

Natürlichkeit und gebietsfremde Pflanzenarten im Wald – Untersuchungen am Zürichberg und im Kanton Aargau

Pascal Beer (Bäretswil)

Zusammenfassung

Um den Grad der Natürlichkeit von Buchenwaldflächen im Schweizer Mittelland zu erfassen, wurde ein z. T. neues Verfahren zur Quantifizierung des menschlichen Einflusses auf zwei Buchenwald-Gebiete bei Zürich und Zofingen (AG) entwickelt und exemplarisch auf 41 Untersuchungsflächen angewendet. Die unkomplizierte Beurteilungsmethode basiert auf Braun-Blanquet-Vegetationsaufnahmen und einem Vergleich der aktuellen mit der potenziell-natürlichen Vegetation. Ferner wurde die Pflanzenvielfalt der Untersuchungsflächen bestimmt. Auf acht weiteren Flächen wurde untersucht, wie sich das Auftreten von invasiven, gebietsfremden Pflanzenarten (Neophyten) auf die Pflanzenvielfalt von Waldflächen auswirken kann.

51% der Untersuchungsflächen können als naturnah bezeichnet werden, während 10% der Untersuchungsflächen stark verändert sind. Flächen mit starkem Neophytenbewuchs weisen eine tendenziell geringere Pflanzenvielfalt auf als gleichartige Flächen ohne Neophyten. Zwischen den beiden Buchenwald-Gebieten Zürich und Zofingen bestehen kaum Unterschiede. Vor allem die Forstwirtschaft, aber auch Waldbesucher und Anwohner können mit verschiedenen Massnahmen einen nachhaltigen Beitrag zur Erhaltung und Verbesserung des Zustandes der Wälder leisten.

Naturalness of forests and their alien plants – Investigations near Zurich and in the Canton of Aargau

In two beech forest areas near Zurich and Zofingen AG (Swiss Central Plateau), a partly new method to quantify the degree of their naturalness has been investigated with the help of 41 plots. The assessment is based on vegetation records according to Braun-Blanquet and on the comparison between the actual and the potential natural vegetation. The method can be used with a reasonable time budget. Furthermore, the plant diversity has been calculated. On eight additional plots the appearance of invasive alien plants and their influence on plant diversity in the forest was investigated.

51% of the plots reach nearly their natural state, while 10% show a strong anthropogenic influence. Forest areas with invasive alien species show a lightly lower plant diversity than similar areas with a natural vegetation. Between the two test areas of Zurich and Zofingen very few differences were recorded. While foresters are mainly responsible for the improvement of the state of forests, much can also be contributed by every person living around the forest areas.

Schlagwörter: Bewertungsmethoden – Buchenwälder – Hemerobie – Neophyten – Phyto-Diversität – potenziell-natürliche Vegetation

1 EINLEITUNG

1.1 Anthropogen bedingte Veränderungen des Waldzustandes

Vom Menschen völlig unbeeinflusste, grossflächige Wälder existieren in der Schweiz heute nicht mehr. Der an-

thropogene Einfluss ist in verschiedener Hinsicht deutlich erkennbar. Nebst dem Bau von Wegen, Strässchen und anderen Einrichtungen wird der natürliche Zustand des Waldes auch durch standortfremde Pflanzenarten, die durch die Tätigkeiten des Menschen und durch die veränderten Klimabedingungen begünstigt werden, stark beeinflusst

und verändert (GIANONI et al., 1988; WEBER und SCHMID, 1993; KLÖTZLI, 1995; KLÖTZLI und WALTHER, 1999; WEBER, 1999a; WEBER, 1999b; WALTHER, 2000; WALTHER und GRUNDMANN, 2001; WALTHER et al., 2001; GELPKE, 2002). Aber auch die Forstwirtschaft, deren Ziel es zwar ist, die Qualität und Natürlichkeit des Waldes zu erhalten und zu verbessern, spielt vielerorts eine wesentliche Rolle. Und schliesslich spricht man seit den 1980er Jahren vom Waldsterben, dessen Ursachen sowohl mit dem Eintrag von Schadstoffen aus der Luft als auch mit veränderten anthropogenen Waldnutzungsweisen in Zusammenhang gebracht werden (KUHN et al., 1987; KUHN, 1992; KUHN, 1999; KISSLING, 1999).

1.2 Was sind Neophyten?

Der Mensch trägt ungewollt aber auch beabsichtigt schon seit jeher zur Verschleppung und Einführung von Pflanzen in andere Florenräume bei. Die eingeführten Pflanzen können sich in den neuen Florenräumen teilweise einbürgern und in naturnaher Vegetation etablieren (FREY und LÖSCH, 1998; KOWARIK, 2003). Solche gebietsfremden Arten, die nach A. D. 1500 (nach der Entdeckung Amerikas) eingeführt oder eingeschleppt wurden und sich spontan vermehren, nennt man Neophyten (WEBER, 1999a).

Der Erfolg einer fremden Art in einem neuen Florengebiet hängt davon ab, ob sie gegenüber den einheimischen Arten konkurrenzstark ist oder nicht. Durch die massiven Eingriffe des Menschen auf die Vegetation wird der Prozess von der Einwanderung zur Einbürgerung beschleunigt oder teilweise auch erst ermöglicht (WEBER und SCHMID, 1993). Obwohl in Mitteleuropa bisher kein Fall bekannt ist, in dem Neophyten das Aussterben einer Art bewirkt hätten, können die invasiven Arten, also jene Arten, die sich rasch und intensiv ausbreiten, artenarme Reinbestände aufbauen und zu ökologischen Schäden führen, indem die Biodiversität in den betroffenen Gesellschaften massiv gesenkt wird. Besonders problematisch ist daher das Einbringen von exotischen Arten auf Inseln oder inselähnlichen Habitaten (CRONK und FULLER, 1995; FREY und LÖSCH, 1998; WEBER, 1999a; HOBOM, 2000; KOWARIK, 2003).

In der Schweiz machen die ca. 300 etablierten gebietsfremden Arten rund 11% der Gesamtflora aus, wobei einige sehr stark invasive Neophyten besonders besorgniserregend sind. Einzelne dieser Arten sind gesundheitsschädigend, so löst z. B. der Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) beim Kontakt mit dem menschlichen Körper starke Allergien aus. Der Japanische Staudenknöte-

rich (*Reynoutria japonica*) destabilisiert Böden und fördert damit die Erosion. Viele Neophyten stellen vorwiegend Probleme an offenen Stellen wie Bahndämmen, Flussufern oder am Rande von Naturschutzgebieten dar. Doch einige von ihnen können selbst mitten im Wald zu ernsthaften Problempflanzen werden (z. B. Drüsiges Springkraut, *Impatiens glandulifera*) (WEBER, 1999a; GELPKE, 2002).

1.3 Erfassung der menschlichen Vegetationsbeeinflussung

Wegen der vielseitigen ökologischen und ökonomischen Bedeutung des Waldes für die Schweiz ist die Frage nach dessen Natürlichkeit sehr wichtig. Will man die anthropogenen Veränderungen im Wald vermindern oder gar rückgängig machen, muss man einen Anhaltspunkt darüber erhalten, wie stark der Wald von seinem natürlichen Zustand abweicht. Dazu muss die Natürlichkeit bzw. Hemerobie (Grad der menschlichen Vegetationsbeeinflussung) des untersuchten Waldes qualitativ und quantitativ erfasst werden (GRABHERR et al., 1998; KOCH et al., 1999). Unter diesem Aspekt knüpft die im Folgenden vorgestellte Untersuchung im Rahmen einer Diplomarbeit (BEER, 2003; BURGA und BEER, 2004) an. Sie beschäftigt sich mit anthropogenen Veränderungen im Wald, stellt eine Methode vor, mit der man die Natürlichkeit einer Waldfläche unter Anwendung des Hemerobiekonzepts (SUKOPP, 1969; SUKOPP, 1972; KOWARIK, 1988) bestimmen kann und zeigt eine Möglichkeit auf, wie man den Einfluss von Neophyten auf die Phyto-Diversität (im Folgenden kurz Biodiversität genannt) im Wald untersuchen kann.

Ziel der hier vorgestellten Untersuchung ist es, ein unkompliziertes Verfahren zur Quantifizierung der Hemerobie von zwei Buchenwald-Gebieten bei Zürich und Zofingen zu entwickeln und auf ausgewählte Laubwaldflächen anzuwenden. Auf den Untersuchungsflächen soll auch die Biodiversität bestimmt werden. Mit einem exemplarischen Vergleich zwischen Waldflächen, die stark mit Neophyten bewachsen sind und Flächen, deren Vegetation nicht durch das Auftreten von Neophyten verändert ist, wird zudem der Frage nachgegangen, welchen Einfluss Neophyten auf die Biodiversität im Wald haben.

2 UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden vegetationskundlichen Untersuchungen wurden in zwei Waldgebieten des Schweizer Mittellandes durchgeführt. Das ca. 8 km² grosse Untersuchungsgebiet Zürich liegt am östlichen Rand

der Stadt Zürich am Zürich- und Adlisberg. Das ca. 6 km² grosse Untersuchungsgebiet Aargau liegt östlich der Stadt Zofingen im Kanton Aargau. Es umfasst das Waldgebiet am Ban, das sich zwischen Zofingen, Mühlethal, Bottenwil und dem Rietel ausbreitet.

Ein Vergleich der beiden Gebiete ist besonders interessant, weil das Gebiet Zürich in einer sehr städtischen Umgebung mit hoher Bevölkerungsdichte liegt und das Untersuchungsgebiet Aargau in einer eher ländlichen Region mit grösstenteils landwirtschaftlich genutzten Flächen rund ums Waldgebiet. Die beiden Waldgebiete wurden auch deshalb ausgewählt, weil beide bereits in früheren Studien vegetationskundlich untersucht wurden (KUHN, 1967; FREHNER, 1963; STÄDLER, 1990) und dadurch nützliche Informationen zum Zustand vor rund 40 Jahren zur Verfügung standen. Zudem unterscheiden sich die beiden Gebiete hinsichtlich der Böden sowie der dominanten potenziell-natürlichen Vegetation nur sehr geringfügig. Unter Berücksichtigung der Einteilung und Nomenklatur der Waldgesellschaften nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) handelt es sich bei den untersuchten Flächen vorwiegend um Standorte des Waldmeister-Buchenwaldes (*Galio odorati-Fagetum*) (FREHNER, 1963; KUHN, 1967; BURNAND et al., 1988; JÄCKLI, 1989; LANDOLT, 2001). Sinnvolle Vergleiche bezüglich der aktuellen Vegetation zwischen den beiden Gebieten sind also problemlos möglich.

3 METHODIK DER ERFASSUNG DES WALDZUSTANDES

3.1 Vegetationsaufnahmen

Als Grundlage für die Berechnungen zur Bestimmung der Hemerobie und der Biodiversität in den beiden Untersuchungsgebieten wurden Vegetationsaufnahmen nach der üblichen Braun-Blanquet-Methode (BRAUN-BLANQUET, 1964) gemacht. Dazu wurden stichprobenartig 41 Kreisflächen à je 154 m² ausgewählt, wovon sich 23 bei Zürich und 18 bei Zofingen befinden. Bei der Auswahl der Flächen wurde darauf geachtet, dass verschiedene Flächen-Typen mit unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung (z. B. Lage am Waldrand, Lage an Strässchen, kürzliche Durchforstung usw.) ungefähr gleich stark berücksichtigt wurden.

Die Untersuchungen zu den Neophyten wurden ausschliesslich im Untersuchungsgebiet Zürich vorgenommen. Hier wurden acht kleinere Flächen (im Folgenden Kleinflächen genannt) à je 4 m² ausgewählt, die überaus

stark mit Neophyten bewachsen sind. Immer in unmittelbarer Nähe zu diesen acht Problempflanzen-Flächen wurde eine ebenfalls 4 m² grosse Vergleichsfläche (Referenzfläche) ausgewählt, die einen weitgehend natürlichen Eindruck machte.

3.2 Erfassung der Biodiversität und Bestimmung der Hemerobie

Auf jeder der 16 Kleinflächen sowie der 41 grossen Untersuchungsflächen wurde die Biodiversität erfasst, indem mit dem Shannon-Index (SHANNON und WEAVER, 1976) und der Evenness nach HAEUPLER (1982) zwei Biodiversitätsindizes berechnet wurden.

Durch Abänderung und starke Vereinfachung eines bereits bestehenden Verfahrens zur Bestimmung der Hemerobie (GRABHERR et al., 1998; KOCH et al., 1999) wurde das eingangs gestellte Ziel verfolgt, ein Verfahren zur Quantifizierung der Hemerobie unter geringem Erhebungs- und Berechnungsaufwand zu entwickeln. Schliesslich wurde dieses neu entwickelte Verfahren zur Bestimmung der Hemerobie der 41 grossen Untersuchungsflächen angewendet. Die Kleinflächen wurden nicht in die Hemerobiebestimmung mit einbezogen.

Die Hemerobie einer Vegetationsfläche bezieht sich stets auf die potenziell-natürliche Vegetation, also jene Pflanzengesellschaften, die sich unter den heutigen Standortbedingungen einstellen würden, wenn der Mensch zu wirken aufhörte. Für jede Untersuchungsfläche wurden zuerst die Hemerobiewerte von fünf Einzelkriterien berechnet, die dann zu einem Gesamthemerobiewert verknüpft wurden, der den Grad der menschlichen Beeinflussung auf der jeweiligen Fläche zusammenfassend darstellt (Abb. 1). Drei der fünf Einzelkriterien bewerten die drei Vegetationsschichten (Baum-, Strauch- und Krautschicht), indem die aktuell vorhandene Vegetation mit der potenziell-natürlichen Vegetation gemäss Vegetationskarten der entsprechenden Gebiete (FREHNER, 1963; KUHN, 1967; BURNAND et al., 1988) verglichen und bewertet wird. Die anderen beiden Kriterien beziehen anthropogene Einflüsse mit ein, indem sie die Beeinträchtigung durch Neophyten und die menschlichen Eingriffe im Bodenbereich mit einem Potenzial zur Vernichtung oder Verdrängung einzelner Arten oder zur Florenverfälschung berücksichtigen (Einfluss von Wegrändern, mechanische Bodenschäden und Eintrag fremden Materials). Mit der Anwendung des Berechnungsverfahrens konnte jeder der 41 Untersuchungsflächen ein Hemerobiewert einer fünfstufigen Skala zugewiesen werden. Die Skala basiert auf der Skala nach

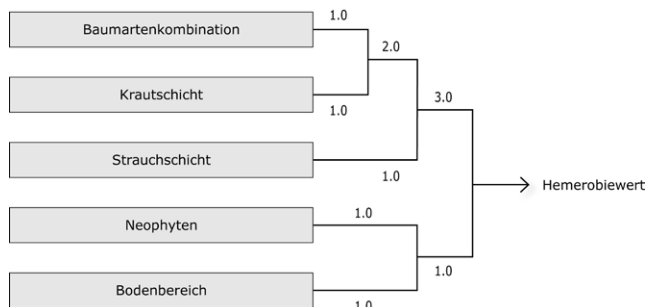


Abb. 1. Verknüpfungsbaum zur Berechnung des Gesamthemerobiewertes aus den fünf Einzelkriterien (Graphik: P. Beer, in Anlehnung an GRABHERR et al., 1997).

Fig. 1. Dendrogram to calculate the hemeroby (degree of naturalness) basing on five different criterions (figure: P. Beer, after GRABHERR et al., 1997).

SUKOPP (1972), die auf der Basis mehrerer Merkmale verschiedene Intensitäten des Nutzungseinflusses beschreibt.

4 RESULTATE UND DISKUSSION

4.1 Hemerobie: 51% der Untersuchungsflächen sind naturnah

In Abb. 2 wird ein Überblick über die Verteilung der 41 Untersuchungsflächen auf die fünf Hemerobiestufen gegeben.

Der Hemerobiewert 1 (künstlich) wurde kein einziges Mal vergeben, weil bei der Auswahl der Untersuchungsflächen solche künstlichen Flächen (z. B. Fichtenhorste auf Buchenwaldstandorten) ausgeklammert wurden.

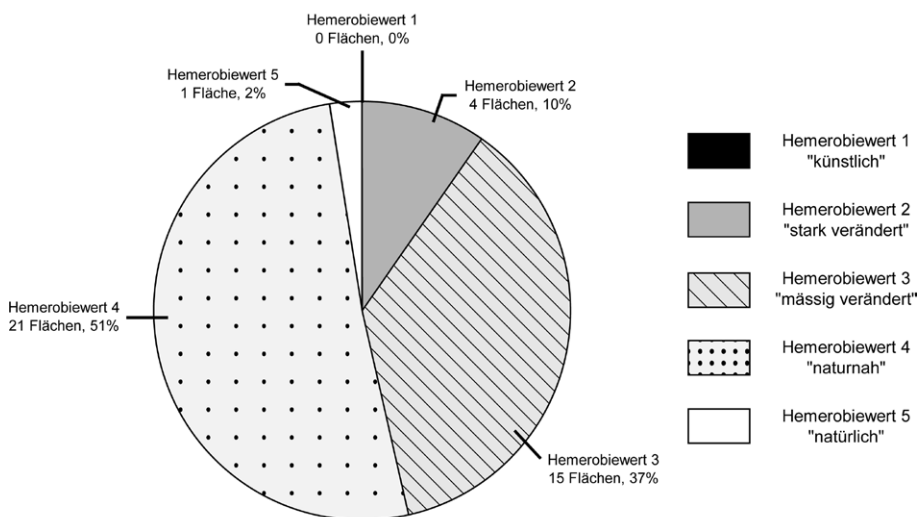


Abb. 2. Verteilung der 41 Flächen auf die fünf Hemerobiestufen (Graphik: P. Beer).

Fig. 2. Distribution of the 41 plots on five levels of hemeroby (figure: P. Beer).

Verschiedene Faktoren sind dafür verantwortlich, dass 47% der untersuchten Flächen die eher ungünstigen Hemerobiewerte 2 und 3 erhalten. Auf einzelnen Flächen wurden alle drei Vegetationsschichten durch intensive Forstarbeiten in Mitleidenschaft gezogen, auf anderen Flächen tragen forstliche Veränderungen der Baumartenkombination (z. B. künstliche Bestockung mit Fichten) zum tiefen Hemerobiewert bei. Auch Bodenverdichtungen durch das Befahren mit schweren Maschinen mit der daraus resultierenden Staunässe und dem so begünstigten Auftreten von für den Buchenwald untypischen Pflanzenarten sind Gründe für tiefe Hemerobiewerte. Grosse Wegrand- und Waldrandeffekte, die einen hohen Anteil an Störungszeigern in der Krautschichtvegetation verursachen, sowie das massive Auftreten von (invasiven) Neophyten sind weitere Gründe.

Beim Vergleich der Hemerobiewerte zwischen den beiden Untersuchungsgebieten Aargau und Zürich fallen keine markanten Unterschiede auf. Im Gebiet Aargau tragen vorwiegend forstwirtschaftliche Veränderungen zu tieferen Hemerobiewerten bei, während in Zürich in einzelnen Fällen auch die direkten Einflüsse durch die Freizeitnutzung und die Siedlungsnähe eine Rolle spielen.

4.2 Biodiversität

Auch bezüglich der Biodiversität bestehen zwischen den Gebieten Zürich und Aargau keine grossen Unterschiede.

Die Shannon-Index-Werte wurden mit den errechneten Hemerobiewerten verglichen (Abb. 3). Bei einem hohen Hemerobiewert weisen die Untersuchungsflächen eine

tendenziell niedrigere Biodiversität auf. Diese negative Korrelation erscheint plausibel, denn die untersuchten Buchenwälder weisen natürlicherweise keine sehr hohen Biodiversitätswerte auf. Treten höhere Werte auf, stellt dies ein vom Naturzustand abweichendes Waldbild dar. Folgende Ursachen kommen dabei in Frage:

- a) Die Fläche wurde aufgeleuchtet, und es kommen lichtliebende Arten auf, die mehrere Jahre neben den eigentlichen Arten des Buchenwaldes existieren können;

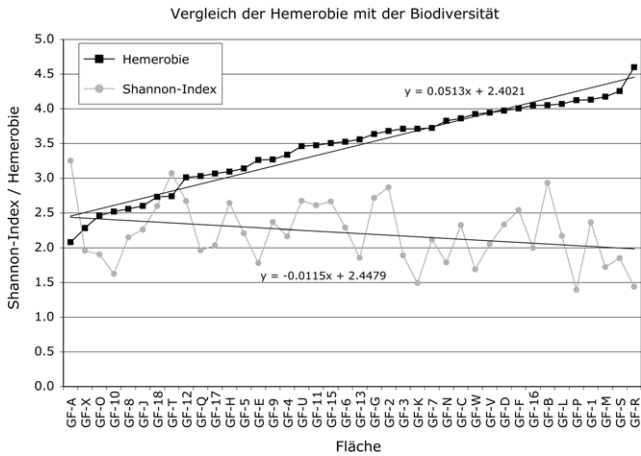


Abb. 3. Werte des Shannon-Indexes und der Hemerobie, aufgetragen für jede Untersuchungsfläche, mit Regressionsgeraden (Graphik: P. Beer).

Fig. 3. Shannon-Index and hemeroby values for 41 plots with regression straight lines (figure: P. Beer).

- b) die Fläche liegt in Waldrandnähe und enthält verschiedene Arten, die aus Gärten oder Wiesen eingewandert sind und neben den typischen Waldarten existieren;
- c) die Fläche wurde mit verschiedenen standortfremden Baumarten bestockt.

4.3 Einfluss von Neophyten auf die Biodiversität

Da nur acht Flächen à je 4 m² in Bezug auf die Auswirkungen von Neophyten auf die Biodiversität untersucht wurden, ist eine einwandfreie statistische Auswertung der Resultate nicht möglich. In Abb. 4 wird dennoch ein Vergleich des Shannon-Indexes zwischen den acht Flächen mit Problempflanzen und den acht Referenzflächen gemacht.

Die acht mit Neophyten bewachsenen Flächen weisen gegenüber den acht Referenzflächen zwar im Mittel einen tieferen Shannon-Index auf. Aber die Vermutung, auf Flächen, die mit Neophyten bewachsen sind, bestehe die Gefahr der Artenverarmung, kann mit den getätigten Untersuchungen aufgrund der geringen Stichprobenzahl nicht bestätigt werden. Zwar herrscht mehrheitlich auf den Flächen mit Neophyten eine geringere Biodiversität als auf den Referenzflächen, doch spielen dabei z. T. Veränderungen des Bodens (Verdichtung durch schwere Maschinen, mechanische Zerstörung der Krautschicht) und die Bedeckung mit Ästen und Strünken von gefälltten Bäumen eine mindestens so grosse Rolle wie das Auftreten von Neophyten. Insgesamt kann man folgende Aussage machen: Auf Flächen, die vom Menschen durch Rodung und

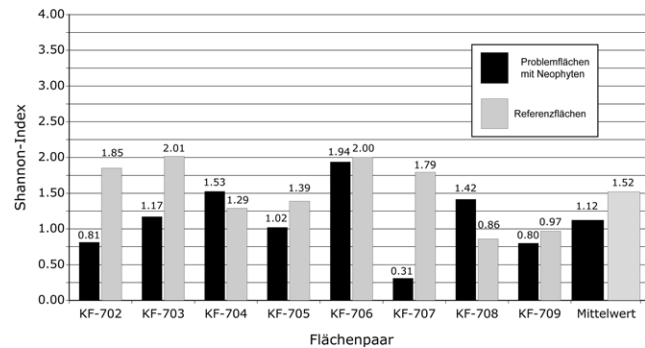


Abb. 4. Shannon-Index im Vergleich zwischen den acht Problemflächen (schwarze, schmale Säulen) und deren Referenzflächen (graue, schmale Säulen) mit Mittelwerten aller Problem- und Referenzflächen (breite Säulen) (Graphik: P. Beer).

Fig. 4. Shannon-index: Comparison between eight plots with invasive alien plants (small black columns) and their reference plots (small grey columns) with mean values of all plots with invasive aliens and all reference plots (broad columns) (figure: P. Beer).

Bewirtschaftung mit schweren Maschinen sowohl in allen Vegetationsschichten als auch in Bezug auf die Bodeneigenschaften deutlich verändert werden und auf Flächen, auf denen Kompost oder Gartenabfälle abgelagert wurden, besteht die erhöhte Gefahr, dass sich Neophyten oder aber auch einheimische Problempflanzen in grosser Zahl und innert kürzester Zeit etablieren und Monokultur-ähnliche Bestände bilden. Dies kann mindestens kurzfristig einen Rückgang der Biodiversität auf den betroffenen Flächen zur Folge haben. Diese Erkenntnis deckt sich mit der Aussage von WEBER und SCHMID (1993), die die Öffnung und Störung der einheimischen Vegetation unter Umständen als Bereitstellen von potenziellen Habitaten für Neophyten verstehen.

5 EMPFEHLUNGEN ZUR ERHALTUNG EINES NATURNAHEN WALDES

Die verstärkten anthropogenen Einflüsse, die vom grossen Siedlungsgebiet Zürich ausgehen, scheinen gegen die Erwartungen nicht derart bedeutend zu sein, dass sie die Natürlichkeit und die Biodiversität des Waldes mehr beeinträchtigen würden als andere Einflüsse (z. B. forstliche Eingriffe). Auch die Vermutung, dass auf Flächen, die mit Neophyten bewachsen sind, die Gefahr der Artenverarmung bestehe, kann mit den hier vorgestellten Untersuchungen nicht bestätigt werden.

Aus den Untersuchungen lässt sich aber der Schluss ziehen, dass es vor allem die Forstwirtschaft in der Hand hat,

einen natürlichen, gesunden Wald zu erhalten. Daneben kann auch von den politischen Gemeinden, von Gärtnern und von jeder Privatperson ein Beitrag zur Erhaltung oder Verbesserung des Zustandes unserer Wälder geleistet werden, indem insbesondere

- darauf geachtet wird, dass beim Erstellen von Waldwegen Jungwuchs und Boden möglichst schonend behandelt werden;
- die Weg(rand)bewirtschaftung nur soweit dringend nötig vollzogen wird (keine oder nur sehr seltene Mahd, kein Kieseintrag in angrenzende Waldflächen);
- der Wasserhaushalt in den Wäldern (z. B. Wege und Entwässerungsgräben, Bodenverdichtung) nicht verändert wird;
- keine exotischen Pflanzen in walddnahe Gärten gepflanzt werden, die bevorzugt verwildern, sich invasiv verhalten und die einheimische Flora verdrängen können;
- beim Spazieren, Velofahren usw. im Wald die Wege nicht verlassen werden, um Trittschäden zu vermeiden;
- kein Material wie Kompost oder Gartenabfälle im Wald oder am Waldrand deponiert wird.

Mit dem angewendeten Verfahren zur Berechnung der Hemerobie konnten wichtige menschliche Einflüsse auf Waldflächen fassbar gemacht werden. Die Untersuchungen zur Biodiversität auf Waldflächen mit starkem Neophytenbewuchs können bei einer grösseren Stichprobenzahl ebenfalls zu repräsentativen Resultaten führen. Auch diverse Untersuchungen zur zunehmenden Ausbreitung von immergrünen, exotischen Pflanzenarten (Laurophyllierung) (vgl. z. B. GIANONI et al., 1988; KLÖTZLI & WALTHER, 1999; WALTHER, 2000; WALTHER & GRUNDMANN, 2001) zeigen eindrücklich, dass in den Schweizer Wäldern bereits bedeutende Veränderungen stattgefunden haben. Die Schweizerische Kommission zur Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW) hat eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, die sich mit der Neophytenproblematik beschäftigt (www.cps-skew.ch). Die Arbeitsgruppe hat unter anderem die problematischsten Arten in einer «schwarzen Liste» zusammengetragen und einen Bestimmungsschlüssel erarbeitet, mit dem Neophyten beurteilt werden können. Verschiedene Kantone haben Merkblätter zu einigen Neophytenarten herausgegeben mit konkreten Vorschlägen zur Bekämpfung dieser Arten in besonders wertvollen Ökosystemen.

Aufgrund der hier vorgestellten Untersuchungen und Resultate wird vorgeschlagen, dass auch in Zukunft ähnliche Untersuchungen in weiteren Gebieten getätigt und entsprechend der Resultate konkrete Massnahmen geplant

werden, um die untersuchten Wälder zu erhalten und eine nachhaltige Entwicklung in Richtung des Naturwaldzustandes einzuleiten.

6 VERDANKUNGEN

Ich danke Prof. Dr. Conradin A. Burga (Geographisches Institut der Universität Zürich) ganz besonders herzlich für seine Unterstützung und Begleitung bei der vorgestellten Untersuchung von der Planung über die Feldarbeit bis zur Datenauswertung. Dr. Nino Kuhn (WSL Birmensdorf) danke ich für seine mehrmalige Begleitung auf verschiedenen Waldbegehungen und für seine wertvollen fachlichen Informationen und methodischen Ratschläge, und dipl. Forst.-Ing. ETH Erwin Städler (Kreisförster des Kreisforstamtes 5 Zofingen) danke ich für die Mithilfe bei der Auswahl geeigneter Waldbereiche.

7 LITERATUR

- BEER, P. 2003. Vegetationskundliche Untersuchungen und Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung ausgewählter Laubwaldflächen im Schweizer Mittelland. Hemerobie – Biodiversität – Neophyten. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, Zürich, 120 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Springer, Wien, 865 pp.
- BURGA, C.A. & BEER, P. 2004. Zur Natürlichkeit von Laubwäldern des Schweizer Mittellands – Hemerobie und Biodiversität von Buchenwäldern bei Zürich und Zofingen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 155 (10), 441–449.
- BURNAND, J., DICKENMANN, R., LEUTHOLD, CH., KÜPER, M., SCHMIDER, P., STOCKER, R., BETTSCHART, M. & WEGMANN, E. 1988. Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich. Kartierung und Kommentar zum Forstkreis 2. OFA, ARP, Zürich.
- CRONK, Q. & FULLER, J. 1995. Plant Invaders: the Threat to Natural Ecosystems. Chapman and Hall, London, 214 pp.
- ELLENBERG, H. & KLÖTZLI, F. 1972. Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 48 (4).
- FREHNER, H. K. 1963. Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 44, 96 pp.
- FREY, W. & LÖSCH, R. 1998. Lehrbuch der Geobotanik – Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. Gustav Fischer, Stuttgart, 436 pp.

- GELPKE, G. 2002. Problempflanzen im Wald. *Wald und Holz* 83 (5), 52–54.
- GIANONI, G., CARRARO, G. & KLÖTZLI, F. 1988. Thermophile, an laurophyllen Pflanzenarten reiche Waldgesellschaften im hyperinsubrischen Seebereich des Tessins. *Berichte des Geobotanischen Instituts ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 54, 164–180.
- GRABHERR, G., KOCH, G. & KIRCHMEIR, H. 1997. Naturnähe Österreichischer Wälder. *Bildatlas. Österreichische Forstzeitung* 1/97, 1–39.
- GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & REITER, K. 1998. Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme. Veröffentlichungen des österreichischen MaB-Programms 17, 493 pp.
- HAEUPLER, H. 1982. Evenness als Ausdruck der Vielfalt der Vegetation: Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. *Dissertationes Botanicae* 65, 268 pp.
- HOBOHM, C. 2000. Biodiversität. Quelle und Meyer, Wiebelsheim, 214 pp.
- JÄCKLI, H. 1989. *Geologie von Zürich*. Orell Füssli, Zürich, 215 pp.
- KISSLING, P. 1999. Changement floristique depuis 1950 dans les forêts des Alpes suisses. *Botanica Helvetica* 99 (1), 27–43.
- KLÖTZLI, F. 1995. Projected and chaotic changes in forest and grassland plant communities. Preliminary notes and theses. *Annali di Botanica* 53, 225–231.
- KLÖTZLI, F. & WALTHER, G.-R. (Eds.) 1999. Conference on recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 342 pp.
- KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & GRABHERR, G. 1999. Naturnähe im Wald. Methodik und praktische Bedeutung des Hemerobiekonzeptes für die Bewertung von Waldökosystemen. Österreichischer Forstverein, Wien, 96 pp.
- KOWARIK, I. 1988. Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 56, 280 pp.
- KOWARIK, I. 2003. Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Ulmer, Stuttgart, 380 pp.
- KUHN, N. 1967. Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 40, 1–85.
- KUHN, N., AMIET, R. & HUFSCHEID, N. 1987. Veränderungen in der Waldvegetation der Schweiz infolge Nährstoffanreicherungen aus der Atmosphäre. *Allg. Forst- und Jagdzeitung* 158 (5/6), 77–84.
- KUHN, N. 1992. Ursachen floristischer und ökologischer Vorgänge in Waldbeständen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 144 (5), 347–367.
- KUHN, N. 1999. Die Entwicklung der Vegetation unter dem Einfluss des Menschen – oder unter seiner Projektion? *Zürcher Wald* 31 (3), 13–16.
- LANDOLT, E. 2001. *Flora der Stadt Zürich*. Birkhäuser, Basel, 1421 pp.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. 1976. *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*. Scientia nova, München, Wien, Oldenbourg, 143 pp.
- STÄDLER, E. 1990. Vegetations- und Bodenveränderungen in zwei Waldgesellschaften des Forstkreises Zofingen, Kanton Aargau. Diplomarbeit ETH Zürich, Abteilung für Forstwirtschaft, Fachbereich Bodenphysik, 72 pp.
- SUKOPP, H. 1969. Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. *Vegetatio* 17, 360–371.
- SUKOPP, H. 1972. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. *Berichte über Landwirtschaft* 50, 112–139.
- WALTHER, G.-R. 2000. *Laurophyllisation in Switzerland*. Diss. ETH 13561, 140 pp.
- WALTHER, G.-R. & GRUNDMANN, A. 2001. Trends of vegetation change in colline and submontane climax forests in Switzerland. *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH* 67, 3–12.
- WALTHER, G.-R., BURGA, C.A. & EDWARDS, R.J. (Eds.) 2001. *Fingerprints of Climate Change: Adapted behaviour and shifting species ranges*. Kluwer Academic, New York, 329 pp.
- WEBER, E. 1999a. Gebietsfremde Pflanzen in der Schweiz. *Bauhinia* 13, 1–10.
- WEBER, E. 1999b. Switzerland and the invasive plant species issue. *Botanica Helvetica* 110, 11–24.
- WEBER, E. & SCHMID, B. 1993. Das Neophytenproblem. In: «Festschrift Zoller», *Dissertationes botanicae* 196, 209–227. J. Cramer/Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 526 pp.