

AUSWIRKUNGEN VON WIND, KAMMEIS UND ANDEREN ABIO-  
TISCHEN FAKTOREN AUF VERSCHIEDENE PFLANZENGESELL-  
SCHAFTEN IM KÄRNTNER NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ-  
GEBIET "NOCKBERGE"

von  
FRANZ, Wilfried Robert

Keywords: Kärnten, Nockberge, abiotische Faktoren  
(Kammeis, Wind), Vegetation;  
Carinthia, dome-like shaped "Nockberge", abiotic factors  
(needle ice, wind), vegetation, plant communities.

Zusammenfassung: Die Arbeit befaßt sich mit den  
Einflüssen abiotischer Faktoren, im besonderen jedoch mit  
der Auswirkung von Kammeis und Wind auf einzelne Pflanzen-  
gesellschaften, wie z.B. alpine Zwergstrauchheiden:  
Loiseleurio-Cetrarietum, Rasengesellschaften: caricetum  
curvulae Elynetum, Caricetum firmae sowie auf einige Einzel-  
pflanzen.

Die typische Form der Nockberge, ihre relativ geringe Höhe,  
die geologische Unterlage (Boden) sind neben klimatischen  
Einflüssen Voraussetzung für die Entstehung von

- o Rasenstreifen, Rasengirlanden, Windsichelrasen
- o Rasenbülten (entsprechend den isländischen Thufuren)
- o ähnlichen Formen in Loiseleuria-Heiden
- o vegetationsarmen oder nahezu vegetationsfreien  
Kahlflächen.

Bis auf die Rasen-Bülten sind alle Vegetationsformen eng  
verzahnt mit kleinflächig ausgebildeten Frostmusterböden.

Abstract: This study deals with effects of abiotic  
factors, in particular those of wind and needle ice (ice  
filaments), on plant communities (e.g. the dwarf shrub  
community: Loiseleurio-Cetrarietum), the grass communi-  
ties: Curvuletum, Elynetum, Caricetum firmae, and single  
plants growing in thickets.

The characteristic dome-like shape of the Carinthian  
"Nockberge", their relatively low height, and their surface  
conditions as well as climatic influences are essential  
preconditions for the formation of

- o grass strips, grass garlands, falciform grass, (earth)  
hammocks;
- o similar forms in shrub communities and
- o erosion gaps.

Due to frost and wind all named formations (with exception  
of earth hammocks) exist together with patterned ground.

## Lage des Untersuchungsgebietes

Das Nockgebiet, bisweilen als Herzlandschaft Kärntens bezeichnet, ist ein Teil der Norischen Alpen, die sich östlich der Hohen Tauern zwischen Liesertal und Koralpe erstrecken. Das eigentliche Nockgebiet gehört zu den Gurktaler Alpen (Untergruppe der Norischen Alpen); es reicht im Westen bis zum Katschberg-Paß, im Süden bis zur Drau und an den Ossiacher See. Die Ostgrenze kann etwa durch die Linie Feldkirchen-Enge Gurk-Glödnitztal-Flattnitz-Paal-Graben-Stadl/Mur (Stmk.) abgesteckt werden. Die nördlichen Ausläufer der Nockberge reichen in der westlichen Steiermark und im salzburgischen Lungau bis an die Mur. (Abb. 1).

Das Gebiet wurde durch den Ausbau bestehender Forststraßen zur "Nockalmstraße" verkehrsmäßig erschlossen (WOLBANK 1971). Eine weitere Verbauung des Gebietes (Feriendorf, Liftanlagen etc.) wurde durch eine Volksbefragung am 7. Dezember 1980 verhindert (Zusammenfassung vgl. FRANZ 1982). Am 20. November 1984 wurde das Schutzgebiet "Nockberge" (1 Naturschutz-, 2 Landschaftsschutzgebiete) einstimmig beschlossen und im LGBL Nr. 2/1985 verordnet.

Die Größe des Naturschutzgebietes beträgt ca. 105,5 km<sup>2</sup>, die der beiden Landschaftsschutzgebiete etwa 132,5 km<sup>2</sup>. Die Zonierung des gesamten, rund 238 km<sup>2</sup> großen Schutzgebietes ("Nationalpark auf Probe") erfolgte derart, daß das derzeitige Naturschutzgebiet der späteren Kernzone entspricht, während die beiden Landschaftsschutzgebiete in eine zukünftige Außenzone des Nationalparks umgewandelt werden können (derzeit im Begutachtungsverfahren, voraussichtlicher Termin für die Erklärung zum Nationalpark: 1. Jänner 1987).

## Geologie

Die Berggipfel der Gurktaler Alpen bestehen im Liegenden aus Altkristallin, im Hangenden zum Großteil aus Glimmerschiefer und Phyllit. Vom Gebiet der Eisentalhöhe zieht eine Platte aus triassischen Kalken und Dolomiten nach Süden in den Bad Kleinkirchheimer Raum bis zum S-Abhang des Wöllaner Nockes. Die Kalk- und Dolomitplatte selbst liegt auf Altkristallin und wird ihrerseits von den Phylliten der mittleren Gurktaler Alpen überlagert. Diese vermutlich in beträchtliche Tiefen der Erdkruste reichende Kalk- und Dolomitplatte wirkt als Drain im Gebirgsbau (KAHLER 1978). Sie leitet das Niederschlagswasser in die Tiefe und läßt das erwärmte Wasser wieder hochsteigen (Thermen in Bad Kleinkirchheim).

Die im Tal anstehenden Karbonatgesteine wurden bis vor wenigen Jahrzehnten wirtschaftlich genutzt (z.B. Kalkofen in Bad Kleinkirchheim, Kalkofen des Kalchbartl im Haidenbachgraben bei Zedlitzdorf - vgl. MAIERBRUGGER 1980).

Den Kalk- und Dolomitgesteinen, die z.B. im Gebiet der Eisentalhöhe, Kasperkopf, Lahnernock, Zuderwand, Ochsenstand, Brunnachhöhe und Wöllaner Nock anstehen, verdanken wir eine wesentliche floristische Bereicherung des Gebietes durch das Vorkommen zahlreicher südalpiner Arten (z.B. *Androsacae hausmannii*, *Potentilla nitida*, *Cirsium carniolicum*, *Paederota bonarota* - vgl. TURNOWSKY 1956).

Eine vereinfachte geologische Karte mit 4 Profilen (CLAR 1975) vermittelt eine gute Übersicht über die Geologie des gesamten Untersuchungsgebietes.

## Geomorphologie

Die Berggipfel der westlichen Hälfte der Norischen Alpen sind meist runde Kuppen mit einer relativ geringen Gipfelhöhe zwischen 2000 und 2400 m. Wegen ihrer konvexen Form, die an "Riesennockerl" erinnern, werden die Berge von den Einheimischen als Nocke bezeichnet.

In ihrer Gesamtheit weisen die Großformen des Gebietes eine Stufung auf. "Die Gipfel von 2200 bis 2300 m gehen über in Verflachungen um 1900 bis 2000 m, in tieferen Lagen lassen sich mehrere große Auslaufrücken in Höhen von 1700 bis 1500 m zu zerschnittenen Flächen verbinden, wie im Kruckenspitz- und Wöllaner Nockgebiet. Nach Südosten treppen die Höhen noch auf 1200 bis 1300 m ab, um dann in schmalen Terrassen in das Klagenfurter Becken abzu-steigen." (PASCHINGER 1979).

Die Verebnungsflächen werden von SPREIZER (1951) als Rumpffläche einer ehemals ausgedehnten und inzwischen zerschnittenen Erhebung der Erdoberfläche gedeutet.

NAGL (1967) unterscheidet innerhalb der Altlandschaften der Gurktaler Alpen 4 Niveaus. Ein zentrales Bergland (System A), das einer ältesten Hebungszone in W-E Richtung entspricht, steigt in den Nockbergen über 2300 m an (Hohe Pressing, Königstuhl). Darunter liegt ein anderes Niveau in weiten Flächen mit zahlreichen Gipfelplateaus (2120-2250 m) (Niveau B). Das nächst tiefere Niveau C bildet in den Nockbergen eine deutlich abgesetzte Fläche in 2000-2060 Metern. Ein Übergangssystem D ist durch Rücken um 1800 m vertreten.

Zu den wichtigsten Verflachungen des Untersuchungsgebietes, an denen Deflation und Kammeis nicht zu übersehende Spuren hinterlassen, zählen: Schwarzkofel (2168 m), Eisentalhöhe (2180 m), Kasperkopf (2129 m), Kalteben (2145 m) östlich der Lattersteig Höhe, Großer Speikkofel (2270 m), Tottelitzen (2059 m), Kote 2015, Steigeralm, NW-SE gerichteter Rücken unterhalb Rinsennock (2334 m), Kalter Keller, Ochsenstand, Kote 2213 südl. der Erlacher-Bock-Scharte.

Die charakteristische Landschaftsform des Nockgebietes ist letztendlich ein Ergebnis der Eiszeiten. Während die westlich der Katschberglinie gelegene Hafnergruppe durch die Eismassen der Hohen Tauern wiederholt überformt wurde, wurden die Nockberge östlich der Katschberglinie vom über die Pässe mächtig nach Süden überfließenden Murgletscher glazial ausgestaltet. Die spätglazialen Eisvorstöße, die zu einer geringen Eigenvergletscherung der höchsten Gebiete führten, haben im Nockgebiet - im Gegensatz zur Hafnergruppe - meist nur Kleinformen hinterlassen, die im scharfen Gegensatz zu den alten, weitgespannten Ebenheiten stehen (NAGL 1967).

Im Hochwürm erreichte das Eisstromnetz der Fernvergletscherung (Überfluß des Eises des Murgletschers über Katschberg und Turracher Höhe in das Gebiet des Draugletschers) im Bereich der Nockberge eine Höhe von 2000 bis 2100 m (SPREITZER 1961). Die Arbeit des über die Turrach fließenden Zweiges des Murgletschers wurde durch das Eis der Gurktaler Alpen verstärkt. Spuren dieser Gletschertätigkeit sind auf der uralten Verbindung zwischen Steiermark und Kärnten, der Turracher Höhe (1782 m) noch deutlich sichtbar: drei Seen in vom Eis ausgeschürften Seewannen und die Rundbuckellandschaft nordöstlich der Paßhöhe. Der Gletscher reichte bis an die Prekova unterhalb von Gnesau (EICHER 1976), wo heute noch schöne Endmoränenwälle sichtbar

sind. Leider ist der schönste Moränenwall, der eine typische Gehölzvegetation trägt, durch die Entnahme von Schottermaterial und anschließende Einbringung von Unrat bereits teilweise zerstört. Die Erklärung zum Naturdenkmal sollte mit Sanierungsmaßnahmen für einige Endmoränenreste angestrebt werden.

Stadialmoränen, Kare, Kartreppen, Rundhöcker, Blockgletscher und andere Elemente des glazialen Formenschatzes weisen nach eigenen Beobachtungen auf Lokalvergletscherungen von Rosennock, Königsstuhl, Kilnprein, Klomnock, Plattnock, Rinsen- und Kornock sowie Falkert und Rodresnock (Sonntagstal) hin (FRANZ in WENDELBERGER 1982).

Die Karstgebiete der Nockberge sind im wesentlichen an das Auftreten von Karbonatgesteinen des Stangalm-Mesozoikums s.l. gebunden. M. FINK (in WENDELBERGER 1982) beschreibt im Karstgebiet der Eisentalhöhe eine 5-15 m in den Hang eingetieftete Karstgasse, die in W-E Richtung verläuft.

Im Karstgebiet Karlwand-Zunderwand treten am Karstplateau "Kalter Keller" Dolinen und schachtartige Karsthohlformen und andere Karsterscheinungen auf. Im Hangbereich nordöstlich der Feldhütte konnte FINK ein gehäuftes Vorkommen von Dolinen, darunter Trichter-dolinen beachtlicher Größe feststellen.

Kleinere, dolinenartige Vertiefungen wurden nach eigenen Beobachtungen am plateauförmigen Gipfel des Peitlerkofel (Kote 2127) ssw der Heiligenbachalm festgestellt.

Sowohl die Dolinen im "Kalten Keller" als auch jene vom Peitlerkofel sind Standorte, die sich durch eine längere Schneebedeckung und durch das Vorkommen der im Untersuchungsgebiet äußerst seltenen "Schneetälchenvegetation" auf Karbonat-Gestein auszeichnen. Eine andere wichtige Formengemeinschaft der Verkarstung, die Karren, konnten im Untersuchungsgebiet ebenfalls festgestellt werden. Sie treten in einer Höhenlage von etwa 2100 bis 2200 m auf. Nach ihrer Genese sind die unter einer Vegetationsdecke gebildeten Subcutankarren von solchen auf freiliegendem Fels entstandenen Primärrillenkarren zu unterscheiden. Bei den Subcutankarren besitzen sowohl die trennenden Kämme als auch die Rinnen schöne runde Formen, die sekundär von freiliegend gebildeten Karren überformt werden können.

Beide Formentypen werden von Initialstadien des *Caricetum firmae* besiedelt. Wichtigste Fundpunkte: Lahnernock, Zunderwand, Eisentalhöhe (Karstgasse) und Peitlerkofel.

Schutthalden aus Kalk bzw. Dolomit sind im Untersuchungsgebiet sehr selten anzutreffen. Sie entwickeln sich einerseits als lokale Schuttzungen und Schuttfächer, die vom anstehenden Fels in steile Hänge oder gegen Felswände vordringen, andererseits an Standorten mit langer Schneebedeckung und eingeschränkter Feinerdebildung.

Fundpunkte: Erlacher-Bock-Scharte, am Fuß der Zunderwand, Karlwand, Weißscharte (Kasperkopf), Eisentalhöhe, Kote 2015 südlich der Eisentalhöhe an der Straße sowie in der Karstgasse.

Feinerdemangel und Substratbewegung sind vegetationswidrige Faktoren, die nur von speziellen Pionierpflanzen ertragen werden können (z.B. im verarmten *Crepidetum terglouensis* OBERD. 50 bei der Erlacher-Bock-Scharte).

Ähnlich wie am Hochschwab (PACHERNEGG 1973) sind auch einige Karbonat-Schutthalden unseres Untersuchungsgebietes als Komplex einer feucht- und einer trockenliebenden Pioniervegetation aufzu-

fassen. Die Aussage von PACHERNEGG l.c., daß an lokalen Verebnungen, die durch Humusanreicherung und geringe Solifluktion gekennzeichnet sind, die "feuchten Schuttfluren" in ein Pionierfirmetum übergehen, gilt uneingeschränkt auch für die Nockberge.

Eine Besonderheit unseres Untersuchungsgebietes ist die Verzahnung von Pionierfirmeten mit Beständen eines Karbonat-Alpenrosen-Lärchenwaldes (*Laricetum rhodendretosum hirsuti*) (MAYER 1974) innerhalb des Zirbenareals im Bereich der klimatisch (Wind-)bedingten Waldgrenze (FRANZ in Vorbereitung).

Schutthalden über metamorphem Silikatgestein (Abb. 2) sind in den Nockbergen häufiger anzutreffen. Sie werden von halbkugelförmigen und bei genügender Hangneigung zu Streifen angeordneten Vegetationspölstern besiedelt. In dieser auch außerhalb des Untersuchungsgebietes vorkommenden, noch zu beschreibenden Dauergesellschaft tritt *Saponaria pumila* meist dominant auf.

Blockhalden konnten an einigen Stellen des Untersuchungsgebietes angetroffen werden. Eigentlich während der pleistozänen Kaltzeiten entstanden, werden sie aber auch heute noch neu geschaffen und/oder vergrößert. Kantengerundete Blöcke und entsprechende Vegetationsentwicklung ermöglichen es, solche Blockhalden als Vorzeitform anzusprechen.

Gut ausgebildete Blockhalden finden wir auf der Windeben (oberhalb eines aufgestauten Sees), als Ummantelung des Klomnocks (z.B. in der Windeben), Steinhöhe, Kirchheimer Wolitzen und Schiestelboden, am Fuße des Stangnock, Karlnock, Arkerkopf und Hochalmköpfl im Gebiet der Werchzirbenalm (Stmk.) sowie westlich und östlich des Reißbeckgipfels (Sbg.).

Die Blockhalden sind ausschließlich an kristalline Gesteine gebunden und je nach Entstehungsalter gut (mit *Pinus mugo* bzw. mit *Pinus cembra-Rhododendron ferrugineum*-Beständen) oder gar nicht bewachsen.

In der Zone der größten Häufigkeit von Frostwechseltagen ist auch die Frostsprengung am größten. Aus dieser Zone zwischen Wald- und Schneegrenze erhalten die rezenten Blockhalden ihr Material (z.B. Mühlbacher Nock, Reißbeck, Arkerkopf).

Bisweilen werden auf Weiderasen und in Zwergstrauchheiden größere Einzelblöcke durch Frostschiebung/Schwerkraft, Schneedruck etc. weiterbewegt. Dieses Phänomen der Wanderblöcke und ihre Auswirkung auf die Vegetation konnte im Untersuchungsgebiet, besonders deutlich im Gebiet der Steinalm unterhalb des Steinnocks (2197 m), am Rinsennock nordöstlich oberhalb der Preißhütte sowie in den Radstätter Tauern, studiert werden (FRANZ in Vorbereitung). Diese Abwärtsbewegung von Felsblöcken - verbunden mit Ausbildung von Gleitbahnen und Stauwülsten - ist zum überwiegenden Teil an S bis SW-Hängen und tonhaltigen Böden im Zusammenhang mit der Entstehung von Kammeis gebunden.

Zu den Besonderheiten des Untersuchungsraumes sind auch Bergstürze zu zählen. Unterhalb der Waldgrenze konnte ein Bergsturz zwischen der Grundalm (1688 m) und Kleinkirchheimer Wollitzenalm (1777 m) - mit einem naturnahen Fichten-Zirben-Wald bewachsen -, sowie westlich der Nockalmstraße zwischen Innerkrems und Leobner-Wirt-Alm in ca. 1600 m, ein weiterer Bergsturz mit einem subalpinen Fichtenwald mit Heidelbeere (*Homogyno-Piceetum myrtiletosum*), beobachtet werden. Die riesigen Felsblöcke des Bergsturzes unterhalb des Gregerlnocks und im Sonntagstal (zwischen Falkert und

Rodresnock) sind bisweilen bewachsen und gleichen dann natürlichen "Steingärten" innerhalb geschlossener Zwergstrauch- bzw. Rasenbeständen (Abb. 3).

Zu den rezent ausgebildeten Formen zählen die Gratwächtenstufen. In den Nockbergen wurden Gratwächtenstufen unterhalb der Hundsfeldscharte, östlich unterhalb der Falkertscharte, nördlich unterhalb des Rodresnock und Bärenauock in schöner Ausbildung beobachtet. Diese Nivationsformen sind wie die rezenten - Schneekaroid wichtige Träger von Anmoor-Böden mit entsprechenden durch starke Nässe beeinflussten Pflanzengesellschaften (hauptsächlich Silikat-Schneetälchen-Gesellschaften und Flachmoorbildungen). Als im Gebiet selten vorkommende Pflanzen der Schneetälchen seien *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina* und *Callianthemum coriandrifolium* genannt.

## Klima

Mangels höher gelegener Meßstationen werden einige Klimadaten jener Stationen erfaßt, die meist in den Tallagen des eigentlichen Untersuchungsgebietes liegen.

Tab. 1 Klimadaten aus TROSCHL (1980)

Meßstation	See- höhe msm.	Nieder- schlag Jahres- mittel	Niederschlag in mm				Temp. ( °C) Jahres- mittel
			I	IV	VI	IX	
1 Albeck	795	1011	30	63	148	109	6,0
2 Arriach	896	1082	40	73	144	131	6,4
3 Bad Kleinkirchheim	1073	1072	36	67	143	125	5,8
4 Ebene Reichenau	1086	1031	34	66	141	115	6,0
5 Feldkirchen i.Ktn.	556	1018	34	70	134	130	7,6
6 Fresach	714	1099	43	72	143	136	7,0
7 Gmünd	732	934	35	53	119	121	7,2
8 Gnesau	963	1050	35	68	146	122	6,2
9 Himmelberg	640	1036	33	69	140	126	7,1
10 Radenthein	685	1039	33	63	135	132	7,4
11 Rennweg	1089	915	30	47	114	107	6,0
12 Weitensfeld/ Flattnitz	705	971	31	60	156	107	5,9

## Niederschläge

Für die höheren Lagen und Gipfel des Untersuchungsgebietes ist man wegen des Fehlens von Beobachtungsstationen oder Totalisatoren auf Schätzungen angewiesen; für die Gipfelregionen ist eine jährliche Niederschlagsmenge zwischen 1500 mm (PASCHINGER 1979) und 1600 mm (TSCHADA 1967) am wahrscheinlichsten.

Im Regenschatten der Hohen Tauern bzw. der Metnitzer Alpen sind die Jahresniederschlagsmittel deutlich geringer (Gmünd, Rennweg, Weitensfeld/Flattnitz) als in anderen vergleichbaren Stationen.

Von größter Bedeutung sind die Niederschläge im November (verstärkte Tiefdrucktätigkeit im westlichen Mittelmeer, mediterraner Klimaeinfluß in Kärnten; siehe Niederschlagswerte der

Tab. 1) sowie die Niederschläge der Monate März/April in Form von Regen und Schnee, der jedoch auch oberhalb 2000 m zu diesen Jahreszeiten noch oft schmilzt und für die notwendige Durchfeuchtung des Oberbodens sorgt. Die Schneedecke im Herbst ist oft so gering mächtig, daß sie während länger anhaltende Schönwetterperioden ("Altweibersommer") oft völlig abschmelzen kann. Das in den Boden eindringende Niederschlags- oder Schmelzwasser bildet während der Nacht beim Absinken der Temperaturen unter den Nullpunkt aber auch am Tag im Grenzbereich zwischen sonnenbeschienenen und beschatteten Stellen (Temperaturunterschiede bis zu 6 °C !) das für schnee- und vegetationsarme sowie frostexponierte Stellen typische Kammeis.

In den Wintermonaten kann die Schneedeckendauer in höheren Lagen und an geeigneten Stellen über 200 Tage anhalten.

Plateauflächen, Kuppen, Rücken, windexponierte Sattellagen und windausgesetzte Täler und deren Moränenwälle (sogenannte Deflationsvollformen) werden jedoch häufig ihrer geschlossenen Schneedecke beraubt. Der Schnee, der durch Wind und Schwerkraft erheblich umgelagert wird, sammelt sich auf den genannten Deflationsvollformen in kleinen Mulden, in inselförmigen Vegetationsflecken, an einzelnen Pflanzenhorsten oder im Lee größerer Steine.

## Wind

Über die Windverteilung und Windstärke liegen aus dem unmittelbaren Untersuchungsgebiet keine Angaben vor. Lediglich bei FRIEDRICH (1976) finden wir einen allgemeinen Hinweis über die Windverhältnisse des Untersuchungsraumes: "Nur auf den höchsten Gipfeln, besonders der Norischen Alpen, sind starker Wind und häufig Sturm festzustellen."

Indirekt erhalten wir auch aus den topographischen Bezeichnungen der ÖK 1:50000 (Blatt 183 Radenthein und 184 Ebene Reichenau) Hinweise auf die lokalen Windverhältnisse im Nockgebiet. So weist der Name "Windeben" (d.h. "der Wind macht alles eben") östlich der Schiestelscharte, wo vor dem Volksbegehren ein Hoteldorf hätte errichtet werden sollen, unmißverständlich auf den Windeinfluß hin. Auch die über 2 km lange Plateaufläche der "Kalteben" südwestlich der Ortschaft Flattnitz soll den Namen von den dort vorherrschenden "kalten Winden" haben.

Absolute Werte über Windstärke und Windrichtungshäufigkeit liegen vom etwa 60 km Luftlinie entfernten Zirbitzkogel (2397 m) in den Seetaler Alpen vor. Die Seetaler Alpen sind mit ihren Gipfelformen und ihrer topographischen Lage durchaus mit den Nockbergen vergleichbar, die dort gemessenen Werte der Windverhältnisse können sicher mit jenen der Nockberge verglichen werden. Für den Zirbitzkogel gibt FRIEDRICH l.c. folgende Werte an:

- a) Windstärke in m/sec.
- b) Zahl der Tage mit Sturm (Spitzen über 65 km/h)

	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a)	8,4	7,7	8,4	6,9	6,1	5,1	6,3	5,4	7,8	7,4	8,2	8,0	7,2
b)	19	17	17	10	14	11	10	9	15	16	20	17	175

Zu den windreichsten Monaten zählen nach diesen Angaben die Monate November bis März. Sie fallen somit mit jenen Monaten zusammen, in

denen Kammeisbildung sowohl am Zirbitzkogel als auch in den Nockbergen nachgewiesen werden konnte.

Windrichtungshäufigkeit in % aller Beobachtungen (FRIEDRICH 1976)

Windrichtung	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Stille
Zirbitzkogel	21	6	3	4	9	29	8	20	7 %

Aus dem Verlauf der Windfahnen von Bäumen in der Kampfzone des Waldes, aus der Anordnung von Windsicheln (in Rasen und Zwergstrauchheiden), von Winderosionsterrassen in mehr oder weniger geschlossenen Rasendecken und schließlich aus der Ausrichtung der Rasenfragmente bzw. Zwergstrauchelemente zu längeren Streifen (vgl. Abb. 12) kann in weitgehender Übereinstimmung mit dem Zirbitzkogel die Vorherrschaft von Winden aus nördlicher (NW, NE), südlicher (S, SE) und westlicher Richtung auch für die Kärntner Nockberge angenommen werden.

Im Gegensatz zu Untersuchungen am Patscherkofel (2242 msm) in den Tuxer Alpen in Nordtirol (CERNUSCA 1976, GRABHERR 1977, 1979) spielen der Südföhn hinsichtlich der Windgeschwindigkeit in den Nockbergen ebenso wie lokale Windsysteme vermutlich eine unbedeutende Rolle.

Von großer Bedeutung für unsere Fragestellung sind die in Kärnten im Frühling häufig vorkommenden Nordwetterlagen, bei denen die Funktion des Alpenkammes als Wetterscheide besonders deutlich wird. "Bei nördlichen Strömungen liegt Kärnten im Lee, und unter bestimmten thermodynamischen Voraussetzungen kann sich die Absinkbewegung der Luft bis zu einem mehr oder minder starken Nordföhn entwickeln." (TROSCHL 1980).

Dieser Nordföhn, im Volksmund "Tauernwind" bezeichnet, ist besonders in Quertälern (Teile des Mölltales, Malta-, Katsch-, Lieser-, Görttschitz-, unteres Drau- und Lavanttal) wirksam und beeinflusst im Untersuchungsgebiet die Vegetation insbesondere der W-E gerichteten Höhenrücken und Sättel (z.B. Kalteben 2140 m, Haidnerhöhe, Schoberriegel 2208 m, Verebnungsflächen nordwestlich unterhalb des Rinseknocks und unterhalb des Kornocks unweit des Pauli-Liftes, Weitentalsattel und Sattel zwischen Schoberriegel und Gruft, sowie des Rodresknocks (2310 m)).

Der Nordföhn bringt besonders dem Süden Kärntens oft ganz wolkenloses, klarsichtiges Wetter, während sich die Niederschläge auf der Tauernnordseite abregnen. Nach eigenen Beobachtungen erreichen die Niederschläge bisweilen gerade noch die nördlichen Landesteile, also auch die Kärntner Nockberge, was hin und wieder an der zwar nicht so deutlich wie beim Südföhn ausgebildeten Föhnmauer vom südlichen Stadtrand Klagenfurts gut beobachtet werden kann.

Im Unterschied zum Südföhn wird der Nordföhn, bei dem bisweilen abrupt größere Windstärken auftreten, nicht als warmer Wind empfunden. Das ist nicht nur auf die große Lufttrockenheit (Luftfeuchtigkeit manchmal kleiner als 20%) sondern auch auf die Herkunft der Strömung aus meist polaren Breiten zurückzuführen (vgl. TROSCHL 1980).

Ein sichtbarer Beweis für die bisweilen großen Windstärken, die im Nockgebiet erreicht werden können, mögen jene Steinchen gelten, die im Sonntagstal zwischen Falkert und Rodresnock (= Moschelitzen) auf Schneefeldern bzw. am Fuße von 20-25 cm hohen und mehreren Metern

langen Schneekliffs im Februar 1984 in größerer Anzahl gefunden werden konnten. Die Steinchen erreichten Größen bis zu 2 cm<sup>3</sup> und wogen zwischen 4,38 und 7,59 g.

Ende Mai 1985 konnten ebenfalls im Gebiet des Falkert neben Steinchen auch *Cetraria islandica*-Thalli, sowie abgestorbene und vom Wind abgebrochene Ästchen von *Loiseleuria procumbens* gesammelt werden.

Die im Gebiet mehrfach nachgewiesenen "Zirbenfriedhöhe" (FRANZ 1982) d.s. zahlreiche umgestürzte, schon seit Jahrzehnten verkahlte mächtige Bäume von *Pinus cembra*, meist knapp unterhalb der windbedingten Waldgrenze (z.B. Kasperkopf, Karlnock, Kilnprein, Kaplingalm) sind ebenfalls Zeugen für die Stärke der bisweilen auftretenden Stürme.

Für die Auswirkungen der Deflation sind neben der Windstärke auch die Lage der Höhenrücken zur Windrichtung von entscheidender Bedeutung. So häufen sich deflationsbedingte Formen der Vegetation an jenen langgestreckten Rücken bzw. Verebnungsflächen, die ± im rechten Winkel zur Hauptwindrichtung (NW) orientiert sind, z.B. Kleiner Speikkofel (2109 m), Großer Speikkofel (2270 m), Berethöhe (2320 m), Gruft (2232 m), Koflernock (2277 m), Rodersnock (2310 m), Tottelitzen (2059 m, vgl. Abb. 11), Brunnachhöhe (1970 m), Mallnock (2226 m), WSW-Rücken (2128 m) unterhalb des Rosennock (2440 m), ENE-Rücken unterhalb des Kleinen Rosennock (2361 m), Heiligenbachhöhe und Steinbachsattel (2042 m).

Direkt W-exponiert sind die Falkert- und die Schiestelscharte sowie Teilgebiete der Moschlitzen und der Eisentalhöhe (2180 m), Kasperkopf (2129 m; vgl. Foto in WENDELBERGER, 1985), Rücken zwischen Falkert-Gipfel und Hundsfeldscharte, Priedröf (1963 m), Wieser Nock (1924 m) und S-exponierter Rücken unterhalb Kilnprein (2408 m).

NE-exponiert sind schließlich die markante Verebnungsfläche des Schwarzkofels (2168 m), Teile der Steinhöhe, der Fadenberg (1924 m), sowie der Verebnungsfläche zwischen Mirnock (2110 m) und Rindernock (2024 m) am S-Rand des Untersuchungsgebietes.

Alle genannten Erhebungen sind völlig windexponiert; die durchschnittlich 200-300 m höheren Gipfel der rund 40 km Luftlinie entfernten Radstädter- und Schladminger Tauern (in denen ebenfalls Deflationsformen nachgewiesen werden konnten, jedoch nicht so typische wie in den Nockbergen) können für die Nockberge keinen ausreichenden Windschatten bieten. Vielmehr erfährt der Wind durch die überwiegend NE- und N-orientierten Bergketten der Radstädter- und Schladminger Tauern eine gewisse Düsenwirkung, die direkt auf das Nockgebiet gerichtet ist.

Die für die Nockberge charakteristische Schneeverfrachtung durch den Wind kann aus der Lage einiger Dauerwächten (z.B. östlich der Falkert-, Hundsfeld-, Schiestel- und Steinbachscharte) geschlossen werden. Wie am Karboden kleinerer Kare sind auch unterhalb der Dauerwächten bisweilen Schneetälchen oder Flachmoore größeren Ausmaßes ausgebildet.

Leider wird dem Umstand der Schneeverfrachtung- besonders bei der Planung oder beim Ausbau von Schiliftrassen bzw. Schipisten - viel zu wenig Beachtung geschenkt. So ist z.B. der erst kürzlich errichtete Schleplift auf den Falkertgipfel nur selten benützbar. Der Bau einer geplanten Schipiste durch das deflationsgefährdete Sonntagstal konnte durch Eingliederung in das Naturschutzgebiet Nockberg verhindert werden (vgl. FRANZ 1984 b ).

## Formen der Auswirkung von Kammeis und Wind auf die Vegetation und Einzelpflanzen

Neben den Einflüssen der Morphologie, unterschiedlicher petrographischer und klimatischer Verhältnisse auf größerflächig auftretende und im Gebiet häufig anzutreffende Pflanzengesellschaften (vgl. HARTL 1963, HARTL 1969, FRANZ in WENDELBERGER 1982, FRANZ 1984 a, HARTL und TÜRK 1985) sind Frost, Frostwechsel, Kammeis, Schneeschmelzwassereinwirkung, Wind sowie unterschiedliche petrographische und pedologische Bedingungen auch streng lokal wirksam. Sämtliche Periglazialerscheinungen, die zur Zeit in nicht unmittelbarer Gletschernähe anzutreffen sind, werden durch das Zusammentreffen oben genannter Faktoren an ganz bestimmten, lokal begrenzten Standorten bewirkt.

Durch Ausbildung bestimmter Relieftypen (Plateau- oder Kettengebirgscharakter) werden die Einflüsse noch verstärkt. Auf den meist geneigten oder nahezu ebenen Plateaus sind rezente Periglazialerscheinungen in erster Linie an windexponierte, schneearme Kuppen, Sattellagen, Plateauränder oder direkt an die Plateauflächen gebunden. Für die qualitative und quantitative Verbreitung von Frostboden-, Solifluktuions- und Deflationsformen sind neben der absoluten Höhenlage (im Gebiet oberhalb 2000 m.s.m.) die jeweils zusammenwirkenden Standortverhältnisse wie Ausgangsgestein, Bodenmächtigkeit, Durchfeuchtung und möglichst häufige Frosteinwirkung verantwortlich. Die besonders wichtige Frosteinwirkung wird durch die windbedingte Beseitigung der schützenden winterlichen Schneedecke erheblich verstärkt.

Ein Vergleich von Luftbilddaufnahmen im Winter mit Bestandsaufnahmen bei Begehungen im Sommer hat einen eindeutigen Konnex zwischen abgewehten, daher im Winter und Frühjahr wind- und frostexponierten Geländebereichen und Anhäufungen rezenter periglazialer Formen erwiesen.

Anthropogen bedingte Formen treten im Untersuchungsgebiet stärker in den Hintergrund. Lediglich in der Nähe von Viehunterständen sowie in unmittelbarer Nachbarschaft von Viehtränken konnten besonders ausgeprägte und überdurchschnittlich hohe Bülten vom Typ der isländischen Thufuren festgestellt werden. Oft sind 5-6 m lange und bis zu 1/2 m breite isohypsenparallele Rasenwülste (ähnlich stark vertiefter Weidegangeln) bei Viehtränken anzutreffen.

### Kammeisbildung

In den Hochgebirgen niederer, aber auch mittlerer Breiten spielt das Kammeis eine besondere Rolle. Der Begriff ist in der Literatur unter verschiedenen Namen eingeführt, z.B. Haarfrost, Haareis, Nadeleis, Stengeleis, Barfrost, needle ice und pipkrake (TROLL 1944).

In den Nockbergen konnten Kammeisbildungen sowohl im Spätsommer bzw. Herbst, jedoch auch im Frühling direkt beobachtet werden.

Als Maß für eine mögliche Kammeisbildung sind die Tage mit Nachtfrost bei vorhandener Feuchtigkeit (Niederschlags- oder Schmelzwasser) sowie ein Teil der Frosttage (Tage, an denen die Temperatur zumindest kurzzeitig unter 0°C sinkt) heranzuziehen.

Die ähnlich hoch wie die Nockberge gelegene Villacher Alpe (2140 m) kommt nach TROSCHL (1980) auf die Jahressumme von 212, der Hohe Sonnblick (3106 m) auf 330 Frosttage. Die Anzahl der Frosttage der Villacher Alpe dürfte nur unwesentlich geringer als in den

Nockbergen sein.

In den Nockbergen konnten Kammeisbildungen in den Monaten August bis November sowie im April und Mai direkt beobachtet werden.

Das Kammeis wurde sowohl auf Hängen mit geringer Neigung (2-5°) als auch auf Hängen mit stärkerer Inklinatation (10-20°) sowie an Weg- und Steigrändern in unterschiedlicher Ausbildung angetroffen.

Das Kammeis auf flach geneigten Hängen ist meist schöner ausgebildet. Die prismenförmigen Eiskristalle stehen senkrecht zur Abkühlungsfläche, normalerweise also aufrecht. Das Bodeneis oder Kammeis entsteht auf feinkörnigem, offenen oder nur spärlich bewachsenen Tonschieferboden und wird nach eigenen Beobachtungen bis zu 7 cm hoch. Oft besitzen die Prismen aufgesetzte Pyramiden (Abb.4).

Bei Temperaturen um den Gefrierpunkt können Temperaturdifferenzen zwischen bodennahen Luftschichten (0 bis -1 °C und tiefer; z.B. als Folge der Verdunstungskälte bei Wind oder des nächtlichen Ausstrahlungsfrostes) und der Luft in den Hohlräumen des Bodens (0° bis Temperaturen über dem Nullpunkt) auftreten.

Der Temperaturunterschied führt dazu, daß das Kammeis in einer Bodentiefe von 7-8 cm schmilzt und abbricht, um bisweilen mit dem hochgehobenen, noch angefrorenen Steinen und der Feinerde umzukippen (Materialsortierung!) (Abb. 5).

Das auf stärker geneigten Hängen beobachtete Nadeleis ist stets kleiner (bis 3 cm), die Eiskristalle sind auch nie so typisch ausgebildet (geringere Wasserzufuhr?), in vielen Fällen wurden nadel- oder plättchenförmige Eiskristalle beobachtet (1. August 1985 nach einem zu dieser Jahreszeit nahezu obligaten Wettersturz am Großen Speikkofel und Torer, sowie Anfang September am Klomnock während einer Schönwetterperiode).

Ein sicherer Hinweis für das Auftreten von Kammeisauffrierungen ohne direkt beobachtete Eiskristallbildung ist die Erscheinung, daß auf Feinerdeböden Erdkrümel hochgehoben und zusammengekittet werden und auch im nichtgefrorenen Zustand ihre krümelige Struktur und ihre Lage wenige Zentimeter oberhalb des Bodens beibehalten. Betritt man solche oft mehrere dm<sup>2</sup> große Flächen, so gibt die oberste Bodenschicht nach und man sinkt geringfügig ein.

Eine Materialsortierung der Steine, die zur Ausbildung von Steinnetzen und Steinringen führt, konnte im Untersuchungsgebiet lediglich andeutungsweise beobachtet werden (vgl. Abb. 4). Prägnante Miniaturformen fehlen vermutlich infolge der geringen Häufigkeit der Kammeisbildung und der entsprechenden Bodentypen. Die Bildung von Kammeis ist im Untersuchungsgebiet zum überwiegenden Teil an jene Orte gebunden, an denen eine geringmächtige Schneedecke oder Schneeflecken beim Abschmelzen für notwendige Wasserzufuhr sorgen (Abb. 6).

#### A) Überwiegend durch Kammeis bedingte Formen

Zu den am häufigsten zwischen Vegetationsdecken auftretenden Formen gehören die windresistenten Schuttpanzer unterschiedlicher Größe. Sie zählen zu den natürlichen Formen der gehemmten Solifluktion. Durch zufällige Anhäufung von Schnee in vorerst geschlossenen Spalierstrauchheiden oder Rasengesellschaften (etwa in kleinsten Geländevertiefungen, an Grashorsten oder hinter größeren Steinen) beginnt das aus dem Schmelzwasser beim Gefrieren entstehende Kammeis mit seiner erodierenden Wirkung. An den bloßgelegten Kahlstellen werden bald kleinere Schuttbrocken durch das

Kammeis an die Oberfläche gebracht. Nach dem Ausblasen der hochgehobenen Feinerde bilden die zurückgesunkenen Steine einen windresistenten Schuttpanzer (Abb. 7). Die von Steinen besetzten Kahlstellen werden in der Folge von Pionierpflanzen besiedelt, wie z.B. von : *Primula minima*, *Valeriana celtica* subsp. *norica*, *Primula glutinosa*, *Saponaria pumila* (*Androsace wulfeniana*) und *Polytrichum piliferum*.

Bis zu einer Inclination von 4° bleibt die Deflation an den Zwergsträuchern unwirksam.

Schuttpanzer-Loiseleurio-Cetrarietum;

Tottelitzen, 2135 m.s.m., Expos.: W, Incl. 3°, 100 m<sup>2</sup>, 70% Gesteinsgrus Ø 2 (- 5) cm; in den Schuttpanzerflächen (1/2 - 1 m<sup>2</sup> groß) vereinzelt anstehende größere Steine aus Grünschiefer.

### 2.3 *Loiseleuria procumbens*

1.2-3 *Oreochloa disticha*

1.2 *Carex curvula*

1.2 *Juncus trifidus*

2.1 *Primula minima* (auf offenen Flächen!)

+ *Phyteuma nanum*

1.1 *Senecio incanus* subsp. *carniolicus*

+ *Agrostis rupestris*

+ *Saponaria pumila*

+ *Festuca pseudodura*

+ *Androsace wulfeniana*

2.2 *Cetraria islandica*

1.1 *Cladonia mitis*

1.1 *Polytrichum piliferum* (auf offenen Flächen)

+ *Rhizocarpon geographicum*

+ *Umbilicaria* cf. *decussata*

Verbreitung dieser Gesellschaft: Sonntagstal (zwischen Falkert und Rodresnock), Tottelitzen, Schwarzkofel, Gensgitsch (Lungau), zwischen Mirnock und Rindernock und Saualm.

RIEGLER (1963) beschreibt die Auswirkungen des Frostbodens am Kamm zwischen Hühnerstützen- und Frauenkogel auf der Koralm. Aus den Abbildungen geht hervor, daß das Schuttpanzer-Loiseleurio-Cetrarietum auch auf der Koralm, nördlich des Speikkogels, angetroffen werden kann.

Auffrierungen ohne sichtbare deflationsbedingte Formen an der Vegetation konnten in einem Elynetum beobachtet werden. Diese Erscheinung wird gerne als "Barflecken" bezeichnet. "Schneebarflecken im Winter und Vegetationsbarflecken im Sommer sind weitestgehend identisch und zugleich bevorzugte Standorte von rezenten Frostbodenformen." (FRITZ 1976).

Elynetum; Gipfelbereich der Zunderwand (Kote 2213), 2190 m.s.m., Expos.: W, Incl. 3°, 100 m<sup>2</sup>, 5°, 75%, 19.8.1981

2.1 *Elyna myosuroides*

1.2 *Sesleria varia*

1.1 *Festuca pumila*

+2 *Silene acaulis* ssp. *acaulis*

+ *Carex firma*

+ *Helianthemum alpestre*

+ *Carex atrata*

+ *Valeriana celtica* subsp. *norica*

- + *Euphrasia minima*
- + *Gentiana anisodonta*
- + *Agrostis rupestris*
- r *Carex aterrima*
- r.2 *Festuca* sp.
- r *Pedicularis kernerii*
- r *Saxifraga caesia* \*)
- r *Dryas octopetala*

\*) im Gebiet oberhalb des Kalten Kellers wurden einige Exemplare des Blaugrünen Steinbrechs ohne Blütentriebe beobachtet und gesammelt. Sie könnten als f. *acaulis* beschrieben werden.

Auf schwach geneigten Stellen und sauren Böden finden wir im Untersuchungsgebiet, aber auch auf der Sau- und Koralpe sowie in den Seebacher-Alpen eine durch das Kammeis stärker und durch den Wind weniger (an der Vegetation nicht sichtbar) stark beeinflusste vegetationsarme *Saponaria pumila* - Dauergesellschaft.

*Saponaria pumila* - Dauergesellschaft; Plateaufläche zwischen Torer und Großer Speikkofel; 2200 m.s.m., Expos.: W, Incl. 10°, 100 m<sup>2</sup> 40%, zahlreiche anstehende Steine, größere Steine in der Falllinie ausgerichtet.

- 3.3 *Saponaria pumila*
- 1.2 *Poa laxa*
- r.2 *Androsace wulfeniana*
- + *Senecio incanus* subsp. *carniolicus*
- + *Cardamine resedifolia*
- r *Festuca pseudodura*
- r *Phyteuma nanum*
- r *Oreochloa disticha*
- r *Saxifraga bryoides*
- r *Polytrichum alpinum*

Diese noch zu beschreibende Dauergesellschaft weist in unterschiedlichen Gebieten lediglich eine geringfügig geänderte Arten garnitur auf (z.B. Fehlen der Diff.-Art *Androsace wulfeniana*), hinsichtlich ihrer Physiognomie stimmen die einzelnen Aufnahmen in den allermeisten Fällen völlig überein.

Vorkommen der Gesellschaft: Kleiner und Großer Speikkofel, Kalteben, Sattel NW unterhalb des Rinsennock-Gipfels, Tottelitzen, Schwarzkofel, Reißbeck (Stmk./Slzbg.), Kilnprein (Stmk./Slzbg.), Sau- und Koralpe, Zirbitzkogel (Stmk.).

#### Auswirkungen des Kammeises auf Einzelpflanzen

In der Vegetationsaufnahme des Schuttpanzer-Loiseleurio-Cetrarietum konnte bei einzelnen flach und kreisförmig ausgebreiteten *Saponaria pumila* - Pflanzen die Ausbildung eines Ringes ("Nestes") beobachtet werden. Diese Erscheinung an einer Einzelpflanze kann nur so gedeutet werden, daß sich der Schnee in einer Pflanze "verfangen" hat; das Schmelzwasser wurde der Hauptwurzel zugeleitet, in ihrer unmittelbaren Umgebung setzte anschließend die Kammeisbildung ein und zerstörte Teile der Pflanze in der Nähe der Wurzel.

Ähnliche Zerstörungen von Pflanzenteilen mit daraus resultierender "Nestbildung" konnte an *Carex firma*-Horsten und an halbkugelförmig

wachsenden *Androsacae wulfeniana* - Pölstern beobachtet werden.

Für die Annahme der "Nestbildung" durch das Kammeis spricht die Tatsache, daß im Zentrum von *Carex firma*- "Nestern" einige möglicherweise durch Kammeis gehobene Steinchen gefunden werden konnten. (Abb. 8)

KUTSCHERA (1979) deutet diese als "Hexenringe" bezeichneten Formen ausschließlich damit, daß die ältesten Teile der Pflanzen (Gräser, Seggen oder Binsen) in der Mitte liegen und sterben, während die jüngsten im frischgrünen Zustand den äußeren Kreis bilden.

Unter "abgestorbenen" Ästen von *Loiseleuria procumbens* findet sich bisweilen ein prächtig ausgebildeter Schuttpanzer (Abb. 9).

Der Einfluß des Windes auf diesen sehr windresistenten Spalierstrauch kann in völlig ebener Lage nie so stark sein, daß die Blätter (auch junge Triebe!) erodiert werden. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Stämme besonders durch die erosive Wirkung des Kammeises entlaubt werden.

## B) Kammeis- und deflationsbeeinflusste Vegetationseinheiten

Sie sind im Gebiet der Nockberge ebenfalls häufig anzutreffen und grundsätzlich an Hangneigungen über 10° gebunden. Wie bei den durch Kammeis bedingten Formen erwähnt wurde, sind auch jene durch Kammeis und Wind hervorgerufenen Formen an Deflationsvollformen gebunden. Diese Tatsache erklärt die unmittelbare Nachbarschaft beider Formengruppen.

Kammeis- und deflationsbedingte Formen werden einerseits in Gesellschaften des Loiseleurieto-Vaccinion, vereinzelt im Salicion herbaceae und häufiger im Seslerion variae angetroffen. Sie können sowohl in geschlossenen Vegetationsflächen als auch an sehr offenen (stärker kammeisbeeinflussten) Stellen beobachtet werden. Das bisher gesammelte Aufnahmenmaterial konnte noch nicht soziologisch ausgewertet werden, die Benennung der floristisch nicht sehr deutlich differenzierten Gesellschaftseinheiten, erfolgt vorläufig nach ihrer Physiognomie.

## Schuttpanzer- Windsichel- Loiseleurio- Cetrarietum

Diese Pflanzengesellschaft ist durch die schon bekannten flächenförmig auftretenden Schuttpanzer sowie durch sichelförmig erodierte Anrisse der Vegetation gekennzeichnet (Abb. 10). Das Windkliff in dieser Spalierstrauchheide ist generell zur Hauptwindrichtung hin geöffnet. Es ist der Ort intensiver Kammeissolifluktion (tonreiche Feinerde), die durch den hier gesammelten Schnee noch verstärkt wird.

Die durch die Kammeisbildung gelockerte Erde wird durch den Wind erodiert und das Windkliff in der Hauptwindrichtung versetzt. Einzelne Blättchen der Gamsheide wurden am Oberrand des Kliffs zerstört, die Triebe verkahlen. Nach GRABHERR (1977) sind die Blätter von *Loiseleuria procumbens* auf extrem windgefügten Geländekanten durch Chlorophyllmangel ausgezeichnet und besitzen die geringste Rinnenoberfläche bei größter Rinnenöffnung. Darüberhinaus sind die Sprosse um vieles kürzer als bei Pflanzen der dichten, niederliegenden *Loiseleuria*- Teppiche.

Nach der Ökologie unterscheidet GRABHERR l.c. 4 Typen des Loiseleurio-Cetrarietums und benennt den "Extremtyp" (= *Juncus*

*trifidus* - Typ) dieser Gesellschaft nach dem Vorkommen des Moores *Gymnomitrium concinnatum*, das unserem Gebiet fehlt, *Gymnomitrio-Loiseleurietum* (ass. prov.). Die Gesellschaft ist - abgesehen von einigen floristischen Unterschieden - durchaus mit unseren Aufnahmen zu vergleichen (FRANZ in Vorbereitung).

Schuttpanzer- Windsichel- Loiseleurio-Cetrarietum; 100m nw der Liftstation Brunnachhöhe; 1905 m s.m., Expos.: WNW, Incl. 10°, 100 m<sup>2</sup> 70%; anstehende Schiefer Ø 2-10 cm, einige halbmondförm. Windarisse, Veg. Höhe 5-15cm, 14. Juli 1978.

- 4.3 *Loiseleuria procumbens*
- 2.3 *Calluna vulgaris*
- 3.1 *Primula minima*
- 1.2 *Juncus trifidus*
- 1.1 *Vaccinium gaultheroides*
- +3 *Saponaria pumila*
  - + *Pinguicula vulgaris*
  - + *Agrostis rupestris*
  - + *Festuca pseudodura*
  - + *Hieracium cf.*
  - + *Phyteuma hemisphaericum*
  - + *Senecio incanus* subsp. *carniolicus*
- 2.1 *Polytrichum alpinum*
- 2.2 *Cetraria islandica*
- 2.1 *Cladonia rangiferina*
  - r *Cladonia pyxidata*
  - + *Rhizocarpon geographicum*

Die schönste Windsichelbildung zeigt unsere Gesellschaft auf 10-15° geneigten Hängen infolge Prallhangwirkung.

Verbreitung: Weitgehende Übereinstimmung der Verbreitung mit dem Schuttpanzer-Loiseleurio-Cetrarietum

Auf Kalk konnte am Peitler- und Lahnerock ein Windsichel-Firmetum untersucht werden. Nach der Physiognomie stimmt es im wesentlichen mit den Flecken-Firmeten (PACHERNEGG 1973) überein.

Im Gegensatz zum Windsichel-Loiseleurietum sind im Firmetum die Windkliffs meist 10-15 cm hoch, sie sind jedoch auch seltener.

Die Gesellschaft wurde als *Caricetum firmae arctostaphyletosum alpinae* subass. nov. FRANZ 82 beschrieben (FRANZ in WENDELBERGER 1982).

Eine andere Auswirkung des Windes kann auf Prallhängen besonders deutlich auf Höhenrücken, die ± normal zur Hauptrichtung stehen, beobachtet werden (z.B. Tottelitzen (Abb. 11), Kleiner und Großer Speikkofel). Die meist spärlich vorhandenen Pflanzen (*Juncus trifidus*, *Carex curvula*, *Loiseleuria procumbens*) sind in Streifen angeordnet, die übrigen Flächen werden vom Schuttpanzer bedeckt (Abb. 12). Bisweilen ist die Untergrenze dieser Vegetationsbarflecken recht scharf und ± isohypsenparallel gezogen. Im Bereich der Untergrenze der Vegetationsbarflecken könnten sich die Stromlinien des Windes - bedingt durch die aerodynamisch günstige Form der Rücken - verdichten, die Windgeschwindigkeit entsprechend erhöhen und die Deflationswirkung (vorbereitet durch das Kammeis) besonders verstärken.

Die genannten Stellen werden auch gerne von der bereits beschriebenen *Saponaria pumila*-Dauergesellschaft besiedelt.

Steinhöhe gegen Schiestelnock; 2150 m.s.m., Expos.:N, Incl.: 10°, 40%, Rohboden, Ausbildung von Erd- und Steinstreifen. 13.9.1985

## 2.2 *Saponaria pumila*

### 1.1 *Primula glutinosa*

### 1.2 *Festuca pseudodura* \*)

#### 1.1 *Poa laxa*

+ *Minuartia sedoides*

+ *Phyteuma confusum*

+ *Primula minima*

+ *Sesleria disticha*

+ *Campanula alpina*

+ *Loiseleuria procumbens*

r *Vaccinium gaultheroides*

+ *Primula minima*

+ *Cetraria islandica*

r *Cetraria cucullata*

---

\*) An einem solitären *Festuca pseudodura*-Horst kann die Kammeisbildung und die Solifluktion beobachtet werden. Der Horst ist windsichelartig erodiert (gegen die Hauptwindrichtung offen) 10-20 cm oberhalb des Horstes ist noch ein ± dichter Wurzelfilz von *F. pseudodura* zu erkennen.

Bei tangierender Hauptwindrichtung weichen Hauptwind- und Solifluktionsrichtung mehr oder minder stark voneinander ab (FRITZ 1976).

Das morphologische Resultat sind diagonal (windparallel) liegende Vegetationsstreifen.

Sie werden als Schuttpflaster- Streifen- Loiseleurio- Cetrarietum bezeichnet.

Die Aufnahmen unterscheiden sich gegenüber dem Schuttpanzer-Windsichel-Loiseleurio-Cetrarietum weniger im floristischen Aufbau als vielmehr in der Physiognomie.

Die Streifenbildung des Loiseleurio-Cetrarietums kann auch durch anthropogene Einflüsse (Weidegangeln) verstärkt werden. Die Ausweitung der Umtriebslücken zwischen zwei *Loiseleuria*- bewachsenen, gewölbten Streifen kann sowohl durch Bodenfrost und anschließender Deflation als auch durch Eisdeckenbildung (Stauwasser im zu stark verdichteten Boden) erfolgen.

Solche Formen konnten unweit einer natürlichen Tränke am Sattel zwischen Mirnock und Rindernock, sowie im Sonntagstal beobachtet werden.

Ähnliche langgestreckte Streifen, allerdings mit *Carex curvula* oder *Festuca varia* bewachsen, treten im Untersuchungsgebiet in der Nähe von Tränken immer wieder auf.

Vorkommen: Steinbachsattel (schönste Ausbildung), Tottelitzen, Kasperkopf, Falkertscharte und Sonntagstal (Abb. 13)

Die vorhin erwähnten Vegetationsstreifen, die mit von Schuttpflasterstreifen begleitet werden, konnten vereinzelt im Caricetum *curvulae*, besonders häufig jedoch im Caricetum *firmiae* beobachtet werden (vgl. HARTL und TÜRK(1985), Foto FRANZ in ROTTENBURG 1982, PACHERNEGG 1973 und WENDELBERGER 1984).

Steinpflaster-Streifen-Curvuletum; oberhalb des Überstiegsels auf der Steinhöhe, schwach gewölbter Rücken (ESE). (1/2 m breit, bis 3 m lang).

Die mit Deflationssteinpflaster besetzten Streifen verlaufen isohypsenparallel und parallel zur tangierenden Hauptwindrichtung. Sie sind an der Luv-Seite kürzer ausgebildet als im Lee, unter dem Deflationssteinpflaster bis auf 30 cm Tiefe, Humus- und feinerde-reicher Boden. 2150 m s.m., 10°, ESE, 5x6 m, 80% (incl. vegetations-ärmerer Steinstreifen).

#### 4.4 *Carex curvula*

##### 1.1 *Campanula alpina*

##### 2.1 *Valeriana celtica* subsp. *norica*

+ *Oreochloa disticha*

+ *Avenochloa versicolor*

+ *Phyteuma nanum*

+ *Saponaria pumila*

+ *Agrostis tenuis*

1 *Loiseleuria procumbens* (auf Kante zwischen dem Rasen und den Steinstreifen)

+ *Euphrasia minima*

1 *Polytrichum alpinum*

2 *Cetraria islandica*

1 *Cetraria cucullata*

Sekundäre Pioniervegetation auf den Steinpflaster-Streifen: *Primula glutinosa*, *P. minima*, *Saponaria pumila*, *Euphrasia minima*, *Poa laxa*, *Polytrichum piliferum*.

Vorkommen: Rodresnock, Falkertscharte, Tottelitzen, Rinsenock.

### C) Durch Schwerkraft und Bodenfeuchtigkeit beeinflusste Formen

An dieser Stelle können lediglich die Wanderblöcke kurz vorgestellt werden (Abb. 13).

Als Wanderblöcke (Abb. 14) werden größere Blöcke bezeichnet, die an der Stirnseite einen Stauchwulst, an der Rückseite eine Hohlform (Auswanderungsnische oder länger gestreckte Gleitbahn aufweisen (HÖLLERMANN 1964).

In den Nockbergen konnten Wanderblöcke sowohl in der Subalpin- als auch in der Alpinstufe untersucht werden. Über die Auswirkungen dieser Wanderblöcke auf die Vegetation (Stauwulst, Gleitbahn, Gleitbahn-Wülste) soll an anderer Stelle berichtet werden.

Verbreitung: Steinhöhe und Steinalm, Rinsenock oberhalb Preißhütte

Zum Abschluß sollen die im Gebiet häufig vorkommenden Thufuren oder Rasenhügel besprochen werden. Sie sind als Bildungen zu betrachten, die an Frostwechselklimate und bestimmte Bodenbedingungen gebunden sind. Nach neuen Ergebnissen ist auch die Vegetation an ihrer Entstehung aktiv beteiligt (LÖTSCHERT 1974). In Island kann man zwischen Naß- und Trocken-Thufuren unterscheiden. FRANZ (1985) versucht die Thufuren nach der Vegetation in Rasenhügel oder Thufur im ursprünglichen Sinn (auf Weideflächen), in Zwergstrauch-Thufuren (im Hochland) sowie in Moos-Thufuren (im Küstengebiet) zu gliedern.

Die Hügel werden in Verbindung mit Frostwechselböden unter Mithilfe der Vegetation gleichsam emporgedreht. Im Mai 1985 konnte

im Nockgebiet nach eigenen Beobachtungen am sog. "Tanzboden" westlich des Falkert-Gipfels in einem mit Zwergsträuchern und *Polytrichum* sp. bewachsenen Thufur eine etwa fingerhutförmige Eislinse nachgewiesen werden. Sie kam nur ca. 6 cm unterhalb der Oberfläche des Thufur zum Vorschein.

NAGL (1967) beschreibt aus dem Gebiet nördlich des Schwarzwandgipfels knapp unter 2200 m Riesenformen von Grasbuckeln (Bülten). Er schließt eine Bildung infolge Beweidung aus, da die Rinder dieses für sie unwegsame Gelände meiden.

Im allgemeinen sind Thufuren meist reich an humusreicher Feinerde, lediglich bei *Loiseleuria*-Thufuren konnten vereinzelt größere Felsbrocken im Inneren des Hügels gefunden werden.

Nach dem Vegetationsbewuchs können im Kärntner Nockgebiet folgende Thufuren unterschieden werden:

*Carex curvula*-Thufuren

*Festuca varia*-Thufuren

*Loiseleuria procumbens*-Thufuren und andere

Zwergstrauch-Thufuren

*Deschampsia caespitosa*-Thufuren

*Sphagnum*-Thufuren (können bis 1,5 m hoch werden) mit Ericaceen, selten mit *Betula nana*

Verbreitung: Wolfseck, Sattel nördl. Falkertsee, Sonntagstal, Anzboden, NE-Hang oberhalb Kaninger Wolitzenhütte (Kl. Rosennock), Turracher Höhe (nördl. Pauli-Lift-Station), Wendenalm, Schnee grubensattel, etc.

#### Literatur

- CERNUSCA, A. (1976): Energie- und Wasserhaushalt eines alpinen Zwergstrauchbestandes während einer Föhnperiode. Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B. 24: 219-241.
- CLAR, E. (1975): Vereinfachte Geologische Karte des Raumes Kleinkirchheim-Innerkrems-Turrach. 1:50000 mit IV geologischen Querschnitten. I. W-E Peitlernock-Königstuhl; II. W-E Großer Rosennock-Klomnock; III. SW-NE Priedröf-Klomnock; IV. W-SE Klomnock-Wöllanernock. (unveröffentlicht).
- EICHER, H. (1976): Zur Funktion der Würmhochstände im Gebiet der oberen Gurktalung einschließlich der Nahtstelle Gurk- Draugletscher. - Mitt. österr. geol. Ges. 69: 209-245.
- FINK, M. H. (1982): Karstgebiete der Nockberge. - in WENDELBERGER, G. Nockalm - Schaffung von Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Gutachten für das Amt der Kärntner Landesregierung.
- FRANZ, W. R. (1982): Problemkreis Naturschutzgebiet Nockalm. Seminararbeit für physische Geographie und Landschaftsökologie, WS 1982/83. Univ. Wien, 49 pp. (unveröff.).
- (1982 a) in WENDELBERGER, G.: Nockalm - Schaffung von Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Gutachten f. d. Amt der Kärntner Landesregierung. 149 pp. (unveröff.).
- (1984 a): *Festuca varia*-reiche Rasen- und Zirbenwaldbestände im Bereich der Wald und Baumgrenze in den Kärntner Nockbergen. Radovi - LXXVI Odjeljenje Prirodnih i matematičkih nauka Knjiga 23: 43-53 (Fukarek-Festschrift).
- (1984 b): Das Sonntagstal oberhalb des Falkertsees - ein besonders schutzwürdiges Gebiet. Stellungnahme an das Amt d. Ktn. Landesregierung gegen eine pistenmäßige Erschließung dieses Raumes

zwischen Falkert und Rodresnock.

- (1985): Beobachtungen zum deflations- und kryoturbationsbedingten Formenschatz Islands. Der Karinthin, 93: 263-272.
- FRIEDRICH, W. (1976): Klima und Tourismus. Raumordnung in Kärnten, Bd. 1, 2. Aufl., 35 pp. Amt d. Ktn. Landesregierung
- FRITZ, P. (1976): Gesteinsbedingte Standorts- und Formendifferenzierung rezenter Periglazialerscheinungen in den Ostalpen.- Mitt. österr. geogr. Ges., 118, Heft 2: 237-273
- GRABHERR, G. (1977): Der CO<sub>2</sub>-Gaswechsel des immergrünen Zwergstrauches *Loiseleuria procumbens* (L.) DESV. in Abhängigkeit von Strahlung, Temperatur, Wasserstreß und phänologischem Zustand. Phytosynthetica 11(3): 302-310.
- (1979): Variability and ecology of the Alpine dwarf shrub community *Loiseleurio-Cetrarietum*. Vegetatio 41, 2: 111-120.
- HARTL, H. (1963): Die Vegetation des Eisenhutes im Kärntner Nockgebiet. - Car. II, 73/153: 293-335.
- (1969): Vegetationskundliche Betrachtungen über die alpine Stufe des Nockgebietes. 101. Jb., 1. Bundesgymnasium Klagenfurt.
- (1973): Interprävent "Modellstudie Liesertal". Vegetationskundliche Grundlagen. Unveröff. Manuskript.
- HARTL, H. & TÜRK, R. (1985): Flechten als Standortzeiger in alpinen Windeckengesellschaften.- Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 123: 263-268
- HÖLLERMANN, P. (1964): Rezente Verwitterung, Abtragung und Formenschatz in den Zentralalpen am Beispiel des oberen Suldentales (Ortlergruppe). - Z. Geomorph. Suppl. 4.
- KAHLER, F. (1978): Die natürlichen Heilvorkommen Kärntens. Raumordnung in Kärnten, Bd. 10, 134 pp. Amt d. Ktn. Landesregierung.
- KUTSCHERA, L. (1978): Gliederung der Pflanzengesellschaften und Wirtschaftsplanung. Bericht über die internat. Fachtagung "Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft": 137-157. BVA Gumpenstein.
- (1979): Landschaftsökologische Bedeutung der Almwirtschaft. Der Alm- und Bergbauer, 29. Jg., 11: 403-421.
- LGBL. f. Kärnten. 2. St., 2. VO: Naturschutzgebiet und Landschaftsschutzgebiet "Nockberge". 10 pp.
- LÖTSCHERT, W. (1974): Über die Vegetation frostgeformter Böden auf Island. - Berichte der Forschungsstelle Nedri As, 16: 1-15.
- MAIERBRUGGER, M. (1980): Die Nockalmstraße. Ein Führer durch Landschaft und Geschichte. 3. Aufl., 141 pp.
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. - Standort, Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in den Ostalpen samt Vorland. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 344 pp.
- NAGL, H. (1967): Geomorphologie der Region um den Katschberg und der benachbarten Gebirgsgruppe.- Geogr. Jahresber. aus Österr., Bd. 31, 1965/66: 133-168
- PACHERNEGG, G. (1973): Struktur und Dynamik der alpinen Vegetation auf dem Hochschwab (NO-Kalkalpen). Dissertationes Botanicae, 22, 124 pp.
- PASCHINGER, H. (1979): Kärnten. Eine geographische Landeskunde. 2. Teil: Die Wirtschaftsräume. 231 pp.
- RIEGLER, A. (1963): Physisch-geographische Grundzüge der Koralpe. - Unveröff. Hausarbeit, Univ. Wien, 168 pp.
- ROTTENBURG, T. (1982): Bericht über das geplante Natur- und Land-

- © Veronika Alexandra List-Dorninger, Salzburg, Brought down into www.biológia.net.at
- schaftsschutzgebiet Nockberge. - Kärntner Naturschutzblätter, 21. Jg. 69-73. Amt der Ktn. Landesregierung.
- SCHUTZGEBIET NOCKBERGE-Nationalpark im Aufbau. Naturfreundeprojekt Nockalm-Aktionsprogramm 1985. Naturfreunde Österreich, Landesleitung Kärnten. 8 pp.
- SPREITZER, H. (1961): Über die Entstehung der Großformen in den Hohen Gurktaler Alpen. - Car. II, 141/61: 65-77.
- TROLL, C. (1944): Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol. Rundschau 34: 545-694.
- (1973): Rasenabschälung (Turf-Exfoliation) als periglaziales Phänomen der subpolaren Zonen und des Hochgebirges. Z. Geomorph., N. F., Suppl. 17: 1-32.
- TROSCHL, H. (1980): Klimatischer Abriß von Kärnten. Klimadaten Gemeindeweise. Schriftenreihe f. Raumforschung und Raumplanung, 21, 169 pp. Amt d. Ktn. Landesregierung.
- TSCHADA, F. (1967): Jahressumme des Niederschlages. Mittel 1951-1960 im Adria-Drau und Savegebiet. Karte 1:750 000.
- TURNOWSKY, F. (1956): Floristische Mitteilungen. - Car. II, 146/66: 63-64.
- WENDELBERGER, G. (1984): Alpenpflanzen: Blumen, Gräser, Zwergsträucher.- Spektrum der Natur, BLV Verlagsgesellschaft München, 223 pp.
- WENDELBERGER, E. (1982): Nockalm - Schaffung von Natur- und Landschaftsschutzgebieten. Gutachten f.d. Amt der Ktn. Landesreg. 149 pp. (unveröff.)
- WOLBANK, F. (1971): Wirtschaftliche Auswirkungen einer Nockalpenstraße.- Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung, 12, 81 pp. Hrsg. v. Amt der Ktn. Landesregierung.

Anschrift des Verfassers:

Mag. Dr. Wilfried Robert FRANZ  
A 9073 Klagenfurt-Viktring  
Am Birkengrund 75



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes "Kärntner Nockberge"  
Copyright Freytag et Bernd, Ausschnitt aus Handkarte, Kärnten  
1:400000

Alle Abbildungen vom Autor



Abb. 2: Schutthalde über Quarzphyllit im Sonntagstal (zwischen Falkert und Rodresnock). Deutliche Schweredifferenzierung des Schuttes und streifenförmige Anordnung der Vegetationspölster einer *Saponaria pumila*-Dauer-gesellschaft.



Abb. 3: Blöcke eines Bergsturzes im Sonntagstal. Die Felsblöcke tragen oft natürliche "Steingärten" mit *Primula villosa*, *Androsace wulfeniana*, *Saxifraga crustata* etc. Bisweilen kommen im Lee dieser Felsblöcke Lärchen und Zirben und *Rhododendron ferrugineum*- Bestände (Schneebedeckung!) auf.



Abb. 4: Kammeis im Sonntagstal. Bis zu 7 cm große Eiskristalle können Steine und Feinerde hochheben. Im Hintergrund (Bildmitte) unscharf: undeutliche Materialsortierung (Ringbildung). Vergleichsmaßstab: Armbanduhr 2.11.1984 12.00 Uhr



Abb. 5: Kammeis, Hochstellen eines Steines. Zufuhr des Schmelzwassers erfolgt aus halbringförmigem Schneefleck. Vergleichsmaßstab: Armbanduhr 2.11.1984 12.00 Uhr

Abb. 6: Kammeisbildung und Materialsortierung im Einflußbereich des Schmelzwassers der Schneeflecken. Das Band der hochgehobenen Steine verläuft in kleinen Windungen etwa in der Diagonale des Bildes.



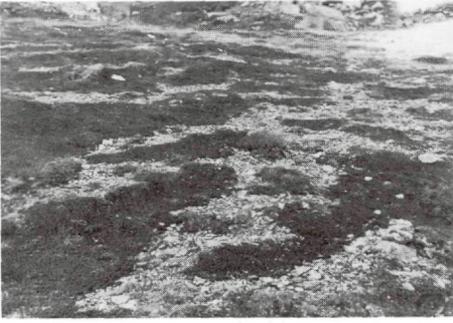


Abb. 7: Von windresistenten Schuttpanzerflächen (Deflationspflaster) durchsetztes *Loiseleurio-Cetrarietum* im Sonntagstal zwischen Falkert und Rodresnock in 2050 m s.m.. Die durch Frosthebung entstandenen Schuttpanzer werden in der Folge durch sekundäre Pioniervegetation besiedelt.



Abb. 8: "Nestbildung" an einem *Carex firma*-Horst. Die Steine im Inneren des Ringes zeigen, daß hier Kammeis entstehen und Steine heben kann. Vergleichsmaßstab: Kugelschreiber 13.9.1981



Abb. 9: Schuttpanzer unterhalb blattfreier Sprosse von *Loiseleuria procumbens*. Die an die extremen Verhältnisse angepaßten Laubblätter wurden vermutlich durch die Kammeiserosion (auch von jungen Sprossen) von den Stämmen entfernt.



Abb. 10: Windresistenter Schuttpanzer (Deflationspflaster) mit dahinter liegendem Windkliff, das stets zur Hauptwindrichtung geöffnet ist. Vergleichsmaßstab: Kugelschreiber.



Abb. 11: Typische Vegetationsbarflecke auf Rücken, die normal zur Hauptwindrichtung (NW) angeordnet sind (Tottelitzen). Die Stromlinienform der Rücken bewirkt eine Erhöhung der Windgeschwindigkeit und damit der Deflation.

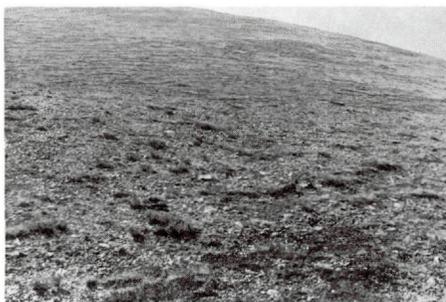


Abb. 12: Rasenstreifen mit *Juncus trifidus* und *Carex curvula* auf dem etwa 2 km langen Rücken der Tottelitzen (2059 m). Die vegetationsarmen Flächen entstehen durch Kammeisauffrierungen und Deflation.



Abb. 13: Schuttpflaster-Streifen- und Windsichel-Loiseleurio-Cetrarietum. In der Bilddiagonale verläuft eine Nivationsrinne mit *Loiseleuria*-Thufuren- und Wülsten (parallel zu Gangeln).



Abb. 14: Wanderblock mit Stauchwulst und undeutlicher Gleitbahn. Darüber Fließerde wülste. Steinalm unterhalb Steinnock  
Vergleichsmaßstab: Zollstock, Meterband-Rolle.

Alle Abbildungen vom Autor

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Franz Wilfried Robert

Artikel/Article: [Auswirkungen von Wind, Kammeis und anderen abiotischen Faktoren auf verschiedene Pflanzengesellschaften im Kärntner Natur- und Landschaftsschutzgebiet "Nockberge" 65-88](#)