- Die aktuellen Pflanzengesellschaften werden möglichen Standorttypen, unter Zuhilfenahme der verfügbaren Parametern „vorläufig“ zugeordnet. Diese Zuordnung wird über komplexe statistische Analysen abgesichert und bei Bedarf verbessert.
- Auszugsweise wurden die Zuordnungen im Gelände überprüft und eine Feinjustierung der Zuordnungsregeln vorgenommen.

Ergebnisse

Aus dem bereitgestellten digitalen Höhenmodell (dargestellt in Karte 1) wurden Karten für die Expositionen, Neigungsstufen, Senkeneinzugsgebiete und ihre orographischen Kaltluftseen und die „örtliche Lage“ abgeleitet (Karten 2, 3, 4 und 5).

Aus den täglichen Temperaturen und der Höhenlage der Klimastationen wurde ein vereinfachtes Modell der jährlichen Temperaturentwicklung nach Höhenstufen entwickelt um den Anfang, das Ende und die Länge der Vegetationsperiode nach Höhenstufen zu bestimmen.

Aus dem digitalen Höhenmodell und dem jährlichen Sonnengang wurden, anhand der Routine von BÖGEL & EBERHARDT (1997), die auf die Relationen von ENDERS (1979) zurückgreift, die potentielle direkte Sonneneinstrahlung in der Vegetationsperiode mit Horizontabschattung berechnet. Es wurden sowohl Berechnungen für die Vegetationsperiode mit $T \geq 10 \text{ °C}$ als auch $T \geq 5 \text{ °C}$ vorgenommen (Karten 6 und 7).

Aus den täglichen Temperaturaufzeichnungen, dem digitalen Höhenmodell und den Umgebungsparametern wurden Monatsmittelwerte und Jahrestemperatur berechnet. Gleichzeitig wurde auch die Minimumtemperatur an Frosttagen im Mai berechnet. Von diesen wurden weiterhin für die Differenzierung der Standorttypen die Jahrestemperatur die Januar- und die Juli-temperatur verwendet (Karten 8, 9 und 10). Aus der Mitteltemperatur im Mai und Minimumtemperatur an Frosttagen im Mai (Karten 11 und 12) wurde die Spätfrostgefährdung der Vegetation (Karte 13) abgeleitet.

Aus den Karten der Juli- und der Januar-temperatur wurde die Karte der thermischen Kontinentalität berechnet (Karte 14).

Aus den täglichen Niederschlagssummen, den entsprechenden Strömungslagen und den Umgebungspara-

metern wurden Jahresniederschlag und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr berechnet. Aus der Differenz dieser Beiden wurde der Niederschlag für das hydrologische Winterhalbjahr geschätzt (Karten 15, 16 und 17).

Aus den Karten des Jahresniederschlags und der Jahrestemperatur wurde die Karte des Trockenheitsindex nach DE MARTONNE berechnet (Karte 18).

Aus den Karten des Jahresniederschlags und der Höhe wurde die Karte der hygrischen Kontinentalität nach GAMS (1931) entwickelt (Karte 19).

Von EBERHARDT (2001) wurde die Karte der Schneedeckenhöhe, entwickelt nach einem logischen und expertenbasierten Ansatz, bereitgestellt (Karte 20).

Aus den Windmessungen an den nationalparkeigenen Klimastationen wurden die Stunden, Geschwindigkeiten und Windrichtungen in denen mindestens an einer Stationen Starkwinde registriert wurden herausgefiltert und anhand der Umgebungsreliefparameter die Maximalgeschwindigkeit und die relative Häufigkeit der Starkwinde berechnet (Karten 21 und 22).

Die digitale geologische Karte (LANGENSCHIEDT & OTHOLT 1998) wurde vom Bayerischen Geologischen Landesamt dem Nationalpark bereitgestellt. In vereinfachter Form ist sie in Karte 23 wiedergegeben.

Die Substratkartierung (FREYER 1986, 1988) wurde von 1980 bis 1992 auf 95 % der Fläche des Nationalparks durchgeführt. Die darin beschriebenen Substratkomplexe (über 5000 distinkte Komplexe) wurden anhand ihres Hauptsubstrats und ihrer organischen Auflage (wenn vorhanden) in 39 Substratgruppen zusammengefasst und in Karte 24 dargestellt. Den ausgeschiedenen Substratgruppen wurden, nach den Arbeiten von FLEISCHMANN & BOSCH (1988) und LANGENSCHIEDT (1995) „synthetische“ Bodentypen zugeordnet.

Um die aktuellen Waldbestände, ihre Baumartenzusammensetzung und Struktur aus ihrer historisch bedingten Entwicklung besser zu verstehen, wurde eine kurze Geschichte der Wälder des Nationalparks aus verschiedenen Quellen zusammengestellt.

Die Vegetation des Nationalparks wird über die vegetationskundlichen Untersuchungen im Berchtesgadener Land von seinen Anfängen bis zu der Realisierung der aktuellen Vegetationskarte kurz vorgestellt. Es folgt die naturräumliche Gliederung Bayerns (SEIBERT 1968) mit der Einordnung der montanen und hochmontanen Stufe des Nationalparks in den Wuchsdistrikt (64) Hainlattich-Tannen-Buchenwald. Die subalpine und alpine Stufe des Nationalparks wird der Subalpin-Alpinen Vegetationslandschaft (VII) zugeordnet.

Aus forstlicher Sicht haben FOERST & KREUZER (1977) für die Waldlandschaften Bayerns eine regionale, ökologisch fundierte Gliederung erarbeitet. Danach ist das Gebiet des Nationalparks innerhalb des Wuchsgebietes „15 Bayerische Alpen“ der Landschaftsgruppe „B Bayerische Kalkalpen“ und dem Wuchsbezirk „15.9 Berchtesgadener Hochalpen“ zugeordnet.

Den in der Vegetationskarte (Nationalparkplan 2001) ausgeschiedenen Pflanzengesellschaften wurden (wenn möglich) wahrscheinliche Zuordnungen zu den Standorttypen nach der Methode der vegetationsgestützten

Standortkartierung (EWALD 1996, 1998) von Herrn J. EWALD vorgenommen.

Aus den so aufbereiteten digitalen Informationen konnte mit Hilfe des GIS und multivariaten statistischen Analysen (Diskriminanzanalyse) der gesamten Fläche des Nationalparks Standorttypen (potentiell natürliche Vegetationstypen) zugeordnet werden. Die erzielte Treffersicherheit für die verschiedenen Gruppen der Standorttypen variiert zwischen 92 % und 98 %. Mit diesen Trefferquoten sind zwar im Einzelfall noch Fehlzusammenordnungen nicht auszuschließen, im allgemeinen darf die Zuordnung jedoch als gut bewertet werden und stellt für die meisten anwendungsorientierten Zwecke eine gute Grundlage dar. Die Standorttypen sind in Karte 25 dargestellt.

Für jeden der 45 ausgewiesenen Standorttypen wurde anschließend eine graphische Charakterisierung anhand von Verteilungen ausgewählter Parameter (Höhenspreitung, Expositionen, Neigungsstufen, potentielle Strahlung in der Vegetationsperiode, Temperaturangaben (Jahr-, Januar-, Mai-, Juli-Mitteltemperatur, Minimumtemperatur im Mai), Niederschlagswerte (Jahressumme

und Summe der Niederschläge im Sommerhalbjahr), Starkwindgeschwindigkeit, Starkwindhäufigkeit, Spätfrostgefährdung, geologische Hauptgruppen, Substratgruppen, Bodentypen, Gründigkeit der Substrate, Mächtigkeit der Auflagen, Tiefe gesamt (Auflage plus Substrat), Skelett- und Humusgehalt der Substrate, Pflanzengesellschaften, Flächenanteile und Vorräte nach Mischungsformen, Höhe/Durchmesser (H/D) Verhältnis für die Fichte und die aktuelle Baumartenzusammensetzung nach Mischungsformen) erstellt. Es folgen zusammenfassenden Tabellen für die Standorttypen und die Substratgruppen sowie die summarische Charakterisierung der Standorttypen und die Beurteilung der Naturnähe der aktuellen Waldbestände.

Um die möglichen Anwendungen der vielfältigen Daten auch außerhalb der waldbewirtschafteten Pflege und Forschung zu verdeutlichen wurden zum Abschluss beispielhaft potentielle Verbreitungskarten für Waldameisen, Tanne und Heidelbeere berechnet (Karten 26, 27 und 28).

9 Literaturverzeichnis

*** 1890: Grundlagen für die Verhandlung der am 7. Oktober 1890 zusammentretenden Commission zum Zwecke der Beratung der gegen die Nonne (*Liparis monacha*) zu ergreifenden Maßregeln. K.b. Staatsministerium der Finanzen, Ministerial-Forstabteilung (K.b. Stm. d. F. Min.-Forstabteilung)

*** 2001: Nationalparkplan. Nationalpark Berchtesgaden, BstMLU-Herausgeber, 202 S.

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG, FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME, 4. Aufl. 1978: Verlag Münster-Hiltrup, 188 S.

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG, FORSTLICHE STANDORTSAUFNAHME, 5. Aufl. 1996: Verlag Münster-Hiltrup, 352 S.

BAUR, F. 1963: Großwetterkunde und langfristige Witterungsvorhersage. Frankfurt/Main.

BLUHTGEN, J. & WEISCHET, W.; 1980: Allgemeine Klimageographie, Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York.

BOCHTER, R. 1984: Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten. Forschungsbericht 6, 212 S., Berchtesgaden

BRAUN, R. 1998: Die Geologie des Hohen Gölls. Forschungsberichte N. P. Berchtesgaden 40, 192 S., Berchtesgaden.

BITAN, A. 1975: New Concepts in Topoklimatologie. Meteorologische Rundschau 28(1). Berlin. Stuttgart. S. 1-5.

BOGEL, R. 1996: Untersuchungen zur Flugbiologie und Habitatnutzung von Gänsegeiern unter Verwendung telemetrischer Messverfahren. Forschungsbericht 33, Nationalpark Berchtesgaden.

BOGEL, R. & EBERHARDT, R. 1997: Modelle zur Bewertung von Thermik und dynamischen Hindernisaufwinden zur Beurteilung der Flugbedingungen für Großvögel. In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX. Salzbr. Geogr. Mat., 26: 23-33.

BOGEL, R. & LOTZ, ANNETTE 1999: E+E-Vorhaben Einsatz automatischer Telemetriesysteme zur Untersuchung der raum-zeitlichen Nutzungsmuster der Gams im Nationalpark Berchtesgaden. Schlussbericht, Manuskript.

BULOW VON, G. 1962: Die Sudwälder von Reichenhall. München, BayStELF.

EBERHARDT, R. 2002: Ökologisch orientierte Modellbildung zur potentiellen Schneedeckenverteilung im Biosphärenreservat Berchtesgaden. In: 20 Jahre Forschung im Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 46.

ELLENBERG, H. 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Stuttgart Verlag Eugen Ulmer, 1096 S.

ENDERS, G. 1979: Theoretische Topoklimatologie. Forschungsberichte 1, 92 S., Nationalpark Berchtesgaden.

EWALD, J. 1997: Die Standortbindung der Waldgesellschaften der oberbayerischen Alpen – Ermittlung des Beitrags der Vegetationskunde zur Standortkartierung im Hochgebirge. Abschlussbericht, Manuskript, LMU München 144 S.

EWALD, J. 1998: Anleitung zur vegetationsgestützten Standortkartierung im Halblechgebiet (Stand 8/1998). Manuskript, 31 S.

FISCHER, A. & STORCH, M. 1991: Untersuchungen der Waldvegetation im Nationalpark Berchtesgaden. Forschungsbericht, Manuskript, 127 S.

FISCHER, A. & STORCH, M. 1993: Untersuchungen der Waldvegetation im Nationalpark Berchtesgaden. Forschungsbericht, Manuskript, 156 S.

- FLEISCHMANN, C. & BOSCH, CHR. 1988: Kennwerte zur Charakterisierung der Bodeneinheiten im Nationalpark Berchtesgaden. Abschlussbericht II/88, Mab 6-Projekt, Manuskript.
- FOERST, K. & KREUZER, K. 1977: Die neue Regionale Standortgliederung Bayerns, ihre Herleitung und ihre Bedeutung für Forstbetrieb und Landesplanung. Forstw. Cbl. 96: 49–55.
- FOERST, K. & KREUZER, K. 1977(2): Regionale natürliche Waldzusammensetzung und forstliche Wuchsgebietgliederung Bayerns (Karte). Bayer. StMELF.
- FRANZ, H. 1979: Ökologie der Hochgebirge. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- FREIBERG, H.-M. 1995: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Bereich der alpinen Baumgrenze im Funtenseegebiet unter Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses. In: Der Funtensee. Naturkundliches Portrait eines subalpinen Sees. Forschungsbericht 7, Nationalpark Berchtesgaden.
- FREYER, K. 1986: Forstliche Standortskartierung im Hochgebirge. AFZ 39: 967–969.
- FREYER, K. 1988: Standortserkundung Nationalpark Berchtesgaden. FE N.P. Berchtesgaden, FD Oberbayern, München, Manuskript, 238 S.
- GOSSWALD, K. 1989: Die Waldameise. Biologische Grundlagen, Ökologie und Verhalten. Band 1. Aula-Verlag Wiesbaden.
- HAYER, E. 1988: Witterung und Klima. Eine allgemeine Klimatologie. Verlag Teubner Leipzig.
- HELLER, S. 1996: Der Einsatz des geographischen Informationssystems bei der Regionalisierung des Niederschlags im Nationalpark Berchtesgaden. Geographisches Institut der Johannes-Gutenberg-Uni. Mainz, Diplomarbeit, Manuskript, 151 S.
- HORMANN, K. 1979: Klimatologische Modellrechnungen und ihre Anwendungen. Kieler Geogr. Schriften, 50, S. 247–263. Verlag des Instituts für Physische Geographie. Uni. Kiel.
- JUNGMANN, T. 1998: Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Variabilität der Schneedecke im Nationalpark Berchtesgaden. Unveröff. Dipl.arb. Inst. f. Geogr. Univ. München: 77 S.
- KIAS, U., DEMEL, W., FUNCK, W., SCHAFFER, D. & RAUSCH, E. 1999: Erstellen eines digitalen Orthophotokataloges und Nachführung der Biotop- und Nutzungstypen für das Biosphärenreservat Berchtesgaden – Unveröffentlichter Projektbericht.
- KNOTT, H. 1988: Geschichte der Salinenwälder von Berchtesgaden. Forschungsbericht 12, Nationalpark Berchtesgaden.
- KONNERT, V. 1991: Forstschutz in den Wäldern des Nationalparks Berchtesgaden (1843–1990). Manuskript, 18 S.
- KONNERT, V. 1994: Erstellung einer relationalen Datenbank für die Daten der forstlichen Standortskartierung des Nationalparks Berchtesgaden. N.P. Berchtesgaden, Manuskript, 26 S.
- KONNERT, V. 2000: Gemeinsame Auswertung der 1. und 2. permanenten Stichproben-Inventur. In: Waldentwicklung im Nationalpark Berchtesgaden von 1983 bis 1997. Forschungsbericht 43, Nationalpark Berchtesgaden.
- KOSTLER, J. N. und MAYER, H. 1970: Waldgrenzen im Berchtesgadener Land. Jubiläumsjahrbuch 1900–1970, 35. Band des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere e. V. München, S. 1–35.
- KRAL, F. 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. Österr. Agrarverlag Wien.
- KRAL, F. 1990: Ein pollenanalytischer Beitrag zur natürlichen und anthropogenen Waldentwicklung in den Berchtesgadener Alpen. In: Wälder Geschichte, Zustand, Planung. Forschungsbericht 20, Nationalpark Berchtesgaden.
- LANGENSCHIEDT, E. 1994: Geologie der Berchtesgadener Berge. Nationalpark Berchtesgaden, Verlag Berchtesgadener Anzeiger, Berchtesgaden, 160 S.
- LANGENSCHIEDT, E. 1995: Erläuterungen zur Bodenkarte. Nationalpark Berchtesgaden, Manuskript, 60 S.
- LANGENSCHIEDT, E. & OTHOLT, D. 1998: Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Nationalpark Berchtesgaden. Bayerisches Geologisches Landesamt.
- LAUSCHER, F. 1982: Anwendung der ostalpinen Wetterlagenklassifikation. In: Wetter und Leben 34 (1), S. 20–22.
- LIPPERT, W. 1966: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Ges. 39, S. 67–122. München.
- LOTZ, ANNETTE 1997: Habitatnutzung der Gams *Rupicapra rupicapra* (L.) im Biosphärenreservat Berchtesgaden. Eine GIS-gestützte Modellbildung auf Basis telemetrisch erhobener Daten. Unveröff. Dipl.arb. Inst. f. Biogeogr. Univ. Saarbrücken: 120 S.
- LOTZ, ANNETTE 2000: Entwicklung eines integrativen Wald-Wild-Managementkonzepts durch kombinierte Auswertung forstlicher und wildbiologischer Daten am Beispiel des Nationalparks Berchtesgaden. In angewandte geographische Informationsverarbeitung XII, Beiträge zum AGIT-Symposium, Hrg.: Strobl, Blaschke & Griesebner, Salzburg 2000, S. 305–314.
- LIPPERT, W. 1966: Die Pflanzengesellschaften des N.S.G. Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Ges. 39: 67–122.
- LISS, B.-M. 1990: Beweidungseffekte im Bergwald. Ergebnisse aus fünfjährigen Untersuchungen zur Waldweide unter besonderer Berücksichtigung des Wildverbisses. Forstwissensch. Forschungen 40, S.50–65.
- MAYER, H. 1959: Waldgesellschaften der Berchtesgadener Kalkalpen. Veröff. Aus dem Waldbau-Inst. Der Bayer. Forstl. Forschungsanstalt, Heft 30, S. 164–216.
- MAYER, H. 1966: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). Forstw. Centralbl., H. 22.
- MAYER, H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart, Fischer-Verlag, 344 S.
- MARGL, H. 1971: Die Direkte Sonnenstrahlung als standortsdifferenzierender Faktor im Bergland. Allg. Forstz. 82: 163–167.
- RALL, H. 1990: Waldinventur und Waldpflegeplanung im Nationalpark Berchtesgaden 1983–1986. In: Wälder Geschichte, Zustand, Planung. Forschungsbericht 20, Nationalpark Berchtesgaden.
- ROSCH, K. 1992: Einfluss der Beweidung auf die Vegetation des Bergwaldes. Forschungsbericht 26, Nationalpark Berchtesgaden.

- SCHAUER, TH. 1976: Einfluss des Schalenwildes auf den Gebirgswald und seine Bodenvegetation. Jb. Ver. zum Schutze des Alpenpflanzen u. -tiere 41, S. 145–153.
- SCHMIDLIN, S. 2000: Aufnahme von Vegetationsmustern auf Landschaftsebene. Zur Aufnahme von Vegetationskomplexen, Untersuchungen im Nationalpark Berchtesgaden. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 44, 135 S.
- SEIBERT, P. 1968: Vegetation und Landschaft in Bayern (Erläuterungen zur Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern). ERDKUNDE, Archiv für wissenschaftliche Geographie. Bd. XXII, Lfg. 4, S. 294–313, Bonn.
- SEIBERT, P. 1997: Zur Farbenwahl für Vegetationskarten. Tuexenia 17, S. 53–58, Göttingen
- SEIDENSCHWARZ, J. 1995: Boden und Vegetation. In: LANGENSCHNEIDER 1995: Erläuterungen zur Bodenkarte. Manuskript.
- SEIDENSCHWARZ, J. 1996: Vegetationskarte des Nationalparks Berchtesgaden. In: Nationalparkplan.
- SENDTNER, O. 1854: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München.
- SOSSNA, H., 1973: Untersuchungen zur Abhängigkeit des Nestbauverhaltens der Waldameise *Formica polyctena* von den Umweltfaktoren Wärme, Licht und Feuchtigkeit im Labor. Zulass. Arbeit Inst. F. Angew. Zool. Univ. Würzburg.
- SPATZ, G., SPRINGER, S. & SPANAU, L. 1984: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden: Vegetationsentwicklungen auf Almen des Jennergebietes unter dem Nutzungseinfluss des Menschen. Deutsches Nationalkomitee MAB, MAB-Mitteilungen Nr. 19.
- SPRINGER, S. 1997: Pflanzengesellschaften der Almen des Berchtesgadener Landes. Dissertation Uni. Kassel, 290 S.
- STEINMETZER, K. 1994: EDV-Bearbeitung der Standortskartierung. Manuskript, NP. Berchtesgaden, 15 S.
- STORCH, M. 1983: Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihre Abhängigkeit vom Standort und der Einwirkung des Menschen. Dissertation Universität München, 407 S.
- STORCH, M. 1984: Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Alpenpark Berchtesgaden unter dem Aspekt der Waldnutzung. Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, 56 S.
- STORCH, M. 1994: Erstellung einer Vegetationskarte für den Nationalpark Berchtesgaden und dessen Vorfeld. Abschlussbericht, Manuskript, 81 S.
- STORCH, M. 1995: Vervollständigung der Vegetationskarte für den Nationalpark Berchtesgaden. Manuskript, 56 S.
- THIELE, K. 1973: Vegetationskundliche und Pflanzensoziologische Untersuchungen im Wimbachgries. Aus den Naturschutzgebieten Heft 1.
- THOMMES, W., ENDERS, G., SACHWEH, M., WURLANDER, R. UND NOACK, E.-M. 1996: Klimaatlas von Bayern. Herausgeber: Bayerischer Klimaforschungsverbund @Bay-FORKLIM 1996, Meteorologisches Institut der Universität München.
- WILHELM, F. 1975: Niederschlagsverteilung und Niederschlagsvariabilität im Einzugsgebiet des Lainbaches bei Benediktbeuern (Nördliche Kalkvorpalpen/Oberbayern). Giesener Geogr. Schriften. Heft 35.
- WILHELM, F. & VOGT, H. 1988: Abfluß in Wildbächen. In: Untersuchungen im Einzugsgebiet des Lainbaches bei Benediktbeuern/Oberbayern. Münchener Geographische Abhandlungen, Reihe B, Bd. 6. Inst. f. Geogr. der Uni. München, Kommissionsverlag: Geobuch-Verlag, München.
- ZIERL, H. 1972: Der Hochwald. Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Forstwiss. Forschungen, Beihefte zum Forstwiss. Centralblatt, H.33, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- ZIERL, H. & KONNERT, V. 1992: Zur Geschichte der Bergwälder in den Alpen. Ein Beitrag zum EG-Projekt INTEGRALP aus dem Nationalpark Berchtesgaden. Manuskript, 36 S.
- ZIERL, H. 1998: Geschichte des Berchtesgadener Schutzgebietes. In: Geschichte von Berchtesgaden: Stift-Markt-Land. Hrsg: Walter Brugger, Heinz Dopsch, Peter F. Kramml, Verlag Plenk Berchtesgaden, S.:609–626.
- ZIMMERMANN, N., E. 1996: Ein klimasensitives, räumliches Vegetationsmodell für die alpine Stufe der Schweiz. Dissertation an der Universität Bern, Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Manuskript, 92 S.

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 G. Enders
Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 2 R. Bochter, W. Neuerburg, W. Zech
Humus und Humusschwund im Gebirge
- Nr. 3 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Zur Situation der Greifvögel in den Alpen
- Nr. 4 G. Enders
Kartenteil: Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 5 O. Siebeck
Der Königssee – Eine limnologische Projektstudie
- Nr. 6 R. Bochter
Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten
- Nr. 7 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Der Funtensee
- Nr. 8 H. Schmid-Heckel
Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen
- Nr. 9 R. Boller
Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald
- Nr. 10 E. Langenscheidt
Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 11 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Das Bärenseminar
- Nr. 12 H. Knott
Geschichte der Salinenwälder von Berchtesgaden
- Nr. 13 A. Manghabati
Einfluß des Tourismus auf die Hochgebirgslandschaft
- Nr. 14 A. Spiegel-Schmidt
Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land
- Nr. 15 H. Schmid-Heckel
Pilze in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 16 L. Spandau
Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden
- Nr. 17 W. Berberich
Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses
- Nr. 18 U. Mäck, R. Bögel
Untersuchungen zur Ethologie und Raumnutzung von Gänse- und Bartgeier
- Nr. 19 B. Dittrich, U. Hermsdorf
Biomonitoring in Waldökosystemen
- Nr. 20 F. Kral, H. Rall
Wälder – Geschichte, Zustand, Planung
- Nr. 21 M. Klein, R.-D. Negele, E. Leuner, E. Bohl, R. Leyerer
Fischbiologie des Königssees: Fischereibiologie und Parasitologie
- Nr. 22 W. Traunspurger
Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl, Bd. I
- Nr. 23 R. Gerstmeier
Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl, Bd. II
- Nr. 24 W. Hecht, M. Förster, F. Pirchner, R. Hoffmann, P. Scheinert, H. Rettenbeck
Fischbiologie des Königssees: Ökologisch-genetische Untersuchungen am Seesaibling und Gesundheitsstatus der Fische
- Nr. 25 G. Hofmann
Klimatologie des Alpenparks
- Nr. 26 K. Rösch
Einfluß der Beweidung auf die Vegetation des Bergwaldes
- Nr. 27 H. Remmert, P. G. Rey, W. R. Siegfried, W. Scherzinger, S. Klaus
Kleinstmögliche Populationen bei Tieren
- Nr. 28 B. Müller, W. Berberich, A. David
Schalenwild
- Nr. 29 J. Köppel
Beitrag der Vegetation zum Wasserhaushalt
- Nr. 30 H. Zierl et al.
Die Wallfahrt über das Steinerne Meer
- Nr. 31 P. Pechacek
Spechte im Nationalpark Berchtesgaden
- Nr. 32 Chr. Dommermuth
Beschleunigte Massenabtragung im Jennergebiet
- Nr. 33 R. Bögel
Untersuchungen zur Flugbiologie und Habitatnutzung von Gänsegeier
- Nr. 34 A. Schuster
Singvögel im Biosphärenreservat Berchtesgaden
- Nr. 35 M. Höper
Moose – Arten, Bioindikation, Ökologie
- Nr. 36 T. Barthelmeß
Die saisonale Planktonzuckzession im Königssee
- Nr. 37 W. Lippert, S. Springer, H. Wunder
Die Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks
- Nr. 38 G. Gödde
Die Holzbringung um den Königssee
- Nr. 39 A. Stahr
Bodenkundliche Aspekte der Blaikenbildung auf Almen
- Nr. 40 R. Braun
Die Geologie des Hohen Gölls
- Nr. 41 F. Gloßner, R. Türk
Die Flechtengesellschaften im Nationalpark Berchtesgaden und dessen Vorfeld
- Nr. 42 R. Türk, H. Wunder
Die Flechten des Nationalparks Berchtesgaden und angrenzender Gebiete
- Nr. 43 V. Konnert, J. Siegrist
Waldentwicklung im Nationalpark Berchtesgaden von 1983 bis 1997
- Nr. 44 S. Schmidlein
Aufnahme von Vegetationsmuster auf Landschaftsebene
- Nr. 45 Uli Brendel, Rolf Eberhardt, Karin Wiesmann-Eberhardt, Werner d'Oleire-Oltmanns
Der Leitfaden zum Schutz des Steinadlers in den Alpen
- Nr. 46 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Forschung im Nationalpark Berchtesgaden von 1978 bis 2001
- Nr. 47 Th. Rettelbach
Die Antagonisten des Buchdruckers im Nationalpark Berchtesgaden
- Nr. 48 P. Pechacek, W. d'Oleire-Oltmanns
International Woodpecker Symposium

Zu beziehen über die
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Doktorberg 6, D-83471 Berchtesgaden

