

Regionaler Vergleich von Schadsymptomen an Kiefern (*Pinus sylvestris* L.) im Ballungsraum Berlin

Mechthild Kalhoff und Gabriele Meyer

Synopsis

Twigs and needles of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) from eight sampling stands in Berlin and the vicinity were investigated macroscopically for needle loss and damage symptoms. One of the symptoms was correlated with SO₂ load, one with summersmog (O₃/NO_x). Regarding the needle loss and the amount of undamaged needles we found a distribution into two groups. The first consists of stands right near to the city center with lower percentage of undamaged needles and lower foliage degree and the second of stands in longer distance with higher foliage degree and higher percentage of undamaged needles. The frequency and kind of the symptoms showed a more differentiated regional distribution, which could not be explained by the distance to the city center alone.

Pinus sylvestris L., needle damage symptoms, total foliage degree, regional distribution, SO₂, summersmog

Pinus sylvestris L., Nadelsymptome, Gesamtbenadelung, regionale Verteilung, SO₂, Sommersmog

1. Einleitung

Um die unterschiedliche Belastung von Waldflächen durch Schadstoffeinträge aus dem urban-industriellen Bereich des Ballungsraums Berlin abschätzen zu können, wurden im Rahmen des inter-disziplinären Untersuchungsprogrammes »Ballungsraumnahe Wald-ökosysteme« (BallWös) Bestände mit der Hauptbaumart Kiefer schaddiagnostisch untersucht. Die Ergebnisse belegen einen Einfluß sowohl von SO₂ als

auch von O₃/NO₂ (MEYER 1989, MEYER & al. 1992, KALHOFF 1993). Die deutlichste Wirkung zeigt sich in Art und Häufigkeit der auftretenden Nadelschäden (Chlorosen, Nekrosen), während die Benadelung in stärkerem Maße klimadeterminiert reagiert.

Die Immissionssituation war geprägt durch relativ hohe SO₂- und Schwebstaubkonzentrationen, die im Winter ihr Maximum aufwiesen. Für SO₂ deutet sich ein abnehmender Trend an (SEN.STADT.UM. 1994). Im Sommer kommt es im gesamten Stadtgebiet zu erhöhten O₃-Konzentrationen (Tab. 1).

Da die Ozonbildung eine gewisse Zeit beansprucht, in der die Vorläuferstoffe durch Luftströmung von ihrem Entstehungsort verdriftet werden und O₃ an Orten mit hohem NO-Ausstoß (Straßenraum) weitgehend zerstört wird, treten höhere O₃-Konzentrationen bevorzugt am Stadtrand (SEN.STADT.UM. 1992) und in größerer Entfernung im Windschatten der Stadt auf (UBA 1992). Der Ballungsraum Berlin wirkt als ein großer Flächenemittent und ist damit für seine eigenen Wälder und die in der näheren Umgebung ein erheblicher Belastungsfaktor. Aufgrund nur fragmentarischer Informationen über die Immissionssituation im Umland, konnte eine Einschätzung der aktuellen Immissionsbelastung der Wälder in der Umgebung Berlins nur über ihre topographische Lage zum Ballungsraum erfolgen. Die vorherrschende Windrichtung ist NW-SW. Erhöhte Schadstoffkonzentrationen (Hauptkomponenten: SO₂, Schwebstaub) treten vor allem bei Winden aus SW und SO auf (ISRAEL & al. 1992). Die Leestandorte müßten daher einer höheren Immissionsbelastung ausgesetzt sein.

Tab. 1

Immissionsdaten für SO₂ und O₃ in Berlin. Mittelwerte für SO₂ (April – März) und O₃ (April – Sept.) am BLUME-Meßpunkt im Grunewald (Jagen 91) (SEN.STADT.UM. 1994).

Tab. 1

Immissionrate of SO₂ and ozone in Berlin. Mean values of SO₂ (april–march) and ozone (april–sept.) at the BLUME-station Grunewald (Jagen 91) (SEN.STADT.UM. 1994).

Immissionskomponente	1990	1991	1992	1993	ECE*
SO ₂ -Jahresmittel (µg/m ³)	49	36	28	26	20
O ₃ -Mittel der Vegetationsperiode (µg/m ³)	68	73	81	65	50

ECE*: ECE-Richtwerte (UNECE 1988)

Ziel der schaddiagnostischen Untersuchungen ist es, Nadelschäden zu erfassen, die sich als empfindliche und spezifische Reaktion auf bestimmte Schadgase ausbilden, um daraus Hinweise über Art und Ausmaß der regional vorherrschenden Immissionsbelastung für die Wälder abzuleiten.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsflächen

Es werden drei Kiefern-Eichen-Mischbestände (Pino-Quercetum) (Düppel 93 = **DÜ**, Grunewald 155 = **GR**, Tegel 74 = **TE**) im westlichen Stadtgebiet von Berlin sowie im Umland vier Kiefernjungbestände (Prützke = **PR**, Krämerpfuhl = **KR**, Liepnitz = **LI**, Fangschleuse = **FA**) und ein Kiefernaltbestand mit Naturverjüngung (Bärenklau=**BÄ**) untersucht (zur Lage vgl. Abb. 3). Alle Standorte sind grundwasserfern und lassen sich dem Bodentyp nach als podsolige Rostbraunerde (**LI**), Rostbraunerde (**TE**, **GR**, **DÜ**, **BÄ**, **KR**, **FA**) und Braunerde (**PR**) ansprechen (RENGER & KRAHN 1989, RIEK 1992). Die nutzbare Feldkapazität liegt zwischen 87 mm in **PR** und 120 mm in **TE**.

2.2 Probenahme

Entnahme eines repräsentativen Zweiges aus dem oberen Kronendrittel (Lichtkrone) in südwestlicher bis südöstlicher Ausrichtung durch Besteigung im Herbst 1990 und 1991.

2.3 Erhobene Merkmale

Gesamtbenadelung (Summe der mittleren Benadelung der einzelnen Nadeljahrgänge in %), Nadel-schäden (Anteil Nadeln mit makroskopisch sichtbaren Symptomen). Bei den Symptomen werden unter-

schieden: S_0 = ungeschädigte Nadeln, S_1 = punktförmige Chlorosen (chlorotic mottling) und Spitzenchlorosen, S_2 = punktförmige Nekrosen, S_{II} = band- und fleckförmige, scharf abgegrenzte Chlorosen, im weiteren Verlauf nekrotisierend und auf den Apikalbereich der Nadel übergreifend. Während für den Typ S_2 überwiegend Fraß- und Frostereignisse eine ursächliche Rolle spielen (FINK 1987, KALHOFF 1993), stehen die Schäden des Typs S_1 nach Vergleich mit Literaturdaten (HARTMANN et al. 1988, HANISCH & KILZ 1990, PENNSYLVANIA STATE COLLEGE OF AGRICULTURE 1989) und nach Korrelationsanalyse mit erhöhten O_3 -Konzentrationen und erhöhten Temperaturen im Zusammenhang (KALHOFF 1993). Als Ursache für die Klasse S_{II} kommt die SO_2 -Belastung in Frage (VAN HAUT & STRATMANN 1970, HARTMANN et al. 1988, HANISCH & KILZ 1990, PENNSYLVANIA STATE COLLEGE OF AGRICULTURE 1989, MEYER & al. 1992, KALHOFF 1993).

2.4 Statistische Methoden

Zur Abschätzung der Bestandesähnlichkeit wurde eine Clusteranalyse anhand standardisierter Variablen durchgeführt. Als Abstandsmaß diente die quadratische euklidische Distanz und als Fusionierungsverfahren die Methode nach WARD (1963).

3. Ergebnisse

Im regionalen Vergleich liegt die Gesamtbenadelung mit Ausnahme von **PR** (extrem trockener Standort, nFk: 87 mm) im Umland höher als im Stadtgebiet (Abb. 1, A). Geht man davon aus, daß die Normbenadelung bei ca. drei Nadeljahrgängen (270% Gesamtbenadelung) liegt, kommt dem Prozentsatz des

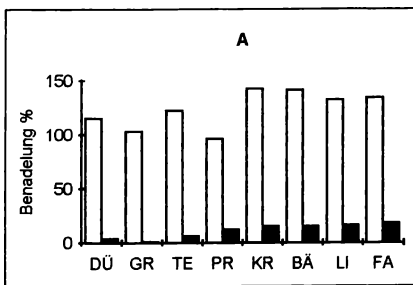


Abb. 1

(A) Gesamtbenadelung (offene Säulen) und die Benadelung des 3. Nadeljahrgangs (graue Säulen), und (B) Anteil an ungeschädigten Nadeln (offene Säulen) und durch Immissionen geschädigter maximaler Nadelfläche in % (graue Säulen) im regionalen Vergleich.

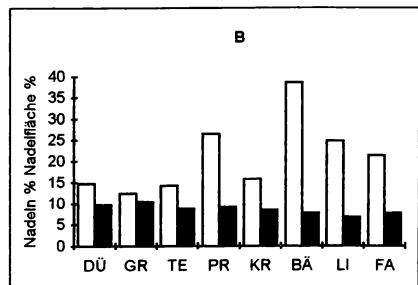


Fig. 1

(A) Regional comparison of foliage degree (open bars) and remaining percentage of the 3rd annual needle set (grey bars) and (B) the amount of undamaged needles (open bars) and of maximum needle area damaged by immission (grey bars) in %. Sampling period 1990-91.

3. Nadeljahrgangs eine Schlüsselrolle zu. Diese liegt im Umland höher als bei den stadtnahen Beständen (Abb. 1, A). Der Anteil ungeschädigter Nadeln liegt im Umland höher, der Anteil an durch Immissionen geschädigter Nadeln niedriger als bei den stadtnahen Beständen (Abb. 1, B). Beide Faktoren deuten auf eine höhere Belastung der Stadtstandorte hin.

Eine Clusteranalyse der Benadelung des 3. Nadeljahrganges, des Anteils ungeschädigter Nadeln und der durch Immissionen geschädigten Nadeln bestätigt die Ähnlichkeit der stadtnahen Bestände untereinander, die sich von denen im Umland differenzieren (vgl. Abb. 2).

Betrachtet man die verschiedenen Nadeln, die mit spezifischen Schadstoffbelastungen in Zusammenhang stehen, so ergibt sich ein differenzierteres Bild, das sich nicht allein durch die Entfernung zur Stadt erklären läßt (Abb. 3).

Die Bestände **GR** und **KR** zeichnen sich durch den höchsten Anteil an Nadeln mit bandförmigen Symptomen (SII) aus, die mit erhöhten SO₂-Konzentrationen im Zusammenhang stehen. Für die hohe SO₂-Belastung des Umlandstandortes **KR** kommt als Verursacher der in südöstlicher Richtung liegende Stahlstandort Henningsdorf in Frage, der in den vergangenen Jahren erheblich zur SO₂-Belastung der Region beigetragen hat.

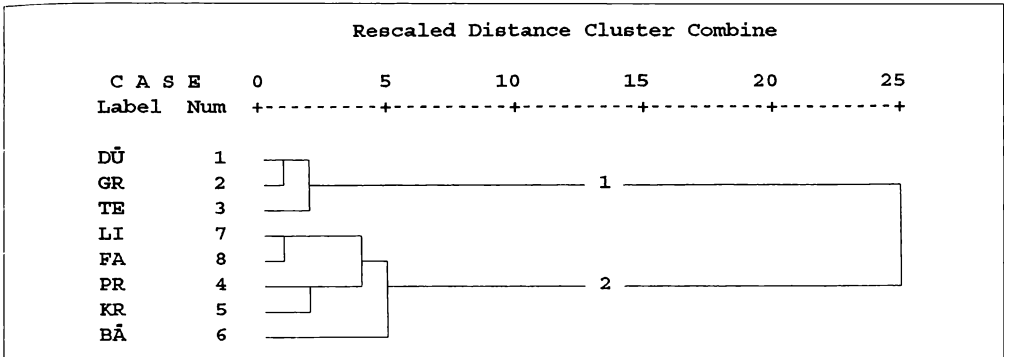


Abb. 2 Dendrogramm der Bestandesähnlichkeit bezüglich der Benadelung des 3. Nadeljahrganges, des Anteils an ungeschädigten Nadeln und der durch Immissionen geschädigten Nadeln.

Fig. 2 Dendrogram of the similarity of stands regarding the percentage of the 3rd annual needle set, the amount of undamaged needles and of maximal needle area damaged by immission effects.

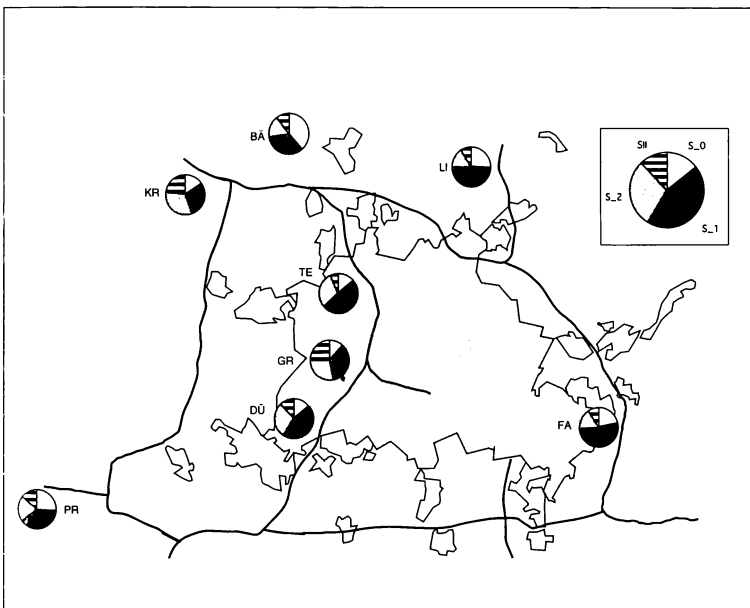


Abb. 3 Regionaler Vergleich der Anteile an Schadsymptomen im Zeitraum 1990-91. Grau unterlegte Fläche= Berlin, weiße Flächen= umliegende Gemeinden. S₀= ungeschädigte Nadeln (%), S₁= Nadeln mit Punkt-/ Spitzenchlorosen (%), S₂= Nadeln mit Punktnekrosen (%), SII= Nadeln mit bandförmigen Symptomen (%).

Fig. 3 Regional comparison of the amount of needle symptoms during the sampling period 1990-91. S₀= needles without symptoms (%), S₁= needles with point and tip chlorosis (%), S₂= needles with point necrosis (%), SII= needles with ring forming symptoms (%).

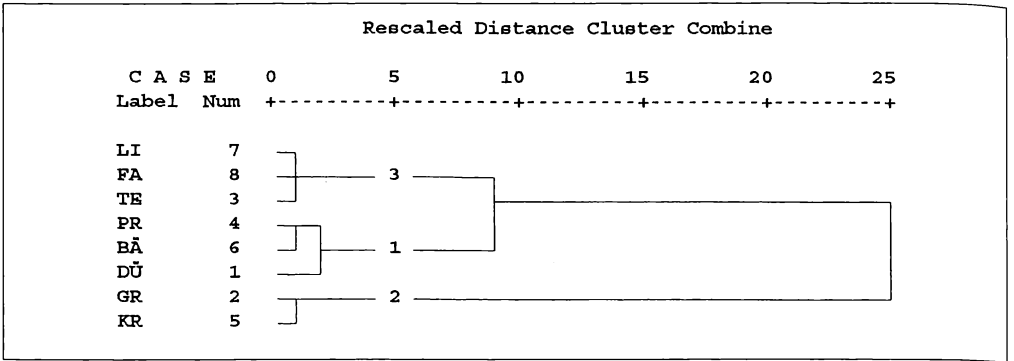


Abb. 4

Dendrogramm zur Beschreibung der Bestandesähnlichkeit bezüglich des Anteils an Nadeln mit Punkt- bzw. Spitzenchlorosen (S₁) und bandförmigen Symptomen (SII)

In Bezug auf den Symptomtyp S₁, der mit erhöhten O₃-Konzentrationen korreliert, weisen die Bestände LI und FA, aber auch TE und DÜ hohe Anteile auf. Das deckt sich mit der höheren O₃-Konzentrationen im Windschatten des Ballungsraumes.

Eine Clusteranalyse bezüglich der Symptome S₁ und SII ergibt folgende Einteilung: in Cluster 3 (TE, LI, FA) ist die Hälfte der Nadeln dem Symptomtyp Punkt- und Spitzenchlorosen (S₁) zuzuordnen, bei nur geringem Anteil bandförmiger Symptome (SII). In Cluster 2 (GR, KR) liegt der Anteil Nadeln mit SII höher als in den übrigen Gruppen. Cluster 1 (DÜ, PR, BÄ) nimmt eine Mittelstellung ein (Abb. 4).

4. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine hohe Belastung der Kiefernbestände an. CORNELIUS & DARIUS 1994 haben in einem Vitalitätsmodell für die Kiefern im Raum Berlin einen Bereich von 160–350 % Gesamtbenadelung ermittelt, in dem eine Abpufferung von Streßereignissen ohne akute Schäden mit Hilfe von Reservesubstanzen möglich ist. Darunter kann eine Streßpufferung nur unter Zuwachseinbußen erfolgen. Fällt die Gesamtbenadelung unter einen Wert von 90%, ist die Streßbewältigung nur noch begrenzte Zeit durch Verbrauch von gespeicherten Reservestoffen möglich und führt zu Siechtum und Tod. Die gefundene Gesamtbenadelung liegt bei allen Beständen in einem Bereich (90–150 %), in dem die Streßpufferung nicht ohne Verluste zu bewältigen ist. Der geringe Anteil ungeschädigter Nadeln macht die Gefährdung der Berliner Wälder noch offensichtlicher.

Die Belastung der Bestände durch Luftverunreinigungen ist insgesamt in Stadtnähe höher als im

Fig. 4

Dendrogram for the description of the similarity of the pine-stands regarding the amount of needles with point and tip chlorosis (S₁) and ring forming symptoms (SII)

Umland. Das zeigt sich am höheren Anteil geschädigter Nadeln und der niedrigeren Benadelung. Das Niveau der Benadelung lag aufgrund vorangegangener Trockenphasen im Sommer (1988–1990) im Zeitraum 1990–91 sehr niedrig. Das bestätigen Aussagen von HEINSDORF & al. 1992 über z.T. weniger als zwei Nadeljahrgänge für die Kiefernbestände in Brandenburg.

Das räumliche Muster der Nadelschäden läßt sich weitgehend durch vorhandene Immissionsdaten erklären. Der Schwerpunkt der SII-Symptome in GR innerhalb Berlins, deckt sich mit den Ergebnissen von Depositionsmessungen, die für den Bestand GR die höchsten Eintragsraten für SO₄-Schwefel ergaben (FISCHER 1993). Das verstärkte Auftreten von S₁-Symptomen auf Standorten im SO und NO Berlins, wird durch die Ergebnisse von GERSTENBERG 1992 bestätigt. Diese Auswertung konnte für O₃ ein Maximum der Dosiswindrose bei Winden aus NW-SW feststellen.

Die Effekte der Immissionsveränderungen seit 1990 auf die Wälder werden mit Hilfe der Schadendiagnostik im Auftrag der SEN. STADT.UM. an zusätzlichen Standorten verfolgt.

Literatur

- CORNELIUS, R. & DARIUS, F., 1994: Das Kiefern-Vitalitätsmodell. In: CORNELIUS, R., GERSTENBERG, J.H., KOHL, S & SCHENK, B.: Grundlagen zum Maßnahmenprogramm Naturhaushalt/Wald, Gutachten i. A. der Senatsverw. f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz, Berlin. Bd 1, 23–42.
- FINK, S., 1987: Anatomie und Histochemie von Koniferennadeln als Diagnosemittel zur Klärung der Beteiligung biotischer und abiotischer Schadfaktoren beim »Waldsterben«. In: Forschungsber.

- KfK-PEF 12, Bd. 1, 113–122.
- FISCHER, U., 1993: Regionale Depositionsmessungen. Abschlußber. des Projektes Ballungsraumnahe Waldökosysteme, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, 31 S.
- GERSTENBERG, J. H., 1992: Auswertung der BLUME-Meßstation Grunewald 91. In: CORNELIUS, R., GERSTENBERG, J.H., KOHL, S & SCHENK, B.: Grundlagen zum Maßnahmenprogramm Naturlandwirtschaft/Wald. Gutachten i. A. der Senatsverw. f. Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin.
- HANISCH, B. & KILZ, E. (1990): Waldschäden erkennen. Fichte und Kiefer. Kap. 5: Verfärbungssymptome, 172–217. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HARTMANN, G., NIENHAUS, F. & BUTIN, H. (1988): Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. Kap. Kiefer, 64–104. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- HEINSDORF, D., KALLWEIT, R. & MAJUNKE, C., 1992: Waldschäden und Waldschutz in Brandenburg. AFZ 18, 969–972.
- ISRAEL, G. W., ERDMANN, A., SHEN, J., FRENZEL, W. & ULRICH, E., 1992: Analyse der Herkunft und Zusammensetzung der Schwebstaubimmissionen. Abschlußbericht zum F+E-Vorhaben: »Herkunft und Zusammensetzung der Schwebstaubimmissionsbelastung«, i. A. der Senatsverw. für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin und des Umweltbundesamtes, 275 S.
- KALHOFF, M., 1993: Diagnostik und Schadsymptome. Abschlußber. des Projektes Ballungsraumnahe Waldökosysteme, Senatsverwalt. f. Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, 73 S.
- MEYER, G., 1989: Diagnostik und Schadsymptome. Abschlußber. F+E-Vorhabens »Ballungsraumnahe Waldökosysteme«, i. A. des UBA & Senatsverwalt. f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz, Berlin, 50 S.
- MEYER, G., BORNKAMM, R. & PREUB, T., 1992: Makroskopische Schadsymptome der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) in Abhängigkeit von Außenfaktoren. Verhand. Gesell. Okol., 21, 159–168.
- PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, COLLEGE OF AGRICULTURE (1989): Schadensdiagnose an Waldbäumen im Osten der USA: Ein Handbuch zur Identifizierung von Schäden verursacht durch Luftschadstoffe, Pathogene, Insekten und abiotischen Streß.
- RENGER, M. & KRAHN, M., 1989: Wasser-, Nährstoff- und Säurezustand repräsentativer Waldböden. Abschlußber. F+E-Vorhabens »Ballungsraumnahe Waldökosysteme«, i. A. des UBA und der Senatsverwalt. f. Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, 58 S.
- RIEK, W., 1992: Boden- und Bestandeskennwerte von Kiefern- und Eichenstandorten im Raum Berlin und Umgebung. Abschlußber. des Projektes Ballungsraumnahe Waldökosysteme, i. A. der Senatsverw. für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin,
- SEN.STADT.UM. (Senatsverwalt. f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz, Berlin), 1992: Ozon im Sommer 1990. Luftgüte-Meßnetz (BLUME), SEN.STADT.UM. (Senatsverwalt. f. Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin), 1994: Luftverunreinigungen in Berlin im Jahr 1993. Ergebnisse des Berliner Luftgüte-Meßnetzes (BLUME).
- UBA (Umweltbundesamt), 1992: Daten zur Umwelt 1990/91. Erich Schmidt-Verlag, Berlin.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe), 1988: ECE Critical Levels Workshop.
- VAN HAUT, H. & STRATMANN, H. (1970): Farbatelatlös über die Schwefeldioxid-Wirkung an Pflanzen. LIS Nordrhein-Westfalen, 1–206.
- WARD, J.H., 1963: Hierarchial grouping to optimize an objectiv function. J.Amer.Stat.Ass., 58,236ff.

Adressen

Mechthild Kalhoff,
TU-Berlin, Institut für Ökologie
Fachgebiet Botanik
Rothenburgstr. 12, 12165 Berlin

Dr. Gabriele Meyer
Hohenzollerndamm 2
10717 Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Gabriele, Kalhoff Mechthild

Artikel/Article: [Regionaler Vergleich von Schadsymptomen an Kiefern \(*Pinus sylvestris* L\) im Ballungsraum Berlin 297-301](#)