

Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands

Heft 10

Vaccinio-Piceetea (H7)

Beerstrauch-Nadelwälder

Teil 1: *Dicrano-Pinion*



Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands

Übersicht der zu bearbeitenden und bereits publizierten Syntaxa

A Salzmarschen und verwandte Gesellschaften

1. Zosteretea marinae
2. Ruppiaetea
3. Thero-Salicornieteae
4. Spartinetea maritimae
5. Juncetea maritimi

B Sand- und Felsküsten-Gesellschaften

1. Cakiletea maritimae
2. Saginetea maritimae
3. Honckenyo-Elymeteae
4. Ammophiletea arenariae
5. Crithmo-Staticetea

C Süßwasser- und Sumpfgesellschaften

1. Lemnieteae minoris
2. Utricularieteae intermedio-minoris
3. Potamogetonetea
4. Isoëto-Littorelletea
5. Phragmito-Magnocaricetea
6. Montio-Cardaminetea

D Therophytenreiche und ausdauernde (Dauer-)Pioniergesellschaften

1. Isoëto-Namojuncetea (Heft 7)
2. Bidentetea tripartitae
3. Stellarietea mediae
4. Sisymbrietea
5. Polygono-Poëtea annuae
6. Thlaspietea rotundifolii
7. Asplenieteae trichomanis

E Ausdauernde Grasland- und Hochstaudengesellschaften vorwiegend mittlerer Standorte

1. Molinio-Arrhenatheretea
 - 1.1. Arrhenatheretalia (Heft 3)
 - 1.2. Molinietalia und Klassenübersicht (Heft 9)
 - 1.3. Potentillo-Polygonetalia
2. Mulgedio-Aconitetea
3. Galio-Urticetea
4. Artemisieteae vulgaris / Epilobieteae angustifolii

F Xerothermrasen und entsprechende Saumgesellschaften

1. Koelerio-Corynephoretea
2. Festuco-Brometea / Violetea calaminariae
3. Elyno-Seslerieteae / Carici rupestris-Kobresieteae bellardii
4. Trifolio-Geranieteae sanguinei / Melampyro-Holceteae mollis

G Moore, bodensaure Magerrasen und Zwergstrauchheiden

1. Scheuchzerio-Cariceteae fuscae
2. Oxycocco-Sphagnetetea
3. Calluno-Ulicetea
 - 3.1. Nardetalia (Heft 8)
 - 3.2. Vaccinio-Genistetalia

4. Cariceteae curvulae
5. Saliceteae herbaceae

H Gehölz-Gesellschaften

1. Franguletea (Heft 4)
- 2A. Rhamno-Prunetea (Heft 5)
- 2B. Saliceteae arenariae (Heft 6)
3. Saliceteae purpureae
4. Alnetea glutinosae
5. Quercio-Fagetea
 - 5.1. Quercion roboris (Heft 2)
6. Erico-Pinetea (Heft 1)
7. Vaccinio-Picetea
 - 7.1 Dicrano-Pinion (Heft 10)
8. Vaccinio uliginosi-Pineteae sylvestris
9. Betulo carpaticae-Alnetea viridis

Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands

Heft 10

Vaccinio-Piceetea (H7)
Beerstrauch-Nadelwälder

Teil 1: *Dicrano-Pinion*
Sand- und Silikat-Kiefernwälder

bearbeitet von
Thilo Heinken

Für die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft
und die Reinhold-Tüxen-Gesellschaft
herausgegeben von

Hartmut Dierschke

Göttingen 2008

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	3
II. Material und Methoden	5
III. Gliederung und Kurzdarstellung der Syntax	9
1. <i>Cladonio-Pinetum</i>	25
2. <i>Leucobryo-Pinetum</i>	37
3. <i>Empetro nigri-Pinetum</i>	48
4. <i>Peucedano-Pinetum</i>	51
5. <i>Weitere Gesellschaften</i>	60
5.1. <i>Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris</i> -Gesellschaft	60
5.2. <i>Cirsium arvense-Pinus sylvestris</i> -Gesellschaft	66
5.3. Gesellschaften unklarer Stellung und fragliche Gesellschaften	68
IV. Literatur	69
Anhang:	
Herkunft der Aufnahmen in den Vegetationstabellen	77
Häufigkeit der Assoziationen und Gesellschaften	81
Farbfotos	82

Die in lockerer Folge erscheinenden Einzelhefte umfassen ganze Vegetationsklassen oder größere Teile. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den jeweiligen Bearbeitern.

Die Heftreihe kann im Abonnement bezogen werden. Der Jahrespreis richtet sich nach Zahl und Umfang der in dem Jahr erscheinenden Hefte (+ Versandkosten).

Für Mitglieder der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft ist der Preis im Jahresbeitrag enthalten. Mitglieder der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft erhalten 50 % Rabatt. Einzelhefte sind nur in begrenzter Zahl zu höherem Preis verfügbar.

Selbstverlag der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft e.V.
Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen

Gesamtherstellung: Goltze Druck GmbH & Co. KG, Göttingen
ISSN 1433-8440

I. Einleitung

Vor allem im nordöstlichen Mitteleuropa sind Kiefernwälder des *Dicrano-Pinion* wichtige, regional sogar landschaftsprägende Bestandteile der Vegetation nährstoffarmer Sand- und Silikatböden und waren daher bereits seit den 1920er Jahren Gegenstand lokaler und regionaler Vegetationsuntersuchungen. Erste pflanzensoziologische Bearbeitungen erfolgten von JURASZEK (1928) und KOBENDZA (1930) in Zentralpolen, wenig später von HUECK (1931) in Brandenburg und STEFFEN (1931) im damaligen Ostpreußen. In der Folge entstanden in Nordost- und Süddeutschland zahlreiche Gebietsmonographien, in denen auch Sand- und Silikat-Kiefernwälder eine wichtige Rolle spielten (z. B. LIBBERT 1940, LUTZ 1950, KNAPP & ACKERMANN 1952, PASSARGE 1956a, 1957, FUKAREK 1961, HOHENESTER 1960). Die erste umfassende, auf einer großen Anzahl von Vegetationsaufnahmen aus dem östlichen Mitteleuropa und Skandinavien sowie dem Baltikum basierende Vegetationsübersicht legte MATUSZKIEWICZ (1962) vor. Später entstanden detaillierte, regionale Übersichten von HOFMANN (1964, Brandenburg), PASSARGE & HOFMANN (1968, nordostdeutsches Tiefland), SCHUBERT (1972, südlicher Teil Nordostdeutschlands), MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973, Polen), SEIBERT (1992, Süddeutschland), HEINKEN & ZIPPEL (1999, norddeutsches Tiefland), STORTELDER et al. (1999, Niederlande), BERG et al. (2004, Mecklenburg-Vorpommern) und WILLNER & GRABHERR (2007, Österreich). Es resultierten – je nach Methodik und Region – unterschiedliche Gliederungskonzepte, die bisher meist in den entsprechenden Regionen Anwendung fanden.

Die pflanzensoziologische Behandlung des *Dicrano-Pinion* ist untrennbar mit den frühen Erkenntnissen der Vegetationsgeschichte verbunden. Seit HESMER (1933) und FIRBAS (1949) ist bekannt, dass die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) in den küstenfernen Sandgebieten Nordostdeutschlands während des gesamten Postglazials im Gehölzpollenniederschlag dominierte und sich in einigen Regionen Süddeutschlands seit dem Boreal halten konnte, während sie in Nordwestdeutschland weitgehend reduziert wurde. Daraus wurde abgeleitet, dass ohne Einfluss des Menschen nur in kontinental geprägten bzw. trocken-warmen Klimaten auf sehr nährstoffarmen Standorten Kiefernwälder vorkommen, während in ozeanisch geprägten Klimaten diese Standorte ausschließlich von Laubwäldern besiedelt werden (u. a. SCAMONI 1988). Außerhalb des vermuteten natürlichen Kiefernareals wurden daher nur Kiefern-Forstgesellschaften beschrieben (u. a. MEISEL-JAHN 1955) oder reale Kiefernbestände mutmaßlichen potenziell-natürlichen Laubwaldgesellschaften zugeordnet (z. B. BOISELLE & OBERDORFER 1957), während innerhalb des Arealis vielfach auch Forsten Assoziationen zugerechnet wurden (s. aber HOFMANN 1964). Anfang der 1990er Jahre wurde klar, dass in Nordwestdeutschland neben Kiefernforsten auch spontan entstandene Kiefern-dominierte Anflugwälder verbreitet sind (u. a. LEUSCHNER 1994, HEINKEN 1995), die dem *Dicrano-Pinion* zugeordnet werden müssen. Zusammen mit der erweiterten Kenntnis über die Rolle der Kiefer in der Waldsukzession auf armen Sanden (u. a. SCAMONI 1988, LEUSCHNER 1994) und der bisher unbefriedigenden Abgrenzung von „Kiefernwäldern“ und „Kiefernforsten“ erforderte dies eine einheitliche syntaxonomische Neubearbeitung des *Dicrano-Pinion* für das gesamte norddeutsche Tiefland (HEINKEN & ZIPPEL 1999).

In der vorliegenden Synopsis wird nun erstmalig für ganz Deutschland eine einheitlich anwendbare, auf einer breiten Datengrundlage begründete syntaxonomische Bearbeitung der Sand- und Silikat-Kiefernwälder vorgelegt. Die in den Grundzügen bereits 2003 fertig gestellte und von HEINKEN (2007) vorgestellte Gliederung basiert auf einem breit angelegten Diskussionsprozess, an dem nordwest-, nordost- und süddeutsche Pflanzensoziologen beteiligt waren. Zwischenergebnisse wurden sukzessive innerhalb der von Prof. Dr. Anton Fischer geleiteten „Arbeitsgruppe Wald“ des Arbeitskreises Syntaxonomie der RTG erörtert, teils anlässlich der RTG-Tagungen in Hannover und Rinteln, teils in ausführlichem brieflichem Kontakt. Der Arbeitskreis für Syntaxonomie hofft, dass das in der Synopsis vorgelegte Gliederungskonzept des *Dicrano-Pinion* einschließlich der verwendeten Nomenklatur in ganz Deutschland, unabhängig von der Prägung durch verschiedene pflanzensoziologische Schulen, eine weite Akzeptanz findet.

Ein erstes Hauptziel war eine konsistente Definition des Verbandes durch eine klare, nachvollziehbare Abgrenzung zu anderen Waldgesellschaften bodensaurer Standorte bzw. zu anderen Kiefernwäldern in Deutschland. Neben der Fassung der Assoziationen bzw. Gesellschaften und der Vorgabe eines syntaxonomischen Rahmens legt diese Synopsis auch Schwerpunkte auf die standörtliche und geographische Gliederung der Gesellschaften, ersteres, um die praktische Anwendbarkeit für Biotopkartierungen anstelle regional definierter Forstgesellschaften zu fördern, letzteres, weil eine solche Betrachtung bisher so nicht möglich war. Lokale Besonderheiten treten dagegen, wie in den bisherigen Synopsen, zurück. Auf Typisierungen im Rahmen der Syntaxonomie wurde verzichtet; sie sind für den Verband und die meisten Assoziationen in den letzten Jahren bereits erfolgt (s. HEINKEN & ZIPPEL 1999, HUSOVÁ et al. 2002, DENGLER et al. 2004). Für Informationen zur Bioökologie und zu Pilzen sei auf BERG (2004), MÖLLER (2007) und HEINKEN (2008) verwiesen.

Zahlreiche Kolleginnen und Kollegen haben mir für die Bearbeitung nicht bzw. bisher nur in Form von Übersichtstabellen publizierte Vegetationsaufnahmen oder Daten in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Mein besonderer Dank gilt Dr. Uwe Amarell (Offenburg), Dr. Wolfgang Braun (Karlsfeld), Prof. Dr. Norbert Hölzel (Münster), Dr. Florian Jansen (Greifswald), Dr. Gunther Klemm (Berlin), Dr. habil. Heinz-Dieter Krausch (Potsdam), Dr. Volker Kummer (Potsdam), Prof. Dr. Georg Philippi (Karlsruhe), Holm Riebc (Bad Schandau), Prof. Dr. Dieter Rodi (Schwäbisch Gmünd), Prof. Dr. Rudolph Schubert (Halle), Dr. Walter Weiß (Erlangen), Prof. Dr. Otti Willmanns (Hinterzarten), Thomas Wolf (Karlsruhe) und Prof. Dr. Stefan Zerbe (Greifswald). Für die digitale Eingabe von Vegetationsdaten danke ich Cornelia Becker (Kassel), Dr. Petra Fischer (Göttingen) und Ines Schneider (Potsdam), für technische Unterstützung bei der Erstellung der Verbreitungskarten Ilka Mai (Potsdam). Für fachliche Hinweise, Literaturbeschaffung und Diskussionen danke ich ferner Dr. Christian Berg (Graz), Prof. Dr. Udo Bohn (Bonn), Prof. Dr. Milan Chytrý (České Budějovice), Prof. Dr. Anton Fischer (Freising), Bolko Haase (Elmstein), Dr. Wolfgang Licht (Mainz), Dr. Susanne Jahns (Wünsdorf), Dr. Volker Otte (Görlitz), Dr. Marcus Schmidt (Göttingen), Anna Šmídová (Průhonice), Dr. Ricarda Voigt (Luckenwalde), Dr. Alfred Wagner (Unterammergau) und Dr. Wolfgang Willner (Wien).

Die Reinhold- und Johanna-Tüxen-Stiftung finanzierte 2002 die digitale Dateneingabe mittel- und süddeutscher sowie erst nach 1999 entstandener norddeutscher Vegetationsaufnahmen; die Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft unterstützte das Vorhaben noch einmal 2008 (digitale Dateneingabe von Vegetationsaufnahmen aus Nachbarverbänden).

II. Material und Methoden

Material

Grundlage der Synopsis ist ein möglichst vollständiger und repräsentativer Querschnitt verfügbarer Vegetationsaufnahmen aus Deutschland. In die Bearbeitung gingen ausschließlich Einzelaufnahmen ein. Neben veröffentlichten wurden auch bisher unveröffentlichte Aufnahmen berücksichtigt (s. Anhang). Vor 1950 angefertigte Aufnahmen wurden nur bei Kiefernwäldern der vorpommerschen Ostseeküste (v. a. *Empetro nigri-Pinetum*) einbezogen, da hier wenig neues Material existiert; nach 2003 publizierte Vegetationsaufnahmen konnten nicht mehr berücksichtigt werden. Weitere Kriterien für die Verwendung von Aufnahmen waren eine möglichst vollständige Erfassung der Kryptogamen, die Aufnahme aller Vegetationsschichten und eine ausreichend große Aufnahmefläche ($\geq 100 \text{ m}^2$).

Unabhängig von ihrem Natürlichkeitsgrad gingen sämtliche Kiefernbestände in die Bearbeitung ein, da eine Abgrenzung natürlicher „Kiefernwälder“ von Kiefern-Anflugwäldern und künstlichen „Kiefernforsten“ von den einzelnen Autoren sehr uneinheitlich vorgenommen wurde und im Zusammenhang mit syntaxonomischen Fragen auch nicht zielführend ist (s. Kriterien für die Fassung von Assoziationen). Dementsprechend wurde die Auswahl auch nicht auf Bestände im vermuteten „natürlichen Kiefernareal“ beschränkt (s. Verbreitung). Insgesamt standen 3202 Vegetationsaufnahmen zur Verfügung; 2127 aus dem norddeutschen Tiefland und 1085 aus dem Hügel- und Bergland (zumeist Süddeutschland) (s. Anhang).

Für die Definition des *Dicrano-Pinion* im Vergleich zu benachbarten Syntaxa wurde auf eine repräsentative Auswahl von Vegetationsaufnahmen besonderer Wert gelegt: Zur Abgrenzung von anderen Kiefern-dominierten Waldgesellschaften in Deutschland wurde der Datensatz des *Dicrano-Pinion* mit der aktuellen Übersicht über die Moorwälder der *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* (Datensatz von WAGNER & WAGNER 2007; 1819 Vegetationsaufnahmen) sowie mit den Kalk-Kiefernwäldern der *Erico-Pinetea* (706 Aufnahmen, davon 353 aus den Alpen) verglichen (Tab. 1). Datengrundlage für letztere waren 620 Vegetationsaufnahmen aus HÖLZEL (1996) (Süddeutschland; ohne Inntal in Tirol und Übergangsgesellschaften zu den *Quercu-Fagetea*), ergänzt durch 86 Aufnahmen aus dem nördlichen Mittelgebirgsraum aus SCHMIDT (2000).

Zur Abgrenzung von anderen Waldgesellschaften bodensaurer Mineralböden in Deutschland wurde der Datensatz des *Dicrano-Pinion* außerdem mit den bodensauren Eichenmischwäldern des *Quercion roboris* (2130 Aufnahmen) sowie den Fichten- und Tannenwäldern des *Piceion abietis* (1827 Aufnahmen, davon 448 aus den Alpen) verglichen (Tab. 2). Datengrundlage für das *Quercion roboris* waren die Übersichtstabellen von HÄRDLTE et al. (1997; 2046 Aufnahmen). Ergänzt wurden sie durch 84 aktuelle Aufnahmen aus Brandenburg, dem Hauptverbreitungsgebiet des *Dicrano-Pinion* (HEINKEN n.p. 1997–2000). Datengrundlage für das *Piceion* im Mittelgebirgsraum waren die Übersichtstabellen in SEIBERT (1992; 1232 Aufnahmen), in den Bayerischen Alpen die BERGWALD-Datenbank (EWALD 1995). Ergänzt wurden 107 Aufnahmen aus dem nördlichen Mittelgebirgsraum sowie die Karpatenbirken- bzw. Fichtenblockwälder (40 Aufnahmen; Herkunft s. jeweils Anhang zu Tab. 2).

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Moose nach KOPERSKI et al. (2000) und die der Flechten nach SCHOLZ (2000). Einige kritische Sippen mussten aufgrund uneinheitlicher Bearbeitung in den verwendeten Vegetationsaufnahmen zusammengefasst werden. (s. Tab. 1–6).

Tabellenarbeit

Die tabellarische Verarbeitung aller Daten erfolgte mit dem Programm TABWIN 4 (PEPPERLER 1988, <http://www.uni-oldenburg.de/landeco/21346.html>). Sämtliche nicht zum *Dicrano-Pinion* zählenden Vegetationsaufnahmen wurden nach den von HEINKEN & ZIPPEL

(1999) genannten Kriterien aus den Originaltabellen entfernt. Zuvor war zunächst jede zweite Vegetationsaufnahme von AMARELL (2000) entnommen worden, da die dort bearbeiteten Naturräume sonst stark überrepräsentiert gewesen wären. Schließlich wurden alle verbliebenen Vegetationsaufnahmen zu einem Datensatz vereinigt, in dem das Verhältnis von Material aus dem norddeutschen Tiefland zum Hügel- und Bergland ca. 2 : 1 (1828 : 848 Aufnahmen) beträgt. Diese Relation dürfte etwa den Flächenverhältnissen von *Dicrano-Pinion*-Wäldern entsprechen, so dass die Großregionen relativ gleichmäßig im Datensatz repräsentiert sind.

Insgesamt ergaben sich sechs Assoziationen bzw. Gesellschaften, deren floristische Abgrenzung in einer Übersichtstabelle (Tab. 3) dargestellt ist. Diese Vegetationstypen wurden in Einzeltabellen genauer analysiert. Die weit verbreiteten Syntaxa wurden einheitlich für den gesamten Untersuchungsraum mehrdimensional untergliedert. In der edaphisch-syndynamischen Gliederung bildet die Nährstoffversorgung der Böden, die eng mit dem Sukzessionsstadium und dem Klima verbunden ist (s. HEINKEN & ZIPPEL 1999, HEINKEN 2007), den ersten Gliederungsstrang (= Subassoziationen), die Bodenfeuchte den zweiten (= Varianten). Bei der horizontal-regionalen Gliederung sind nur großräumig verbreitete Vikarianten unterschieden und dargestellt, die ebenso wie die Subassoziationen und Varianten nach floristischen Kriterien (Präsenz/Absenz) ermittelt wurden. In die übergeordneten Typen gingen alle Vegetationseinheiten nach der Zahl ihrer Aufnahmen gewichtet ein.

Syntaxonomie

Kriterien für Charakter- und Differenzialarten

Für die Festlegung von Charakter- und Differenzialarten und damit auch die Fassung der Assoziationen gelten im Grundsatz die bei BERGMIEER et al. (1991) und DIERSCHKE (1994) dargelegten Kriterien. Dabei wird die Gültigkeit der Charakterarten gemäß den Vorschlägen von DIERSCHKE (1994) auf Wald- und Strauchformationen beschränkt, ein Vorgehen, das inzwischen bei mitteleuropäischen Waldgesellschaften allgemein akzeptiert ist (HÄRDLE et al. 1997, BERG 2004, MAST 2007, WAGNER & WAGNER 2007).

Arten, die die o. g. Kriterien nur knapp erfüllten, wurden grundsätzlich auch einer Plausibilitätsprüfung (s. WAGNER & WAGNER 2007) unterzogen, um eine falsche Einstufung aufgrund einer Verzerrung im Aufnahmematerial auszuschließen. Als gute Charakter- und Differenzialarten werden zudem nur solche mit mindestens 10 % Stetigkeit gewertet. Für schwache Charakter- bzw. Differenzialarten gilt: (a) Sie erfüllen zwar die obigen Kriterien, sind aber in zumindest einer Assoziation bzw. Gesellschaft eines benachbarten Syntaxons mit vergleichbarer Stetigkeit vorhanden; oder (b) sie besitzen nur >5–10 % Stetigkeit, haben aber lediglich unwesentliche Vorkommen im benachbarten Syntaxon. Zusätzlich als Assoziationskennarten anerkannt wurden solche, die in einer in dieser Arbeit ausgeschiedenen Untereinheit (Subassoziation, Vikariante) mit mindestens 20 % Stetigkeit (Stetigkeitsklasse II) auftreten und von denen in anderen Waldgesellschaften keine nennenswerten Vorkommen bekannt sind (seltene Arten mit enger Standortamplitude). Als regionale Charakterarten wurden solche eingestuft, bei denen ein abweichendes Verhalten außerhalb von Deutschland vorliegt (Polen: MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973; Österreich: WILLNER & GRABHERR 2007).

Nochmals schärfere Kriterien wurden bei der Abgrenzung des *Dicrano-Pinion* von den *Erico-Pinetea* sowie von basenarmen und basenreichen *Dicrano-Pinion*-Wäldern angelegt (Tab. 3): Hier dürfen Charakter- und Differenzialarten keine Kenn- bzw. Trennart einer Assoziation bzw. Gesellschaft der benachbarten Gesellschaftsgruppe sein.

Kriterien für Assoziationen und Gesellschaften

Ein notwendiges Kriterium für die Abgrenzung einer Assoziation als Grundeinheit des pflanzensoziologischen Systems ist das Vorhandensein von mindestens einer Charakterart. Eine konsequente Anwendung dieses Prinzips (s. BERGMIEER et al. 1991) hat sehr weit gefasste Assoziationen zur Folge. Nicht durch eigene Charakterarten ausgezeichnete Typen

werden als „Gesellschaften“ bezeichnet und können als Basalgemeinschaften dem Verband zugeordnet werden. Eine Ausnahme bildet die Zentralassoziation im Sinne von DIERSCHKE (1981, 1994), die ökologisch-floristisch im Zentrum des Verbandes liegt und in der die Verbandskennarten gut vertreten sind. Nach BERGMEIER et al. (1991) könnte diese ebenfalls als Basalgemeinschaft des Verbandes aufgefasst werden.

Die genannten Kriterien beinhalten auch, dass nicht zwischen natürlichen bzw. naturnahen „Waldgesellschaften“ und außerhalb bzw. am Rande des syntaxonomischen Systems stehenden „Forstgesellschaften“ aus Baumarten, die in der natürlichen Waldgesellschaft des entsprechenden Standortes fehlen, unterschieden wird (s. auch BERG 2004). Für bodensaure Kiefernwälder wird dies bis heute praktiziert (u. a. MEISEL-JAHN 1955, HOFMANN 1964, 1997, SCHUBERT et al. 2001, ZERBE 1999, ZERBE et al. 2000) und wirkt bis in die amtlichen Kartierungsverfahren für Biotoptypen der Bundesländer bzw. die Definition von FFH-Lebensraumtypen hinein (FISCHER et al. 2009). Der Natürlichkeitsgrad von Kiefern-Altbeständen entzieht sich ohne genaue Kenntnisse der Forst- und Waldgeschichte jedoch häufig der Beurteilung (s. Verbreitung des *Dicrano-Pinion*), und die Artenzusammensetzung von „Kiefernwäldern“ und „Kiefernforsten“ unterscheidet sich häufig ebenfalls nicht (ausführliche Diskussion bei HEINKEN & ZIPPEL 1999 sowie HEINKEN 2007).

Nomenklatur

Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wird versucht, die Nomenklatur im Sinne des ICPN (International Code of Phytosociological Nomenclature, WEBER et al. 2000) zu revidieren, soweit dies mit vertretbarem Zeitaufwand möglich war. Dabei wird auch von der in der dritten Fassung des Codes vorgesehenen Verwendung von *nomina conservanda* (Vorschlag als *nomen conservandum propositum*) Gebrauch gemacht. Für Untereinheiten der Assoziationen werden die Nomenklaturregeln nicht zu Grunde gelegt.

Die Auflistung der Synonyme und inhaltlich verwandten Namen umfasst bei den Assoziationen bzw. Gesellschaften vorwiegend solche Namen, die für das Betrachtungsgebiet von Relevanz sind.

Erläuterungen zu den Tabellen

In den Tabellen sind nur Arten dargestellt, die in mindestens einer Spalte >20 % Stetigkeit (Stetigkeitsklasse II) erreichen. Wenn von diesem Grundsatz abgewichen wurde, ist dies im Fuß der Tabelle erläutert. Charakter- und Differenzialarten mit geringerer Stetigkeit werden im Text genannt. Bei der Abgrenzung der Verbände (Tab. 1–2) kamen aufgrund der hohen Zahl von Vegetationsaufnahmen prozentuale Stetigkeiten zur Darstellung, sonst römische Stetigkeitsklassen. In Kästchen bzw. in Fettdruck erscheinen Arten mit doppelter prozentualer Stetigkeit gegenüber benachbarten Syntaxa (s. Kriterien für Charakter- und Differenzialarten).

Folgende Abkürzungen werden in den Tabellen verwendet:

- A Assoziation
- V Verband
- O Ordnung
- K Klasse
- C Charakterart
- D Differenzialart (Verband, Assoziation oder Gesellschaft)
- d Differenzialart (edaphisch-syndynamische Untereinheit)
- Δ Differenzialart (Vikariante = geographische Untereinheit)
- () schwache Charakter-/ Differenzialart
- reg. regional (in Deutschland) gültige Charakterarten

Im Fall von in der Tabelle nicht unterschiedenen Arten:

[VC] *Hypnum cupressiforme* et *jutlandicum*: Charakterart ist *Hypnum jutlandicum*

[AC] *Viola canina* et *rivinana*: Charakterart ist *Viola canina*

Verbreitungskarten

Den Verbreitungskarten im Anhang wird die auf MEYNEN et al. (1953–1962) zurückgehende naturräumliche Gliederung zu Grunde gelegt, die auch im Zusammenhang mit dem europäischen Schutzgebietssystem „NATURA 2000“ verwendet wird (SSYMANK et al. 1998). Für jede naturräumliche Einheit ist die Zahl der in den Tabellen verarbeiteten Vegetationsaufnahmen dargestellt. Eine flächenbezogene Häufigkeitsabstufung wird damit nicht abgebildet, obwohl beide Größen sicher korreliert sind. Naturräume, aus denen keine Aufnahmen vorliegen, werden als „ohne Nachweis“ klassifiziert. Aufgrund von Datenlücken kann es durchaus sein, dass dort in einzelnen Fällen dennoch *Dicrano-Pinion*-Bestände vorkommen (für das *Cladonio-Pinetum* vgl. z. B. Verbreitungskarte in BALZER et al. 2004).

III. Gliederung und Kurzdarstellung der Syntaxa

Dicrano-Pinion (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.

Sand- und Silikat-Kiefernwälder (Tab. 1–3)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Pinetum Hueck 1931, *Pinion medioeuropaeum* Libbert 1933, *Dicrano-Pinetum* Preising et R. Knapp 1942, *Pinion sylvestris* (Libbert 1933) Oberd. 1957, *Vaccinio-Pinion* (Libbert 1933) PASSARGE & G. Hofmann 1968, *Cladonio-Pinion* PASSARGE & G. Hofmann 1968, *Pleurozio-Pinion* PASSARGE & G. Hofmann 1968, *Dicrano-Pinenion* Oberd. 1992.

Syntaxonomie und Nomenklatur

Erste Bearbeitungen von Kiefernwäldern des *Dicrano-Pinion* erfolgten von JURASZEK (1928) und KOBENDZA (1930) in Zentralpolen. Sie beschrieben nur einzelne Assoziationen, die allerdings teilweise noch heute Bestand haben. LIBBERT (1933) beschrieb dann mit dem illegitimen Namen *Pinion medioeuropaeum* einen Verband mit zwei Assoziationen, der die Kiefernwälder bodensaurer Standorte einschließlich der Kiefern-Moorwälder umfasste. Spätere Vorschläge zur Synsystematik von Sand- und Silikat-Kiefernwäldern stammen von BRAUN-BLANQUET et al. (1939), KNAPP (1942) und OBERDORFER (1957). Bei BRAUN-BLANQUET et al. (1939) bilden sie mit borealen Fichtenwäldern einen Unterverband in Fichtenwäldern des *Vaccinio-Piceion*. KNAPP (1942) fasst die Kiefernwälder des mittel- und ost-europäischen Tieflandes unter einer Haupt-Assoziation *Dicrano-Pinetum* (mit mehreren Gebiets-Assoziationen) zusammen und vereinigt sie mit den Karbonat-Trockenkiefernwäldern in einem Verband *Pinion sylvestris*. Bei OBERDORFER (1957) bildet ein *Pinion sylvestris* zusammen mit den Karbonat-Trockenkiefernwäldern (*Erico-Pinion*) eine Ordnung *Pinetalia*. Unstrittig war lediglich die Zuordnung zu den *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939.

Die erste auf Tabellenarbeit und zahlreichen Vegetationsaufnahmen basierende Vegetationsübersicht erfolgte durch MATUSZKIEWICZ (1962). Er beschrieb mit eindeutigem Bezug auf LIBBERT (1933) das *Dicrano-Pinion* als Verband bodensaurer Kiefernwälder einschließlich der Kiefern-Moorwälder innerhalb der Ordnung *Piceetalia abietis*. Sein neuer Name ist dem älteren, homotypischen und uneindeutigen *Pinion medioeuropaeum* LIBBERTS als nomen conservandum vorzuziehen (s. DENGLER et al. 2004) und in allen späteren, regionalen Vegetationsübersichten mit Ausnahme jener der „Eberswalder Schule“ (v. a. PASSARGE & HOFMANN 1968) unstrittig.

Ganz unterschiedlich wurden jedoch bis heute Einordnung und Abgrenzung des *Dicrano-Pinion* gehandhabt: SEIBERT (1992) bildete für die Kiefern-Moorwälder einen Unterverband *Piceo-Vaccinienion uliginosi*, wodurch das *Dicrano-Pinion* im hier gebrauchten Umfang zum Unterverband *Dicrano-Pinenion* wurde. Auf syntaxonomischen Vorschlägen von PASSARGE & HOFMANN (1968), DIERSCHKE (1994) und SCHUBERT et al. (1995) aufbauend, gliederten HEINKEN & ZIPPEL (1999) die Moorwälder ganz aus dem Verband aus. Heute ist allgemein akzeptiert, dass die Waldkiefern-Moorwälder zusammen mit den Birken- und Spirken-Moorwäldern in einer eigenen Klasse *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* Passarge et Hofmann 1968 vereinigt werden (WAGNER & WAGNER 2007, WILLNER & GRABHERR 2007). Die bis dahin syntaxonomisch nicht bearbeiteten montanen und im Allgemeinen Kiefern-freien Karpatenbirken-Blockwälder des *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae* Lohmeyer und Bohn 1972 bezog SEIBERT (1992) ins *Dicrano-Pin(en)ion* ein. Bei RENNWALD (2000) finden sich dann zwei Blockwald-Gesellschaften, von denen eine dem *Dicrano-Pinion* und eine dem *Piceion abietis* zugeordnet wird. Schließlich fügten POIT (1995), STORTELDER et al. (1999) und BERG (2004) dem *Dicrano-Pinion* Sand-Wacholdergebüsche (*Dicrano-Juni-*

peretum communis Barkman in Westhoff & Den Held 1969 bzw. *Vaccinio-Juniperetum communis* Passarge & G. Hofmann 1968) an, was nach floristischen Kriterien nachvollziehbar ist.

Anders als MATUSZKIEWICZ (1962) stellen OBERDORFER (1992a), POTT (1995) und SCHUBERT et al. (1995) die Pyrolaceen-reichen Kiefernwälder trockener, basenreicherer Sande in eine eigene Klasse *Pulsatillo-Pinetea sylvestris* (E. Schmid 1936) Oberd. in Oberd. et al. 1967 („Kiefern-Steppenwälder“). Solche Kiefernwälder stehen ökologisch zwischen den *Erico-Pinetea* und dem *Dicrano-Pinion*. In jüngerer Zeit wurde wiederholt betont, dass es in Deutschland keine Argumente für eine eigenständige Klasse gibt (HÖLZEL 1996, HEINKEN & ZIPPEL 1999, BERG 2004, FISCHER 2004, HEINKEN 2007). BERG (2004) eröffnet allerdings anhand weniger Aufnahmen für die „Waldsteppen-Kiefernwälder“ des östlichen Tieflandes einen eigenen Verband (*Festuco-Pinion sylvestris* Passarge & G. Hofmann 1968) neben dem *Dicrano-Pinion*. Die zuerst von SCHMID (1936) beschriebenen Inneralpinen Steppen-Kiefernwälder (*Ononido rotundifoliae-Pinetum* Br.-Bl. 1950) sind sicher ein eigenständiger Vegetationstyp. Ob sie einer eigenen Klasse angehören oder innerhalb der *Erico-Pinetea* als westalpisches Pendant dem ostalpinen *Erico-Pinion* gegenübergestellt werden können (HÖLZEL 1996), kann aber von Deutschland aus nicht beurteilt werden, da solche Wälder allenfalls in Anklängen auf Kalksandnen, vor allem in der Oberrheinebene vorhanden sind (s. Kap. 1.4). Für Österreich sehen WILLNER & GRABHERR (2007) das *Dicrano-Pinion* als Teil der – damit sehr weit gefassten – Klasse *Erico-Pinetea*, in der das *Ononido rotundifoliae-Pinion* neben dem *Erico-Pinion* Br.-Bl. 1939 einen weiteren eigenen Verband bildet. Mit der Vereinigung von Karbonat- und Silikat-Kiefernwäldern greifen sie damit vom Arealrand des *Dicrano-Pinion* her einen Vorschlag von OBERDORFER (1957) wieder auf.

Umfang, Abgrenzung und Gliederung

Der Verband *Dicrano-Pinion* (Ordnung: *Piceetalia abietis* Pawl. in Pawl. et al. 1928) umfasst deutschlandweit, also auch über das „natürliche Kiefernareal“ hinaus, alle mehr oder weniger bodensaurer, von der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) dominierten Wälder auf extrem trockenen bis (stau-)feuchten, nährstoffarmen Sand- und Silikatböden. Für die Zuordnung ist dabei nur die Artenzusammensetzung relevant, nicht aber Genese, Struktur und Nutzung der Bestände. Somit gehören auch kurzlebige Sukzessionsstadien und Forsten zum Verband. In der Synopsis entsprechen Umfang und syntaxonomische Stellung des Verbandes der Auffassung von HEINKEN & ZIPPEL (1999). Nicht zum *Dicrano-Pinion* gehören hier Wacholdergebüsche des *Dicrano-Juniperetum communis*, Kiefern-Moorwälder der *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* (s. u.) und montane Blockwälder des *Betulo carpaticae-Sorbetum* (s. Kap. 1.5.3). Weil Umfang und syntaxonomische Stellung des Verbandes umstritten sind, wird im Folgenden für Deutschland die floristische Abgrenzung einschließlich der Festlegung von Charakterarten neu erarbeitet und begründet.

a) Abgrenzung von anderen naturnahen Kiefernwäldern (Tab. 1)

Neben dem *Dicrano-Pinion* existieren naturnahe, von Kiefern dominierte Waldgesellschaften einerseits an der Nässegrenze des Waldes auf sauren, oligotrophen Standorten (Sumpfeidelbeeren-Moorbirken-Sumpfwälder der *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris*, WAGNER & WAGNER 2007), andererseits auf kalkreichem Gestein an der Trockengrenze des Waldes (Karbonat-Trockenkiefernwälder der *Erico-Pinetea* Horvat 1959, s. HÖLZEL 1996).

Die drei Standorttypen naturnaher Kiefernwaldgesellschaften (basenarm-nass, basenarm-trocken, kalkreich-trocken) kommen in der floristischen Abgrenzung der Syntaxa deutlich zum Ausdruck: Die Moorwälder der *Vaccinio uliginosi-Pinetea* – in vielen Regionen von *Betula pubescens* agg. oder *Pinus mugo* agg. dominiert – sind durch auch in waldfreien, oligotrophen Mooren der *Oxycocco-Sphagnetea* und *Scheuchzerio-Caricetea* wachsende Arten klar vom *Dicrano-Pinion* abgegrenzt (s. auch WAGNER & WAGNER 2007). Außer den in Tab. 1 enthaltenen Arten sind dies *Carex lasiocarpa*, *Carex rostrata*, *Dicranum bergeri*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum angustifolium*, *Ledum palustre*, *Lysimachia vulgaris*,

Sphagnum fallax und *S. rubellum* (C), sowie *Agrostis canina*, *Alnus glutinosa*, *Carex echinata*, *C. nigra*, *Salix aurita* und *Sphagnum fimbriatum* (D). Umgekehrt fehlen ihnen viele Arten des *Dicrano-Pinion*. Neben Arten in Tab. 1 und den Kennarten des *Dicrano-Pinion* sind dies auch *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum* agg., *Calamagrostis epigejos*, *Carex arenaria*, *Carpinus betulus*, *Cytisus scoparius*, *Epilobium angustifolium*, *Holcus mollis*, *Luzula campestris* agg., *L. pilosa*, *Moehringia trinervia*, *Mycelis muralis*, *Prunus serotina*, *Rubus fruticosus* agg., *R. idaeus* und *Teucrium scorodonia*.

Zahlreiche, oft nur regional verbreitete Kalk- und Trockenheitszeiger grenzen die Karbonat-Kiefernwälder der *Erico-Pinetea* vom *Dicrano-Pinion* ab (Tab. 1). Als weitere, in Tab. 1 nicht aufgeführte Kenn- und Trennarten seien hier nur diejenigen mit über 20 % Stetigkeit im deutschen Aufnahmestoffmaterial genannt: *Carex montana*, *C. sempervirens*, *Coronilla vaginalis*, *Scabiosa lucida*, *Teucrium montanum* und *Viola collina* (C), sowie *Amelanchier ovalis*, *Galium anisophyllum*, *G. boreale*, *Leontodon hispidus*, *Phyteuma orbiculare*, *Ranunculus polyanthemus* agg. und *Rhytidadelphus triquetrus* (D). Neben dem weitgehenden Fehlen von Säurezeigern (s. Tab. 1, dazu die o.g. Arten der *Agrostis capillaris*-Gruppe) spricht diese sehr umfangreiche Artengruppe klar gegen die von WILLNER & GRABHERR (2007) für Österreich vorgenommene Eingliederung des *Dicrano-Pinion* in die *Erico-Pinetea*. Letztlich gibt es kaum gemeinsame Arten mit den Karbonat-Trockenkiefernwäldern.

Dennoch greifen viele Arten von den *Erico-Pinetea* auf das *Dicrano-Pinion* über und bilden dort einen basenreichen Flügel, der überwiegend den *Pulsatillo-Pinetea* im Sinne von OBERDORFER (1992a) entspricht (Spalte 2b in Tab. 1). Neben den in Tab. 1 gelisteten Arten sind dies *Acer pseudoplatanus*, *Antennaria dioica*, *Asperula cynanchica*, *Berberis vulgaris*, *Carlina vulgaris*, *Convallaria majalis*, *Corylus avellana*, *Epipactis helleborine* agg., *Galium mollugo* agg., *G. pumilum*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Melica nutans*, *Orthilia secunda*, *Peucedanum oreoselinum*, *Rhamnus cathartica*, *Silene nutans* und *Solidago virgaurea*. Dieser basenreiche Flügel des *Dicrano-Pinion* („Kalksand-Kiefernwälder“) ist auch durch eine Reihe nur hier vorkommender Arten gekennzeichnet. Neben den in Tab. 1 enthaltenen Sippen sind dies *Agrostis vinealis*, *Chimaphila umbellata*, *Hypochaeris radicata*, *Moneses uniflora*, *Pyrola chlorantha*, *Thymus serpyllum* und *Viola rupestris* (C), sowie *Dactylis glomerata* agg., *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum*, *Poa pratensis* agg., *Rosa canina*, *Veronica chamaedrys* (D) und einige Stör- und Eutrophierungszeiger mit Schwerpunkt in der *Cirsium-Pinus*-Gesellschaft (s. Tab. 3).

Trotz dieser eigenständigen Stellung gibt es zumindest in Polen und Deutschland keine Klasse der „Kiefern-Steppenwälder“ (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, HEINKEN & ZIPPEL 1999, HEINKEN 2007), denn durch ihre Säurezeiger sind die Kiefernwälder basenreicherer Sandstandorte noch klar im *Dicrano-Pinion* verankert. Außerdem relativieren sich viele scheinbar klare Stetigkeitsunterschiede in Tab. 1, da die Arten mit Schwerpunkt auf basenreichen *Dicrano-Pinion*-Standorten auch in Gesellschaften bzw. Untereinheiten stark saurer Standorte häufig sein können (s. einzelne Syntaxa). Viele Unterschiede bestehen auch nur am westlichen Arealrand in Deutschland: In Polen sind etwa *Anthoxanthum odoratum*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium* und *Pteridium aquilinum* gleichermaßen in den Gesellschaften basenreicher wie basenarmer Standorte zu finden (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Auch ein eigener Verband *Festuco-Pinion sylvestris* Passarge & G. Hofmann 1968 innerhalb der *Piceetalia abietis* (BERG 2004) lässt sich nach dieser Analyse für die basenreicheren Standorte kaum begründen, denn über die genannten Argumente hinaus gibt es keine in allen Gesellschaften vertretene Kenn- oder Trennart der dann allein im *Dicrano-Pinion* verbleibenden basenarmen Standorte (s. Tab. 3).

b) Abgrenzung von bodensauren Eichenmischwäldern und Fichtenwäldern (Tab. 2)

Auch von den bodensauren Eichenwäldern des *Quercion roboris* Malcuit 1929 und den boreal-montanen Fichtenwäldern des *Piceion abietis* Pawłowski et al. 1928 ist das *Dicrano-Pinion* floristisch klar abgegrenzt: Das *Quercion roboris* bleibt trotz des weiten geographi-

Tab. 1: Übersicht *Pinus sylvestris*-reicher Syntaxa

- 1 *Vaccinio uliginosae*-*Pinetea* Passarge et G. Hofmann 1968
 2 *Dicrano Pinion* (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.
 2a *Gesellschaften basenarmer Standorte*
 2b *Gesellschaften basenreicher Standorte*
 3 *Erico-Pinetea* Horvat 1959

Einheit-Nr.	1	2a	2b	3
Zahl der Aufnahmen	1819	2427	249	706
Mittlere Artenzahl	21	17	32	40
<i>Pinus sylvestris</i>	35	100	100	100
C/D <i>Vaccinio-Pinetea</i>				
D	<i>Betula pubescens</i> s.l.	64	4	+
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	61	.	.
	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	50	.	.
	<i>Sphagnum magellanicum</i>	48	.	.
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	47	+	.
	<i>Aulacomnium palustre</i>	47	+	.
D	<i>Pinus mugo</i> agg.	38	.	7
	<i>Polytrichum strictum</i>	32	.	.
D	<i>Sphagnum recurvum</i> agg.	31	+	.
D	<i>Sphagnum palustre</i>	28	+	.
	<i>Andromeda polifolia</i>	25	.	.
	<i>Sphagnum capillifolium</i>	23	2	.
	<i>Sphagnum angustifolium</i>	24	.	.
D	<i>Polytrichum commune</i>	23	1	.
D	<i>Picea abies</i>	49	23	5
D	<i>Molinia caerulea</i> agg.	68	16	3
D	<i>Potentilla erecta</i>	16	4	5
D bodensaure Standorte				
	<i>Dryopteris carthusiana</i>	24	25	5
	<i>Leucobryum glaucum</i>	13	27	4
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	68	66	38
	<i>Calluna vulgaris</i>	44	52	41
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	36	28	14
	<i>Polytrichum formosum</i>	14	22	11
D gegen <i>Vaccinio-Pinetea</i>				
	<i>Scleropodium purum</i>	7	28	61
	<i>Festuca ovina</i> et <i>guestfalica</i>	+	19	60
	<i>Fagus sylvatica</i>	6	30	17
D basenarme <i>Dicrano-Pinion</i>-Standorte (zugleich C <i>Dicrano-Pinion</i>)				
	<i>Ptilidium ciliare</i>	2	25	2
C/D <i>Dicrano-Pinion</i>				
(D)	<i>Dicranum scoparium</i>	21	48	16
	<i>Dicranum polysetum</i>	9	48	20
D	<i>Pohlia nutans</i>	12	30	8
D	<i>Quercus petraea</i>	2	23	4
D	<i>Deschampsia flexuosa</i>	21	86	80
(D)	<i>Sorbus aucuparia</i>	21	42	51
D et C	<i>Hypnum cupressiforme</i> et <i>jutlandicum</i>	9	63	33
(D)	<i>Quercus robur</i>	16	40	47
D	<i>Betula pendula</i>	11	38	25
D	<i>Carex pilulifera</i>	+	21	20
()	<i>Rumex acetosella</i>	+	20	18
D basenreiche <i>Dicrano-Pinion</i>-Standorte (zugleich C/D <i>Dicrano-Pinion</i>)				
[reg.]	<i>Viola canina</i> et <i>riviniana</i>	.	4	52
D	<i>Veronica officinalis</i>	.	3	50
D	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	2	44
D	<i>Hypericum perforatum</i>	+	2	39
reg.	<i>Danthonia decumbens</i>	+	5	26
	<i>Plagiomnium affine</i> agg.	1	2	21
	<i>Carex ericetorum</i>	.	2	21
	<i>Asparagus officinalis</i>	.	+	20

Spalte	1	2a	2b	3
D basenreiche Standorte				
Hieracium pilosella	.	4	47	9
Crataegus monogyna	+	+	27	8
Taraxacum sect. Ruderalia	+	3	24	9
Hieracium umbellatum	+	2	23	8
Achillea millefolium	.	+	21	7
Hieracium murorum	+	3	29	56
Campanula rotundifolia	.	2	39	44
Euphorbia cyparissias	.	2	33	47
Fragaria vesca	+	2	52	24
Pimpinella saxifraga	.	+	23	41
Galium verum	.	+	17	29
Anthericum ramosum	.	.	10	64
Epipactis atrorubens	.	.	10	64
Polygonatum odoratum	.	+	10	34
C/D Erico-Pinetea				
D Sesleria albicans	+	.	.	80
Lotus corniculatus	+	+	3	65
D Polygala chamaebuxus	+	+	2	61
() Buphthalmum salicifolium	.	.	.	64
D Carex humilis	.	.	.	61
D Brachypodium pinnatum agg.	.	+	2	55
reg. Juniperus communis	4	6	9	42
D Carex flacca	+	+	2	50
D Calamagrostis varia	+	.	.	52
D Sorbus aria	+	+	+	50
D Hippocrepis comosa	.	.	.	48
D Tortella tortuosa	.	.	.	48
() Erica carnea	+	1	.	45
D Carduus defloratus	.	.	.	40
Prunella grandiflora	.	.	.	38
D Vincetoxicum hirundinaria	.	.	2	36
Leontodon incanus	.	.	.	37
Rhytidium rugosum	.	+	1	34
Gymnadenia conopsea	.	.	.	35
D Viola hirta	.	.	1	34
D Viburnum lantana	+	.	2	33
Thymus praecox	.	.	.	33
Cariina acaulis	.	.	.	32
Linum catharticum	+	.	4	27
D Teucrium chamaedrys	.	.	1	30
Scabiosa columbaria	.	.	1	29
Carex ornithopoda	.	.	.	27
D Laserpitium latifolium	.	.	.	27
Helianthemum nummularium	.	.	2	26
Sanguisorba minor	.	.	.	25
Anthyllis vulneraria	.	.	.	24
D Aster bellidiastrum	+	.	.	24
D Rubus saxatilis	+	+	1	23
Briza media	1	.	1	23
D Ctenidium molluscum	+	.	.	20
Koeleria pyramidata	.	.	.	20
Pulsatilla vulgaris	.	.	+	20
übrige Arten				
Pleurozium schreberi	49	79	65	34
Frangula alnus	44	33	32	28
Melampyrum pratense	19	19	37	15
Hylocomium splendens	19	12	15	32
Cladonia pyxidata agg. et spp.	15	24	1	13

Erico-Pinetea:

nur Arten mit insg. >40% und außerhalb der Alpen >20% Stetigkeit aufgeführt

Tab. 2: Übersicht bodensaurer Wälder auf Mineralboden (ohne Luzulo-Fagetum)

1 *Quercion roboris* Malcuit 1929

2 *Dicrano Pinion* (Libbert 1933) W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.

3 *Piceion abietis* Pawlowski et al. 1928

Einheit-Nr.		1	2	3
Zahl der Aufnahmen		2130	2676	1827
Mittlere Artenzahl		19	19	26
C/D <i>Quercion roboris</i>				
KC	<i>Quercus petraea</i>	70	20	3
()	<i>Melampyrum pratense</i>	43	21	14
OC	<i>Dicranella heteromalla</i>	30	11	11
OC	<i>Luzula luzuloides</i>	31	4	9
	<i>Teucrium scorodonia</i>	30	5	+
	<i>Holcus mollis</i>	29	6	1
KC	<i>Lonicera periclymenum</i>	28	6	1
KC	<i>Carpinus betulus</i>	21	5	+
D <i>Quercion roboris</i> & <i>Dicrano-Pinion</i>				
[VC]	<i>Hypnum cupressiforme et jutlandicum</i>	47	61	13
	<i>Calluna vulgaris</i>	29	51	9
	<i>Quercus robur</i>	42	42	3
	<i>Frangula alnus</i>	39	33	4
	<i>Betula pendula</i>	30	36	3
	<i>Carex pilulifera</i>	33	21	6
()	<i>Leucobryum glaucum</i>	22	25	9
	<i>Festuca ovina et guesifalica</i>	29	23	+
	<i>Rubus fruticosus</i> agg.	31	19	2
	<i>Pohlia nutans</i>	19	28	5
	<i>Agrostis capillaris</i>	23	18	3
	<i>Pteridium aquilinum</i>	27	13	5
	<i>Scleropodium purum</i>	13	31	1
C/D <i>Dicrano-Pinion</i>				
(D)	<i>Pinus sylvestris</i>	34	100	2
	<i>Dicranum polysetum</i>	6	45	4
	<i>Ptilidium ciliare</i>	+	23	4
()	<i>Rumex acetosella</i>	6	20	+
()	<i>Calamagrostis epigejos</i>	4	20	.
D <i>Dicrano-Pinion</i> & <i>Piceion abietis</i>				
KC	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	7	27	33
D <i>Quercion roboris</i> & <i>Piceion abietis</i>				
	<i>Polytrichum formosum</i>	52	21	74
	<i>Maianthemum bifolium</i>	22	6	23
	<i>Solidago virgaurea</i>	15	2	20
	<i>Oxalis acetosella</i>	20	8	53
C/D <i>Piceion abietis</i>				
KC	<i>Picea abies</i>	10	21	92
D	<i>Hylocomium splendens</i>	+	12	44
D	<i>Dryopteris dilatata</i>	13	11	32
[j]*	<i>Luzula sylvatica</i> s.l.	3	+	43
D	<i>Abies alba</i>	2	1	40
KC	<i>Rhytidadelphus loreus</i>	.	+	39
	<i>Calamagrostis villosa</i>	.	+	38
	<i>Bazzania trilobata</i>	.	2	33
	<i>Homogyne alpina</i>	.	.	33
D	<i>Athyrium filix-femina</i>	4	1	23
KC	<i>Lycopodium annotinum</i>	.	1	24
	<i>Blechnum spicant</i>	+	+	24
()	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	.	+	24
D	<i>Prenanthes purpurea</i>	1	.	20
D	<i>Polytrichum commune</i>	.	+	21
Übrige Arten:				
	<i>Deschampsia flexuosa</i>	88	86	51
KC	<i>Vaccinium myrtillus</i>	53	63	87
	<i>Dicranum scoparium</i>	41	45	77
	<i>Pleurozium schreberi</i>	27	78	38
	<i>Sorbus aucuparia</i>	54	43	54
	<i>Fagus sylvatica</i>	41	29	32
	<i>Dryopteris carthusiana</i>	21	23	34
	<i>Cladonia pyxidata</i> agg. et spp.	38	24	13
	<i>Luzula pilosa</i>	26	16	13
	<i>Molinia caerulea</i> agg.	22	15	7

*: C nur *Luzula sylvatica* subsp. *sieberi*

schen Überschneidungsbereichs mit dem *Dicrano-Pinion* durch zahlreiche atlantisch verbreitete, mesophile und Nadelstreu meidende Arten gekennzeichnet, während das *Dicrano-Pinion* durch Lichtzeiger bzw. Laubstreu meidende, oft keinesfalls auf kontinentale oder boreale Regionen beschränkte Arten gekennzeichnet ist. In Tab. 2 nicht aufgeführte Kenn- und Trennarten des *Quercion roboris* sind *Cytisus scoparius*, *Hieracium lachenalii*, *H. laevigatum*, *H. sabaudum* und *H. umbellatum* (C), *Anemone nemorosa*, *Convallaria majalis*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Milium effusum*, *Poa nemoralis* und *Stellaria holostea* (KC) sowie *Mnium hornum* (D).

Die in Mitteleuropa vorwiegend hochmontan bis subalpin verbreiteten Fichten- und Tannenwälder des *Piceion abietis* unterscheiden sich durch eine Vielzahl Feuchte liebender Kryptogamen und Phanerogamen mit meist borealer Verbreitungstendenz. In Tab. 2 nicht aufgeführte Kenn- und Trennarten des *Piceion abietis* sind: *Soldanella montana* und *Plagiothecium undulatum* (C), *Barbilophozia lycopodioides*, *Huperzia selago*, *Ptilium crista-castrensis* (KC) sowie *Deschampsia cespitosa* agg., *Oreopteris limbosperma*, *Plagiochila asplenoides*, *P. porelloides* und *Rhytidiadelphus triquetrus* (D). In den Alpen kommen eine Reihe weiterer Arten hinzu.

Das *Dicrano-Pinion* steht zumindest im zentralen Mitteleuropa mit vielen licht- und wärmebedürftigen Arten dem *Quercion roboris* floristisch näher als dem *Piceion abietis* (in Tab. 2 nicht genannte übergreifende Arten sind *Anthoxanthum odoratum* agg., *Campanula rotundifolia*, *Galeopsis tetrahit* agg., *Moehringia trinervia* und *Prunus serotina*). Dies entspricht der Tatsache, dass das *Dicrano-Pinion* das *Quercion roboris* in den Tieflagen des östlichen Mitteleuropa auf vergleichbaren Standorten zunehmend ersetzt (MATUSZKIEWICZ 1962). Mit dem *Piceion abietis* gibt es in Mitteleuropa dagegen über die in allen bodensauren Wäldern auf Mineralböden verbreiteten Arten hinaus nur wenige floristische Beziehungen. Manche in Deutschland gültige Trennarten des *Piceion abietis* (*Hylocomium splendens*, *Picea abies*, *Ptilidium crista-castrensis*) greifen jedoch in Polen ins *Dicrano-Pinion* über (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Im boreal-kontinentalen Klimabereich nivellieren sich somit manche Unterschiede, so dass es auch aus Sicht seines Gesamtareals kaum sinnvoll erscheint, das *Dicrano-Pinion* aus den *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 herauszulösen, wie jüngst von WILLNER & GRABHERR (2007) für Österreich durchgeführt.

c) Gliederung

Die für Deutschland herausgearbeiteten Kenn- und Trennarten des *Dicrano-Pinion* zeigt das Schema am Ende dieses Abschnitts. Die Charakterarten der Assoziationen sind dabei zugleich – aufgrund ihrer im Verband meist geringen Stetigkeit – schwache Verbandscharakterarten.

Zum *Dicrano-Pinion* gehören in Deutschland sechs Syntaxa (vier Assoziationen und zwei Gesellschaften): *Cladonio-Pinetum*, *Leucobryo-Pinetum*, *Empetro nigri-Pinetum*, *Peucedano-Pinetum*, sowie – im Schema nicht dargestellt – eine *Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris*- und eine *Cirsium arvense-Pinus sylvestris*-Gesellschaft (s. Tab. 3). Das *Empetro nigri-Pinetum* der Ostseeküste sowie das *Peucedano-Pinetum* und die *Cirsium-Pinus*-Gesellschaft kalkreicher Sande des Binnenlandes repräsentieren den basenreicheren, ökologisch und floristisch zu den *Erico-Pinetea* überleitenden Flügel des Verbandes. Charakteristisch für diese meist artenreichen Kiefernwälder basenreicher Sande ist eine Mischung von azidophytischen Arten der Nadelwälder mit basiphytischen Arten, die auch in Saum- und Trockenrasengesellschaften auftreten (s. OBERDORFER 1992a). Anders als die dem (extrem) basenarmen Flügel angehörenden Syntaxa *Cladonio-Pinetum*, *Leucobryo-Pinetum* und *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft fehlen die Gesellschaften des basenreichen Flügels in Nordwestdeutschland und weisen damit eine subkontinentale Verbreitungstendenz auf.

Dicrano-Pinion			
VC: <i>Calamagrostis epigejos</i> (schwach), <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Hypnum jutlandicum</i> , <i>Rumex acetosella</i> (schwach), <i>Viscum album</i> subsp. <i>austriacum</i> (regional)			
DV: <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Carex pilulifera</i> (schwach), <i>Festuca guestfalica</i> , <i>F. ovina</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Leucobryum glaucum</i> (schwach), <i>Moehringia trinervia</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pohlia nutans</i> , <i>Prunus serotina</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Scleropodium purum</i>			
Nur basenarme Standorte		Nur basenreiche Standorte	
VC: <i>Cladonia furcata</i> (schwach), <i>Cl. rangiferina</i> (schwach), <i>Ptilidium ciliare</i>		VC: <i>Asparagus officinalis</i> , <i>Chimaphila umbellata</i> , <i>Pyrola chlorantha</i>	
DV: <i>Pteridium aquilinum</i>		DV: <i>Campanula rotundifolia</i>	
Cladonio-Pinetum	Leucobryo-Pinetum	Empetro nigri-Pinetum	Peucedano-Pinetum
AC: <i>Cephaloziella divaricata</i> , <i>Cetraria aculeata</i> , <i>Cladonia arbuscula</i> (schwach), <i>Cl. cervicornis</i> subsp. <i>verticillata</i> , <i>Cl. ciliata</i> , <i>Cl. foliacea</i> , <i>Cl. glauca</i> , <i>Cl. gracilis</i> (schwach), <i>Cl. macilenta</i> , <i>Cl. pleurota</i> (schwach), <i>Cl. portentosa</i> , <i>Cl. phyllophora</i> , <i>Cl. subulata</i> , <i>Cl. uncialis</i> (schwach), <i>Cl. zopfii</i> , <i>Corynephorus canescens</i> , <i>Dicranum spuri-um</i> , <i>Festuca psammophila</i> , <i>Jasione montana</i> , <i>Polytrichum piliferum</i> , <i>Spergula morisonii</i>		AC: <i>Carex arenaria</i> (schwach), <i>Moneses uniflora</i> (regional), <i>Pyrola minor</i>	AC: <i>Carex ericetorum</i> (regional), <i>Danthonia decumbens</i> (regional), <i>Pulsatilla vernalis</i> , <i>Scabiosa canescens</i> (regional), <i>Thymus serpyllum</i> , <i>Viola canina</i> (regional), <i>V. rupestris</i>

Struktur und Artenverbindung

Durchweg handelt es sich beim *Dicrano-Pinion* um aus Lichtholzarten (neben *Pinus sylvestris* ggf. noch *Betula pendula* oder *B. pubescens*) aufgebaute Wälder mit nur geringen Anteilen stärker schattender Laub- und Nadelgehölze wie *Quercus robur*, *Qu. petraea*, *Fagus sylvatica* und *Picea abies*. In der Strauchschicht finden sich neben Verjüngung der Baumarten am häufigsten *Sorbus aucuparia* und *Frangula alnus*, *Juniperus communis* und in jüngerer Zeit besonders in Norddeutschland sowie im Rhein-Main-Gebiet auch *Prunus serotina*. Die sehr unterschiedlich entwickelte Krautschicht bestimmen säuretolerante und lichtliebende Zwergsträucher wie *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* und *Calluna vulgaris* bzw. Gräser wie *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina* agg. und *Agrostis capillaris*. Kennzeichnend ist schließlich eine dichte Kryptogamenschicht azidophiler Arten, vor allem *Pleurozium schreberi*, *Hypnum*- und *Dicranum*-Arten („Moos-Kiefernwälder“); teilweise treten auch Strauchflechten (insbes. *Cladonia*-Arten) stark hervor.

Als Verbandscharakterarten des *Dicrano-Pinion* können *Asparagus officinalis*, *Calamagrostis epigejos*, *Chimaphila umbellata**, *Cladonia furcata**, *Cl. rangiferina**, *Dicranum polysetum*, *Hypnum jutlandicum*, *Ptilidium ciliare*, *Pyrola chlorantha**, *Rumex acetosella* und *Viscum album* subsp. *austriacum** gelten. Dazu kommen die Charakterarten der einzelnen Assoziationen (s. dort) sowie die im obigen Schema aufgeführten Verbandstrennarten gegen

das *Piceion abietis* (s. auch Tab. 2). Moose sind die am weitesten verbreiteten Verbandscharakterarten (Tab. 3). Die mit * markierten Arten sind dagegen im ausgewerteten Aufnahme-material aus Deutschland relativ selten und daher nicht in Tabelle 2 aufgeführt. Mit dem *Piceion abietis* hat das *Dicrano-Pinion* die Klassenkennarten *Trienalis europaea**, *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea* gemeinsam. *Calamagrostis epigejos* und *Rumex acetosella* sind schwache Verbandscharakterarten, weil sie regional (in Nordostdeutschland) ins *Quercion roboris* übergreifen. *Cladonia arbuscula*, *Cl. furcata* subsp. *furcata*, *Cl. gracilis* und *Cl. rangiferina* können ebenfalls nur als relativ schwache Verbandscharakterarten gelten, da sie auch in den zum *Piceion abietis* zählenden Blockwäldern des *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae* höchstet auftreten. *Viscum album* subsp. *austriacum* kann nur für Deutschland als Charakterart gewertet werden, da es in Österreich auch in den *Erico-Pineteta* vorkommt (HÖLZEL 1996, WILLNER & GRABHERR 2007). Bei den Verbandtrennarten gegen das *Piceion abietis* ist zu beachten, dass *Carex pilulifera* und *Leucobryum glaucum* auch im *Vaccinio-Abietetum* häufig sind und *Anthoxanthum odoratum* agg., *Campanula rotundifolia*, *Moehringia trinervia* sowie *Prunus serotina* eine relativ geringe Stetigkeit im *Dicrano-Pinion* aufweisen. Zu den einzelnen Assoziationscharakterarten s. dort.

Ökologie

Sand- und Silikat-Kiefernwälder des *Dicrano-Pinion* kommen fast ausschließlich auf nährstoffarmen Lockersanden und Verwitterungsböden quarzreicher Gesteine vor. Die Substrate sind in der Regel schluff- und tonarm, teilweise auch grobsandig oder kiesig mit entsprechend geringem Wasserspeichervermögen. Im norddeutschen Tiefland stocken *Dicrano-Pinion*-Wälder ganz überwiegend auf pleistozänen Sandern und Talsanden sowie holozänen Flugsand- und Dünenbildungen (HEINKEN & ZIPPEL 1999). Sandige Grund- und Endmoränen sowie Geschiebedecksande werden ebenfalls besiedelt. Im Hügel- und Bergland sind Sandsteine des Keupers, der Trias (Buntsandstein) und der Kreide das wichtigste Substrat (JUNG 1960, ZEIDLER & STRAUB 1967, MARSTALLER 1985, ZERBE 1999, BRUNNER 2006). Häufig wurden auch ihre Verwitterungsprodukte zu Flugsandanwehungen oder Dünen umgelagert. Weitere wichtige Substrate im Hügel- und Bergland sind pleistozäne, ebenfalls oft holozän noch umgelagerte bzw. zu Dünen aufgewehrte Kalkflugsande (PHILIPPI 1970, KORNECK 1987) und tertiäre Sande (MARSTALLER 1985, WALENTOWSKI et al. 1994). Schließlich stocken Kiefernwälder des *Dicrano-Pinion* auch auf Verwitterungs- bzw. Felsböden aus Granit, Gneis, Phyllit, Glimmerschiefer oder Quarzit (AUGUSTIN 1991, WALENTOWSKI et al. 2004, RÜTHER 2003).

Den Ausgangsgesteinen entsprechend weisen die Böden fast durchweg eine geringe Kationenaustauschkapazität (z. B. HEINKEN 1995) und somit schlechte Nährstoffversorgung auf. Stark saure Oberböden mit pH (H₂O)-Werten um oder unter 4 sind die Regel (WALENTOWSKI et al. 1994, HEINKEN 1995). Auf kalkreichen Ausgangssubstraten (Küstendünen und Kalksande im Binnenland) werden auch pH(H₂O)-Werte bis knapp 7 im Oberboden erreicht (PHILIPPI 1970, KORNECK 1987). Bevorzugt besiedeln Sand- und Silikat-Kiefernwälder trockene bis sehr trockene Standorte. Vor allem im stark sauren Bereich spielen aber auch frische, unter Grund- oder Stauwassereinfluss feuchte Standorte eine Rolle. Der Basen- und Feuchtebereich des *Dicrano-Pinion* von der Trockengrenze des Waldwuchses bis zu mittleren Standortsbedingungen ist in einem Ökogramm bei HEINKEN (2007) dargestellt.

Die wichtigsten Bodentypen sind Podsol-Ranker (HEINKEN & ZIPPEL 1999), Braunerde-Ranker (BRUNNER 2006) und stark podsolierte Braunerden bzw. Podsol-Braunerden (u. a. ZEIDLER & STRAUB 1967, HEINKEN & ZIPPEL 1999). In atlantischen Regionen (Nordwestdeutschland und im Ostseeküstenbereich) sind auch ausgeprägte Eisen-Humus-Podsole mit Ortsteinbildung häufig (FUKAREK 1961, HEINKEN 1995). Außerdem kommen unter Grundwassereinfluss Gley-Podsole bzw. Podsol-Gleye (vgl. HOFMANN 1968, KRAUSCH 1970) sowie unter Stauwassereinfluss Pseudogley-Braunerden bzw. podsolierte Pseudogleye (ZEIDLER & STRAUB 1967, BRUNNER 2006) vor. Auf den kalkreichsten Standorten sind Sand-Pararendzinen typisch (PHILIPPI 1970).

Je nach Sukzessionsstadium (s. Dynamik) bzw. Produktivität der Standorte sind gering entwickelte, oft schwer von Wasser benetzbare Humusauflagen aus teilweise wenig zersetzte Kiefernstreu (Hagerhumus oder Trockenmoder) oder aber mächtigere und stärker zersetzte Auflagen aus feinhumusreichem bis rohhumusartigem Moder charakteristisch (HOFMANN 1968, HEINKEN 1995, RÜTHER 2003). Rohhumusbildungen sind auf feuchte Standorte beschränkt (u. a. ZEIDLER & STRAUB 1967). Dabei ist die Humusakkumulation im niederschlagsreichen Klima Nordwest- und Süddeutschlands deutlich stärker als unter trockenen Bedingungen etwa des nordostdeutschen Binnenlandes (s. auch SCHUBERT et al. 1995), und auf feuchten Standorten wesentlich ausgeprägter als auf trockenen wie Dünenkuppen und exponierten Oberhängen, Felsrippen und -kanten. Auch die Streuauflagen sind in der Regel stark sauer (pH (H₂O)-Werten ca. 4,0); auf kalkreichen Sanden liegen sie meist zwischen 4,5 und 6,0 (PHILIPPI 1970, KORNECK 1987, AMARELL 2000). Kennzeichnend sind ferner sehr weite C/N-Verhältnisse (HEINKEN 1995) und – außerhalb von Immissionsgebieten – eine daraus resultierende schlechte Stickstoffversorgung.

Der Wuchsbereich des *Dicrano-Pinion* umfasst in Deutschland ein weites Klimaspektrum. Optimal entwickelt sind die Wälder unter subkontinentalen, trockenen Bedingungen mit Julitemperatur über 18 °C und Jahresniederschlägen unter 600 mm, wo konkurrierende Baumarten keine optimalen Bedingungen vorfinden. Der Verband fehlt weitgehend in ausgesprochen kühl-feuchten Klimaten und tritt daher in der montanen Stufe nur selten auf.

Dynamik

Kiefernbestände des *Dicrano-Pinion* sind als natürliche Schlusswaldgesellschaft nur sehr kleinflächig auf extrem trockenen und nährstoffarmen Standorten wie Dünen- oder Endmoränenkuppen und Sandstein- oder Quarzitfelsen in subkontinental beeinflusstem Klima zu erwarten. Auf solchen Standorten gibt es keine nennenswerte Vegetationsdynamik. Als lichtliebendes, aber konkurrenzschwaches Pioniergehölz in Sukzessions- und Degradationsstadien hat *Pinus sylvestris* jedoch ein weit über diese Extremstandorte hinausreichendes standörtliches Spektrum und tritt nach Waldbränden, Übernutzung (insbesondere Streunutzung), Waldweide und Samenflug im Offenland auf basenarmen Trocken- und Feuchtstandorten des *Quercion roboris* auf, und auch potenzielle Buchenstandorte werden großflächig von Kiefernwäldern des *Dicrano-Pinion* besiedelt (s. HEINKEN 1995, 2007). Eine sinnvolle, exakte Abgrenzung der Sukzessions- und Degradationsstadien von Schlusswaldgesellschaften ist weder floristisch noch standörtlich möglich, und die heutigen Kiefernwälder und ihre Dynamik können nicht ohne Kenntnis der Vegetations- und Nutzungsgeschichte verstanden werden (s. Verbreitung).

Als Ersatzgesellschaften potenziell natürlicher bodensaurer Laubwälder gehen die weit verbreiteten, als Degradationsstadien anzusehenden Bestände des *Dicrano-Pinion* mit zunehmender Humusakkumulation in subkontinental-trockenen Klimaten vor allem in Eichenmischwäldern des *Quercion roboris* (z. B. HEINKEN & ZIPPEL 1999) und in subatlantisch-feuchten bzw. submontanen Klimaten direkt in Buchenmischwäldern des *Luzulo-Fagion* (z. B. STIERSDORFER 1996, RÜTHER 2003) über. Diese Sukzession wird teilweise durch Waldumbaumaßnahmen (Unterbau von Eichen und Buchen, s. z. B. DENNER & SCHMIDT 2008) unterstützt. Außerdem zählen viele jüngere Kiefern- oder Birken-Kiefern-Anflugwälder auf ehemaligen Freiflächen zum *Dicrano-Pinion*. Im niedersächsischen Tiefland sind dies meist frühere Sand-Heiden des *Genistion pilosae* (s. HEINKEN 1995), im nordostdeutschen Tiefland vor allem Sandtrockenrasen des *Corynephorion* und fragmentarische *Calluna*-Heiden (z. B. auf Truppenübungsplätzen). Pionierwälder des *Dicrano-Pinion* können auch auf basenreichen Sandtrockenrasen der *Festuco-Sedetalia*, Felsrasen der *Sedo-Scleranthetalia*, Küstendünen, Borstgrasrasen des *Violion caninae*, Schlagfluren des *Epilobion angustifolii* und Feuchtweiden des *Ericion tetralicis* entstehen. Seit einigen Jahrzehnten ist die Vegetationsdynamik im *Dicrano-Pinion* stark durch Stickstoff- und lokal auch durch Kalkstaub-Immissionen oder forstliche Kalkungsmaßnahmen beeinflusst. Dies betrifft sowohl die Veränderung der Kiefernwald-Gesellschaften, als auch die Sukzession zu Laubwäldern (s. einzelne Syntaxa).

Verbreitung

Das natürliche Areal der Waldkiefer (s. JALAS & SUOMINEN 1988) lässt sich durch die starke Pollenproduktion und den Fernflug von Pollen nur grob umreißen; lokale Vorkommen sind besonders an der Arealgrenze nur durch Großrestfunde nachzuweisen (LANG 1994). Allgemein hat sich heute als Ergebnis vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen die Auffassung durchgesetzt, dass das geschlossene natürliche Verbreitungsgebiet von Kiefernwäldern des *Dicrano-Pinion* in Deutschland nur den Nordosten umfasst und sonst nur in Süddeutschland größere inselartige Vorkommen existieren. Vor allem in den küstenfernen Sandgebieten Nordostdeutschlands war *Pinus sylvestris* während des gesamten Postglazials stark präsent (Übersicht in HEINKEN & ZIPPEL 1999) und auf den Strandwall- und Düncensystemen der Ostseeküste ebenfalls durchweg vertreten (ENDTMANN 2004). Allerdings sind auch aus ozeanischer geprägten Regionen Norddeutschlands kleinflächige Reliktorkommen auf Extremstandorten wie Dünen und Hochmoorrändern belegt, z. B. in der Lüneburger Heide und der Senne (s. HEINKEN & ZIPPEL 1999). In Gebieten mit heutigen Vorkommen des *Dicrano-Pinion* in Süddeutschland ist *Pinus sylvestris* nach palynologischen, archäobotanischen oder archivalischen Befunden mit Sicherheit im Mittelfränkischen Becken (Nürnberger Reichswald: OTT-ESCHKE 1952) und in der Oberpfalz (AUGUSTIN 1991) nennenswert am Aufbau der Waldbestände beteiligt gewesen. Auf Extremstandorten wie Felsriffen, Dünen oder Hochmoorrändern war sie auch im Bayerischen Wald (RÜTHER 2003), Unterbayerischen Hügelland (KORTFUNKE 1992), mittleren Maingebiet (ZEIDLER & STRAUB 1967), nördlichen Oberrheinischen Tiefland (ROTHSCHILD 1936, HÖLZER & HÖLZER 1994), Südost-Schwarzwald (LUDEMANN et al. 2004) und Pfälzer Wald (MÜNCH & KÜNKELE 1923, BOISELLE & OBERDORFER 1957) zumindest bis ins Mittelalter durchgehend vorhanden, während sie z. B. im Spessart wohl nicht heimisch ist (ZERBE 1999).

Bedingt durch devastierende Holznutzung und Waldweide, vor allem aber die verstärkt vom 18. bis weit ins 20. Jahrhundert betriebene Streu- und Plaggennutzung gelangte die Kiefer – ausgehend von reliktsichen Vorkommen – seit dem Mittelalter in allen von Sanden und vielen von Sandsteinen geprägten Regionen Mitteleuropas zur Vorherrschaft (Übersicht für Norddeutschland in HEINKEN & ZIPPEL 1999; Süddeutschland: MÜNCH & KÜNKELE 1923, RÜTHER 2003, BRUNNER 2006). Humus- und Nährstoffentzug, Unterbindung der Laubholzverjüngung oder der vollständige Verlust der Waldbedeckung mit oft folgender Sandverwehung waren dafür die Grundlage. Die Ursprünge des Kiefernbaus gehen im Nürnberger Reichswald bis ins 14. Jahrhundert zurück (BRUNNER 2006), im Rhein-Main-Tiefland bis ins 15. (STREITZ 1967) und im nördlichen Oberrheinischen Tiefland und Pfälzer Wald bis ins 16. Jahrhundert (PHILIPPI 1970, MÜNCH & KÜNKELE 1923). Großflächige Kiefernforsten entstanden meist erst im 18. Jahrhundert. In Norddeutschland vollzog sich diese Entwicklung etwa simultan: Während Anfänge des Anbaus im 17. Jahrhundert zu verzeichnen sind, wurden großflächige Kiefernforsten vor allem im 18. und 19. Jahrhundert angelegt (s. HEINKEN & ZIPPEL 1999). Neben den Aufforstungen kam es – auch abseits von ursprünglichen Kiefernorkommen – überall zur spontanen Kiefern-Ausbreitung durch Samenflug, insbesondere auf nicht mehr beweideten Sandheiden und offenen Binnendünen (u. a. SCAMONI 1988, BUSHART et al. 1994, LEUSCHNER 1994, HEINKEN 1995, WOLF 1995). Auf diese Weise sind vermutlich mehrere tausend Quadratkilometer heutiger Kiefernbestände entstanden. Die meisten wurden später in forstliche Nutzung genommen und glichen sich so in ihrer Struktur gepflanzten Beständen an. Damit lässt sich im Wuchsbereich des *Dicrano-Pinion* die Trennung von „natürlichen Kiefernwäldern“ und außerhalb des pflanzensoziologischen Systems gestellten „Kiefernforstgesellschaften“ nicht aufrecht erhalten (s. auch Kap. II: Syntaxonomie).

Mit der konsequenten Anwendung einer allein auf der Artenzusammensetzung der Bestände beruhenden Syntaxonomie muss die von MATUSZKIEWICZ (1962) begründete Auffassung des *Dicrano-Pinion* als boreal-kontinental verbreitete Vegetationseinheit und somit als Parallele zum ozeanisch verbreiteten *Quercion roboris* relativiert und das Areal des Verbandes weit nach Westen ausgeweitet werden (s. auch HEINKEN & ZIPPEL 1999, STORTELDER

et al. 1999). Gültig an MATUSZKIEWICZs Diagnose bleibt, dass das Arealzentrum in den mehr oder weniger Fichten-freien, relativ trockenen und sommerwarmen Gebieten des östlichen Mittel- und Osteuropas (nordostdeutsche und polnische Tiefebene zumindest bis zum Baltikum und Weißrussland) liegt. Im Verbreitungsareal der Fichte, sowohl im borealen wie im submontanen Teilgebiet, werden die Kiefernwälder auf die extremen Standorte zurückgedrängt (MATUSZKIEWICZ 1962); Ähnliches gilt für das Areal bodensaurer Eichenmischwälder bzw. Buchenwälder. Je humider bzw. atlantischer das Klima ist, desto mehr werden die Wälder des *Dicrano-Pinion* – unter zunehmender Begrenzung ihres standörtlichen Spektrums – zu kurzlebigen Sukzessionsstadien, während Wälder des *Quercion roboris*, des *Piceion abietis* und vor allem des *Luzulo-Fagion* auf praktisch allen Standorten die Schlusswaldgesellschaft bilden (LEUSCHNER 1994, HEINKEN 1995, HEINKEN & ZIPPEL 1999).

In der nemoralen und boreo-nemoralen Zone Skandinaviens sind Wälder des *Dicrano-Pinion* mit Ausnahme der extrem humiden Regionen in Norwegen weit verbreitet (MATUSZKIEWICZ 1962, KIELLAND-LUND 1967, DIERSEN 1996), während die borealen Kiefernwälder mit subarktischen Arten (*Phyllodoce-Vaccinion*) und die natürlichen Kiefernwälder in den niederschlagsreichen Bergregionen Schottlands u. a. mit *Blechnum spicant*, *Plagiothecium undulatum* und *Rhytidiadelphus loreus* (s. RODWELL 1991) wohl nicht zum *Dicrano-Pinion* zählen. Westlich reicht das Areal bis in die Niederlande (STORTELDER et al. 1999), südwestlich zumindest bis in den Pfälzer Wald und die angrenzenden Nordvogesen (MULLER 1992). Im Süden kommen Bestände des *Dicrano-Pinion* bis in die montane Stufe des Alpenraums vor (Bernser Oberland, Reußtal und Tessin: ELLENBERG & KLÖTZLI 1972, SOMMERHALDER 1992, Südtirol: PEER 1993, Steiermark und Kärnten: EICHBERGER et al. 2004, WILLNER & GRABHERR 2007). Die südöstliche Arealgrenze verläuft offenbar über die Böhmisches Masse in Österreich (WILLNER & GRABHERR 2007), den Böhmerwald, Nordböhmen und Mähren in Tschechien (HUSOVÁ et al. 2002) und die südwestliche Slowakei (RUŽI KA 1964) nach Südpolen. Vermutlich reicht das Areal des *Dicrano-Pinion* im Osten weit nach Russland hinein, doch sind Daten für eine abschließende Beurteilung nicht vorhanden bzw. nicht zugänglich. So sind aus eigener Anschauung Bestände vom Typ des *Leucobryo-Pinetum* in hochmontan-niederschlagsarmer Lage im Nordkaukasus (Elbrus-Region bei Terskol) bekannt, und es ist nicht auszuschließen, dass selbst Pyrolaccen- oder flechtenreiche Kiefernwälder auf sandigen pleistozänen Flusserassen bzw. Dünenzügen des Ob und Tom in Südwest-Sibirien noch zum *Dicrano-Pinion* gezählt werden können.

Da Kiefernwälder des *Dicrano-Pinion* im norddeutschen Tiefland nur auf Sandböden (glazifluviale Sande, Talsande, Dünen, seltener sandige End- und Grundmoränen) vorkommen, spielen sie nicht in allen Naturräumen eine Rolle (s. Abb. 1 im Anhang). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im Altmoränengebiet (Lüneburger Heide, Weser-Aller-Flachland, Altmark, Elbtal, Fläming und Lausitz), im Bereich des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Vereisung (Mittel- und Ostbrandenburg) und in der Mecklenburgischen Seenplatte. Dagegen fehlen sie weitestgehend im Niederrheinischen Tiefland, im Nordseeküstengebiet, im Schleswig-Holsteinischen Hügelland und in Mecklenburg zwischen der Vorpommerschen Küste und der Mecklenburgischen Seenplatte. Aus einigen Naturräumen mit zu erwartenden Vorkommen (Schleswig-Holsteinische Geest, Ostmünsterland: Senne) liegen bisher keine Vegetationsaufnahmen vor. Im Hügel- und Bergland sind die Vorkommen isolierter und beschränken sich ganz überwiegend auf Gebiete mit Lockersanden oder schluffarmen Sandsteinen unterschiedlicher Provenienz. Die großflächigsten Vorkommen liegen im Fränkischen Keuper-Lias-Landes und den östlich angrenzenden Regionen Bayerns (Oberpfälzisches-Obermainisches Hügelland, tiefere Lagen des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes). Auch im Odenwald, auf den Mainfränkischen Platten und im nördlichen Unterbayerischen Hügelland existieren größere Vorkommen. Ein weiteres Verbreitungszentrum liegt in Südwestdeutschland (nördliches Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland und Pfälzer Wald). Im nördlichen Mittelgebirgsraum sind *Dicrano-Pinion*-Wälder offenbar weitgehend auf das Ostthüringer Buntsandsteingebiet und das Sächsisch-Böhmische Kreidesandsteingebiet beschränkt.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die meisten Kiefernwälder in Deutschland gehören zum *Dicrano-Pinion*. Nach Angaben der Bundeswaldinventur (BMVEL 2004) machen Kiefernbestände 23,3% der deutschen Waldfläche aus, wobei der maximale Anteil mit 71,5 % im Bundesland Brandenburg erreicht wird. In vielen walddreichen Regionen (Mittel- und Südbrandenburg, Altmark, Lüneburger Heide, Raum Nürnberg, Pfälzer Wald) herrschen Sand- und Silikat-Kiefernwälder absolut vor. Entsprechend groß ist ihre wirtschaftliche Bedeutung, denn Kiefernholz macht rund 20 % des Gesamtvorrats und Holzeinschlags in Deutschland aus (BMVEL 2004). Es wird in der Säge- und Holzwerkstoffindustrie als Konstruktions-, Spanplatten- und Möbelholz etc. vielseitig verwendet und hat auch für die energetische Nutzung eine große Relevanz (SCHÜTT & STIMM 2006, GOTTLÖB 2008); Holznachfrage und -einschlag sind im letzten Jahrzehnt stark angestiegen (GOTTLÖB 2008). Ehemals spielte die Streunutzung im *Dicrano-Pinion* eine gewichtige Rolle (s. Dynamik und einzelne Gesellschaften). Bis Anfang der 1990er Jahre war in Nordostdeutschland auch die Kiefernharznutzung als Grundstoff für die Herstellung von Lacken und Anstreichmitteln, Leimen, Lineoleum etc. eine wichtige Verwendungsform (SCHÜTT & STIMM 2006). Die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften unterscheidet sich jedoch sehr stark (s. u.).

Naturschutz

Schutzwürdigkeit und Gefährdung der einzelnen Gesellschaften sind sehr unterschiedlich (s. RENNWALD et al. 2000) und verhalten sich reziprok zu ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. Sie werden daher zusammen mit den Pflegemaßnahmen bei den einzelnen Syntaxa beschrieben. Ein generelles Problem aus Sicht des Naturschutzes ist wie bei vielen anderen Waldgesellschaften der geringe Anteil von Altbeständen (über 120 Jahre) (BMVEL 2004) und ein entsprechender Mangel an späten Waldentwicklungsphasen (späte Optimalphase, Alters- und Zerfallsphase) mit entsprechenden Alt- und Totholzanteilen. Insbesondere naturnah strukturierte, teilweise nicht forstlich begründete Bestände (s. Abb. 2, 5 und 8) sollten grundsätzlich besonders im Fokus des Naturschutzes stehen.

Literatur

AMARELL (2000), AUGUSTIN (1991), BERG (2004), BRAUN-BLANQUET et al. (1939), BRUNNER (2006), BUSHART et al. (1994), DIERSSEN (1996), EICHBERGER et al. (2004), ELLENBERG & KLÖTZLI (1972), FISCHER (2004), HEINKEN & ZIPPEL (1999), HEINKEN (1995, 2007), HOFMANN (1964, 1968, 1997), HUSOVÁ et al. (2002), JURASZEK (1928), KIELLAND-LUND (1967), KNAPP (1942), KOBENDZA (1937), KORNECK (1987), KRAUSCH (1970), LEUSCHNER (1994), LIBBERT (1933), MARSTALLER (1985), MATUSZKIEWICZ (1962), MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973), MEISEL-JAHN (1955), MÜLLER (1992), OBERDORFER (1957, 1992a), PASSARGE & HOFMANN (1968), PEER (1993), PHILIPPI (1970), POIT (1995), RENNWALD et al. (2000), RÜTHNER (2003), RUŽIČKA (1964), SCAMONI (1988), SCHUBERT et al. (1995, 2001), SEIBERT (1992), SOMMERHALDER (1992), STEFFEN (1931), STORDELDER et al. (1999), WALENTOWSKI et al. (1994, 2004), WILLNER & GRABHERR (2007), ZEIDLER & STRAUB (1967), ZERBE (1999), s. auch Unterheiten.

Tab. 3: Die Gesellschaften des Dicrano-Pinion (Libbert 1933)

W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. prop.

- 1 **Cladonio-Pinetum** Juraszek 1928 nom. invers. propos.
 2 **Leucobryo-Pinetum** W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.
 3 **Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris-Gesellschaft**
 4 **Empetro nigri-Pinetum** Libbert 1940 nom. invers. propos.
 5 **Peucedano-Pinetum** W. Matuszkiewicz 1962
 6 **Cirsium arvense-Pinus sylvestris-Gesellschaft**

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6
Zahl der Aufnahmen	490	1132	805	34	149	66
Mittlere Artenzahl	19	16	20	19	32	39

Baumschicht:

DV	Pinus sylvestris	V	V	V	V	V
DV	Betula pendula	I	II	II	r	I
V Creg.	Viscum album ssp. austriacum	I	I	r	.	II

Strauchschicht:

DV	Pinus sylvestris	II	II	I	I	III	I
DV	Betula pendula	I	II	II	I	I	II
DV	Quercus robur	+	I	II	III	III	II
KC	Picea abies	+	II	I	.	+	.
DV	Frangula alnus	r	I	II	.	I	II
(DV)	Cytisus scoparius (Str.+Kr.)	r	r	+	r	II	r
DV	Juniperus communis (Str.+Kr.)	r	+	r	II	+	+
	Fagus sylvatica	r	I	II	I	I	r
	Sorbus aucuparia	r	+	II	II	I	II
	Rosa canina (Str.+Kr.)	.	r	r	I	I	II
	Crataegus monogyna (Str.+Kr.)	.	r	r	.	II	III

Kraut- und Kryptogamenschicht:

VC/DV-KC:

DV	Pinus sylvestris	IV	III	II	?	III	II
DV	Quercus robur et petraea	IV	IV	IV	+	III	IV
KC	Vaccinium myrtillus	III	IV	IV	II	II	III
[VC]	Hypnum cupressiforme et jutlandicum	IV	IV	III	II	II	I
KC	Vaccinium vitis-idaea	II	III	I	+	II	r
DV	Pohlia nutans	III	II	I	?	I	.
DV	Festuca ovina et guestfalica	II	I	I	I	IV	III
DV	Betula pendula et pubescens	I	II	II	?	I	II
DV	Agrostis capillaris	I	+	II	r	II	III
()	Rumex acetosella	I	I	II	r	II	+
DV	Carex pilulifera	+	II	II	.	II	+
KC	Trientalis europaea	r	+	I	II	.	.
(DV)	Luzula campestris agg.	r	+	+	I	II	r

AC/DA Cladonio-Pinetum

()	Cladonia arbuscula	IV	+	.	I	r	.
()	Cladonia gracilis	III	r	r	.	.	.
DA	Cladonia pyxidata	III	+	r	.	r	.
DA	Cladonia furcata	III	r	r	.	+	.
DA	Cladonia rangiferina	III	r	.	.	r	.
DA	Cladonia squamosa	III	r	r	.	r	.
	Cladonia uncialis	II	r	.	.	.	.
	Dicranum spurium	II	r	.	.	r	.
	Cladonia phyllophora	II	r	.	.	r	.
	Polytrichum piliferum	II	r	r	.	.	.

D nährstoffarme Standorte

DV	Calluna vulgaris	IV	IV	I	II	III	+
VC	Dicranum polysetum	III	IV	I	II	II	.
(DV)	Leucobryum glaucum	II	II	r	I	r	.
VC	Ptilidium ciliare	III	II	r	.	r	.

Einheit-Nr.		1	2	3	4	5	6
D gegen Cladonio-Pinetum							
DV	Pteridium aquilinum	r	I	II	.	r	r
	Molinia caerulea agg.	r	I	II	r	r	.
	Luzula pilosa	r	I	II	III	.	r
	Fagus sylvatica	r	I	II	+	+	r
DV	Scleropodium purum	r	II	III	IV	III	IV
	Sorbus aucuparia	+	II	III	II	II	IV
D reichere Standorte							
(DV)	Lonicera periclymenum	.	r	I	II	r	r
DV	Frangula alnus	+	I	III	?	II	III
DV	Rubus fruticosus agg.	r	+	III	r	II	V
(VC)	Calamagrostis epigeios	r	+	II	+	III	V
DV	Anthoxanthum odoratum	r	+	I	III	III	I
	Rubus idaeus	r	r	III	r	II	V
	Mycelis muralis	.	r	I	r	II	IV
DV	Moehringia trinervia	r	r	II	r	I	II
	Epilobium angustifolium	r	r	II	.	I	III
(DV)	Teucrium scorodonia	.	r	I	.	II	r
D Deschampsia-Pinus-Gesellschaft							
	Dryopteris carthusiana	r	I	III	r	r	+
	Oxalis acetosella	.	r	II	+	.	r
	Dryopteris dilatata	.	+	II	.	r	r
	Galium saxatile	r	r	II	.	r	.
D basenreiche Standorte							
	Hieracium umbellatum	+	r	r	IV	II	.
VC	Pyrola chlorantha	.	r	r	II	II	r
	Goodyera repens	.	r	r	II	+	.
VC	Chimaphila umbellata	r	r	r	+	II	r
VC	Hypochaeris radicata	r	r	r	II	I	r
	Veronica officinalis	.	r	+	II	III	III
	Orthilia secunda	.	r	r	III	I	II
	Festuca rubra agg.	r	.	r	II	r	I
	Galium mollugo agg.	r	r	r	III	r	II
[ACreg]	Viola canina et riviniana	r	r	+	r	III	V**
	Fragaria vesca	.	r	+	.	III	V
DV	Campanula rotundifolia	r	r	r	r	III	II
(DV)	Euphorbia cyparissias	r	r	r	.	II	III
	Brachypodium sylvaticum	.	r	+	.	II	V
(DV)	Hypericum perforatum	.	r	+	.	II	IV
	Hieracium murorum	r	r	+	.	II	II
	Taraxacum sect. Ruderalia	r	r	+	.	II	II
	Plagiomnium affine agg.	r	r	+	.	I	III
	Pimpinella saxifraga	.	r	r	.	II	II
AC/DA Empetro-Pinetum							
DA	Polypodium vulgare	.	r	r	IV	.	.
()	Carex arenaria	+	+	+	IV	r	.
	Moneses uniflora	.	.	r	III	I	+
DA	Empetrum nigrum	r	r	r	II	.	.
	Pyrola minor	.	r	r	II	r	r
AC/DA Peucedano-Pinetum							
DA	Hieracium pilosella	r	r	r	II	IV	I
reg.	Danthonia decumbens	r	+	+	+	III	r
DA	Peucedanum oreoselinum	.	r	r	.	II	.
reg.	Carex ericetorum	r	r	.	.	II	.
DA	Agrostis vinealis	r	r	r	.	II	.
	Thymus serpyllum	r	r	.	.	II	.
DA	Solidago virgaurea	r	r	r	+	II	+
DA	Hieracium lachenalii	r	r	r	.	II	r

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6
D Cirsium-Pinus-Gesellschaft:						
<i>Cirsium arvense</i>	.	r	r	.	r	IV
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	r	r	r	+	III
<i>Torilis japonica</i>	+	.	.	.	r	III
<i>Inula conyza</i>	.	.	.	.	r	III
Übrige Arten:						
<i>Deschampsia flexuosa</i>	V	V	V	V	IV	V
<i>Pleurozium schreberi</i>	IV	V	IV	IV	V	II
<i>Dicranum scoparium</i>	IV	III	II	II	I	r
<i>Melampyrum pratense</i>	+	II	I	II	III	I
<i>Polytrichum formosum</i>	+	II	II	.	I	.
<i>Hylocomium splendens</i>	+	I	+	II	I	.

** : fast ausschließlich *Viola riviniana*

? : Verjüngung nicht aufgeführt bzw. Art möglicherweise übersehen

Arten der Cirsium-Pinus-Gesellschaft mit Stetigkeit II sind nur aufgeführt, wenn sie in einer weiteren Gesellschaft Stetigkeit II erreichen.

1. *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1928 nom. invers. nom. mut. propos.

Flechten-Kiefernwald (Tab. 4)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Pino-Cladinetum Juraszek 1928, *Cladonio-Pinetum* Kobenzda 1930, *Festuco-Pinetum* Kobenzda 1930 nom. invers. propos. (PASSARGE & HOFMANN 1968) p. p., *Leucobryo-Pinetum cladonietosum* Matuszkiewicz 1962, *Corynephoru canescentis-Pinetum sylvestris* G. Hofmann 1964, *Corynephoru-Pinion sylvestris* PASSARGE & G. Hofmann 1968, *Myrtillo-Pinetum cladonietosum* (KRAUSCH 1970), *Corynephorus-Pinus*-Gesellschaft (HEINKEN 1995), *Cladino-Pinetum sylvestris* Juraszek 1927 nom. invers. propos. (BERG et al. 2004).

Forstgesellschaften:

Cladonien-Kiefernforsten (MEISEL-JAHN 1955), Flechten-Kiefernforst (PASSARGE 1962, SCHUBERT et al. 1995, 2001), Astmoos-Kiefernforst, *Cladonia*-Untergesellschaft (PASSARGE 1962), *Cladonia-Hypnum*-Kiefern-Forst (KRAUSCH 1970), *Calluno-Cultopinetum sylvestris* (Heidekraut-Kiefernforst) (SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001, HOFMANN 1997) p. p.; *Cladonio-Cultopinetum sylvestris* (HOFMANN 1997).

Syntaxonomie und Nomenklatur

Das *Cladonio-Pinetum* wurde erstmals von JURASZEK (1928) unter dem Namen *Pino-Cladinetum* als eigenständige Assoziation erkannt und gültig beschrieben. Als korrekten Namen geben BERG (2004) bzw. DENGLER et al. (2004) *Cladino-Pinetum sylvestris* Juraszek 1927 nom. invers. propos. an. Eine Abänderung in *Cladonio-Pinetum* als ‚nomen mutatum‘ halten DENGLER et al. (2004) gemäß Art. 45 ICPN (WEBER et al. 2000) nicht für rechtmäßig. Entgegen dieser Auffassung wird hier dennoch der Name *Cladonio-Pinetum* nom. invers. nom. mut. propos. verwendet, weil er etabliert ist und heute auch für Rentierflechten (subgen. *Cladina*) weitgehend nur noch der Gattungsname *Cladonia* in Gebrauch ist.

Kontroverse Ansichten bestehen bis heute hinsichtlich der Eigenständigkeit der Assoziation, obwohl mit zahlreichen Strauchflechten (insbes. *Cladonia*-Arten) kein Mangel an Charakterarten besteht. Von MATUSZKIEWICZ (1962) wurde das *Cladonio-Pinetum* als *Cladonia*-Subassoziation in das *Leucobryo-Pinetum* einbezogen. Im nördlichen Tiefland Mitteleuropas, in Mitteldeutschland und in Tschechien hat es sich jedoch später wieder durchgesetzt, die Flechten-Kiefernwälder – dem ursprünglichen Konzept von JURASZEK (1928) folgend – als eigene Assoziation vom *Leucobryo-Pinetum* abzutrennen (u. a. HOFMANN 1964, PASSARGE & HOFMANN 1968, SCHUBERT 1972, KRAUSCH 1970, MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, MARSTALLER 1985, HEINKEN 1995, HUSOVÁ et al. 2002, HEINKEN & ZIPPEL 1999, STORTELDER et al. 1999, BERG et al. 2004). Lediglich in Süddeutschland wird die Einordnung der Flechten-Kiefernwälder ins *Leucobryo-Pinetum* bis heute aufrecht erhalten (u. a. SEIBERT 1992, WALENIEWSKI et al. 1994, 2004, RÜTHER 2003, BRUNNER 2006). Bereits BRUNNER & LINDACHER (1994) und BUSHART et al. (1994) diskutierten aber für Flechten-Kiefernwälder mit wenig vitalen Beersträuchern (*Vaccinium* spp.) ein eigenständiges *Cladonio-Pinetum*.

Auch wenn das *Cladonio-Pinetum* syndynamisch eng mit anderen Gesellschaften des *Dicrano-Pinion* verbunden ist und daher Strauchflechten vereinzelt in andere Syntaxa des Verbandes übergreifen können, kann jedoch am Assoziationsrang aus den bei HEINKEN & ZIPPEL (1999) und HEINKEN (2007) dargelegten Gründen kein Zweifel bestehen, denn Flechten-Kiefernwälder sind durch eine Vielzahl von Charakterarten sowie eine eigene Struktur und Ökologie ausgezeichnet (s. auch BERG 2004). Aus süddeutscher Sicht erschien die Zuordnung zum *Leucobryo-Pinetum* eher gerechtfertigt, weisen dort doch fast alle flechtenreichen Kiefernwälder das gesamte Artenspektrum des *Leucobryo-Pinetum* auf (SEIBERT 1992, s. auch geographische Untereinheiten). Im nordmitteleuropäischen Tiefland stehen die flechtenreichen Kiefernwälder jedoch floristisch wesentlich isolierter als in den süddeutschen Vorposten mit einem relativ niederschlagsreichen Klima.

Umfang und Abgrenzung

Damit beinhaltet das *Cladonio-Pinetum* hier in Übereinstimmung mit den jüngeren Vegetationsübersichten des *Dicrano-Pinion* im nördlichen Mitteleuropa (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, HEINKEN & ZIPPEL 1999, STORTELDER 1999, BERG 2004) alle Strauchflechten-reichen Kiefernwälder einschließlich offener Pioniergehölze auf schwach bis stark bodensauren, trockenen Standorten. Bei flechtenreichen Beständen mit Arten des *Empetro nigri*- bzw. *Peucedano-Pinetum* (Kap. 1.3 und 1.4) entscheidet der Umfang der jeweiligen Kennartengruppen über die Zuordnung zwischen *Cladonio-Pinetum* und diesen Waldgesellschaften.

Die Fassung der silbergrasreichen Kieferngehölze (v. a. *Corynephoru canescentis-Pinetum sylvestris* G. Hofmann 1964) als eigene Assoziation wäre über eine Reihe von Kennarten formal möglich. Sie ist jedoch nicht sinnvoll, da es dann keine Kennarten für die übrigen Flechten-Kiefernwälder gäbe und diese daher dem floristisch und standörtlich stark abweichenden *Leucobryo-Pinetum* zugeordnet werden müssten. Umstritten war lange auch der Anschluss der Silbergras-Kieferngehölze, denen PASSARGE & HOFMANN (1968) gar einen eigenen Verband zugestehen, an das *Dicrano-Pinion* (s. HEINKEN 1995, SCHUBERT et al. 1995, 2001). Die Bestände enthalten jedoch häufig die Verbandskennarten *Dicranum polysetum* und *Ptilidium ciliare* (s. Tab. 3) und sind über weitere im Verband verbreitete Arten (*Calluna vulgaris*, *Deschampsia flexuosa* und *Pleurozium schreberi*) in das *Dicrano-Pinion* eingebunden. Diese Arten fehlen zugleich dem *Corynephorion*; als Zeiger saurer Humusdecken stellen sie sich erst mit der Akkumulation von Kiefernstreu ein und sind daher auf den entsprechenden Standorten eng an die Kiefer gebunden. Daneben sprechen auch recht stabile Dauerstadien auf Extremstandorten dafür, die Silbergras-Kieferngehölze nicht etwa als kurzlebiges Durchdringungsstadium von *Corynephorion* und *Cladonio-Pinetum* aufzufassen.

Struktur und Artenverbindung

Flechten-Kiefernwälder unterscheiden sich physiognomisch durch ihre geringe Wuchsleistung und wenig entwickelte Kraut- bzw. Zwergstrauchschicht stark von den übrigen *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften (Abb. 2–3). Dafür ist entweder die Moos- und Flechtenschicht stark entwickelt oder der Waldboden weitgehend von Nadelstreu bedeckt. Bestände des *Cladonio-Pinetum* sind – aufgrund schwacher Benadelung von *Pinus sylvestris* selbst bei dichtem Stand – meist lichte, karg wirkende Kiefernwälder mit geringer Wuchsleistung, in denen nur selten andere Baumarten auftreten, insbesondere *Betula pendula*. Die Strauchschicht ist meist spärlich entwickelt und wird ebenfalls von Kiefern dominiert. Der häufigste Zwergstrauch ist *Calluna vulgaris*, das wichtigste Gras *Deschampsia flexuosa*. In der Kryptogamenschicht sind Moosteppiche aus *Dicranum scoparium*, *D. polysetum*, *Hypnum jutlandicum* und *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans* und *Ptilidium ciliare* vorherrschend; teilweise treten auch Strauch-, insbesondere Rentierflechten stark in Erscheinung. Großflächige Flechten-Dominanzen, wie noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (z. B. KRIEGER 1937), sind heute allerdings selten geworden. Neben Altbeständen, bei denen oft schwer zu entscheiden ist, ob es sich um Kiefernforsten oder um weitgehend natürliche Kiefernwälder handelt, gibt es auch zahlreiche offene, meist jüngere Anflugwälder auf ehemaligen Sandtrockenrasen oder – besonders in Nordwestdeutschland – auf nicht mehr beweideten Sand-Heiden.

Das *Cladonio-Pinetum* ist durch eine große Zahl von Assoziationskennarten, vor allem Strauchflechten, gekennzeichnet. Die häufigsten und am weitesten verbreiteten sind *Cladonia arbuscula*, *Cl. gracilis* und *Cl. uncialis* (s. Tab. 3), die allerdings wie *Cladonia pleurota* nur als schwache Charakterarten angesehen werden können, da sie auch in den Blockwäldern des *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae* mit relativ hohen Stetigkeiten auftreten. Andere teilweise aspektbestimmende Strauchflechten wie *Cladonia furcata* subsp. *furcata*, *Cl. rangiferina*, *Cl. squamosa*, *Cl. deformis* und *Cetraria islandica* sind dort so häufig, dass sie nur als Assoziationstrennarten gewertet werden können. Weitgehend auf das *Cladonio-*

Pinetum beschränkt und daher Assoziationskennarten sind dagegen die weit verbreiteten *Cladonia glauca*, *Cl. macilentata* und *Dicranum spurium* sowie einige nur regional verbreitete – dort aber oft sehr häufige – Cladonien (*Cl. ciliata*, *Cl. phyllophora* und *Cl. portentosa*). Dazu kommen noch etliche nur in der *Corynephorus canescens*-Subassoziation verbreitete Arten der Sandtrockenrasen (*Cephaloziella divaricata*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia cervicornis* subsp. *verticillata*, *Cl. foliacea*, *Cl. subulata*, *Cl. zopfii*, *Corynephorus canescens*, *Festuca psammophila*, *Jasione montana*, *Polytrichum piliferum* und *Spergula morisonii*). Zur eindeutigen negativen Abgrenzung insbesondere gegenüber dem *Leucobryo-Pinetum* tragen *Fagus sylvatica*, *Luzula pilosa*, *Molinia caerulea* agg., *Pteridium aquilinum*, *Scleropodium purum* und *Sorbus aucuparia* bei. Sie fehlen im *Cladonio-Pinetum* entweder vollständig oder greifen nur auf eine Subassoziation (s. u.) über.

Gliederung

Edaphisch und syndynamisch bedingte Untereinheiten

In Deutschland kommen drei Subassoziationen des *Cladonio-Pinetum* vor (s. auch HEINKEN & ZIPPEL 1999). Die ihnen zu Grunde liegenden edaphischen Unterschiede sind nur teilweise durch das Ausgangssubstrat bedingt; teilweise haben sie auch syndynamische oder klimatische Ursachen. Eine klare Trennung dieser Faktoren ist aber häufig nicht möglich. Eine ausgeprägte Untergliederung nach der Bodenfeuchte wie beim *Leucobryo-Pinetum* und der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft fehlt.

a) *Cladonio-Pinetum coryneporetosum* (Tabelle 4: 1–7)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Corynephorus-Cladonien-Kiefernforst (MEISEL-JAHN 1955), Flechten-Kiefernforst, *Cornicularia*-Variante (PASSARGE 1962), *Corynephorus canescens*-*Pinetum sylvestris* G. Hofmann 1964, *Festuco-Pinetum* Kobenzda 1930 nom. inv. propos. p. p. (PASSARGE & HOFMANN 1968), *Corynephorus*-Flechten-Kiefern-Wald (KLEMM 1969), *Corynephorus-Pinus*-Gesellschaft (HEINKEN 1995).

Die *Corynephorus canescens*-Subassoziation besiedelt offene, nicht konsolidierte Sandstandorte und ist durch Arten der Sandtrockenrasen, insbesondere der flechtenreichen Silbergrasfluren, charakterisiert („Silbergras-Kieferngehölz“). Häufige Trennarten sind *Ceratodon purpureus*, *Cephaloziella divaricata*, *Cetraria aculeata*, *Cladonia cervicornis* subsp. *verticillata*, *Cl. foliacea*, *Corynephorus canescens*, *Polytrichum piliferum*, *Rumex acetosella* s. l. und *Spergula morisonii*. Die Bestände sind lockere Pionierwälder auf zuvor offenen Sandflächen; in der Struktur stellen sie ein Mosaik aus Einzelgehölzen bzw. Gehölzgruppen und Sandmagerrasenresten mit noch stellenweise offenem Sandboden dar (Abb. 2). Das *Cladonio-Pinetum coryneporetosum* ist fast ausschließlich aus Norddeutschland durch Vegetationsaufnahmen belegt (erstmalig von PASSARGE 1956b). Vermutlich fehlen solche Bestände auch in Mittel- und Süddeutschland nicht ganz, sind aber bisher kaum dokumentiert worden (s. aber HOHENESTER 1960, ZEIDLER & STRAUB 1967, MARSTALLER 1985).

Innerhalb der Subassoziation können zwei Varianten unterschieden werden: In der Baumschicht der häufigeren Typischen Variante basenarmer und extrem trockener Quarzsande herrschen krüppelige, meist tief bestete und breitkronige Kiefern vor; oft gibt es auch wenige Meter hohe strauchförmige, chlorotische Altkiefern. Die deutlich seltenere, offenbar auf Mittel- und Ostbrandenburg beschränkte *Hieracium pilosella*-Variante basen- und meist auch feimbodenreicherer Sande zeichnet sich durch deutlich bessere Wüchsigkeit sowie Trennarten artenreicherer Sandmagerrasen aus, u. a. *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex arenaria*, *Hieracium pilosella*, *H. umbellatum*, *Hypochaeris radicata* und *Jasione montana*. Hinzu kommen etwas anspruchsvollere Gehölze wie *Frangula alnus*. Diese Variante entspricht weitgehend dem *Festuco-Pinetum* bei PASSARGE & HOFMANN (1968) und schließt auch initiale Bestände des *Diantho-Pinetum* Krausch 1962 ein, die BERG (2004) ins *Peucedano-Pinetum* (s. Kap. 1.4) stellt.

b) *Cladonio-Pinetum typicum* (Tabelle 4: 8–11)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Reiner Cladonien-Kiefernforst (MEISEL-JAHN 1955), Flechten-Kiefernforst, Trennartenlose Variante (PASSARGE 1962), *Leucobryo-Pinetum cladonietosum* (ZEIDLER & STRAUB 1967, KÜRSCHNER & RUNGE 1997), *Cladonio-Pinetum*, Trennartenlose Variante (HEINKEN 1995), *Calluna-*, *Deschampsia-* und *Festuca-*Flechten-Kiefernwald (KLEMM 1969).

Das Beerstrauch-freie und von Gräsern (namentlich *Deschampsia flexuosa*) dominierte oder überhaupt Phanerogamen-arme *Cladonio-Pinetum typicum* besiedelt seit längerer Zeit konsolidierte, durchweg basenarme Sande; die oft krummschäftigen Kiefernbestände sind meist stärker geschlossen als die der vorigen Subassoziation. Offenbodenbereiche gibt es gewöhnlich nicht; der Boden wird von einer durchgehenden Humusaufgabe bedeckt. Positiv ist die Typische Subassoziation gegenüber der *Corynephorus*-Subassoziation lediglich durch *Leucobryum glaucum* als Zeiger für Rohhumusaufgaben gekennzeichnet. Das in Nordostdeutschland vorherrschende *Cladonio-Pinetum typicum* (Abb. 3) ist in Süddeutschland nur in der niederschlagsarmen Region der Mainfränkischen Platten stärker vertreten (ZEIDLER & STRAUB 1967).

c) *Cladonio-Pinetum vaccinietosum myrtilli* (Tabelle 4: 11–14)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Leucobryo-Pinetum cladonietosum (MATUSZKIEWICZ 1962 u. v. m.), Astmoos-Kiefernforst, *Cladonia*-Untergesellschaft (PASSARGE 1962), *Vaccinium*-Flechten-Kiefernwald (KLEMM 1969), *Cladonia-Hypnum*-Kiefern-Forst (KRAUSCH 1970), *Myrtillo-Pinetum cladonietosum* (KRAUSCH 1970), *Cladonio-Pinetum*, *Vaccinium myrtillo-*Variante (HEINKEN 1995).

Die Subassoziation von *Vaccinium myrtillo* leitet floristisch und standörtlich zum *Leucobryo-Pinetum* über. Wie die Typische Subassoziation besiedelt sie seit längerer Zeit konsolidierte, durchweg basenarme Sande; extrem schlechtwüchsige Bestände kommen im Gegensatz zu den übrigen Subassoziationen kaum vor. Kennzeichnend sind neben *Leucobryum glaucum* vor allem *Carex pilulifera*, *Cetraria islandica*, *Molinia caerulea* agg., *Vaccinium myrtillo* und *V. vitis-idaea* (s. Abb. 4). In Norddeutschland greifen diese etwas anspruchsvolleren Arten meist nur in geringer Menge vom *Leucobryo-Pinetum* in das *Cladonio-Pinetum* über. In den niederschlagsreicheren Hauptverbreitungsgebieten des *Cladonio-Pinetum* in Mittel- und Oberfranken sowie im Oberpfälzer und Bayerischen Wald gehören dagegen fast alle Flechten-Kiefernwälder zum *Cladonio-Pinetum vaccinietosum*, u. a. mit *Vaccinium myrtillo* und *V. vitis-idaea*. Daher wurde das *Cladonio-Pinetum* in Süddeutschland traditionell als Teil des *Leucobryo-Pinetum* gesehen, in der nordostdeutschen und polnischen Literatur jedoch fast durchweg einem eigenständigen *Cladonio-Pinetum* der Vorzug gegeben (s. o.).

Geographische Untereinheiten

Überregional betrachtet gehören alle Bestände des *Cladonio-Pinetum* in Deutschland zu einer mitteleuropäischen Vikariante u. a. mit *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum spurium*, *Hypnum jutlandicum*, *Leucobryum glaucum*, *Ptilidium ciliare* und *Cephaloziella divaricata* (vgl. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). In Zentral- und Ostpolen wird diese dann durch eine osteuropäische Vikariante u. a. mit *Arctostaphylos uva-ursi* abgelöst. Trotz der recht einheitlichen floristischen Zusammensetzung in Deutschland lassen sich innerhalb jeder Subassoziation bzw. Variante des *Cladonio-Pinetum* im Ozeanitätsgefälle jeweils bis zu vier Vikarianten unterscheiden. Eine ausgeprägte Höhenstufung besteht dagegen nicht.

Δ1 *Cladonia portentosa*-Vikariante (Tabelle 4: A)

Die *Cladonia portentosa*-Vikariante ist für atlantisch geprägte Regionen kennzeichnend. Mit der oft dominanten *Cladonia portentosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Empetrum nigrum* und *Festuca filiformis* hat sie ausschließlich atlantisch verbreitete bzw. Feuchte-bedürftige Trenn-

arten. Sie kommt vorwiegend im niedersächsischen Tiefland und den östlich angrenzenden Regionen (Elbtalniederung und Altmark) sowie entlang der Küste Vorpommerns vor (s. PASSARGE & HOFMANN 1968, HEINKEN 1995), ist vereinzelt aber auch z. B. im Schwarzwald zu finden. An der polnischen Ostseeküste reicht sie noch weiter nach Osten (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973).

Δ2 Trennartenlose Vikariante (Tabelle 4: B)

Diese Vikariante besitzt keine geographischen Trennarten und ist vor allem für die Mecklenburgische Seenplatte und die südlich angrenzenden Gebiete in Brandenburg, das Fränkische-Keuper-Lias-Land, und das Oberpfälzisch-Obermainische Hügelland bezeichnend. Darüber hinaus kommt sie auch im Ostthüringer Buntsandsteingebiet, auf den Mainfränkischen Platten und im Oberpfälzer und Bayerischen Wald häufiger vor. Damit ist sie typisch für direkt südöstlich an die *Cladonia portentosa*-Vikariante anschließende Regionen, aber auch im Verbreitungsgebiet der *Picea abies*-Vikariante häufig ausgebildet.

Δ3 *Cladonia phyllophora*-Vikariante (Tabelle 4: C)

Die *Cladonia phyllophora*-Vikariante mit *Cladonia ciliata*, *Cl. deformis*, *Cl. phyllophora*, *Festuca ovina*, *F. guesfatica* und *Viscum album* subsp. *austriacum* ist dagegen für stärker kontinental geprägte, niederschlagsärmere Regionen kennzeichnend. *Cladonia phyllophora*, *Festuca guesfatica* und *F. ovina* sind im *Cladonio-Pinetum vaccinetosum* selten; hier treten *Cladonia ciliata* und *Cl. deformis* stärker hervor. Die meisten Aufnahmen dieser Vikariante stammen aus Mittel- und Ostbrandenburg; außerdem ist sie im Mittelfränkischen Becken und auf den Mainfränkischen Platten stark vertreten. *Cladonia phyllophora* ist insgesamt in Nordwestdeutschland selten, und *Viscum album* subsp. *austriacum* ist eng an das nordostdeutsche Binnenland sowie die genannten süddeutschen Regionen gebunden. Die *Festuca*-Arten sind zwar im ganzen Gebiet häufig, weisen jedoch auch in den übrigen *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften eine östliche Verbreitungstendenz auf.

Δ4 *Carex ericetorum*-Vikariante (Tabelle 4: D)

Die *Carex ericetorum*-Vikariante, die sich neben der *Cladonia phyllophora*-Gruppe einschließlich *Viscum album* subsp. *austriacum* durch *Carex ericetorum*, *Cladonia rangiformis* und *Festuca psammophila* auszeichnet, ist nur im *Cladonio-Pinetum coryneporetosum* ausgebildet. Sie ist auf das durch trocken-kontinentales Klima geprägte östliche Brandenburg (insbesondere das Ostbrandenburgische Heide- und Seengebiet) beschränkt (s. PASSARGE & HOFMANN 1968, HEINKEN & ZIPPEL 1999). Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt im östlich anschließenden polnischen Tiefland, vor allem in Schlesien und in den küstenfernen Regionen von Pommern (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). *Carex ericetorum* und *Festuca psammophila* reichen nach Westen kaum über das Areal der *Carex ericetorum*-Vikariante hinaus.

Δ5 *Picea abies*-Vikariante (Tabelle 4: E)

Nur in der *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation ist dagegen eine Vikariante mit *Hylocomium splendens* und *Picea abies* als zusätzlichen Arten zur Gruppe um *Cladonia phyllophora* ausgebildet. Sie ist fast ausschließlich auf das süddeutsche Hügel- und Bergland beschränkt und erfordert offenbar ein relativ kontinentales, aber niederschlagsreiches und teilweise leicht montanes Klima (Schwerpunkte: Oberpfälzer und Bayerischer Wald, Fränkisches Keuper-Lias-Land, Schwarzwald, Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland und Mainfränkische Platten). Die kennzeichnenden Arten der Vikariante haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im *Piceion abietis* (s. Tab. 2). Innerhalb der *Hylocomium splendens*-Vikariante gibt es – in Tab. 4 nicht dargestellte – Bestände mit *Erica carnea*, die lokal in Oberfranken (MERKEL 1994) und im Oberpfälzer Wald (AUGUSTIN 1991) auftreten (s. auch Vikarianten des *Leucobryo-Pinetum*). Auch von SCHEUERER (1993) als Glazialrelikt bewertete Kiefernbestände im Bayerischen Wald mit *Cladonia stellaris* sind überwiegend hier einzuordnen.

Ökologie

Flechten-Kiefernwälder besiedeln innerhalb des *Dicrano-Pinion* die extremsten Standorte an der Trocken- und Nährstoffgrenze bodensaurer Wälder. Im norddeutschen Tiefland stocken sie auf Dünen-, Flugsand-, Talsand-, Sander- und Endmoränensubstraten. Außerhalb von Dünen und Flugsandfeldern sind Deflationsflächen und von fluvialer Erosion betroffene Hänge bevorzugte Standorte des *Cladonio-Pinetum* (HEINKEN & ZIPPEL 1999). Im Hügel- und Bergland sind Sandsteine mit ihren Verwitterungsprodukten das wichtigste Substrat. Häufig wurden sie fluvial zu Terrassensanden bzw. äolisch zu Flugsanddecken oder Dünen umgelagert (BUSHART et al. 1994, BRUNNER 2006). Daneben sind flachgründige Verwitterungsböden aus Granit, Glimmerschiefer, Phyllit (AUGUSTIN 1991) und Quarzit (SCHEUFERER 1993) typisch. Dort und auf anstehendem Sandstein (Abb. 5) siedelt das *Cladonio-Pinetum* bevorzugt an natürlich veragerten, flachgründigen Südflanken von Felsrippen und süd- bis westexponierten Oberhängen und Kanten von Hochflächen (MARSTALLER 1985, SCHUIHWERK 1988, AUGUSTIN 1991).

Der verbreitetste Bodentyp ist der Podsol-Ranker (HEINKEN & ZIPPEL 1999); seltener sind Braunerde-Ranker (SCHUIHWERK 1988), stark podsolierte Braunerden bzw. Podsol-Braunerden (u. a. AUGUSTIN 1991, BRUNNER 2006, HEINKEN & ZIPPEL 1999) und Eisen-Humus-Podsole mit Ortsteinbildung (HEINKEN 1995). Charakteristisch ist ferner eine mit meist wenige cm mächtige, schwer von Wasser benetzbare Humusaufgabe aus wenig zersetzter Kiefernstreu (Hagerhumus, Trockenmoder oder Streunutzungshumus), während feinhumusreicher oder rohhumusartiger Moder wesentlich seltener vorkommt (HOFMANN 1968, HEINKEN 1995, STRAUSSBERGER 1999). Die pH(H₂O)-Werte der kalkfreien Oberböden liegen fast durchweg um oder unter 4,0 (WALENTOWSKI et al. 1994, HEINKEN 1995, RÜTHER 2003). Kennzeichnend sind ferner extrem weite C/N-Verhältnisse und eine daraus resultierende sehr schlechte Stickstoffversorgung (HOFMANN 1968, HEINKEN 1995).

Die edaphisch-syndamischen Untereinheiten unterscheiden sich ökologisch jedoch recht stark: Standorte der Silbergras-Kieferngehölze (*Corynephorus*-Subassoziation) sind weitgehend humusfreie Rohböden (Syroseme bis Podsol-Ranker ohne nennenswerte Humusaufgabe) auf Binnendünen (HOFMANN 1964), seltener sandigen Endmoränen (HEINKEN 1999) oder Windanrissen auf älteren, entkalkten Küstendünen der Ostsee (FUKAREK 1961). Während in der Typischen Variante vielfach die (temporäre) Nährstoffmangel- und Trockengrenze für Waldwuchs in Mitteleuropa erreicht wird, sind die Standorte der *Hieracium pilosella*-Variante deutlich schluff- und basenreicher (HEINKEN 1999: pH(H₂O)-4,1-4,9) als sonst im *Cladonio-Pinetum*. Bei den konsolidierten Standorten ist die Humusakkumulation weiter fortgeschritten. Während auch in der Typischen Subassoziation teilweise die Nährstoffmangel- und Trockengrenze des Waldwuchses erreicht wird, besiedelt die *Vaccinium*-Subassoziation bevorzugt etwas feuchtere und nährstoff- und humusreichere Substrate. Häufig besteht jedoch kein Unterschied im Ausgangssubstrat, sondern der günstigere Standort ist ein Ergebnis fortgeschrittener Waldsukzession (HEINKEN 1995) oder eines feuchteren Klimas (s. o.).

Dynamik

Das *Cladonio-Pinetum* bildet in Mitteleuropa nur selten die natürliche Schlusswaldgesellschaft (u. a. PASSARGE & HOFMANN 1968, HEINKEN 2007), spielt aber eine wichtige Rolle in der Waldsukzession auf armen und trockenen Sanden (HEINKEN 1995, 1999, KÜRSCHNER & RUNGE 1997). Die meisten Bestände sind ein Resultat der nutzungsbedingten Degradierung von Waldökosystemen, insbesondere der bis weit ins 20. Jahrhundert praktizierten Streunutzung (z. B. MEISEL-JAHN 1955, KRAUSCH 1970, FALTYNOWICZ 1986, STRAUSSBERGER 1999, BRUNNER 2006). Daneben tritt das *Cladonio-Pinetum* regelmäßig im Laufe der Wiederbewaldung offener Sandtrockenrasen (insbesondere *Corniculario aculeatae-Corynephorum*) und - besonders in Nordwestdeutschland - nicht mehr beweideter Sandheiden (insbesondere *Genisto pilosae-Callunetum*) auf. Mit zunehmender Humusakkumulation gehen Flechten-Kiefernwälder in andere *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften und schließlich oft in bodensaurer

Laubwälder (*Quercion roboris*, vielfach auch *Luzulo-Fagion*) über. Insbesondere mit dem *Leucobryo-Pinetum* ist das *Cladonio-Pinetum* syndynamisch oft eng verknüpft (z. B. HEINKEN 1995, STRAUSSBERGER 1999). Nur in Kuppen- und steilen Hanglagen (Dünen, Endmoränen, Sandsteinriffe, Quarzitgrate etc.) dürften Flechten-Kiefernwälder aufgrund topographisch bedingter Streuverluste auch als Dauergesellschaften ausgebildet sein (SCHEUERER 1993, HEINKEN 1999, 2008).

Die Untereinheiten unterscheiden sich jedoch in ihrer syndynamischen Stellung recht stark: Bestände der Typischen Variante des *Cladonio-Pinetum corynephoretosum* sind aus der natürlichen Wiederbewaldung von Silbergrasfluren (*Corniculario aculeatae-Corynephorretum*) hervorgegangen (HOFMANN 1964, KÜRSCHNER & RUNGE 1997). Insbesondere auf Dünen- und Endmoränenkuppen kann die Weiterentwicklung zu geschlossenen Kiefernwäldern durch Erosionsprozesse nach Starkregen (insbesondere die Abschwemmung des Auflagehumus) aber stark verzögert sein, so dass auch über 100jährige Kiefernbestände hierzu zählen (HEINKEN 1999). Bei der *Hieracium pilosella*-Variante des *Cladonio-Pinetum corynephoretosum* deuten die oft beachtlichen Wuchshöhen und basenreicheren Standorte an, dass es sich meist um relativ kurzlebige Sukzessionsstadien in der Wiederbewaldung von artenreicheren Sandmagerrasen (insbesondere Gesellschaften der *Festuco-Sedetalia*) handelt, die sich rasch zur *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft oder auch zum *Peucedano-Pinetum* weiterentwickeln werden (s. auch HEINKEN 1999).

Cladonio-Pinetum typicum und *C.-P. vacciniotosum* sind als Ausbildungen konsolidierter Standorte meist durch die Streunutzung geprägt worden; auf Kuppen und an Oberhängen steiler Dünen und Endmoränen ist jedoch auch eine natürliche Aushagerung durch Streuabfuhr bei äolischer und fluvialer Erosion möglich. Daneben gibt es auch offene, jüngere Anflugwälder auf ehemaligen Sandheiden, die in der Regel besserwüchsig und Birkenreich sind und Dominanzbildungen von *Calluna vulgaris* aufweisen (HEINKEN 1995). Schließlich können Bestände dieser beiden Subassoziationen durch Sukzession aus dem *Cladonio-Pinetum corynephoretosum* hervorgehen (HEINKEN 1995, 1999). Die *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation geht häufig nach Aufgabe der Streunutzung innerhalb weniger Jahrzehnte aus der Typischen Subassoziation hervor (BUSHART et al. 1994); von dort ist durch das sukzessive Verschwinden von Strauchflechten eine rasche Weiterentwicklung zum *Leucobryo-Pinetum* möglich. Diese Entwicklungen werden durch atmosphärische Stickstoffeinträge gefördert (SCHMIDT et al. 2008). In den letzten Jahren ist in Norddeutschland eine massive Zunahme der Moosdeckung auf Kosten der Flechten zu beobachten (FISCHER et al. 2009).

Verbreitung (Abb. 1 im Anhang)

Im norddeutschen Tiefland ist das *Cladonio-Pinetum* ausschließlich an Regionen mit armen Sandböden gebunden; ein verstärktes Auftreten ist dabei in trockenen Klimaten zu verzeichnen. Eine größere Flächenausdehnung erreicht es heute nur noch in Mittelbrandenburg (Mittelbrandenburgische Platten und Niederungen, Ostbrandenburgisches Heide- und Seengebiet mit angrenzendem Spreewaldrand), also im Bereich des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit (HEINKEN & ZIPPEL 1999). Relativ verbreitet ist es außerdem im östlichen niedersächsischen Tiefland (Lüneburger Heide und Aller-Urstromtal), in der Altmark (s. BALZER et al. 2004), in der Elb- und Havelniederung sowie im Bereich der mecklenburgischen Seenplatte. Relativ ausgedehnte Bestände gibt es zudem an der Ostseeküste Vorpommerns (Darß, Schaabe auf Rügen, BERG 2004). Im westlichen und nordwestlichen niedersächsischen Tiefland sowie in den Altmoränengebieten des ostdeutschen Tieflandes (Fläming, Dübener Heide, Lausitzer Heide) fehlen Flechten-Kiefernwälder heute dagegen weitgehend.

Im Hügel- und Bergland liegt der Verbreitungsschwerpunkt im Fränkischen Keuper-Lias-Land. Im Nürnberger Reichswald ist das *Cladonio-Pinetum* mit ca. 300 ha und 1,3 % der Gesamtfläche noch recht verbreitet (BRUNNER 2006); ein weiteres größeres Vorkommen liegt bei Neumarkt (WALENTOWSKI et al. 1994). Das *Cladonio-Pinetum* ist außerdem aus dem Oberpfälzer und Bayerischen Wald, dem Oberpfälzisch-Obermainischen Hügelland,

dem Fränkischen Mittelgebirge und den Mainfränkischen Platten verschiedentlich in kleinflächigen Beständen belegt worden (s. Herkunft der Aufnahmen von Tab. 1). Im Südwesten kommt das *Cladonio-Pinetum* kleinflächig im Schwarzwald vor; auf Flechten-Kiefernwälder im Pfälzer Wald ist zu achten. Die Bestände im Oberrheinischen Tiefland (s. KNAPP & ACKERMANN 1952) wurden schon von PHILIPPI (1970) nur noch randlich erwähnt und dürften heute – anders als bei BALZER et al. (2004) dargestellt – nicht mehr existent sein. Im nördlichen Mittelgebirgsraum sind Vorkommen im Ostthüringer Buntsandsteingebiet und in der Sächsischen Schweiz (JUNG 1960) bekannt, letztere setzen sich im nordböhmischen Kreidesandsteingebiet fort. Die meisten Vorkommen im Hügel- und Bergland liegen unter 400 m ü.NN, doch steigt das *Cladonio-Pinetum* im Bayerischen Wald bis knapp 500 m (SCHEUERER 1993), im Oberpfälzer Wald bis ca. 600 m (AUGUSTIN 1991) und im Schwarzwald noch darüber hinaus (SCHUHWERK 1988, WOLF 1993).

Die Assoziation scheint weitgehend auf die nemorale und die boreo-nemorale Zone beschränkt zu sein. Westlich von Deutschland gibt es Bestände in der niederländischen Veluwe (STORTELDER et al. 1999). Das *Cladonio-Pinetum* ist verbreitet im südlichen Skandinavien (KIELLAND-LUND 1967), im Baltikum und in Polen (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Im mittleren und nördlichen Skandinavien wird es durch andersartige Flechten-Kiefernwälder (*Cladonio stellaris-Pinetum* (Cajander 1921) Kielland-Lund 1967) mit *Dicranum robustum*, *Cetraria cucullata*, *Empetrum hermaphroditum* und *Cladonia stellaris* abgelöst, die dort die häufigste Kiefernwaldgesellschaft sind (KIELLAND-LUND 1967, AHTI & OKSANEN 1990, DIERSSEN 1996).

Wirtschaftliche Bedeutung

Ehemals wichtig zur Gewinnung von Streu, ist die wirtschaftliche Bedeutung des *Cladonio-Pinetum* heute aufgrund der Ertragsschwäche der Standorte und dem daraus resultierenden langsamen Wachstum der oft krummschäftigen Kiefern sehr gering. *Pinus sylvestris* ist die einzige Wirtschaftsbaumart. Oft hat die nur noch auf kleiner Fläche vorkommende Gesellschaft jedoch durch die Stabilisierung von Dünen und Hängen gegenüber Wind- und Wassererosion eine Schutzwaldfunktion.

Naturschutz

Als naturnahe Waldgesellschaft relativ kleinflächiger Sonderstandorte mit vielen gefährdeten Flechten- und Moosarten wie auch Mykorrhiza-Pilzen ist das *Cladonio-Pinetum* hochgradig schutzwürdig (teilweise FFH-Lebensraumtyp 91T0 „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“, BALZER et al. 2004). Dies trifft nicht nur für die derzeit als FFH-Lebensraumtyp erfassten Bestände zu, sondern auch für Aufforstungen und Bestände außerhalb des „natürlichen Verbreitungsgebiets“ der Kiefer (FISCHER et al. 2009). Die Gesellschaft gilt sowohl im norddeutschen Tiefland als auch im Hügel- und Bergland als vom Verschwinden bedroht (RENNWALD 2000), was angesichts der Tatsache, dass im norddeutschen Tiefland aktuell einschließlich fragmentarischer Bestände wohl noch einige 1000 ha vorhanden sind, verwundern mag. Der Rückgang in Deutschland ist jedoch massiv und schreitet kontinuierlich fort (STRAUSSBERGER 1999, FISCHER et al. 2009). So waren Flechten-Kiefernwälder in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem im nordostdeutschen Tiefland vielfach noch landschaftsprägend (z. B. KRIEGER 1937), und selbst im westlichen Niedersachsen, wo sie heute vor allem als Folge der Intensiv-Viehhaltung völlig verschwunden sind, gab es ausgedehnte Bestände (s. MEISEL-JAHN 1955).

Wesentliche Gefährdungsursachen sind die gleichbleibend hohen Stickstoff-Emissionen aus Autoverkehr und Intensivlandwirtschaft sowie natürliche Sukzession zu Weißmoos-Kiefernwäldern nach Wegfall der traditionellen Streunutzung (HEINKEN 2008). Sie führen auf Kosten von Strauchflechten und akrokarpem Laubmoosen zunächst zur Ausbreitung von pleurokarpem Laubmoosen, später von *Deschampsia flexuosa*, seltener *Vaccinium*-Arten oder gar *Calamagrostis epigejos*, *Rubus*-Arten und anderen Nitrophyten (BUSHART et al. 1994, FISCHER et al. 2009). Nährstoffeinträge können außerdem durch die Verwehung von

Dünger aus angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen erfolgen. Auch Erholungsnutzung und Verwendung schwerer Forstmaschinen – sie bewirken durch Tritt bzw. Befahren die Zerstörung der Flechtenthalli – sowie Sand- und Gesteinsabbau können Flechten-Kiefernwälder gefährden.

Auf den ehemals streugennutzten Sukzessions- und Degradationsstadien könnte man eine natürliche Sukzession im Rahmen des Prozessschutzes akzeptieren (STRAUSSBERGER 1999). Heute entstehen jedoch – anders als in der Naturlandschaft – kaum noch neue Standorte, auf denen Kiefern-Sukzessionen initiiert werden, da Waldbrände und morphodynamische Prozesse wie Winderosion und Dünenbildung weitgehend unterbunden werden (HEINKEN 2008). Außerdem ist die Sukzession nach Aufgabe der nährstoffreduzierenden historischen Landnutzungen heute in Mitteleuropa nicht mehr von den flächendeckenden, anthropogenen Nährstoffeinträgen zu trennen, denn sie beschleunigen Sukzessionsprozesse auf Kosten des *Cladonio-Pinetum* und lassen sie auf die Standorte natürlicher Schlusswaldgesellschaften übergreifen. Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der verbliebenen Bestände müssen daher die Wirkungen des Stickstoff-Eintrags kompensieren und so die Sukzession zum *Leucobryo-Pinetum* verhindern. Am wirksamsten ist die Wiederaufnahme der Streunutzung. Derzeit wird in einem mehrjährigen Forschungsvorhaben im niedersächsischen Elbtal geprüft, ob das Abplaggen der Humusaufgabe zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung noch fragmentarisch ausgeprägter Flechtenkiefernwälder geeignet ist (SCHMIDT et al. 2008). Durch Einrichtung von Pufferzonen zu landwirtschaftlichen Nutzflächen können Stoffeinträge gegebenenfalls vermindert werden (FRANK et al. 2007) und Kalkungs- oder Düngungsmaßnahmen müssen unterbleiben. Die oft vorgeschlagene Auflichtung (u. a. FRANK et al. 2007) kann hingegen nicht zum Erhalt der typischen Flechten-Kiefernwälder beitragen, weil durch sie keine Nährstoffe entzogen werden und konkurrenzstarke Arten wie die Drahtschmiele infolge des höheren Lichtangebotes sogar gefördert werden (FISCHER et al. 2009). Im Falle der Silbergras-Kieferngehölze ist dagegen klein- wie großräumige Sanddynamik durch Bodenverwindung bzw. das Offenhalten von Binnendünen zu fördern, und nach Sandabbau sollte vermehrt eine natürliche Vegetationsentwicklung zur Initiierung primärer Sukzessionen zugelassen werden (s. auch BRUNNER & LINDACHER 1994, STRAUSSBERGER 1999).

Literatur

AUGUSTIN (1991), BALZER et al. (2004), BERG (2004), BRUNNER (2006), BRUNNER & LINDACHER (1994), BUSHART et al. (1994), FALIYNOWICZ (1986), FISCHER et al. (2009), FRANK et al. (2007), FUKAREK (1961), HEINKEN (1995, 1999, 2007, 2008), HEINKEN & ZIPPEL (1999), HOFMANN (1964, 1968, 1997), HOHENEESTER (1960), HUSOVÁ (2002), JURASZEK (1928), KIELLAND-LUND (1967), KLEMM (1969), KRAUSCH (1970), KRIEGER (1937), KÜRSCHNER & RUNGE (1997), MARSTALLER (1985), MATUSZKIEWICZ (1962), MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973), MEISEL-JAHN (1955), MERKEI (1994), OBERDORFER (1992a), PASSARGE (1956b, 1962), PASSARGE & HOFMANN (1968), PHILIPPI (1970), RENNWALD et al. (2000), RÜTHER (2003), SCHEUERER (1993), SCHMIDT et al. (2008), SCHUBERT (1972), SCHUBERT et al. (1995, 2001), SCHUHWERK (1988), SEIBERT (1992), STORTELDER et al. (1999), STRAUSSBERGER (1999), ZEIDLER & STRAUB (1967), WALENTOWSKI et al. (1994, 2004), WOLF (1993).

Tabelle 4: Cladonio-Pinetum Juraszek 1928 nom. invers. propos.

- | | | | |
|-------|----------------------------------|---|---------------------------------|
| 1-7 | coryneporetosum canescentis | A | Cladonia portentosa-Vikariante |
| | 1-4 Typische Variante | B | Trennartenlose Vikariante |
| | 5-7 Hieracium pilosella-Variante | C | Cladonia phyllophora-Vikariante |
| 8-10 | typicum | D | Carex ericetorum-Vikariante |
| 11-14 | vaccinietosum myrtilli | E | Picea abies-Vikariante |

Einheit-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vikariante	A	B	C	D	B	C	D	A	B	C	A	B	C	E
Zahl der Aufnahmen	9	15	68	9	6	9	8	59	31	89	15	57	46	69
Mittlere Artenzahl	22	15	18	18	21	31	34	19	15	18	21	16	20	20

Baumschicht:

DV	Pinus sylvestris	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
DV	Betula pendula	II	I	I	II	I	III	I	I	+	II	+	I	I
DV	Quercus robur	I	+	+	II	I	II	I	.	+	r	.	.	.
V	Viscum album subsp. austriacum	I	.	III	II	.	III	IV	r	.	II	.	.	I
KC	Picea abies	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II

Strauchschicht:

DV	Pinus sylvestris	IV	III	II	II	IV	IV	IV	II	II	I	IV	II	I	II
DV	Betula pendula	II	II	+	.	III	III	.	+	+	+	III	r	I	I
DV	Quercus robur	.	I	r	.	.	II	I	+	r	+	+	r	+	r
DV	Prunus serotina	.	.	.	.	.	II	.	r	.	r	+	.	.	.
DV	Frangula alnus	I	.	r	.	I	IV	.	.	+	r	.	r	r	r
	Sorbus aucuparia	.	.	.	.	I	II	I	.	.	.	+	.	.	r
	Robinia pseudacacia	.	.	.	.	.	I	II	.	.	r	.	.	.	.

Kraut- und Kryptogamenschicht:

AC/DA

()	Cladonia arbuscula	III	III	IV	IV	III	IV	IV	V	IV	IV	IV	V	V	IV
()	Cladonia gracilis	III	III	IV	IV	I	III	IV	V	II	IV	III	III	IV	II
DA	Cladonia pyxidata	V	III	IV	IV	I	IV	IV	IV	II	IV	IV	II	III	II
DA	Cladonia furcata subsp. furcata	III	II	III	III	.	IV	IV	III	III	I	III	IV	III	
DA	Cladonia rangiferina	I	III	I	II	.	II	I	I	III	III	I	V	IV	V
DA	Cladonia squamosa	III	II	III	IV	.	I	II	II	II	IV	II	II	III	II
()	Cladonia uncialis	III	I	III	II	I	III	II	II	I	II	II	II	III	II
	Dicranum spurium	I	I	II	II	.	I	.	II	III	III	III	II	II	II
	Cladonia macilenta	III	II	III	II	.	II	II	II	II	II	II	r	+	r
DA	Cladonia fimbriata	.	II	+	.	.	II	I	r	I	I	+	I	+	I
()	Cladonia pleurota	II	.	II	I	I	II	II	I	.	+	I	.	r	.
	Cladonia glauca	I	.	I	.	.	II	II	+	.	r	.	.	+	r
DA	Cladonia coniocraea	I	I	I	I	.	II	II	r	r	+	.	.	r	.

d Cladonio-Pinetum coryneporetosum

AC	Corynephorus canescens	III	III	IV	III	V	V	IV	r	.	+	.	.	.	.
AC	Polytrichum piliferum	III	IV	III	IV	III	IV	III	I	I	r	+	r	r	+
AC	Cetraria aculeata	III	III	III	III	.	III	I	r	+	II	.	+	+	.
AC	Cephaloziella divaricata et spp.	I	II	III	II	.	II	IV	.	.	I	+	.	+	r
(VC)	Rumex acetosella s.l.	III	I	III	III	V	IV	V	I	r	+	.	.	.	+
AC	Cladonia foliacea	I	III	III	II	I	III	IV	.	.	r	.	.	r	.
	Ceratodon purpureus	III	II	II	I	I	III	III	.	I	+	.	+	.	r
AC	Spergula morisonii	II	II	II	II	I	III	.	.	r	.	.	.	.	.
AC	Cladonia cervicornis subsp. verticillata	II	I	II	II	.	I	II	.	.	.	.	.	r	r
AC	Cladonia subulata	II	I	I	.	.	III	III	r	.	r	.	I	r	.
AC	Cladonia zopfii	.	+	I	II	.	II	I	r	.	r	.	.	r	.

d Hieracium pilosella-Variante

DV	Hieracium pilosella	.	.	r	.	III	IV	IV	.	.	r	.	.	.
VC	Carex arenaria	II	II	+	.	III	IV	III	r	+	r	.	.	.
DV	Agrostis capillaris	I	I	I	I	IV	V	III	r	.	I	.	.	r
	Hieracium umbellatum	.	.	+	II	II	IV	V	.	.	r	.	.	.
VC	Hypochaeris radicata	.	+	r	.	II	IV	IV	.	r	.	.	.	.
DV	Anthoxanthum odoratum	I	.	r	.	IV	I	II	.	.	r	.	r	r
DV	Frangula alnus	.	.	I	.	I	IV	.	+	+	r	I	+	r
AC	Jasione montana	.	.	.	.	II	II	II	.	.	.	.	.	.

d gegen Cladonio-Pinetum coryneporetosum

(DV)	Leucobryum glaucum	I	+	I	I	IV	II	II	IV	III	IV	II
------	--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	-----	----	----

d Cladonio-Pinetum vaccinietosum

KC	Vaccinium myrtillus	.	+	r	I	.	.	I	III	I	IV	V	V	V
DV	Carex pilulifera	I	.	r	.	.	.	.	r	r	IV	r	II	r
(DV)	Molinia caerulea agg.	I	.	r	.	.	.	.	r	r	III	r	I	r
KC	Vaccinium vitis-idaea	.	.	r	.	.	.	.	r	r	II	V	IV	IV
DA	Cetraria islandica	I	.	r	.	.	.	.	I	r	r	III	II	II

Δ Vikarianten

AC	Cladonia portentosa	IV	.	+	.	I	.	.	V	.	+	V	.	+	r
	Festuca filiformis	III	.	.	.	I	.	.	+	.	.	.	.	.	.
	Empetrum nigrum	II	.	.	.	I	.	.	r	.	.	+	.	.	.
	Dryopteris carthusiana	II	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	r
AC	Cladonia phyllophora	I	.	III	III	.	.	IV	III	I	.	II	.	+	.
DV	Festuca ovina et guestfalica	.	.	III	IV	I	.	IV	V	I	.	III	I	+	I
DA	Cladonia deformis	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	II	+	III	r
AC	Cladonia ciliata	.	.	I	I	.	.	.	.	I	.	II	I	III	II
VC	Carex ericetorum	.	.	.	IV	.	.	.	II	r	.	r	.	.	r
AC	Festuca psammophila	.	.	.	II	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.
DA	Cladonia rangiformis	.	.	.	I	.	.	.	IV	.	.	r	.	.	.
KC	Picea abies (Str.+Kr.)	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	I	.	.	III
	Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	IV

VC/DV-KC

DV	Pinus sylvestris	IV	III	IV	IV	III	IV	IV	IV	III	IV	V	IV	V	III
[VC]	Hypnum cupressiforme et jutlandicum	III	I	III	II	IV	IV	V	V	IV	V	V	III	IV	IV
DV	Calluna vulgaris	III	II	II	II	III	III	II	III	IV	III	V	V	V	V
DV	Quercus robur et petraea	IV	II	III	III	III	V	V	V	III	III	IV	III	IV	III
	Ptilidium ciliare	II	II	IV	IV	.	III	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III
	Dicranum polysetum	II	+	I	.	III	III	II	V	IV	III	IV	IV	III	V
DV	Pohlia nutans	IV	IV	V	II	IV	V	IV	III	I	IV	III	I	II	II
DV	Betula pendula et pubescens	II	I	II	II	II	.	II	II	+	+	III	I	II	I
DV	Prunus serotina	III	.	r	.	I	II	I	+	.	r	.	.	.	.
()	Calamagrostis epigeios	I	.	+	.	.	II	II	r	.	r	+	.	.	.
(DV)	Luzula campestris agg.	.	.	+	.	I	.	II	r	+	r	.	.	r	r
	Danthonia decumbens	.	.	r	.	.	II	.	.	.	.	+	.	r	r
DV	Euphorbia cyparissias	.	.	.	.	I	I	II	.	.	.	.	.	.	.
DV	Scleropodium purum	.	.	.	.	.	II	II	.	.	r	.	.	.	.
	Viola canina	.	.	r	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.

Übrige Arten:

Deschampsia flexuosa	IV	IV	V	II	V	V	IV	V	V	V	IV	IV	V	V
Pleurozium schreberi	III	I	II	II	V	III	IV	IV	V	III	V	V	V	V
Dicranum scoparium	V	IV	IV	III	IV	IV	V	V	IV	V	V	II	III	III
Campylopus flexuosus et pyriformis	II	.	+	.	.	.	II	II	+	r	III	+	I	I
Polytrichum formosum	.	.	r	.	I	.	.	I	+	r	II	+	r	II

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cladonia div. spp.	II	+	I	I	II	I	.	+	I	+	I	+	r	+
Melampyrum pratense	I	.	.	I	I	.	II	r	+	r	.	I	r	II
Sorbus aucuparia	III	.	+	I	II	.	I	+	r	I	r	r	r	+
Campylopus introflexus	III	.	I	.	.	I	.	I	.	r	.	.	.	.
Brachythecium spec.	I	.	r	.	.	III	I	r	.	r	.	.	.	.
Dicranella heteromalla	.	+	+	.	I	.	.	II	+	+	+	+	+	I
Polytrichum juniperinum	I	.	r	.	.	II	I	I	+	.	r	r	I	.
Senecio sylvaticus	I	+	+	II	.	I	.	r	.	r	.	.	.	.
Agrostis vinealis	II	.	r	.	I	.	I	.	.	.	I	.	.	.
Poa pratensis agg.	.	.	r	.	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.
Linaria vulgaris	.	.	.	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.
Brachythecium albicans	.	.	.	.	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.
Taraxacum sect. Ruderalia	.	.	r	.	.	.	II	.	.	r	.	.	.	.
Teesdalea nudicaulis	.	.	r	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.
Artemisia campestris	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.
Conyza canadensis	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.

2. *Leucobryo-Pinetum* W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.

Weißmoos-Kiefernwald (Tab. 5)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Pino sylvestris-Vaccinietum myrtilli Juraszek 1928 bzw. Kobendza 1930, *Pinetum sylvestris* Hueck 1931, *Pinetum sylvestris neomarchicum* Libbert 1933 p. p., *Pino-Empetretum nigri* Libbert 1940 p. p., *Dicrano-Pinetum sylvestris* Preising et R. Knapp 1942 bzw. ex Oberdorfer 1957 p. p., *Myrtillo-Pinetum* (Kobendza 1930) Passarge 1956 bzw. 1957, *Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum* Oberdorfer 1957 p. p., *Calluna-Pinus*-Gesellschaft (HOFMANN 1964), *Calluno-Pinetum* Passarge 1969 bzw. Glavac in Ellenberg & Klötzli 1972, *Pinus-Molinia*-Gesellschaft (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973), *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* Mayer 1974, *Vaccinio myrtilli-Pinetum* Juraszek 1928 nom. invers. propos. (HUSOVÁ et al. 2002, BERG 2004, WILLNER & GRABHERR 2007).

Forstgesellschaften:

Dicranum-Hypnum-Kiefernforsten (MEISEL-JAHN 1955), *Molinio-Pseudopinetum* bzw. *Molinio-Cultopinetum sylvestris* (Pfeifengras-Kiefernforst), *Myrtillo-Pseudopinetum* bzw. *Myrtillo-Cultopinetum sylvestris* (Blaubeer-Kiefernforst), *Hypno-Pseudopinetum* bzw. *Deschampsio-Cultopinetum sylvestris* (Drahtschmielen-(Astmoos-(Kiefernforst), *Festuco-Pseudopinetum* bzw. *Festuco-Cultopinetum sylvestris* (Schafschwingel-Kiefernforst) (HOFMANN 1964, 1997, SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001); *Molinia-Calluna*-Kiefernforst, *Deschampsia*-Kiefernforst (KLEMM 1969); reiner *Hypnum*-Kiefernforst (KRAUSCH 1970); Kiefernforsten auf *Betulo-Quercetum*-Standorten (HOFMEISTER 1970) p. p.; *Dicrano-Cultopinetum sylvestris* (Hagermoos-Kiefernforst), *Calluno-Cultopinetum sylvestris* (Heidekraut-Kiefernforst) (SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001, HOFMANN 1997) p. p.; Kiefernbestände/-forste mit Tendenz zum *Leucobryo-Pinetum* (GAISBERG 1996, STIERSDORFER 1996) p. p., *Pleurozioschreberi-Pinetum sylvestris* (Rotstengelmoos-Kiefernforst) (ZERBE 1999, ZERBE et al. 2000) p. p.

Syntaxonomie und Nomenklatur

Das *Leucobryo-Pinetum* wurde durch MATUSZKIEWICZ (1962) im Rahmen seiner großräumigen Vegetationübersicht als westliche, suboceanisch getönte Gebietsassoziation im *Dicrano-Pinion* beschrieben. Allerdings enthielt es in der ursprünglichen Fassung auch das *Cladonio*- und das *Empetro nigri-Pinetum*. In der im deutschen Sprachraum wenig beachteten Neubearbeitung polnischer Kiefernwälder auf erweiterter Datengrundlage trennten MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973) dann das *Cladonio-Pinetum* und das *Empetro nigri-Pinetum* als eigenständige Assoziationen ab, wodurch das *Leucobryo-Pinetum* zur Zentralassoziation des *Dicrano-Pinion*-Verbandes im Sinne von DIERSCHKE (1981) wurde. Diese syntaxonomische Gliederung bestätigte sich im Wesentlichen auch für das norddeutsche Tiefland (HEINKEN & ZIPPEL 1999), die Niederlande (STORTELDER et al. (1999) und Tschechien (HUSOVÁ et al. 2002). Lediglich für die bei MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973) aus syngographischen Erwägungen erfolgte Ausgliederung von Kiefernbeständen feuchter Standorte aus dem *Leucobryo-Pinetum* als *Molinia-Pinus*-Gesellschaft besteht offenbar keine Notwendigkeit. Die in Süddeutschland (u. a. SEIBERT 1992, WALENTOWSKI et al. 1994, 2004) bisher etablierte Fassung des *Leucobryo-Pinetum* umfasst aber in Anlehnung an MATUSZKIEWICZ (1962) bis heute auch die Flechten-Kiefernwälder.

Es existieren freilich wesentlich ältere Darstellungen dieses Vegetationstyps seit JURASZEK (1928) und KOBENDZA (1930). In beiden Arbeiten wurden die Flechten-Kiefernwälder schon als eigenständige Assoziationen geführt, und auf JURASZEK (1928) geht bereits eine gültige Erstbeschreibung als *Pino sylvestris-Vaccinietum myrtilli* zurück. Der korrekte Name des *Leucobryo-Pinetum* müsste daher aufgrund der Prioritätsregel des ICPN (WEBER et al. 2000) *Vaccinio myrtilli-Pinetum* Juraszek 1928 nom. invers. propos. lauten. Nomenklatur und Abgrenzung von JURASZEK (1928) und KOBENDZA (1930) setzten sich teilweise in Nordostdeutschland durch (PASSARGE & HOFMANN 1968, KLEMM 1969), teilweise wurde die Bezeichnung zu *Myrtillo-Pinetum* abgewandelt (u. a. PASSARGE 1957, FUKAREK 1961, GROSSER 1964, HOFMANN 1964, KRAUSCH 1970). Verschiedentlich war auch der auf KNAPP (1942) zurückgehende Name *Dicrano-Pinetum* (s. Syntaxonomie des Verbandes) in Gebrauch.

Nicht nur außerhalb (MEISEL-JAHN 1955, PASSARGE 1962, HOFMEISTER 1970), sondern auch innerhalb des vermuteten natürlichen Verbreitungsgebietes von Kiefernwäldern (HOFMANN 1964, KLEMM 1969, KRAUSCH 1970, SCHUBERT 1972) wurden darüber hinaus zahlreiche Kiefern-Forstgesellschaften beschrieben, die aufgrund ihrer floristischen Zusammensetzung eindeutig dem *Leucobryo-Pinetum* zugeordnet werden müssen. Insbesondere die „Eberswalder Schule“ etablierte detaillierte, oft nur auf der Struktur der Baumschicht und Dominanzen einzelner Arten basierende Klassifikationssysteme für solche Forstgesellschaften, die bis heute in der forstlichen und planerischen Praxis Anwendung finden (SCHUBERT et al. 2001, HOFMANN 1997). Zuletzt beschrieb ZERBE (1999) ein teilweise dem *Leucobryo-Pinetum* entsprechendes *Pleurozium schreberi-Pinetum* als Forstgesellschaft im Spessart und wendete diesen Namen später auch innerhalb des natürlichen Kiefernareals in Nordostdeutschland an (ZERBE et al. 2000).

Umfang und Abgrenzung

In der vorliegenden Synopsis bestätigt sich die Fassung der Assoziation im nordmitteleuropäischen Hauptverbreitungsgebiet (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, HEINKEN & ZIPPEL 1999, STORTELDER 1999, BERG 2004) für ganz Deutschland (s. *Cladonio-Pinetum*). Damit gehören Flechten-Kiefernwälder nicht zum *Leucobryo-Pinetum*, das in Umfang und Abgrenzung dem *Vaccinio myrtilli-Pinetum* von JURASZEK (1928) und folgenden Autoren entspricht. Anders als bei MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973) gehören aber die feuchten, Pfeifengras-reichen Kiefernwälder armer Standorte zum *Leucobryo-Pinetum*, während Kiefernwälder und -forsten auf nährstoffreicheren Standorten (*Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft, s. Kap. 5.1) anders als bei BERG (2004) nicht zur Assoziation zählen. Es wird allerdings der im Hauptverbreitungsgebiet der Gesellschaft weithin etablierte Name *Leucobryo-Pinetum* Matuszkiewicz 1962 als nomen conservandum statt des bisher nur wenig gebrauchten Namens *Vaccinio myrtilli-Pinetum* Juraszek 1928 beibehalten. Damit wird dem Vorgehen in einigen neueren Übersichten (HUSOVÁ et al. 2002, BERG 2004, EICHBERGER et al. 2004, WILLNER & GRABHERR 2007) nicht gefolgt. Als *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* beschriebene alpine Silikat-Kiefernwälder sind ins *Leucobryo-Pinetum* einzubeziehen (EICHBERGER et al. 2004).

Struktur und Artenverbindung

Bestände des *Leucobryo-Pinetum* sind meist geschlossene Kiefernwälder mit allenfalls mäßiger, meist aber weit besseren Wuchsleistung als im *Cladonio-Pinetum*. Da außer *Betula pendula* nur selten weitere Gehölze in der Baumschicht vorkommen und stärker schattende Arten wie *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Quercus* spp. und *Sorbus aucuparia* auch in der Strauchschicht nie höhere Deckungsgrade erreichen, bleiben die Wälder auch bei dichtem Stand der Kiefer relativ licht. Im Unterwuchs ist der Weißmoos-Kiefernwald – je nach Bodenbedingungen, Nutzung und Region – physiognomisch von Beersträuchern (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*), von *Deschampsia flexuosa* oder selten *Calluna vulgaris* oder *Molinia caerulea* in wechselnden Anteilen geprägt (Abb. 6-9). Dabei haben Drahtschmiele oder Zwergsträucher durchweg höhere Anteile als im Flechten-Kiefernwald. *Calluna vulgaris* dominiert vor allem auf ehemaligen Streunutzungsflächen und Sandheiden (GROSSER 1964, PASSARGE 1969, HEINKEN 1995). In der ebenfalls dichten Mooschicht herrscht meist *Pleurozium schreberi* vor; auch *Dicranum polysetum*, *D. scoparium* und *Hypnum jutlandicum* sind mit hohen Deckungsgraden vertreten. Flechten treten dagegen allenfalls vereinzelt auf. Die meisten Bestände des *Leucobryo-Pinetum* sind Kiefernforsten; bei vielen Altbeständen ist allerdings schwer zu entscheiden, ob es sich um angepflanzte oder aus spontaner Verjüngung hervorgegangene Wälder handelt (s. HOFMANN 1964, HEINKEN 1995). Außerdem zählen viele jüngere Kiefern- oder Birken-Kiefern-Anflugwälder auf ehemaligen Freiflächen zum *Leucobryo-Pinetum* (s. Abb. 7).

Das *Leucobryo-Pinetum* besitzt als Zentralassoziation keine eigenen Assoziationskenn- und -trennarten (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973), enthält aber die Verbandskennarten *Dicranum polysetum*, *Hypnum jutlandicum* und *Ptilidium ciliare* mit hoher

Stetigkeit (vgl. Tab. 3). Das namensgebende *Leucobryum glaucum* hat hier und im *Cladonio-Pinetum* seinen Schwerpunkt im *Dicrano-Pinion*. Durch Vorkommen bzw. Fehlen diverser Trennarten-Gruppen ist es gegenüber den anderen Gesellschaften des Verbandes eindeutig abgegrenzt (s. Tab. 3): Mit *Fagus sylvatica*, *Luzula pilosa*, *Molinia caerulea*, *Pteridium aquilinum*, *Scleropodium purum* und *Sorbus aucuparia* besitzt das *Leucobryo-Pinetum* eine Reihe etwas anspruchsvollerer Arten, die dem *Cladonio-Pinetum* weitgehend fehlen (sie kommen allerdings nicht in allen Aufnahmen vor). Auch die Beersträucher *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea* sowie *Carex pilulifera*, *Melampyrum pratense* und *Polytrichum formosum* sind im *Leucobryo-Pinetum* wesentlich häufiger. Umgekehrt greifen die Kenn- und Trennarten des *Cladonio-Pinetum* nur vereinzelt auf die Weißmoos-Kiefernwälder über.

Anders als die *Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris*-Gesellschaft enthält das *Leucobryo-Pinetum Calluna vulgaris*, *Dicranum polysetum*, *Leucobryum glaucum* und *Ptilidium ciliare*. Umgekehrt sind *Calamagrostis epigeios*, *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Epilobium angustifolium*, *Galium saxatile*, *Lonicera periclymenum*, *Moebringia trinervia*, *Mycelis muralis*, *Oxalis acetosella*, *Rubus fruticosus* agg., *R. idaeus* und *Teucrium scorodonia* im Weißmoos-Kiefernwald nicht vertreten oder greifen nur in eine Untereinheit über (s. u.). Schließlich fehlen auch alle Kenn- und Trennarten der Kiefernwälder basenreicherer Standorte, etwa die Pyrolaceen.

Gliederung

Edaphisch und syndynamisch bedingte Untereinheiten

In Deutschland kommen zwei Subassoziationen des *Leucobryo-Pinetum* vor (s. auch HEINKEN & ZIPPEL 1999). Die ihnen zu Grunde liegenden Trophieunterschiede sind nicht nur durch das Ausgangssubstrat bedingt; teilweise haben sie auch syndynamische oder klimatische Ursachen (s. *Cladonio-Pinetum*). Die Untergliederung nach der Bodenfeuchte ergibt zwei Varianten in jeder Subassoziation. Sofern Weißmoos-Kiefernwälder in der Literatur bisher edaphisch untergliedert wurden, schenkte man meist allein der Bodenfeuchte Aufmerksamkeit (s. aber WALENTOWSKI et al. 1994) und die Feuchtestufen wurden als Subassoziationen gewertet (*Leucobryo-Pinetum typicum* und *-molinietosum*; z. B. MATUSZKIEWICZ 1962, SEIBERT 1992, BRUNNER & LINDACHER 1994, RÜTHER 2003). Da sie außer dem physiognomisch auffälligen *Molinia caerulea* jedoch keine insgesamt häufigeren Trennarten haben (s. u.) bildet hier der Trophiegradient die Basis der ersten Gliederungsebene.

a) *Leucobryo-Pinetum typicum* (Tabelle 5: 1–8)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Astmoos-Kiefernforst, typische Untergesellschaft (PASSARGE 1962), Reiner *Hypnum*-Kiefernforst (KRAUSCH 1970), *Leucobryo-Pinetum*, Trennartenlose E-Variante (HEINKEN 1995).

Im *Leucobryo-Pinetum typicum* ärmerer Standorte besitzt *Ptilidium ciliare*, das im *Cladonio-Pinetum* optimal entwickelt ist, eine etwas höhere Stetigkeit, und vereinzelt treten hier auch noch Rentierflechten auf (v. a. *Cladonia arbuscula*, *Cl. portentosa* und *Cl. rangiferina*). Standorte sind zum einen besonders trockene, grobkörnige Quarzsande bzw. Silikatverwitterungsböden, zum anderen aber auch etwas günstigere Ausgangssubstrate wie Silikat- und Feinmaterial-reichere Sande mit bestandesgeschichtlich, topographisch oder klimatisch bedingt geringerer Humusakkumulation. Da letztere die Nährstoffversorgung auf basenarmen Sandböden stärker als das Ausgangssubstrat bestimmt (LEUSCHNER et al. 1993), ist das *Leucobryo-Pinetum typicum* vor allem für jüngere Sukzessionsstadien, stärker degradierte Waldstandorte, verhangene Kuppen, Südhänge und trockene, sommerwarme Klimate typisch. Die Subassoziation zeigt eine subkontinentale Verbreitungstendenz: Während sie in Mittel- und Ostbrandenburg sowie in der Lausitz vorherrscht, tritt sie in Nordwestdeutschland, an der Ostseeküste, in Südwest-Mecklenburg und in Nordbrandenburg deutlich zurück. In Süddeutschland herrscht sie im östlichen Bayern (Fränkisches Keuper-Lias-Land, Fränkische Alb, Oberpfälzisch-Obermainisches und Unterbayerisches Hügelland, Oberpfälzer und Bayerischer Wald) vor.

b) *Leucobryo-Pinetum sorbetosum aucupariae* (Tabelle 5: 9–16)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Astmoos-Kiefernforst, *Scleropodium*-Untergesellschaft (PASSARGE 1962), *Myrtillo-Pinetum typicum*, *Dryopteris spinulosa*-Variante (KRAUSCH 1970), *Dryopteris-Hypnum*-Kiefernforst (KRAUSCH 1970), *Leucobryo-Pinetum*, *Dryopteris carthusiana*-E-Variante (HEINKEN 1995), *Leucobryo-Pinetum scleropodietosum purae* (HEINKEN & ZIPPEL 1999).

Das *Leucobryo-Pinetum sorbetosum aucupariae* etwas nährstoffreicherer und oft auch (luft)feuchterer Standorte ist demgegenüber in der Bodenvegetation durch *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Lophocolea bidentata*, *Luzula pilosa*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus fruticosus* agg. und *Scleropodium purum* gekennzeichnet. In der oft stärker entwickelten Strauchschicht treten *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Quercus robur* und *Sorbus aucuparia* deutlich stärker hervor als in der Typischen Subassoziation. Fast alle Trennarten haben ihren Schwerpunkt in der *Deschampsia flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft, zu der die Subassoziation auch standörtlich überleitet. Neben Silikat- und Feinmaterial-reichen Sanden sind die Standorte vor allem solche mit stärkerer Humusakkumulation, d. h. ältere Sukzessionsstadien, weniger degradierte Waldstandorte, Nordhänge und andere geschützte Lagen sowie feuchte, sommerkühle Klimate. Die Subassoziation hat einen atlantischen Verbreitungsschwerpunkt: Während sie im Norden und Nordwesten des norddeutschen Tieflandes und in Südwestdeutschland bis zu den Mainfränkischen Platten vorherrscht bzw. stark vertreten ist, ist sie in Mittel-, Ost- und Südostbrandenburg und Ostbayern deutlich seltener.

c) Weitere edaphisch bedingte Untereinheiten

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen der *Molinia*-Varianten:

Leucobryo-Pinetum molinietosum (MATUSZKIEWICZ 1962, SEIBERT 1992 u. v. m.), Fichten-Kiefernwald (*Molinio-Piceetum*) GROSSER (1964), *Molinia*-Kiefernforst (GROSSER 1964), *Molinio-Pseudopinetum* (HOFMANN 1964), *Pinus-Molinia*-Gesellschaft (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973), *Molinio-Cultripinetum sylvestris* (HOFMANN 1997).

Nach der Bodenfeuchte lässt sich in beiden Subassoziationen jeweils eine **Typische Variante** (Tabelle 5: 1–5, 9–12) trockener bis mäßig frischer, meist grundwasserferner Standorte und eine *Molinia caerulea*-Variante (Tabelle 5: 6–8, 13–15) feuchter Standorte mit Grund- oder Stauwassereinfluss unterscheiden. Die bei weitem vorherrschenden Typischen Varianten besitzen zwar keine eigenen Trennarten; Trockenheitszeiger wie *Carex arenaria*, *Festuca guestfalica*, *F. ovina* und *Hieracium pilosella* sind aber weitgehend auf sie beschränkt. Die *Molinia*-Varianten sind neben der häufig dominanten *Molinia caerulea* agg. (Abb. 9) teilweise noch durch *Bazzania trilobata*, *Betula pubescens* und *Potentilla erecta* gekennzeichnet. Standörtlich und floristisch vermitteln die *Molinia*-Varianten zu den Moorwäldern der *Vaccinio uliginosi*-*Pinetea sylvestris*, was auch durch vereinzelte Vorkommen von *Ledum palustre*, *Polytrichum commune* und *Sphagnum* spp. deutlich wird. Eine Sonderstellung nehmen einige Kiefernbestände auf nordexponierten Sandsteinriffen bzw. sickerfeuchten Rinnen der Schluchten in der Sächsischen Schweiz ein (*Ledum palustre*-Variante; auch im angrenzenden nordböhmischen Sandsteingebiet). Trotz ihrer Flachgründigkeit sind sie teilweise anmoorig und besitzen u. a. mit *Ledum palustre*, *Sphagnum capillifolium* und *S. girgensohnii* weitere Arten, die sonst weitgehend auf Moorwälder beschränkt sind, während *Molinia caerulea* zurücktritt (s. auch JUNG 1960, SCHMIDT et al. 2002).

Geographische Untereinheiten

Überregional betrachtet gehören alle Bestände des *Leucobryo-Pinetum* in Deutschland zu einer westlichen Vikariante mit *Deschampsia flexuosa*, *Carex pilulifera*, *Hypnum julandicum* und *Ptilidium ciliare* (vgl. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). In Zentral-Polen wird diese dann durch eine ostmitteleuropäische Vikariante ohne die genannten Arten abgelöst. Alle polnischen Bestände weisen jedoch mit hoher Stetigkeit *Calamagrostis arundinacea*

und *Ptilium crista-castrensis* auf, die den deutschen Beständen weitgehend fehlen, während *Scelopodium purum* offenbar weitgehend auf den westlichen Arealrand beschränkt ist. Trotz der recht einheitlichen floristischen Zusammensetzung in Deutschland lassen sich innerhalb jeder Subassoziation bzw. Variante des *Leucobryo-Pinetum* im Ozeanitätsgefälle jeweils bis zu vier Vikarianten mit übereinstimmenden Artengruppen unterscheiden. Eine ausgeprägte Höhenstufung besteht dagegen nicht. In den meisten Regionen sind *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea* im *Leucobryo-Pinetum* charakteristisch und oft auch faziesbildend („Beerstrauch-Kiefernwälder“, Abb. 6). Sie fehlen allerdings in den trockenwärmsten Gebieten (Mittelbrandenburg sowie Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland), wobei das Vorkommen von *Vaccinium vitis-idaea* in Norddeutschland noch etwas stärker eingeschränkt ist (HEINKEN & ZIPPEL 1999).

Δ1 *Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 5: A)

Die durch *Cladonia portentosa* (fast nur in der Typischen Subassoziation), *Empetrum nigrum*, *Galium saxatile* und *Lonicera periclymenum* (nur in der *Sorbus aucuparia*-Subassoziation), auf den feuchten Standorten der *Molinia*-Varianten außerdem durch *Erica tetralix* und *Salix repens* gekennzeichnete *Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus*-Vikariante ist für atlantisch-boreal geprägte Regionen charakteristisch. Das im Aufnahmемaterial unterrepräsentierte, für stärker kontinental geprägte, niederschlagsärmere Regionen charakteristische *Viscum album* subsp. *austriacum* fehlt in dieser Vikariante. Fast durchweg *Empetrum nigrum* besitzen Bestände im Mecklenburgischen Küstengebiet (s. FUKAREK 1961, HOFMANN 1964) und auf Sandsteinriffen der Sächsischen Schweiz (s. JUNG 1960, SCHMIDT et al. 2002), nicht hingegen die Bestände im niedersächsischen Tiefland und den nordöstlich angrenzenden Regionen, im Oberlausitzer Heideland sowie im Schwarzwald. Die Verbreitung der Vikariante ähnelt im Bundesgebiet damit dem Areal des *Betulo-Quercetum* (vgl. HÄRDITTE et al. 1997).

Δ2 *Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 5: B)

Dieser Vikariante mit *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea* fehlen die atlantisch verbreiteten Arten der *Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus*-Vikariante. Sie ist im Bundesgebiet am weitesten verbreitet und kommt sowohl in Nord- wie auch in Süddeutschland vor. Schwerpunkte liegen im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte, im Ostbrandenburgischen Heide- und Seengebiet mit dem Unterspreewald, in der Nieder- und Oberlausitz, im Elbsandsteingebirge, in Mittelfranken, im Oberpfälzer Wald und im Spessart. *Juniperus communis* und die boreale *Trientalis europaea*, die ihren Schwerpunkt in der *Empetrum-Vikariante* haben, kennzeichnen innerhalb der *Vaccinium-Vikariante* die stärker boreal getönten Regionen (niedersächsisches Tiefland und nordöstlich angrenzende Regionen, Mecklenburgisches Küstengebiet und Mecklenburgische Seenplatte). Mit Ausnahme des Elbsandsteingebirges kommen sie im Hügel- und Bergland nur ganz vereinzelt vor.

Δ3 *Picea abies-Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 5: C)

Diese deutliche Anklänge an das *Piceion abietis* aufweisende Vikariante ist zusätzlich durch *Hylocomium splendens* und *Picea abies* gekennzeichnet (vgl. *Picea abies*-Vikariante des *Cladonio-Pinetum*); auch *Abies alba* und *Luzula luzuloides* treten hier ab und zu auf. Die subkontinental-submontane Vikariante ist im Mittelgebirgsraum insbesondere in Süddeutschland weit verbreitet und zeigt bereits deutliche Anklänge an die polnischen Bestände (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Schwerpunkte liegen im Mittelfränkischen Becken, im Oberpfälzer und Bayerischen Wald inklusive ihrem Vorland, im Unterbayerischen Hügelland, Spessart, Elbsandsteingebirge, Schwarzwald, Pfälzer Wald und Ostthüringer Buntsandsteingebiet. In diesen vergleichsweise niederschlagsreichen Regionen herrscht die Vikariante – gemessen an der Zahl der Vegetationsaufnahmen – durchweg vor. Sie fehlt jedoch auch in „montan“ geprägten Regionen des norddeutschen Tieflands nicht vollständig (v. a. Lüneburger Heide, Mecklenburgische Seenplatte und Oberlausitzer Heideland).

Innerhalb der *Picea abies-Vaccinium myrtillus*-Vikariante gibt es – wie im *Cladonio-Pinetum* – Bestände mit *Erica carnea* (Tab. 5: 4), die lokal am Westrand des Oberpfälzer Waldes (AUGUSTIN 1991), in Oberfranken im Raum Selb-Marktredwitz (MERKEL 1994) und im Vogtland (SCHUBERT 1960) auftreten, allerdings nur in der bodentrockenen Variante des *Leucobryo-Pinetum typicum*. Weitere isolierte Bestände gibt es im Vorland des Böhmerwaldes in Tschechien (PIŠTA 1982). Eigentlich Charakterart der *Erico-Pinetea*, tritt die ostpräalpine *Erica carnea* vor allem in Nord- und Südtirol sowie in den Ostalpen auch verbreitet in Silikat-Kiefernwäldern ganz ähnlicher Artenzusammensetzung auf (EICHBERGER et al. 2004, WILLNER & GRABHERR 2007) und erreicht im Vogtland ihre nördliche Verbreitungsgrenze. AUGUSTIN (1991) bezeichnet diese Bestände im *Leucobryo-Pinetum* als Reliktform von *Erica herbacea*, während SEIBERT (1992) sowie EICHBERGER et al. (2004) und WILLNER & GRABHERR (2007) sie im Rang von Subassoziationen sehen (*Leucobryo-* bzw. *Vaccinio-Pinetum ericetosum herbaceae*).

Δ4 Trennartenlose Vikariante (Tabelle 5: D)

Physiognomisch auffällig durch das vollständige Ausfallen von Beersträuchern ist die Trennartenlose Vikariante der trockensten und (sommer-)wärmsten Regionen Deutschlands mit *Leucobryo-Pinetum*-Vorkommen, in denen statt der *Vaccinium*-Arten Gräser (neben *Deschampsia flexuosa* v. a. *Festuca guesstfalica* oder *F. ovina*, *Agrostis capillaris* und *Anthoxanthum odoratum*) stark hervortreten (Abb. 7). Diese Vikariante fehlt in den *Molinia*-Varianten des *Leucobryo-Pinetum*, wo die klimatisch trockenen Bedingungen durch Bodenfeuchte ausgeglichen werden, bzw. die in den trocken-warmen Regionen kaum vorkommen. Die Trennartenlose Vikariante ist kennzeichnend für Mittelbrandenburg bis westlich zur Elbe (HEINKEN & ZIPPEL 1999) sowie das Oberrheinische und das Rhein-Main-Tiefland (vgl. PHILIPPI 1970, STREITZ 1967) und kommt darüber hinaus in Nord-, Ost- und Südostbrandenburg und im mittleren Maingebiet (vgl. ZEIDLER & STRAUB 1967) häufiger vor. Das auffällige Fehlen der sonst fast überall im *Leucobryo-Pinetum* typischen, boreal verbreiteten *Vaccinium*-Arten in den genannten Regionen ist in der älteren Literatur weitgehend unbeachtet geblieben bzw. auf Verhagerung (HOFMANN 1968) bzw. Stickstoff-Immissionen (HOFMANN 1997, KÜRSCHNER & RUNGE 1997) zurückgeführt worden. Das gleiche pflanzengeographische Phänomen tritt im *Quercion roboris* auf.

Ökologie

Grundsätzlich ähneln die Standorte und geologischen Substrate denen des *Cladonio-Pinetum*, sind jedoch im Allgemeinen weniger extrem. Das bedeutet im norddeutschen Tiefland eine geringere Konzentration auf Deflations- und erodierte Hangstandorte, aber auch Dünen und Flugsande. In den süddeutschen Sandgebieten herrschen Flugsande und Dünen als Substrate vor (u. a. WALENTOWSKI et al. 1994). Im Bereich der anstehenden Gesteine werden eher weniger verhagerte, flache Süd- bis Westhanglagen und Hochflächen mit ihren zu den Hängen vermittelnden Kanten sowie flache Bergkuppen besiedelt, während nordexponierte Hänge eher selten mit Beständen des *Leucobryo-Pinetum* bestockt zu sein scheinen (z. B. MARSTALLER 1985, ZERBE 1999, s. aber RÜTHER 2003).

Anders als die Flechten-Kiefernwälder besiedelt das *Leucobryo-Pinetum* nicht nur trockene, sondern auch frische und feuchte Standorte, und die Bodenbildung ist meist weiter fortgeschritten. Vorherrschende Bodentypen sind stark podsolierte Braunerden bzw. Podsol-Braunerden (u. a. BRUNNER 2006, HEINKEN & ZIPPEL 1999), außerdem kommen Podsol-Ranker (insbes. auf Dünen) und Eisen-Humus-Podsole mit Ortsteinbildung vor (HEINKEN 1995). Die Humusaufgaben sind im Allgemeinen mächtiger als beim *Cladonio-Pinetum* (PASSARGE 1962, HEINKEN 1995, 1999, STRAUSSBERGER 1999). Daher sind die Humusformen stärker zu feinhumusreichem und rohhumusartigem Moder verschoben (HOFMANN 1968, ZERBE 1999); ausgeprägte Rohhumusbildungen sind allerdings auf feuchte Standorte beschränkt. Die pH(H₂O)-Werte der kalkfreien Oberböden liegen fast durchweg unter 4,0 (WALENTOWSKI et al. 1994, RÜTHER 2003, HEINKEN 1995) und damit tendenziell

noch niedriger als im *Cladonio-Pinetum*, während die C/N-Verhältnisse ähnlich sind (HEINKEN 1995, HOFMANN 1968). Durch die höheren Humusgehalte ist die Stickstoffversorgung deutlich günstiger (RODE & HEINKEN 1993).

Die wechselfeuchten bis zeitweilig vernässten Standorte der *Molinia*-Varianten weichen stärker von dem beschriebenen Profil ab. Sie finden sich – meist kleinflächig – in flachen Mulden der Ebenen oder Hochflächen (z. B. MARSTALLER 1985), können bei wasserstauenden Lehmschichten aber auch in Verebnungen auftreten (z. B. BUSHART et al. 1994, BRUNNER 2006). Sie sind entweder durch Gley-Podssole bzw. Podsol-Gleye (GROSSER 1964, HOFMANN 1968, KRAUSCH 1970) oder Pseudogley-Braunerden bzw. podsolierte Pseudogleye bis hin zu Stagnogleyen gekennzeichnet (AUGUSTIN 1991, MARSTALLER 1985, BRUNNER 2006).

Dynamik

Wie beim *Cladonio-Pinetum*, mit dem es häufig syndynamisch eng verbunden ist, handelt es sich beim *Leucobryo-Pinetum* meist um Degradations- oder Sukzessionsstadien (HEINKEN 1995, 1999, KÜRSCHNER & RUNGE 1997, STIERSDORFER 1996, RÜTHER 2003). Heutige Weißmoos-Kiefernwälder sind oft nachweislich nach Aufgabe der Streunutzung in den letzten Jahrzehnten aus Flechten-Kiefernwäldern hervorgegangen (z. B. STRAUSSBERGER 1999, FISCHER et al. 2009). Viele Bestände, insbesondere in Nordost- und Süddeutschland, gehen auf die Anlage von Kiefernforsten auf Laubwaldstandorten zurück (SCAMONI 1988, BRUNNER 2006, WALENTOWSKI et al. 2004). Andere, darunter fast alle in Nordwestdeutschland, sind im Zuge der Wiederbewaldung von Offenland entstanden (BUSHART et al. 1994, HEINKEN 1995). Neben Sandtrockenrasen (insbesondere *Corniculario aculeatae-Corynephorretum*) und nicht mehr beweideten Sandheiden (insbesondere *Genisto pilosae-Callunetum*) kommen auch Kahlschläge und vielleicht Borstgrasrasen des *Violin caninae* als Ausgangsgesellschaften in Frage. Es ist zumindest fraglich, ob Weißmoos-Kiefernwälder in Mitteleuropa Schlusswaldgesellschaften auf sehr armen Standorten sein können (z. B. WALENTOWSKI & SCHEUERER 2004).

Fast immer ging mit ihrer Entstehung eine Degradierung der Standorte durch Humusverluste einher (GROSSER 1964, PASSARGE 1969, RODE & HEINKEN 1993, RÜTHER 2003, BRUNNER 2006). Mit zunehmender Humusakkumulation gehen Bestände des *Leucobryo-Pinetum* dann entweder in die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft oder direkt in bodensaure Eichen- oder Buchenmischwälder über, was übrigens auch für die meisten polnischen Bestände gilt. In den meisten Regionen Deutschlands ist das *Leucobryo-Pinetum* eine Ersatzgesellschaft bodensaurer Buchenwälder des *Luzulo-Fagion* (z. B. LEUSCHNER 1994, HEINKEN & ZIPPEL 1999, ZERBE 1999). Meist deutet sich dies im regelmäßigen Auftreten von *Fagus sylvatica* in der Strauch- und teilweise sogar in der Baumschicht an. In submontan getönten, niederschlagsreichen Regionen spielt außerdem die Fichte bei der weiteren Sukzession eine Rolle (s. *Picea abies-Vaccinium myrtillus*-Vikariante). Für den Bayerischen Wald werden auch Buchen-Tannemischwälder des *Vaccinio-Abietetum* oder Eichenmischwälder des *Calamagrostio-Quercetum* als Schlusswaldgesellschaften angegeben (WALENTOWSKI et al. 1994, STIERSDORFER 1996, RÜTHER 2003). In Mittel- und Ostbrandenburg sowie in der Lausitz ist das *Leucobryo-Pinetum* vermutlich ganz überwiegend Ersatzgesellschaft von Eichenmischwäldern des *Quercion roboris*; hier fehlt Buchenverjüngung weitgehend (HEINKEN & ZIPPEL 1999).

Verbreitung (Abb. 1 im Anhang)

Wie das *Cladonio-Pinetum* ist das *Leucobryo-Pinetum* im norddeutschen Tiefland ausschließlich auf Regionen mit armen Sandböden beschränkt, besitzt dort aber großflächige Vorkommen. Das Hauptverbreitungsgebiet liegt östlich der Elbe im Bereich der Ablagerungen des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit, der Altmoränengebiete sowie weiter nördlich im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte. In diesen Regionen ist die Assoziation auf grundwasserfernen Sandböden streckenweise die dominierende Waldgesellschaft (Details s. HEINKEN & ZIPPEL 1999). Ein weiterer Verbreitungsschwerpunkt liegt in der Elbtalnieder-

zung. Isoliert gibt es relativ großflächige Bestände im vorpommerschen Küstengebiet (Darß, Usedom, Ueckermünder Heide). Im nordwestdeutschen Tiefland ist das *Leucobryo-Pinetum* großflächig in der südlichen Lüneburger Heide anzutreffen, während es westlich der Weser und in Küstennähe nur zerstreut auftritt. POTT (1995) gibt Vorkommen in der Senne an; von dort liegen jedoch keine Vegetationsaufnahmen vor.

Im Hügel- und Bergland liegt der Verbreitungsschwerpunkt wie beim *Cladonio-Pinetum* im und am östlichen Rand des Mittelfränkischen Keuper-Lias-Landes. Im Nürnberger Reichswald ist das *Leucobryo-Pinetum* die vorherrschende Waldgesellschaft (BRUNNER 2006). Weitere wichtige Vorkommen befinden sich im Oberpfälzer und Bayerischen Wald, im Oberpfälzisch-Obermainischen Hügelland, im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge und auf den Mainfränkischen Platten (s. Herkunft der Aufnahmen von Tab. 1). Im Südwesten kommt das *Leucobryo-Pinetum* großflächig im Pfälzer Wald (s. *Vaccinio vitis-idaeo-Quercetum* bei BOISELLE & OBERDORFER 1957) und im Spessart (ZERBE 1999) und stellenweise auch im Schwarzwald vor. Ehemals war die Gesellschaft auch im nördlichen Oberrheinischen Tiefland und im Rhein-Main-Tiefland häufig; die meisten Bestände dürften hier der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft bzw. Laubmischwäldern gewichen sein. Im nördlichen Mittelgebirgsraum wächst das *Leucobryo-Pinetum* im Ostthüringer Buntsandsteingebiet (MARSTALLER 1985, Aufnahmen nicht in der Verbreitungskarte im Anhang) und im Umkreis der Waldgrenzstandorte der Sächsischen Schweiz und des Zittauer Gebirges; diese Vorkommen setzen sich großflächig in den nordböhmischen Sandsteingebieten fort. Die meisten Vorkommen im Hügel- und Bergland liegen unter 400 m ü.NN, doch steigt das *Leucobryo-Pinetum* im Oberpfälzer und Bayerischen Wald bis etwa 600 m (AUGUSTIN 1991, STIERSDORFER 1996, GAISBERG 1996) und im Schwarzwald noch darüber hinaus (SCHULWERK 1988, WOLF 1993).

Die Assoziation ist weitgehend auf die nemorale und die boreo-nemorale Zone beschränkt mit Verbreitungsschwerpunkt von Nordostdeutschland bis Mittelpolen. Dabei weist sie eine subozeanische Verbreitungstendenz auf, denn in Mittelpolen klingt das *Leucobryo-Pinetum* bereits aus und wird nach Osten zunehmend durch das *Peucedano-Pinetum* ersetzt (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Die westliche Arealgrenze wird in den niederländischen Sandgebieten, v. a. der Veluwe (STORTELDER et al. 1996), sowie im Pfälzer Wald und den anschließenden Nordvogesen (MULLER 1992) erreicht. Im Süden setzt sich das Areal über die Schweizer Alpen (SOMMERHALDER 1992), Nord- und Südtirol, die Steiermark und Kärnten (EICHBERGER et al. 2004, WILLNER & GRABHERR 2007) fort. Im Südosten verläuft die Arealgrenze offenbar über die Böhmisches Masse (Wald- und Mühlviertel) in Österreich (WILLNER & GRABHERR 2007) sowie den Böhmerwald und Nordböhmen (HUSOVÁ et al. 2002). Das *Leucobryo-Pinetum* ist verbreitet im südlichen Skandinavien bis SE-Norwegen (KIELLAND-LUND 1967, DIERSSEN 1996). Im mittleren und nördlichen Skandinavien wird es durch boreale Beerstrauch-Kiefernwälder vom Typ des *Vaccinio vitis-idaeo-Pinetum* Cajander 1921 mit *Arctostaphylos uva-ursi* und *Empetrum hermaphroditum*, aber ohne *Deschampsia flexuosa* und *Leucobryum glaucum* abgelöst (DIERSSEN 1996).

Wirtschaftliche Bedeutung

Weißmoos-Kiefernwälder werden weithin forstlich bewirtschaftet und haben aufgrund ihrer weiten Verbreitung eine relativ große wirtschaftliche Bedeutung, die allerdings weit hinter derjenigen der Drahtschmielen-Kiefernwälder zurückbleibt. Auf den ärmeren Standorten der Assoziation ist *Pinus sylvestris* meist die einzige Wirtschaftsbaumart; der Holztertrag ist hier aufgrund des geringen Zuwachses jedoch mäßig. Teilweise hat die Gesellschaft durch die Stabilisierung von Dünen und Hängen gegenüber Wind- und Wassererosion eine Schutzwaldfunktion.

Naturschutz

Im artenarmen *Leucobryo-Pinetum* kommen anders als im *Cladonio-Pinetum* nur wenige gefährdete Pflanzenarten vor, doch wegen ihrer nährstoffarmen Standorte sind auch die Biozönosen der Weißmoos-Kiefernwälder – insbesondere nicht stark forstlich geprägte Bestände wie Anflugwälder oder sog. „Bauern-Kiefernwälder“ (s. ZIMMERMANN & SCHULZ 2007) – grundsätzlich als schutzbedürftig anzusehen. Obwohl die Gesellschaft regional noch großflächig vorhanden ist und sich lokal sogar auf Kosten von Flechten-Kiefernwäldern ausbreiten konnte, gilt sie sowohl im norddeutschen Tiefland als auch im Hügel- und Bergland als gefährdet (RENNWALD 2000). Insgesamt ist in Deutschland auch für das *Leucobryo-Pinetum* ein kontinuierlicher und in manchen Regionen massiver Flächenrückgang zu verzeichnen.

Wesentliche Gefährdungsursachen sind – ähnlich wie beim *Cladonio-Pinetum* – die gleichbleibend hohen Stickstoff-Emissionen aus Autoverkehr und Intensivlandwirtschaft sowie natürliche Sukzession zu Drahtschmielen-Kiefernwäldern oder bodensauren Laubmischwäldern nach Wegfall der traditionellen Streunutzung (HEINKEN 2008). Nährstoffeinträge können außerdem durch die Verwehung von Dünger aus angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie durch Kalkungsmaßnahmen erfolgen. Dazu kommt der Unterbau von Laubholz im Zuge der Waldumbau-Programme. Regional kann auch der Anbau und nachfolgende spontane Ausbreitung von *Pinus strobus* ein Gefährdungsfaktor sein (WALENTOWSKI & SCHEUER 2004). Auch Bodenverwundung und -verdichtung durch schwere Forstmaschinen sowie Bodenabbau (insbesondere Flächenverlust durch Braunkohletagebaue in der Lausitz) tragen zur Gefährdung von Weißmoos-Kiefernwäldern bei.

Im Allgemeinen spricht nichts dagegen, auf den ehemals streugenutzten, degradierten Standorten eine natürliche Sukzession im Rahmen des Prozessschutzes zu akzeptieren bzw. im Rahmen forstwirtschaftlicher Ziele zu nutzen (z. B. ZERBE 1999, WALENTOWSKI et al. 2004), doch sollte die Anpflanzung von Laubgehölzen – insbesondere der zu sehr artenarmen Beständen führende Buchen-Unterbau (s. JENSSEN 2004, DENNER & SCHMIDT 2008) – eher auf den reicheren Standorten der Drahtschmielen-Kiefernwälder (Kap. 5.1) erfolgen, wo auch mit einem höheren Holzertrag zu rechnen ist. Angesichts der flächendeckenden, anthropogenen Nährstoffeinträge müssen Maßnahmen wie Bestandeskalkung oder -düngung, die die Nährstoffanreicherung beschleunigen, unbedingt unterbleiben. Auch Bodenbearbeitung zur Förderung der Kiefernverjüngung – die auf den armen Standorten des *Leucobryo-Pinetum* relativ unproblematisch ist – ist kritisch zu sehen. Biomasse-Entzug durch Streunutzung oder Waldweide kann besonders im Rahmen spezieller Artenschutz-Maßnahmen angewendet werden (BERG et al. 2004). Naturnah strukturierte Bestände, insbesondere Anflugwälder auf Heiden oder Sandmagerrasen sollten punktuell ganz aus der Bewirtschaftung genommen werden (s. HEINKEN 1995), wie dies im Rahmen der Naturwaldreservate-Programme der Landesforstverwaltungen auch schon geschehen ist (z. B. MEYER et al. 2006).

Literatur (einschließlich Tabelle)

AUGUSTIN (1991), BERG (2004), BRUNNER (2006), BRUNNER & LINDACHER (1994), BUSHART et al. (1994), EICHBERGER et al. (2004), FISCHER et al. (2009), FUKAREK (1961), GROSSER (1964), HEINKEN (1995, 1999, 2007), HEINKEN & ZIPPEL (1999), HOFMANN (1964, 1968, 1997), HUSOVÁ et al. (2002), JUNG (1960), JURASZEK (1928), KIELLAND-LUND (1967), KLEMM (1969), KRAUSCH (1970), KRIEGER (1937), KÜRSCHNER & RUNGE (1997), LEUSCHNER (1994), LEUSCHNER et al. (1993), MARSTALLER (1985), MATUSZKIEWICZ (1962), MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973), MEISEL-JAHN (1955), MERKEL (1994), OBERDORFER (1992a), PASSARGE (1962, 1969), PASSARGE & HOFMANN (1968), PHILIPPI (1970), PIŠTA (1982), POTT (1995), RENNWALD et al. (2000), RÜTHIER (2003), SCHEUERER (1993), SCHMIDT et al. (2002), SCHUBERT et al. (1995, 2001), SCHUHWERK (1988) SEIBERT (1992), STIERSDORFER (1996), STORTELDER et al. (1999), STRAUSSBERGER (1999), ZEIDLER & STRAUB (1967), WALENTOWSKI & SCHEUERER (2004), WALENTOWSKI et al. (1994, 2004), WILLNER & GRABHERR (2007), WOLF (1993), ZERBE (1999).

Tabelle 5: Leucobryo-Pinetum W. Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos.

1-8 typicum

- 1-5 Typische Variante
- 6-8 Molinia caerulea-Variante

9-16 sorbetosum aucupariae

- 9-12 Typische Variante
- 13-15 Molinia caerulea-Variante
- 16 Ledum palustre-Variante

A: Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus-Vikariante

B: Vaccinium myrtillus-Vikariante

C: Picea abies-Vaccinium myrtillus-Vikariante

Spalte 4: mit Erica carnea

D: Trennartenlose Vikariante

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vikariante	A	B	C	C	D	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	C
Zahl der Aufnahmen	27	207	157	12	166	17	41	73	54	101	90	59	38	36	46	8
Mittlere Artenzahl	13	12	13	12	12	14	14	15	20	16	16	17	18	17	18	20

Baumschicht:

DV	Pinus sylvestris	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
DV	Betula pendula	II	I	I	+	I	II	II	II	II	II	II	I	III	II	II	
	Fagus sylvatica	+	r	I	II	r	+	+	I	I	II	+	I	+	I	IV	
V	Creg, Viscum album subsp. austriacum	.	I	+	.	II	.	I	r	r	r	I	.	.	.	II	
KC	Larix decidua	.	.	r	.	.	.	r	r	r	r	r	II
KC, Δ	Picea abies	+	.	II	V	.	.	II	+	.	II	.	.	.	II	IV	

Strauchschicht:

d Leucobryo-Pinetum sorbetosum

DV	Sorbus aucuparia (Str.+Kr.)	I	I	+	II	I	+	I	I	V	IV	III	IV	IV	IV	III	IV
DV	Frangula alnus (Str.+Kr.)	+	+	I	.	I	+	II	II	III	III	II	III	III	IV	IV	II
	Fagus sylvatica (Str.+Kr.)	I	I	II	I	+	I	r	I	III	III	IV	III	III	I	III	III
DV	Quercus robur	I	r	+	+	I	I	+	+	II	II	II	II	II	II	II	.

Ubrige Arten:

DV	Pinus sylvestris	III	III	II	I	II	III	III	II	III	III	III	II	II	II	I	IV
DV	Betula pendula	II	I	I	.	II	II	I	II	III	III	II	II	II	III	II	IV
DV	Quercus petraea	+	+	+	.	.	.	r	r	r	II	I	r	+	+	I	.
KC	Larix decidua	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	.	.	III

Kraut- und Kryptogamenschicht:

D gegen Deschampsia-Pinus-Ges.

DV	Calluna vulgaris	V	V	V	V	III	V	V	V	IV	III	IV	II	V	III	V	IV
VC	Dicranum polysetum	IV	III	IV	II	IV	III	III	IV	IV	V	IV	V	IV	IV	IV	I
(DV)	Leucobryum glaucum	II	III	III	II	II	I	III	IV	II	I	II	II	II	III	III	IV
VC	Ptilidium ciliare	II	II	III	III	II	+	II	I	I	I	II	I	r	II	IV	IV

d Leucobryo-Pinetum sorbetosum

DV	Scleropodium purum	I	+	+	.	.	.	+	.	III	III	II	III	II	III	II	.
	Dryopteris carthusiana	r	r	r	.	+	.	+	r	III	II	II	III	II	+	II	.
DV	Pteridium aquilinum	.	+	+	.	r	+	r	I	I	II	II	+	I	III	II	V
	Luzula pilosa	r	r	+	+	r	.	+	r	II	III	II	I	+	II	I	.
	Dryopteris dilatata	.	r	.	.	.	.	+	r	II	I	r	+	I	I	I	III
	Lophocolea bidentata	.	r	r	.	r	.	.	+	+	r	I	+	II	+	III	.
DV	Rubus fruticosus agg.	.	r	r	.	r	.	r	r	II	I	+	+	I	I	I	.

d Molinia caerulea-Varianten

	Molinia caerulea agg.	.	r	r	.	r	.	IV	V	IV	+	r	.	.	IV	IV	IV	I
	Potentilla erecta	.	.	r	.	r	.	II	I	I	r	r	.	r	.	.	.	.
DV	Betula pubescens (B.+Str.)	.	.	r	.	.	.	I	+	+	.	.	.	.	II	II	I	IV
KC	Bazzania trilobata	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	r	.	.	IV

d Ledum palustre-Variante

	Ledum palustre (Str.+Kr.)	.	.	.	.	.	.	I	r	r	.	.	.	.	.	.	.	V
	Sphagnum capillifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	r	.	+	III
	Orthodontium lineare	r	r	r	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	III
KC	Sphagnum girgensohnii	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	r	r	II
	Tetraphis pellucida	.	r	r	.	r	.	.	r	r	r	r	r	r	.	.	.	II

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Δ Vikarianten																	
VC	Empetrum nigrum																
VC	Cladonia portentosa																
	Erica tetralix																
	Salix repens																
	Galium saxatile																
	Lonicera periclymenum																
KC	Vaccinium myrtillus																
KC	Vaccinium vitis-idaea																
	Juniperus communis (Str.+Kr.)																
	Trientalis europaea																
KC	Picea abies (Str.+Kr.)																
	Hylocomium splendens																
	Erica carnea																
VC/DV-KC																	
[VC]	Hypnum cupressiforme et jullicandicum																
DV	Quercus robur et petraea																
DV	Pinus sylvestris																
DV	Pohlia nutans																
DV	Betula pendula et pubescens																
DV	Carex pilulifera																
DV	Festuca ovina agg.																
()	Rumex acetosella																
DV	Prunus serotina																
VC	Carex arenaria																
KC	Larix decidua																
Übrige Arten																	
	Pleurozium schreberi																
	Deschampsia flexuosa																
	Dicranum scoparium																
	Polytrichum formosum																
	Melampyrum pratense																
	Dicranella heteromalla																
	Epilobium angustifolium																
	Cladonia div. spp.																
	Campylopus flexuosus et pyriformis																
	Lophocolea heterophylla																
	Brachythecium spec.																
	Rubus idaeus																
	Nardus stricta																
	Plagiothecium curvifolium et spp.																
	Barbilophozia barbata																
	Cladonia digitata																

3. *Empetro nigri-Pinetum* Libbert 1940 nom. invers. propos.

Krähenbeeren-Küstenkiefernwald (Tab. 3, Spalte 4)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Pino-Empetretum nigri Libbert 1940 p. p., Astmoos-*Pyrola*-Kiefern-Wald (MEUSEL 1952), *Pyrolo-Pinetum* Fukarek 1961, *Leucobryo-Pinetum*, Küsten-Rasse (MATUSZKIEWICZ 1962).

Syntaxonomie und Nomenklatur

Ein Charakteristikum der meisten Kiefernwälder basenreicher Sande ist das Vorkommen verschiedener Vertreter der Wintergrünpflanzen (Pyrolaceae). Pyrolaccen-reiche Kiefernwälder sind in drei klar zu trennenden Vegetationstypen beschrieben worden: wohl zu den *Erico-Pinetea* zählende Trockenwälder auf Kalkböden der Alpen (SCHMID 1936 u. a.), subkontinentale Kiefernwälder kalkhaltiger Sande in Polen, Ost- und Süddeutschland (MATUSZKIEWICZ 1962, PHILIPPI 1970 s. Kap. 4) und schließlich an der südlichen Ostseeküste (LIBBERT 1940, MEUSEL 1952, FUKAREK 1961, WOJTERSKI 1964). Alle diese Waldtypen brachten PHILIPPI (1970) und später OBERDORFER (1992a) trotz ansonsten sehr unterschiedlicher Artenzusammensetzung und Ökologie mit der Namensgebung *Pyrolo-Pinetum* (E. Schmid 1936) Meusel 1952 bzw. *Pyrolo-Pinetum* (Libbert 1933) E. Schmid 1936 zusammen. Der Name *Pyrolo-Pinetum* wurde aber erstmals korrekt von FUKAREK (1961) angewendet (s. BERG 2004). Er kann nicht weiter genutzt werden, weil die Pyrolaceen- und Krähenbeeren-reichen Kiefernwälder der Ostseeküste bereits von LIBBERT (1940) als *Pino-Empetretum nigri* korrekt beschrieben wurden und LIBBERTs Name daher Priorität hat.

Umfang und Abgrenzung

Im Vergleich zu LIBBERT (1940), der auch *Empetrum nigrum*-reiche Kiefernwälder des *Leucobryo-Pinetum* und der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft in sein *Pino-Empetretum nigri* integrierte, wird die Assoziation hier deutlich enger gefasst. Sie enthält in Übereinstimmung mit HEINKEN & ZIPPEL (1999) und BERG (2004) nur die Pyrolaceen-reichen Küsten-Kiefernwälder basenreicher Sande. Die *Empetrum*-reichen Bestände basenarmer Standorte gehören im Wesentlichen zur *Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus*-Vikariante des *Leucobryo-Pinetum* (s. Kap. 2). Zum *Cladonio-Pinetum* überleitende Flechten- und teilweise Silbergras-reiche Kiefernwälder mit Pyrolaceen (s. WOJTERSKI 1964, MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973) sind in den Vegetationsaufnahmen aus Deutschland praktisch nicht vertreten.

Struktur, Artenverbindung und Gliederung

Die meisten Bestände des *Empetro nigri-Pinetum* in Deutschland sind mäßig wüchsige, im 19. Jahrhundert als Küstenschutz angelegte Kiefernforsten; daneben existieren aber auch spontane Pionierwälder auf vergleichbaren Standorten (s. bereits FUKAREK 1961). Während die Baumschicht meist allein von *Pinus sylvestris* gebildet wird, gibt es in der Strauchschicht auch Laubholz-Verjüngung, insbesondere von *Quercus robur*. Die Krautschicht wird gewöhnlich von Gräsern, insbesondere *Deschampsia flexuosa*, dominiert. In der dichten Moosschicht herrschen *Pleurozium schreberi* oder *Scleropodium purum* vor.

Kennarten des *Empetro nigri-Pinetum* sind *Carex arenaria*, *Moneses uniflora* und *Pyrola minor*. Dazu kommen als häufige Assoziationstrennarten *Empetrum nigrum* und *Polypodium vulgare* (vgl. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, BERG 2004); in Polen ist auch *Hieracium umbellatum* weitgehend auf das *Empetro nigri-Pinetum* beschränkt. Bis auf *Polypodium vulgare* und *Pyrola minor* kennzeichnen die genannten Arten die Assoziation allerdings nur schwach bzw. regional: *Carex arenaria* ist auf Binnendünen in Norddeutschland auch regelmäßig in anderen *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften vorhanden und relativ häufig im *Deschampsia flexuosae-Quercetum*, s. HARDTLE et al. 1997). Das namengebende *Empetrum*

nigrum kommt vor allem in Küstennähe auch in Kiefernwäldern basenarmer Dünen und Dünentäler vor, insbesondere im *Leucobryo-Pinetum* und in Moorwäldern der *Vaccinio uliginosae-Pinetea* (s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, CLAUSNITZER 2004). *Moneses uniflora* ist nur regionale Kennart, da sie in Österreich auch in anderen *Vaccinio-Piceetea*-Gesellschaften auftritt (WILLNER & GRABHERR 2007), und sie fehlt auch im *Peucedano-Pinetum* nicht ganz. Gemeinsam mit dem *Peucedano-Pinetum* hat das *Empetro nigri-Pinetum* Arten des basenreichen *Dicrano-Pinion*-Flügels (*Chimaphila umbellata*, *Hieracium umbellatum*, *Hypochaeris radicata*, *Orthilia secunda*, *Pyrola chlorantha* und *Veronica officinalis*); es fehlen aber dessen Kenn- und Trennarten wie *Danthonia decumbens*, *Fragaria vesca* und *Viola canina*.

Mit Ausnahme der geringeren Steiligkeit von *Empetrum nigrum* gibt es keine nennenswerten floristischen Unterschiede zu den aus Polen beschriebenen Vorkommen der Assoziation. Dort wurden in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte vier Subassoziationen von Flechten- bis zu *Erica-tetralix*-reichen Beständen beschrieben (WOJTERSKI 1964, MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Das begrenzte deutsche Aufnahmемaterial lässt eine solche Untergliederung allenfalls ansatzweise erkennen.

Ökologie und Dynamik

Der Krähenbeeren-Kiefernwald besiedelt junge, noch relativ basenreiche, mäßig trockene bis feuchte Schwemmsande und Küstendünen der vorpommerschen Ostseeküste (Strandwälle mit den zwischen ihnen liegenden Senken, flache Dünen und Dünentäler, s. Abb. 10). Die Böden sind zunächst Syrosemi, die sich mit fortschreitender Humusbildung und Versauerung zu leicht podsolierten, auf feuchten Standorten mit Rohhumusaufgaben versehenen Rankern weiterentwickeln (FUKAREK 1961, BERG 2004).

Die Gesellschaft ist ein meist relativ kurzlebiges Stadium der Sukzession auf Schwemmsanden bzw. Dünen. Sie folgt offenen Weißdünen (*Elymo-Ammophiletum*) bzw. Graudünen oder Strandwällen (*Thymo-Festucetum ovinae*, *Helichryso-Jasionetum*, *Festucetum polesiacae*) und Dünentälern (v. a. *Ericetum tetralicis*). Mit zunehmender Entkalkung und Humusakkumulation geht sie ins *Leucobryo-Pinetum* (*Empetrum-Vaccinium*-Vikariante) oder auch in Laubwaldgesellschaften über (s. FUKAREK 1961, WOJTERSKI 1964, BERG 2004).

Verbreitung (Abb. 1 im Anhang)

Das *Empetro nigri-Pinetum* kommt in Deutschland nur im Vorpommerschen Küstengebiet vor, wo es auf einen schmalen seeseitigen Sandstreifen beschränkt ist. Früher war es dort wahrscheinlich an allen Anlandungsküsten präsent (MEUSEL 1952, s. auch ENDTMANN 2004), ist heute jedoch nur noch auf dem Darß westlich von Prerow, bei Pramort (Zingst) sowie auf der Schaabe und Schmalen Heide (Rügen) in nennenswerter Ausdehnung zu finden (BERG 2004). Fragmentarische Bestände gibt es außerdem auf Usedom.

Die Gesellschaft ist endemisch für den südlichen Ostseeraum. Das Hauptverbreitungsgebiet liegt an der polnischen Ostseeküste (Pommern, Frische Nehrung, s. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973); vermutlich reicht es nach Nordosten weiter über die Kurische Nehrung bis ins Baltikum. Auch auf Gotland und Öland gibt es Kiefernbestände, die dem *Empetro nigri-Pinetum* zugeordnet werden können (s. WESTHOFF et al. 1983, DIEKMANN 1988). Damit weist die Gesellschaft – anders als das subkontinental verbreitete *Peucedano-Pinetum* – eine subatlantisch-boreale Verbreitungstendenz auf.

Wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz

Krähenbeeren-Küstenkiefernwälder haben keine wirtschaftliche Bedeutung, dienen jedoch durch die Festlegung von Schwemm- und Dünenansanden dem Küstenschutz. Als natürliche Waldgesellschaft von kleinflächigen Sonderstandorten mit einem sehr hohen Anteil gefährdeter Arten sind sie hochgradig schutzwürdig (Zugehörigkeit zum FFH-Lebensraumtyp 2180 „Bewaldete Dünen der atlantischen, kontinentalen und borealen Region“, BALZER et al.

2004), jedoch in Deutschland aktuell vom Aussterben bedroht (BERG 2004). Da sie sich relativ rasch zu anderen Waldgesellschaften weiterentwickeln, sind sie auf ständige Neuanlandung mit anschließender ungestörter Vegetationsentwicklung angewiesen. Solche Standorte sind jedoch überall stark vom Massentourismus der Ostseeküste geprägt und durch Nährstoffanreicherung und starke Störung beeinträchtigt. So gehört der am besten entwickelte Bestand bei Prerow trotz Ausweisung des Nationalparks „Vorpommersche Boddenlandschaft“ zu einem Zeltplatz und musste teilweise einem Parkplatz weichen (BERG 2004).

Literatur

BERG 2004, FUKAREK 1961, HEINKEN & ZIPPEL 1999, JESCHKE 1968, LIBBERT 1940, MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973, MEUSEL 1952, WOJTERSKI 1964.

4. *Peucedano-Pinetum* W. Matuszkiewicz 1962

Haarstrang-Kiefernwald (Tab. 6, Spalte 1-5)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Pinus sylvestris-Corylus avellana-Festuca ovina-Ass. Juraszek 1928, *Festuco-Pinetum* Kobendza 1930 nom. invers. propos. (PASSARGE & HOFMANN 1968) p. p., *Pinetum sylvestris neomarchicum* Libbert 1933 p. p., *Dicrano-Pinetum mogontiacense* p. p. R. KNAPP & ACKERMANN 1952, *Diantbo-Pinetum* Krausch 1962, *Stipo-Pinetum* R. Knapp ex Passarge & G. Hofmann 1968, *Koelerio-Pinetum sylvestris* (Krausch 1962) Passarge & G. Hofmann, *Pyrolo-Pinetum* (E. Schmid 1936) Meusel 1952 bzw. (Libbert 1933) E. Schmid 1936 p. p., *Teucrium scorodonia*-Kiefernwald (PHILIPPI 1983) p. p.

Forstgesellschaften:

Kiefern-Forst (*Anemone-Quercetum*) STREITZ 1967; Waldzwenken-Walderdbeer-Kiefernforst (AMARELLI 2000).

Syntaxonomie und Nomenklatur

Subkontinentale, meist Pyrolaceen-reiche Kiefernwälder vom Typ des *Peucedano-Pinetum* wurden bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts verschiedentlich pflanzensoziologisch bearbeitet, so von JURASZEK (1928) und KOBENDZA (1930) in Zentralpolen sowie von LIBBERT (1933) in der Neumark (heutiges Westpolen). Wenig später erfolgten auch Untersuchungen in Süddeutschland, z. B. von KNAPP & ACKERMANN (1952). Die gültige Beschreibung der Assoziation erfolgte dann durch MATUSZKIEWICZ (1962). Spätere Tabellenarbeit von HEINKEN & ZIPPEL (1999) ergab, dass auch das durch KRAUSCH (1962) beschriebene *Diantbo-Pinetum* mit Ausnahme initialer Bestände (s. u.) dem *Peucedano-Pinetum* zugeordnet werden kann (s. auch BERG 2004). PASSARGE & HOFMANN (1968) führten das *Diantbo-Pinetum* später als *Koelerio-Pinetum* und *Stipo-Pinetum*.

In Süddeutschland brachten später PHILIPPI (1970) und schließlich OBERDORFER (1992a) das *Peucedano-Pinetum* mit dem *Empetro nigri-Pinetum* der Ostseeküste und Pyrolaceen-reichen, wohl zur Klasse *Erico-Pinetea* zählenden Karbonat-Kiefernwäldern der inneralpinen Trockentäler (SCHMID 1936 u. a., s. auch WILLNER & GRABHERR 2007) mit der Namensgebung *Pyrolo-Pinetum* (E. Schmid 1936) Meusel 1952 bzw. *Pyrolo-Pinetum* (Libbert 1933) E. Schmid 1936 zusammen (s. Kap. 3). Dieser noch heute vielfach in Süddeutschland für das *Peucedano-Pinetum* verwendete Name (z. B. SCHWABE et al. 2000, WALENTOWSKI et al. 2004, BEER & EWALD 2005) kann aufgrund der vorherigen gültigen Beschreibungen und der fehlenden Eindeutigkeit nicht weiter benutzt werden.

MATUSZKIEWICZ (1962) sah das *Peucedano-Pinetum* als eigene Gebietsassoziation für das östliche Mitteleuropa und Osteuropa und damit als Gegenstück zum subatlantisch verbreiteten *Leucobryo-Pinetum* an. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973) bezeichnen es sogar als „Kern“ bzw. „Typus“ des *Dicrano-Pinion*. Obwohl sie in Polen eine breite Zone beschreiben, in der beide Assoziationen vorkommen, halten sie an dem Konzept vikariierender Gebietsassoziationen fest. Bereits PASSARGE & HOFMANN (1968) und PHILIPPI (1970) bezweifeln dies jedoch und betonen, dass Haarstrang-Kiefernwälder an basenreicheren und wärmebegünstigten Standorten auch weiter westlich vorkommen, somit also vom *Leucobryo-Pinetum* vor allem edaphisch und lokalklimatisch und nicht geographisch abgegrenzt sind. Anders als aus Süddeutschland lagen seit KRAUSCH (1962) – trotz häufiger Nennung entsprechender Wälder in der Literatur (u. a. PASSARGE & HOFMANN 1968, SCAMONI 1988, SCHMIDT et al. 2002) – bis Ende der 1990er Jahre aus Nordostdeutschland nur einzelne Vegetationsaufnahmen des *Peucedano-Pinetum* vor, sodass eine umfassende syntaxonomische Bearbeitung in Deutschland erst jetzt möglich wurde.

Umfang und Abgrenzung

Zum *Peucedano-Pinetum* gehören die meisten Kiefernwälder basenreicher Standorte des Binnenlandes. Vereinzelt zählen auch Kiefern-Bestände auf Küstendünen im östlichen, vergleichsweise kontinental geprägten Vorpommern hierzu (s. BERG 2004). Nicht zum *Peucedano-Pinetum* gehören dagegen einige als *Pyrolo-*, *Anemono-* oder *Cytiso-Pinetum* beschriebene (meist Pyrolaceen-reiche) Kiefernbestände auf Kalksanden der Oberrheinebene (PHILIPPI 1970, KÖRNECK 1987), auf Kalkgestein im Taubergebiet (PHILIPPI 1983) sowie auf Dolomitsanden im Fränkischen Jura (HOHENESTER 1960, s. auch OBERDORFER 1992a). Aufgrund ihrer reichlich vorhandenen Kalkzeiger (v. a. *Brachypodium pinnatum*, *Carex humilis*, *Helianthemum nummularium*, *Koeleria pyramidata*, *Lotus corniculatus*, *Sanguisorba minor*, *Teucrium chamaedrys*) und des weitgehenden Fehlens von Säurezeigern müssen sie wohl den *Erico-Pinetea* zugerechnet werden (Tab. 1, s. auch HÖLZEL 1996). Ebenfalls nicht zum *Peucedano-Pinetum* gehören initiale, von BERG (2004) hier zugeordnete Kiefernbestände auf Standorten basenreicher kontinentaler Sandmagerrasen, denen viele für die Assoziation typische Arten aufgrund fehlender Humusaufgaben noch weitgehend fehlen. Solche Pionierwälder (*Festuco-Pinetum* Kobendza 1930 im Sinne von PASSARGE & HOFMANN (1968)) müssen zum *Cladonio-Pinetum corynephoretosum* (s. Kap. 1) gezählt werden.

Struktur und Artenverbindung

Die meist mäßig wüchsigen Wälder des *Peucedano-Pinetum* sind von ähnlicher Struktur wie die des *Leucobryo-Pinetum*; lediglich auf trockenen südexponierten Hängen oder bei Pionierwäldern herrschen niedrigwüchsige, oft krummschäftige Kiefern vor. Neben Kiefernforsten gibt es auch ältere Anflugwälder auf ehemaligen basenreichen Sandmagerrasen. Außer *Pinus sylvestris* verjüngen sich *Betula pendula* und *Quercus robur*; auch *Crataegus monogyna* tritt häufiger in der Strauchschicht auf. Die artenreiche Krautschicht ist durch eine Mischung weit verbreiteter Säurezeiger wie *Calluna vulgaris*, *Deschampsia flexuosa*, *Melampyrum pratense* und *Vaccinium*-Arten mit z. T. basiphytischen Saum- und Trockenrasenarten sowie Pyrolaceen gekennzeichnet (Abb. 13). In der durchweg gut entwickelten Moosschicht dominieren *Scleropodium purum*, *Pleurozium schreberi* und *Hypnum cupressiforme* bzw. *H. jutlandicum*.

Kennarten des *Peucedano-Pinetum* sind *Carex ericetorum*, *Danthonia decumbens*, *Pulsatilla vernalis*, *Scabiosa canescens*, *Thymus serpyllum*, *Viola canina* und *V. rupestris*. Dazu kommen als häufige Assoziationstrennarten *Agrostis vinealis*, *Hieracium pilosella*, *H. lachemalii*, *Peucedanum oreoselinum* und *Solidago virgaurea*. *Carex ericetorum*, *Danthonia decumbens* und *Viola canina* fungieren nur regional als Assoziationskennarten; in Polen greifen sie stärker in *Dicrano-Pinion*-Gesellschaften basenarmer Standorte über und werden damit zu Verbandskennarten. So kommt *Carex ericetorum* dort auch im *Cladonio-Pinetum* vor, während *Danthonia decumbens* und *Viola canina* auch im *Leucobryo-Pinetum* vorhanden sind (MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Die im *Peucedano-Pinetum* heute kaum noch vorhandene *Scabiosa canescens* ist in Österreich auch im *Quercion pubescenti-petraeae* und im *Seslerio-Pinetum nigrae* des Ostalpenrandes relativ häufig (WILLNER & GRABIERR 2007). *Pulsatilla vernalis* kommt aktuell nur noch bei Siegenburg im Unterbayerischen Hügelland vor (BEER & EWALD 2005). Das namensgebende *Peucedanum oreoselinum* kann nicht als Assoziationskennart aufrecht erhalten werden, da es auch in den *Erico-Pinetea* vorkommt. Eine Reihe von Trennarten (*Brachypodium sylvaticum*, *Campanula rotundifolia*, *Euphorbia cyparissias*, *Fragaria vesca*, *Hieracium murorum*, *Pimpinella saxifraga*) grenzt das *Peucedano-Pinetum* ebenfalls von allen anderen *Dicrano-Pinion*-Assoziationen ab. Die meisten sind basen- und/oder wärmeliebend; viele haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in subkontinentalen bodensauren Eichenwäldern des *Luzulo-Quercetum* (vgl. HÄRDITTE et al. 1997) oder in basenreichen Trockenrasen und Säumen. Gute Trennarten gegen das eher atlantisch-boreale *Empetro nigri-Pinetum* sind auch *Festuca ovina* bzw. *F. gaelectica*.

Gliederung

Die Haarstrang-Kiefernwälder erweisen sich in Deutschland als standörtlich, regional und lokal ausgesprochen heterogen. Ihre hier erstmals präsentierte überregionale edaphische und geographische Differenzierung ist ohne Kenntnis der unterschiedlichen Genese der Bestände nicht verständlich. Da diese regional verschieden ist, sind die Vikarianten des *Peucedano-Pinetum* teilweise nicht nur Ausdruck des Klimas, sondern auch der Entstehungsgeschichte der Wälder: Den jungen, „sekundären“ Beständen im nordostdeutschen Tiefland (s. Ökologie und Dynamik) fehlen gegenüber den „primären“ süddeutschen (und polnischen) Beständen einige typische, ausbreitungsschwache Arten wie *Anthericum ramosum*, *Dianthus carthusianorum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Silene nutans* und *Viola rupestris*, vermutlich weil sie nicht in die Kiefernbestände einwandern konnten.

Edaphisch-syndynamisch bedingte Untereinheiten

Neben einem *Peucedano-Pinetum typicum* beschreibt MATUSZKIEWICZ (1962) ein *P.-P. molinietosum* wechselfeuchter Standorte. Eine Untergliederung nach der Bodenfeuchte erscheint am westlichen Arealrand in Deutschland jedoch allenfalls angedeutet (s. ZEIDLER & STRAUB 1967); die Assoziation scheint ausschließlich auf trockenen Standorten zu stehen.

a) *Peucedano-Pinetum callunetosum vulgaris* (Tabelle 6: 1–4)

Den Großteil des Aufnahmematerials repräsentiert eine *Calluna vulgaris*-Subassoziation nährstoffarmer Standorte mit anspruchslosen Azidophyten (*Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *Hieracium lachenalii*, *Hypnum cupressiforme* agg., *Hypochaeris radicata*, *Luzula campestris* agg., *Melampyrum pratense*, *Solidago virgaurea* und *Thymus serpyllum*). Diese für Nordostdeutschland charakteristische Subassoziation war in Süddeutschland nur vor 1980 verbreitet.

b) *Peucedano-Pinetum ligustretosum vulgare* (Tabelle 6: 5)

Die *Ligustrum vulgare*-Subassoziation kalkreicher und meist stark eutrophierter Standorte wurde ausschließlich im nördlichen Oberrheinischen Tiefland dokumentiert (KORNECK 1987, STREITZ 1967, SCHWABE et al. 2000) und zeichnet sich v. a. durch Ruderalpflanzen bzw. Störzeiger wie *Bryonia dioica*, *Cirsium vulgare*, *Cynoglossum officinale*, *Cerastium holosteoides*, *Impatiens parviflora*, *Sambucus nigra* und *Urtica dioica* aus. Dazu kommen mit *Ajuga genevensis*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum* und *Viburnum lantana* wärmeliebende Sippen oft kalkreicher Standorte, die auch in den *Erico-Pinetea* teilweise häufig sind. Offenbar gehen die Eutrophierungen auf Sukzession (Humusanreicherung) und Nährstoffimmissionen zurück (s. u.).

Geographisch-syndynamische Untereinheiten

Überregional betrachtet gehört das *Peucedano-Pinetum* in Deutschland zu einer westlichen Vikariante mit *Carex pilulifera*, *Deschampsia flexuosa*, *Hypnum cupressiforme*, *H. jutlandicum* und *Scleropodium purum* (vgl. MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ 1973). Umgekehrt zeichnen sich die Wälder im polnischen Hauptverbreitungsgebiet durch *Calamagrostis arundinacea*, *Convallaria majalis*, *Geranium sanguineum*, *Juniperus communis*, *Rubus saxatilis*, *Scorzonera humilis* und *Trientalis europaea* sowie aus. In Ostpolen treten *Arctostaphylos uva-ursi* und *Pulsatilla patens* hinzu. Innerhalb Deutschlands kommt in den meisten Regionen eine *Vaccinium myrtillus*-Gruppe vor, zu der auch *Frangula alnus*, *Hieracium laevigatum* und *Sorbus aucuparia* gehören. Diese Arten fehlen den Aufnahmen aus dem niederschlagsarmen und warmen Oberrheinischen Tiefland (vgl. Vikarianten des *Leucobryo-Pinetum*).

Δ1 *Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 6: A)

Die Vikariante ohne weitere als die Arten *Vaccinium myrtillus*-Gruppe ist typisch für die Dübener Heide (s. AMARELL 2000), kommt darüber hinaus aber auch in anderen Naturräumen des nordostdeutschen Tieflands sowie in Süddeutschland vor.

Δ2 *Vaccinium vitis-idaea*-*Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 6: B)

Zu dieser Vikariante mit *Carex ericetorum*, *Hieracium umbellatum* und *Vaccinium vitis-idaea* gehören die meisten Bestände des nordostdeutschen Tieflands, insbesondere in Ostbrandenburg und in der Lausitz (s. AMARELL 2000, unveröff. Aufnahmen von HEINKEN & ZIPPEL). Auch einzelne Aufnahmen aus verschiedenen süddeutschen Regionen zählen hierzu.

Δ3 *Picea abies*-*Vaccinium myrtillus*-Vikariante (Tabelle 6: C)

In der *Picea abies*-Vikariante (vgl. entsprechende Vikarianten im *Cladonio*- und *Leucobryo-Pinetum*) ist *Vaccinium vitis-idaea* schwächer vertreten; dafür treten *Antennaria dioica*, *Cytisus scoparius*, *Hylocomium splendens*, *Peucedanum oreoselinum*, *Picea abies* sowie regional *Polygala chamaebuxus* und *Pulsatilla vernalis* hinzu. Sie ist bzw. war für das Unterbayerische Hügelland und die Mainfränkischen Platten charakteristisch (s. RODI 1975, ZEIDLER & STRAUB 1967) und ist dem *Peucedano-Pinetum* in Polen am ähnlichsten.

Δ4 Trennartenlose Vikariante (Tabelle 6: D)

Die Trennartenlose Vikariante ohne die *Vaccinium myrtillus*-Gruppe ist auf das nördliche Oberrheinische Tiefland beschränkt (Schwetzinger Haardt, PHILIPPI 1970; südlich von Darmstadt, SCHWABE et al. 2000; Mainzer Sand, KORNECK 1987). Nur hier kommt die wärmeliebende *Juglans regia* vor, und auf den basenreichsten Standorten finden sich – wie stellenweise in Brandenburg, s. KRAUSCH (1962) – *Asperula cynanchica* und *Scabiosa canescens*. Für die Schwetzinger Haardt sind *Anthericum ramosum*, *Cytisus scoparius* und *Teucrium scorodonia* bezeichnend, die im Mainzer Sand fehlen. Da sich die in der Tabelle nicht enthaltenen Bestände im Darmstädter Raum (SCHWABE et al. 2000) intermediär verhalten, wurde auf eine weitere Unterteilung in Vikarianten verzichtet.

Ökologie und Dynamik

Das *Peucedano-Pinetum* wächst auf kalkhaltigen oder zumindest basenreichen, trockenen Sanden im subkontinentalen, sommerwarmen Klimabereich; es ist in Deutschland jedoch ökologisch ausgesprochen heterogen: Zum einen werden primär nicht entkalkte Sande (insbesondere Dünen) oder selten von Sanden überlagerte Karbonatgesteine besiedelt (ZEIDLER & STRAUB 1967, WALENTOWSKI et al. 2004). Diesem Standorttyp gehören alle Bestände in Süddeutschland und Polen, aber nur wenige (auf südexponierten Hängen, s. Abb. 11) in Nordostdeutschland an. Zum anderen kommen Haarstrang-Kiefernwälder auf entkalkten Talsanden, Sandern oder Dünen vor, die durch kalkhaltige Immissionen sekundär aufgekalkt wurden. Dieser Standorttyp herrscht im nordostdeutschen Tiefland vor, wo die Bestände im Umkreis von Braunkohle-Kraftwerken (Dübener Heide und Lausitz) bzw. eines Zementwerks (Rüdersdorf bei Berlin) liegen und vermutlich erst seit dem 2. Weltkrieg aus Beständen des *Cladonio*- oder des *Leucobryo-Pinetum* hervorgegangen sind (HEINKEN & ZIPPEL 1999, AMARELL 2000).

Rankerartige Bodenbildungen mit Übergängen zu Braunerden herrschen vor (z. B. WALENTOWSKI et al. 1994), doch sind bei hohen Kalkgehalten auch Pararendzinen ausgebildet (PHILIPPI 1970, KORNECK 1987). Infolge des basenreichen Untergrundes sind die Humusaufgaben (Trockenmoder bis feinhumusarmer Moder) durchweg nur mäßig sauer. Die pH(H₂O)-Werte liegen hier meist um 5,0 (gegenüber maximal 4,0 im *Leucobryo-Pinetum*); im mineralischen Oberboden reichen sie von etwa 5,0 bis 7,0 (PHILIPPI 1970, KORNECK 1987, SCHWABE et al. 2000, HEINKEN & ZIPPEL unpubl.).

Die primären Vorkommen des *Peucedano-Pinetum* gelten als eine – wenn auch anthropogen geförderte – reliktsche Gesellschaft mit inselartigen Restvorkommen aus der postgla-

zialen Kiefernzeit (KRAUSCH 1962, OBERDORFER 1992a, POTT 1995). Fast alle Haarstrang-Kiefernwälder sind allerdings Sukzessionsstadien bzw. Aufforstungen auf basenreichen kontinentalen Sandtrockenrasen (*Koelerion glaucae*, *Sileno-Festucetum*) oder Äckern (s. schon PHILIPPI 1970, GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ 1990) bzw. Ersatzgesellschaften von mehr oder weniger thermophilen Laubwäldern (WALENTOWSKI et al. 2004) sind. Vermutlich hat sich das *Peucedano-Pinetum* jedoch vielfach durch anthropogenen Einfluss durch die gesamte Nacheiszeit im Mosaik mit Steppenrasen gehalten (SCHWABE et al. 2000). Bei ausbleibender Humusentnahme bzw. fehlender Umlagerung von Sanden findet – verbunden mit zunehmender Humusakkumulation und Versauerung – eine Weiterentwicklung meist zu Laubwäldern des *Quercion roboris* oder sogar des *Luzulo-Fagion* statt; auf kalkreichen Standorten sind auch thermophile Laubwälder wie das *Carici-Fagetum* als Folgegesellschaften denkbar (SCHWABE et al. 2000). Selbst Arealzentrum in Polen ist nach Aufgabe von Waldweide und Streunutzung vielfach eine rasche Sukzession zu potenziell-natürlichen *Carpinion*-Beständen festzustellen (z. B. MITCHELL & COLE 1998, eigene Beobachtungen). Nach weitgehender Einstellung der Emissionen nach 1990 läuft in den sekundären Beständen Nordostdeutschlands derzeit eine langsame Versauerung der Standorte mit entsprechender Umstellung der Flora (vermutlich Entwicklung zur *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft) und zugleich eine Sukzession zu laubholzreicheren Beständen ab.

Verbreitung (Abb. 1 im Anhang)

Das *Peucedano-Pinetum* ist in Deutschland selten und erreicht hier die Westgrenze seiner Verbreitung. In Norddeutschland kommt es fast ausschließlich im küstenfernen Tiefland östlich der Elbe vor. Die großflächigsten Vorkommen liegen aktuell in den ehemaligen Kalkstaub-Immissionsgebieten in Ostbrandenburg östlich von Berlin, im Lausitzer Becken- und Heidefeld und in der Dübener Heide. Kleinflächige primäre Bestände sind von Südhängen in Odernähe (Uckermark), in der Mecklenburgischen Seenplatte und von Dünen der vorpommerschen Ostseeküste (BERG 2004) beschrieben. In Süddeutschland liegt der Verbreitungsschwerpunkt im nördlichen Oberrheinischen Tiefland. Ehemals kam es hier großflächig in den Flugsand- und Dünengebieten des Lennebergwaldes im Mainzer Sand (KORNECK 1987), entlang der Bergstraße südlich von Darmstadt (SCHWABE et al. 2000) und in der Schwetzingener Haardt (PHILIPPI 1983) vor. Heute sind davon vielfach nur noch Restbestände bzw. floristisch verarmte Ausbildungen erhalten (s. Naturschutz). Außerdem sind Vorkommen des *Peucedano-Pinetum* aus dem nördlichen Unterbayerischen Hügelland (RODI 1975), der Mainfränkischen Platte (ZEIDLER & STRAUB 1967) und punktuell aus der Fränkischen Alb (WALENTOWSKI et al. 2004) bekannt. Das zusammenhängende Hauptverbreitungsgebiet liegt im polnischen Tiefland (z. B. MATUSZKIEWICZ 1962) und weiter östlich; die östliche Arealgrenze ist unbekannt. Im Norden reicht das Areal über das Baltikum (MATUSZKIEWICZ 1962) bis nach Süd-Finnland, Öland und an die mittelschwedische Ostküste (KIPELLAND-LUND 1967, BJØRNDALEN 1985). In Tschechien sind Haarstrang-Kiefernwälder offenbar nur fragmentarisch in Nordböhmen vorhanden (CHYTRÝ et al. 2001).

Wirtschaftliche Bedeutung

Haarstrang-Kiefernwälder haben aufgrund ihrer mäßigen Wuchseistung und geringen Flächenausdehnung keine größere wirtschaftliche Bedeutung, sind aber wie etwa das *Leucobryo-Pinetum* forstwirtschaftlich nutzbar.

Naturschutz

Als naturnahe Waldgesellschaft relativ kleinflächiger Sonderstandorte mit einer hohen Phytodiversität und vielen gefährdeten Arten sind die primären Bestände des *Peucedano-Pinetum* hochgradig schutzwürdig (Teil des FFH-Lebensraumtyps 91UO „Kiefernwälder der sarmatischen Steppe“, BALZER et al. 2004). Die Gesellschaft ist jedoch in Deutschland massiv im Rückgang begriffen und daher aktuell stark gefährdet (Hügel- und Bergland) bzw. vom

Tabelle 6: Peucedano-Pinetum W. Matuszkiewicz 1962
und Cirsium arvense-Pinus sylvestris-Gesellschaft

- 1-5 Peucedano-Pinetum
 1-4 callunetosum vulgaris
 5 ligustretosum vulgare
 6 Cirsium arvense-Pinus sylvestris-Ges.
 A Vaccinium myrtillus-Vikariante
 B Vaccinium vitis-idaea-Vaccinium myrtillus-Vikariante
 C Picea abies-Vaccinium myrtillus-Vikariante
 D Trennartenlose-Vikariante

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6
Vikariante	A	B	C	D	D	A
Zahl der Aufnahmen	25	40	27	42	15	66
Mittlere Artenzahl	29	32	28	28	35	37

Baumschicht:

DV	Pinus sylvestris	V	V	V	V	V
DV	Betula pendula	I	II	I	.	+
DV	Quercus robur	+	I	I	r	III
V Creg, Δ	Viscum album ssp. austriacum	.	r	IV	II	II

Strauchschicht:

d eutrophe Standorte

Ligustrum vulgare (Str.+Kr.)	+	+	r	+	IV	I
Lonicera xylosteum (Str.+Kr.)	.	.	r	.	III	.
Viburnum lantana (Str.+Kr.)	.	.	.	.	II	.
Sambucus nigra (Str.+Kr.)	r	.	.	.	II	+

Δ Vikarianten

DV	Frangula alnus	I	II	II	.	.
	Sorbus aucuparia	II	I	I	r	II
(DV)	Cytisus scoparius (Str.+Kr.)	.	+	III	IV	r

Übrige Arten:

DV	Quercus robur	I	II	II	V	IV
DV	Pinus sylvestris	I	IV	I	IV	II
	Crataegus monogyna (Str.+Kr.)	+	II	r	III	II
DV	Betula pendula	II	II	+	r	II
	Rosa canina (Str.+Kr.)	I	II	r	r	I
DV	Prunus serotina	I	II	.	I	+
	Fagus sylvatica	r	.	I	II	r
	Mahonia aquifolium (Str.+Kr.)	+	II	.	.	+
	Berberis vulgaris (Str.+Kr.)	.	.	II	r	II
	Acer pseudoplatanus	.	+	r	r	II
	Carpinus betulus	r	.	.	II	+

Kraut- und Mooschicht:

AC/DA Peucedano-Pinetum

[ACreg]	Viola canina et riviniana	III	III	I	IV	III	V**
DA	Hieracium pilosella	III	IV	IV	IV	II	I
DA	Agrostis vinealis	I	I	.	IV	I	.
reg.	Danthonia decumbens	I	III	III	III	I	r
DA	Polygonatum odoratum	r	I	I	+	III	r
VC	Chimaphila umbellata	I	II	II	I	I	r
VC	Pyrola chlorantha	I	II	II	I	+	r

D Peucedano-Pinetum callunetosum

DV	Calluna vulgaris	II	IV	IV	IV	I	+
	Melampyrum pratense	II	III	III	IV	.	I
DV	Carex pilulifera	III	II	+	III	.	+
	Luzula campestris agg.	II	II	II	II	.	r
DA	Solidago virgaurea	+	II	I	III	.	+
	Luzula pilosa	I	I	II	I	.	r
AC	Thymus serpyllum	I	III	II	I	.	.
[VC]	Hypnum cupressiforme et jutlandicum	IV	IV	III	I	+	I
VC	Hypochoeris radicata	I	I	II	r	.	r
	Hieracium lachenalii	I	III	II	.	.	r

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6	
D Peucedano-Pinetum ligustretosum							
	Ajuga genevensis	I	.	.	r	IV I	
	Cynoglossum officinale	.	r	.	.	III r	
	Impatiens parviflora	r	.	.	.	III +	
	Festuca filliformis	r	.	.	.	III .	
	Bryonia dioica	.	.	.	.	II .	
	Myosotis arvensis	.	.	.	.	II .	
D eutrophe Standorte							
	Cirsium vulgare	.	.	.	.	III II	
	Cerastium holosteoides	I	r	r	r	III II	
	Geum urbanum	.	r	.	.	I II	
	Geranium robertianum	.	r	r	.	I II	
	Urtica dioica	.	.	.	.	II +	
D Cirsium arvense-Pinus sylvestris-Ges.							
	Cirsium arvense	.	.	.	.	II IV	
	Arrhenatherum elatius	r	I	r	+	I III	
	Torilis japonica	.	.	r	.	+ III	
	Inula conyza	.	.	.	.	+ III	
Δ Vikarianten							
KC	Vaccinium myrtillus	III	III	III	.	.	III
DV	Frangula alnus	III	III	+	.	.	III
	Sorbus aucuparia	III	IV	I	.	.	IV
	Hieracium laevigatum	III	II	+	.	.	II
KC	Vaccinium vitis-idaea	.	IV	II	.	.	r
KC	Picea abies (B.-Kr.)	.	.	III	.	.	.
	Hylocomium splendens	.	+	IV	I	+	.
	Antennaria dioica	.	+	II	r	.	.
	Polygala chamaebuxus	.	.	II	.	.	.
AC	Pulsatilla vernalis	.	.	II	.	.	.
	Teucrium scorodonia	I	.	.	IV	+	r
DA	Anthericum ramosum	r	r	.	III	.	r
	Juglans regia (B.-Kr.)	.	r	.	+	II	.
ACreg	Carex ericetorum	.	III	II	III	II	.
	Hieracium umbellatum	.	II	II	II	I	.
d Genese, Δ Vikarianten							
DA	Peucedanum oreoselinum	r	r	IV	III	I	.
AC	Viola rupestris	.	.	I	II	III	.
	Dianthus carthusianorum	r	.	I	II	I	.
	Silene nutans	.	.	II	I	I	r
	Asperula cynanchica	.	.	.	II	I	.
ACreg	Scabiosa canescens	.	.	.	II	II	.
D basenreiche Standorte							
	Fragaria vesca	II	IV	II	I	V	V
	Veronica officinalis	II	IV	II	IV	IV	III
	Brachypodium sylvaticum	II	II	+	II	V	V
(DV)	Campanula rotundifolia	II	II	II	IV	IV	II
(DV)	Hypericum perforatum	III	III	.	II	II	IV
(DV)	Euphorbia cyparissias	I	I	II	III	IV	III
	Hieracium murorum	II	+	III	III	III	II
	Pimpinella saxifraga	I	+	III	II	II	II
	Taraxacum sect. Ruderalia	III	II	II	I	II	II
	Plagiomnium affine agg.	II	+	+	.	I	III
VC	Asparagus officinalis	+	+	r	II	II	II
	Achillea millefolium	II	I	.	II	+	II
OC	Orthilia secunda	II	II	II	r	+	II
	Galium verum	I	II	I	I	II	I

Einheit-Nr.	1	2	3	4	5	6	
	II	I	.	r	II	II	
	I	II	II	r	.	I	
	+	.	+	II	I	II	
V Creg	I	II	+	r	+	+	
	+	II	.	r	.	I	
	r	r	II	.	I	I	
VC/DV							
DV	Festuca ovina et questfalica	IV	IV	IV	V	II	III
DV	Quercus robur et petraea	IV	V	IV	I	II	IV
()	Calamagrostis epigeios	IV	IV	I	II	IV	V
DV	Scleropodium purum	II	III	II	V	III	IV
DV	Pinus sylvestris	III	III	III	II	II	II
DV	Agrostis capillaris	III	III	II	II	II	III
	Anthoxanthum odoratum	I	II	II	IV	I	I
()	Rumex acetosella s.l.	II	II	I	II	I	+
DV	Betula pendula et pubescens	II	II	I	+	.	II
	Dicranum polysetum	I	+	IV	I	III	.
DV	Moehringia trinervia	I	I	r	I	III	II
DV	Pohlia nutans	I	III	.	.	.	.
(DV)	Holcus mollis	.	+	.	II	.	I
DV	Prunus serotina	.	II	.	r	.	r
Übrige Arten							
	Deschampsia flexuosa	V	V	IV	III	III	V
	Pleurozium schreberi	III	V	V	V	V	II
	Rubus fruticosus agg.	II	III	+	II	IV	V
	Rubus idaeus	III	II	+	+	I	V
	Mycelis muralis	III	I	+	r	III	IV
	Epilobium angustifolium	II	II	I	.	+	III
	Dicranum scoparium	I	I	II	+	II	r
	Polytrichum formosum	I	I	I	II	II	.
	Brachythecium spec.	II	I	r	.	+	I
	Rumex acetosa	II	r	.	I	.	I
	Ajuga reptans	.	.	.	II	.	.
	Polytrichum juniperinum	r	r	II	.	.	.

** weitestgehend Viola riviniana

Arten der Cirsium-Pinus-Gesellschaft mit Stetigkeit II sind nur aufgeführt, wenn sie in einer weiteren Spalte Stetigkeit II erreichen.

Verschwinden bedroht (norddeutsches Tiefland) (RENNWALD 2000). Die meisten ehemaligen Bestände im nördlichen Oberrheinischen Tiefland sind heute verschwunden, die übrigen haben viele ihrer typischen Arten – insbesondere die mykotropen Pyrolaceen – verloren (GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ 1990, BREUNIG 1994, SCHWABE et al. 2000). Wesentliche Gefährdungsursachen sind der Laubholzunterbau älterer Kiefernbestände und Stickstoff-Einträge, die zur Ausbreitung von *Calamagrostis epigejos*, *Rubus*-Arten und anderen Nitrophyten führen (KORNECK 1987, GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ 1990, SCHWABE et al. 2000). Auch das Vordringen von Robinien (ZIMMERMANN & SCHULZ 2007) sowie natürliche Sukzession zu Laubwäldern nach Wegfall historischer Streunutzung (HEINKEN 2008) spielen eine wichtige Rolle.

Naturschutzfachlich schwieriger zu beurteilen (und bisher auch nicht beachtet) sind die regional noch auf großer Fläche vorkommenden sekundären Bestände des *Peucedano-Pinetum* in Nordostdeutschland. Hier ist das Vorkommen zahlreicher gefährdeter Arten auf Immissionen zurückzuführen, die gleichzeitig teilweise zu erheblichen Waldschäden geführt haben (AMARELLI 2000). Nach Stilllegung der Kraftwerke bzw. Einbau von Filteranlagen seit 1990 dürften diese Bestände und ihre gefährdeten Arten in den nächsten Jahrzehnten durch fortschreitende Bodenversauerung wieder verloren gehen (s. ZIMMERMANN & SCHULZ 2007).

Zur Erhaltung der verbliebenen Bestände bzw. zur Verzögerung der Sukzessionsprozesse ist ein weiterer Unterbau von Laubgehölzen zu vermeiden. Pflegemaßnahmen können die Wirkungen des Stickstoff-Eintrags kompensieren und die Sukzession zum Laubwald verhindern. Abschirmende Waldränder können vor Düngereintrag schützen, während verhaagerte Waldränder mit entsprechender Artenausstattung offen zu halten sind (WALENTOWSKI et al. 2004). Die wirksamsten Maßnahmen sind die Wiederaufnahme der Streunutzung (BEER & EWALD 2005), extensive Beweidung (BALZER et al. 2004) und die Förderung kleinräumiger Sanddynamik durch Bodenverwundung bzw. das Offenhalten von Binnendünen (SCHWABE et al. 2000).

Literatur

AMARELLI (2000), BALZER et al. (2004), BEER & EWALD (2005), BERG (2004), BREUNIG (1994), GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ (1990), HEINKEN (2008), HEINKEN & ZIPPEL (1999), HOHENESTER (1960), JURASZEK (1928), KIELLAND-LUND (1967), KNAPP & ACKERMANN (1952), KOBENDZA (1930), KORNECK (1987), KRAUSCH (1962), LIBBERT (1933), MATUSZKIEWICZ (1962), MATUSZKIEWICZ & MATUSZKIEWICZ (1973), OBERDÖRFER (1992a), PASSARGE & HOFMANN (1968), PHILIPPI (1970, 1983), POTT (1995), RENNWALD et al. (2000), RODI (1975), SCHWABE et al. (2000), STREITZ (1967), WALENTOWSKI et al. (1994, 2004), ZEIDLER & STRAUB (1967).

5. Weitere Gesellschaften

5.1. *Deschampsia flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft

Drahtschmielen-Kiefernwald (Tab. 3, Spalte 3)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Teucrium scorodonia-Kiefernwald p. p. (PHILIPPI 1983), *Avenella flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft (HEINKEN 1995), *Vaccinio myrtilli*-*Pinetum* Juraszek 1928 (BERG 2004) p. p.

Forstgesellschaften:

Dryopteris-Hypnum-Kiefernforsten (MEISEL-JAHN 1955, KRAUSCH 1970); Steinlabkraut-Kiefernforst, Himbeer-Kiefernforst, *Myrtillus*-Untergesellschaft (PASSARGE 1962); Kiefern-Forst (*Fago-Quercetum*) (STREITZ 1967); Kiefernforst auf *Betulo-Quercetum*-Standort (HOFMEISTER 1970) p. p.; *Oxalis*-Kiefernforst (KRAUSCH 1970); *Convallaria*-*Pinus*-Forst bzw. *Convallario-Cultopinetum sylvestris* (Maiglöckchen-Kiefernforst), *Calamagrostis epigejos*-Kiefernforst bzw. *Calamagrostio-Cultopinetum sylvestris* (Sandrohr- bzw. Landreitgras-Kiefernforst), *Pteridio-Pseudopinetum* bzw. *Pteridio-Cultopinetum sylvestris* (Adlerfarn-Kiefernforst) (HOFMANN 1964, 1997, SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001, HOFMANN 1997); *Euphorbia-Pinus*-Forst (Zypressenwolfsmilch-Kiefernforst), *Scleropodio-Pseudopinetum* (Gabelzahnmoos-(Himbeer-)Kiefernforst) (HOFMANN 1964, SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001); *Oxalido-Myrtillo-Cultopinetum sylvestris* (Sauerklee-Blaubeer-Kiefernforst), *Rubo-Deschampsio-Cultopinetum sylvestris* (Himbeer-Drahtschmielen-Kiefernforst), *Molinio-Myrtillo-Cultopinetum sylvestris* (Pfeifengras-Blaubeer-Kiefernforst) (HOFMANN 1997); Kiefernbestände/-forste mit Tendenz zum *Luzulo-Fagetum* (GAISBERG 1996, STIERSDORFER 1996, RÜTHER 2003); Kiefernforste frischer bis feuchter Standorte (AMARELL 2000); *Deschampsia flexuosa*-Kiefernforst, Kiefernforst mit Tendenz zum *Luzulo-Quercetum* (RÜTHER 2003); *Pleurozio schreberi*-*Pinetum sylvestris* (Rotstengelmooß-Kiefernforst) p. p., *Deschampsia flexuosa-Fagus-sylvatica*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft (ZERBE 1999, ZERBE et al. 2000).

Syntaxonomie, Nomenklatur und Abgrenzung

Die Gesellschaft wurde unter diesem Namen bzw. als *Avenella flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft zuerst von HEINKEN (1995) beschrieben und dem *Dicrano-Pinion* zugeordnet, zunächst nur für Nordwestdeutschland, also außerhalb des Areals potenziell natürlicher Kiefernwälder. HEINKEN & ZIPPEL (1999) zeigten dann, dass solche Bestände in weiten Teilen Deutschlands verbreitet und häufig sind.

Die pflanzensoziologische Bearbeitung von bodensauren Kiefernwäldern etwas nährstoffreicherer Standorte geht jedoch bis auf die Monographie der niedersächsischen Kiefernforste von MEISEL-JAHN (1955) zurück. Seitdem waren Drahtschmielen-Kiefernwälder bis HEINKEN (1995) aufgrund ihrer Entstehung und Ökologie (Ersatzgesellschaften bodensauerer Laubwälder) und fehlender Assoziationskennarten fast ausschließlich als außerhalb des syntaxonomischen Systems stehende „Kiefern-Forstgesellschaften“ beschrieben worden. Gleichwohl sind die floristischen Beziehungen zum *Dicrano-Pinion* immer wieder betont worden (u. a. HOFMANN 1964). Insbesondere in der ehemaligen DDR wurden detaillierte, oft nur auf Dominanzen einzelner Arten basierende Klassifikationssysteme für Kiefern-Forstgesellschaften etabliert (v. a. HOFMANN 1964, 1997, SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001). Zuletzt schlug ZERBE (1999) für Kiefernwälder eine entsprechende Forstgesellschaft als neue Assoziation (ohne Charakterarten) vor. Solche Forstgesellschaften mögen zwar für die regionale Praxis in Forst- und Naturschutzplanung geeignet sein. Die Vielzahl synonymen und inhaltlich verwandter Namen zeigt aber, dass die Konzepte uneinheitlich und unübersichtlich sind und den Blick auf überregionale Gemeinsamkeiten verstellen.

Oft wurden Kiefernbestände ohne Beachtung der aktuellen Baumartenzusammensetzung aber auch der mutmaßlichen potenziell natürlichen Waldgesellschaft zugeordnet (*Myrtillo-Pinoquercetum*, *Querceto-Betuletum* bei FUKAREK 1961, *Molinio-Quercetum* bei KLEMM 1969, *Holco-Quercetum* bei OBERDORFER 1992b, *Luzulo-Quercetum* bei TARGAN 1994). Dieses Verfahren ist methodisch unzulässig, da die Kraut- und Mooschicht unter

Kiefern durch den höheren Lichtgenuß und die abweichende Streuqualität deutlich von derjenigen in Laubwäldern auf gleichem Ausgangssubstrat abweicht (s. HEINKEN 1995).

Die *Deschampsia flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft umfasst alle Kiefernwälder relativ armer, stark bodensaurer Standorte, die zwar durch das Vorkommen von Säure- und Lichtzeigern noch dem *Dicrano-Pinion* zugeordnet werden können, denen jedoch charakteristische Arten naturnaher Kiefernwälder des *Cladonio*- und *Leucobryo-Pinetum* (s. u.) fehlen. Es stellt damit eine Basalgesellschaft des Verbandes dar. BERG (2004) integrierte solche Bestände in ein weit gefasstes *Vaccinio myrtilli*- (= *Leucobryo*-) *Pinetum*. Von dieser Vorgehensweise wird hier abgesehen, um die deutlich abweichende syndamische, ökologische und naturschutzfachliche Stellung der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft zu betonen.

Struktur und Artenverbindung

Bestände der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft sind geschlossene Kiefernwälder mit vorwiegend mittlerer, teilweise auch mäßiger (v. a. trockene Standorte) oder guter Wuchsleistung (v. a. feuchtere Standorte). Während im typischen Fall die erste Baumschicht von locker stehenden Kiefern und z.T. einzelnen Birken aufgebaut wird, sind in der zweiten Baumschicht und in der Strauchschicht meist Laubgehölze (*Betula pendula*, *Quercus robur*, *Qu. petraea*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Prunus serotina*) vorhanden. Sie erreichen bei nicht durchforsteten Beständen – anders als sonst im *Dicrano-Pinion* – teilweise erhebliche Deckungsgrade (Abb. 14). Die im Vergleich zum *Leucobryo-Pinetum* artenreichere Krautschicht wird wie dort meist von *Deschampsia flexuosa*, teilweise auch von *Vaccinium myrtillus* oder auf feuchten Standorten von *Molinia caerulea* dominiert. In der Mooschicht sind konkurrenzkräftige pleurokarpe Laubmoose wie *Pleurozium schreberi*, *Scleropodium purum* oder *Hypnum cupressiforme* agg. aspektbildend. Fast alle Bestände sind Kiefernforsten; manche kaum durchforsteten Altbestände erscheinen allerdings durchaus naturnah.

Die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft besitzt wie das *Leucobryo-Pinetum* keine eigenen Charakterarten. Floristisch und ökologisch steht sie am Rande des *Dicrano-Pinion* bzw. seines basenarmen Flügels und leitet bereits zu den bodensaureren Eichenmischwäldern des *Quercion roboris* über (s. HEINKEN 1995; zur Abgrenzung s. Kap. III). So fehlen die auch für das *Leucobryo-Pinetum* bezeichnenden Verbandskenn- und -trennarten *Calluna vulgaris*, *Dicranum polysetum*, *Leucobryum glaucum* und *Ptilidium ciliare*. Ebenfalls nicht vorhanden sind die basiphytischen Sippen des *Empetro nigri-Pinetum*, des *Peucedano-Pinetum* und der *Cirsium arvense-Pinus sylvestris*-Gesellschaft (s. Tab. 3). Bezeichnende, im *Dicrano-Pinion* fast nur hier vorkommende Sippen sind mit *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Galium saxatile* und *Oxalis acetosella* durchweg eine gewisse (Luft-)Feuchte anzeigende Arten. Dazu kommen mit *Calamagrostis epigeios*, *Epilobium angustifolium*, *Frangula alnus*, *Lonicera periclymenum*, *Moebria trinervia*, *Mycelis muralis*, *Rubus fruticosus* agg., *R. idaeus* und *Teucrium scorodonia* sowie (in Tab. 3 nicht gelistet und nur regional häufig) *Galeopsis tetrabit*, *G. bifida*, *Brachythecium rutabulum* und *B. oedipodium* weitere relativ anspruchsvolle Sippen als Trennarten gegenüber dem *Leucobryo-Pinetum*. Diese Artengruppe hat die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft mit den Kiefernwäldern basenreicherer Standorte gemeinsam.

Gliederung (ohne Tabelle)

Edaphisch bedingte Untereinheiten

Je nach Ausgangssubstrat und Bestandesgeschichte lässt sich die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft vielfältig und regional recht unterschiedlich gliedern (s. HOFMANN 1964, 1997, SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001, HEINKEN & ZIPPEL 1999). Überregional ergibt sich die auffälligste Differenzierung entlang des Basengradienten: Die *Brachypodium sylvaticum*-Variante basenreicherer Standorte unterscheidet sich u. a. durch *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia cyparissias*, *Fragaria vesca*, *Hieracium murorum*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus linifolius*, *Melica nutans*, *Viola reichenbachiana* und *V. riviniana* von der wesentlich

weiter verbreiteten **Typischen Variante** und vermittelt auf trockenen Standorten zur *Cirsium-Pinus*-Gesellschaft. Die *Brachypodium*-Variante entspricht bei HOFMANN (1964, 1997), SCHUBERT (1972) und SCHUBERT et al. (1995, 2001) etwa den Kiefernforsten nährstoffreicher Standorte bzw. den Himbeer-Kiefernforsten. Nach der Bodenfeuchte ließen sich analog zum *Leucobryo-Pinetum* **Trennartenlose Subvarianten** trockener bis mäßig frischer Standorte und *Molinia caerulea*-**Subvarianten** feuchter Standorte unterscheiden. Die Trennartenlosen Subvarianten besitzen zwar keine eigenen Arten, doch sind Trockenheitszeiger und nässemeidende Sippen wie *Carex arenaria*, *Festuca ovina*, *Festuca guesfalica* und *Quercus petraea* nur hier anzutreffen. Typische Arten der *Molinia*-Subvarianten sind neben *Molinia caerulea* agg. vor allem *Betula pubescens*, *Deschampsia cespitosa*, *Lysimachia vulgaris* und *Potentilla erecta*. Die *Molinia caerulea*-Subvarianten entsprechen vor allem dem Adlerfarn-Kiefernforst bei HOFMANN (1964, 1997), SCHUBERT (1972) und SCHUBERT et al. (1995, 2001).

Geographische Untereinheiten

Ähnlich dem *Leucobryo-Pinetum* lassen sich in Deutschland im Ozcanitätsgefälle vier Vikarianten mit teilweise übereinstimmenden Artengruppen unterscheiden. Eine ausgeprägte Höhenstufung besteht dagegen nicht (s. aber ZERBE 1999). *Prunus serotina* ist im norddeutschen Tiefland und im nördlichen Oberrheinischen Tiefland inzwischen weithin fester Bestandteil der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft (s. HEINKEN 2007, WOLF & WINTERHOFF 2001). Inwieweit sie sich auch im Hügel- und Bergland in Kürze ausbreiten wird, bleibt abzuwarten. Wie im *Leucobryo-Pinetum* ist *Vaccinium myrtillus* in den meisten Regionen in der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft charakteristisch und manchmal auch faziesbildend. Sie fehlt allerdings in den trocken-wärmsten Gebieten (v. a. in Mittelbrandenburg und im nördlichen Oberrheinischen Tiefland). Auch andere sonst weit verbreitete feuchtebedürftige bzw. boreale Arten sind hier kaum vorhanden (*Fagus sylvatica*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Molinia caerulea* agg., *Oxalis acetosella*, *Pteridium aquilinum* und *Vaccinium vitis-idaea* (s. auch HEINKEN & ZIPPEL 1999).

Δ1 *Galium saxatile-Vaccinium myrtillus*-Vikariante

Die durch *Ceratocarpus claviculata*, *Galium saxatile*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus communis*, *Lonicera periclymenum* und *Trientalis europaea* gekennzeichnete *Galium saxatile*-Vikariante ist für atlantisch-boreal geprägte Regionen charakteristisch. Ähnlich der *Empetrum nigrum-Vaccinium myrtillus*-Vikariante des *Leucobryo-Pinetum* ist sie für das niedersächsische Tiefland einschließlich der nordöstlich anschließenden Regionen, das Untere Weserbergland sowie die Ostseeküste bezeichnend. Viele Bestände in der Dübener Heide, im Rhein-Main-Tiefland und im Odenwald können ihr ebenfalls zugeordnet werden. In diesen südlicher gelegenen Regionen kommt meist *Teucrium scorodonia* hinzu. Die Verbreitung der Vikariante ähnelt im Bundesgebiet damit dem Areal des *Betulo-Quercetum* (vgl. HARDTLE et al. 1997).

Δ2 *Vaccinium myrtillus*-Vikariante

Dieser Vikariante mit *Vaccinium myrtillus* und den anderen eingangs erwähnten Arten fehlen die atlantisch verbreiteten Arten der *Galium saxatile-Vaccinium myrtillus*-Vikariante. Sie ist im Bundesgebiet weit verbreitet und kommt schwerpunktmäßig im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte, im Ostbrandenburgischen Heide- und Seengebiet mit dem Unterspreewald und der Dübener Heide vor.

Δ3 *Picea abies-Vaccinium myrtillus*-Vikariante

Diese Vikariante mit deutlichen Anklängen an das *Piceion abietis* ist zusätzlich durch *Hylocomium splendens*, *Luzula luzuloides*, *Picea abies* und teilweise *Trientalis europaea* gekennzeichnet (vgl. entsprechende Vikariante im *Leucobryo-Pinetum*). Sie hat eine subkontinental-submontane Verbreitungstendenz und ist im Mittelgebirgsraum insbesondere in

Süddeutschland weit verbreitet. Schwerpunkte liegen im Mittelfränkischen Becken, im Oberpfälzer und Bayerischen Wald inklusive ihrem Vorland, im Unterbayerischen Hügelland, Spessart und Elbsandsteingebirge. In diesen vergleichsweise niederschlagsreichen Regionen herrscht die Vikariante durchweg vor. Sie fehlt jedoch auch in „montan“ geprägten Regionen des norddeutschen Tieflands nicht vollständig (v. a. Lüneburger Heide, Mecklenburgische Seenplatte und Oberlausitzer Heideland).

Δ4 Trennartenlose Vikariante

Durch den vollständigen Ausfall von Beersträuchern, aber auch das weitgehende Fehlen der eingangs erwähnten feuchtebedürftigen bzw. borealen Sippen ist die Trennartenlose Vikariante der trockensten und (sommer-)wärmsten Regionen gekennzeichnet. Umgekehrt besitzen hier *Agrostis capillaris*, *Festuca ovina*, *Festuca guestfalica* und *Viscum album* subsp. *austriacum* ihren Schwerpunkt. Die Trennartenlose Vikariante ist kennzeichnend für Ost- und Mittelbrandenburg bis zur Elbe (HEINKEN & ZIPPEL 1999) sowie das nördliche Oberrheinische Tiefland und Rhein-Main-Tiefland (s. STREITZ 1967, PHILIPPI 1983), kommt aber auch im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte, in Südostbrandenburg und in der Dübener Heide häufiger vor. Damit deckt sich das Areal wie bei der entsprechenden Vikariante im *Leucobryo-Pinetum* weitgehend mit demjenigen grasreicher Eichenmischwälder des *Quercion roboris*.

Ökologie

Drahtschmielen-Kiefernwälder sind charakteristisch für etwas nährstoffreichere, oftmals lehmige Sande bzw. Sandsteinverwitterungsböden. Das bedeutet im norddeutschen Tiefland eine stärkere Tendenz zu reicheren glazifluvialen Sanden, Endmoränen und sandigen Grundmoränen als beim *Leucobryo-Pinetum*. Im Hügel- und Bergland scheinen Terrassen- bzw. Flugsande (STREITZ 1967, PHILIPPI 1970) und Sandsteine unterschiedlicher Provenienz (ZERBE 1999, POLLMANN & LETHMATE 2003) die vorherrschenden Substrate zu sein, doch sind auch Bestände auf anderen Silikatgesteinen wie Gneis und Granit beschrieben (RÜTHER 2003). Daneben kommt die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft aber in atlantisch geprägten Regionen (s. HEINKEN 1995) oder unter Einfluss von Stickstoff-Immissionen ebenso auf reinen, armen Sandböden wie z. B. Dünen vor. Offenbar besteht eine Verschiebung des Standortsspektrums im Ozeanitätsgefälle, denn im nordwestdeutschen Tiefland werden vornehmlich Substrate besiedelt, die unter trockenerem Klima des nordostdeutschen Binnenlandes noch vom *Leucobryo-Pinetum* eingenommen werden (HEINKEN & ZIPPEL 1999).

Die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft wächst auf mäßig trockenen bis wechselfeuchten bzw. zeitweise vernässten Standorten. Auch das Spektrum an Bodentypen ist dem des *Leucobryo-Pinetum* vergleichbar (s. HEINKEN 1995), allerdings auf Kosten von Podsolen und Podsol-Rankern zu weniger podsolierten Braunerden (z. B. STREITZ 1967) hin verschoben. Vorherrschende Humusformen sind rohhumusartiger und feinhumusreicher Moder mit teilweise relativ mächtigen organischen Auflagen (HOFMANN 1968, POLLMANN & LETHMATE 2003, RÜTHER 2003); Rohhumusbildungen sind auf feuchte Standorte beschränkt. Die pH(H₂O)-Werte der kalkfreien Oberböden liegen fast durchweg unter 4,0 (AMARELL 2000, HEINKEN 1997, RÜTHER 2003) und unterscheiden sich damit nicht vom *Leucobryo-Pinetum*. Durch das günstigere geologische Ausgangssubstrat oder die höheren Humusgehalte ist die Stickstoffversorgung jedoch offenbar deutlich günstiger. Insbesondere stark durch Stickstoff-Immissionen geprägte Bestände im nordostdeutschen Binnenland weisen heute oft eine forstwirtschaftlich problematische Massenentwicklung von *Calamagrostis epigeios* auf (u. a. HOFMANN 1997, LETHMATE 2005). Dies trifft insbesondere für die unmittelbare Nähe landwirtschaftlicher Nutzflächen und nach forstlichen Maßnahmen (Auflichtung, Bodenverletzung) zu.

Dynamik

Fast durchweg handelt es sich bei der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft um Kiefernforsten, die entweder anstelle ehemaliger Laubwälder oder auf früherem Offenland angelegt wurden. Daneben gibt es auch einige Bestände, die sich durch natürliche Wiederbewaldung von Sandtrockenrasen oder Heiden entwickelt haben (s. HEINKEN 1995, 1999). Damit siedelt die Gesellschaft grundsätzlich auf Standorten potenziell-natürlicher bodensaurer Laubwälder und vermittelt auch ökologisch-syndynamisch zu diesen. Die oft reich entwickelte Laubholzverjüngung deutet neben der meist fehlenden Kiefernverjüngung die natürliche Sukzession der Bestände zu bodensauren Eichen- oder direkt zu Buchenmischwäldern an. Wie das *Leucobryo-Pinetum* ist die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft in den meisten Regionen Deutschlands eine Ersatzgesellschaft bodensaurer Buchenwälder des *Luzulo-Fagion* (z. B. GAISBERG 1996, HEINKEN & ZIPPEL 1999, WOLF & WINTERHOFF 2001, ZERBE 1999). In Mittel- und Ostbrandenburg sowie in der Lausitz ist die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft vermutlich ganz überwiegend Ersatzgesellschaft von Eichenmischwäldern des *Quercion roboris*; nur hier und im Buchen-armen Nordwestdeutschland fehlt Buchenverjüngung weitgehend (HEINKEN & ZIPPEL 1999). Im Einklang mit der natürlichen Walddynamik werden heute im Rahmen des Waldumbaus große Flächen gezeit mit Eichen oder Buchen unterbaut (z. B. BRUNNER 2006, DENNER & SCHMIDT 2008). Auf ihren ärmsten Standorten ist die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft auch mit dem *Leucobryo-* und *Cladonio-Pinetum* und den ihnen vorausgehenden Offenland-Gesellschaften syndynamisch eng verbunden (HEINKEN 1995, 1999). Werden gleiche Ausgangssubstrate wie beim Weißmoos- oder Flechten-Kiefernwald besiedelt, so zeichnen sich die Standorte des Drahtschmielen-Kiefernwaldes durch größere Humusvorräte und damit eine geringere Bodendegradation aus.

Verbreitung (Abb. 1 im Anhang)

Die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft ist heute zumindest im norddeutschen Tiefland bei weitem der vorherrschende Vegetationstyp des *Dicrano-Pinion* und – anders als das *Leucobryo-Pinetum* – auch in seinem westlichen Teil stark vertreten (Verbreitungskarte im Anhang unvollständig). Ausnahmen bilden nur einige Regionen mit sehr armen Quarzsanden, z. B. die südliche Lüneburger Heide und Teile Mittel- und Ostbrandenburgs (im Bereich der Ablagerungen des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Kaltzeit und in der Lausitz), wo das *Leucobryo-Pinetum* vorherrscht. Außerdem tritt die Gesellschaft in stark durch Kalkstaub-Immissionen geprägten Gebieten gegenüber dem *Peucedano-Pinetum* und der *Cirsium-Pinus*-Gesellschaft zurück (s. dort). Auch im Hügel- und Bergland ist der Drahtschmielen-Kiefernwald weit verbreitet. Aus den großen Kiefernwaldgebieten Süddeutschlands liegen aber zu wenig in in neuerer Zeit publizierte Vegetationsaufnahmen und -beschreibungen vor, um die Bedeutung der *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft gegenüber dem *Leucobryo-Pinetum* regional abschätzen zu können. Offenbar herrscht die Gesellschaft im nördlichen Oberrheinischen Tiefland und Rhein-Main-Tiefland schon lange vor (s. STREITZ 1967), während sie in Mittelfranken bis heute nicht dominiert (s. BRUNNER 2006). Die meisten Vorkommen im Hügel- und Bergland liegen unter 400 m ü.NN, doch steigt die Gesellschaft im Bayerischen Wald bis über 600 m (STIERSDORFER 1996, GAISBERG 1996, RÜTHER 2003).

Offenbar hat sich der Drahtschmielen-Kiefernwald vielerorts auf Kosten des *Leucobryo-Pinetum* und teilweise auch des *Cladonio-Pinetum* ausbreiten können. Neben der natürlichen Regeneration degradierter Waldökosysteme dürfte dafür auch die Eutrophierung durch Stickstoff-Immissionen verantwortlich sein (s. BEER & FWALD 2005, LETHMATE 2005). Wie weit die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft weiter östlich im polnischen Tiefland vorkommt, muss offen bleiben, da von dort keine Vegetationsaufnahmen bekannt sind.

Wirtschaftliche Bedeutung

Aufgrund der weiten Verbreitung der Gesellschaft und des meist guten Zuwachses ist die forstwirtschaftliche Bedeutung der Bestände groß; die Hauptmenge des eingeschlagenen Kiefernholzes in Deutschland dürfte aktuell aus Drahtschmielen-Kiefernwäldern stammen.

Naturschutz

Als meist naturferne, großflächig verbreitete Waldgesellschaft mit nur wenigen gefährdeten Pflanzenarten ist die *Deschampsia-Pinus*-Gesellschaft im Allgemeinen nicht besonders schutzwürdig. Eine Ausnahme bilden vor allem naturnah strukturierte Altbestände auf Dünen (HEINKEN 1995). Zwar haben sich viele Bestände durch Sukzession oder durch forstlichen Unterbau von Laubgehölzen zu Laubwäldern entwickelt, doch haben sich Drahtschmielen-Kiefernwälder – gefördert durch die flächendeckenden Stickstoff-Immission – in den letzten Jahrzehnten stark auf Kosten von Weißmoos- und Flechten-Kiefernwäldern ausgebreitet (HEINKEN 1995) und sind daher in Deutschland ungefährdet (RENNWALD 2000). Besondere Pflegemaßnahmen sind daher nicht erforderlich, und grundsätzlich ist der Waldumbau zu Laubmischwäldern zu begrüßen. Kritisch zu beurteilen ist allerdings die fortschreitende Zunahme von Nitrophyten und Störzeigern (vgl. EWALD 2007).

Literatur

AMARELLI (2000), BERG (2004), DENNER & SCHMIDT (2008), FUKAREK (1961), GAISBERG 1996, HEINKEN (1995, 1999), HEINKEN & ZIPPEL (1999), HOFMANN (1964, 1968, 1997), KLEMM (1969), KRAUSCH (1970), MEISEL-JAHN (1955), MERKEL (1994), OBERDORFER (1992b), PASSARGE (1962), POLLMANN & LETHMATE (2003), RENNWALD et al. (2000), RÜTHER (2003), SCHUBERT (1972), SCHUBERT et al. (1995, 2001), STIERSDORFER (1996), TARGAN (1994), WOLF & WINTERHOFF (2001), ZERBE (1999), ZERBE et al. (2000).

5.2. *Cirsium arvense*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft

Ackerkratzdistel-Kiefernwald (Tab. 6, Spalte 6)

Synonyme und inhaltlich verwandte Namen:

Forstgesellschaften: Waldzwenken-Walderdbeer-Kiefernforst, Dürrwurz-Untergesellschaft sowie artenreichere Ausbildung im emittentennahen Raum (AMARELL 2000)

Syntaxonomie, Nomenklatur und Abgrenzung

Die hier bzw. in HEINKEN (2007) neu unter dem Namen *Cirsium arvense*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft beschriebenen Kiefernwälder gehen im Wesentlichen auf Aufnahmen von AMARELL (2000) aus durch Kalkstaub-Immissionen geprägten Bereichen im nordostdeutschen Tiefland zurück. AMARELL (2000) gliedert sie in seine Waldzwenken-Walderdbeer-Kiefernforste ein, in der Dübener Heide als Dürrwurz-Untergesellschaft, im Raum Rüdersdorf östlich von Berlin als artenreichere Ausbildung im emittentennahen Raum. Da sich die Bestände beider Gebiete nicht substantiell unterscheiden, aber deutlich von immissionsgeprägten Ausbildungen des *Peucedano-Pinetum* abweichen, werden sie hier unter neuem, das Charakteristische betonendem Namen zusammengefasst.

Struktur und Artenverbindung

Bei den meist mäßig wüchsigen Wäldern der *Cirsium*-*Pinus*-Gesellschaft handelt es sich wohl durchweg um Kiefernforsten. Unter dem lichten (teilweise immissionsgeschädigten, s. AMARELL 2000) Kiefernschirm verjüngen sich v. a. *Betula pendula* und *Quercus robur*, und oft ist eine artenreiche Strauchschicht (u. a. mit *Crataegus monogyna*, *Rosa canina* und der invasiven *Mahonia aquifolium*) entwickelt. Die ebenfalls artenreiche Krautschicht wird von *Brachypodium sylvaticum*, *Calamagrostis epigejos*, *Fragaria vesca*, *Rubus fruticosus* agg. und *R. idaeus* dominiert, doch sind auch Säurezeiger wie *Deschampsia flexuosa* vorhanden. In der Mooschicht dominiert *Scleropodium purum*. Der Gesellschaft fehlen nicht nur die Magerkeitszeiger der *Calluna vulgaris*-Gruppe in Tab. 6, sondern auch die Kenn- und Trennarten des *Peucedano-Pinetum*. Dafür treten als Differenzialarten zahlreiche Eutrophierungs- und Störzeiger wie *Arrhenatherum elatius*, *Cirsium arvense*, *Inula conyza*, *Torilis japonica* sowie die in Tab. 6 nicht gelisteten *Cirsium palustre*, *Daucus carota*, *Epilobium montanum*, *Poa trivialis*, *Ribes rubrum*, *Senecio nemorensis*, *Valeriana officinalis* agg., *Viburnum opulus*, *Vicia tetrasperma* nur hier auf. Mit der *Ligustrum vulgare*-Subassoziation des *Peucedano-Pinetum* verbindet eine übergreifende Artengruppe aus *Acer pseudoplatanus*, *Cerastium holosteoides*, *Cirsium vulgare*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum* und *Urtica dioica*.

Ökologie und Dynamik

Die *Cirsium*-*Pinus*-Gesellschaft schließt sich standörtlich an die *Ligustrum vulgare*-Subassoziation des *Peucedano-Pinetum* an, ist jedoch durch eine abweichende Genese charakterisiert. Sie besiedelt die am stärksten durch Immissionen aufgekalkten Sandböden im Westen der Dübener Heide (Flugasche-Immissionen v. a. des Kraftwerks Zschornowitz) und beim Zementwerk Rüdersdorf (AMARELL 2000). Die heutigen Bestände dürften sich im Wesentlichen erst nach dem 2. Weltkrieg aus solchen des *Cladonio-Pinetum*, des *Leucobryo-Pinetum* oder der *Deschampsia*-*Pinus*-Gesellschaft entwickelt haben (AMARELL 2000). In den 1990er Jahren lagen selbst die pH(KCl)-Werte im Oberboden über 6,0, in der Streuschicht teilweise etwas niedriger (AMARELL 2000). Nach weitgehender Einstellung der Emissionen nach 1990 findet derzeit eine langsame Versauerung der Standorte mit entsprechender Umstellung der Flora und gleichzeitig eine Sukzession zu laubholzreicheren Beständen statt.

Verbreitung

Nach den vorliegenden Aufnahmen zu urteilen, sind Bestände der *Cirsium-Pinus*-Gesellschaft auf die Dübener Heide und den Raum Rüdersdorf in Ostbrandenburg beschränkt (AMARELL 2000). Weitere Vorkommen sind in der Nähe von Braunkohlekraftwerken der Niederlausitz zu erwarten (eigene Aufnahmen von dort sind aber dem *Peucedano-Pinetum* zuzuordnen).

Wirtschaftliche Bedeutung und Naturschutz

Ackerkratzdistel-Kiefernwälder haben trotz ihrer hohen Phytodiversität keine Bedeutung für den Naturschutz. Zur wirtschaftlichen Bedeutung s. Drahtschmielen-Kiefernwälder.

Literatur

AMARELL 2000, HEINKEN 2007.

5.3. Gesellschaften unklarer Stellung und fragliche Gesellschaften

Unklar war bisher die syntaxonomische Zuordnung der montan-hochmontanen, Silikat-Blockhalden besiedelnden Wälder bzw. -gebüsche des *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae*, die zuerst von LOHMEYER & BOHN (1972) aus der Rhön beschrieben und inzwischen aus verschiedenen Mittelgebirgen (Harz, Erzgebirge, Rheinisches Schiefergebirge, Odenwald, Spessart, Frankenwald, Fichtelgebirge und Bayerischer Wald) belegt wurden. Obwohl entweder von *Betula pubescens* subsp. *carpatica*, *Sorbus aucuparia* oder – seltener – von *Picea abies* gebildet und weitgehend kiefernfrei (s. aber HUSOVÁ et al. 2002), wurden sie in der Vergangenheit ganz oder teilweise dem *Dicrano-Pinion* zugeordnet (SEIBERT 1992, RENNWALD et al. 2000). Tatsächlich weisen insbesondere die humusarmen, kryptogamenreichen Blockwälder starke floristische Beziehungen zum *Dicrano-Pinion*, v. a. zum *Cladonio-Pinetum* auf. Die eigene Analyse (s. Kap. II) zeigte jedoch, dass die Blockwälder dem *Dicrano-Pinion* weniger ähnlich als dem *Piceion abietis* sind, was trotz teilweise vergleichbarer Standortbedingungen (trocken-flachgründig, offen) angesichts des kühl-(hoch)montanen, teilweise zusätzlich durch Kaltluftströme beeinflussten Klimas nicht überrascht.

Ein weiteres möglicherweise zum *Dicrano-Pinion* gehörendes Syntaxon ist das *Hieracio pallidi-* bzw. *Hieracio schmidtii-Pinetum*, das von STÖCKER (1965) aus dem Bode- und Selketal im Harz anhand von 12 Vegetationsaufnahmen beschrieben wurde. Seitdem hat es in verschiedene Vegetationsübersichten Eingang gefunden (SCHUBERT 1972, SCHUBERT et al. 1995, 2001, HUSOVÁ et al. 2002), ist aber aus Deutschland nicht wieder belegt worden. Das *Hieracio pallidi-Pinetum* gilt als im Harz und in Böhmen vorkommender thermophiler Reliktkiefernwald auf flachgründigen Graten, Steilwänden und Felsvorsprüngen auf relativ basenreichem Silikatgestein. Charakterarten wären mit *Arctostaphylos uva-ursi*, *Hieracium pallidum* und *Festuca pallens* zumindest regional vorhanden, doch ist unklar, ob es sich im Harz wirklich um Wälder oder nur um einzelne Kiefern im Kontakt zu Felsrasen und bodensauren Eichenwäldern handelt (s. DIERSCHKE & KNOLL 2002). Da die von STÖCKER (1965) dokumentierten Bestände nur über *Rumex acetosella* s. l. im *Dicrano-Pinion* verankert und ihre Kryptamen dort unzureichend erfasst sind, ist eine endgültige synsystematische Beurteilung nicht möglich. Das *Hieracio pallidi-Pinetum* bleibt daher in der Synopsis unberücksichtigt.

Ahnliches gilt für das von PIŠTA (1982) anhand weniger Vegetationsaufnahmen aus Böhmen beschriebene *Asplenio cuneifolii-Pinetum*, einen Kiefernwald auf trocken-warmen Serpentinstandorten u. a. mit *Asplenium cuneifolium* und *Silene vulgaris*, das möglicherweise identisch mit dem in Österreich (Steiermark und im Burgenland, s. EICHBERGER et al. 2004) vorkommenden *Festuco eggleri-Pinetum* ist (HUSOVÁ et al. 2002). Serpentin-Kiefernwälder kommen auch in Deutschland extrem kleinflächig vor. GAUCKLER (1954) beschreibt sie vom Rand des Fichtelgebirges (Wojalcite bei Wurlitz, Föhrenbühl bei Erbensdorf) als *Pinetum silvestris serpentinum*, IRMSCHER (2000) im Erzgebirge bei Hohenstein-Ernsttal als *Quercu-Pinetum serpentinum*. Ob diese Bestände Teil eines *Asplenio cuneifolii-Pinetum* sind (wie von SCHMIDT et al. 2002 vorgeschlagen), kann zur Zeit – vor einer länderübergreifenden Bearbeitung von Serpentin-Kiefernwäldern – nicht beurteilt werden. Für die Zuordnung zum *Peucedano-Pinetum* (WALENTOWSKI et al. 2004) geben die Aufnahmen von GAUCKLER (1954) jedoch keine Anhaltspunkte.

IV. Literatur

- AITI, T. & OKSANEN, J. (1990): Epigeic lichen communities of taiga and tundra regions. – *Vegetatio* 86: 39–70.
- AMARELL, U. (2000): Kiefernforste der Dübener Heide. Ursachen und Verlauf der Entstehung und Veränderung von Forstgesellschaften. – Diss. Bot. 325: 1–246.
- AUGUSTIN, H. (1991): Die Waldgesellschaften des Oberpfälzer Waldes. – *Hoppea* 51: 5–314.
- BALZER, S., SCHIRÖDER, E., SSYMANEK, A., ELLWANGER, G., KEHREIN, A. & ROST, S. (2004): Ergänzung der Anhänge zur FFH-Richtlinie auf Grund der EU-Osterweiterung: Beschreibung der Lebensraumtypen mit Vorkommen in Deutschland. – *Natur u. Landschaft* 79: 341–349.
- BEER, A. & EWALD, J. (2005): Vegetationskundliche Untersuchungen rezent strugenutzter Kiefernwälder auf Binnendünen des niederbayerischen Tertiärhügellandes. – *Tuexenia* 25: 93–109.
- BERG, C. (2004): 32. Klasse: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 – Boreal-hochmontane Nadelwälder. – In: BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. & ISERMANN, M. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 459–468. Weissdorn-Verlag, Jena.
- BERGMEIER, E., HÄRDTLE, W., MIERWALD, U., NOWAK, B. & PEPLER, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. – *Kieler Not. Pflanzenk. Schleswig-Holstein* 20: 92–103.
- BJØRNDALEN, J. E. (1985): Some synchronological aspects of basiphilous pine forests in Fennoscandia. – *Vegetatio* 59: 211–224.
- BMVEL (2004): Bundeswaldinventur 2. Alle Ergebnisse und Berichte. – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn. www.bundswaldinventur.de.
- BOCHNIG, E. (1957): Forstliche Vegetations- und Standortuntersuchungen in der Universitätsforst Greifswald. – Diss. Univ. Greifswald.
- BOHN, U., BILLETTOFT, B., HOFMANN, G., SCHRÖDER, L. (Hrsg.), BÖHNERT, W., FEDERSCHMIDT, A., KÖCK, U. V., REFIORE, K., REICHHOFF, L., STÖCKER, G. & WARTHEMANN, G. (2000): Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation von Sachsen-Anhalt. Erläuterungen zur Naturschutz-Fachkarte M 1:200.000. – Ber. Landesamt Umweltsch. Sachsen-Anhalt, Sonderheft 1/2000: 1–230. Halle.
- BOISELLE, R. & OBERDORFER, E. (1957): Der Pfälzer Wald, ein natürliches Verbreitungsgebiet der Kiefer. – *Allg. Forst- u. Jagdz.* 128: 216–219.
- BRAUN, W. (1969): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt 5540 Neunburg vorm Wald: 64–84.* München.
- (1972): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt 5737 Schwarzenbach a. d. sächs. Saale: 51–71.* München.
- (1973): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6434 Hersbruck: 46–62.* München.
- (1975): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Kartenblatt Nr. 6938 Regensburg: 66–81.* München.
- (1978a): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Kartenblatt Nr. 7029 Oettingen i. Bay.: 56–72.* München.
- (1978b): Die Pflanzendecke. – In: *Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Kartenblatt Nr. 7644 Triftern: 53–71.* München.
- BRAUN-BLANQUET, J., SISSINGH, G. & VIEGIER, J. (1939): Klasse der *Vaccinio-Piceetea*. Nadelholz- und Vaccinieneiden. – *Podromus der Pflanzengesellschaften* 6: 1–123. Montpellier.
- BREUNIG, T. (1994): Flora und Vegetation der Sandhausener Dünen „Pferdstrieb“ und „Pflege Schönaus-Galgenbuckel“. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 80: 29–95.
- BRUNNER, G. (2006): Die aktuelle Vegetation des Nürnberger Reichswaldes. Untersuchungen zur Pflanzensoziologie und Phytodiversität als Grundlage für den Naturschutz. – *Arch. Naturwiss. Diss.* 17: 1–222.
- BRUNNER, G. & LINDACHER, R. (1994): Flechtenreiche Kiefernwälder des Nürnberger Reichswaldes. – *Hoppea* 48: 255–272.
- BUSHARI, M., MEYER, N. & LEUPOLD, P. (1994): Die Sanddünengebiete bei Altdorf. – *Hoppea* 55: 273–318.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T. & KOČÍ, M. (Hrsg.) (2001): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 308 S.

- CLAUSNITZER, U. (2004): 28. Klasse: *Vaccinio uliginosi-Pinetea* Passarge & Hofmann 1968 – Wälder und Gebüsche nährstoffarmer Feucht- und Nass-Standorte. – In: BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. & ISERMANN, M. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband: 416–421. Weissdorn-Verlag, Jena.
- DENGLER, J., KOSKA, I., TIMMERMANN, T., BERG, C., CLAUSNITZER, U., ISERMANN, M., LINKE, C., PÄZOLI, J., POLTE, T. & SPANGENBERG, A. (2004): New descriptions and typifications of syntaxa within the project 'Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability' – Part II. – Feddes Repert. 115: 343–392.
- DENNER, M. & SCHMIDT, P. A. (2008): Auswirkungen des ökologischen Waldumbaus von Kiefernforsten zu Buchenmischwäldern in der Dübener Heide auf die Bodenvegetation. – *Tuexenia* 28: 51 – 84.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- (1981): Zur syntaxonomischen Bewertung schwach gekennzeichnete Pflanzengesellschaften. – In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomic. Ber. Internat. Symp. IVV Rinteln: 109–122. Vaduz.
- & KNOLL, J. (2002): Der Harz, ein norddeutsches Mittelgebirge. Natur und Kultur unter botanischem Blickwinkel. – *Tuexenia* 22: 279–421.
- DIERSSEN, K. (1996). Vegetation Nordeuropas. – Eugen Ulmer, Stuttgart.
- EICHBERGER, C., HEISELMAYER, P. & GRABNER, S. (2004): Rotföhrenwälder in Österreich: eine syntaxonomische Neubewertung. – *Tuexenia* 24: 127–176.
- EILENBERG, H. & KLÖTZLI, F. (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte in der Schweiz. – Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 48: 587–930.
- ENDIMANN, E. (2004): Die spätglaziale und holozäne Vegetations- und Siedlungsgeschichte des östlichen Mecklenburg-Vorpommerns. Eine paläoökologische Studie. – Diss. Univ. Greifswald.
- EWALD, J. (1995): Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. – *Hoppea* 56: 453–465.
- (2007): Bimodal spectra of N-indicators reveal abrupt eutrophication of pine forests. – *Preslia* 79: 391–400.
- FALTYNOWICZ, W. (1986): The dynamics and role of lichens in a managed *Cladonia*-Scotchpine forest. – *Monogr. Bot.* 69: 1–96. Warszawa.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte von Mitteleuropa nördlich der Alpen, 1. Band: Allgemeine Waldgeschichte. – Gustav Fischer, Jena: 480 S.
- FISCHER, A. (2004): Forstliche Vegetationskunde. Eine Einführung in die Geobotanik. – Fischer-UTB, Stuttgart: 421 S.
- FISCHER, P., HEINKEN, T., MEYER, P., SCHMIDT, M. & WAESCH, G. (2009): Zur Abgrenzung und Situation des FFH-Lebensraumtyps „Mitteluropäische Flechten-Kiefernwälder“ (91TO) in Deutschland. – *Natur u. Landschaft* 84: 281–287.
- FRANK, D., BILLETTOFT, B., JÄGER, U., MEYSEL, F. REISSMANN, K., SCHUBOTH, J. & SCHNITZER, P. (2007): Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie im Land Sachsen-Anhalt. – *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 44 (2): 3–37
- FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. – *Pflanzensoziologie* 12: 1–321. Jena.
- GAUCKLER, K. (1954): Serpentinvegetation in Nordbayern. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 30: 19–26.
- GAISBERG, M. v. (1996): Naturnahe Waldgesellschaften am Hohen Bogen im nördlichen Bayerischen Wald. – *Hoppea* 57: 145–215.
- GOTTLÖB, T. (2008): Absatzmöglichkeiten für Kiefernholz vor dem Hintergrund expansiver Holzverarbeitungskapazitäten. – *Beiträge aus der NW-FVA* 2: 79–87.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & STREITZ, B. (1990): Das Pyrolo-Pinetum an der nördlichen Bergstraße: Eine von der Vernichtung bedrohte, bemerkenswerte Waldgesellschaft. – *Botanik u. Naturschutz in Hessen* 4: 64–76.
- GROSSER, K.-H. (1956): Landschaftsbild und Heidevegetation in der Lüneburger und in der Lausitzer Heide. – *Abhandl. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 35: 77–109.
- (1964): Die Wälder am Jagdschloß bei Weißwasser (OL). Waldkundliche Studien in der Muskauer Heide. – *Abhandl. Ber. Naturkundemus. Görlitz* 39: 1–102.
- (1966): Alteicher Moor und Große Jeseritzen. – *Brandenbg. Natursch.gebiete* 1. Postdam.
- HÄRDTLE, W., HEINKEN, T., PALLAS, J. & WELLS, W. (1997): *Querco-Fagetea* (H5). Sommergrüne Laubwälder – Teil 1: *Quercion roboris*. Bodensaure Eichenmischwälder. – *Synopsis Pflanzenges. Deutschlands* 2: 1–51. Göttingen.

- HEINKEN, T. (1995): Naturnahe Laub- und Nadelwälder grundwasserferner Standorte im niedersächsischen Tiefland. Gliederung, Standortsbedingungen, Dynamik. – Diss. Bot. 239: 1–311.
- (1999): Sand-Kiefernwälder in Mittelbrandenburg: Vegetationskomplex und Waldsukzession am Beispiel der Glauer Berge. – *Gleditschia* 27: 79–96.
- (2007): Sand- und Silikat-Kiefernwälder (*Dicrano-Pinion*) in Deutschland – Gliederungskonzept und Ökologie. – *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 19: 146–162.
- (2008): Die natürlichen Kiefernstandorte Deutschlands und ihre Gefährdung. – *Beiträge aus der NW-FVA* 2: 19–41.
- & ZIPPEL, E. (1999): Die Sand-Kiefernwälder (*Dicrano-Pinion*) im norddeutschen Tiefland: syntaxonomische, standörtliche und geographische Gliederung. – *Tuexenia* 19: 55–106.
- HENKER, H. (1972): Vegetationskundliche Untersuchungen in der nordwestmecklenburgischen Jungmoränenlandschaft. – Diss. Univ. Greifswald.
- HESMER, H. (1933): Die natürliche Bestockung und Waldentwicklung auf verschiedenartigen märkischen Waldstandorten. – *Z. Forst-Jagdwesen* 65: 505–651.
- HOFMANN, G. (1964): Kiefernforstgesellschaften und natürliche Kiefernwälder im östlichen Brandenburg. – *Arch. Forstw.* 13: 641–667, 717–732.
- (1968): Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N-Verhältnis und pH-Wert in Kiefernbeständen des Oberbodens des nordostdeutschen Tieflandes. – *Arch. Forstw.* 17: 845–855.
- (1997): Mitteleuropäische Wald- und Forstökosystemtypen in Wort und Bild. 2. Aufl. – *AFZ-Der Wald*, Sonderheft: 1–85.
- HOFMEISTER, H. (1970): Pflanzengesellschaften der Weserniederung oberhalb Bremens. – Diss. Bot. 10: 1–116.
- HOHENESTER, A. (1960): Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvial- und Dolomitsanden im nördlichen Bayern. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 33: 1–56.
- HÖLZEL, N. (1996): *Erico-Pinetea* (H6). Alpisch-Dinarische Karbonat-Kiefernwälder. – *Synopsis Pflanzenges. Deutschlands* 1: 1–49. Göttingen.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1994): Studies on the vegetation history of the Lautermeer in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils, and geochemistry. – In: LOTTER, A. F. & AMMANN, B. (Hrsg.): *Festschrift Gerhard Lang*. Diss. Bot. 234: 309–336.
- HORN, K. (1997): Verbreitung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (*Diphasiastrum* spp., Lycopodiaceae, Pteridophyta) in Niedersachsen und Bremen. – *Naturschutz Landschaftspfl. Nieders.* 38: 1–85.
- HUECK, K. (1931): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte des Endmoränengebietes von Chorin (Uckermark). – *Beitr. Naturdenkmalpflege* 14: 108–214.
- HURTIG, H. (1963): Beiträge zur Kenntnis von Waldvegetation und Waldstandorten im Gebiet der ebenen Grundmoräne Nordostmecklenburgs als Grundlage für die waldbauliche Planung. – Diss. Forstwiss. Univ. Eberswalde.
- HUSOVÁ, M., JIRÁSEK, J. & MORAVEC, J. (2002): Jehličnaté lesy [Coniferous forests]. – In: MORAVEC, J. (Red.): *Přehled vegetace České republiky. Svazek 3. [Vegetation survey of the Czech Republic. Vol. 3.]* Academia, Praha: 128 S.
- IRMSCHER, B. (2000): Grundlagen und Bedeutung eines zukünftigen Naturschutzgebietes Oberwald bei Hohenstein-Ernstthal. Schutzgebiet auf Serpentin im System waldbestockter NSG im Freistaat Sachsen – *Veröff. Naturkundemus. Chemnitz* 23: 69–98.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J. (Hrsg.) (1988): *Atlas Florae Europaeae. Distribution of vascular plants in Europe. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae), Gymnospermae.* – Cambridge University Press, Cambridge: 180 S.
- JENSSEN, M. (2004): Ökologischer Waldumbau – ein Beitrag zur Umsetzung der Biodiversitätskonvention? – In: KORN, H. & FEIT, U. (Bearb.): *Treffpunkt Biologische Vielfalt IV. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg*: 91–96.
- JESCHKE, L. (1964): Das Blaue Wasser bei Eldena – ein botanisches Naturdenkmal. – *Naturschutzarb. Mecklenbg.* 7: 17–21.
- (1968): Die Vegetation der Insel Ruden (Naturschutzgebiet Peenemünder Haken und Struck). – *Naturschutzarb. Mecklenburg* 6: 111–138.
- JUNG, E. (1960): Die Waldgesellschaften der hinteren Sächsischen Schweiz am Beispiel des Großen Zschandes. – *Ber. Arbeitsgem. sächs. Botaniker N. F.* 2: 75–112.
- JURASZEK, H. (1928): Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. – *Bull. Acad. Polon. Sci. Lett., Cl. Sci. Math. Nat., Sér. B.* 1927: 515–610. Cracovie.

- KIELLAND-LUND J. (1967): Zur Systematik der Kiefernwälder Fennoscandiens. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 11/12: 127–141.
- KLEMM, G. (1969): Die Pflanzengesellschaften des nordöstlichen Unterspreewald-Randgebietes. 1. Teil. – Verhandl. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 106: 24–62.
- (1997): Die Wuhlheide in Berlin-Köpenick. – Verhandl. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 130: 111–158.
- KNAPP, R. & ACKERMANN, H. (1952): Die natürliche Vegetation an der nördlichen Bergstraße. Sandgebiete südlich von Darmstadt, westlicher Odenwald. – Schriftenr. Naturschutzst. Darmstadt 1: 1–43.
- KOBENDZA, R. (1930): Stosurki fitosocjologiczne Puszczy Kampinoskiej [mit frz. Zusammenfassung]. – *Planta Polonica* 2: 1–200. Warszawa.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 34: 1–519.
- KORNECK, D. (1987): Pflanzengesellschaften des Mainzer-Sand-Gebietes. – Mainzer Naturw. Arch. 25: 135–200.
- KORTFUNKE, C. (1992): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donaumooses und seiner Umgebung. – Diss. Bot. 184: 1–177.
- KRAUSCH, H.-D. (1960): Die Vegetationsverhältnisse des Naturschutzgebietes Luzketal bei Guben. – Wiss. Z. Pädag. Hochschule Potsdam. Math.-naturwiss. Reihe 6: 119–130.
- (1962): Der Sandnelken-Kiefernwald an seiner Westgrenze in Brandenburg. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsg. N. F. 9: 141–144.
- (1970): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. V. Wälder, Hecken und Saumgesellschaften. – *Limnologia* 7: 397–454.
- KRIEGER, H. (1937): Die flechtenreichen Pflanzengesellschaften der Mark Brandenburg. – Beihefte Bot. Cbl. 57 Abt. B: 1–76.
- KUDOKE, J. (1967): Vegetationskundliche Untersuchungen in der Ackerlandschaft des mittleren Teils der Grundmoräne Mecklenburgs. I. Ökologisch-soziologische Zeigergruppen in den Ackerflächen der Flurgemarkungen Neuendorf, Pastow, Brodersdorf, Neu-Brodersdorf, Hanstorf und Teschen-dorf bei Rostock. – Wiss. Z. Univ. Rostock, math.-naturwiss. Reihe 16: 1–42.
- KÜRSCHNER, H. & RUNGE, S. (1997): Vegetationskundliche Untersuchungen ausgewählter Binnendünen- und Talsandstandorte im Dahme-Seengebiet (Brandenburg) und ihre Entwicklungspotentiale. – Verhandl. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 130: 79–110.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. – Gustav Fischer, Jena: 462 S.
- LETHMATE, J. (2005): Ein globales Eutrophierungsexperiment: Stickstoff-Regen. – *Biologie in unserer Zeit* 35: 108–117.
- LEUSCHNER, C. (1994): Walddynamik auf Sandböden in der Lüneburger Heide (NW-Deutschland). – *Phytocoenologia* 22: 289–324.
- LEUSCHNER, C., RODE, M. W. & HEINKEN, T. (1993): Gibt es eine Nährstoffmangel-Grenze der Buche im nordwestdeutschen Flachland? – *Flora* 188: 239–249.
- LIBBERT, W. (1933): Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft unter Berücksichtigung der angrenzenden Landschaften. 2. Teil. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 75: 229–348.
- (1940): Die Pflanzengemeinschaften der Halbinsel Darß. – Fedd. Repert. Beih. 114: 1–93.
- LOHMEYER, W. & BOHN, U. (1972): Karpatenbirkenwälder als kennzeichnende Gehölzgesellschaften der Hohen Rhön und ihre Schutzwürdigkeit. – *Natur u. Landschaft* 47: 196–200.
- LUDEMANN, T., MICHELS, H.-G. & NÖLKEN, W. (2004): Spatial patterns of past wood exploitation, natural wood supply and growth conditions: indications of natural tree species distribution by anthracological studies of charcoal-burning remains. – *Eur. J. Forest Res.* 123: 283–292.
- LUTZ, J. L. (1950): Über den Gesellschaftsanschluss oberpfälzischer Kiefernstandorte. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 28: 64–124.
- MARSTALLER, R. (1985): Die Waldgesellschaften des Ostthüringer Buntsandsteingebietes. Teil 5. – *Wiss. Z. Univ. Jena, math.-naturwiss. Reihe* 34: 537–583.
- MAST, R. (2007): Vegetationsökologische Gliederung der Erlenbruchwälder (*Alnion glutinosae*) in Deutschland. – *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 19: 174–186.
- MATUSZKIEWICZ, W. (1962): Zur Systematik der natürlichen Kiefernwälder des mittel- und osteuropäischen Flachlands. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F.* 9: 145–168.
- & MATUSZKIEWICZ, J. (1973): Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski Cz. 2: Bory sosnowe [Pflanzensoziologische Übersicht der Waldgesellschaften von Polen, Teil 2: Die Kiefernwälder]. – *Phytocoenosis* 2: 273–356. Warszawa-Białowieża.

- MEISEL-JAHN, S. (1955): Die Kiefern-Forstgesellschaften des nordwestdeutschen Flachlandes. – Angew. Pflanzensoz. 11: 1–126. Stolzenau/Weser.
- MERKEL, J. (1994): Schneeheide-Kiefernwälder in Oberfranken. – Hoppea 55: 403–414.
- MEUSEL, H. (1952): Vegetationskundliche Studien über mitteleuropäische Waldgesellschaften. III. Über einige Waldgesellschaften der Insel Rügen. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 64: 223–241.
- MEYER, P., WEVELL v. KRÜGER, A., STEFFENS, R., & UNKRIG, W. (2006): Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung. Bd. 1. – Schaper, Alfeld: 339 S.
- MITCHELL, F. J. G. & COLE, E. (1998): Reconstruction of long-term successional dynamics of temperate woodland in Białowieża Forest, Poland – J. Ecol. 86: 1042–1059.
- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, E., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & SCHULZE, J. H. (1959–1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Bd. 1+2. – Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bonn-Bad Godesberg: 1339 S.
- MÖLLER, K. (2007): Artenarme Kiefernwälder? – Ein Beitrag zur Insektenfauna der Kiefernwälder in Brandenburg. – In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstl. Schriftenr. 32: 473–481.
- MÜNCH, E. & KÜNKELE, T. (1923): Die Herkunft der pfälzischen Kiefern. – Forstwiss. Cbl. 45: 401–415.
- MULLER, S. (1992): Natural acidophilous *Quercus* and *Pinus* forests in the northern Vosges, France, from a geographical perspective. – J. Veg. Sci. 3: 631–636.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Gustav Fischer, Jena: 564 S.
- (1992a): *Pulsatilla-Pimetea*. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl. Teil IV. Wälder und Gebüsche. Text- und Tabellenband: 33–41 und 47–53. Gustav Fischer, Jena.
- (1992b): *Quercetalia robori-petraeae*. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl. Teil IV. Wälder und Gebüsche. Text- und Tabellenband: 107–118 und 176–199. Gustav Fischer, Jena.
- OTT-ESCHKE, M. (1952): Pollenanalytische Untersuchungen im Gebiet des Nürnberger Reichswaldes. – Forstw. Cbl. 71: 48–63.
- PASSARGE, H. (1955): Die Ufervegetation des Briesener Sees. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsg. N. F. 5: 91–98.
- (1956a): Die Wälder von Magdeburgerforth (NW-Fläming). – Wiss. Abhandl. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss 18: 1–112.
- (1956b): Die Wälder des Oberspreewaldes. – Arch. Forstw. 5: 46–95.
- (1957): Waldgesellschaften des nördlichen Havellandes. – Wiss. Abhandl. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss 26: 1–139.
- (1962): Zur Gliederung und Systematik der Kiefernforstgesellschaften im Hagenower Land. – Arch. Forstw. 11: 275–308.
- (1969): Zur soziologischen Gliederung wichtiger Wald- und Forstgesellschaften im Lausitzer Flachland. – Abhandl. Ber. Naturkundemus. Görlitz 44: 1–36.
- & HOFMANN, G. (1968): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II. – Pflanzensoziologie 16: 1–298. Jena.
- PEER, T. (1993): Die Föhrenwälder in Südtirol in ihren räumlichen und ökologischen Beziehungen. – Diss. Bot. 196: 191–208.
- PEPLER, C. (1988): TAB – Ein Computerprogramm für die pflanzensoziologische Tabellenarbeit. – Tuexenia 10: 393–406.
- PHILIPPI, G. (1970): Die Kiefernwälder der Schwetzingen Hardt (nordbadische Rheinebene). – Veröffentlich. Landesst. Natursch. Landschaftspf. Baden-Württemberg 41: 24–62.
- (1983): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1 : 25 000 Bl. 6323 Tauberbischofsheim-West. – Hrsg.: Landessammlg. Naturk. Karlsruhe, Stuttgart.
- PIŠTA, F. (1982): Přírozená společenstva jedlobukového a smrkobukového stupně v jižní části Šumavy a jejího předhuří. – Academia, Praha: 153 S.+ Tabellenband.
- POLLMANN, W. & LETHMATE, J. (2003): Zur Frage der Buche auf Sandböden in Nordwest-Deutschland: Ökologische Potenz von *Fagus sylvatica* L. unter extremen Standortbedingungen im Riesenbecker Osning. – Tuexenia 23: 71–94.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Auflage. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 622 S.
- RENNWALD, E. (Bearb.) (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Mit Datenservice auf CD-ROM. – Schriftenr. Vegetationskd. 35: 1–800.
- RODE, M. W. & HEINKEN, T. (1993): Der Einfluß der Vegetation auf die Nährstoffverteilung in stark versauerten, nährstoffarmen Böden der Lüneburger Heide. – Scripta Geobotanica 20: 21–38.

- RODI, D. (1975): Die Vegetation des nordwestlichen Tertiär-Hügellandes (Oberbayern) – Schriftenr. Vegetationskd. 8: 21–79.
- RODWELL, J. S. (1991): British Plant Communities Vol. 1. Woodlands and Scrub. – Cambridge Univ. Press, Cambridge: 395 S.
- ROTHSCHILD, S. (1935): Zur Geschichte der Moore und Wälder im Nordteil der Oberrheinischen Tiefebene. – Beih. Bot. Cbl. 54: 140–184.
- RÜTHER, C. (2003): Die Waldgesellschaften des Vorderen Bayerischen Waldes, mit einem Beitrag zur jüngeren Waldgeschichte. – Hoppea 64: 475–876.
- RUŽIČKA, M. (1964): Geobotanische Verhältnisse der Wälder im Sandgebiete der Tiefebene Záhorská Nížina (Südwestslowakei). – Biol. Práce X/1: 1–119. Bratislava.
- SCAMONI, A. (Hrsg.) (1963): Natur, Entwicklung und Wirtschaft einer jungpleistozänen Landschaft, dargestellt am Gebiet des Messtischblattes Thurow (Kr. Neustrelitz) Teil 1. – Wiss. Abh. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. 56: 1–340.
- (1975): Die Wälder um Chorin. Vegetation und Grundlagen für die Erschließung und Pflege eines Landschaftsschutzgebietes. – Naturschutzarb. Berlin Brandenburg Beih. 4: 1–64.
- (1988): Gedanken über die Verbreitung der Kiefer im Tiefland. – Forstarchiv 59: 173–180.
- SCHUEYERER, M. (1993): *Cladonia stellaris* am Bayrischen Pfahl – ein Beitrag zur Kenntnis autochtoner Kiefernwälder. – Hoppea 54: 565–573.
- SCHMID, E. (1936): Die Reliktföhrenwälder der Alpen. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 21: 1–190.
- SCHMIDT, M. (2000): Die Blaugras-Rasen des nördlichen deutschen Mittelgebirgsraumes und ihre Kontaktgesellschaften. – Diss. Bot. 328: 1–294.
- SCHMIDT, M., FISCHER, P., GÜNZL, B., HEINKEN, T., KELM, H.-J., MEYER, P., PRÜTER, J., WAESCH, G. (2008): Flechten-Kiefernwälder – Artenvielfalt durch alte Nutzungsformen? – AFZ/DerWald 8: 424–425.
- SCHMIDT, P. A., HEMPEL, W., DENNER, M., DÖRING, N., GNÜCHTEL, A., WALTER, B., WENDEL, D. (2002): Potentielle Natürliche Vegetation Sachsen mit Karte 1 : 200 000. – In: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Dresden: 230 S.
- SCHMIDT, R. (1987): Über Flora und Vegetation in der Umgebung des Düngemittelwerkes Rostock-Poppendorf vor dessen Inbetriebnahme. – Diss. Univ. Rostock.
- SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 31: 1–298.
- SCHUBERT, R. (1960): Die zwergstrauchreichen azidophilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. – Pflanzensoziologie 11. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 235 S.
- (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. III. Wälder. Teil 3. – Hercynia N. F. 9: 197–228.
- , HILBIG, W. & KLOTZ, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. – Gustav Fischer, Jena-Stuttgart: 403 S.
- , –, – (2001): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 472 S.
- SCHÜTTI, P. & STIMM, B. (2006): *Pinus sylvestris*. L. – In: SCHÜTTI, P., WEISGERBER, H., LANG, U. M., ROLOFF, A. & STIMM, B. (Hrsg): Enzyklopädie der Holzgewächse 46: 1–32. Ecomed Verlag, Landsberg.
- SCHUHWERK, F. (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald (Südöstlicher Schwarzwald). – Diss. Univ. Regensburg.
- SCHWABE, A., STORM, C., ZEUCH, M., KLEINE-WEISCHEDE, H. & KROLUPPER, N. (2000): Sandökosysteme in Südhessen: Status quo, jüngste Veränderungen und Folgerungen für Naturschutz-Maßnahmen. – Geobot. Kolloq. 15: 25–45. Frankfurt a. M.
- SEIBERT, P. (1992). *Vaccinio-Piceetea*. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl. Teil IV. Wälder und Gebüsche. Text- und Tabellenband: 53–80 und 94–144. Gustav Fischer, Jena.
- SOMMER, W.-H. (1971): Wald- und Ersatzgesellschaften im östlichen Niedersachsen. – Diss. Bot. 12: 1–101.
- SOMMERHALDER, R. (1992): Natürliche Wälder der Waldföhre (*Pinus silvestris*) in der Schweiz – eine pflanzensoziologische Analyse mit Hilfe eines vegetationskundlichen Informationssystems. – Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 67: 1–172.
- STEFFEN, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. – Pflanzensoziologie 1. Fischer, Jena.
- STEGEMANN, M. & DOLL, R. (1976): Zur Flora und Vegetation des „Comthureyer Berges“ bei Wokuhl. – Naturschutzarb. Mecklenburg 19: 37–39.

- STIERSDORFER, C. (1996): Naturnahe Waldgesellschaften im Bayerischen Wald zwischen Schwarzem Regen und Arber-Kaitersbergzug. – *Hoppea* 57: 217–330.
- STÖCKER, G. (1965): Die Reliktvorkommen der Kiefer am nördlichen Harzrand. – *Natursch. naturkdl. Heimatforsch. Bez. Halle u. Magdeburg* 2: 51–59.
- (1967): Der Karpatenbirken-Fichtenwald des Hochharzes. Eine vegetationskundlich-ökologische Studie. – *Pflanzensoziologie* 15. Jena.
- STORTELDER, A. H. F., SCHAMINÉE, J. H. J. & HOMMEL, P. W. F. M. (1999): De vegetatie van Nederland 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. – Opulus Press, Uppsala, Leiden (NL).
- STRAUSSBERGER, R. (1999): Untersuchungen zur Entwicklung bayerischer Kiefern-Naturwaldreservate auf nährstoffarmen Standorten. – *Naturwaldreservate in Bayern* 4: 1–180.
- STREITZ, H. (1967): Bestockungswandel in Laubwaldgesellschaften des Rhein-Main-Tieflandes und der hessischen Rheinebene. – Diss. Univ. Göttingen.
- SSYMAN, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. – *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch.* 53: 1–560.
- TARGAN, H. (1994): Wald- und Forstgesellschaften der Unteren Mark und der Adelsdorfer Mark (westlich Forchheim/Oberfranken). – *Hoppea* 55: 151–168.
- TÜRK, W. (1993): Pflanzengesellschaften und Vegetationsmosaik im nördlichen Oberfranken. – Diss. Bot. 207: 1–290.
- (1994): Das „Höllental“ im Frankenwald – Flora und Vegetation eines floristisch bemerkenswerten Mittelgebirgstales. – *Tuexenia* 14: 17–52.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (2007): Moorwälder: Kennarten und syntaxonomische Stellung. – *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.* 19: 163–173.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C. & TÜRK, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. – *Geobotanica, Freising*: 441 S.
- WALENTOWSKI, H., MÜLLER, B. & OBERMEIER, E. (1994): Some remarks to the *Leucobryo-Pinetum sylvestris* Matuszk. 1962 on its southwestern limit in Bavaria. – *Thaiszia* 3: 81–98.
- WALENTOWSKI, H. & SCHEUERER, M. (2004): Das landschaftstypische Waldgesellschaftsmosaik in der Schöllnacher Bucht (Lallinger Winkel). – *Archiv Natursch. Landschaftsforsch.* 43 (3): 39–78
- WEBER, H.E., MORAVEC, J. & THIEURILLAT, J.-P. (2000): International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. – *J. Veg. Sci.* 11: 739–768.
- WESTHOFF, V., SCHAMINÉE, J. & SYKORA, K.V. (1983): Aufzeichnungen zur Vegetation der schwedischen Inseln Öland, Gotland und Stora Karlsö. – *Tuexenia* 3: 179–198.
- WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Hrsg.) (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. 1 Textband: 322 S. – Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Eugen Ulmer, Stuttgart: 765 S.
- WOJTERSKI, T. (1964): Pine forests on sand dunes at the Polish Baltic coast. – *Poznan Soc. Friends of Sci. Dep. Math. Sci., Sect. Biol.* 28: 1–217.
- WOLF, T. (1993): Die Missen im Landkreis Calw. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 73: 55–190.
- & WINTERHOFF, W. (2001): Die Vegetation der Bannwälder „Franzosenbusch“ und Kartoffelacker“. – *Ber. Freiburger Forstl. Forschung* 29: 52–74.
- ZIEDLER, H. & STRAUB, R. (1967): Waldgesellschaften mit Kiefer in der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation des mittleren Main-Gebietes. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F.* 11/12: 88–126.
- ZERBE, S. (1999): Die Wald- und Forstgesellschaften des Spessarts mit Vorschlägen zu deren zukünftigen Entwicklung. – *Mitt. Naturwiss. Mus. Aschaffenburg* 19: 3–354.
- , Brande, A. & Gladitz, F. (2000): Kiefer, Eiche und Buche in der Menzer Heide (N-Brandenburg). – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 133: 45–66.
- ZIMMERMANN, F. & SCHULZ, P.-M. (2007): Florenvielfalt in Kiefernwäldern und -forsten. – In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstl. Schriftenr. 32: 458–472.

Unveröffentlichte Beiträge und Vegetationsaufnahmen

- AG GEOBOTANIK MECKLENBURG-VORPOMMERN (1995) : Erfassung vom Aussterben bedrohter Arten der Feucht- und Waldbiotope. – Gutachten, Auftraggeber: MLN.
- (1998): Erfassung und Bewertung von Trocken- und Magerbiotopen unter Berücksichtigung vom Aussterben bedrohter Pflanzenarten. Herausgegeben von H. Wollert. – Gutachten, Auftraggeber: LM.
- BLÜMEL, C. (2000): Vegetationsaufnahmen, Datenbank Mecklenburg-Vorpommern.
- BRIELMANN, N. (1994): Untersuchungen der Pflanzen, Tiere und Biotope im Naturschutzgebiet „Marienfließ“. Jahresbericht 1993/94. – Gutachten, Auftraggeber: MUNR Brbg. U. StAUN Lüz. b.
- DIEKMANN, M. (1988): Waldgesellschaften auf Öland. – Diplomarbeit Univ. Göttingen.
- KERSTING, G. (1986): Die Pflanzengesellschaften des unteren Schwarza- und Schlichttales im Südostschwarzwald. – Diplomarbeit Univ. Freiburg.
- KNAPP, R. (1942): Zur Systematik der Wälder, Zwergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. – Unveröff. Mskr. (Arb. Zentralstelle Vegetationskart. Reiches, Beil. 12. Rundbr.), Halle: 80 S. + Karten.
- KURSCHAT, I. (1993): Einfluss des Tourismus auf die Pflanzendecke im Biosphärenreservat Süd-Ost-Rügen. – Diplomarbeit Univ. Oldenburg.
- LAG Vegetationskunde Mecklenburg-Vorpommern (2000): Arbeitstreffen Elbtal.
- LÖFFLER, B. (1996): Vegetationskundliche Untersuchungen der Wälder im Nationalpark Sächsische Schweiz. – Projekt Abschlussbericht TU Dresden.
- LUCKWALD, G. v., VOIGT, C., WIEBUSCH, H., HAUCK, M., KOPERSKI, M., PEPLER, C., FÖLSTER, H., HÖLSCHER, D., EBERT, C. & PÖRTNER, T. (1992): Flora und Vegetation der Fichtenwälder des Hochharzes. – Gutachten im Auftrag des Niedersächs. Landesverwaltungsamts – Fachbehörde für Naturschutz. Hameln.
- MARCKARDT, J. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen in den Kiefernforsten im Bereich des Neuendorfer Sees (Unterspreewald). – Staatsexamensarbeit Univ. Potsdam.
- MORDHORST, R. (1997): Pflege- und Entwicklungsplan Naturpark Schaalsee-Landschaft. – Gutachten, Auftraggeber: Nationalparkamt.
- PAULSON, C. & R. RASKIN (1998): Vegetationskundlicher Teil des Pflege- und Entwicklungsplanes Ostrügensche Boddenlandschaft. – Gutachten, Auftraggeber: Landschaftspflegeverband Südost-Rügen.
- PAULSON, C. & P. TAUTZ (1995): Vegetationskundliches Gutachten zu Moorrenaturierungsprojekten im Serrahnter Teil des Müritznationalpark. – Gutachten, Auftraggeber: Nationalparkamt.
- SCHAUMANN, F. (2000): Endozoochorie durch Damhirsch (*Cervus dama*), Wildschwein (*Sus scrofa*) und Marder (*Martes foina* bzw. *Martes martes*) in bodensauren und mesophilen Wäldern Brandenburgs. – Diplomarbeit FU Berlin.
- STUHR, J. (1993): Vegetationskartierung von Flächen bei Bliesenrade. – Gutachten, Auftraggeber: Nationalparkamt.
- VOIGTLÄNDER, U. (1995): Bodenkundliche, hydrologische und vegetationskundliche Situation im Bereich des Naturschutzgebietes „Plöwensches Seebruch“. – Gutachten, Auftraggeber: StAUN Ueckermünde.
- WOIDIG, S. (1997): Waldmonitoring im Müritznationalpark. – Gutachten, Auftraggeber: Nationalparkamt.
- ZUM FELDE, T. (1999): Untersuchungen zur Vegetationsstruktur auf Binnendünen und vegetationskundliche Einordnung der Kiefernwälder der Elbtaldünen zwischen Neuhaus und Dömitz. – Diplomarbeit Univ. Göttingen.

Adresse des Autors:

PD Dr. Thilo Heinken
Institut für Biochemie und Biologie
Abteilung Biodiversitätsforschung/Spezielle Botanik
Universität Potsdam
Maulbeerallee 1
14469 Potsdam
heinken@rz.uni-potsdam.de

Anhang: Herkunft der Aufnahmen in den Vegetationstabellen

Tab. 1:

Spalte 1: *Quercion roboris* (*Deschampsio*-, *Betulo*-, *Luzulo*-, *Calamagrostio-Quercetum*): HÄRDLE et al. (1997): 2046 (Deutschland); HEINKEN n.p. (1997–2000): 84 (Brandenburg).

Spalte 2: s. Tab. 3–6.

Spalte 3: *Calamagrostio villosae-Piceetum*: SEIBERT (1992): 537 (Bayerischer Wald/Böhmerwald, Oberpfalz, Fichtelgebirge), LUCKWALD et al. (1992): 28 (Harz), STÖCKER (1960–68, n. p.) und SCHUBERT (1955, n. p.), p. in BOHN et al. (2000): 11 (Harz); SCHMIDT et al. (2002): 68 (Erzgebirge); *Luzulo nemorosae-Abietetum* (1992): 232 (Schwarzwald etc.); *Vaccinio-Abietetum*: SEIBERT (1992): 277 (E-Schwarzwald bis Bayerischer Wald); *Bazzanio-Piceetum*: SEIBERT (1992): 186; *Homogyno-Piceetum*: BERGWALD-Datenbank: 80 (Bayer. Alpen); *Adenostylo glabrae-Piceetum*: BERGWALD-Datenbank: 170 (Bayer. Alpen); *Asplenio-Piceetum*: BERGWALD-Datenbank: 62 (Bayer. Alpen); *Vaccinio-Pinetum cembrae*: BERGWALD-Datenbank: 136 (Bayerische Alpen); *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae*: LOHMEYER & BOHN (1972): 18 (Rhön), SEIBERT (1992): 3 (Odenwald), TÜRK (1994): 10 (Frankenwald), STÖCKER (1967): 5 (Harz), SCHMIDT et al. (2002): 4 (Erzgebirge).

Tab. 2:

Spalte 1: *Vaccinio uliginosi-Pinetea* Passarge et G. Hofmann 1968: WAGNER & WAGNER (2007): 2130 (Deutschland).

Spalte 2a: diese Arbeit (s. Tab. 3, Spalte 1–3).

Spalte 2b: diese Arbeit (s. Tab. 3, Spalte 4–6).

Spalte 3: *Erico-Pinetea: Calamagrostio varia-Pinetum*: HÖLZEL (1996): 353 (nördliche Kalkalpen und Alpenvorland); *Thesium bavaram-Pinus-sylvestris*-Gesellschaft: HÖLZEL (1996): 267 (Schwäbische Alb, schwäbisch-fränkischer Jura, Hegau, Hochrhein-, Wutach- und Bodenseegebiet); *Sanguisorba minor-Pinus sylvestris*-Gesellschaft: SCHMIDT (2000): 76 (nördlicher Mittelgebirgsraum); *Calamagrostis varia-Pinus sylvestris*-Gesellschaft: SCHMIDT (2000): 10 (nördlicher Mittelgebirgsraum).

Tab. 3:

Spalte 1: s. Tab. 4

Spalte 2: s. Tab. 5

Spalte 3: *Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris*-Gesellschaft

AG GEBOT. (1995 u. 1998, n.p.): 13; AMARELLI (2000): 150; AUGUSTIN (1991): 1; BOCHNIG (1957): 12; BRAUN (1968, n.p.): 1; BRAUN (1972): 1; BRAUN (1973): 2; BRAUN (1978a): 1; BRIELMANN (1994): 1; BRUNNER & LINDACHER (1994): 1; BUSHART et al. (1994): 2; FUKAREK (1961): 17; GAISBERG (1996): 2; GROSSER (1964): 5; GROSSER (1966): 2; HEINKEN (1995): 35; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 53; HENKER (1972): 8; HOFMEISTER (1970): 22; HURTIG (1963): 1; KLEMM (1969): 29; KLEMM (1997): 15; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; KRAUSCH (1970): 24; KUDOKE (1967): 5; KURSCHAT (1993): 1; LIBBERT (1940): 2; LÖFFLER (1996): 4; LUTZ (1950): 1; MARCKARDT (1995): 23; MERKEL (1994): 14; MORDHORST (1997): 1; PASSARGE (1956a): 1; PASSARGE (1962): 14; PHILIPPI (1970): 11; POLLMANN & LETHMATE (2003): 28; PAULSON & RASKIN (1998): 7; PAULSON & TAUTZ (1995): 3; RODI (1975): 13; SCAMONI (1963): 25; SCAMONI (1975): 9; SCHMIDT (1987): 1; SCHAUMANN (2000): 16; STEGEMANN & DOLL (1976): 1; SOMMER (1971): 8; STIERSDORFER (1996): 1; STREITZ (1967): 27; STUHR (1993): 1; TARGAN (1987): 10; TÜRK (1993): 1; VOIGTLÄNDER (1995): 1; WALENTOWSKI et al. (1994): 3; WOIDIG (1997): 76; WOLF & WINTERHOFF (2001): 1; ZERBE (1999): 25; ZERBE et al. (2000): 24; ZUM FELDE (1999): 49.

Spalte 5: *Empetro nigri-Pinetum* LIBBERT 1940

AG GEBOT. (1998): 2; FUKAREK (1961): 11; JESCHKE (1968): 11; LIBBERT (1940): 4; MEUSEL (1952): 5; PAULSON & RASKIN (1998): 1.

Spalte 6: s. Tab. 6, Spalte 1–5

Spalte 7: s. Tab. 6, Spalte 6

Tab. 4: Cladonio-Pinetum Juraszek 1928 nom. invers.

Spalte 1: BLÜMEL (2000): 1; FUKAREK (1961): 1; HEINKEN (1995): 4; HOFMEISTER (1970): 1; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 1; MARSTALLER (1985): 1.

Spalte 2: FUKAREK (1961): 2; HORN (1997): 1; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; KRAUSCH (1970): 1; MARCKARDT (1995): 2; MARSTALLER (1985): 4; PASSARGE (1957): 4.

Spalte 3: GROSSER (1964): 1; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 13; KLEMM (1969): 22; KRAUSCH (1961, n.p.): 2; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 14; LAG Vegetationskd. M.-V. (2000, n.p.): 1; MARCKARDT (1995): 8; MARSTALLER (1985): 3; PASSARGE (1956b): 2; PASSARGE (1957): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 1.

Spalte 4: KLEMM (1969): 5; KRAUSCH (1960): 1; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 2; PASSARGE (1956b): 1.

Spalte 5: FUKAREK (1961): 1; HEINKEN (1995): 1; PASSARGE (1957): 1; SCHUBERT (1958, n.p.): 1; WOIDIG (1997): 2.

Spalte 6: HEINKEN & ZIPPEL (1997, n.p.): 4; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; MARCKARDT (1995): 3; PASSARGE (1956b): 1.

Spalte 7: HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 5; KRAUSCH (1960): 2; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 1.

Spalte 8: BLÜMEL (2000): 1; HEINKEN (1995): 31; HEINKEN & ZIPPEL (1998, n.p.): 1; KLEMM (1969): 2; KRAUSCH (1970): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 5; ZUM FELDE (1999): 18.

Spalte 9: BRAUN (1968, n.p.): 4; BRAUN (1973): 1; BRIELMANN (1994): 2; JESCHKE (1964): 1; KERSTING (1986): 5; KRAUSCH (1970): 4; LUTZ (1950): 2; MARCKARDT (1995): 2; PASSARGE (1957): 5; WALENTOWSKI et al. (1994): 2; ZEIDLER & STRAUB (1967): 3.

Spalte 10: BRAUN (1967–68, n.p.): 4; BRAUN (1973): 1; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 8; KLEMM (1969): 30; KRAUSCH (1960): 1; KRAUSCH (1961, n.p.): 4; KRAUSCH (1970): 2; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 18; MARCKARDT (1995): 7; PASSARGE (1955): 1; PASSARGE (1956b): 5; PASSARGE (1957): 2; TARGAN (1987): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 5.

Spalte 11: HEINKEN (1995): 11; KLEMM (1969): 2; WOIDIG (1997): 1; WOLF (1993): 2.

Spalte 12: AUGUSTIN (1991): 5; BRAUN (1967–71, n.p.): 8; BRAUN (1969): 2; BRUNNER & LINDACHER (1994): 24; BUSHART et al. (1994): 6; KERSTING (1986): 1; KLEMM (1969): 1; LUTZ (1950): 4; SCHUHWERK (1988): 1; TARGAN (1987): 1; WALENTOWSKI et al. (1994): 3; WOIDIG (1997): 1.

Spalte 13: BRAUN (1970–71, n.p.): 8; BRAUN (1975): 2; BRUNNER & LINDACHER (1994): 9; BUSHART et al. (1994): 3; KLEMM (1969): 14; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 3; LUTZ (1950): 1; SCHEUERER (1993): 1; SCHUBERT (1958, n.p.): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 3.

Spalte 14: AUGUSTIN (1991): 6; BRAUN (1968–70, n.p.): 6; BRAUN (1969): 5; BRAUN (1975): 4; BRAUN (1967–71, n.p.): 6; BRUNNER & LINDACHER (1994): 3; HEINKEN (1995): 1; KERSTING (1986): 8; LUTZ (1950): 2; MERKEL (1994): 3; RODI (1975): 4; SCHUEFERER (1993): 2; SCHUHWERK (1988): 2; TÜRK (1994): 1; WALENTOWSKI et al. (1994): 7; WOLF (1993): 3; ZEIDLER & STRAUB (1967): 6.

Tab. 5: Leucobryo-Pinetum W. Matuszkiewicz nom. cons. propos. 1962

Spalte 1: FUKAREK (1961): 7; HEINKEN (1995): 8; HORN (1997): 2; LIBBERT (1940): 4; LÖFFLER 1996: 3; ZUM FELDE (1999): 3.

Spalte 2: AG GEOBOT. (1995 u. 1998, n.p.): 2; AUGUSTIN (1991): 6; BOISELLE & OBERDORFER (1957): 2; BRAUN (1968–70, n.p.): 6; BRAUN (1973): 1; BRAUN (1975): 1; BRUNNER & LINDACHER (1994): 4; BUSHART et al. (1994): 3; GROSSER (1964): 53; GROSSER (1966): 6; HEINKEN (1995): 4; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 16; HOFMEISTER (1970): 2; HORN (1997): 1; JESCHKE (1964): 1; KLEMM (1969): 4; KRAUSCH (1959–61, n.p.): 4; KRAUSCH (1960): 1; KRAUSCH (1970): 16; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 8; LÖFFLER (1996): 8; LUTZ (1950): 2; MARCKARDT (1995): 9; PASSARGE (1955): 1; PASSARGE (1956): 7; PASSARGE (1964): 8; PHILIPPI (1970): 1; RODI (1975): 1; SCAMONI (1963): 4; SCAMONI (1975): 1; SCHUBERT (1954–58, n.p.): 1; STEGEMANN & DOLL (1976): 1; TARGAN (1987): 1; TÜRK (1993): 2; WALENTOWSKI et al. (1994): 3; WOIDIG (1997): 3; ZEIDLER & STRAUB (1967): 2; ZERBE (1999): 5; ZERBE et al. (2000): 1; ZUM FELDE (1999): 5.

Spalte 3: AUGUSTIN (1991): 7; BOISELLE & OBERDORFER (1957): 7; BRAUN (1967–70, n.p.): 6; BRAUN (1969): 1; BRAUN (1972): 7; BRAUN (1975): 8; BRAUN (1978b): 1; BRAUN (1967–71, n.p.): 3; BRUNNER & LINDACHER (1994): 3; BUSHART et al. (1994): 6; GAISBERG (1996): 3; GROSSER (1964): 2; KERSTING (1986): 2; KRAUSCH (1959–61, n.p.): 1; KRAUSCH (1970): 5; LÖFFLER (1996): 7; LUTZ (1950): 5; PASSARGE

(1962): 6; RODI (1975): 12; SCAMONI (1963): 3; STIERSDORFER (1996): 2; TARGAN (1987): 3; TÜRK (1993): 10; WALENTOWSKI et al. (1994): 18; WOIDIG (1997): 2; ZEIDLER & STRAUB (1967): 17; ZERBE (1999): 8; ZERBE et al. (2000): 2.

Spalte 4: AUGUSTIN (1991): 5; MERKEL (1994): 7.

Spalte 5: AG GEOBOT. (1995, n.p.): 1; BRAUN (1968, n.p.): 5; BRIEFMANN (1994): 3; GROSSER (1964): 1; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 28; HOFMEISTER (1970): 2; KLEMM (1969): 2; KRAUSCH (1961, n.p.): 11; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 15; MARCKARDT (1995): 25; PASSARGE (1956): 1; PASSARGE (1962): 2; PHILIPPI (1970): 14; SCAMONI (1963): 2; SCAMONI (1975): 1; SCHUBERT (1954–58, n.p.): 1; STEGEMANN & DOLL (1976): 1; STREITZ (1967): 9; WOIDIG (1997): 2; WOIDIG (1997): 21; ZEIDLER & STRAUB (1967): 3; ZUM FELDE (1999): 16.

Spalte 6: FUKAREK (1961): 4; GROSSER (1956): 5; HEINKEN (1995): 3; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; LIBBERT (1940): 2; LÖFFLER (1996): 1; MERKEL (1994): 1.

Spalte 7: BRAUN (1968–70, n.p.): 4; GROSSER (1964): 2; HEINKEN (1995): 2; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 1; HOFMEISTER (1970): 1; JESCHKE (1964): 2; KLEMM (1969): 15; KRAUSCH (1961, n.p.): 2; KÜRSCHNER & RUNGE (1997): 2; LÖFFLER (1996): 1; LUTZ (1950): 1; MARCKARDT (1995): 2; PASSARGE (1956): 2; TÜRK (1993): 1; WALENTOWSKI et al. (1994): 1; WOIDIG (1997): 1; ZERBE et al. (2000): 1.

Spalte 8: AUGUSTIN (1991): 2; BOISELLE & OBERDORFER (1957): 2; BRAUN (1968–70, n.p.): 3; BRAUN (1969): 5; BRAUN (1975): 6; BRAUN (1978a): 1; BRAUN (1967–71, n.p.): 2; BRUNNER & LINDACHER (1994): 1; BUSHART et al. (1994): 2; GROSSER (1964): 11; GROSSER (1966): 1; HEINKEN (1995): 3; KRAUSCH (1959–61, n.p.): 2; LÖFFLER (1996): 2; LUTZ (1950): 2; RODI (1975): 4; STREITZ (1967): 2; TARGAN (1987): 5; TÜRK (1993): 3; WALENTOWSKI et al. (1994): 1; WOLF (1993): 6; ZEIDLER & STRAUB (1967): 6; ZERBE (1999): 1.

Spalte 9: AG GEOBOT. (1998, n.p.): 1; BRAUN (1972): 1; FUKAREK (1961): 8; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 4; HEINKEN (1995): 17; HENKER (1972): 5; HOFMANN (1970): 1; HORN (1997): 1; KURSCHAT (1993): 1; LIBBERT (1940): 3; LÖFFLER (1996): 2; POLLMANN & LETHMATE (2003): 1; SCAMONI (1963): 2; WOIDIG (1997): 3; ZERBE (1999): 2; ZUM FELDE (1999): 2.

Spalte 10: AG GEOBOT. (1998, n.p.): 1; AUGUSTIN (1991): 1; BOCHNIG (1957): 1; HEINKEN (1995): 8; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 7; KLEMM (1969): 6; KRAUSCH (1970): 19; MARCKARDT (1995): 2; PASSARGE (1957): 5; PASSARGE (1962): 4; SCAMONI (1963): 10; SCAMONI (1975): 8; SCHAUMANN (2000): 4; STREITZ (1967): 1; TÜRK (1993): 1; WOIDIG (1997): 10; WOLF & WINTERHOFF (2001): 1; ZERBE (1999): 1; ZERBE et al. (2000): 10; ZUM FELDE (1999): 1.

Spalte 11: AG GEOBOT. (1995, n.p.): 1; AUGUSTIN (1991): 2; BRAUN (1968, n.p.): 1; BRAUN (1975): 1; BUSIART et al. (1994): 1; FUKAREK (1961): 1; HEINKEN (1995): 5; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 4; KRAUSCH (1960, n.p.): 1; KRAUSCH (1970): 21; LÖFFLER (1996): 8; LUTZ (1950): 2; PHILIPPI (1970): 2; RODI (1975): 3; SCAMONI (1963): 3; STIERSDORFER (1996): 5; TARGAN (1987): 1; TÜRK (1993): 4; WALENTOWSKI et al. (1994): 2; WOIDIG (1997): 5; WOLF (1993): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 4; ZERBE et al. (2000): 4; ZERBE (1999): 8.

Spalte 12: HEINKEN (1995): 2; HEINKEN & ZIPPEL (1997–98, n.p.): 6; KLEMM (1969): 1; KRAUSCH (1970): 1; PHILIPPI (1970): 4; SCAMONI (1963): 1; STEGEMANN & DOLL (1976): 4; STREITZ (1967): 4; WOIDIG (1997): 25; WOLF & WINTERHOFF (2001): 5; ZEIDLER & STRAUB (1967): 5; ZUM FELDE (1999): 1.

Spalte 13: BOCHNIG (1957): 1; BRAUN (1975): 1; FUKAREK (1961): 6; GROSSER (1956): 1; HEINKEN (1995): 9; LIBBERT (1940): 6; PASSARGE (1962): 6; WOLF (1993): 3; ZUM FELDE (1999): 5.

Spalte 14: FUKAREK (1961): 6; HEINKEN (1995): 3; HOFMEISTER (1970): 1; HURTIG (1963): 1; KLEMM (1969): 15; KRAUSCH (1961, n.p.): 1; LÖFFLER (1996): 2; PASSARGE (1956): 1; PASSARGE (1962): 4; SCAMONI (1963): 1; WALENTOWSKI et al. (1994): 1.

Spalte 15: AUGUSTIN (1997): 3; BOISELLE & OBERDORFER (1957): 1; BRAUN (1967–71, n.p.): 1; BRAUN (1975): 2; BRAUN (1978a): 1; BRUNNER & LINDACHER (1994): 1; GROSSER (1964): 1; HEINKEN (1995): 6; KLEMM (1969): 2; KRAUSCH (1970): 1; PASSARGE (1962): 4; RODI (1975): 3; SCAMONI (1963): 1; STREITZ (1967): 2; TARGAN (1987): 5; WOLF (1993): 4; ZEIDLER & STRAUB (1967): 3; ZERBE (1999): 5.

Spalte 16: LÖFFLER (1996): 8.

Tab. 6: Peucedano-Pinetum W. Matuszkiewicz 1962 (Spalte 1–5) und Cirsium arvense-Pinus sylvestris-Gesellschaft (Spalte 6)

Spalte 1: AMARELLI (2000): 12; GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ (1990): 1; HEINKEN & ZIPPEL (1998–99, n.p.): 4; KLEMM (1997): 2; KRAUSCH (1970): 1; SCAMONI (1963): 3; SCHUBERT (1967, n.p.): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 1.

Spalte 2: AMARELLI (2000): 3; BRAUN (1968–70, n.p.): 2; HEINKEN & ZIPPEL (1998–99, n.p.): 28; KLEMM (1997): 2; KRAUSCH (1962): 2; LUTZ (1950): 1; PASSARGE & HOFMANN (1968): 1; PHILIPPI (1983): 1.

Spalte 3: BRAUN (1975): 1; HEINKEN & ZIPPEL (1998, n.p.): 2; PHILIPPI (1983): 1; RODI (1975): 18; WALENTOWSKI et al. (1994): 1; ZEIDLER & STRAUB (1967): 4.

Spalte 4: KRAUSCH (1962): 1; PHILIPPI (1970): 41.

Spalte 5: BREUNIG (1994): 2; KORNECK (1987): 10; STREITZ (1967): 3.

Spalte 6: AMARELLI (2000): 65; HEINKEN & ZIPPEL (1999, n.p.): 1.

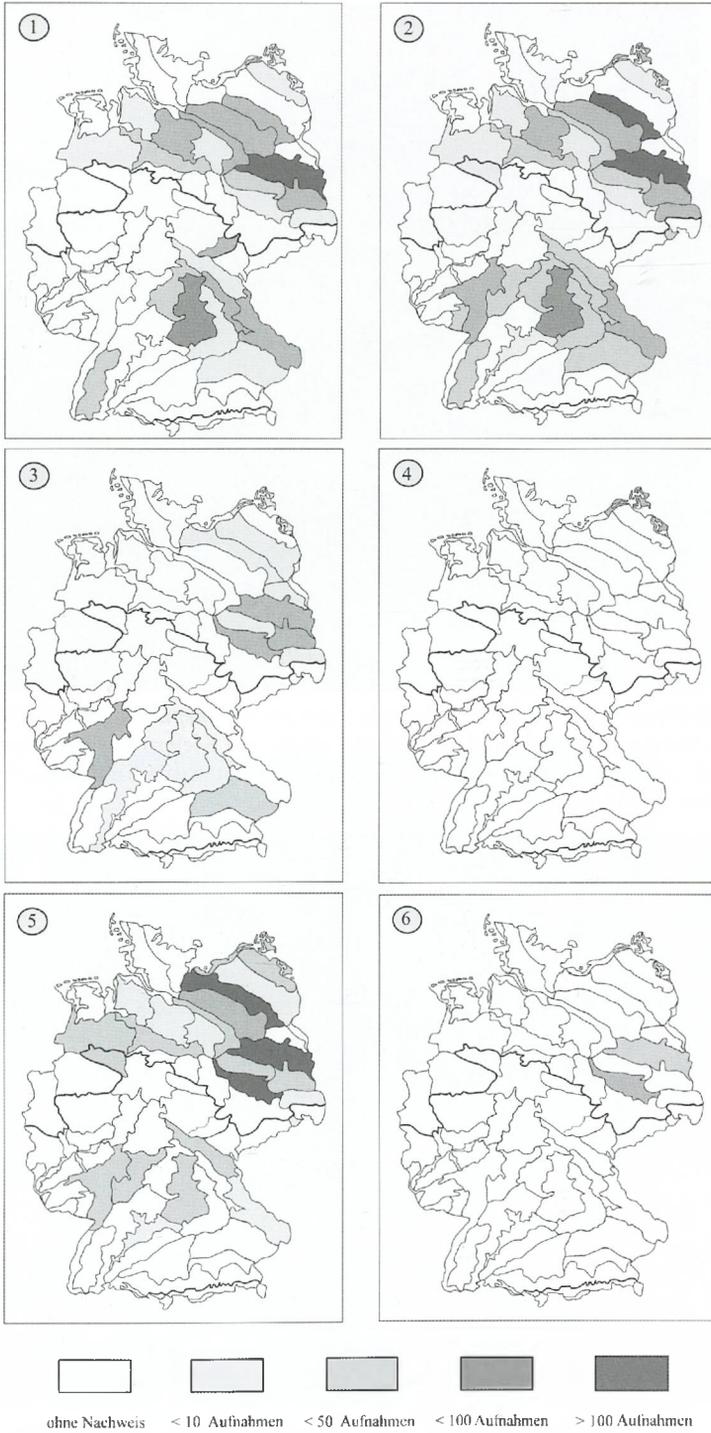


Abb. 1: Häufigkeit der Assoziationen und Gesellschaften (Zahl der Aufnahmen).

1 *Cladonio-Pinetum*, 2 *Leucobryo-Pinetum*, 3 *Peucedano-Pinetum*, 4 *Empetro nigri-Pinetum*,
 5 *Deschampsia flexuosa-Pinus sylvestris*-Ges., 6 *Cirsium arvense-Pinus sylvestris*-Ges.



Abb. 2: Silbergras-Kieferngehölz (*Cladonio-Pinetum corynephoretosum*) in den Glauer Bergen bei Potsdam. Typisch sind die schlecht wüchsigen Kiefern mit ausladenden Baumkronen und offene Bodenbereiche mit Wachstumsmöglichkeiten für Sandtrockenrasen-Arten (2. September 2006).



Abb. 3: Flechten-Kiefernwald des *Cladonio-Pinetum typicum* auf konsolidierten Standorten im Naturwald „Kaarßer Sandberge“, einem Dünengebiet in der niedersächsischen Elbtalau. Charakteristisch ist die dichte Moos- und Flechtendecke (hier vor allem *Cladonia portentosa*), während Phanerogamen praktisch fehlen. Foto: M. Schmidt (September 2005).



Abb. 4: Ausschnitt aus der Bodenvegetation eines *Cladonio-Pinetum vaccinetosum myrtilli* mit *Cladonia arbuscula*, *C. gracilis*, *Cetraria islandica*, *Dicranum polysetum* und *Vaccinium vitis-idaea* (23. August 2006).

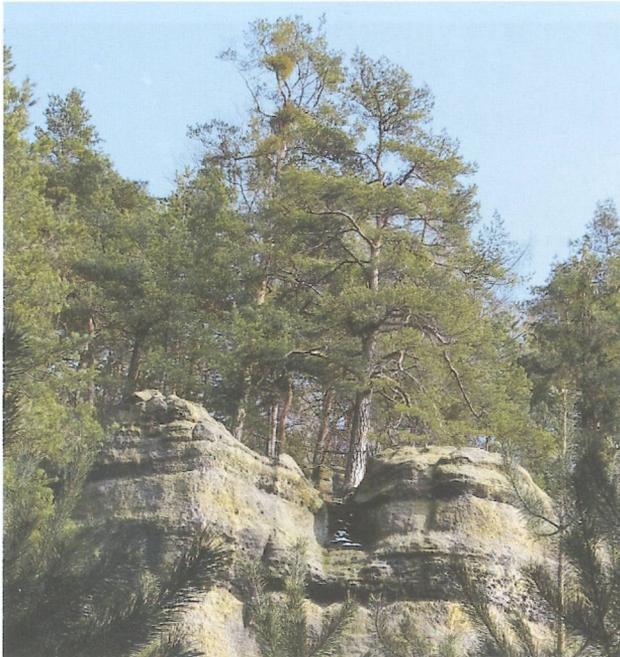


Abb. 5: An natürlichen Waldgrenzen auf Sandsteinriffen der Böhmisches-Sächsischen Schweiz sind Fels-Kiefernwälder (*Cladonio-Pinetum* im Übergang zum *Leucobryo-Pinetum*) zu finden (Široký kámen, Nordböhmen). In den Baumkronen ist *Viscum album* subsp. *austriacum* zu erkennen (14. April 2008).



Abb. 6: *Leucobryo-Pinetum* mit Dominanz von *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea* („Beerstrauch-Kiefernwald“) und Kiefern-Naturverjüngung. Sandsteingebiet des Polomené hory (Kummergebirge) am Mácha-See, Nordböhmen. Ganz ähnliche Bestände wachsen z. B. im Fränkischen Keuper-Lias-Land (22. August 2006).



Abb. 7: Offenbar nicht gepflanzter, Birken-reicher Bestand des *Leucobryo-Pinetum* mit Dominanz von *Deschampsia flexuosa*, *Festuca ovina* agg. und *Pleurozium schreberi* in den Glauer Bergen bei Potsdam (Mittelbrandenburg). Solche Beerstrauch-freien Ausbildungen sind kennzeichnend für die trockensten Regionen (2. September 2006).

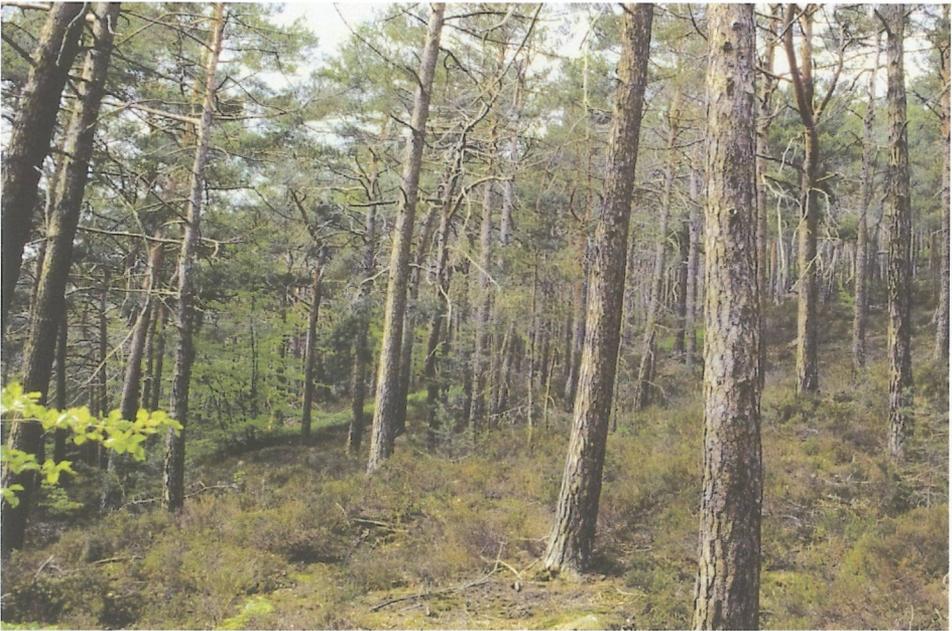


Abb. 8: *Leucobryo-Pinetum* mit *Calluna vulgaris*-Dominanz auf Buntsandstein im Pfälzer Wald. Ehemals, besonders nach Streunutzung, waren solche Waldbilder wesentlich häufiger. Die Buchenverjüngung im Vordergrund deutet die natürliche Sukzession zum *Luzulo-Fagetum* an (Mai 2000).



Abb. 9: Kiefernforst des *Leucobryo-Pinetum* mit Dominanz von *Molinia caerulea*, im Hintergrund auch *Vaccinium myrtillus*. Solche Vegetationsbilder sind charakteristisch für wechselfeuchte bis zeitweilig vernässte Standorte mit Grund- oder Stauwassereinfluss und leiten zu den Moorwäldern der *Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* über (23. August 2006).



Abb. 10: Sich sich am Rand der offenen Küstendüne formierender Krähenbeeren-Küstenkiefernwald (*Empetro nigri-Pinetum*) auf dem Darß. Vorne links *Ammophila arenaria*, im Hintergrund *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum*. Foto: H. Dierschke (14. Juli 1995).



Abb. 11: Krautschicht eines *Empetro nigri-Pinetum* auf dem Neudarß westlich Prerow im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft mit dominanter *Deschampsia flexuosa*, *Carex arenaria*, *Orthilia secunda*, *Pyrola minor* und *Trientalis europaea*. Foto: C. Berg (Juni 2006).



Abb. 12: *Peucedano-Pinetum* im Komplex mit kontinentalen, von *Dianthus carthusianorum* und *Stipa capillata* geprägten Trockenrasen bei Jarmikow (Uckermark, Brandenburg, 23. Juni 2007).



Abb. 13: Bodenvegetation eines *Peucedano-Pinetum* bei Rüdersdorf östlich von Berlin mit *Brachypodium sylvaticum*, *Fragaria vesca*, *Orthilia secunda* und *Pyrola chlorantha*. Die Moosschicht wird von *Scleropodium purum* dominiert (03. September 1998).



Abb. 14: Kiefernforst der *Deschampsia flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft auf Flugsand (Prignitz bei Wilsnack, Brandenburg). Neben einer reich entwickelten Strauchschicht vor allem aus *Frangula alnus* und *Sorbus aucuparia* sind in der Bodenvegetation *Deschampsia flexuosa*, *Rubus idaeus* und *Scleropodium purum* erkennbar (27. August 2006).



Abb. 15: *Deschampsia flexuosa*-*Pinus sylvestris*-Gesellschaft bei Bärenthoren im Hohen Fläming (Sachsen-Anhalt). Die Krautschicht des relativ jungen, stark forstlich geprägten Bestandes wird von *Deschampsia flexuosa* und *Calamagrostis epigejos* geprägt. Foto: M. Schmidt (24. Juli 2008)

Bisher erschienene Hefte

- 1 HÖLZEL, N. (1996): *Erico-Pinetea* (Alpisch-Dinarische Karbonat-Kiefernwälder). (49 S.) 10 €
- 2 HÄRDITLE, W., HEINKEN, T., PALLAS, J. & WELß, W. (1997): *Quercion roboris* (Bodensaure Eichenmischwälder). (51 S.) 10 €
- 3 DIERSCHKE, H. (1997): *Arrhenatheretalia* (Wiesen und Weiden frischer Standorte). (74 S.) 12 €
- 4 WEBER, H. E. (1998): *Franguletea* (Faulbaum-Gebüsche). (86 S.) 14 €
- 5 WEBER, H. E. (1999): *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche) (108 S.) 16 €
- 6 WEBER, H. E. (1999): *Salicetea arenariae* (Dünenweiden-Gebüsche). (37 S.) 6 €
- 7 TÄUBER, T. & PETERSEN, J. (2000): *Isoëto-Nanojuncetea* (Zwergbinsen-Gesellschaften). (87 S.) 14 €
- 8 PEPLER-LISBACH, C. & PETERSEN, J. (2001): *Nardetalia strictae* (Borstgrasrasen). (117 S.) 17 €
- 9 BURKART, M., DIERSCHKE, H., HÖLZEL, N. NOWAK, B. & FARTMANN, T. (2004): *Molinetalia* und Klassenübersicht *Molinio-Arrhenatheretea* (Futter- und Streuwiesen feucht-nasser Standorte und Übersicht Kulturgrasland). (103 S. + Beilage) 16 €
- 10 HEINKEN, T. (2008): *Dicrano-Pinion* (Sand- und Silikat-Kiefernwälder). (88 S.) 16 €

Sonderheft 1: WEBER, H. E., MORAVEC, J. & THEURILLAT, J. P. (2001): **Internationaler Code der Pflanzensoziologischen Nomenklatur (ICPN)**. 3. Auflage (Deutsche Version von H. E. Weber). (61 S.) 10 €

