

Management des Borkenkäfers *Ips typographus* L. im Nationalen Naturschutzgebiet Praděd in der Tschechischen Republik

P. Plašil¹, P. Cudlín²

¹Institut für Forstzoologie und Waldschutz, Georg-August-Universität, Göttingen, Germany

²Institut für Landschaftsökologie, Akademie der Wissenschaften ČR, České Budějovice, Czech Republic

Abstract: Eine viel diskutierte Frage zwischen Forstwissenschaftlern und der Forstverwaltung ist die folgende: Auf welchen Flächen können wir den natürlich ablaufenden Prozessen freien Raum geben? Im Jahr 1998 wurde im Tschechischen Nationalen Naturschutzgebiet Praděd, Teil Bílá Opava, die hier vorgestellte Langzeitstudie begonnen. Untersuchungsziele sind die Zerfallsphasen der Waldbestände und die Populationsdynamik von *Ips typographus* (L.). Es wurden Fraßbilder ausgesuchter Bäume, Käferfänge mit Pheromonfallen und das Vorkommen von Totholz in markierten Gebieten evaluiert und identifiziert. Auf den Untersuchungsflächen wurden keine Maßnahmen gegen Borkenkäfer durchgeführt.

Die Borkenkäfergesellschaft auf *Picea abies* wurde auf Artniveau bestimmt. Ebenso wurden klimatische Faktoren, wie Temperatur, Niederschläge, Mesoklima und der Zustand des Bestandes beschrieben. Diese Faktoren als Prädispositionsfaktoren beeinflussen die Populationsdynamik des Borkenkäfers. Diese Daten wurden für ein Handlungskonzept für die dortige Forstverwaltung ausgewertet und sollen allgemeine Hinweise auf den Umgang mit Schadinsekten in Naturschutzgebieten liefern.

Key words: *Ips typographus* (L.), Populationsdynamik, Borkenkäfer Management, Naturschutzgebiet Praděd

Pavel Plašil, Pavel Cudlín, Institut für Forstzoologie, Georg-August-Universität, D-37077 Göttingen, Germany, E-mail: papl@centrum.cz

Ziel der Langzeitstudie ist es, die von punktuell natürlich auftretenden Befallsbäumen ausgehende Besiedlungsdynamik zu verstehen. Starker Befall nach Sturmereignissen (1996, 1998 & 2003) in den Nachbarbeständen wurde aufgearbeitet, um Hinweise auf die Dynamik unter üblichen Bedingungen der Forstwirtschaft zu erhalten. Eine Aufgabe von Naturschutzgebieten ist der Prozessschutz in der Natur. Zu diesen Prozessen gehören u.a. das Absterben der Bäume durch Insektenbefall und der anschließende Abbau des Holzes. In der gesamten Tschechischen Republik – u.a. im Naturschutzgebiet Praděd – wird diskutiert, inwieweit der Borkenkäferbefall die Waldbestände als wertvolle Gen-Ressourcen gefährdet.

Material und Methoden

Das Forschungsprojekt wurde auf einer Fläche von 9,6 ha im Naturschutzgebiet Praděd (2031,4 ha), Teil Bílá Opava (273,7 ha), durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet bilden Waldbestände mit 95% *Picea abies* und 5% *Sorbus aucuparia*. Diese allochthone Bewaldung ist 220 Jahre alt. Der Bestockungsgrad ist 0,8, die Höhenlage 1228 m ü. NN in südöstlicher Exposition (durchschnittliche Jahrestemperatur 2,6°C, Gesamtniederschläge 998 mm). Basierend auf einem Erstbefall von 94 flächig verteilten Bäumen im Jahr 1996 wurde der jährliche Neubefall kartiert, um Entstehung und Ausbruch von Befallszentren zu beobachten. Es wurde ausschließlich der Befall von *Ips typographus* (L.) und *Ips amitinus* (E.) betrachtet. Die Phänologie von *Ips typographus* (L.) wurde mittels 40 Pheromonfallen (Typ Theysohn) aufgezeichnet. Um Befallsdruck zu vermeiden, wurden 3 Fallen innerhalb, 37 außerhalb der Untersuchungsfläche aufgestellt und jedes Jahr von Mai bis August in zehntägigem Rhythmus geleert. Die Populationsdynamik wurde anschließend mit dem Temperaturverlauf und mit der Niederschlagsmenge in Zusammenhang gebracht. Parallel wurden *Ips typog-*

graphus (L.) und *Ips amitinus* (E.) an drei jeweils neuen Windbruch-Stämmen untersucht. Die Bestimmung der Besiedlungsdichte erfolgte nach einem Standardverfahren (Norm. 482711). Die Bäume wurden als leicht, mittel oder stark befallen gekennzeichnet. Die Bewertung des Gesundheitszustands von *Picea abies* wurde anhand der Methodik des Internationalen Projektes „ICP-Forest“ beurteilt. Zuerst waren die soziale Position und die Verzweigungsart zu bewerten. Der Kronenbereich wird aus drei Teilen gebildet: dem oberen – Juvenilteil, mittleren – Produktionsteil und unteren – Saturationsteil (CUDLÍN et al. 2001a). Der Juvenilteil hat eine andere Verzweigungsart als der Produktionsteil (GRUBER 1994), und auch eine andere Funktion (Vertikalzuwachs der Krone). Der Saturationsteil ist in Schattenposition der Krone und hat eine niedrigere Produktion als der Produktionsteil. Beim Produktionsteil wurde die Gesamtdefoliation, die Defoliation der Primärverzweigungen, der Prozentsatz der Sekundärverzweigungen und Schädigungsarten bewertet. Aufgrund dieser Parameter wurde jedem Baum eine Stressphase zugewiesen (CUDLÍN et al. 2001b, CUDLÍN et al. 2003). Die Bildung von Sekundärverzweigungen ist ein Anzeiger für die Stresstoleranz der Bäume (CUDLÍN et al. 2001a).

Ergebnisse

Ein Vergleich der Niederschläge und Temperaturen der langjährigen Mittelwerte von 1961–1990 zeigt ausgeglichene Temperatur- und Niederschlagswerte. Die durchschnittliche Jahrestemperatur der langjährigen Mittelwerte war 2,6°C, der jährliche Gesamtniederschlag betrug durchschnittlich 998 mm. In der Vegetationsperiode (Mai – August) lagen die durchschnittlichen Temperaturen bei 9,4°C, der Niederschlag betrug 570 mm. Das Mesoklima wurde mittels Langs Regenfaktor als „extrem humid“ klassifiziert. Hervorzuheben sind verminderte Niederschläge in den Jahren 1999 und 2003 (Fig. 1). Die durchschnittlichen und insgesamt ausgeglichenen Temperaturen im Untersuchungszeitraum lagen 3°C höher bzw. tiefer als die langjährigen Temperaturmittelwerte. Dies sind günstige Bedingungen für die Entwicklung der Borkenkäfer unter den standörtlichen Bedingungen.

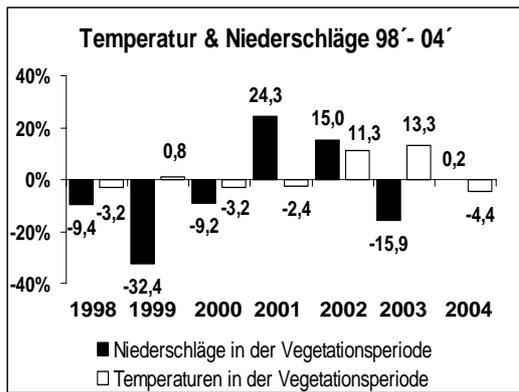


Fig. 1: Vergleich von Niederschlag und Temperatur in den Vegetationsperioden 1998 – 2004 mit den langjährigen Mittelwerten von 1961 – 1990

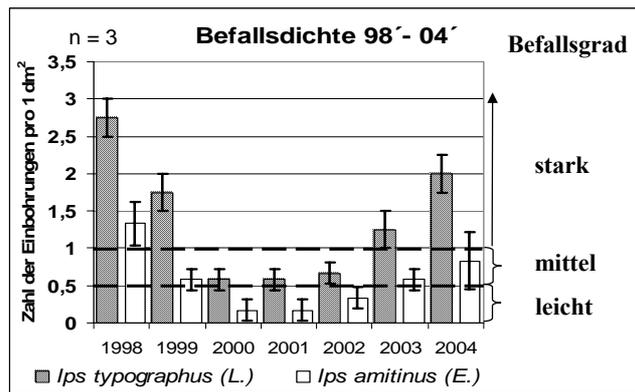


Fig. 2: Besiedlungsdichte der Borkenkäfer an den untersuchten Stämmen (nach Norm. 482711)

In den Jahren 1999 und 2003 herrschten günstige Temperaturen zum Schwärmen vor, aber die hohe Niederschlagsmenge während der Flugzeit, wie z.B. im Jahr 1999, führte zu geringen Populationsdichten (Fig. 3). Im Jahr 1999 fielen 766 mm Gesamtniederschlag, in der Vegetationsperiode 385 mm (Fig. 4). Die durchschnittliche Jahrestemperatur lag bei 2,0°C und in der Vegetationsperiode bei 9,4°C. Im Jahr 2003 gab es 1124 mm Gesamtniederschlag, in der Vegetationsperiode 479 mm. Die durchschnittliche Jahrestemperatur betrug 2,5°C und in der Vegetationsperiode 10,6°C.

Die Populationsdichten von *Ips typographus* und *Ips amitinus* wurden mittels der Analyse der Stämme bestimmt (Fig. 2). Der starke Befall in den Jahren 1998 und 1999 war Folge eines Windbruchs im April 1998, der zu spät aufgearbeitet wurde, ebenso der Befall in den Jahren 2003 und 2004, wo jedoch zeitig aufgearbeitet wurde, weshalb die Invasionsdichte nicht die Dichte des Jahres 1998 erreichen konnte. Exemplarisch wird 1999 als günstigstes Jahr für eine Massenvermehrung der Borkenkäfer dargestellt (Fig. 3+4).

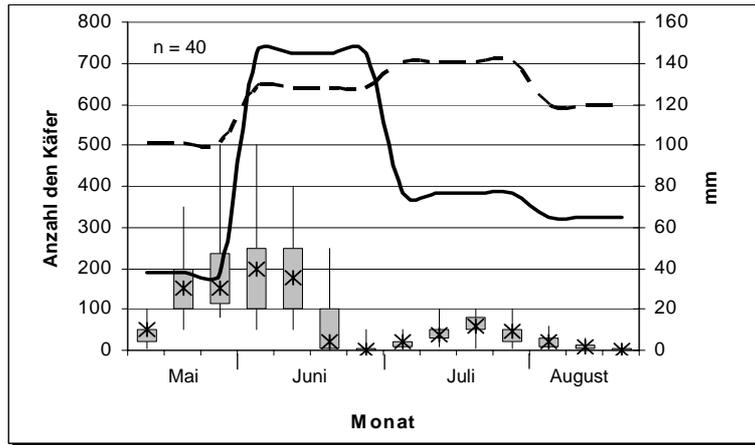


Fig. 3: Darstellung der Käferfänge in den Pheromonfallen (n=40) für das Jahr 1999 (unten, linke Achse: Box & Whisker mit Median, 25 & 75%-Quartile, Min/Max) – Vergleich mit dem Niederschlagsverlauf im Jahr 1999 zusammen mit dem langjährigen Niederschlagsmittel (oben, rechte Achse). — Mittlerer monatlicher Niederschlag 1999; - - - Langjähriges Niederschlagsmittel (1961-1990); * Median Anzahl der Käferfänge 1999

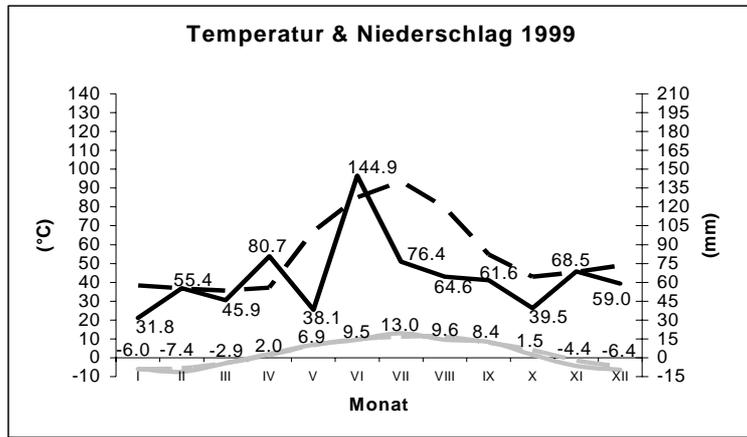


Fig. 4: Vergleich von Temperatur und Niederschlag im Jahr 1999 — Mittlere monatliche Temperatur; — Mittlerer monatlicher Niederschlag - - - Langjähriges Temperaturmittel (1961-1990); - - - Langjähriges Niederschlagsmittel (1961-1990)

Während des gesamten Untersuchungszeitraums konnte trotz geringer Niederschläge eine nur unwesentliche Verbreitung der Borkenkäfer von den Erstbefallszentren ausgehend beobachtet werden. Dazu wurden die die Erstbefallszentren umgebenden Pheromonfallen besonders beachtet (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl der abgestorbenen Bäume im gesamten Untersuchungsgebiet (9,6 ha) in Bezug zu den Pheromonfallen in unmittelbarer Umgebung der Erstbefallszentren

Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Anzahl abgestorbener Bäume (= jährlicher Neubefall)	4	8	11	5	7	6
Maximum der Käferfänge in den die Erstbefallszentren umgebenden Pheromonfallen (n=3)	300	60	60	100	200	650

Es konnten jedoch auch ausnahmsweise hohe maximale Fangzahlen von 4000 Ind. (1998) und 2000 Ind. (2004) in denjenigen Fällen festgestellt werden, die in größerer Entfernung zu den Befallszentren standen und über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt waren. Die besonderen Fangzahlen stellten sich allerdings als unproblematisch hinsichtlich der Massenvermehrungsdisposition heraus.

Die langsame Ausweitung der Befallszentren durch Borkenkäfer ist typisch für den sog. „kleinen Zyklus“ (MÍCHAL 1992). Durch den Zyklus werden die Waldbestände mit *Picea abies* in den Gebirgen verjüngt. Die Naturverjüngung im untersuchten Naturschutzgebiet ist notwendig für die Wahrung der wertvollen Gen-Ressource dieser Waldbestände in der Waldvegetationsstufe mit *Picea abies*.

Der statistische Vergleich der Anzahl abgestorbener Bäume im Bezugsjahr sowohl mit den Käferfängen in den Pheromonfallen als auch den Invasionsdichten an den Stämmen zeigte weder zum Bezugs- noch zum Vorjahr eine signifikante Korrelation. Betrachtet man die Anzahl abgestorbener Bäume zeitlich zu den Niederschlägen in der vorjährigen Vegetationsperiode, so konnte jedoch eine negative Korrelation hergestellt werden ($p = 0,8$) (Fig. 5).

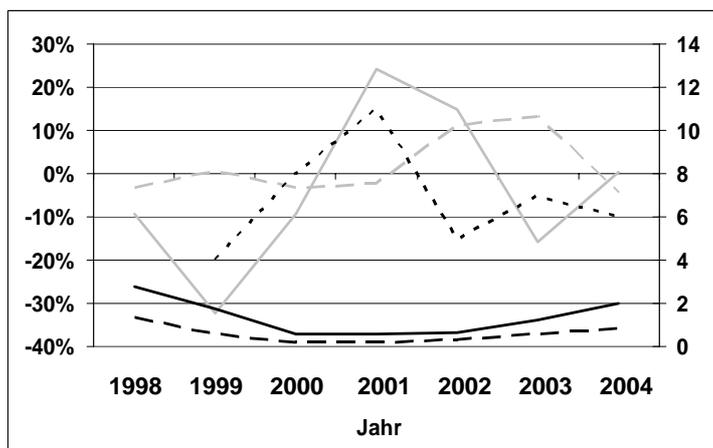


Fig. 5: Vergleich von Temperaturen, Niederschlägen, Befallsdichte, Flugverlauf und Neubefall in den Jahren 1998 – 2004

— Niederschläge in der Vegetationsperiode; - - - - - Temperaturen in der Vegetationsperiode;
 — Befallsdichte – *Ips typographus* L.; - - - - - Befallsdichte – *Ips amitinus* E.;
 Anzahl Neubefall

Aufgrund dieser wenig deutlichen Zusammenhänge wurden die Stressphasen des untersuchten Fichtenbestandes betrachtet. Alle Bäume wurden mittels einer Methodik von CUDLÍN et al. (2001 b) auf ihre Stresstoleranz untersucht. Auf diese Weise wurden überwiegend Bäume im Regenerationsprozess (AIII; CIII+) sowie in der Ausschöpfungsphase (CIII-) registriert (Fig. 6). Nach der Applikation der Stressindikatoren auf den gesamten Bestand (CUDLÍN 2003), waren in der Phase der Überschreitung der Stresstoleranz des Baumes auf Stresswirkung natürliche und anthropogene Faktoren vorhanden. Der Mittelwert der Gesamtentlaubung betrug 38%, die Defoliation der Primärverzweigungen 90% und der Prozentsatz der Sekundärverzweigungen 87% (PLAŠIL & MRKVA 2003).

Im Jahr 2004 wurde auf dem Gebiet NPR Praděd ein weiterführendes Projekt über den Einfluss von *Ips typographus* (L.) auf die Zerfallsphasen der Fichtenwaldbestände in Gebirgswäldern durchgeführt (PLAŠIL & ČERMÁK 2004). Im genannten Gebiet sind 388 m³/ha (41,7%) des gesamten Holzvorrats (904 m³/ha) Totholz. Das bedeutet, dass sich die untersuchten Waldbestände mit 516m³/ha nach der Klassifikation (KORPEL 1995) im „Zerfallstadium“ befinden. Die gesamte Totholzmenge ist ursächlich zu 81% auf *Ips typographus*, zu 11% auf abiotische Faktoren, und zu 0,3% auf Windbrüche zurückzuführen, die restlichen ca. 8% können nicht genau zugeordnet werden. Befallene Stämme werden nach Einbohrungen von *Ips typographus* durch *Fomitopsis pinicola* (SW. FR.) P. KARST. besiedelt, weil der Käfer Sporen dieser Pilzart verschleppt (JANKOVSKÝ 1999). Diese Bäume brechen dann häufig in einer Höhe von 1-4 m und werden durch weitere Pilzarten am Boden dem Stoffkreislauf zugeführt (JANKOVSKÝ 1999). Der dem Käfer folgende

Befall durch *Fomitopsis pinicola* führt zu einer deutlich schnelleren Zersetzung. In NPR Pradě sind jedoch nur 14,6% der durch *Ips typographus* befallenen, stehenden toten Bäume sichtbar mit Fruchtkörpern von *Fomitopsis pinicola* besetzt (PLAŠIL & ČERMÁK 2004).

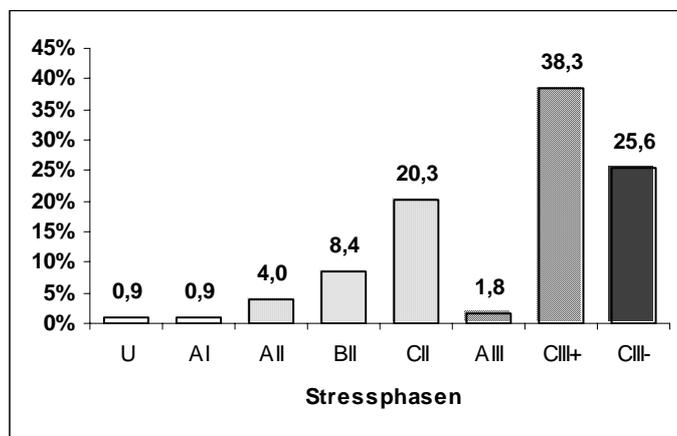


Fig. 6: Indikatoren der Stressphasen von *Picea abies* auf der untersuchten Fläche. **U, AI:** Phase der Überschreitung der Stresstoleranz des Baums (überwiegend die Entnadelungsprozesse); **AII, BII, CII:** Phase der zyklischen Regeneration des Sprosses (langsamer Übergang von Primärverzweigung zu Sekundärverzweigung); **AIII, CIII+:** Phase der Regeneration (überwiegend Regenerations- als Degradationsprozesse); **CIII-:** Ausschöpfung (Verlorengehen des Regenerationspotentials)

Abschluss und Diskussion

Für ein von natürlichen Vorgehensweisen im Sinne des Prozessschutzes geprägtes Management von Gebirgswaldbeständen mit *Picea abies*, wie im NPR Pradě, und dem ausgerufenen Ziel des Erhalts der natürlichen Struktur der Waldbestände, sollte die im allgemeinen als „destruktiv“ empfundene Tätigkeit der Borkenkäferarten zugelassen werden. Selbstverständlich ist dies nur dort möglich, wo Ziele und Anforderungen eines ausschließlich wirtschaftlichen Konzeptes zurückgestellt werden können. Wie in den dargestellten Untersuchungen gezeigt, ist es möglich, im Sinne einer nach natürlichen Prozessen ausgerichteten Forstwirtschaftsweise einen „regulierten Zerfall“ für ein entsprechendes Management zu verwenden. Das heißt, dass eine gesteuerte Entwicklung durch „Zulassen“ des durch den Schädiger (Borkenkäfer, Pilze i.w.S.) initiierten Zerfalls und Verjüngungsprozesse als natürliche Wirtschaftsweise möglich und empfehlenswert ist.

COELN (1997) hebt in seinem Populationsmodell von *Ips typographus* (L.) die Temperaturen als wichtigen Regulator des Populationszyklus hervor. Aufgrund unserer Ergebnisse können wir sagen, dass auch bei günstigen Temperaturen die Niederschläge (Verlauf und Menge) in der Vegetationsperiode limitierende Faktoren in hochliegenden Wäldern darstellen und zu geringen Populationsdichten der Käfer führen. Solche Populationsdichten erwiesen sich in den untersuchten Waldbeständen als nicht gefährlich. NIERHAUS-WUNDERWALD (1993) führte Niederschläge und dadurch reduzierte Schwärmtage sowie eine erhöhte Mortalität der Käfer durch Pilzerkrankungen als Grund für eine niedrige Populationsdichte an.

Aus den Daten der Untersuchung im NPR Pradě ist ersichtlich, dass Windbrüche, welche zu weitläufigen offenen Flächen führen, eine größere Gefährdung darstellen. Die Ergebnisse zeigen, dass das so angefallene Totholz den Borkenkäfern eine optimale Lebensgrundlage bietet. Deshalb sollten befallene Stämme auf Windbruchflächen rechtzeitig saniert werden.

Wie schon erwähnt, kann man die untersuchten Waldbestände aufgrund ihres Alters, der Phase der Überschreitung der Stresstoleranz und des gesamten lebenden Holzvorrats in die Phase des „Zerfallstadiums“ einordnen. Dieses Stadium wird auch als Verjüngungsstadium für Naturwälder bezeichnet (MÍCHAL 1992). In den Gebirgswaldbeständen stellen Borkenkäfer als Mortalitätsfaktor einen von vielen Stressfaktoren dar (vgl. Modell der Krankheitsspirale, MRKVA 2000). Der Stress wirkt sich graduell auf die Bäume aus und ist wichtig für die Evolution der Wälder.

Allgemein wurden die Auswirkungen der Aktivität von *Ips typographus* in natürlichen Fichtenwäldern bisher nur wenig untersucht. Die Ergebnisse von HURLING (2002), der sich mit Untersuchungen der hochliegenden Gebirgswaldbestände im Nationalpark Harz beschäftigt hat, zeigen außer den Einflüssen von Niederschlag und Temperatur auch noch einen unerwartet starken Einfluss der Globalstrahlung auf die Populationsentwicklung von *Ips typographus*.

Es ist von großer Bedeutung, dass mittels Langzeitstudien der Populationsdynamik des Borkenkäfers, dessen Menge und Besiedlungsdynamik der Bäume, die Lebensstrategie des Käfers und der momentane Zustand des Waldbestandes verstanden werden kann (SANDERS 2001). Viele Autoren sind sich darüber einig, dass der Borkenkäfer einen bedeutenden Partner und ein Instrument für den Zerfall und die Verjüngung von Gebirgsnaturwäldern darstellt (MRKVA 1999, JONÁŠOVÁ 2001).

Literatur

- COELN, M. (1997): Grundlage für ein thermoenergetisches Modell zur Fernüberwachung der Borkenkäferentwicklung. – Dissertation, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz der Universität für Bodenkultur, Wien: 144 S.
- CUDLÍN, P., MORAVEC, I. & CHMELÍKOVÁ, E. (2001 a): Retrospektivní sledování stavu smrkových ekosystémů v Národním parku Šumava. – *Silva Gabreta* 6: 249-258.
- CUDLÍN, P., NOVOTNÝ, R., MORAVEC, I. & CHMELÍKOVÁ, E. (2001 b): Retrospective evaluation of the response of montane forest ecosystems to multiple stress. – *Ekológia*, Bratislava 20: 108-124.
- CUDLÍN, P. (2003): Retrospektivní sledování defoliačních a regeneračních procesů asimilačních orgánů smrku ztepilého. – In: CIENCIALA, E. (ed.): Formulace zásad lesnického hospodaření a péče o půdu s ohledem na dlouhodobou acidifikaci, nutriční degradaci a eutrofizaci půd. Zpráva projektu VaV 620/1/02 za rok 2002. – IFER, Jilové u Prahy.
- GRUBER, F. (1994): Morphology of coniferous trees: possible effects of soil acidification on the morphology of Norway spruce and Silver fir. – In: GODBOLD, D.L. & HUTTERMANN, A. (eds.): Effects of acid rain on forest processes. Wiley-Liss, New York: 265-324.
- HURLING, R. (2002): Zur Flugaktivität und Brutentwicklung des Buchdruckers *Ips typographus* (L.). – Dissertation, Institut für Forstzoologie und Waldschutz, Georg-August-Universität, Göttingen: 280 S.
- JANKOVSKÝ, L. (1999): Některé aspekty dekompozice dřeva v lese dřevními houbami. Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí 8.-9. října 1999 v Národním parku Podyjí. – Správa národního parku Podyjí, Česká lesnická společnost. 117: 19-32.
- JONÁŠOVÁ, M. (2001): Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. – *Aktuality Šumavského výzkumu*, Srní: 161-164.
- KORPEL, Š. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 310 S.
- MÍCHAL, I. (1992): Ekologická stabilita. – Veronica, Brno: 276.
- MRKVA, R. (1999): Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Sborník přednášek ze semináře konaného dne 30. března 1999 v Průhonících. – Správa chráněných krajinných oblastí České republiky, Česká lesnická společnost: 65-76.
- MRKVA, R. (2000): Chřadnutí dřevin jako významný a očekávaný problém ochrany lesa. – *Lesnická práce* 6.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D. (1993): Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. – *Merkblatt für die Praxis*, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf: 8 S.
- ON 48 27 11. Ochrana lesa proti kůrovci a klikorohu borovému. – MLVH ČSR.
- PLAŠIL, P. & MRKVA, R. (2003): „Natürliche Zerfallsphasen der Gebirgswaldbestände von Fichte im Nationalen Naturschutzgebiet Praděd – Ein Managementkonzept.“ – Abschlussbericht. Institut für Waldschutz und Jagdwesen, Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft, Brunn: 10 S.
- PLAŠIL, P. & ČERMÁK, P. (2004): „Einfluss von *Ips typographus* (L.) auf Zerfallsphasen, Naturverjüngung und künstliche Verjüngung in Gebirgswaldbeständen der Fichte.“ – Abschlussbericht. Institut für Waldschutz und Jagdwesen, Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft, Brunn: 13 S.