

Untersuchungen über den Gesundheitszustand der Witwald-Eichen von Wildenstein - vorläufige Ergebnisse

Autor(en): **Flückiger, Walter / Braun, Sabine**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel**

Band (Jahr): **7 (2003)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-676758>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Untersuchungen über den Gesundheitszustand der Witwald-Eichen von Wildenstein – vorläufige Ergebnisse

WALTER FLÜCKIGER UND SABINE BRAUN

Zusammenfassung: Erste Untersuchungen über das Ausmass der Schädigungen am Eichenbestand des Witwaldes im Gebiet Wildenstein und mögliche Ursachen ergaben, dass rund 27% von 134 untersuchten Individuen eine Kronenverlichtung von >25%, davon 2.2% eine solche von >60%, aufweisen. Bei Bäumen mit erhöhter Kronenverlichtung und mit erhöhtem Totastanteil konnten verschiedene phytopathogene Pilze wie *Armillaria mellea* (Hallimasch), *Bjerkandera adusta* (Angebrannter Rauchporling), *Phellinus robustus* (Eichenfeuerschwamm), *Cryptosporiopsis quercina* sowie *Phomopsis* sp. festgestellt werden. Aus Feinwurzeln geschädigter Eichen konnten ebenfalls die wurzelpathogenen Pilze *Cylindrocarpon destructans* und *Pythium* sp. isoliert werden. Mykorrhizen konnten anhand von Stichproben bei stark geschädigten Eichen nur vereinzelt beobachtet werden. Mit Ausnahme von Magnesium, bei welchem im Laub ein leichter Mangel nachgewiesen werden konnte, zeigten geschädigte Eichen eine ausgeglichene Nährstoffversorgung. Die CO₂-Werte in der Bodenluft (20 cm Tiefe), gemessen in Stichproben über das gesamte Areal, sind mit 0.7 bis 1.5 Vol% leicht erhöht und weisen auf eine allgemeine leichte Bodenverdichtung hin.

Abstract: Preliminary results show that 27% of 134 assessed oaks of the «Witwald» in the area of Wildenstein show a crown defoliation of more than 25%, 2.2% of them more than 60%. Trees with increased crown defoliation and increased number of dead branches showed attacks by various phytopathogenic fungi such as *Armillaria mellea*, *Bjerkandera adusta*, *Phellinus robustus*, *Cryptosporiopsis quercina* and *Phomopsis* sp. The pathogenic fungi *Cylindrocarpon destructans* and *Pythium* sp. were isolated from fine roots of damaged trees. In random samples, mycorrhiza were observed only scarcely in fine roots of heavily damaged trees. Foliar analysis revealed an adequate nutrition with the exception of a light magnesium deficiency. Increased CO₂ concentrations (0.7 bis 1.5 Vol%) in soil air were measured across the whole area in 20 cm depth, indicating some soil compaction.

Einleitung

Die Witwald-Eichen von Wildenstein, mit teils über 500jährigen Eichen (Lüthi 2002; Kontic 2003 in diesem Band) zeichnen sich durch einen sehr heterogenen Gesundheitszustand der Bäume aus. Abgesehen von den alten Bäumen, die mutwillig durch Feuer zum Absterben gebracht wurden, sind sowohl sehr alte als auch jüngere Individuen in den vergangenen Jahren abgestorben oder weisen einen augenfällig hohen Totastanteil auf. Zudem ist bei einzelnen Individuen eine vorzeitige Blattverfärbung mit einer erhöhten Kronenverlichtung festzustellen. Im Sommer 1998 wurden auf Wunsch des Forstamtes beider Basel erste Untersuchungen über mögliche Ursachen der Schädigungen an den Eichen durchgeführt. Um den Gesundheitszu-

stand der Eichen besser überwachen zu können, wurden 2002 134 Eichen des Eichenhains ins Interkantonale Walddauerbeobachtungsprogramm des Instituts für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP) aufgenommen. Im gleichen Jahr wurden durch den Revierförster Herr Alfred Bürgin versuchsweise auch erste Sanierungsmassnahmen durchgeführt.

Material und Methoden

Kronenverlichtung

Die Einschätzung der Kronenverlichtung und Kronenverfärbung wurde gemäss der Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen (EAFV 1990) und der Europäischen Wirt-

Blatt-/ Nadelverlust	Verlichtungsstufe	Verlichtungs- grad
0–10%	0	kein
>10–25%	1	leicht
>25–60%	2	mittelstark
>60%	3	stark
100%	4	abgestorben

Tab. 1: Verlichtungsklassen nach UN/ECE.

schaftskommission der UNO, UN/ECE (ICP Forests 1996) im August 2002 nach EU-Klassifikation durchgeführt. Dabei gelten die Verlichtungsklassen gemäss Tab. 1.

Gemäss UN/ECE (1992) gelten Bäume mit einer Kronenverlichtung, die den Schwellenwert von 25% übersteigt, als «geschädigt», nach jüngerer Interpretation zumindest stressbelastet.

Pathogene Pilze

Die Bestimmung von Pilzfruchtkörpern und von pathogenen Pilzen aus Isolationen von Stammrinde, Ästen und Wurzeln wurde von Frau Dr. Liliane Petrini, wissenschaftliche Beratungen Comano, durchgeführt.

Nährstoffanalysen im Laub

Blätter geschädigter Eichen wurden Mitte Juli 1998 geerntet, bei 80°C getrocknet und nach modifizierter Kjeldahl-Methode (Allen 1989) aufgeschlossen. Stickstoff und Phosphor wurden anschliessend spektrophotometrisch (mittels Indophenol bzw. Phosphormolybdänblau), Kalium flammenphotometrisch (FES) und Kalzium, Magnesium und Mangan mittels Atomabsorption (AAS) bestimmt.

Bodenverdichtung

Mit Hilfe von CO₂-Messungen im Oberboden wurde an 12 über das ganze Areal verteilten Stellen das Ausmass der Bodenverdichtung abgeschätzt (Schack-Kirchner und Hildebrand 1998). Sonden von 10, 15 und 20 cm Länge wurden im Boden installiert, die Bodenluft mit Glasspritzen entnommen und das CO₂ mit einem Photosynthesemessgerät LICOR 6200 analysiert. Gleich-

zeitig wurde der Bodenwassergehalt mit einer TDR-Sonde bestimmt.

Zur Lockerung des Oberbodens und Förderung der Mykorrhizierung wurde in einem ersten Ansatz mykorrhizapilzreiche Walderde aus einem benachbarten Alteichenbestand sorgfältig in den Oberboden ausgewählter mittel bis stark geschädigter Eichen eingebracht.

Ergebnisse

Kronenverlichtung und Kronenverfärbung

Die Inventur der Kronenverlichtung bei den 134 für die Dauerbeobachtung ausgeschiedenen Eichen ergab ein für die Nordwestschweiz übliches Verlichtungsbild bei Eichen. Rund 27% der Bäume wiesen eine Kronenverlichtung von >25% auf (Abb. 1); sie müssen gemäss UN/ECE (1992) als «geschädigt» oder stressbelastet angesehen werden. Im Vergleich weisen die Eichen in den 19 vom IAP untersuchten Walddauerbeobachtungsflächen im Mittelland und der Nordwestschweiz 2002 einen Anteil von 25% stärker verlichteten Eichen auf (in den 14 Flächen der Nordwestschweiz 30%). Allerdings fällt bei den Witwaldeichen der erhöhte Anteil von 2.2% Bäumen mit einer Kronenverlichtung >60% auf. Mit 3% stärker (>25%) vergilbten Bäumen liegen die Witwaldeichen im regionalen Mittel.

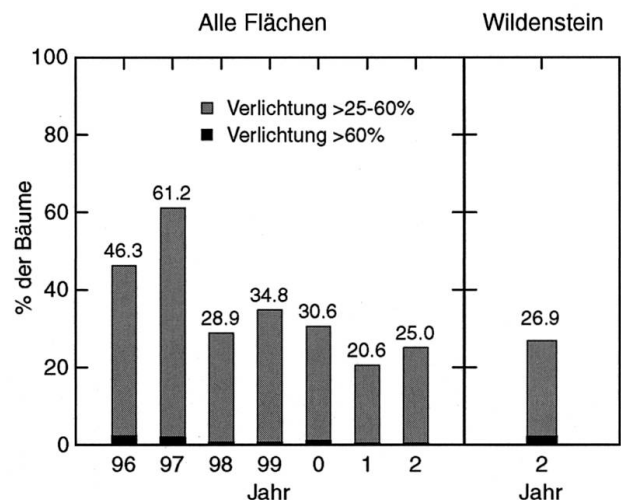


Abb. 1: Anteil der >25% verlichteten Eichen in allen vom IAP aufgenommenen Flächen zwischen 1996 und 2002 sowie in Wildenstein im Jahre 2002.



Abb. 2: Fruchtkörper von Hallimasch (*Armillaria mellea*) am Stammfuss einer Eiche.



Abb. 3: Durch Phomopsis-Befall verursachtes Triebsterben.

Nährstoff	Wiederholung	Konzentration in mg/g TG	Klassifikationsbereich für ausreichende Versorgung nach ICP Forests (Stefan et al. 1997)
Stickstoff	1	22.3	15.0–25.0
	2	24.7	
	3	20.2	
Phosphor	1	1.3	1.0–1.8
	2	1.7	
	3	1.1	
Kalium	1	8.4	5–15
	2	8.1	
	3	8.3	
Kalzium	1	9	3.0–3.8
	2	11.7	
	3	11.6	
Magnesium	1	0.86	1.0–2.5
	2	0.77	
	3	0.71	
Mangan	1	0.15	0.035–>0.1*
	2	0.1	
	3	0.12	

* Ausreichende Versorgung nach Bergmann (1993)

Tab. 2: Nährstoffkonzentrationen in Blättern geschädigter Eichen (Wildenstein).

Phytopathologische Untersuchungen an Stamm und Ästen

Bei einzelnen stark geschädigten Eichen konnte am Stamm entweder ein Befall mit Hallimasch (*Armillaria mellea* Vahl. Fr. Kumm), einem typischen Schwächeparasiten, oder mit den Weissfäulepilzen Angebrannter Rauchporling (*Bjerkandera adusta* [Willd.ex.Fr.] Kant.) und/oder Eichenfeuerschwamm (*Phellinus robustus* [Kars.] Bourd et Galz) festgestellt werden (Jahn 1979, Butin 1989). An geschädigten Rindenpartien des Stammes verlichteter Eichen konnte zudem der Peziculakrebs *Cryptosporiopsis quercina* Petr. und aus abgestorbenen Ästen der phytopathogene Pilz *Phomopsis* sp. isoliert werden. Dieses Pathogen kann bei Eichen ein Triebsterben verursachen (Uecker 1988).

Nährstoffuntersuchungen im Laub

Wie aus Tab. 2 hervorgeht, konnten in den Blättern geschädigter Eichen mit Ausnahme eines leichten Magnesiummangels und einer hohen Kalziumversorgung keine Abweichungen von

der Norm festgestellt werden. Die Konzentrationen von Stickstoff, Phosphor, Kalium und Mangan sind gemäss Literaturangaben (Flückiger und Braun 2003, Bergmann 1993) und dem Klassifikationsbereich nach ICP Forests (Stefan et al. 1997) ausreichend.

Wurzeluntersuchungen

Bei Stichprobenuntersuchungen an Feinwurzeln (Durchmesser < 2 mm) mittel bis geschädigter Eichen wurde keine oder nur vereinzelt eine Mykorrhizierung beobachtet, was sich bezüglich der Wasser- und Nährstoffaufnahme sowie beim Schutz vor wurzelpathogenen Pilzen und toxischen Metallionen für den Baum negativ auswirken kann. In Isolationsversuchen wurde ein Befall der Feinwurzeln mit den wurzelpathogenen Pilzen *Cylindrocarpon destructans* ([Zins] Scholten) sowie *Pythium* sp. festgestellt.

Bodenuntersuchungen

Die über den ganzen Eichenhain in Stichproben durchgeführten CO₂-Messungen in 10, 15 und

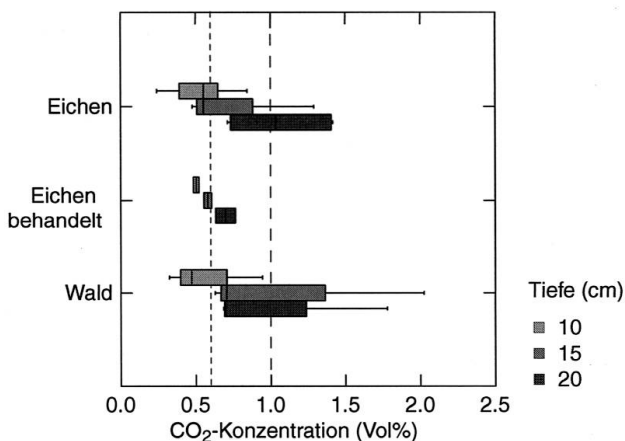


Abb. 4: CO₂-Konzentration in der Bodenluft in verschiedenen Tiefen. Als Linien eingezeichnet sind die CO₂-Konzentrationen, bei denen Gaertig et al. (2001) eine leicht bzw. stark verminderte Durchwurzelung feststellten. SYSTAT-Boxplot mit Median als Querstrich und Box vom 25%-75%-Quantil.

20 cm Tiefe ergaben erhöhte Werte von über 0.6 bis 1.5 Volumenprozent, was auf eine gehemmte Durchlüftung bzw. Bodenverdichtung hinweist (Abb. 4). Bei den Eichen mit Oberbodenlockerung und Einbringung von Waldboden sind die Werte tiefer, was auf eine bessere Bodendurchlüftung im Wurzelbereich der Bäume auch noch zwei Jahre nach der Behandlung hinweist.

Diskussion

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind als vorläufige Befunde zu betrachten. Die phytopathologischen und blattanalytischen Untersuchungen wurden nur an einem kleinen, mittel bis stark geschädigten Kollektiv von 4 bis 5 Bäumen vorgenommen. Es ging dabei vornehmlich darum, die Ursache des hohen Totanteils bei den einzelnen Individuen und des Absterbens einzelner Bäume abzuklären. Die 1998 begonnenen Untersuchungen wurden 2002 durch Erfassen des Kronenzustandes bei einem grösseren Kollektiv von 134 Bäumen erweitert. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Witwaldeichen trotz des hohen Alters eine für die Nordwestschweiz durchschnittliche Kronenverlichtung aufweisen. Eine altersbezogene veränderte Kronenverlichtung kann demnach nicht festgestellt

werden. Die Eiche ist europaweit die am stärksten verlichtete Laubbaumart. Auf europäischer Ebene betrug 2001 die mittlere Verlichtung 24.9% gegenüber der Buche mit 20.7% (UN/ECE 2002). Eine erhöhte Kronenverlichtung kann verschiedene, teils miteinander vernetzte Ursachen haben, wie zum Beispiel Witterungsstress, Nährstoffmangel, Parasitenbefall und Belastung durch Luftschadstoffe (UBA 1997). Die bei ausgewählten geschädigten Witwaldeichen isolierten verschiedenen phytopathogenen Pilze, die für die Astdürren und die erhöhte Kronenverlichtung verantwortlich sind, müssen mehrheitlich als Schwächeparasiten bezeichnet werden. Es wird deshalb vermutet, dass die Bäume in ihrer Vitalität durch andere Stressfaktoren vorgängig beeinträchtigt worden sind. Nicht nur der Hallimasch ist ein typischer Schwächeparasit, auch der aus geschädigten Rindenproben isolierte Pezizulakrebs *Cryptosporiopsis quercina* Petr. befällt bevorzugt Rot-eichen, die unter Trockenstress leiden (Butin 1989). Dies gilt auch bis zu einem gewissen Grade für *Phomopsis* sp., wie zahlreiche eigene Beobachtungen ergaben. Der aus Feinwurzeln geschädigter Eichen isolierte Pilz *Cylindrocarpon destructans* gehört zur normalen saprophyten Pilzflora auf der Wurzeloberfläche (Evans et al. 1967). Bei geschwächten Pflanzen vermag der Pilz allerdings pathogen zu werden (Butin 1989). *Cylindrocarpon destructans* produziert das Toxin Necrolid, welches pflanzliches Gewebe zum Absterben bringt (Evans et al. 1967). Eine Wachstumsminde rung oder gar ein Absterben von mit *Cylindrocarpon destructans* infizierten Feinwurzeln kann die Folge sein (Forbrig 1987, Chakravarty und Unestam 1987, Unestam et al. 1989). *C. destructans* hemmt auch das Myzelwachstum von Mykorrhizapilzen wie *Laccaria laccata* und *Paxillus involutus* und damit potentiell die Mykorrhizierung. Andererseits wird über eine antagonistische Wirkung von *L. laccata* und *P. involutus* auf *C. destructans* berichtet, damit sollen Wurzelschädigungen durch dieses Pathogen verhindert werden (Chakravarty et al. 1991, Buscot et al. 1992, Chakravarty und Unestam 1987). Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass eine Ursache der schwachen Mykorrhizierung geschädigter Eichen auch

in solchen pilzlichen Interaktionen zu suchen ist. Die Infektion von Feinwurzeln geschädigter Eichen scheint, wie eigene Untersuchungen in Wäldern von Allschwil, Rodersdorf und Biel-Benken ergaben, weit verbreitet zu sein. In Deutschland wurde beobachtet, dass die Feinwurzeln geschädigter Eichen ebenfalls mit *C. destructans* befallen sind (pers Mitt. K. von Wilpert). Neben den pilzlichen Interaktionen muss bei den Witwaldeichen aber auch die Stickstoffbelastung als Ursache einer verminderten Mykorrhizierung in Betracht gezogen werden. Die untersuchten Eichen befinden sich alle im Nahbereich von intensiv genutzten landwirtschaftlichen Kulturflächen. Ein Einfluss der Felddüngung kann deshalb nicht ausgeschlossen werden. Zudem kommt in diesem Gebiet eine atmosphärische Stickstoffdeposition von 30–40 kg N ha⁻¹ a⁻¹ dazu (Theis 1999), was deutlich über dem Critical Load für Stickstoff von 10–20 kg N ha⁻¹ a⁻¹ für den Wald liegt (Achermann und Bobbink 2003). Während «Generalisten» unter den Mykorrhizapilzen durch Stickstoff weniger beeinträchtigt werden, können Spezialisten sehr empfindlich auf Stickstoffdüngung reagieren. Nicht nur die Fruchtkörperbildung und die Bildung von extramatrikalem Myzel, auch die Mykorrhizierung selbst werden durch Stickstoff stark gehemmt (Rühling und Tyler 1991, Ter-morshuizen und Ket 1991, Nilsson und Wallander 2003).

Die Nährstoffversorgung ist bei den Elementen Stickstoff, Phosphor, Kalium und Mangan ausgewogen. Bei Kalzium liegt eine Über- und bei Magnesium eine Unterversorgung vor. Die Ursache des Magnesiummangels dürfte in der hohen Kalziumversorgung zu suchen sein. Hohe Kalziumkonzentrationen hemmen infolge der ionenantagonistischen Wirkung die Magnesiumaufnahme (Marschner 1995, Bergmann 1993). Nach Untersuchungen von Hildebrand et al. (2000) sind CO₂-Konzentrationen von über 0.6 Vol% in der Bodenluft des Oberbodens bei Wassergehalten unterhalb der Feldkapazität auf eine Störung der CO₂-Diffusion und damit der CO₂-Entsorgung aus dem Boden infolge Verdichtung des Oberbodens zurückzuführen. Felduntersuchungen ergaben eine deutlich geringere Feinwurzeldichte von Buchen und Eichen im Be-

reich von Zonen solch erhöhter CO₂-Konzentration im Boden auch noch mehrere Jahre nach einer induzierten Verdichtung (Gaertig et al. 2001, Eppinger et al. 2002). Ob sich die Bäume durch die «Bodenbehandlung» revitalisieren lassen, soll in künftigen Untersuchungen abgeklärt werden.

Verdankung

Herrn B. Feigenwinter, Kreisforstingenieur Forstamt beider Basel, und Herrn F. Bürgi, Forstbetriebsleiter Arxhof/Wildenstein sei an dieser Stelle für ihr reges Interesse und ihre tatkräftige Mithilfe, Frau Brigitte Möcklin für die Nährstoffanalysen sowie Frau Dr. E. Petrini für die Pilzbestimmung herzlich gedankt.

Literatur

- Achermann, B. & R. Bobbink (2003): Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop Berne, 11–13 November 2002, Proceedings. Environmental Documentation 164: 327 pp., Berne, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAFL.
- Allen, S. E. (1989): Chemical Analysis of Ecological Material. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, 368 pp.
- Bergmann, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag, Jena, 835 pp.
- Buscot, F., G. Weber & F. Oberwinkler (1992): Interactions between *Cylindrocarpon destructans* and ectomycorrhizas of *Picea abies* with *Laccaria laccata* and *Paxillus involutus*. *Trees* 6: 83–90.
- Butin, H. (1989): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 216 pp.
- Chakravarty, C., R. L. Peterson & B. E. Ellis (1991): Interaction between the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus*, damping-off fungi and *Pinus resinosa* seedlings. *Journal of Phytopathology* 132: 207–218.
- Chakravarty, P. & T. Unestam (1987): Mycorrhizal fungi prevent disease in stressed pine seedlings. *Journal of Phytopathology* 118: 335–340.
- EAFV (1990): Sanasilva Kronenbilder. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 98 pp.
- Eppinger, M., H. Schack-Kirchner & E. E. Hildebrand (2002): Rückegassen als Wurzelraum? *Allgemeine Forstzeitschrift* 57: 489–491.

- Evans, G., J. B. Cartwright & N. H. White (1967): The production of a phytotoxin, necrolide, by some root surface isolates of *Cylindrocarpon radicum* Ur. *Plant and Soil* 26: 253–266.
- Flückiger, W. & S. Braun (2003): Nutrient ratios for forest trees. In: *Critical Loads of Nitrogen. Report on a Workshop held in Berne, Switzerland, Nov. 11–13 2002*, BUWAL, Berne.
- Forbrig, R. (1987): Anatomische und histologische Untersuchungen an pilzinfizierten Fichtenkeimlingen (*Picea abies* Karst.). *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 158: 222–229.
- Gaertig, T., H. Schack-Kirchner & E. E. Hildebrand (2001): Steuert Gasdurchlässigkeit im Boden Feinstwurzeldichte und Vitalität bei Eiche? *Allgemeine Forstzeitschrift* 56: 1344–1347.
- Hildebrand, E. E., C. Puls, T. Gaertig & H. Schack-Kirchner (2000): Flächige Bodenverformung durch Befahren. *Allgemeine Forstzeitschrift* 55: 683–686.
- ICP Forests (1996): *Forest condition in Europe, 1996 Report*. UN/ECE, Brussels, Geneva, 127 pp.
- Jahn, H. (1979): *Pilze, die an Holz wachsen*. Verlag Busse, Detmold, 268 pp.
- Kontic, R. (2003): Dendrochronologische Altersbestimmung der Eichen von Wildenstein. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel* 7: 67–70.
- Lüthi, R. (2002): *Wildenstein. Exkursionsführer durch Naturschutzgebiete des Kantons Basel-Landschaft* 3: 72 pp., Verlag des Kantons Basel-Landschaft.
- Marschner, H. (1995): *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 889 pp.
- Nilsson, L. O. & H. Wallander (2003): Production of external mycelium by ectomycorrhizal fungi in a norway spruce forest was reduced in response to nitrogen fertilization. *New Phytologist* 158: 409–418.
- Rühling, A. & G. Tyler (1991): Effects of simulated nitrogen deposition to the forest floor on the macrofungal flora of a beech forest. *Ambio* 20: 261–263.
- Schack-Kirchner, H. & E. E. Hildebrand (1998): Prozessmonitoring mit Gaskonzentrationsmessungen in Waldböden. *Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen* 37: 149 pp., Freiburg im Breisgau.
- Stefan, K., A. Fürst, R. Hacker & U. Bartels (1997): *Forest foliar condition in Europe. Results of large-scale foliar chemistry surveys*. European Commission – United Nations/Economic Commission for Europe, Brussels, Geneva, Vienna, 207 pp.
- Termorshuizen, A. J. & P. C. Ket (1991): Effects of ammonium and nitrate on mycorrhizal seedlings of *Pinus sylvestris*. *European Journal of Forest Pathology* 21: 404–413.
- Theis, G. (1999): *Deposition von Stickstoffverbindungen in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft*. Lufthygieneamt beider Basel, Liestal, 42 pp.
- UBA (1997): *Auswertung der Waldschadensforschungsergebnisse (1982–1992) zur Aufklärung komplexer Ursache-Wirkungsbeziehungen mit Hilfe systemanalytischer Methoden*. Berichte 6/97: 693 pp., Berlin, Erich Schmidt Verlag AG.
- Uecker, F. A. (1988): *A World List of Phomopsis Names with Notes on Nomenclature, Morphology and Biology*. J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 231 pp.
- UN/ECE (1992): *Forest condition in Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*. CEC-UN/ECE, Brussels, Geneva, 117 pp.
- UN/ECE (2002): *Forest Condition in Europe. Results of the 2001 Large-scale Survey. 2002 Technical Report. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*, Geneva and Brussels, 99 pp.
- Unestam, T., L. Beyer-Ericson & M. Strand (1989): Involvement of *Cylindrocarpon destructans* in root death of *Pinus sylvestris* seedlings: pathogenic behaviour and predisposing factors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 521–535.

Prof. Walter Flückiger
Institut für Angewandte Pflanzenbiologie
Sandgrubenstrasse 25
4124 Schönenbuch

Dr. Sabine Braun
Institut für Angewandte Pflanzenbiologie
Sandgrubenstrasse 25
4124 Schönenbuch

