

## Effekte des Waldumbaus von Kiefernbeständen auf die Spinnenfauna der Kronenregion (Arachnida: Araneae)

Nadine Bräsicke, Ulrich M. Ratschker & Mechthild Roth

Technische Universität Dresden, Professur für Forstzoologie

**Abstract:** Effects of conversion of pure pine stands on spiders of canopy space (Arachnida: Araneae) as potential pest antagonists

The effects of conversion of commercial pine stands by planting deciduous trees or tolerating natural regeneration were investigated on the structure and functionality of spiders in the tree crown layer of northern Saxonian Lowlands. The study sites (n=7) were established in two different areas (latency- & gradation area), which were characterized by different climatic parameters and the susceptibility to mass gradation of pest insects. One pure pine forest served as reference in each area. Spiders were collected by branch-electors (n=16 per forest stand) and flight-intercepting traps (n=8 per forest stand) during the vegetation periods of 2000 and 2001.

The results were based on the determination of 19.280 Araneae (72 species, 16 families), among them 5 Araneae listed in the Red Data Book of Germany and 5 species of Saxony respectively. The dominant families were Linyphiidae (n=25), Theridiidae (n=9) and Salticidae (n=7) regarding to their species abundance. In contrast to this the relative abundance and activity biomass shows a dominance of the Philodromidae (30 %, 17 %), Clubionidae (23 %, 23 %) and Thomisidae (10 %, 13 %). Forest conversion, especially the grow of beech and oak trees on the understory in the crown layer, showed effects. In the latency area species diversity, individual numbers and activity biomass increased with complexity of the forest structure in the tree crown layer. Similar results like the contrasting effects of forest conversion on ground-dwelling spiders wasn't confirm. The coincidence between different live stages of phytophagous Lepidoptera (*Dendrolimus pini* Linné) and spider antagonists indicated an increase in the predation potential, due to high activity abundance.

**Key words:** Araneae, spiders, forest conversion, pine stands, pest antagonists, canopy, Saxony

Dipl.-Forstw. N. Bräsicke, Dr. U. M. Ratschker & Prof. Dr. M. Roth, Technische Universität Dresden, Professur für Forstzoologie, Piener Straße 7, D-01737 Tharandt; nadine.braesicke@web.de

Die historische Waldwirtschaft Sachsens war vor allem durch massive Eingriffe in das natürliche Baumartenspektrum geprägt. Ungeregelte Übernutzungen führten im 19. Jahrhundert zur Holzarmut und zum Wiederaufbau devastierter Wälder mit robusteren Baumarten (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*) (SMUL 2003). Infolge der nicht standortgerechten Bestockung und Förderung strukturarmer Bestände wurden Zufallsnutzungen wie Sturmwurf, Schneebruch und besonders Insektenkalamitäten begünstigt (BUTTER 2000, OTTO 2000). Seit der Neuordnung der Forstwirtschaft gilt es, naturferne Bestockungen in naturnahe, leistungsfähige und stabile Mischwälder umzubauen, um die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen nachhaltig zu sichern (SPELLMANN 1995, 1996, IRRGANG 1999, BUTTER 2000). Dieses Ziel lässt sich vorzugsweise durch die Förderung der natürlichen und Einbringung der künstlichen Verjüngung steuern (HEINSDORF 1999, LAF 1999, LEDER 2002). Unterschiedliche Baumartenmischungen (z.B. *Quercus* sp., *Fagus sylvatica* L.) und eine variierende Bestandesstrukturierung nehmen dabei Einfluss auf mikroklimatische Parameter (HORVATH et al. 2000, JÄKEL et al. 2004), die eine Steigerung der Diversität und des Leistungspotenzials der Antagonistengilde erwarten lassen (HARTLEY & MACMAHON 1980, SCHAEFER 2001).

Die vorliegende Untersuchung befasste sich mit den Auswirkungen verschiedener Umbaumaßnahmen von Kiefernmonokulturen (Naturverjüngung, Voranbau von Traubeneiche und Rotbuche) auf die Struktur und Funktion der akrodendrischen Spinnenzönose. Neben den Steuergrößen (Mikroklima, Raumstruktur) wurde die Funktionalität der Araneae als Antagonisten von phyllophagen Lepidoptera im Kronenraum thematisiert.

**Untersuchungsflächen, Material und Methoden**

Die Datenerfassung erfolgte zwischen März und Oktober 2000 und 2001 in sieben Waldbeständen des nordsächsischen Tieflandes bei Torgau (Forstamt Falkenberg). Die Untersuchungsflächen lagen im Wuchsgebiet des Düben - Niederlausitzer Altmoränenlandes (mittlere Jahrestemperatur: 8,5 – 9,5 °C, mittlerer Jahresniederschlag: 550 – 680 mm) (KATZSCHNER et al. 2000). Bei der Flächenauswahl fanden regionale Unterschiede in der Disposition von Kiefernbeständen gegenüber Massenvermehrungen von Schmetterlingen Berücksichtigung. Während die Untersuchungsflächen im Gradationsgebiet östlich der Elbe, in den letzten Jahrzehnten häufig durch Gradationen von z.B. *Dendrolimus pini* L. und *Panolis flammea* Schiff. gekennzeichnet waren, blieben die Waldbestände westlich der Elbe von entsprechenden Kalamitäten verschont (Latenzgebiet). Ursache für diese unterschiedliche Prädisposition sind vermutlich die verschiedenen Standortbedingungen (Tab. 1). Im Gegensatz zum Latenzgebiet bestimmten im Gradationsgebiet Nährstoffarme Böden mit einer geringen Wasserspeicherkapazität die Bodengesellschaft. Entsprechend der Ausprägung der forstlichen Klimastufe differenzierten sich die Untersuchungsgebiete hinsichtlich Temperaturregime und Luftfeuchtigkeit (Tab. 1). So lagen im Verlauf der Vegetationsperioden die Kronentemperaturen im Gradationsgebiet tendenziell höher als im Latenzgebiet (vgl. hierzu ein ähnliches Ergebnis bei den in Bodennähe gemessenen Temperaturen (BRÄSICKE et al. 2004)). Deutlich geringer war dagegen die relative Luftfeuchte. Basierend auf dem Chronosequenzansatz (PICKET 1989) wurden Kiefernreinbestände und Umbaustadien der Kiefer mit Rotbuche und Traubeneiche unterschiedlicher Altersklassen sowie ein Kiefernreinbestand mit altersheterogener Naturverjüngung untersucht (Tab. 1).

Tab. 1: Charakteristika der Untersuchungsflächen. (VA: Voranbau, NV: Naturverjüngung, TM 1: terrestrischer Standort, mittelfrisch & mittel nährstoffversorgt, TM 2: terrestrischer Standort, mittelfrisch & mäßig nährstoffversorgt, TZ 2: terrestrischer Standort, mittelfrisch & ziemlich arm, T: Median der Lufttemperatur aus AEK-2000, rel. L.: Median der relativen Luftfeuchte aus AEK-2000)

Fläche	Altbestand/Alter [Jahre]	Unterstand/Alter [Jahre]	Standort	T [°C]	rel. L [%]	Höhe ü. NN
Latenzgebiet						
Pi L	<i>Pinus sylvestris</i> 70		TM 2	17,1	67,2	117 m
PiFa I L	<i>Pinus sylvestris</i> 60	<i>Fagus sylvatica</i> (VA) 14	TM 2	17,2	67,4	135 m
PiQu I L	<i>Pinus sylvestris</i> 80	<i>Quercus petraea</i> (VA) 5	TM 2	16,7	70,5	117 m
PiFa II L	<i>Pinus sylvestris</i> 101	<i>Fagus sylvatica</i> (VA) 44	TM 2	17,2	68,1	132 m
PiQu II L	<i>Pinus sylvestris</i> 99	<i>Quercus petraea</i> (VA) 47	TM 1	17,5	66,9	122 m
Gradationsgebiet						
Pi G	<i>Pinus sylvestris</i> 68		TZ 2/TM 2	17,3	66,4	89 m
PiPi G	<i>Pinus sylvestris</i> 106	<i>Pinus sylvestris</i> (NV) 47	TZ 2/TM 2	17,3	66,3	85 m

Zur Erfassung der akrodendrischen Spinnenfauna dienten pro Versuchsfläche 16 Ast- (BARSIG & SIMON 1994) und 8 Lufteklektoren (MÜHLENBERG 1993), angebracht in den Kronen von 8 Kiefern (Fixierflüssigkeit: Benzoesäure, Leerungsintervall: 4 Wochen).

Angaben zur Bestimmungsliteratur und Nomenklatur finden sich in RATSCHKER (2001). Die statistische Datenauswertung (Levene<sub>(JV)</sub>, Tukey-Kramer<sub>(HSD)</sub>, Brown-Forsythe<sub>(JM)</sub>, Games-Howel) erfolgte mit STATISTICA 6.1 und SPSS 11.5.

**Ergebnisse und Diskussion**

Im Untersuchungszeitraum 2000/2001 fingen sich insgesamt ca. 19.280 Araneae in den Ast- und Lufteklektoren. Das Artenspektrum umfasste 72 Arten aus 16 Familien. Darunter befanden sich mit annähernd

1.400 Individuen fünf Arten der bundesdeutschen (PLATEN et al. 1998) und fünf Arten der sächsischen Roten Liste (HIEBSCH & TOLKE 1996). Der Anteil juveniler Tiere betrug 74 % (14.353 Ind.). Die artenreichsten Familien waren Linyphiidae (Artenzahl: n=25), Theridiidae (n=9) und Salticidae (n=7). Gemessen an Aktivitätsdichte und -biomasse dominierten die Vertreter der Philodromidae (Dominanzanteil Aktivitätsdichte: 30 %, Dominanzanteil Aktivitätsbiomasse: 17 %), Clubionidae (23 %, 23 %) und Thomisidae (10 %, 13 %) den Gesamtumfang. Insgesamt war das Artenspektrum besonders durch eine spezifische Eichenwaldfauna (z. B. *Moebelia pencillata* (Individuenzahl: n=198), *Theridion tinctum* (n=329), *Theridion mystaceum* (n=125), *Anypaena accentuata* (n=199)) geprägt (KOPONEN 1996). Weiterhin wurde eine starke Präsenz arboricoler Arten (Dominanzanteil: 67 %) festgestellt, die in Bezug auf die Habitatpräferenzen (Wärme, Licht, Feuchte) eine vorwiegend mesophile Ausprägung zeigten. Die Ergebnisse im Kronenraum belegten eine Beeinflussung der Spinnengemeinschaft durch den Laubholzvoranbau (Tab. 2). Mit Zunahme der Strukturvielfalt durch Einwachsen der Laubhölzer in den Oberstand, stiegen Individuenzahlen und Aktivitätsbiomasse der Spinnenfauna im Vergleich zum altershomogenen Kiefernreinbestand. Maximale Werte wurden mit Ast- und Luftklektoren auf PiQu II L und mit Luftklektoren auf PiFa II L ermittelt. Dagegen erbrachte die Tolerierung der Kiefernreifeverjüngung im Kiefernreinbestand nur geringe Effekte für Aktivitätsdichte/-biomasse.

Nach Fängen mit Astklektoren waren Artenzahlen und Artenzahlerwartungswerte in den Laubmischbeständen (PiQu II L, PiFa II L) und im Kiefernreinbestand mit altersheterogener Naturverjüngung (PiPi G) am höchsten (Tab. 2, Abb. 1). Auch die Mehrheit an Arten und Individuen der Roten Liste siedelten auf den Voranbauflächen (Tab. 2).

Tab. 2: Ökologische Kenngrößen der Spinnenzönose in Kiefernreinbeständen (Pi L, Pi G), Umbaustadien mit Rotbuche (PiFa I L, PiFa II L) bzw. Traubeneiche (PiQu I L, PiQu II L) und in einem Kiefernbestand mit natürlicher, altersheterogener Verjüngung (PiPi G) nach Fängen mit Ast- und Luftklektoren (Fangzeitraum: 2000-2001)

Flächen		Latenzgebiet				Gradationsgebiet		
		Pi L	PiFa I L	PiQu I L	PiFa II L	PiQu II L	Pi G	PiPi G
Astklektor	Gesamtindividuenzahl	1741	1946	1375	1592	<b>2501</b>	1276	1031
	adulte	613	702	595	532	<b>767</b>	469	418
	juvenile	1128	1244	780	1060	<b>1734</b>	807	613
	Familienzahl	<b>13</b>	11	<b>13</b>	12	11	12	12
	Artenzahl	24	23	<b>26</b>	25	<b>26</b>	<b>26</b>	25
	Anzahl Rote Liste Arten	2	4	3	5	<b>6</b>	3	3
	Anzahl Individuen	175	<b>241</b>	176	168	188	196	115
	Aktivitätsbiomasse [mg TG]	2001	<b>2150</b>	2040	1976	2008	1622	1520
Luftklektor	Gesamtindividuenzahl	869	1062	838	1165	<b>1730</b>	859	1031
	adulte	101	129	110	116	<b>153</b>	97	131
	juvenile	768	933	728	1049	<b>1577</b>	762	1170
	Familienzahl	<b>12</b>	<b>12</b>	10	<b>12</b>	10	10	11
	Artenzahl	26	30	23	28	25	30	<b>32</b>
	Anzahl Rote Liste Arten	<b>3</b>	2	1	<b>3</b>	2	2	2
	Anzahl Individuen	11	13	<b>20</b>	13	<b>19</b>	16	16
	Aktivitätsbiomasse [mg TG]	321	319	332	<b>538</b>	461	268	340

Aktivitätsdichte und -biomasse der Araneae zeigten im Latenzgebiet höhere Werte als im Gradationsgebiet (Abb. 2). Nach dem Tukey-Kramer<sub>(HSD)</sub>-Test waren die Unterschiede in der Aktivitätsdichte der Araneae zwischen dem Kiefernreinbestand mit Naturverjüngung und dem Bestand mit Rotbuche im Unterstand ( $p \leq 0,001$ ) bzw. mit Traubeneiche im Oberstand ( $p \leq 0,001$ ) statistisch signifikant. Bezogen auf die Aktivitätsbiomasse wurden ebenfalls signifikante Unterschiede bestätigt ( $p \leq 0,01$ ).

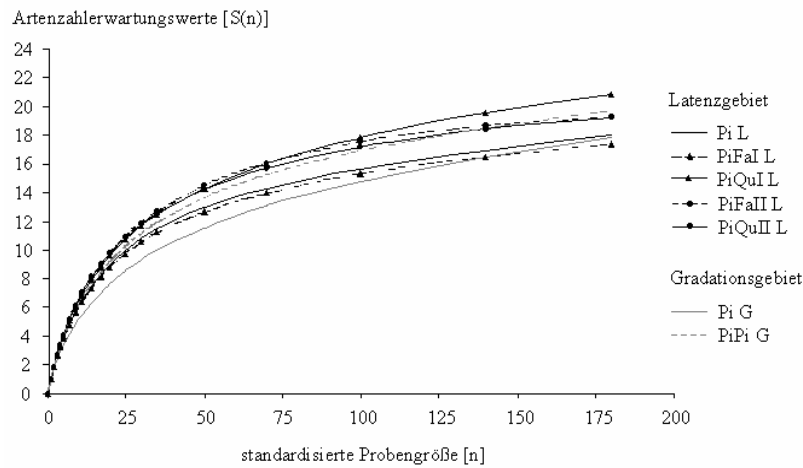


Abb. 1: Standardisierte Artenzahlerwartungswerte der Araneae nach HURLBERT-Rarefaction (nach Fängen mit Asteklektoren im Untersuchungsjahr 2000)

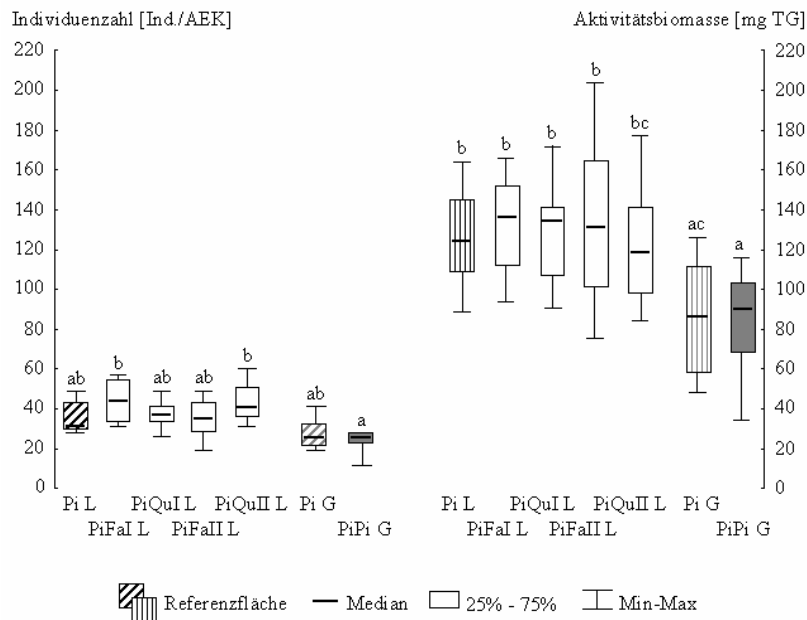


Abb. 2: Mediane der Aktivitätsdichte und -biomasse der Araneae (nach Fängen mit Asteklektoren im Untersuchungsjahr 2000)

Die Aktivitätsdichte juveniler und adulter Webspinnen korrelierte mit dem Auftreten der entsprechenden Entwicklungsstadien phytophager Lepidoptera (z. B. *Dendrolimus pini* Linné, 1758) (Abb. 3). Während der Herbstfraß frisch geschlüpfter (kleiner) Raupen (August/September) mit dem vermehrten Auftreten juveniler Araneae im Kronenraum übereinstimmte, dominierten die adulten (größeren) Araneae in der Zeit des Frühjahrsfraßes (Mai/Juni) älterer (größerer), bereits überwinteter Raupen. Folglich ist die raum-zeitliche Koinzidenz zwischen korrespondierenden Größenklassen von Räuber und Beute gegeben. Da das Beutespektrum der Spinnen von den Größenverhältnissen mitbestimmt wird (MOULDER & REICHLÉ 1972), wird eine kontinuierliche Schädlingskontrolle möglich.

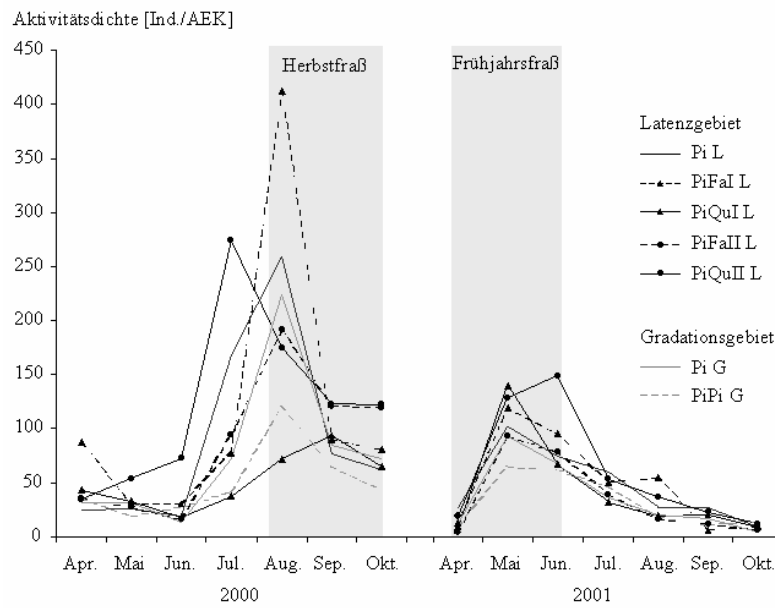


Abb. 3: Koinzidenz der Araneae mit phylophagen Lepidoptera (z. B. *Dendrolimus pini* L., 1758) (Aktivitätsdichte nach Fängen mit Asteklektoren im Untersuchungsjahr 2000: Juvenile, 2001: Adulte)

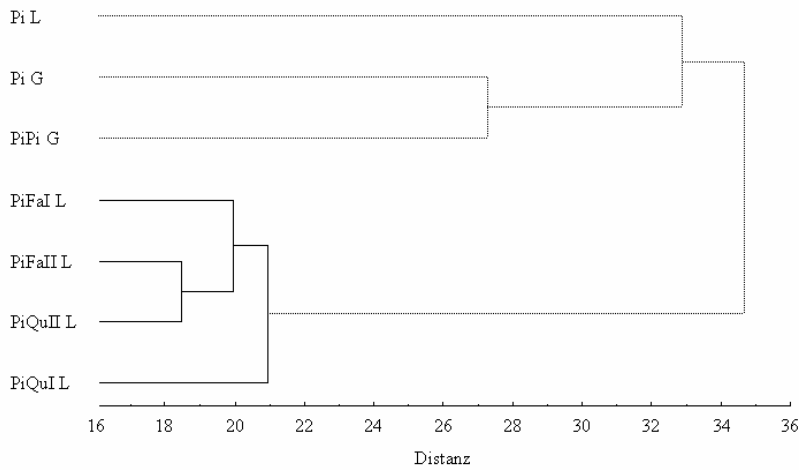


Abb. 4: Unähnlichkeitsdendrogramm nach RENKONEN (UPGMA-Linkage) (Aktivitätsdichte nach Fängen mit Asteklektoren im Untersuchungsjahr 2000)

Die Clusteranalyse anhand der Individuenzahlen wies das Alter der Voranbauten und die Bestandeszusammensetzung als strukturierenden Faktor der Spinnengemeinschaft aus (Abb. 4). Hohe Übereinstimmungsgrade ergaben sich für die älteren Voranbauflächen (PiFa II L, PiQu II L) im Latenzgebiet, zusammen mit den jüngeren Flächen (PiFa I L, PiQu I L) innerhalb des zweiten Clusters. Am stärksten unterschieden sich die Kiefernreinbestände (Pi L, Pi G) und der Kiefernbestand mit altersheterogener Naturverjüngung (PiPi G) im Gradationsgebiet.

**Dank**

Die Untersuchung wurde im Rahmen des BMBF- Projektes „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ gefördert.

**Literatur**

- BARSIG, M. & U. SIMON (1994): Die Vitalität der Kiefernkrone in ihrer Wechselwirkung mit der Phytophagenfauna. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 21: 187-191.
- BRÄSICKE, N., U.M. RATSCHKER & M. ROTH (2004): Effekte von Waldumbaumaßnahmen in Kiefernforsten auf potenzielle Schädlingsantagonisten am Beispiel der epigäischen Webspinnen (Arachnida: Araneae) – Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 14: 261-264.
- BUTTER, D. (2000): Waldumbau in Sachsen – einige Anforderungen an die Waldbauforschung aus Sicht der sächsischen Landesforstverwaltung. – In: WAGNER, S.: Forstwiss. Beitr. Tharandt. TU-Dresden: 186 pp.
- HARTLEY, C.L. & J.A. MACMAHON (1980): Spider community organization: seasonal variation and the role of vegetation architecture. – Environmental Entomology 9/5: 632-639.
- HEINSDORF, D. (1999): Buchen- und Eichenanbau aus Sicht prognostizierter Klimaveränderungen. – AFZ/Der Wald 11: 567-571.
- HIEBSCH, H. & D. TOLKE (1996): Rote Liste der Weberknechte und Webspinnen. – Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege, Radebeul: 1-12.
- HORVATH, R., T. MAGURA & K. BAYAR (2000): Edge effect on weevil and spider communities at the Bükk National Park in Hungary. – Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 46/4: 275-290.
- IRRGANG, S. (1999): Kiefern-Waldumbauversuche der Sächs. Landesanstalt für Forsten. – Forst und Holz 54/1: 323-330.
- JÄKEL, P.A., N. BRÄSICKE, U.M. RATSCHKER & M. ROTH (2004): Conversion of pure pine stands into close-to-nature mixed deciduous forests: Effects on arthropod pest antagonists. – In: FÜRST, C., A.W. BITTER, D.-R. EISENHAUER, F. MAKESCHIN, H. RÖHLE, A. ROLOFF, S. WAGNER (eds.): Sustainable methods and ecological processes of a conversion of pure Norway Spruce and Scots Pine stands into ecologically adapted mixed stands. – Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt / Contributions to Forest Sciences 20: 87-97.
- KOPONEN, S. (1996): Spiders (Araneae) on trunks and large branches of oak (*Quercus robur*) in SW Finland. – Revue suisse de Zoologie 1: 335-340.
- KATZSCHNER W., R. GEMBALLA & F. LEUBE (2000): Standortverhältnisse in Sachsen. – AFZ/Der Wald 1: 11-13.
- LAF (1999): Waldumbau auf Tieflands- und Mittelgebirgsstandorten in Sachsen. – Schriftenreihe der sächs. Landesanstalt für Forsten, Heft 19: 67 pp.
- LEDER, B. (2002): Struktureiche Dauerwälder lösen Nadelbaum-Reinbestände ab. – LÖBF-Mitt. 2/2002: 25-33.
- MOULDER, B.C. & D.E. REICHLE (1972): Significance of spider predation in the energy dynamics of forest-floor arthropod communities. – Ecological Monographs 42: 473-498.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie, 3. Auflage. – Quelle und Meyer, Heidelberg: 430 pp.
- OTTO, L.F. (2000): Waldschutzsituation 1999/2000 in Sachsen. – AFZ/Der Wald 7: 358-359.
- PICKET, S.T.A. (1989): Space-for-time substitution as an alternative to long term studies. – In: LIKENS (eds.): Longterm studies in ecology. Springer, New York: 110-135.
- PLATEN, R. (1996): Statistisch-ökologische Analyse der Spinnenzönosen (Araneida) in exotischen und einheimischen Gehölzanbauten im Staatswald Burgholz. – Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal 49: 145-168.
- PLATEN, R. et al. (1998): Rote Liste der Webspinnen Deutschlands (Arachnida: Araneae). – In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 55: 268-275.
- RATSCHKER, U.M. (2001): Die Zönose der Spinnen und Weberknechte in der Agrarlandschaft des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin. – Dissertation, Institut für Forstbotanik und Forstzoologie, TU Dresden, Tharandt: 218 pp.
- SCHAEFER, M. (2001): Die Beziehung zwischen Waldstruktur und Diversität der Fauna. – Forst und Holz 56/15: 488-492.
- SMUL, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2003): Forstbericht 1998 - 2002. – Dresden.
- SPELLMANN, H. (1995): Vom strukturarmen zum strukturreichen Wald. – Forst und Holz 50/2: 35-44.
- SPELLMANN, H. (1996): Waldbau im Wandel. – Forst und Holz 51/1: 3-9.