

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 155 (2004)

Heft: 10

Artikel: Zur Natürlichkeit von Laubwäldern des Schweizer Mittellands : Hemerobie und Biodiversität von Buchenwäldern bei Zürich und Zofingen

Autor: Burga, Conradin A. / Beer, Pascal C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098140>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Natürlichkeit von Laubwäldern des Schweizer Mittellands

Hemerobie und Biodiversität von Buchenwäldern bei Zürich und Zofingen¹

CONRADIN A. BURGA UND PASCAL C. BEER

BuBe

Keywords: Beech forests; hemeroby; plant diversity; broad-leaved forests; Switzerland. FDK 181 : 182 : UDK 573.4*1 : (494)

1. Einleitung und Problemstellung

Grossflächige, vom Menschen völlig unbeeinflusste Wälder existieren in der Schweiz heute nicht mehr. Der anthropogene Einfluss ist in verschiedener Hinsicht deutlich erkennbar. So spielt vielerorts die Forstpolitik eine wesentliche Rolle; andernorts werden Waldflächen durch Neophyten und andere, durch die Tätigkeiten des Menschen begünstigte, standortfremde Pflanzenarten stark beeinflusst und verändert (WEBER & SCHMID 1993; WEBER 1999a; WEBER 1999b; GELPKE 2002). Vor allem während den 1980er und 1990er Jahren wurde das Waldsterben thematisiert, dessen Ursachen sowohl mit dem Eintrag von Schadstoffen aus der Luft als auch mit der veränderten Waldnutzungsweise in Zusammenhang gebracht wurde (KUHN *et al.* 1987; KUHN 1992; KUHN 1999; KISSLING 1999); und schliesslich ist für jeden Spaziergänger im Wald deutlich sichtbar, dass der Mensch mit dem Bau von Wegen, Strässchen und anderen Einrichtungen den natürlichen Zustand des Waldes lokal oder auch grossräumig stark verändert.

Will man solche anthropogenen Veränderungen im Wald eingrenzen oder gar vermindern, muss man den aktuellen Zustand des Waldes zuerst einmal erfassen. Dazu kann man beispielsweise die Phyto-Diversität ausgewählter Flächen bestimmen. Will man aber zudem einen Anhaltspunkt darüber erhalten, wie stark der Wald von seinem potenziell-natürlichen Zustand abweicht, muss entsprechend die Natürlichkeit bzw. Hemerobie (Grad der menschlichen Vegetationsbeeinflussung) qualitativ und wenn möglich auch quantitativ erfasst werden (KOCH *et al.* 1999; GRABHERR *et al.* 1998). Unter diesem Aspekt knüpft die vorliegende Untersuchung an. Sie beschäftigt sich mit anthropogenen Veränderungen von zwei Buchenwald-Gebieten des Schweizer Mittellands und zeigt eine Möglichkeit auf, wie man nebst der Phyto-Diversität auch die Natürlichkeit bzw. Hemerobie einer Waldfläche erfassen kann. Gerade wegen der vielseitigen ökologischen wie auch ökonomischen Bedeutung des Waldes für die Schweiz ist die Frage nach dessen Natürlichkeit berechtigt, wenn auch nicht ganz einfach zu beantworten. Mit einer Natürlichkeitsbewertung können wichtige Anhaltspunkte und Informationen für die Forstwirtschaft ermittelt werden, die ein gezieltes Handeln zur Verbesserung oder Erhaltung des Waldes ermöglichen.

Ziel der hier vorgestellten Untersuchung im Rahmen einer Diplomarbeit (BEER 2003) ist es, ein Verfahren zur Quantifizierung der Hemerobie von zwei Buchenwald-Gebieten bei Zürich und Zofingen zu entwickeln und exemplarisch auf ausgewählte Laubwaldflächen anzuwenden. Das Verfahren soll so konzipiert sein, dass damit die Natürlichkeit der untersuchten Flächen mit möglichst einfachen Mitteln und mässigem zeitlich-finanziellem Aufwand von einer Einzelperson quantifiziert werden kann. Auf den Testflächen soll auch die Phyto-Diversität (im Folgenden kurz Biodiversität) bestimmt und mit der Natürlichkeit verglichen und schliesslich auf die Frage nach den menschlichen Einflüssen, die am stärksten zu den Veränderungen im Wald beitragen, eingegangen werden.

2. Untersuchungsgebiete

2.1 Geographische Lage

Die verschiedenen dieser Arbeit zu Grunde liegenden vegetationskundlichen Untersuchungen wurden in zwei grösseren Waldgebieten des Schweizer Mittellandes durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet Zürich liegt am östlichen Rand der Stadt Zürich. Es erstreckt sich von Schwamendingen über den Zürichberg, das Chlöstlerli und den Adlisberg bis hin nach Witikon und liegt auf einer Höhe zwischen 470 und 701 m ü.M. Das rund 8 km² grosse Gebiet besteht aus einem grundsätzlich zusammenhängenden, teils aber von Strassen und grossen Wegen sowie der Allmend Fluntern mit dem Zürcher Zoo und verschiedenen Sportanlagen durchbrochenen Waldareal. Es wird durchwegs stark von Erholungssuchenden frequentiert und durch den Verkehr einzelner Strassen lokal durch Lärm- und möglicherweise auch durch erhöhte Schadstoffmissionen belastet. Rund um das Gebiet reichen Wohnsiedlungen bis direkt oder mindestens sehr nahe an den Waldrand. Am stärksten wirkt dieser Effekt an der gesamten Südwestseite, wo viele Privathäuser mit grossen Gärten und Schrebergärten unmittelbar an den Waldrand grenzen.

Das zweite Untersuchungsgebiet liegt östlich der Stadt Zofingen im Kanton Aargau. Es umfasst das Waldgebiet am Ban, das sich zwischen Zofingen, Mühlethal, Bottenwil und dem Rietel ausbreitet. Das etwa 6 km² grosse Gebiet liegt auf einer Höhe zwischen 460 und 661 m ü.M. Es besteht aus einem Abschnitt der sich ab Safenwil südwärts über die Hügelzüge zwischen Suhre- und Wiggertal erstreckenden, mehr oder weniger zusammenhängenden Waldgebiete. Das Untersuchungsgebiet wird von zwei Strassen mit Hartbelag durchquert, die jedoch wenig Verkehr aufweisen. Zudem besteht ein gut ausgebautes, ziemlich dichtes Wegnetz mit Kiesbelag, das der Forstwirtschaft und der Freizeitnutzung dient.

2.2 Potenziell-natürliche Vegetation und Böden

Die beiden Waldgebiete wurden 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. So wurde denn auch für beide Gebiete bereits die potenziell-natürliche Waldvegetation bestimmt. Es handelt sich vorwiegend um Standorte des *Galio odorati-Fagetum* mit verschiedenen Subassoziationen (FREHNER 1963; KUHN 1967; BURNAND *et al.* 1988). Im Untersuchungsgebiet Zürich bilden vorwiegend Parabraunerden mit schwach saurem Oberboden die Unterlage. Sie entstanden aus der grösstenteils anstehenden oder in geringer Tiefe liegenden Oberen Süsswassermolasse (JÄCKLI 1989; LANDOLT 2001). Im Gebiet Aargau wird die Felsunterlage von der Obe-

¹ Dieser Beitrag war ursprünglich für die Schwerpunktnummer zum 90. Geburtstag von Professor Albert Hauser geplant (Schweiz. Z. Forstwes. 155 (2004) 8 und erscheint aus Platzgründen in dieser Nummer.

ren Meeresmolasse gebildet, die nur lokal von Moränen einer älteren Vereisung und Hochterrassenschottern bedeckt ist. Darauf entwickelten sich vor allem kalkarme Braunerden (FREHNER 1963; KLÖTZLI 1972; STÄDLER 1990).

2.3 Vergleichbarkeit der Untersuchungsgebiete

Die beiden Untersuchungsgebiete unterscheiden sich also hinsichtlich der Geologie und Böden sowie der dominanten potenziell-natürlichen Vegetation nur sehr geringfügig. Da zudem auch die klimatischen Bedingungen in beiden Gebieten sehr ähnlich sind, ist es problemlos möglich, sinnvolle Vergleiche bezüglich der aktuellen Vegetation zwischen den beiden Gebieten anzustellen. Ein Vergleich der beiden Gebiete ist besonders interessant, weil sich die Nutzung und die Siedlungsdichte rund um das Gebiet Zürich doch recht stark von den Gegebenheiten im Aargau unterscheiden. Das Gebiet Zürich liegt in einer sehr städtischen Umgebung mit hoher Bevölkerungsdichte, wo landwirtschaftlich genutzte Flächen nur an wenigen Stellen an das Waldgebiet grenzen. Auch gibt es kaum eine Stelle im Wald, die mehr als 100 m von irgendeiner Strasse oder einem Fussweg entfernt liegt, und das Waldgebiet wird sehr häufig von Erholungssuchenden besucht. Im Gegensatz dazu liegt das Untersuchungsgebiet Aargau in einer eher ländlichen Region mit grösstenteils landwirtschaftlich genutzten Flächen, die ans Waldgebiet grenzen. Einzige Ausnahme und damit Gemeinsamkeit mit dem Gebiet Zürich bildet die Stadt Zofingen, die mit verschiedenen Wohnquartieren direkt an das Untersuchungsgebiet grenzt. Im Waldgebiet Aargau sind im Vergleich zu Zürich aber merklich weniger Erholungssuchende anzutreffen.

3. Verwendete Methoden

3.1 Auswahl der Testflächen

Damit das in Kapitel 3.3 vorgestellte Hemerobie-Berechnungsverfahren angewendet und die Bestimmung der Biodiversität durchgeführt werden konnte, musste eine repräsentative Anzahl Vegetationsaufnahmen in den beiden Untersuchungsgebieten gemacht werden. Zwar würde mit einer Auswahl einer möglichst grossen Anzahl von Stichprobeflächen (z.B. in Form eines Rasters) den statistischen Erfordernissen am ehesten gerecht; doch hätte ein solcher Aufwand den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Es musste eine andere Lösung gefunden werden, um eine genügend grosse Stichprobe der beiden Waldgebiete zu erhalten.

BAHRENBERG *et al.* (1999) geben an, dass nur Auswahlverfahren, bei denen jedes Element der Grundgesamtheit die gleiche Chance hat, in die Stichprobe aufgenommen zu werden, die Repräsentativität einer Stichprobe gewährleisten. Es stellte sich also primär die Frage nach der Grundgesamtheit. Diese hätte im vorliegenden Fall die gesamte Waldfläche in den beiden Untersuchungsgebieten sein können. Flächen, die eindeutig stark anthropogen beeinflusst sind, wurden *a priori* ausgeschlossen; und damit musste die Grundgesamtheit anders definiert werden. Sie enthält alle Waldflächen in den Untersuchungsgebieten, die folgende Bedingungen und Eigenschaften erfüllen:

- Erreichbarkeit: Gelände muss zugänglich sein;
- Waldcharakter: Fläche darf nicht vorwiegend aus Wegen, Plätzen oder anderen anthropogenen Einrichtungen bestehen, sondern muss deutlichen Waldcharakter haben;
- Feststellbare Verwandtschaft mit dem Naturwald: Fläche darf nicht in offensichtlich extremer Weise durch die Forstwirtschaft verändert worden sein und vollkommen vom Naturzustand abweichen (z.B. Fichtenmonokultur auf Standort des *Galio odorati-Fagetum*).

Aus allen Flächen in den beiden Untersuchungsgebieten, die in diese Grundgesamtheit gehören, hätte nun die Stichprobenzahl nach dem Zufallsprinzip festgelegt werden können. Da aber aus Machbarkeitsgründen (Zeitaufwand für eine einzelne Person) nicht allzu viele Flächen in Frage kamen, die Stichprobenwahl aber dennoch repräsentativ sein sollte, wurde darauf geachtet, dass verschiedene Flächentypen (mit unterschiedlicher anthropogener Beeinflussung) ungefähr gleich stark berücksichtigt wurden. Dabei wurde Folgendes beachtet:

- Fläche grenzt an Weg oder Strässchen;
- Fläche wurde kürzlich geholt oder stark durchforstet (weniger als zehn Jahre, z.B. wegen Sturmschäden oder Käferbefall);
- Fläche wurde vor mehr als zehn Jahren geholt oder stark durchforstet und zeigt heute verstärkten Jungwuchs und mehrheitlich jüngere Bäume;
- Fläche liegt am Waldrand in geringer Distanz zu Siedlungen;
- Fläche liegt am Waldrand und grenzt an landwirtschaftlich genutzte Flächen;
- Auf der Fläche sind Kompost- oder Schuttdeponien sichtbar;
- Fläche erscheint dem Betrachter relativ unbeeinflusst und natürlich (abgesehen von der üblichen forstlichen Nutzung/Pflege).

Es galt nun, aus einer Vielzahl möglicher Flächen eine Anzahl zwischen 30 und 50 festzulegen. GLAVAC (1996) gibt an, dass zur Beschreibung einer Assoziation 20 Stichproben genügen sollten, zur Beschreibung einer Subassoziations sogar nur deren fünf. Um die Flächen aber untereinander vergleichen zu können, wurde für diese Studie die Anzahl auf mindestens 30 Flächen festgelegt und darauf geachtet, dass alle Flächentypen ungefähr gleich stark in der Auswahl vertreten sind.

Vom Spätherbst 2001 bis zum frühen Frühling 2002 wurden die beiden Untersuchungsgebiete mehrmals aufgesucht. Dabei wurden alle Waldbereiche erfasst, die der oben festgelegten Grundgesamtheit angehören und einem der definierten Flächentypen zugeteilt werden können. Diese Bereiche mussten zudem innerhalb ihrer Grenzen einigermaßen homogen sein, wie dies unter anderem GLAVAC (1996) vorschlägt. Vor allem im Untersuchungsgebiet Aargau erwies sich diese Arbeit als ziemlich schwierig, da dort weite Gebiete mit Fichten (*Picea abies*) oder Douglasfichten (*Pseudotsuga menziesii*) bestockt und daher für die Untersuchungen ungeeignet sind. Darüber hinaus wurden sowohl in Zürich als auch im Aargau als Folge des massiven Borkenkäferbefalls an der Fichte viele frisch gerodete Waldstellen vorgefunden. Diese Stellen waren für diese Studie grösstenteils ungeeignet, da nebst der Baumschicht meist auch die Strauch- und Krautschicht stark in Mitleidenschaft gezogen worden war. Aus den in Frage kommenden Waldflächen wurden schliesslich 41 ausgewählt, wobei sich davon 23 Flächen in Zürich und 18 Flächen im Aargau befinden. Die Auswahl erfolgte, indem nebst allen Flächentypen möglichst alle Expositionen berücksichtigt und auf eine einigermaßen gleichmässige räumliche Verteilung geachtet wurde. Als Flächenform wurde aus markierungstechnischen Gründen der Kreis gewählt. Die Flächengrösse wurde auf 154 m² festgelegt, was einem vom Markierungsposten im Kreismittelpunkt einfach abzumessenden Kreisradius von 7 m entspricht. Diese Grösse ermöglicht eine genaue Erfassung der Kraut- und Strauchsicht, berücksichtigt aber auch die Baumschicht noch in ausreichendem Masse und genügt so den Anforderungen zur Beantwortung der Fragestellung.

3.2 Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen wurden routinemässig nach der üblichen Braun-Blanquet-Methode (BRAUN-BLANQUET 1964) vorgenommen. In der vorliegenden Arbeit wurde allerdings eine modifizierte Skala für die Deckungsgrade und die Abundanz verwendet, indem der Deckungsgrad 2 (5 bis 25%) in Anlehnung an WILMANN (1993) und PFADENHAUER (1997) in 22 (> 5 bis ≤ 15%) und 23 (> 15 bis ≤ 25%) unterteilt wurde. Zusätzlich zum Deckungsgrad wurde auch die Soziabilität erfasst. Da während der Vegetationsperiode von 2002 auf jeder Fläche dreimal eine Vegetationsaufnahme gemacht wurde, um möglichst alle Pflanzen in der Phase ihrer optimalen Entfaltung zu erfassen, konnte auch die Vitalität berücksichtigt werden. Interessant ist dieser Aspekt vor allem bei invasiven Arten wie z.B. dem Drüsigen Springkraut (*Impatiens glandulifera*), dem Japanischen Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*) oder dem Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*), aber auch bei einheimischen Arten, die auf Störungen hinweisen (z.B. *Rubus fruticosus*).

3.3 Bestimmung der Hemerobie und Erfassung der Biodiversität

Eines der eingangs gestellten Ziele ist die Entwicklung und Anwendung eines Verfahrens zur Berechnung der Natürlichkeit bzw. Hemerobie von Waldflächen im Schweizer Mittelland. Dieses Ziel wurde verfolgt, indem ein schon bestehendes Verfahren zur Bestimmung der Hemerobie (GRABHERR *et al.* 1998; KOCH *et al.* 1999) in weiten Teilen abgeändert, ergänzt, angepasst und schliesslich zur Hemerobiebestimmung der 41 Testflächen angewendet wurde. Das Verfahren musste einerseits angepasst werden, damit es auch im Schweizer Mittelland angewendet werden kann; zum anderen musste es stark vereinfacht werden, denn das oberste Ziel aller Modifikationen und Ergänzungen war es, ein Verfahren zu kreieren, mit dem aufgrund von routinemässigen Braun-Blanquet-Aufnahmen und einigen wenigen Zusatzmerkmalen (z.B. Spuren schwerer Bewirtschaftungsmaschinen) ein Hemerobiewert für jede beliebige Testfläche errechnet werden kann. Damit sollte jede Fachperson in der Lage sein, mit vernünftigen zeitlichen Aufwand zu einem brauchbaren Resultat zu kommen. Darüber hinaus sollten die Berechnungen mit den üblichen Computerprogrammen durchgeführt werden können.

Weil sich die Hemerobie einer Vegetationsfläche stets auf die potenziell-natürliche Vegetation bezieht, muss vor jeder Hemerobiebestimmung abgeklärt werden, welche potenziell-natürliche Waldgesellschaft die betreffende Fläche bedecken

würde. Diese Waldgesellschaft dient dann als Grundlage für die weiteren Hemerobie-Berechnungen und stellt den Referenzwert für allfällige anthropogen bedingte Veränderungen auf der Fläche dar. Zur Bestimmung der potenziell-natürlichen Vegetation dienen grundsätzlich die Vegetationskarten von FREHNER (1963), KUHN (1967) und die betreffenden Ausschnitte aus der vegetationskundlichen Kartierung der Wälder im Kanton Zürich (BURNAND *et al.* 1988). Selbst innerhalb der Schweiz werden in verschiedenen Publikationen, so auch in den oben erwähnten Kartierungen, unterschiedliche pflanzensoziologische Nomenklaturen angewendet. Diese Uneinheitlichkeit erfordert es, alle unterschiedlichen Waldgesellschaften auf eine bestimmte Nomenklatur zu beziehen, wofür die Einteilung der Waldgesellschaften von KELLER *et al.* (1998) bzw. ELLENBERG & KLÖTZLI (1972) am besten geeignet ist.

Die Bestimmung der Hemerobie ist so aufgebaut, dass für jede einzelne Testfläche zuerst die Hemerobiewerte von fünf Einzelkriterien berechnet werden, die dann zu einem Gesamthemerobiewert verknüpft werden, der den Grad der menschlichen Beeinflussung auf der jeweiligen Testfläche zusammenfassend darstellt. Bei den fünf Einzelkriterien handelt es sich um drei Kriterien, welche die drei Vegetationsschichten (Baum-, Strauch- und Krautschicht) bewerten und um zwei weitere Kriterien, die anthropogene Einflüsse mit einbeziehen (Abbildung 1). Die Bestimmung der Hemerobie der Baumartenkombination (Baumschicht) erfolgte analog zur von GRABHERR *et al.* (1998) vorgeschlagenen Methode durch eine Soll-Ist-Beurteilung der momentanen Baumartenzusammensetzung und deren Deckungsgrade im Vergleich mit der potenziell-natürlichen Waldgesellschaft.

Die Methode zur Bestimmung der Hemerobie der Krautschicht besteht in Anlehnung an die in KOCH *et al.* (1999) und GRABHERR *et al.* (1998) dargelegte Methode, indem der Deckungsanteil der Pflanzen einer für die hier getätigte Untersuchung genau definierten Gruppe von sogenannten Störungszeigern an der Gesamtdeckung der Krautschicht ermittelt wird. Die daraus resultierenden Zahlen werden in einen Hemerobiewert zwischen 1 und 5 umgerechnet.

Der menschliche Einfluss auf ein Waldökosystem kann durch das Verhältnis von Naturverjüngung zu Kulturverjüngung einerseits und aufgrund der Standortgerechtigkeit der verjüngten Baumarten in der Strauchschicht andererseits festgestellt werden (KOCH *et al.* 1999). Zur Beurteilung der Hemerobie der Strauchschicht wurden deshalb die Standortgerechtigkeit und die Herkunft der Baum- und Straucharten in der Strauchschicht betrachtet und schliesslich gewichtet und in einen Hemerobiewert umgerechnet. Bei der Herkunft wurde unterschieden, ob eine Pflanze von sich aus auftritt

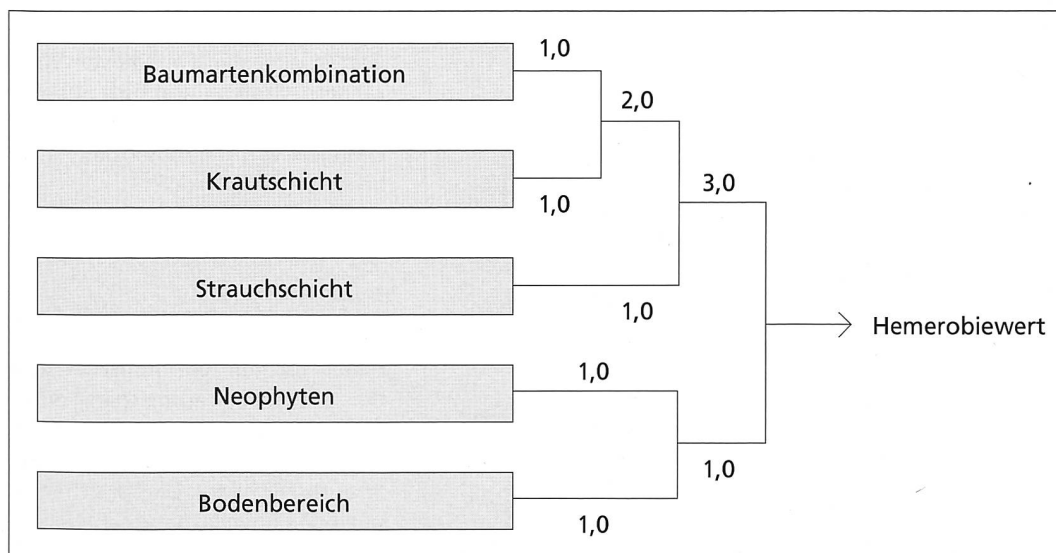


Abbildung 1: Verknüpfungsbaum zur Berechnung des Gesamthemerobiewertes aus den fünf Einzelkriterien (eigene Darstellung, in Anlehnung an GRABHERR *et al.* 1997). 1,0 bis 3,0 stellen die hier nicht weiter behandelte Gewichtung der fünf Bewertungskriterien dar (Ausführlicheres vgl. BEER 2003).

Tabelle 1: Hemerobiewerte mit entsprechenden Hemerobieklassen und Natürlichkeitsstufen. PNV=Potenziell-natürliche Vegetation (eigene Darstellung).

Hemerobiewert	Hemerobiekategorie	Natürlichkeitsstufe
1	polyhemerob	«künstlich». Die aktuelle Vegetation hat praktisch nichts mit der PNV gemeinsam.
2	euhemerob	«stark verändert». Die aktuelle Vegetation weicht stark von der PNV ab.
3	mesohemerob	«mässig verändert». Die aktuelle Vegetation weicht mässig von der PNV ab.
4	oligohemerob	«naturnah». Die aktuelle Vegetation ist der PNV sehr nahe.
5	ahemerob	«natürlich». Die aktuelle Vegetation entspricht der PNV weitgehend.

(Naturverjüngung, ohne menschliche Hilfe) oder ob sie gepflanzt oder gezielt gefördert wurde (Kultur).

Verschiedene Neophyten, insbesondere invasive Arten, verursachen an verschiedenen Stellen im Wald Probleme oder könnten noch zu Problemen führen. Wo Neophyten durch ein üppig wucherndes Vorkommen in Waldschlägen die Naturverjüngung beeinträchtigen oder wo einheimische Blütenpflanzen verdrängt werden, sind Neophyten in der Lage, einen wirtschaftlichen Schaden von schwer abschätzbarer Grösse anzurichten (GELPKE 2002). Neophyten werden auch als eine wichtige Ursache globaler Umweltveränderungen angesehen (WEBER 1999a; FREY & LÖSCH 1998). Aus diesen Gründen wurde das Kriterium Neophyten in die Hemerobieberechnung mit einbezogen. Es wurden sämtliche Neophyten in eine von vier Verbreitungs- und Gefährdungsklassen eingeteilt. Aufgrund der Anzahl Pflanzen und der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gefährdungskategorie konnte dann ein Hemerobiewert für dieses Kriterium berechnet werden. Die Unterscheidung der Klassen erfolgte gemäss den Gefährdungslisten der Arbeitsgruppe «Invasive Neophyten in der Schweiz» der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen SKEW.

Beim fünften Kriterium ging es darum, das Ausmass von sichtbaren menschlichen Eingriffen auf den Oberboden der Testflächen und dessen Bedeckung abzuschätzen. Dazu

wurde ein Verfahren entwickelt, das vor allem Störungen negativ bewertet, die ein Potenzial zur Vernichtung oder Verdrängung einzelner Arten oder zur Florenverfälschung darstellen (Einfluss von Wegrändern, mechanische Bodenschäden und Eintrag fremden Materials). Die festgestellten Störungen auf einer Fläche wurden mit Negativpunkten bewertet, mit einem Intensitätsfaktor multipliziert und schliesslich zu einem Hemerobiewert umgerechnet.

Mit der Anwendung des Berechnungsverfahrens konnte jeder der 41 Testflächen ein Hemerobiewert zugewiesen werden. Die verwendete Hemerobieskala (Tabelle 1) weist im Gegensatz zur sechsstufigen Skala nach SCHROEDER (1998), die als Grundlage gewählt wurde, nur fünf Kategorien der Hemerobie auf, da die Kategorie metahemerob (ohne Vegetation, künstlich) hier nicht vor-

kommt. Die hier verwendete Skala ist zudem so ausgelegt, dass die Hemerobiewerte mit steigender numerischer Grösse eine zunehmende Natürlichkeit signalisieren. Dies eignet sich für die Berechnungen besser, ist aber auch deshalb praktisch, weil man einen hohen Wert eher mit etwas Positivem assoziiert, also hier mit Natürlichkeit. Von der wörtlichen Bedeutung des griechischen Begriffs Hemerobie her (gezähmtes Leben) wäre diese umgekehrte Skalenverwendung allerdings falsch, bedeutet ein hoher Wert doch ein stark gezähmtes Leben. Setzt man den Begriff aber mit Natürlichkeit gleich, sollten keine Missverständnisse entstehen. Die Biodiversität wurde routinemässig erfasst, indem der Shannon-Index (SHANNON & WEAVER 1976) und die Evenness nach HAEUPLER (1982) berechnet wurden.

4. Resultate und Diskussion

4.1 Überblick

In *Abbildung 2* wird ein Überblick über die Verteilung der 41 Testflächen auf die fünf Hemerobiestufen gegeben. Die Hemerobiestufe 1 (künstlich, aktuelle Vegetation hat nichts mit der PNV gemeinsam) wurde erwartungsgemäss kein einziges Mal vergeben, denn bei der Auswahl der Testflächen wurden solche künstlichen Flächen (z.B. Fichtenhorste auf Buchenwaldstandorten) gezielt ausgeklammert. Dass nur gerade eine Fläche in die Hemerobiestufe 5 fällt (natürlich), ist ebenfalls nicht sonderlich erstaunlich, denn durch die Forstwirtschaft, die intensive Freizeitnutzung, die Nähe von Siedlungen und Gärten oder den Einfluss von Wegrändern treten praktisch überall mehr oder weniger grosse Abweichungen von der potenziell-natürlichen Vegetation auf.

4.2 51% der Testflächen sind naturnah

Allgemein zeichnen sich die naturnahen Flächen, die immerhin 51% der Stichprobe ausmachen, durch eine nur schwach oder kaum veränderte Baumartenkombination und Strauchschicht aus. Dies ist sicherlich auf eine sinnvolle, naturnahe forstliche Nutzung und Pflege der betref-

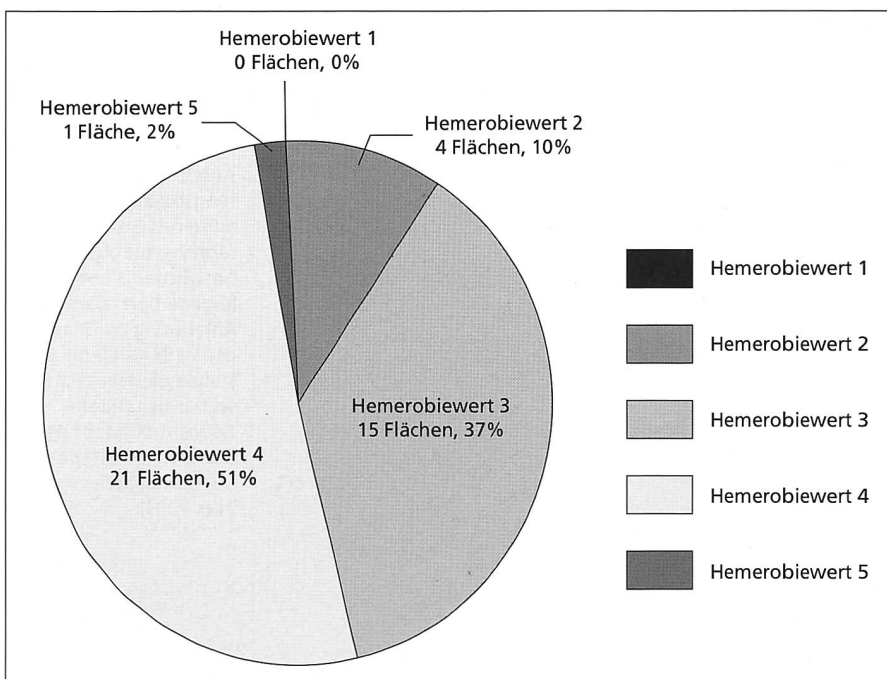


Abbildung 2: Verteilung der 41 Flächen auf die fünf Hemerobiestufen (eigene Darstellung).

fenden Flächen zurückzuführen. In vielen Fällen entfiel auch auf die Krautschicht eine gute Bewertung. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Häufig bieten die Flächen verschiedenen Störungszeigern, die vor allem an Wegrändern auftreten, keine idealen Verhältnisse, da sie etwas entfernt vom nächsten Weg liegen. An andern Stellen verhindert die gut ausgebildete Baum- und Strauchschicht das Aufkommen von lichtbedürftigen Störungszeigern und bringt somit der Fläche eine naturnahe Bewertung ein. Bezüglich Neophyten sind diese als naturnahe bewerteten Flächen meistens problemlos. Das liegt häufig daran, dass auch gut etablierte Neophyten aufgrund der gut ausgebildeten Baum- und Strauchschicht und den damit verbundenen eher schattigen Verhältnissen keine Chance zu grösseren Beständen haben. Manchmal spielt aber auch eine dichte, intakte Krautschicht eine Rolle, die den Neophyten kein Aufkommen erlaubt, und in einigen Fällen dürfte schlicht das Fehlen von Samenquellen in unmittelbarer Nähe der Testfläche das Auftreten von Neophyten verunmöglichen. Auch beim Kriterium Bodenbereich weisen die meisten naturnahen Flächen gute Bedingungen auf. Das heisst nicht, dass sie nicht beeinflusst wären, meistens sind die Störungen aber von eher geringer Intensität oder beschränken sich auf einen kleinen Teil der Testfläche. Meistens sind die Flächen zudem viel eher durch kleinere Trittschäden oder Wegrandeffekte beeinträchtigt als durch Deponien mit fremden Material und Schäden durch schwere Maschinen. Dies ist insofern unproblematisch, als diese Schäden in relativ kurzer Zeit verschwinden würden, wenn man die Wege im Wald nicht mehr pflegen und keine Menschen mehr die Flächen betreten würden.

4.3 37% der Testflächen sind mässig verändert

Sowohl direkte Einflüsse der Forstwirtschaft als auch Wegrandeffekte und das Auftreten von Neophyten, ob in Garten- oder nicht, sind dafür verantwortlich, dass immerhin 37% der untersuchten Flächen den lediglich durchschnittlichen Hemerobiewert 3 erhalten. Auf einzelnen Flächen findet man künstliche Fichten- oder Lärchenanteile im Baumbestand, und auf anderen Flächen wurden alle drei Vegetationsschichten durch Forstarbeiten (z.B. wegen Sturmschäden oder Käferbefall) in Mitleidenschaft gezogen. Auf fast allen Flächen ist eine Krautschicht mit vielen Störungszeigern oder zum Teil mit invasiven Neophyten anzutreffen, was den Natürlichkeitsgrad bedeutend herabsetzt.

Fünf Flächen weisen als potenziell-natürliche Waldgesellschaft nicht das *Galio odorati-Fagetum*, sondern nahe verwandte Gesellschaften auf. Sie alle weisen einen unterdurchschnittlichen Baum- und Strauchartenbestand auf. Die Ursachen hierfür sind wohl in der Forstwirtschaft zu finden. Da diese Flächen von Standorten des *Galio odorati-Fagetum* umgeben sind, wird bei der Waldpflege und Baumartenförderung möglicherweise zu wenig auf die kleinräumigen Standortbesonderheiten geachtet und zu Unrecht nur die im *Galio odorati-Fagetum* typischen Baumarten gefördert und gepflegt. Andererseits ist aber auch zu berücksichtigen, dass diese kleinräumigen «Sonderstandorte» nicht optimale Verhältnisse darstellen, wodurch der errechnete Hemerobiewert allenfalls etwas zu relativieren wäre.

4.4 10% der Testflächen sind stark verändert

In *Abbildung 2* fallen unter anderem vier Flächen mit dem sehr tiefen Hemerobiewert 2 auf. Dabei muss der Wert einer Fläche wegen Ungenauigkeiten der Berechnungsmethode relativiert werden: Gemäss der Vegetationskarte nach FREHNER (1963) liegt die Fläche an einem potenziellen *Aceri-Fraxinetum*-Standort, jedoch nahe der Grenze zum *Milio-Fagetum*.

Da es sich aber beim Standort natürlicherweise um eine Übergangszone zwischen zwei Waldgesellschaften handelt, für die keine präzisen Referenzdaten verfügbar sind, wird zu Unrecht und fälschlicherweise ein sehr schlechter Hemerobiewert erreicht, der nicht die Realität widerspiegelt. Im Gegensatz dazu können die drei tiefsten Hemerobiewerte im Gebiet Zürich nicht durch Schwachpunkte der Berechnungsmethode begründet werden. Die tiefen Werte können aber vor allem durch forstliche Veränderungen der Baumartenkombination (z.B. künstliche Bestockung mit Linden), grosse Wegrand- und Waldrandeffekte, die einen hohen Störungszeigeranteil in der Krautschicht verursachen, sowie das massive Auftreten von invasiven Neophyten (z.B. *Reynoutria japonica*, *Buddleja davidii*, *Impatiens glandulifera*) oder nicht invasiven Neophyten (z.B. *Paulownia tomentosa*) begründet werden und widerspiegeln somit gut die Realität. Auf einer Fläche ist zudem ein stark verdichteter Boden wegen Befahrens mit schweren Maschinen anzutreffen, der trotz leichter Hanglage Staunässe zeigt, was durch das Auftreten von für den Buchenwald untypischen Arten wie *Juncus inflexus*, *Juncus effusus* oder *Cirsium palustre* deutlich sichtbar ist. Durch die starke Auflichtung dieser Fläche werden zudem invasive Neophyten wie *Buddleja davidii* und *Impatiens glandulifera* zusätzlich begünstigt.

4.5 Kaum Unterschiede zwischen den Untersuchungsgebieten

Beim Vergleich der Hemerobiewerte zwischen den beiden Untersuchungsgebieten Aargau und Zürich fallen keine markanten Unterschiede auf. Die Mittelwerte betragen für den Aargau 3,39 und für Zürich 3,52. Der Median liegt im Aargau bei 3, in Zürich bei 4. Formuliert man ausgehend von diesen Resultaten die Aussage, die Wälder in Zürich seien um eine Stufe natürlicher als jene im Aargau, geht man etwas zu schnell und ungenau vor. Es besteht zwar der diesbezügliche Verdacht, doch ist der effektive Unterschied der Mittelwerte mir 0,13 sehr gering. Auffällig ist, dass von den insgesamt vier tiefen Hemerobiewerten 2 nur gerade einer im Gebiet Aargau vergeben wurde. Dieser tiefe Wert muss zudem wegen Schwächen der Berechnungsmethode relativiert werden, während die drei Flächen in Zürich zu Recht diesen tiefen Wert tragen. Diese Tatsache steht dem höheren Mittelwert der Hemerobie in Zürich gegenüber. Daraus darf aber nicht gefolgert werden, dass es im Gebiet Aargau keine oder viel weniger Flächen mit tiefen Hemerobiewerten gebe. Im Gegenteil: Beim Suchen geeigneter Testflächen vor Beginn der Vegetationsaufnahmen war es das Gebiet Aargau, das im Vergleich zum Gebiet Zürich mehr Waldbereiche aufwies, die für die Untersuchungen ungeeignet waren, da sie zu stark und offensichtlich durch die Forstwirtschaft und andere anthropogene Einflüsse verändert sind und schon zum Vorhinein sehr tiefe Hemerobiewerte erwarten liessen. Der Vergleich zeigt lediglich, dass von den untersuchten Flächen die Mehrheit derjenigen, die stark verändert sind, im Gebiet Zürich liegt, dass aber das Gebiet Aargau mehr Flächen mit einem durchschnittlich leicht geringeren Hemerobiewert aufweist als Zürich.

Bei den 41 Testflächen handelt es sich um verschiedene potenziell-natürliche Laubwaldgesellschaften. Die häufigste Waldgesellschaft ist dabei das *Galio odorati-Fagetum* mit insgesamt 35 Testflächen. In den soeben angestellten Vergleich wurden alle Waldgesellschaften mit einbezogen, was die Vergleichbarkeit des Resultats etwas einschränkt. Um genauere Aussagen zuzulassen, wurden deshalb auch noch nur die Testflächen auf *Galio odorati-Fagetum*-Standorten miteinander verglichen. Das ergibt einen Vergleich zwischen 14 Flächen im Aargau und 21 Flächen in Zürich. In *Abbildung 3* ist dieser Vergleich zwischen den beiden Untersuchungsgebieten darge-

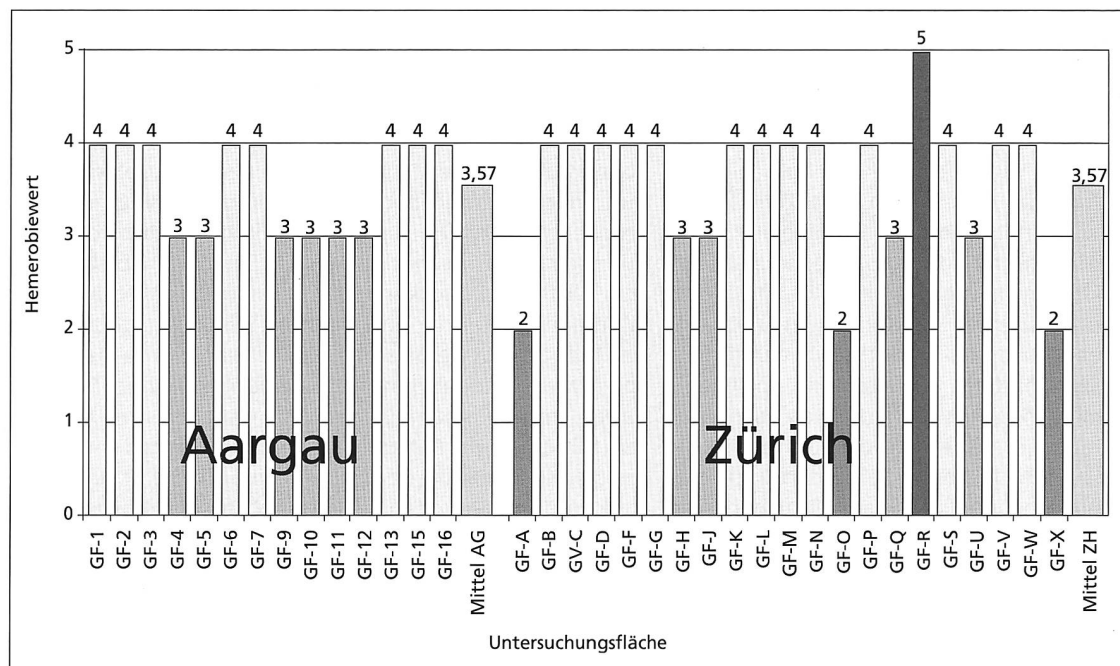


Abbildung 3: Vergleich der Hemerobiewerte aller 35 Testflächen des *Galio odorati-Fagetum* mit Mittelwerten pro Gebiet (eigene Darstellung).

stellt. Um die Charakteristiken der einzelnen Flächen bei einer Mittelwertberechnung nicht zu verlieren, werden nebst den Mittelwerten der beiden Gebiete auch die Werte für jede einzelne Fläche gezeigt. Die Mittelwerte für die Hemerobie der beiden Gebiete entsprechen sich genau (Hemerobiewert 3,57). Aufgrund dieser Ergebnisse kann gesagt werden, dass bezüglich der durchschnittlichen Hemerobie von *Galio odorati-Fagetum*-Standorten zwischen den beiden Gebieten Aargau und Zürich praktisch keine Unterschiede bestehen.

4.6 Zusammenhänge zwischen Hemerobie und Standort

Der Hemerobiewert einer Fläche ist abhängig von einer Vielzahl von Faktoren in den verschiedenen Vegetationsschichten und von verschiedenen Umwelteinflüssen. Daneben ist aber zu erwarten, dass auch die Lage einer Fläche innerhalb eines Waldgebietes einen Einfluss auf die Hemerobie haben könnte. Deshalb wurden Analysen durchgeführt, um Zusammenhänge zwischen den Hemerobiewerten und verschiedenen Typen von Aufnahmeorten zu überprüfen. Insbesondere wurde analysiert, ob ein Zusammenhang besteht zwischen der Hemerobie und a) dem Abstand einer Testfläche von den nächsten Siedlungen sowie b) der Nähe einer Testfläche zu einem Weg.

Im Aargau besteht mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,34 der Verdacht eines Zusammenhangs zwischen dem Abstand der Testflächen zu den nächsten Siedlungen und der Hemerobie: Mit zunehmendem Abstand zur nächsten Siedlung nimmt die Natürlichkeit der Waldflächen zu; im Gebiet Zürich konnten diesbezüglich keine Zusammenhänge festgestellt werden. Das Vorhandensein eines Zusammenhangs zwischen der Hemerobie und dem Siedlungsabstand einer Waldfläche scheint deshalb plausibel, weil sich die folgenden direkten und indirekten Siedlungseffekte negativ auf die Natürlichkeit einer Waldfläche auswirken können:

- vermehrtes Auftreten von Gartenflüchtlings, insbesondere von invasiven Neophyten Dank kurzer Distanz zu Samenquellen in Gärten,
- vermehrte mechanische Schäden (Tritt, Ausreissen von Pflanzen), vor allem am Jungwuchs durch intensive anthropogene Freizeitnutzung der siedlungsnahen Waldflächen sowie

- vermehrter Eintrag von Fremdstoffen (Fäkalien, diverse Abfälle, Kompostdeponien) durch Menschen und Haustiere in intensiv genutzten Waldabschnitten (Spazierwegen, Strassennähe).

Das Fehlen des Zusammenhangs in Zürich ist am ehesten aufgrund der Grossumgebung rund um das Untersuchungsgebiet zu erklären: Das Waldgebiet ist praktisch auf allen Seiten durch Siedlungen mit städtischem Charakter oder durch Einfamilienhausquartiere mit grossen Gärten umgeben. Das Waldgebiet im Aargau hingegen grenzt nur im Westen an ein grosses Siedlungsgebiet (Zofingen). Es ist zu vermuten, dass in Zürich nicht nur die siedlungsnächsten Flächen durch Gartenflüchtlings usw. beeinflusst sind, sondern auch die weiter entfernten Flächen, da von allen Seiten her solche Effekte auftreten können und somit jeder Punkt im Wald im Einflussbereich irgendeines Siedlungsgebietes liegt. Zudem wirken die indirekten Effekte der Siedlungsnähe, vor allem die intensive Freizeitnutzung mit allen Nebeneffekten im ganzen Gebiet Zürich sehr stark, während im Aargau nur in der Nähe der Stadt Zofingen verbreitet solche Effekte zu beobachten sind. In Zürich besteht hingegen ein leicht deutlicher Zusammenhang zwischen der Hemerobie und der Nähe einer Testfläche zu einem Weg als im Aargau. Allerdings ist dieser Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten von nur gerade 0,21 nicht gesichert. Die Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgebieten dürften aber darauf zurückzuführen sein, dass die Testflächen, die an einen Weg grenzen, in Zürich an durchschnittlich breiteren und häufiger begangenen Wegen liegen als jene im Aargau (grössere Trittschäden und verstärkter Stickstoff-Eintrag). Durch den grösseren Lichteinfall verändern sich die Bedingungen auf der Fläche stärker.

4.7 Phyto-Diversität (kurz: Biodiversität)

In *Tabelle 2* sind für beide Untersuchungsgebiete die Mittelwerte der Gesamtartenzahl, des Shannon-Indexes und der Evenness dargestellt. Bezüglich des Shannon-Indexes, der Evenness und der Gesamtartenzahlen bestehen zwischen Zürich und Aargau keine grossen Unterschiede. Dennoch zeigen alle drei Messgrössen auf den Flächen des Gebietes Aargau durchschnittlich leicht höhere Werte als jene von Zürich, wo

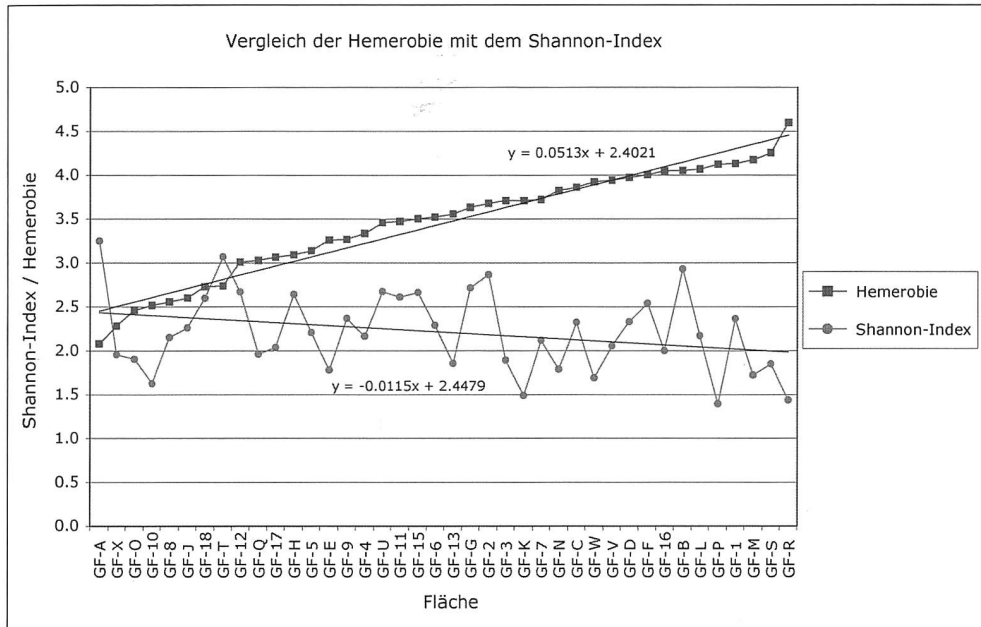


Abbildung 4: Werte des Shannon-Indexes und der Hemerobie, aufgetragen für jede Testfläche, mit Regressionsgeraden (eigene Darstellung).

Tabelle 2: Mittelwerte verschiedener Biodiversitätsindizes für die beiden Untersuchungsgebiete Zürich und Aargau.

	Gebiet Zürich	Gebiet Aargau
Shannon-Index	2,15	2,26
Evenness	0,64	0,66
Gesamtartenzahl	30	32

aus sich für das erstere Gebiet eine leicht höhere Biodiversität ergibt. Bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen den beiden Gebieten stellt sich die Frage, was denn eigentlich die einzelnen Biodiversitäts-Indizeswerte bedeuten. FREY & LÖSCH (1998) geben an, dass der Shannon-Index in der Regel Werte zwischen 1 und 4,5 annehme. Sämtliche Werte der 41 Testflächen liegen in diesem Bereich, nämlich zwischen 1,39 und 3,25, und weisen damit eine relativ grosse Spannweite auf. Es ist anzunehmen, dass Waldgesellschaften wie das *Galio odorati-Fagetum* natürlicherweise eine geringere Biodiversität aufweisen als z.B. Halbtrockenrasen des Juras oder subalpine Rasen. So gibt REUSCHENBACH (2002) für verschiedene Pflanzengesellschaften im Val Tuoi (GR) Werte zwischen 2,63 und 4,28 für den (nach der gleichen Methode wie in dieser Arbeit berechneten) Shannon-Index an. Die Werte für verschiedene subalpine Waldgesellschaften liegen sogar zwischen 3,00 und 4,12. Diese Wälder sind aber keinesfalls mit den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Flächen zu vergleichen, denn die lichten, subalpinen Wälder weisen von Natur aus eine höhere Biodiversität auf als die schattigen, gleichförmigen Buchenwälder des Mittellandes.

Zur Analyse der Shannon-Index-Werte bietet sich ein Vergleich mit den errechneten Hemerobiewerten an. Hierzu wurden in Abbildung 4 40 Testflächen (eine Fläche wurde wegen Messungenauigkeiten weggelassen) nach der Höhe ihres Hemerobiewertes sortiert auf der Abszisse aufgetragen. Pro Fläche wurde dann der Hemerobiewert und zusätzlich der Shannon-Index Wert aufgetragen. Zu den so entstandenen Kurven wurden zudem die Regressionsgeraden eingezeichnet, die einen deutlichen Trend feststellen lassen: Bei einem hohen Hemerobiewert weisen die Testflächen einen tendenziell niedrigeren Wert des Shannon-Indexes auf und umgekehrt. Dies bedeutet demnach, dass eine hohe Biodiversität nicht mit grosser Natürlichkeit gleichzusetzen ist. Die Werte zur Hemerobie und jene zum Shannon-Index weisen eine Korrelation von -0,34 auf. Das ist nicht sehr viel, zeigt aber dennoch

einen Trend. Die negative Korrelation erscheint auch tatsächlich vernünftig, denn die untersuchten Buchenwälder weisen wohl natürlicherweise Biodiversitätswerte auf, die bestenfalls im mittleren Bereich der Spannweite von 1 bis 4,5 für den Shannon-Index liegen. Treten aber höhere Werte auf, kann dies folgende Ursachen haben:

- Die Fläche weist nicht typische Buchenwald-Bedingungen auf, d.h. die Waldgesellschaft ist ein Grenzfall zwischen verschiedenen Buchenwaldtypen und anderen Waldgesellschaften;
- die Fläche wurde aufgelichtet, und es kommen lichtliebende Arten auf, die mehrere Jahre neben den eigentlichen Arten des Buchenwaldes existieren können;
- die Fläche liegt in Waldrandnähe und enthält verschiedene Arten, die aus Gärten oder Wiesen eingewandert sind und neben den typischen Waldarten existieren;
- die Fläche wurde mit verschiedenen standortfremden Baumarten bestockt.

Diese Ursachen haben zwar einen hohen Shannon-Index zur Folge, tragen aber andererseits zu einem tiefen Hemerobiewert bei, weil sie ein vom Naturzustand abweichendes Waldbild darstellen.

5. Empfehlungen zur Erhaltung der untersuchten Waldgebiete

Insgesamt konnten also sowohl bezüglich der Hemerobie als auch der Biodiversität nur sehr geringe Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgebieten festgestellt werden. Der Verdacht, dass im Gebiet Zürich wegen der stadtnahen Lage und den damit verbundenen anthropogenen Einflüssen verstärkt mit Natürlichkeitseinbussen im Wald gerechnet werden muss, bestätigt sich nicht auf Grund der oben beschriebenen Untersuchungen. Die verstärkten anthropogenen Einflüsse, die von einem grossen Siedlungsgebiet ausgehen, scheinen nicht derart bedeutend zu sein, dass sie die Natürlichkeit des Waldes mehr beeinträchtigen würden als andere Einflüsse. Mindestens so wichtig für die Hemerobie eines Waldgebietes scheinen vor allem die forstlichen Eingriffe zu sein. Das heisst, dass es vor allem die Forstwirtschaft in der Hand hat, einen natürlichen, gesunden Wald zu erhalten. Daneben kann aber auch von den politischen Gemeinden, von Gärtnern und von jeder Privatperson ein Beitrag zur Erhaltung oder Verbesse-

zung des Zustandes unserer Wälder geleistet werden, indem insbesondere

- darauf geachtet wird, dass beim Erstellen von Waldwegen sowohl der Jungwuchs als auch der 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 und Eutrophierung zu vermeiden;
- kein Material wie Kompost oder Gartenabfälle im Wald oder am Waldrand deponiert wird.

Das angewendete Verfahren zur Berechnung der Hemerobie hat sich insgesamt bewährt und brauchbare Resultate geliefert. Damit konnten wichtige menschliche Einflüsse auf Waldflächen fassbar gemacht werden. Deshalb wird vorgeschlagen, dass ähnliche Untersuchungen in weiteren Gebieten getätigt und aufgrund der Resultate konkrete Massnahmen geplant werden, um die untersuchten Wälder zu erhalten und eine nachhaltige Entwicklung in Richtung des Naturwaldzustandes einzuleiten. Erst dann erhalten die Untersuchungen ihren eigentlichen Sinn.

Zusammenfassung

Um den Grad der Natürlichkeit von Buchenwaldflächen im Schweizer Mittelland zu erfassen, wurde ein zum Teil neues Verfahren zur Quantifizierung des aktuellen Zustandes und des menschlichen Einflusses von zwei Buchenwald-Gebieten bei Zürich und Zofingen (AG) entwickelt und exemplarisch auf 41 Testflächen angewendet. Die Beurteilungsmethode basiert auf modifizierten Braun-Blanquet-Vegetationsaufnahmen und einem Vergleich der aktuellen mit der potenziell-natürlichen Vegetation. Das Verfahren kann mit mässigem Zeit- und Kostenaufwand von einer Einzelperson durchgeführt werden. Ferner wurde die Phyto-Diversität der Testflächen bestimmt. 51% der Testflächen können als naturnah bezeichnet werden, während 10% der Testflächen stark verändert sind. Zwischen den beiden Buchenwald-Gebieten Zürich und Zofingen bestehen kaum Unterschiede. Vor allem die Forstwirtschaft, aber auch Privatpersonen können mit verschiedenen Massnahmen einen nachhaltigen Beitrag zur Erhaltung und Verbesserung des Zustandes der Wälder leisten.

Summary

On the naturalness of the beech forests in the Swiss central plains

In two beech forest areas of Zurich and Zofingen, AG (situated in the central plains), a partly new method to quantify their degree of naturalness has been investigated with the help of 41 plots. The assessment is based on the modified vegetational survey according to Braun-Blanquet and on the comparison between the actual and potential natural vegetation. The method can be employed with a reasonable use of time and money. In addition, plant diversity was recorded. 51% of the plots are more or less in their natural state, while 10% of

the plots show a strong anthropogenic influence. Very few differences in the beech forests were recorded between the two test areas of Zurich and Zofingen. While foresters are mainly responsible for the maintenance and improvement of the state of forests, much can also be contributed by members of the public.

Résumé

Du caractère naturel des forêts de feuillus du Plateau suisse

Afin de saisir le caractère naturel de hêtraies du Plateau suisse, une nouvelle méthode de quantification de l'état actuel et de l'influence humaine a été développée et testée au moyen de 41 placettes disposées dans deux hêtraies situées l'une dans la région de Zurich, l'autre près de Zofingue (AG). La méthode d'évaluation se base sur des relevés de végétation effectués selon la méthode de Braun-Blanquet modifiée, ainsi que sur une comparaison de la végétation actuelle avec la végétation naturelle potentielle. La méthode peut être appliquée à moindres frais (temps et coûts), une seule personne y suffit. La diversité végétale a en outre été déterminée dans les placettes testées, parmi lesquelles 51% pouvaient être qualifiées de proche de l'état naturel, alors que 10% affichaient un état fortement modifié. On ne constate pratiquement aucune différence entre les massifs de Zurich et de Zofingue. Diverses mesures sont à la disposition aussi bien de la foresterie que des particuliers pour conserver et améliorer durablement l'état des forêts.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Literatur

- BAHRENBURG, G.; GIESE, E.; NIPPER, J. 1999: Statistische Methoden in der Geographie. Teubner Studienbücher, Stuttgart, 234 S.
- 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 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage, Springer, Wien, 865 S.
- BURNAND, J.; DICKENMANN, R.; LEUTHOLD, C.; 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.
- ELLENBERG, H.; KLÖTZLI, F. 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 48, 4: 589–930.
- FREHNER, H.K. 1963: Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 44, 96 S.
- FREY, W.; LÖSCH, R. 1998: Lehrbuch der Geobotanik – Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. Gustav Fischer, Stuttgart, 436 S.
- GELPKE, G. 2002: Problempflanzen im Wald. Wald und Holz 83, 5: 52–54.
- GLAVAC, V. 1996: Vegetationsökologie – Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Gustav Fischer, Jena, 358 S.
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H. 1997: Naturnähe Österreichischer Wälder. Bildatlas. Österreichische Forstzeitung 1: 1–39.
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H.; REITER, K. 1998: Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme. Veröffentlichungen des österreichischen MaB-Programmes, Band 17, 439 S.
- HAEUPLER, H. 1982: Evenness als Ausdruck der Vielfalt der Vegetation: Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. *Dissertationes botanicae* 65, 268 S.
- JÄCKLI, H. 1989: Geologie von Zürich. Orell Füssli, Zürich, 215 S.
- KELLER, W.; WOHLGEMUTH, T.; KUHN, N.; SCHÜTZ, M.; WILDI, O. 1998: Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grund-

- lage. Statistisch überarbeitete Fassung der «Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz» von Heinz Ellenberg und Frank Klötzli (1972). Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 73, 2: 91–357.
- KISLING, P. 1999: Changement floristique depuis 1950 dans les forêts des Alpes suisses. *Botanica Helvetica* 99, 1: 27–43.
- KLÖTZLI, F. 1972: Die Waldgesellschaften im Kanton Aargau vom Kettenjura bis zum Lindenberg. Supplement zur vegetationskundlichen Kartierung der Wälder im Kanton Aargau, Aarau, 14 S.
- 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 S.
- KUHN, N. 1967: Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. Diss. Nr. 3998, ETH Zürich, Zürich, 85 S.
- 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.
- KUHN, N.; AMIET, R.; HUFSCHEID, N. 1987: Veränderungen in der Waldvegetation der Schweiz infolge Nährstoffanreicherungen aus der Atmosphäre. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 158, 5/6: 77–84.
- LANDOLT, E. 2001: Flora der Stadt Zürich. Birkhäuser, Basel, 1421 S.
- PFADENHAUER, J. 1997: Vegetationsökologie. Ein Skriptum. 2. verbesserte und erweiterte Auflage, IHW-Verlag, Eching bei München, 448 S.
- REUSCHENBACH, M. 2002: Erfassung und Analyse der Phyto-Biodiversität eines Alpentals, ausgeführt am Beispiel des Val Tuoi, Unterengadin. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, Zürich, 138 S.
- SCHROEDER, F.-G. 1998: Lehrbuch der Pflanzengeographie. Quelle und Meyer, Heidelberg, 457 S.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. 1976: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. *Scientia nova*, Oldenbourg, München und Wien, 143 S.
- STÄDLER, E. 1990: Vegetations- und Bodenveränderungen in zwei Waldgesellschaften des Forstkreises Zofingen, Kanton Aargau. Diplomarbeit ETH Zürich, Abteilung für Forstwirtschaft, Fachbereich Bodenphysik, 72 S.
- 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. Beiträge zu Philosophie und Geschichte der Naturwissenschaften, Evolution und Systematik, Oekologie und Morphologie, Geobotanik, Pollenanalyse und Archäobotanik. *Dissertationes botanicae* 196: 209–227.
- WILMANN, O. 1993: Ökologische Pflanzensoziologie: eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas. Quelle & Meyer, Heidelberg, 288 S.

Dank

Wir danken Dr. Nino Kuhn (WSL Birmensdorf) ganz herzlich für seine mehrmalige Begleitung auf verschiedenen Waldbegehungen und für seine wertvollen fachlichen Informationen und methodischen Ratschläge sowie dipl. Forst. Ing. ETH Erwin Städler (Kreisförster des Kreisforstamtes 5 Zofingen) für die Mithilfe bei der Auswahl geeigneter Waldbereiche.

Autoren

Prof. Dr. CONRADIN A. BURGA, Geographisches Institut der Universität Zürich-Irchel, Abteilung Physische Geographie (Biogeographie), Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich. E-Mail: cburga@geo.unizh.ch.
 PASCAL C. BEER, dipl. geogr., Tisenwaltsberg 183, 8344 Bäretswil.
 E-Mail: pascalbeer@bluewin.ch.