

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 8 (2005)

Artikel: Einfluss des Picknickens auf die Zusammensetzung der Pflanzenarten in Baselbieter Wäldern (Schweiz)
Autor: Rusterholz, Hans-Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-676777>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Einfluss des Picknickens auf die Zusammensetzung der Pflanzenarten in Baselbieter Wäldern (Schweiz)

HANS-PETER RUSTERHOLZ

Zusammenfassung: Wälder in städtischen Ballungsgebieten stehen unter einem grossen Nutzungsdruck durch Erholungssuchende. Die Auswirkungen der Erholungsnutzung auf die Pflanzendecke ist nicht nur von der Art und Häufigkeit der Freizeitaktivitäten, sondern auch von der Trittempfindlichkeit der verschiedenen Vegetationstypen abhängig. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss des Picknickens auf die Artenvielfalt und -zusammensetzung der Bodenvegetation in zehn Wäldern im Kanton Basel-Landschaft (Schweiz) erfasst. Die Erholungsnutzung führte zu einer starken Reduktion des Deckungsgrades der Bodenvegetation und der Streuschicht und dementsprechend zu einer Zunahme der Waldbodenfläche, die weder mit Pflanzen noch mit Streu bedeckt war. In den stark genutzten Waldgebieten nahm auch die Artenzahl und die Diversität (Shannon-Wiener Index) der Krautschicht ab. Als Folge des Nutzungsdruckes wurden die Häufigkeiten der einzelnen Arten und in einem geringeren Ausmass die Artenzusammensetzung verändert. Bei häufig genutzten Picknickplätzen nahm die Individuenzahl der einjährigen und trittresistenten Pflanzenarten auf Kosten typischer Waldarten zu. Zur Erhaltung intakter Wälder sollte die in der Waldentwicklungsplanung (WEP) vorgeschlagene Trennung von Teilgebieten mit verschiedenen Schwerpunktfunktionen vorgenommen und den Waldbesuchern bekannt gemacht werden.

Abstract: Urban and suburban forests are exposed to an increasing pressure by outdoor recreational activities. The effects of recreational activities, especially picnicking, on the extent of damage to the ground vegetation and leaf litter layer as well as on the diversity and composition of plant species belonging to the ground vegetation were investigated in ten forest areas situated in the canton Basel-Landschaft (Switzerland). Frequently, picnicking reduced the cover of ground vegetation and leaf litter layer, but increased the cover of bare ground. In addition, the recreational pressure reduced the total number of plant species, the number of plant species per square meter, the plant diversity and altered the composition of the plant communities. In order to maintain undisturbed natural forests, a forest management plan that partitions the forest into areas with different kinds of use should be implemented and communicated to forest visitors.

Einleitung

Siedlungsnaher Wälder sind beliebte Erholungsräume (BUWAL 1999). Im Ballungsraum Frankfurt zum Beispiel werden stadtnaher Wälder viel häufiger zur Erholung aufgesucht als Stadtparks, Freibäder und Spielplätze (Becker 1983). So nutzen zahlreiche Erholungssuchende den Wald als Raum für die Gestaltung ihrer Freizeit, etwa zum Wandern, Ausführen des Hundes, Joggen, Reiten, Biken, Picknicken oder zum Geniessen der Natur. Je nach Interessenlage und

Aktivität werden gepflegte oder naturnahe Gebiete bevorzugt. Im Naherholungsraum Zürich bevorzugten rund ein Viertel der Waldbesucher naturnahe Gebiete (Schelbert et al. 1988). Gut erreichbare naturnahe Wälder stehen deshalb unter einem grossen Nutzungsdruck durch Erholungssuchende.

Dank der grossen räumlichen Ausdehnung, der Langlebigkeit und der hohen Strukturvielfalt ist der Wald ein bedeutender Lebensraum für viele Pflanzen- und Tierarten. Im Schweizer Wald leben rund 500 Gefässpflanzen- und

20 000 Tierarten (Meyer und Debrot 1989). Rund die Hälfte aller schweizerischen Brutvogelarten nutzt den Wald als Brut- und Nahrungsraum (Schmid et al. 1998). Ein Viertel der Käferarten dürfte während eines Stadiums ihres Lebenszyklus an Holz gebunden sein, der Grossteil von ihnen an Alt- und Totholz (Haase et al. 1998). Im 20. Jahrhundert haben offene, lichte Wälder eine steigende Bedeutung als Ersatzlebensraum für Pflanzen und Tiere erhalten, deren ursprüngliche Lebensräume durch menschliche Aktivitäten stark dezimiert oder zerstört worden sind. So kommt dem heutigen urbanen Wald für die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt eine wichtige Bedeutung zu.

Durch die grosse Zahl der Erholungssuchenden entstehen jedoch Konflikte einerseits mit der Forstwirtschaft und andererseits mit dem Bestreben intakte, naturnahe Wälder in urbanen Räumen zu erhalten. Untersuchungen in stadtnahen Wäldern zeigten, dass intensive Erholungsnutzung einen grossen Einfluss auf das Ausmass der Bodenverdichtung, die Entwicklung der Krautschicht, Sträucher und Jungbäume und ganz generell auf die Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten hat (Cole 1987, Liddle 1997, Baur 1999, Rusterholz et al. 2000). Das Ausmass der Schäden an der Pflanzendecke ist jedoch nicht nur von der Art und Häufigkeit der Freizeitaktivitäten, sondern auch von der Trittempfindlichkeit der Pflanzenarten und von den Bodenverhältnissen abhängig (Cole 1987, Liddle 1997, Baur et al. 2003, Godefroid und Koedam 2004).

Die Art und Häufigkeit der im Wald ausgeübten Freizeitaktivitäten kann regional und lokal stark schwanken. So sind in Teilgebieten des Muttener Waldes mehr als die Hälfte der Waldbesucher Mountain-Biker (Heer et al. 2003), während im Dorenbachgebiet des Allschwiler Waldes Jogger, Wanderer und Picknicker den Grossteil der Waldbesucher ausmachen (Rusterholz und Baur 2003). Im Gegensatz zu einer Vielzahl von Studien, welche die Auswirkungen linearer Freizeitaktivitäten (Wandern, Joggen und Reiten) auf die biologische Vielfalt verschiedener Lebensräume untersuchten (Liddle 1997, Baur 2003), sind die Auswirkungen von räumlichen Freizeitaktivitäten wie beispiels-

weise Picknicken auf die biologische Vielfalt nur vereinzelt untersucht worden (Kutiel und Zhevlev 2001).

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss des Picknickens auf die Artenvielfalt und -zusammensetzung der Bodenvegetation in zehn Waldgebieten des Baselbiets untersucht.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchung wurde in zehn Waldgebieten des Kantons Basel-Landschaft durchgeführt (Tab. 1). In jedem Untersuchungsgebiet wurde eine durch die Erholungsnutzung belastete Waldfläche und eine unbelastete Kontrollfläche von je 25 m x 25 m ausgewählt. Die belasteten Waldflächen weisen je einen Picknickplatz mit einer fest installierten Feuerstelle auf. Die jeweiligen Kontrollflächen liegen in unmittelbarer Nähe der belasteten Flächen und weisen keine sichtbaren Schäden einer Erholungsnutzung auf. Die belasteten Flächen und die entsprechenden Kontrollflächen weisen die gleiche Waldgesellschaft, Exposition und die selben Bodeneigenschaften auf und sind bezüglich Bestandesalter und Bewirtschaftungsform vergleichbar. Die Untersuchungsgebiete liegen in einer Höhe zwischen 305 und 990 m ü. M. (Tab. 1). Aufgrund der unterschiedlichen klimatischen und ökologischen Standortverhältnisse kommen in den zehn Erholungswäldern verschiedene Waldgesellschaften vor (Tab. 1). Ein typischer Waldmeister-Buchenwald (*Galio oderati-Fagetum*) kommt in drei Untersuchungsgebieten vor, während ein Eichen-Hagebuchenwald (*Quercus-Carpinetum*, Moor 1963) in zwei Gebieten vorherrscht. Zudem wurden Flächen in einem Aronstab-Buchenwald (*Aro-Fagetum*), einem Seggen-Buchenwald (*Carici-Fagetum typicum*), einem Flaumeichenwald (*Rhamno-Quercetum*), einem Linden-Zahnwurz-Buchenwald (*Cardamino-Fagetum mellitetosum*) und einem Tannen-Buchenwald (*Abieti-Fagetum*) untersucht (Tab. 1). Die Nomenklatur der Waldgesellschaften richtet sich nach Burnand und Hasspacher (1999).

Datenerfassung

In jeder der 25 m x 25 m grossen Untersuchungsfläche wurde die Zusammensetzung der Bodenvegetation in 12 zufällig angeordneten 1 m² grossen Probeflächen in den Jahren 2000 bis 2002 erhoben. In diesen Probeflächen wurde jeweils zwischen Mitte März bis Ende September in regelmässigen Abständen von 30 Tagen die Zusammensetzung der Arten sowie ihre Abundanz erfasst. Zusätzlich wurde der Deckungsgrad der Bodenvegetation und der Streuschicht sowie der Anteil des Bodens ohne Vegetation mit Hilfe der verfeinerten Abundanz-Dominanz-Schätzskala nach Domin-Krijina (Müller-Dombois und Ellenberg 1974) erhoben. Im Jahr 2002 wurde in jeder Probefläche die Höhe der Bodenvegetation gemessen.

Die Charakterisierung der Pflanzenarten anhand ihrer unterschiedlichen Lebensformen beruht auf dem System von Raunkiaer (1934), das Pflanzenarten aufgrund der Lage ihrer Erneuerungsknospen zur Erdoberfläche einteilt: Phanerophyten sind Bäume und Sträucher, deren Erneuerungsknospen oberhalb des Bodens liegen;

Chamaephyten sind Halb- und Zwergsträucher, deren Erneuerungsknospen knapp über dem Boden liegen; Geophyten besitzen unterirdische Erneuerungsknospen; Hemikryptophyten besitzen ebenerdige Erneuerungsknospen und Therophyten weisen keine Erneuerungsknospen auf, sie überdauern als Samen. Zusätzlich wurden die Arten nach Grime et al. (1988) in Waldarten, Ruderale Arten (Arten gestörter Standorte wie zum Beispiel Schuttplätze oder Wegränder), Ubiquisten (Arten, die keine spezifischen Standortsansprüche haben) und trittresistente Arten (Arten, die mechanische Belastungen ertragen) eingeteilt.

Datenanalyse

Mit Hilfe des Wilcoxon's signed rank Test wurde der Einfluss der Erholungsnutzung auf den Deckungsgrad der Bodenvegetation, der Streuschicht und den Anteil des Bodens ohne Vegetation sowie auf die Höhe der Bodenvegetation, die Anzahl Arten/m² und auf die Pflanzenvielfalt (Shannon-Wiener Index) analysiert. Der Einfluss der Erholungsnutzung auf die Zu-

Waldgebiet	Gemeinde	Koordinaten	Höhe (m ü. M.)	Waldgesellschaft
Spitzwald	Allschwil	608.100 / 265.160	339	Waldmeister-Buchenwald
Langholz	Allschwil	607.900 / 264.350	345	Waldmeister-Buchenwald
Chuestelli	Allschwil	607.250 / 264.550	357	Eichen-Hagebuchenwald
Mühlirain	Allschwil	607.350 / 265.900	305	Eichen-Hagebuchenwald
Gobenmatt	Arlesheim	615.400 / 260.000	430	Aronstab-Buchenwald
Sichtern	Liestal	621.150 / 258.700	433	Waldmeister-Buchenwald
Schleifenberg	Liestal	623.700 / 259.750	606	Seggen-Buchenwald
Sissacherflue	Sissach	628.650 / 258.850	699	Flaumeichenwald
Römerstrasse	Langenbruck	624.450 / 244.950	795	Linden-Zahnwurz-Buchenwald
Wasserfallen	Reigoldswil	619.350 / 246.900	990	Tannen-Buchenwald

Tab. 1: Charakterisierung der untersuchten Waldgebiete im Kanton Basel-Landschaft. Die Nomenklatur der Waldgesellschaften richtet sich nach Burnand und Hasspacher (1999).

sammensetzung der Arten wurde mittels Kontingenzanalyse untersucht. Alle statistischen Analysen wurden mit dem Programm JMP (SAS 1995) durchgeführt.

Resultate

In den zehn Waldgebieten nahm der Deckungsgrad der Bodenvegetation und der Streuschicht als Folge der intensiven Erholungsnutzung ab (Abb. 1a, b). In den belasteten Flächen bedeckte die Bodenvegetation rund 10 % des Waldbodens und weitere 20 % des Waldbodens waren mit einer Streuschicht bedeckt, während in den Kontrollflächen rund 60 % des Bodens mit Vegetation und weitere 35 % mit einer Streuschicht bedeckt waren (Abb. 1a, b). Im Gegensatz dazu nahm der Anteil an offenem Boden in den belasteten Waldflächen zu (Abb. 1c). In den belasteten Flächen wiesen rund 35 % des Waldbodens weder eine Pflanzendecke noch eine Streuschicht auf, während der entsprechende Werte der Kontrollflächen 5 % betrug (Abb. 1b, c). Zusätzlich wurde in den belasteten Flächen die Höhe der Bodenvegetation um rund 60 % reduziert, verglichen mit der entsprechenden in den Kontrollflächen (Abb. 2a).

In den untersuchten Waldflächen konnten in der Bodenvegetation insgesamt 99 Pflanzenarten nachgewiesen werden, wovon 74 Arten (74.7 %) in den durch die Erholungsnutzung belasteten Flächen und 84 (84.8 %) in den Kontrollflächen vorkamen. Als Folge des hohen Nutzungsdruckes nahm nicht nur die Gesamtartenzahl, sondern auch die Anzahl Arten/m² ab. Im Gegensatz dazu wurde die Pflanzendiversität (Shannon-Wiener Index) durch die Erholungsnutzung nicht wesentlich beeinflusst. Die belasteten Flächen wiesen im Durchschnitt mit 21.5 Arten rund 20 % weniger Arten auf als die entsprechenden Kontrollflächen mit 26.5 Arten. Die durchschnittliche Artenzahl pro Quadratmeter lag mit 5.5 sogar 50 % unter dem Wert der Kontrollflächen mit 11 Arten/m² (Abb. 2b). Hingegen wurde die Pflanzendiversität der Bodenvegetation in den belasteten Flächen nur um 15 % reduziert, verglichen mit derjenigen der Kontrollflächen (Abb. 2c).

Parallel mit der Reduktion der Artenvielfalt führte die Erholungsnutzung zu einer Veränderung in der Zusammensetzung der Bodenvegetation (Abb. 3, 4). Dabei wurde die Zusammensetzung der Arten in einem geringeren Ausmass durch die Erholungsnutzung beeinflusst als diejenige der Individuen. Werden die Pflanzenarten

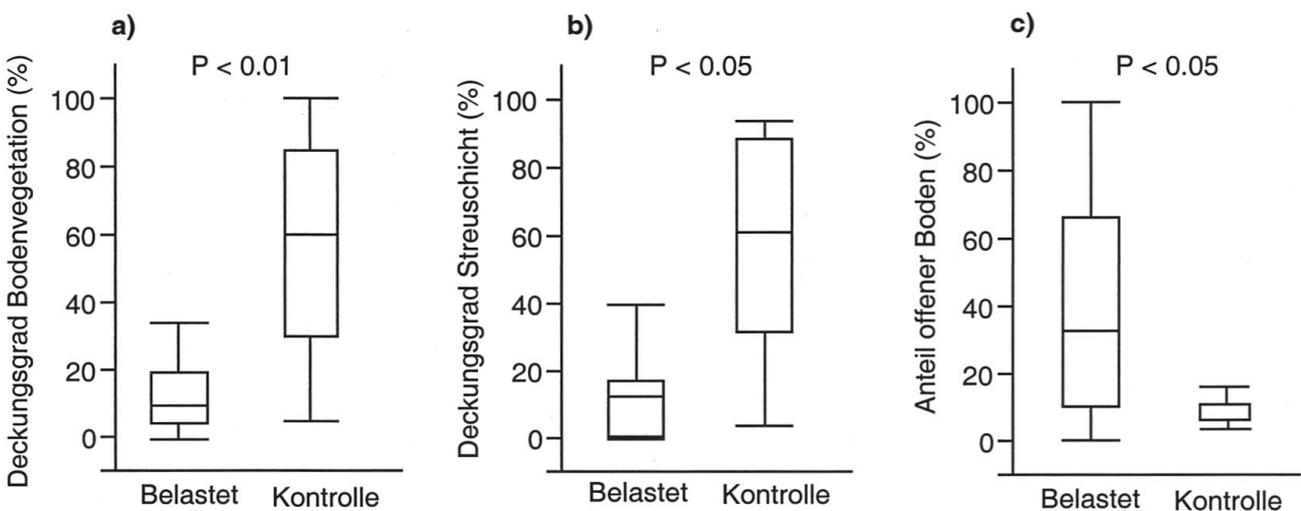


Abb. 1: Einfluss des Picknickens auf den Deckungsgrad der Bodenvegetation (a), der Streuschicht (b) und den Anteil offenen Bodens (c) in zehn Waldgebieten im Kanton Basel-Landschaft. In den Abbildungen ist der Median, die 25 % und 75 % Percentilen sowie die Spannweite (Minimum und Maximum) dargestellt. P-Werte stammen von Wilcoxon's signed rank Tests.

anhand ihrer Lebensform nach dem System von Raunkiaer (1934) eingeteilt, waren in den belasteten Flächen rund 9% aller Individuen Therophyten. In den Kontrollflächen traten jedoch nur 0.2% aller Individuen dieser Lebensform auf (Abb. 3). Zusätzlich nahm in den belasteten Flächen der prozentuelle Anteil der Individuen typischer Phanerophyten und Geophyten im Vergleich mit derjenigen der Kontrollflächen ab (Abb. 3). Zudem waren in den belasteten Flächen 23% aller Individuen Vertreter trittresistenter Arten (vgl. Grime et al. 1988), während nur sehr wenige Individuen dieser ökologischen Gruppe in den Kontrollflächen vorkamen ($< 0.1\%$; Abb. 4). Parallel mit dem Anstieg trittresistenter Individuen ging die Anzahl typischer Waldarten zurück (Abb. 4). So gehörten 57% der Individuen in den belasteten Flächen zu den typischen Waldarten, während in den Kontrollflächen rund 85% aller Individuen Waldarten waren.

Diskussion

Die Auswirkung der Waldbesucher, insbesondere der Picknicker, auf den Waldboden ist vielfältig. Die Besucher verursachen einerseits di-

rekte mechanische Schäden an der Bodenvegetation (Liddle 1975) und beeinflussen andererseits die Pflanzendecke indirekt durch eine Erhöhung der Bodendichte als Folge wiederholten Begehens des Waldbodens (Liddle 1975, Marion und Cole 1996, Bhujy 1998, Rusterholz et al. 2000). Diese beiden Faktoren führen in erster Linie zu einer Reduktion des Deckungsgrades der Bodenvegetation (Liddle 1975, Cole und Bayfield 1993, Cole 1995, Rusterholz et al. 2000). Eine weitere Folge der Tritteinwirkung der Waldbesucher war die Reduktion des Deckungsgrades der Streuschicht (%) respektive die Zunahme des Anteils des Bodens, welcher nicht mit Vegetation oder Streu bedeckt war. Durch häufiges Begehen der Flächen werden die Blätter der Streuschicht zerkleinert und geringe Windstöße reichen aus, um die Blattstücke zu verfrachten. Rechnet man das Trockengewicht der fehlenden Laubstreu auf eine Fläche von einem Hektar hoch, so fehlen in häufig besuchten Teilgebieten des Allschwiler Waldes rund 4 bis 8 Tonnen Laubstreu. Dies bedeutet einen massiven Eingriff in den Nährstoffkreislauf des Waldes (Baur et al. 2003).

Nicht nur die Gesamtartenzahl sondern auch die Anzahl Arten/m² sowie die Artendiversität (Shannon-Wiener Index) wurde durch die Tritt-

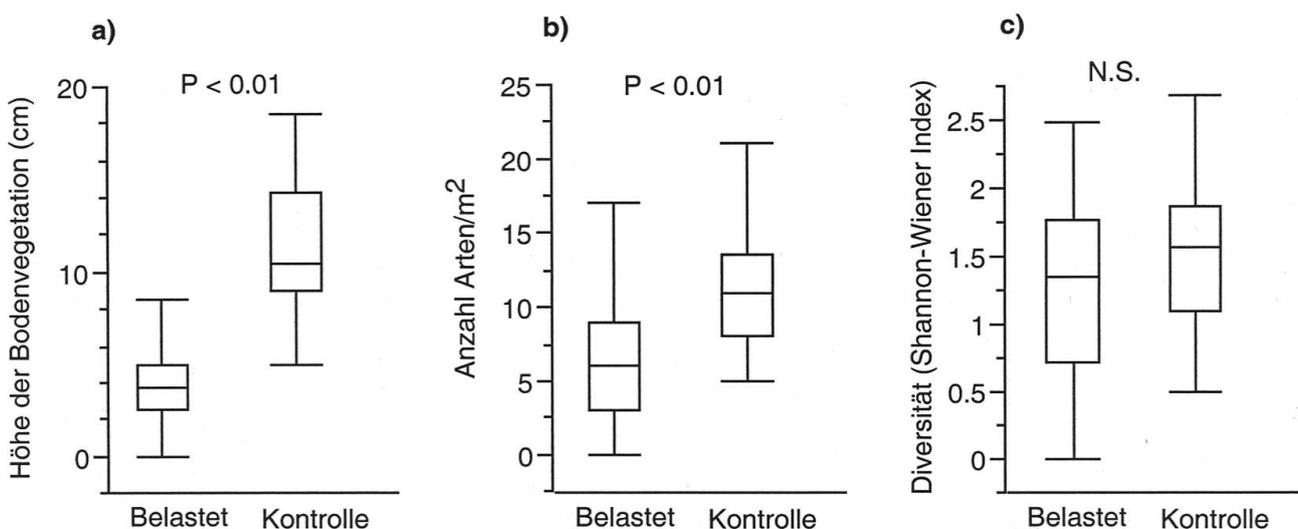


Abb. 2: Einfluss des Picknickens auf die Höhe der Bodenvegetation (a), Anzahl Pflanzenarten/m² (b) und die Pflanzendiversität (Shannon-Wiener Index; c) in zehn Waldgebieten im Kanton Basel-Landschaft. In den Abbildungen ist der Median, die 25% und 75% Perzentilen sowie die Spannweite (Minimum und Maximum) dargestellt. P-Werte stammen von Wilcoxon's signed rank Tests, N.S. = nicht signifikant.

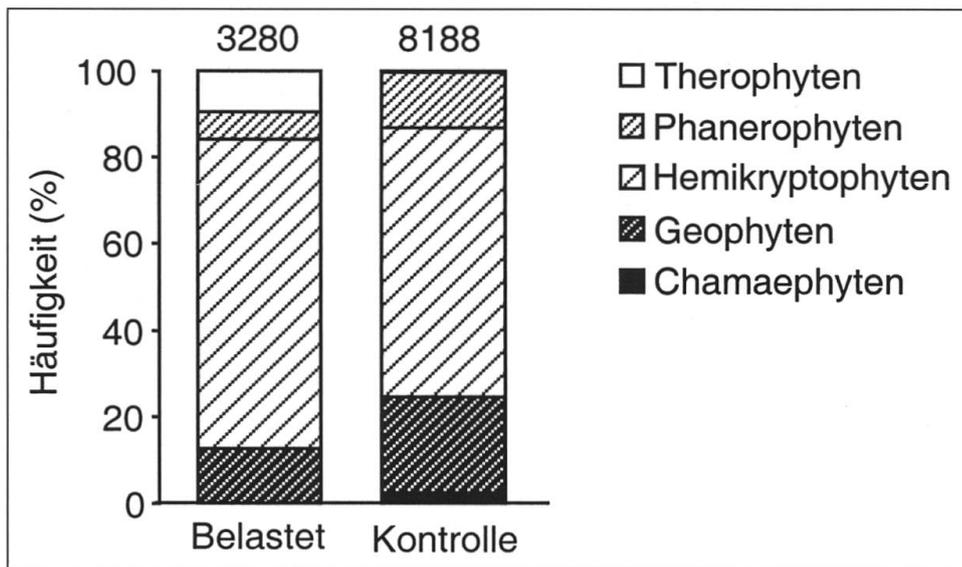


Abb. 3: Relative Häufigkeiten der verschiedenen Lebensformen (nach Raunkiaer 1934) in den durch Picknicken belasteten Flächen und in den entsprechenden Kontrollflächen in zehn Waldgebieten im Kanton Basel-Landschaft. Zahlen über den Säulen geben die Gesamtanzahl der Individuen an.

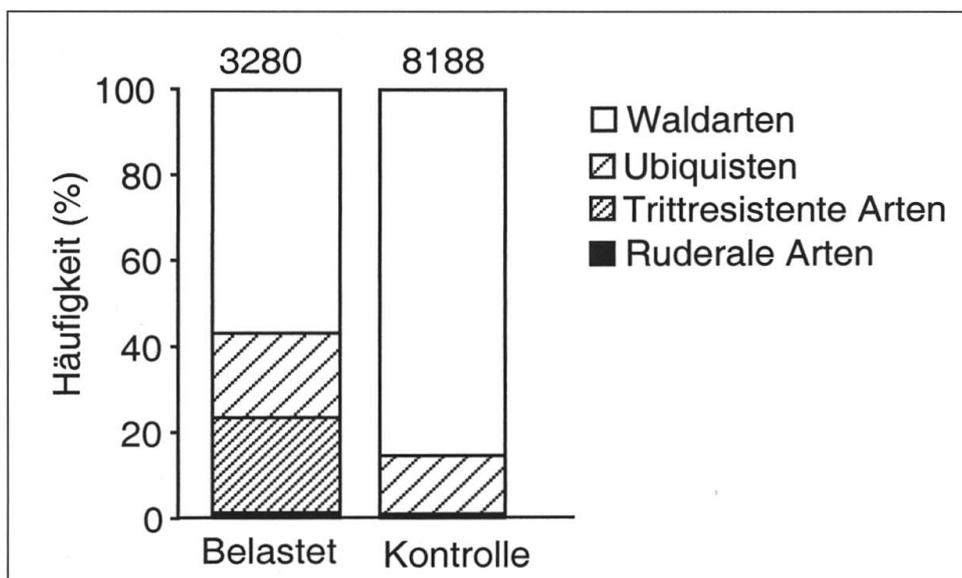


Abb. 4: Relative Häufigkeiten verschiedener ökologischer Gruppen in den durch Picknicken belasteten Flächen und in den entsprechenden Kontrollflächen in zehn Waldgebieten im Kanton Basel-Landschaft. Zahlen über den Säulen geben die Gesamtanzahl der Individuen an.

einwirkung der Picknicker reduziert. Diese massive Veränderung der Bodenvegetation ist eine Folge der hohen Trittempfindlichkeit vieler Waldbodenpflanzen (Weaver und Cole 1978, Liddle 1997). Sie reagieren empfindlicher auf Trittschäden als Graslandpflanzen (Weaver und Dole 1978, Cole 1987). Die vergleichsweise hohe Verletzbarkeit der Waldpflanzen kann auf ihre spezialisierten Wachstumsstrategien und Wuchsformen zurückgeführt werden (de Gouvenain 1996, Liddle 1997). Viele Waldarten haben eine aufrechte Wuchsform, einen grossen Blattflächenindex und vermehren sich vorwiegend sexuell. Interessanterweise wurde in der

vorliegenden Studie auch die Individuenzahl der Geophyten durch die Erholungsnutzung reduziert. Diese Wuchsform wird als sehr widerstandsfähig gegenüber Tritteinwirkung bezeichnet. Dementsprechend weist die beobachtete Reduktion der Individuenzahlen dieser Wuchsform auf einen sehr hohen Nutzungsdruck der Picknicker hin (Sun 1993).

Die Reduktion der Strukturvielfalt der Bodenvegetation führt zu Veränderungen im bodennahen Klima (Lichtverhältnisse, Temperatur und Feuchtigkeit; Liddle und Moore 1974, Liddle und Greigh-Smith 1975) und beeinflusst die Verfügbarkeit der Nährstoffe (Stohlgren und Parson

1986, de Gouvenain 1996). Eine direkte Folge dieser veränderten Standortbedingungen ist die Reduktion der Höhe der Bodenvegetation, die Abnahme der sexuellen Reproduktion und die Veränderungen in der Zusammensetzung der Bodenvegetation. Die Resultate der vorliegenden Untersuchung zeigen jedoch, dass die Artenzusammensetzung durch die Erholungsnutzung in einem geringeren Ausmass verändert wurde als diejenige der Individuen. Die starke Zunahme der Individuenzahlen der Therophyten respektive die Abnahme derjenigen der Phanerophyten weisen sowohl auf die veränderten Standortbedingungen als auch auf die unmittelbaren Folgen der mechanischen Schädigung der Bodenpflanzen hin. Das Auftreten einer grossen Anzahl Pflanzenindividuen charakteristischer Nicht-Waldarten, wie zum Beispiel das Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*), das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*) oder die Gemeine Brunelle (*Prunella vulgaris*), in den durch die Erholungsnutzung belasteten Waldflächen können durch das vermehrte Eintragen dieser Samen durch die Waldbesucher verursacht werden (Liddle und Elgar 1984). Diese standortfremden Arten sind durch ihre Wuchsform und Konkurrenzkraft besser an die veränderten Standortbedingungen angepasst und verdrängen charakteristische Waldarten.

Schlussfolgerung

Mit der steigenden Bedeutung der Freizeit in unserer Gesellschaft hat der Wald eine wichtige Funktion erhalten: naturnaher, vielfältiger Erholungsraum für die Bevölkerung. In Teilgebieten einzelner Baselbieter Wälder ist jedoch die Erholungsnutzung so intensiv geworden, dass Konflikte mit den anderen Funktionen des Waldes, vor allem mit seiner Bedeutung für die Holzproduktion und die natürliche Vielfalt (Biodiversität), entstanden sind.

Die Baselbieter Wälder sollen auch in Zukunft eine wichtige Funktion als Erholungsraum haben, denn sie sind für die heutige Gesellschaft von grosser Bedeutung. Gemäss dem kantonalen Waldgesetz soll der Wald als naturnaher Lebensraum für Pflanzen und Tiere erhalten und nach-

haltig genutzt werden. Mit Hilfe der Waldentwicklungsplanung sollen unter aktiver Mitwirkung der betroffenen, interessierten Kreise und der Bevölkerung die verschiedenen Funktionen der Waldgebiete in Schutz, Nutzung und Wohlfahrt (Erholungsraum und Naturschutz) festgelegt werden (Röösli 1998). Die entwickelten Ideen sollen in die von den Waldeigentümern gestalteten Betriebsplanungen aufgenommen und umgesetzt werden. Der festgelegte Managementplan für die einzelnen Waldgebiete soll den Erholungssuchenden bekannt gemacht werden.

Dank

Ich danke Georg Armbruster, Peter Stoll und Bruno Baur für Kommentare zum Manuskript. Die Forschungsarbeit wurde durch die Stiftung «Mensch–Gesellschaft–Umwelt» der Universität Basel finanziell unterstützt.

Literatur

- Baur, B. (Red.) (1999): Der Allschwiler Wald. Allschwiler Schriften zur Geschichte, Kultur und Wirtschaft, Band 11, Verkehrs- und Kulturverein Allschwil.
- Baur, B. (Red.) (2003): Freizeitaktivitäten im Baselbieter Wald: Ökologische Auswirkungen und ökonomische Folgen. Quellen und Forschung zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft, Band 84, Liestal.
- Becker, C. (1983): Freizeitverhalten im Grossraum Frankfurt. Raumforschung und Raumplanung 41: 131–141.
- Bhaju, D.R. & M. Ohsawa (1998): Effects on nature trail on ground vegetation and understory colonization of a patchy remnant forest in an urban domain. Biological Conservation 85: 123–135.
- Burnand, J. & B. Hasspacher (1999): Waldstandorte beider Basel. Kommentare zur vegetationskundlichen Kartierung der Wälder. Quellen und Forschung zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft, Band 72, Liestal.
- BUWAL (1999): Gesellschaftliche Ansprüche an den Schweizer Wald – Meinungsumfrage, Bern.
- Cole, D.N. (1987): Effects of three seasons of experimental trampling on five montane forest communities and a grassland in western Montana, USA. Biological Conservation 40: 219–244.
- Cole, D.N. (1995): Disturbance of natural vegetation by camping: experimental applications of low-le-

- vel stress. *Environmental Management* 9: 405–416.
- Cole, D.N. & N.G. Bayfield (1993): Recreational trampling of vegetation. Standard experimental procedures. *Biological Conservation* 63: 209–215.
- De Gouvenain, R.C. (1996): Indirect impacts of soil trampling on tree growth and plant succession in the North Cascade Mountains of Washington. *Biological Conservation* 75: 279–287.
- Godefroid, K. & N. Koedam (2004) Interspecific variation in soil compaction sensitivity among forest floor species. *Biological Conservation* 119: 207–217.
- Grime, J.P., J.G. Hodgson & R. Hunt (1988): *Comparative Plant Ecology*. Unwin Hyman, London.
- Haase, V., W. Topp & P. Zach (1998): Eichen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 7: 137–153.
- Heer, C., H.-P. Rusterholz & B. Baur (2003): Forest perception and knowledge of hikers and mountain bikers in two different forests in northwestern Switzerland. *Environmental Management* 31: 709–723.
- Kutieli, P. & Y. Zhevelev (2001): Recreational use impact on soil and vegetation at picnic sites in Aleppo pine forests on Mount Carmel, Israel. *Israel Journal of Plant Science* 49: 49–56.
- Liddle, M.J. (1997): *Recreation Ecology*. Chapman and Hall, London.
- Liddle, M.J. & K.G. Moore (1974): The microclimate of sand tracks: the relative contribution of vegetation removal and soil compression. *Journal of Applied Ecology* 11: 1057–1068.
- Liddle, M.J. & P. Greig-Smith (1975): A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem. II., Vegetation. *Journal of Applied Ecology* 12: 909–930.
- Liddle, M.J. & M.A. Elgar (1984): Multiple pathways in diaspore dispersal, exemplified by studies of Noogoora Burr (*Xanthium occidentale* Bertol, Compositae). *Biological Journal of the Linnean Society* 88: 303–15.
- Marion, J.L. & D.N. Cole (1996): Spatial and temporal variation in soil and vegetation impacts on campsites. *Ecological Applications* 6: 520–530.
- Meyer, D. & S. Debrot (1989): Insel-Biogeographie und Artenschutz in Wäldern. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 140: 977–985.
- Moor, M. (1963): Die Wälder des Kantons Baselland. *Basellandschaftliche Schulnachrichten* 24, Liestal.
- Müller-Dombois, D. & H. Ellenberg (1974): *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Raunkiaer, C. (1934): *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, Oxford.
- Röösli, B. (1998): Waldschutz und angemessene Ressourcennutzung im 20. und 21. Jahrhundert. *Baselbieter Heimatblätter* 63: 134–142.
- Rusterholz, H.-P. & B. Baur (2003): Charakterisierung und Vorlieben der Besucher in drei Gebieten eines Erholungswaldes: Ergebnisse einer Umfrage im Allschwiler Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 154: 397–404.
- Rusterholz, H.-P., K. Stingelin & B. Baur (2000): Freizeitnutzung des Allschwiler Waldes: Einfluss auf Bodenvegetation, Strauchschicht und wirbellose Tiere. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 151: 117–126.
- SAS (1995): *JMP™ user guide*. SAS Institut Inc. Cary, NC, USA.
- Schelbert, H., R. Maggi, T. Lang, I. Buse, J. Henzmann, R. Iten & C. Nielsen (1988): Wertvolle Umwelt. Ein wirtschaftswissenschaftlicher Beitrag zur Umwelteinschätzung in Stadt und Agglomeration Zürich. *Wirtschaft und Gesellschaft* 3, Zürich.
- Schmid, H., R. Luder, B. Naef-Daenzer, R. Graf & R. Zbinden (1998): *Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993–1996*. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Stohlgren, T.J. & D.J. Parsons (1986): Vegetation and soil recovery in wilderness campsites closed to visitors use. *Environmental Management* 10: 375–380.
- Sun, D. & M.J. Liddle (1993): Plant morphological characteristics and resistance to simulated trampling. *Environmental Management* 17: 511–521.
- Weaver, T. & D. Dole (1978): Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forests. *Journal of Applied Ecology* 15: 415–417.

*Dr. Hans-Peter Rusterholz
Institut für Natur-, Landschaft- und
Umweltschutz der Universität Basel
St. Johannis-Vorstadt 10
CH-4056 Basel*