

stärkten Massenfaltung des Kopfriedes, das allmählich die auf offene Störstellen angewiesenen konkurrenzschwachen Arten wie etwa *Pinguicula vulgaris* "erstickt". Zugleich führt die verstärkte Akkumulation von Biomasse und die intensive Auskämmung von Schwebstoffen zu einer sukzessiven Konsolidierung und Aufhöhung des Standortes, wodurch sich der Quellsumpf nicht selten selbst das Wasser abgräbt. In der Folge setzt sich mit der Ansiedlung von Gehölzen wie Kiefer und Faulbaum eine weitere Degeneration fort. Durch eine Verlagerung der Hauptwasserströme innerhalb eines Quellsumpfes nach besonders starken Niederschlagsereignissen oder nach größeren Hangrutschungen können derartige Degenerationserscheinungen aber auch immer wieder umgekehrt werden. Besonders häufig sind Rutschungen in übersteilten quartären Lockersedimenten (Mergelrutschhänge) zu beobachten. Die auf derartigen feuchten Mergelrutschungen sich neu entwickelnden Initialbestände enthalten als bezeichnende Art oft den seltenen Kiessteinbrech (*Saxifraga mutata*), der in besonders hohem Maße auf eine ständige Störung der Vegetationsentwicklung durch Morphodynamik angewiesen ist.

Nutzung:

Eine extensive Beweidung mit Rindern, wie sie heute etwa noch am Heuberg zwischen Farchant und Oberau praktiziert wird, begünstigt das Auftreten von Kalkquellsümpfen erheblich und hat stellenweise zu einer deutlichen sekundären Erweiterung beigetragen. So führt die Beweidung durch die Anlage hangparalleler Viehgänge zu einer deutlichen Verstärkung und Akzentuierung der treppigen Struktur der Schoeneteten. Dies hat oft zur Folge, daß sich der Wasserabfluß innerhalb der Bestände verlangsamt und zusätzlich angrenzende Hangpartien vernäßt werden. Viehtritt und Fraß wirken ferner einer allzu starken Verdichtung und Konsolidierung der Vegetationsstrukturen der Kalkquellsümpfe entgegen.

Von den durch Tritt entstehenden offenen Störstellen profitieren insbesondere kleinwüchsige Lückebüßer wie *Drosera anglica* (Foto 23) und *Pinguicula vulgaris*. Eine vollständige Einstellung der Beweidung hätte bei vielen Beständen mittelfristig eine Zurückdrängung der Kalkquellsümpfe auf einen primären Kern sowie einen weitgehenden Verlust der floristisch (*Gladiolus palustris*) und strukturell überaus interessanten fließenden Übergänge zu offenen Kalkmagerrasen zur Folge.

Verbreitung:

Kalkquellsümpfe sind in fast allen randalpischen Schneeheide-Kiefernwald-Komplexen anzutreffen. Teilweise handelt es sich dabei aber nur um sehr kleinflächige, fragmentarisch entwickelte Bestände. Größere zusammenhängende, locker von einzelnen Kiefern auf höheren Reliefpunkten überstellte Komplexe ("Kiefern-Quellsümpfe") sind aber nur an wenigen Stellen wie oberhalb des Schwimmbades von Oberau, am Heuberg bei Farchant, am Nordufer

des Sylvensteinspeichers und in den Mergelrutschhängen der Isarleiten zwischen Mittenwald und Krün anzutreffen. Sehr schöne "Flutmulden-Schoeneteten" sind in den Loisachauen bei Griesen und verbreitet in den Isarauen zwischen Mittenwald und Bad Tölz sowie isarabwärts auch noch in der Pupplinger- und Ascholdiger Au zu finden.

Naturschutz:

Die einzigartige, fast nur noch im Bereich der Bayerischen Alpen und deren Vorland zu beobachtende enge räumliche Verzahnung von Buntreitgras-Kiefernwäldern und offenen Kalkmagerrasen mit Kalkquellsümpfen verdient das besondere Augenmerk des Naturschutzes. Ökotope zwischen kalkoligotrophen Feucht- und Trockenlebensräumen sind in dieser Qualität und Ausprägung fast nur noch in den randalpischen Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexen anzutreffen. Gerade bei überregionaler Betrachtung wird deutlich, daß dem bayerischen Naturschutz für den Erhalt dieses spezifisch randalpischen Vegetationskomplexes eine besondere Verantwortung zufällt. Von besonderer Wertigkeit ist aber auch der hohe Natürlichkeitsgrad vieler Bestände, bei denen es sich, im Gegensatz zu den heutzutage flächenmäßig wesentlich bedeutsameren sekundären "Streuwiesen-Schoeneteten", vielfach um autochthone Primärvorkommen handelt.

Daneben haben die Bestände aber auch eine erhebliche Bedeutung für den floristischen Artenschutz. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang u. a. die reichen Vorkommen von *Saxifraga mutata* (Foto 8) im Bereich der Mergelrutschhänge und Flutmuldenstandorte im oberen Isartal oder das Auftreten des seltenen Laubmooses *Catocopium nigratum* am Heuberg bei Oberau. Nicht minder bedeutsam dürften die Bestände aus zoologischer Sicht sein. So wurde beispielsweise mehrfach die kaltstenotheime Libelle *Cordulegaster bidentatus* angetroffen.

8. Bedeutung lichtökologischer Faktoren für die floristische Struktur von Schneeheide-Kiefernwäldern

Mit Hilfe von Transektanalysen und parallel durchgeführten Mikroklimamessungen sollte die Bedeutung lichtökologischer Faktoren für die deutlich voneinander abweichende floristische Struktur von offenen Rasen und Schneeheide-Kiefernwäldern sowie innerhalb der Schneeheide-Kiefernwälder selbst untersucht werden. Zugleich wurde anhand der Transekte aber auch die Gültigkeit der zur floristischen Differenzierung herangezogenen Artengruppen überprüft.

8.1 Transekt Ofenberg

(Transekttabelle 1, S. 122)

Der Transekt Ofenberg dokumentiert den fließenden floristischen und standörtlichen Gradienten von

Transecttabelle 1: Transekt Ofenberg

- 1: Erico-Pinion-naher Kalkmagerasen
- 2.1: Calamagrostio-Pinetum teucrietosum
- 2.2: Calamagrostio-Pinetum knautietosum
- 3. Fichtenreicher Carex alba-Bergmischwald

Einheit Nr.:	1			2.1			2.2			4										
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Artenzahl	41	44	40	41	44	41	33	31	33	33	34	38	36	38	34	37	38	28	26	25
Evenness	83	82	77	82	84	79	80	76	81	79	79	77	80	70	68	71	79	77	76	70
Deckung der Baumschicht (%)	0	0	0	30	60	70	50	60	80	50	40	20	50	50	10	40	80	80	80	60
Deckung der Krautschicht (%)	50	60	70	70	70	60	60	70	80	80	80	80	80	80	80	80	50	35	30	40
Deckung der Moosschicht (%)	2	2	2	1	1	+	+	+	+	+	1	5	8	3	3	1	2	1	+	+
Lichtzahl	7.1	6.9	6.8	6.8	6.9	6.9	7.0	6.8	7.0	6.8	6.9	6.8	6.7	6.7	6.8	6.5	6.2	5.8	5.9	6.1
Temperaturzahl	4.6	4.4	4.7	4.6	4.8	4.5	4.8	4.7	4.8	4.4	4.6	4.3	4.2	3.8	3.7	3.8	4.3	4.7	4.7	3.8
Kontinentalitätszahl	4.1	3.9	3.6	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0	4.1	3.7	4.1	4.2	3.8	3.6	3.7	4.1	4.8	5.1	5.4	5.2
Feuchtezahl	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.7	3.7	3.9	4.0	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.1	3.9	3.9
Reaktionszahl	8.1	8.1	7.9	7.8	7.8	7.9	8.1	8.0	7.8	7.8	7.4	7.3	7.1	7.6	7.6	7.8	7.6	7.3	7.3	7.8
Stickstoffzahl	2.5	2.5	2.6	2.5	2.7	2.8	2.6	2.8	2.6	2.9	2.7	2.7	2.8	3.0	3.0	3.1	2.9	2.7	2.5	2.7
Bäume																				
Pinus sylvestris B	.	.	.	b	4	4	3	3	5	3	3	b	3	4	a	3	a	+	.	.
Picea abies B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	5	5	3
Sorbus aria B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Gentiana utriculosa	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Globularia cordifolia	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Laserpitium siler	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana saxatilis	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana clusii	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon incanus	a	a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thesium rostratum	1	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coronilla vaginalis	1	1	+	1	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon hispidus	1	+	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Linum catharticum	1	1	1	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex baldensis	a	a	1	1	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dorycnium germanicum	1	+	+	+	1	a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana aspera	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia cyparissias	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hippocrepis comosa	1	1	.	1	.	.	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola hirta	+	+	1	1	1	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris K	1	1	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidium rugosum	1	1	.	1	1	1	.	m	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Peucedanum oreoselinum	.	+	+	+	+	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Gallium verum	+	.	+	.	+	+	+	.	1	1	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.
Molinia caerulea agg.	a	b	b	b	a	1	1	1	b	1	b	b	a	1	.	.	.	.	.	.
Polygonatum odoratum	.	.	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	+	.	.	.
Carex sempervirens	a	a	b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	a	a	1	+	.	.	.	.
Erica herbacea	a	m	a	1	1	1	.	.	1	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.
Scabiosa lucida	1	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
Lotus corniculatus	+	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+	1	+	+	.	.	.	.
Festuca amethystina	+	1	1	1	1	1	1	.	1	1	+	.	1	+	+	+	.	.	.	+
Potentilla erecta	a	a	a	a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.	.
Carlina acaulis	.	.	+	+	+	+	a	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
Epipactis atrorubens	.	.	+	+	+	.	+	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	.
Carduus defloratus	.	.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	.
Calamagrostis varia	.	+	.	.	1	1	1	1	a	a	b	3	b	3	3	3	a	1	.	a
Brachypodium rupestre	.	.	.	.	1	1	.	1	1	a	a	b	b	b	b	1	a	a	1	1
Ranunculus nemorosus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.
Origanum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1
Scleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	m	a	m	m	m	m	1	.	.	.
Rhytidadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	m	m	+	1	1	+	.	.	.	1
Carex montana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	a	.	1	.	.	.	.	.	.
Campanula rotundifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	1	.	.	.
Carex alba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	a	b	b	b	a
Gallium album ssp. album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m	1	1	m	1	.	.
Fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	1	.
Knautia dipsacifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	+
Acer pseudoplatanus K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	+	.	+
Picea abies K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.
Cephalanthera rubra (sp.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+
Rubus saxatilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	a	1	.
Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
Fagus sylvatica K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Melampyrum pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Carex digitata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Daphne mezereum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Salvia glutinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Fortsetzung der Transekttable 1

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sonstige Arten:																				
Anthericum ramosum	1	m	a	a	a	b	a	a	b	b	b	b	1	1	1	a	1	+	1	1
Carex humilis	b	a	a	a	a	a	b	b	m	m	m	m	m	m	m	m	1	+	1	a
Galium boreale	+	1	+	1	1	1	m	m	1	1	1	1	+	+	+	+	1	1	1	1
Polygala chamaebuxus	1	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	1	m	m	m	1	m
Sesleria varia	1	a	b	a	a	b	b	b	a	b	a	a	b	b	b	b	a	1	1	1
Asperula tinctoria	1	1	m	m	m	m	m	m	m	1	1	1	1	+	1	+	+	+	1	
Sorbus aria K	+	+	.	+	+	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bupthalmum salicifolium	1	1	a	a	a	a	a	a	a	1	1	1	1	+	.	+	.	.	+	.
Tortella tortuosa	m	m	m	m	m	m	m	1	1	+	.	1	+	.	.	1	1	.	1	.
Hieracium murorum/bifidum	+	+	1	+	+	1	1	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.
Galium anisophyllum	+	.	.	+	+	+	1	.	1	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	1
Phyteuma orbiculare	.	+	1	1	1	m	1	.	.	.	+	.	1	1	m	.	1	.	1	a
Amelanchier ovalis K	+	+	1	.	1	+	.	.	+	1	1	.	.	.	.	+	1	+	1	1
Viola collina	.	+	.	.	.	+	1	1	.	+	.	+	.	+	+	+	+	.	+	+
Fissidens cristatus	1	1	1	.	1	1	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.
Globularia nudicaulis	1	a	+	a	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Pimpinella maior	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+
Hypnum cupressiforme	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	m	1	.
Succisa pratensis	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Rhinanthus glacialis	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.
Rhamnus saxatilis K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.
Campylium chrysophyllum	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunella grandiflora	1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thymus polytrichus (sp.)	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Vincetoxicum hirundinaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+
Geranium sanguineum	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Primula auricula	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis alpestris (sp.)	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gymnadenia conopsea	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum polysetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
Tortella inclinata	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Abietinella abletina	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neckera crispa	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygala amarella	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Laserpitium latifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Sorbus aucuparia K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Campanula glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

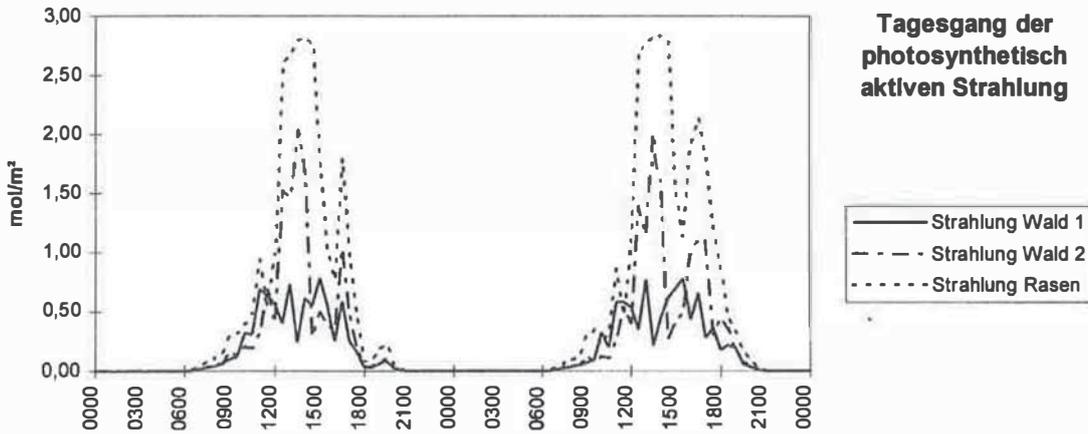
einem Erico-Pinion-nahen Kalkmagerrasen über den Buntreitgras-Kiefernwald in verschiedenen Subassoziationen bis hin zu einem ehemals waldeinde geprägten, fichtendominierten Bergmischwald.

Ausgehend von einem konvexen Hangrücken im unmittelbaren oberen Randbereich einer tief eingeschnittenen Rinne erstreckt sich der Transekt hangparallel über einen mehr oder weniger gestreckten Hangabschnitt bis hin zu einer breiten, konkaven Hangmulde. Alle Transektflächen sind nach Süden exponiert (180° N). Vom Randbereich der Rinne in Richtung der Mulde nehmen Gründigkeit und Übershirmungsgrad deutlich zu.

Der überschirmungsfreie, besonders flachgründige Rasen (Flächen 1-2 (3)) am Rande der Rinne zeichnet sich durch einen großen Reichtum an heliophilen Lückenbesiedlern aus. Bereits im Übergang zu den überschirmten Flächen nimmt deren Zahl und Abundanz deutlich ab, während einige mesophilere Arten, die dem felsigen Rasen noch fehlen, neu hinzutreten. Ab Fläche 9 fallen die konkurrenzschwachen Lückenbüßer schließlich vollständig aus, während im Gegenzug in zunehmendem Maße weitere mesophytische Arten und streufilzbesiedelnde Moose auf den Plan treten. Der endgültige Ausfall der Lückenbüßer vollzieht sich parallel zur verstärkten Massenfaltung der wuchskräftigen Hochgrä-

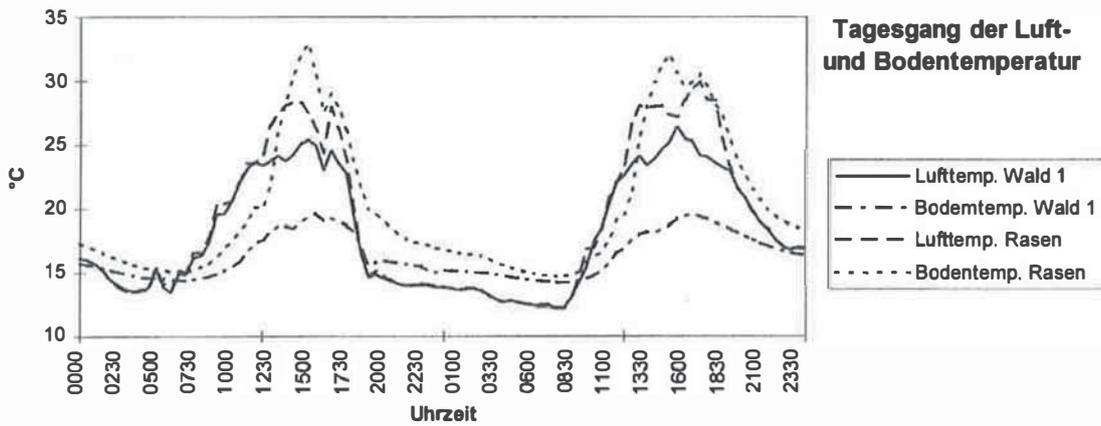
ser *Calamagrostis varia* und *Brachypodium rupestre*. Ein markanter Wandel in der Vegetation vollzieht sich erneut ab Fläche 17 mit dem Auftreten der Fichte als herrschender Baumart. Der verstärkte Schattenwurf der Fichte führt zum Ausfall zahlreicher heliophiler Arten in der Bodenvegetation und zu einer Verschiebung der Dominanzverhältnisse zugunsten der schattentoleranten *Carex alba*. Zugleich sind vermehrt Moderbesiedler und Laubwaldelemente anzutreffen.

Anhand des Transekts kommt sehr deutlich zum Ausdruck, wie sich innerhalb des Calamagrostio-Pinetum der Übergang zwischen dem Offenlandökosystem des Rasens und der klimaxnahen Schlußwaldgesellschaft vollzieht. Während die Subassoziation mit *Teucrium montanum* ökologisch und floristisch noch stärker zum Rasen hin tendiert, vermittelt die Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* bereits zum fichtendominierten, bergmischwaldartigen Bestand. Aufgrund der geringeren Größe der Transektflächen kommen die bei der pflanzensoziologischen Tabellenarbeit ausgeschiedenen differenzierenden Artengruppen wesentlich schärfer zum Ausdruck und können hinsichtlich ihrer ökologischen Aussagekraft zusätzlich bestätigt werden. Im Vergleich hierzu ist bei den pflanzensoziologischen Aufnahmen oft eine wesentlich stärkere Durchdringung von Artengruppen zu beobach-



Tagesgang der photosynthetisch aktiven Strahlung

— Strahlung Wald 1
 - - - Strahlung Wald 2
 ····· Strahlung Rasen



Tagesgang der Luft- und Bodentemperatur

— Lufttemp. Wald 1
 - - - Bodentemp. Wald 1
 - - - Lufttemp. Rasen
 ····· Bodentemp. Rasen

Strahlungssummen an einem Strahlungstag

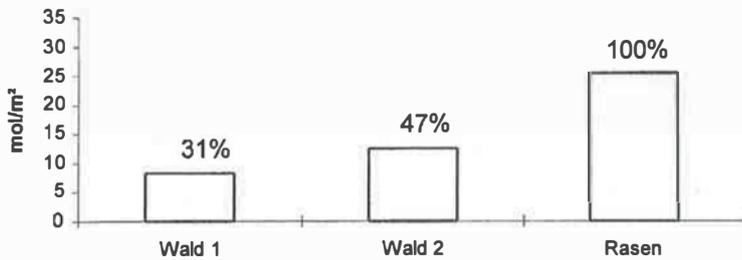


Abbildung 13

Tagesgang von photosynthetisch aktiver Strahlung, Luft- und Bodentemperatur sowie Tagessummen der PhAR an zwei Strahlungstagen (15. u. 16. 08. 93) im Transekt Ofenberg; Rasen: überschirmungsfreier Erico-Pinon-naher Lückerrasen (Fläche 1); Wald 2: Calamagrostio-Pinetum teucrietosum (Fläche 6); Wald 1: Calamagrostio-Pinetum knautietosum (Fläche 14).

ten, die im Transekt streng voneinander getrennt sind (z. B. konkurrenzschwache Lückenbesiedlern und anspruchsvolle Mesophyten). Dies ist insbesondere in der Flächengröße der pflanzensoziologischen Aufnahmen (100 m² statt 4 m²) begründet, was zwangsläufig eine wesentlich ausgeprägtere standörtliche Inhomogenität ("patchiness") nach sich zieht.

Anhand der Abfolge der Bodenvegetationstypen entlang des Transektes manifestieren sich neben primären (Gründigkeit) und sekundären (Humusakkumu-

lation) edaphischen Standortfaktoren insbesondere mikroklimatische Faktoren, die in erster Linie durch die Struktur der Gehölzschicht beeinflusst werden.

Zur Quantifizierung der mikroklimatischen Bedingungen entlang des Transektes wurden an zwei Strahlungstagen in den Flächen 1, 6 und 14 Strahlungs- bzw. in den Flächen 1 und 14 zusätzlich Luft- und Bodentemperaturmessungen vorgenommen (Abb. 13). Anhand der Strahlungsmessungen wird deutlich, daß die Bodenvegetation des Buntreitgras-

Kiefernwaldes in der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* (F. 14) nurmehr 31 % der Freilandstrahlung des Rasens erhält. Auch die Subassoziation mit *Teucrium montanum* unterscheidet sich mit 47 % der Freilandstrahlung lichtökologisch bereits deutlich vom offenen Rasen, steht diesem aber noch etwas näher.

Ähnlich geartete Unterschiede ergeben sich hinsichtlich der Bodentemperaturen. So liegt die Bodentemperatur des Rasens in 1 cm Tiefe während der Mittagszeit um mehr als 15° C über der des Kiefernwaldes der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia*. Etwas weniger kraß sind die Unterschiede der Lufttemperatur in 50 cm Höhe, deren Werte um die Mittagszeit im offenen Rasen nur um ca. 4 bis 5 °C über denen des Waldes liegen. Bemerkenswert ist, daß die Bodentemperatur des Rasens auch in der Nacht noch deutlich über der des Kiefernwaldes liegt, während die nächtlichen Lufttemperaturen nahezu identisch sind. Eine Dämpfung der nächtlichen Ausstrahlung durch den Schirm der Kiefern ist demnach kaum gegeben.

Die kleinwüchsigen, heliophilen Lückenbüßer zeigen eine deutliche Bindung an die Transektflächen mit hohem Strahlungsgenuß und starker Bodenerwärmung. Bereits innerhalb des lichten Kiefernbestandes der Subassoziation mit *Teucrium montanum* vermögen sie nur noch mit verminderter Vitalität zu gedeihen. Überproportional verstärkt wird die Verdrängung der Lückenbüßer und anderer heliophiler Sippen insbesondere dadurch, daß die Hochgräser unter den schattigeren Bedingungen des Kiefernbestandes zu einer größeren Massenfaltung gelangen als im offenen Rasen.

Demgegenüber zeigen die mesophytischen Arten eine deutliche Bindung an die ausgeglicheneren, gemäßigeren Bedingungen des geschlossenen Kiefernbestandes. Überlagert und verstärkt werden die mikroklimatischen Effekte im vorliegenden Beispiel durch edaphische Faktoren wie Gründigkeit und Humusreichtum, die sich vom offenen Rasen bis hin zum fichtendominierten Transektende deutlich verbessern.

8.2 Transekt Loissachblick bei Oberau

(Transekttable 2, S. 126)

Anhand der Transektanalyse am Loissachblick bei Oberau wird der steile Vegetationsgradient zwischen einem sekundären Halbtrockenrasen und einem unterhalb angrenzenden, von Pfeifengras dominierten Buntreitgras-Kiefernwald der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* untersucht. Der Transekt erstreckt sich senkrecht zum Hang in einer Höhe von 710 bis ca. 730 m N. N.

Die primären Standortfaktoren wie Exposition (160° N) und Ausgangssubstrat (anstehender Hauptdolomit) sind innerhalb des Transektes nahezu identisch, wobei allerdings der Halbtrockenrasen im Durchschnitt deutlich weniger steil geneigt ist

(33°) als der Kiefernbestand (39°). Der Rasen wurde bis in die Zeit kurz nach dem Zweiten Weltkrieg extensiv mit Schafen beweidet, seit mindestens 40 Jahren findet aber keine regelmäßige Nutzung mehr statt. Eine Wiederbewaldung des Rasens wird derzeit durch Wildverbiß vereitelt.

Trotz der recht langen Verbrachungszeit zeichnet sich der Rasen durch einen sehr niederen Wuchs und geringe Verfilzung aus. Sein Artengefüge wird im wesentlichen dominiert durch *Carex humilis*, *Erica herbacea* und *Anthericum ramosum*. Hinzu gesellen sich zahlreiche Arten aus Halbtrockenrasen und Schneeheide-Kiefernwäldern, worunter sich auffallend viele kleinwüchsige, konkurrenzschwache Lückenbesiedler mit hoher Steigigkeit und Abundanz befinden. Mit bis zu 50 Arten auf 4 m² ist der Rasen sehr artenreich. Die einzelnen Transektteilflächen innerhalb des Halbtrockenrasens sind überaus homogen.

Sobald aber der Schattenwurfbereich der ersten Kiefer erreicht wird, kommt es zu einem tiefgreifenden floristischen Wandel, der sich insbesondere in einem schlagartigen, sprunghaften Anstieg der Dominanz von *Molinia caerulea* agg. äußert. Parallel zur Massenfaltung des Pfeifengrases vollzieht sich ebenso schlagartig ein Totalausfall von über 20 Arten, die im Halbtrockenrasen hochstet und mit ansehnlicher Artmächtigkeit vertreten waren. An die Stelle dieser Arten treten nur wenige, meist spärlich vertretene mesophytische Arten, wie z.B. *Calamagrostis varia* und *Carex flacca* und Sträucher wie *Frangula alnus* und *Amelanchier ovalis*. Die Gesamtartenzahl reduziert sich dadurch im Kiefernwald auf fast die Hälfte der des Rasens. Innerhalb des Kiefernbestandes ist die floristische Differenzierung wiederum sehr gering. Lediglich die Flächen 8 - 11 heben sich durch das Auftreten der schattentoleranten *Carex alba* ab, die besonders lichtarme Mikrochore im Schatten- und Laubwurfberich der Laubgehölze besiedelt, wo das Pfeifengras partiell etwas zurücktritt.

Der Übergang vom Rasen zum Kiefernwald vollzieht sich extrem diskontinuierlich innerhalb einer einzigen Aufnahmefläche! Die Grenze zwischen Halbtrockenrasen und Kiefernwald ist geradezu linienhaft entlang der Schattenwurfgrenze der erster Kiefer ausgebildet. Die herausragende Bedeutung der beleuchtungsökologischen Verhältnisse für den abrupten Vegetationswandel entlang des Transekts ist dadurch bereits im Gelände deutlich erkennbar.

Anhand der Mikroklimamessungen konnte dies bestätigt werden (Abb. 14). So erhielt die Bodenvegetation im Kiefernbestand im Verlauf von zwei Strahlungstagen nur rund 28 % der photosynthetisch aktiven Strahlung des Halbtrockenrasens. Deutliche Unterschiede treten auch wiederum anhand der Bodentemperaturen zu Tage, die um die Mittagszeit im niederwüchsigen Rasen um mehr als 15 °C höher liegen als im benachbarten hochgrasdominierten Kiefernwald.

Transecttabelle 2: Transekt Loischblick bei Oberau

1: Erico-Pinion-naher Kalkmagerrasen

1/2: Übergang Rasen/Wald

2.1: Calamagrostio-Pinetum *Knautietosum*, *Carex alba*-Variante, *Molinia*-Fazies

2.2: Calamagrostio-Pinetum *Knautietosum*, typische Variante, *Molinia*-Fazies

	1					1/2	2.1					2.2			
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Artenzahl	38	42	50	43	47	42	32	24	26	26	22	21	24	20	
Evenness	78	76	79	79	79	76	59	46	51	63	53	57	55	46	
Hangneigung (Grad)	33	32	33	33	34	34	32	32	36	39	39	39	39	31	
Deckung der Baumschicht (%)							20	60	85	90	70	70	70	60	
Deckung der Strauchschicht (%)									20	10	5	5			
Deckung der Krautschicht (%)	70	70	60	70	70	80	80	90	80	60	70	70	70	70	
Deckung der Moosschicht (%)	+	+	+	1	1	3	5	2	+			+			
Lichtzahl	7.1	7.2	7.0	7.2	7.2	7.0	6.9	6.8	6.7	6.7	6.9	7.0	7.0	7.0	
Temperaturzahl	5.4	5.2	5.4	5.0	5.0	4.9	5.8	5.8	5.6	5.4	5.7	5.8	5.6	5.8	
Kontinentalitätszahl	4.4	4.3	4.4	4.2	4.2	3.7	5.1	5.6	5.8	4.9	5.6	5.5	5.6	5.7	
Feuchtezahl	2.9	2.9	2.9	3.1	3.0	3.4	3.7	3.9	3.6	3.7	3.9	3.0	3.3	3.1	
Reaktionszahl	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	7.7	7.3	6.7	7.4	7.4	6.9	7.6	7.8	7.8	
Stickstoffzahl	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.5	2.2	2.3	2.3	2.7	2.2	2.4	2.3	2.2	
Bäume und Sträucher															
<i>Pinus sylvestris</i> B							b	4	4	4	4	4	4	4	
<i>Pinus sylvestris</i> K	+	1	+	+		+									
<i>Sorbus aria</i> B										3					
<i>Sorbus aria</i> S									b						
<i>Sorbus aria</i> K					+	+			1			+	+		
<i>Amelanchier ovalis</i> S										a	+	a			
<i>Amelanchier ovalis</i> K					1				+	+	+				
<i>Frangula alnus</i> S											a				
<i>Frangula alnus</i> K								+	+	+	1	+	+		
<i>Gladiolus palustris</i>	+	+	+												
<i>Prunella grandiflora</i>	1	1	1	1											
<i>Salvia verticillata</i>		+	+	+	+										
<i>Helianthemum ovatum</i>		1	1	1	1										
<i>Leontodon hispidus</i>		1	+	+	+										
<i>Linum catharticum</i>		+	1		+										
<i>Thymus polytrichus</i> (sp.)	1	1	1	1	1										
<i>Plantago media</i>	+	+	1	+	+										
<i>Allium montanum</i>	1	1	1	1	1										
<i>Galium verum</i>	1	+	+	+	+									+	
<i>Viola hirta</i>	1	1	1	1	1	+									
<i>Thesium rostratum</i>	1	1	m	1	1	1									
<i>Globularia cordifolia</i>	m	a	1	a	a	1									
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	1	1	1	1	+									
<i>Centaurea jacea</i>	+	+	1	1	+	+									
<i>Allium carinatum</i>	1	+	1	1	+	+									
<i>Succisa pratensis</i>	+		+	1	1	1	1								
<i>Teucrium montanum</i>	1	1	m	1	a	1	+								
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	1	1	+	1	+								
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	1	1	1	1	1	+								
<i>Linum viscosum</i>	1		+	+	+	1	+								
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	1	1	1	1	1	1	1	+							
<i>Fissidens cristatus</i>			1	1	1	1	1	+							
<i>Asperula tinctoria</i>	1	+	1	1	1	1	+		+						
<i>Rhynchospora rugosum</i>	1	1	1	1	1	1	1					+			
<i>Centaurea scabiosa</i>	+	+	+	+	+	+							+	+	
<i>Carex humilis</i>	3	3	3	3	3	b	m	1	1	a	m	a	a	a	
<i>Molinia caerulea</i> agg.	a	1	m	1	a	b	4	5	4	3	4	3	3	4	
<i>Ranunculus nemorosus</i>			+			1	+	+							
<i>Scleropodium purum</i>						1	m	1	1						
<i>Carex alba</i>								m	a	m	m				
<i>Carex montana</i>								1			1				
<i>Melica nutans</i>									1	m	1				
<i>Brachypodium rupestre</i>								+	1	+	+				
<i>Epipactis atrorubens</i>							+		+			+	+	+	
<i>Carex flacca</i>									+	1	+	1	1	1	
<i>Calamagrostis varia</i>								1		1	1		1	1	
<i>Galium album</i> ssp. album										+			+	+	
<i>Rubus saxatilis</i>										1	1	+			
<i>Cephalanthera rubra</i> (sp.)										+				+	
<i>Knautia dipsacifolia</i>												+	+		

Fortsetzung der Transekttable 2

Sonstige Arten:														
Anthericum ramosum	a	a	m	a	a	a	1	+	1	1	1	1	1	
Vincetoxicum hirundinaria	1	1	1	1	1	1	1	a	a	1	1	1	1	
Sesleria varia	1	1	1	a	a	b	1	1	1	1	1	1	+	
Potentilla erecta	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	1	+	+	
Erica herbacea	a	a	a	a	a	b	1	1	1	a	a	a	1	
Campanula rotundifolia	1	1	1	1	1	1	+	+	+	1	1	1	+	
Bupthalmum salicifolium	1	1	1	1	a	1	1	1	1	+	+	1	+	
Galium boreale	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	
Carex sempervirens	1	1	1	1	1	b	1	+	+	1	1	1	1	
Polygala chamaebuxus	m	m	1	m	m	m	m	1	1	1	1	1	1	
Polygonatum odoratum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Laserpitium siler	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	
Bromus erectus	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	
Galium anisophyllum	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	
Tortella tortuosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Thuidium delicatulum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Carduus defloratus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cirsium tuberosum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Euphrasia picta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Leontodon incanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Gentiana verna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Scabiosa lucida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Festuca amethystina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Plagiomnium affine s.str.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acer pseudoplatanus K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Berberis vulgaris S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rhamnus carthartica S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rhamnus carthartica K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sorbus aucuparia K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Picea abies K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Phyteuma orbiculare	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Viola collina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Plantago lanceolata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Gymnadenia odoratissima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Peucedanum cervaria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anthyllis vulneraria alpestris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Carex ornithopoda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Gentiana aspera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ononis repens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ctenidium molluscum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rhinanthus glacialis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Dicranum polysetum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Betonica officinalis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Convallaria majalis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Acer pseudoplatanus S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Salvia glutinosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

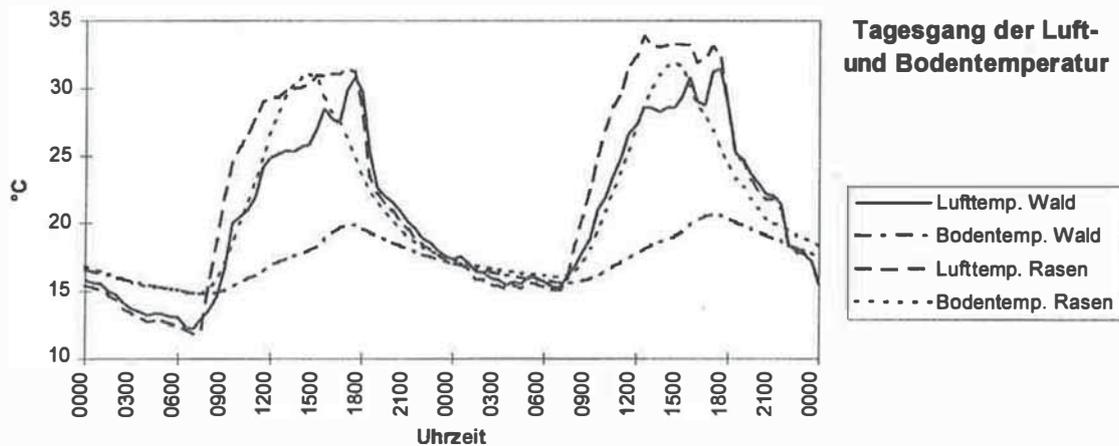
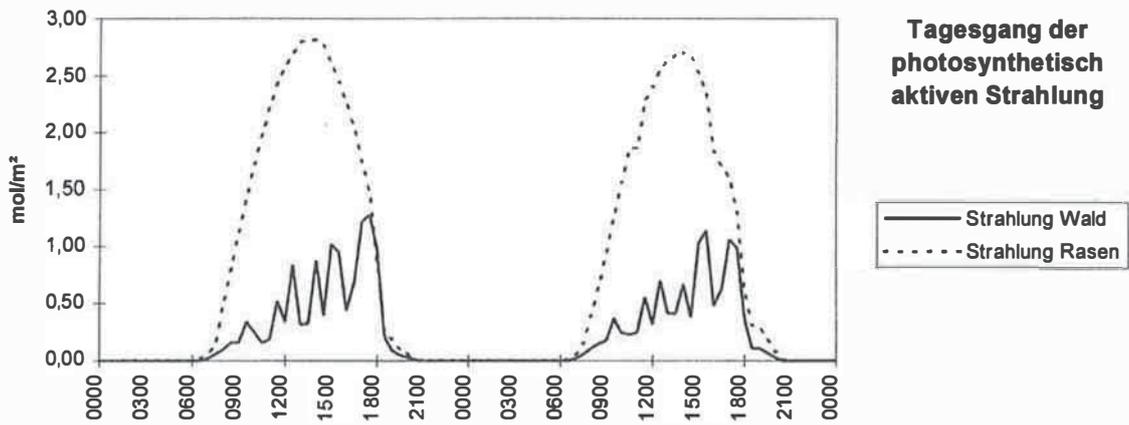
Hauptursache für den schlagartigen Ausfall zahlreicher kleinwüchsiger Rasenarten ist neben einer deutlichen Verringerung des Lichtgenusses vor allem die sprunghafte Vitalitätssteigerung des Pfeifengrases, das durch den Aufbau dichter Streudecken zahlreiche kleinwüchsige, konkurrenzschwache Arten verdrängt. Unter den gegebenen standörtlichen Bedingungen vermag das Pfeifengras erst unter dem Halbschatten des Kiefernbestandes zu absoluter Dominanz zu gelangen. Das markante Zusammentreffen von Pfeifengrasdominanz und Übershirmung durch die Kiefer verdeutlicht diesen Zusammenhang auf recht eindrucksvolle Weise, zumal edaphische Faktoren beim vorliegenden Beispiel als Erklärungsmuster ausscheiden. Hinsichtlich des primären Standortfaktors Neigung ist der Kiefernbestand sogar als extremer zu betrachten.

Die unter dem Kiefernbestand zu beobachtende stärkere Humusanreicherung ist wiederum eine direkte

Folge der wesentlich höheren Biomasseproduktion durch das üppig wuchernde Pfeifengras. Die Vitalität des Pfeifengrases wird im offenen, prallsonnigen Rasen offensichtlich durch starke oberflächennahe Aufheizung und damit verbundenen Transpirationsverlusten erheblich herabgesetzt.

Es fehlt dem Rasen zwar nicht vollständig, bleibt aber vergleichsweise niederwüchsig und muß der an xerotherme Standortbedingungen besser angepaßten Erdsegge (*Carex humilis*) als dominante Art weichen. Umgekehrt wird die Erdsegge unter den ausgeglicheneren, gemäßigtteren mikroklimatischen Bedingungen des Kiefernwaldes durch das Pfeifengras als dominante Art ersetzt.

Daraus läßt sich als praxisrelevantes Ergebnis ableiten, daß bei einer Bestockung des Rasens mit Kiefern fast sämtliche wertbestimmenden Arten sehr rasch ausfallen würden!



Strahlungssummen an einem Strahlungstag

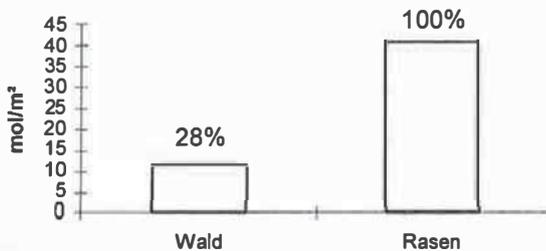


Abbildung 14

Tagesgang von photosynthetisch aktiver Strahlung, Luft- und Bodentemperatur sowie Tagessummen der PhAR an zwei Strahlungstagen (21. u. 22. 08. 93) im Transekt Loischblick; Rasen: überschirmungsfreier Erico-Pinion-naher Lückerrasen (Fläche 1); Wald: Calamagrostio-Pinetum knautietosum, *Molinia*-Fazies (Fläche 13).

8.3 Transekt Kalvarienberg bei Zirl

(Transekttable 3, S. 129)

Mit Hilfe des Transekts am Kalvarienberg bei Zirl wurde der Übergang zwischen einem offenen Kugelblumen-Federgrasrasen in der Ausbildung mit *Bromus erectus* und einem angrenzenden Kiefernbestand des Erico-Pinetum globularietosum untersucht. Ausgangspunkt des Transekts ist ein Trockenrasen auf einer steilen, extrem flachgründigen Felsdurchragung in 710 m N. N. Höhe, der nach oben hin in ein auf einer mehr oder weniger tiefgründigen

Hangschuttdecke mit reichlich Lößbeimischung stockendes Erico-Pinetum übergeht. Der gesamte Schneeheide-Kiefernwald-Komplex, in dem sich der untersuchte Transekt befindet, wurde bis in die Zeit kurz nach dem 2. Weltkrieg intensiv mit Ziegen beweidet.

Der recht artenarme Volltrockenrasen wird dominiert von typischen Trockenrasengräsern wie *Botriochloa ischaemum* und *Bromus erectus* sowie Zwergsträuchern wie *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia*. Schneeheide-Kiefernwald-Arten und Gehölze fehlen praktisch vollständig. Dieses

Transekttabelle 3: Transekt Kalvarienberg bei Zierl

1: Kugelblumen-Federgrasrasen, Ausbildung mit Bromus erectus
 1/2: Übergang Rasen/Wald
 2.1: Erico-Pinetum globularietosum (flückiger Schneeheide-Teppich mit Störstellen)
 2.2: Erico-Pinetum globularietosum (m.o.w. geschlossener Schneeheide-Teppich)

	1				1/2		2.1				2.2					
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Artenzahl	19	16	18	19	18	28	32	27	25	27	20	21	24	13	18	16
Evenness	73	69	62	84	85	66	56	78	63	68	53	53	50	48	45	43
Deckung der Baumschicht (%)						40	40	20	10	30	40	10	10	40	40	30
Deckung der Strauchschicht (%)						1					1	1	1	10	10	
Deckung der Krautschicht (%)	50	50	60	50	50	70	80	40	70	70	80	70	70	80	80	80
Deckung der Mooschicht (%)	5	1	+	+		3	4	4	8	3	3	2	2	1	+	+
Lichtzahl	8.0	7.9	8.2	7.9	7.5	7.2	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0
Temperaturzahl	5.7	6.0	6.1	5.4	5.3	5.0	5.0	4.9	4.7	5.0	4.2	4.5	4.7	4.9	4.9	5.2
Kontinentalitätszahl	5.0	4.9	4.9	4.7	4.3	4.8	4.5	4.6	3.9	4.7	4.5	3.8	3.5	4.5	4.5	4.5
Feuchtezahl	2.5	2.6	2.8	2.8	2.7	2.9	3.0	3.3	3.2	3.1	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0
Reaktionszahl	8.0	8.0	8.0	8.1	8.2	7.9	7.8	7.8	7.4	7.9	7.7	8.2	7.7	7.8	7.8	7.8
Stickstoffzahl	2.7	2.8	2.9	2.5	2.4	2.2	2.2	2.5	2.2	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1
Bäume und Sträucher																
Pinus sylvestris B						3	3	b	a	3	3	a	a	3	3	3
Pinus sylvestris K								1	1				+			
Amelanchier ovalis S														+		
Amelanchier ovalis K						1	1	1	1	+	1	+	1	+		
Juniperus communis S						+					+	+	+	a	a	
Juniperus communis K							+	+		+	1	+	+		+	+
Ligustrum vulgare K							+	1	+	+					+	+
Berberis vulgaris K						+	+	+	+							
Sorbus aria K							+	+		1						
Rhamnus saxatilis K										+						+
Viburnum lantana K								+								
Crataegus monogyna K									+							
Artemisia campestris	+															
Potentilla pusilla	+															
Sedum album	+															
Stipa eriocalis austriaca	+															
Asplenium ruta-muraria	+	+														
Dianthus sylvestris	+	+	+													
Tortella inclinata	a	m	1	m												
Globularia cordifolia			1	a	a											
Festuca cf. rupicola	1		1	a	1											
Festuca ovina guesfalica		+	+	+	+											
Helianthemum ovatum	1	1	1	1	1	+		1	+							
Asperula cynanchica	1	1	+	1	m	+						+	+			
Dactylis glomerata	1	1	1	1	1	1		+								
Scabiosa columbaria/gramuntia	1	1	+	1	+	+			+							
Botriochloa ischaemum	b	b	3	a	1	+										
Teucrium chamaedrys	m	m	m	1	1	1										
Teucrium montanum	1		+	a	a	1	+	1	1	+	+	+	+			
Dorycnium germanicum		1	+	1	a	1	1	1				+	1		+	+
Bromus erectus	1	1	a	m	a	m	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+
Carex humilis	b	b	b	b	b	m	m	a	m	a	1	1	1	1	1	m
Prunella grandiflora				1	a	1	m		+	a	1	m	+		1	1
Salvia pratensis				+	+	+	+									
Aster amellus						1										
Abietinella abietina						1	1									
Euphorbia cyparissias						+	+		+							
Carduus defloratus								+	+	+						
Solidago virgaurea								1	1	+						
Rhytidium rugosum		+				m	m	a	a	m			1			
Hieracium murorum/bifidum							+	1	1	1		+				
Bupththalmum salicifolium							+	1	+	+	1	+		+		
Leontodon incanus							1	a	m	a	1	m	1			+
Amelanchier ovalis							1	1	1	1	+	1	+	1	+	
Erica herbacea						3	4	m	4	3	4	4	4	4	4	4
Sesleria varia						1	1	a	1	m	1	1	1	+	+	+
Juniperus communis						+	+	+		+	+	+	+	a	a	+
Viola rupestris							+	1	1	1	+	1	1		1	1
Polygala chamaebuxus						1					1	1	1			
Campanula rotundifolia								1	1		+		+			
Calamagrostis varia									1			+	1		+	

Fortsetzung der Transekttable 3

Epipactis atrorubens	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Neckera crispa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.
Hypnum cupressiforme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	.
Sonstige Arten:																	
Vincetoxicum hirundinaria	1	+	+	+	1	m	1	1	1	1	+	.	+	.	+	.	.
Brachypodium rupestre	.	+	1	a	a	1	1	b	a	1	1	.	1	1	+	.	1
Thymus praecox	1	.	+	1	m	1	1	.	.	.	.	1	1	1	1	+	.
Tortella tortuosa	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	+	.	.
Cephalanthera rubra (sp.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Campylium chrysophyllum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Scleropodium purum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Entodon concinnus	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Rosa sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lathyrus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium glaucum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis alpestris (sp.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Rhytiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens cristatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Hypnum lacunosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.	.
Euphrasia salisburgensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Ctenidium molluscum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Galium lucidum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Anthericum ramosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Bild ändert sich wiederum grundlegend, sobald die Grenze des Kiefernbestandes erreicht wird. Im Schattenwurfbereich der ersten Kiefer tritt sofort *Erica herbacea* als dominante Art auf den Plan und verdrängt zahlreiche Arten des Trockenrasens. Während viele Trockenrasenarten wie *Botriochloa ischaemum* sogleich vollständig ausfallen, vermögen sich andere wie *Carex humilis* und *Teucrium montanum* länger zu halten, werden von der Schneeheide aber in die Rolle von Lückenbesiedlern gedrängt und erreichen bei weitem nicht mehr die Dominanz und Abundanz wie im offenen Trockenrasen.

Zusammen mit der Schneeheide erscheinen einige weitere Erico-Pinion-Kennarten wie *Buphthalmum salicifolium*, *Polygala chamaebuxus*, *Leontodon incanus* und *Epipactis atrorubens*, die dem offenen, prallsonnigen Rasen noch vollständig fehlen. Gleiches gilt für Arten wie *Sesleria varia* und *Viola rupestris* sowie für thermophile Sträucher wie *Aemilanchier ovalis* und *Ligustrum vulgare*. Der unmittelbare Übergangsbereich zwischen Rasen und Kiefernwald (F. 6) wird bezeichnenderweise markiert durch das Auftreten der Saumart *Aster amellus*.

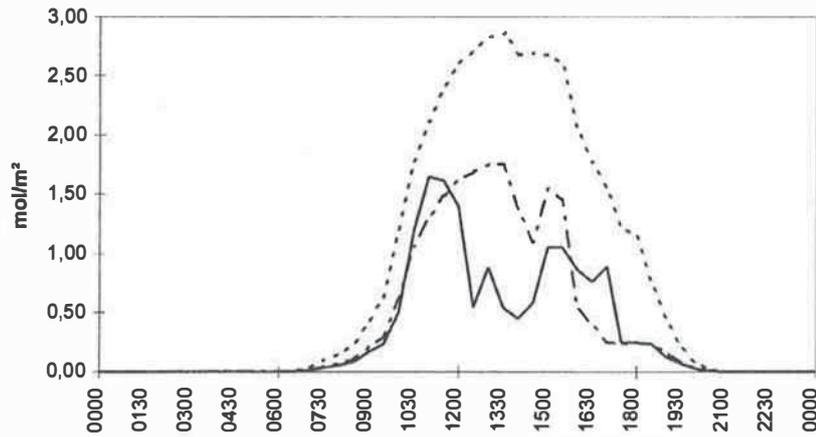
Innerhalb des eigentlichen Kiefernbestandes lassen sich deutlich zwei Abschnitte unterscheiden. In den Flächen 7 bis 10 ist der geschlossene Schneeheide-teppich mehr oder weniger stark durchbrochen von offenen Störstellen, die eine höhere Abundanz und Dominanz von *Rhytidium rugosum* und *Leontodon incanus* ermöglichen, sowie generell das Auftreten von weiteren Lückenbesiedlern und Gehölzjungwuchs begünstigen. Dagegen zeichnen sich die Flä-

chen 11 bis 16 bei mehr oder weniger geschlossener Entwicklung der Schneeheide durch eine besonders große Armut an Lückenbesiedlern aus. Besonders deutlich wird dieser Sachverhalt, wenn man die Evenness betrachtet, deren Werte mit zunehmender Schneeheidedominanz ab Fläche 11 deutlich abfallen.

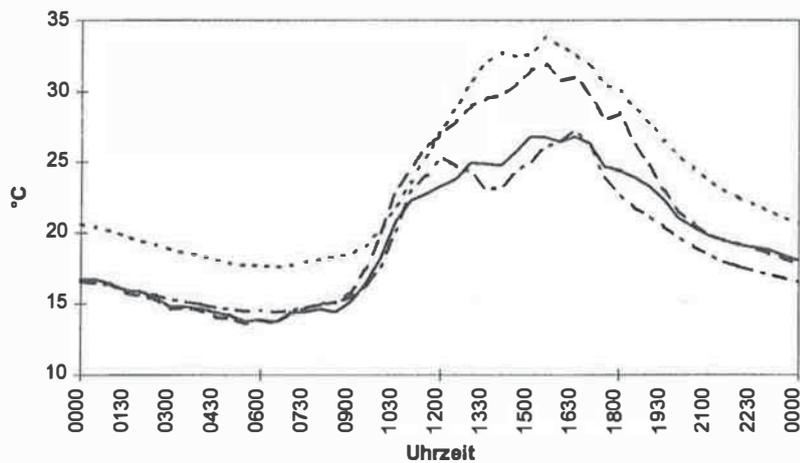
Der scharfe, unvermittelte Vegetationswechsel zwischen dem Volltrockenrasen und dem angrenzenden Kiefernwald legt wiederum eine überragende Bedeutung beleuchtungsökologischer Faktoren für die floristische Struktur der Bodenvegetation nahe. Auch bei diesem Transekt wird anhand der Mikroklimamessungen (Abb. 15) deutlich, daß die Bodenvegetation im Kiefernwald trotz der vergleichsweise lichten Struktur nur rund 39 % der Freilandstrahlung des Trockenrasens erhält. Merklich höher ist der Strahlungsgenuß mit 49 % im Bereich von Bestandeslücken, in denen kleinwüchsige, xerotherme Lückenbesiedlern auf Kosten der Schneeheide stärker in Erscheinung treten.

Auffälligster und bedeutsamster Effekt der unterschiedlichen Strahlungsbedingungen ist der Totalausfall der Schneeheide im offenen Trockenrasen. Im Gegensatz zu den Randalpen, wo die Schneeheide gerade in offenen Rasen oft besonders vital gedeiht, ist die Art unter den klimatischen Rahmenbedingungen des Tiroler Inntals ganz offensichtlich auf den Halbschatten des Kiefernwaldes angewiesen und erleidet bereits in größeren, stark besonnten Bestandeslücken einen deutlichen Vitalitätsverlust.

Hinsichtlich der Boden- und Lufttemperaturen ergeben sich auch bei diesem Transekt wiederum



Tagesgang der photosynthetisch aktiven Strahlung



Tagesgang der Luft- und Bodentemperatur



Strahlungssummen an einem Strahlungstag

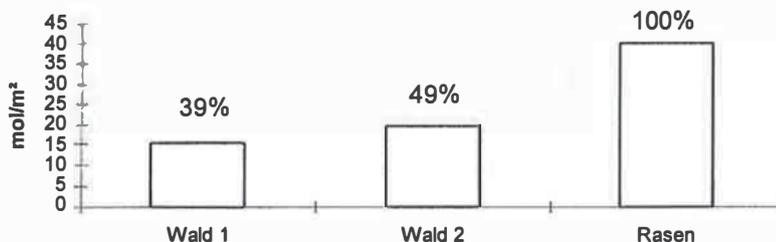


Abbildung 15

Tagesgang von photosynthetisch aktiver Strahlung, Luft- und Bodentemperatur sowie Tagessummen der PhAR an einem Strahlungstag (19. 08. 93) im Transekt Kalvarienberg bei Zirl; Rasen: Kugelblumen-Federgrasrasen, Ausbildung mit *Bromus erectus* (Fläche 3); Wald 2: Erico-Pinetum globularietosum, Bestandeslücke mit regressiver Schneeheide (Fläche 8); Wald 1: Erico-Pinetum globularietosum, mit geschlossener Schneeheide (Fläche 16).

deutliche Unterschiede zwischen Wald und Rasen. Bemerkenswert im Vergleich zu den Randalpentranssekten ist aber die Tatsache, daß der Tagesgang der Luft- und Bodentemperatur innerhalb des Kiefernwaldes relativ stark angenähert ist.

Unter den vergleichsweise niederwüchsigen Schneeheidepolstern vermag sich der Boden wesentlich stärker zu erwärmen als im hochgrasdominierten Kiefernwald der Randalpen, wo der Strahlungsumsatz in Bodennähe weitgehend auf der Oberfläche der hochwüchsigen Gräser erfolgt. Die stärkere Erwär-

mung in unmittelbarer Bodennähe ist im Erico-Pinetum wohl mit ausschlaggebend dafür, daß ausgesprochen thermophile Arten wie etwa *Dorycnium germanicum* auch noch bei relativ geschlossener Bestandesstruktur auszuhalten vermögen.

Abschließende Wertung der Ergebnisse der Transektanalysen und Mikroklimamessungen:

Trotz des vergleichsweise lichten Schirms der Kiefer genießt die Bodenvegetation innerhalb der unter-

suchten Bestände stets nur weniger als 50 % der Strahlungsmenge benachbarter offener Rasen. Parallel zum Wandel der Beleuchtungsverhältnisse vollzieht sich bei allen Transekten ein Wechsel der Dominanzstrukturen der Matrixarten. So werden niederwüchsige, mehr oder weniger xerophytische Matrixarten (insbes. *Carex humilis*) als Dominante im schattigeren Bestandessinnern jeweils ersetzt durch Hochgräser wie *Molinia caerulea* agg., *Brachypodium rupestre* und *Calamagrostis varia* (Randalpen) bzw. durch *Erica herbacea* (Inntal), die hier zu wesentlich größerer Massenfaltung und Vitalität als auf der Freifläche gelangen. Durch die starke Massenfaltung dieser Matrixarten werden die ohnehin suboptimalen Existenzbedingungen innerhalb des Kiefernbestandes für ausgesprochen licht- und wärmebedürftige Arten zusätzlich verschlechtert, was insbesondere zum fast vollständigen Ausfall kleinwüchsiger Lückenbesiedler führt, die generell offenbar noch rund 50 % der Freilandstrahlung benötigen. Sinkt dieser Wert auf etwa 30 %, so werden in den untersuchten Beständen der Randalpen die Hochgräser selbst auf relativ flachgründigen Standorten derart übermächtig, daß die Lückenbesiedler nicht mehr zu existieren vermögen.

Daraus resultiert in den Randalpen eine besonders enge oder gar ausschließliche Bindung heliophiler, konkurrenzwacher Sippen an offene, übersicherungsfreie Lückerrasen oder sehr lichte Bestandestypen. Dagegen vermögen sich die gleichen heliophilen Lückenbesiedler (z.B. *Dorycnium germanicum* oder *Teucrium montanum*) im Erico-Pinetum des Tiroler Oberinntals auch im Bestandessinnern mit verminderter Vitalität wesentlich länger zu halten, wozu neben dem weniger massiven Konkurrenzdruck durch die vergleichsweise niederwüchsi-

ge Schneeheide vor allem die wärmeren mikroklimatischen Rahmenbedingungen innerhalb des Bestandes (höhere Bodentemperaturen) entscheidend beitragen.

Im Gegenzug zeigen zahlreiche Kennarten der Schneeheide-Kiefernwälder (insbesondere *Erica herbacea* selbst) im Inntal eine besonders enge Bindung an den Halbschatten der Kiefer, während sie in den Randalpen in der Freiflächensituation ebenso gut oder teilweise sogar vitaler gedeihen (relative Standortkonstanz). Insgesamt ist der ökologische Existenzbereich vieler Arten im Oberinntal in die Kiefernwälder hinein verschoben, während andererseits in den kühl-feuchteren Randalpen eine genau gegenläufige Verschiebung zur Freiflächensituation hin zu beobachten ist.

Generell vermögen zahlreiche heliophile Sippen innerhalb der Kiefernwälder nurmehr suboptimal zu gedeihen und bleiben häufig steril. Vermutlich handelt es sich dabei nicht selten um Relikte einer ehemals lichtereren Bestandestruktur bzw. historischer Nutzungseinflüsse wie Waldweide und Streunutzung, die zu einer deutlichen Schwächung übermächtiger konkurrierender Matrixarten führten.

Natürlicherweise bleiben die kleinwüchsigen Lückenbüßer innerhalb der Erico-Pinien-Wälder auf Bestandestypen beschränkt, deren Standorte aufgrund ihrer Trockenheit weder eine stärkere Übersicherung durch die Kiefer noch eine geschlossene Bodenvegetation zulassen. Zu einer Revitalisierung heliophiler Sippen kann es durch natürliche oder anthropo-zoogene Bestandesauflichtung kommen, wobei diese sowohl direkt durch den höheren Lichtgenuß als auch indirekt durch eine Schwächung der Matrixarten gefördert werden.

Tabelle 23

Altersstruktur von Schneeheide-Kiefernwäldern im Tiroler Oberinntal und in den Bayerischen Alpen.

	Zams	Zirl	Reith	Burgberg	Ofenberg I	Ofenberg II	Heuberg	Isaraue
T Jahre	64	116	ca.80	173	180	172	252	175
T max Jahre	78	133	/	193	217	190	296	207
T min Jahre	53	98	/	147	152	129	204	145
T dif Jahre	25	35	/	46	65	61	92	62

T Jahre: Durchschnittsalter,
T max Jahre: Maximalalter,
T dif Jahre: Altersspanne,
T min Jahre: Minimalalter

Zams: Erico-Pinetum globularietosum
Zirl: Erico-Pinetum globularietosum
Reith: Erico-Pinetum pyroletosum
Burgberg: Calamagrostio-Pinetum primuletosum
Ofenberg I: Calamagrostio-Pinetum teucrietosum
Ofenberg II: Calamagrostio-Pinetum knautietosum
Heuberg: Calamagrostio-Pinetum knautietosum,
Molinia-Fazies
Isaraue: Calamagrostio-Pinetum thesietosum

Anschrift des Verfassers:

Norbert Hölzel
Lehrbereich Geobotanik
Forstwiss. Fakultät der LMU
Hohenbachernstraße 22
85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161/71-4732
Telefax: 08161/71-4738

Laufener Forschungsbericht 3

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
ISSN: 0946-5006
ISBN: 3-931175-16-2

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach (ANL) und Marianne Zimmermann (ANL)

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen - auch auszugsweise - aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: Marianne Zimmermann, ANL
Druck und Bindung: ANL
Druck auf Recyclingpapier (aus 100% Altpapier)