

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 146 (1995)
Heft: 11

Artikel: Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung
Autor: Wermelinger, Beat / Duelli, Peter / Obrist, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767005>

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: 09.07.2025

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

Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung

Von Beat Wermelinger, Peter Duelli, Martin Obrist, Oswald Odermatt und Marc Seifert

Keywords: windthrow, succession, fauna, insects, dead wood.

FDK 151: 231: 421.1: 45: (23)

1. Einleitung

Der Jahrhundertsturm «Vivian» vom 26. bis 28. Februar 1990 hinterliess in den Wäldern ganz Mitteleuropas riesige Mengen an geworfenem Holz. Landesweit entsprach die angefallene Menge mit fast 5 Mio. m³ ungefähr einer Jahresnutzung. Der grosse Umfang löste die Frage nach der Notwendigkeit einer Räumung dieser Windwurfflächen und den allfälligen ökonomischen und ökologischen Konsequenzen aus.

Auf der einen Seite haben Forstdienste und Waldeigentümer das Bestreben, vom Wind gefälltes Holz zu nutzen und die Flächen aufzuräumen. Dies geschieht sowohl aus traditionellen und finanziellen Gründen als auch unter dem Druck der Öffentlichkeit. Zudem besteht nach solchen Ereignissen das Risiko einer Massenvermehrung von Borkenkäfern, insbesondere des Buchdruckers (*Forster*, 1993). Andererseits ist ein grosser Teil der Wald-Insektenfauna auf absterbendes, totes oder vermoderndes Holz angewiesen (*Eckloff* und *Ziegler*, 1991). Insekten leisten einen wichtigen Beitrag im Nährstoffkreislauf und tragen massgeblich zur Biodiversität des Ökosystems Wald bei. Naturschutzkreise fordern mehr Totholz im Wald als Nahrungsquelle und Lebensraum für Insekten, Vögel und andere Tiere (z. B. *SBN*, 1989; *Albrecht*, 1991; *Pfarr* und *Schrammel*, 1991; *Broggi* und *Willi*, 1993). Diese naturschützerisch-ökologische Funktion ist jedoch im Gegensatz zum Forstschutzaspekt nicht oder nur schlecht monetär erfassbar.

In vier Windwurfgebieten konnte die WSL Versuchsflächen mit verschiedenen Holzräumungs- und Verjüngungsmassnahmen einrichten. Auf diesen Flächen werden Untersuchungen bezüglich Sicherheit und Risiko sowie Entwicklung von Vegetation und Fauna durchgeführt (*Schönenberger et al.*, 1992; siehe weitere Beiträge in diesem Heft). Gegenstand des vorliegenden Beitrags

sind erste Resultate von tierökologischen Erhebungen auf diesen Flächen. Die Untersuchungen betreffen generell die Entwicklung der Fauna, speziell der Insekten, der Kleinsäuger und des Schalenwildes. Es werden zwei Teilaspekte unterschieden: 1) Die phytosanitären Auswirkungen der Räumungsvarianten. Darunter fällt vor allem die Entwicklung von Borkenkäfern und des Schalenwilds. 2) Die Artenvielfalt und Sukzession verschiedener Wirbelloser und Wirbeltiere.

2. Methodik

Die Untersuchungen fanden in den vom Sturm geworfenen, mehrheitlich mit Fichten bestockten Gebirgswäldern von Schwanden GL, Pfäfers SG und Disentis GR statt. Es wurden zwei Behandlungsvarianten verglichen: «belassene» Teilflächen ohne Eingriffe (keine Holzernte und Naturverjüngung) und «geräumte» Teilflächen mit Holzräumung und Aufforstung (vgl. *Schönenberger et al.*, 1995). In Schwanden bestand zusätzlich eine Variante «Wald» in einem an die Windwurfflächen angrenzenden intakten Vergleichsbestand.

Die Insektenprobenahme erfolgte mittels je drei Fensterfallen, fünf Gelb-



Abbildung 1. Insektenfallen-Set in Pfäfers: Gelbfalle (Eimer, unten links), Bodentrichterfalle (mit Abdeckung, Mitte links), Fensterfalle (oben rechts).

schalen und fünf Trichter-Bodenfallen pro Teilfläche (*Abbildung 1*). Die Fallen waren 1991 bis 1994 jeweils von etwa Mai bis September im Einsatz, die Leerung erfolgte wöchentlich. Die gesammelten Insekten wurden im Labor nach systematischen Einheiten sortiert und durch Fachleute bis zur Art bestimmt.

3. Insekten von forstwirtschaftlicher Bedeutung

Unter dem Begriff «Forstinsekten» werden meist «potentielle Schädlinge» im Wald verstanden. In diesem Abschnitt werden Insektengruppen behandelt, die für die Forstwirtschaft relevante Arten enthalten und zum jetzigen Zeitpunkt bereits bestimmt und ausgewertet sind. Es sind dies insbesondere die Borkenkäfer, Bockkäfer, Prachtkäfer und Holzwespen. Wo nicht anders erwähnt, basieren die folgenden Aussagen auf den Daten der Fensterfallenfänge 1991 bis 1993.

3.1 Borkenkäfer (*Scolytidae*)

Der Sturm schuf mit den grossen Mengen an liegendem Holz für den Aufbau von Borkenkäferpopulationen ein üppiges Angebot an Brutsubstrat. Die Folge zeigte sich in den Fangzahlen der Fensterfallen (*Abbildung 2*). In Pfäfers und Schwanden stieg die Gesamtzahl aller Scolytiden auf den belassenen Flächen in den ersten zwei Jahren nach dem Sturm stark an. Bereits 1993 aber wurden z.T. deutlich weniger Tiere gefangen. Die gleiche Entwicklung war auch im stehenden Wald in Schwanden zu beobachten. Auf den geräumten Flächen hingegen lagen die Fangzahlen an diesen beiden Standorten bis zu 12mal tiefer als auf den belassenen Flächen und zeigten im Verlauf der drei Jahre eine geringere Zunahme. In Disentis bestand kaum ein Unterschied zwischen der belassenen und der geräumten Fläche, die Population blieb generell klein.

Populationsdichten einzelner Arten

Insgesamt wurden während dieser drei Jahre 36 Arten mit über 42 000 Individuen gefangen und bestimmt. Die zahlenmässig bedeutendste Art war, summiert über alle Jahre, der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* [L.]) mit einem Anteil von 32%. Es folgten der Zottige Fichtenborkenkäfer (*Dryocoetes autographus* [Ratz.]) mit 12% und der Buchdrucker (*Ips typographus* [L.]) mit 11%. Auf einen weiteren forstwirtschaftlich wichtigen Käfer, den Linierten Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum* [Oliv.]) entfielen 9% aller Fänge.

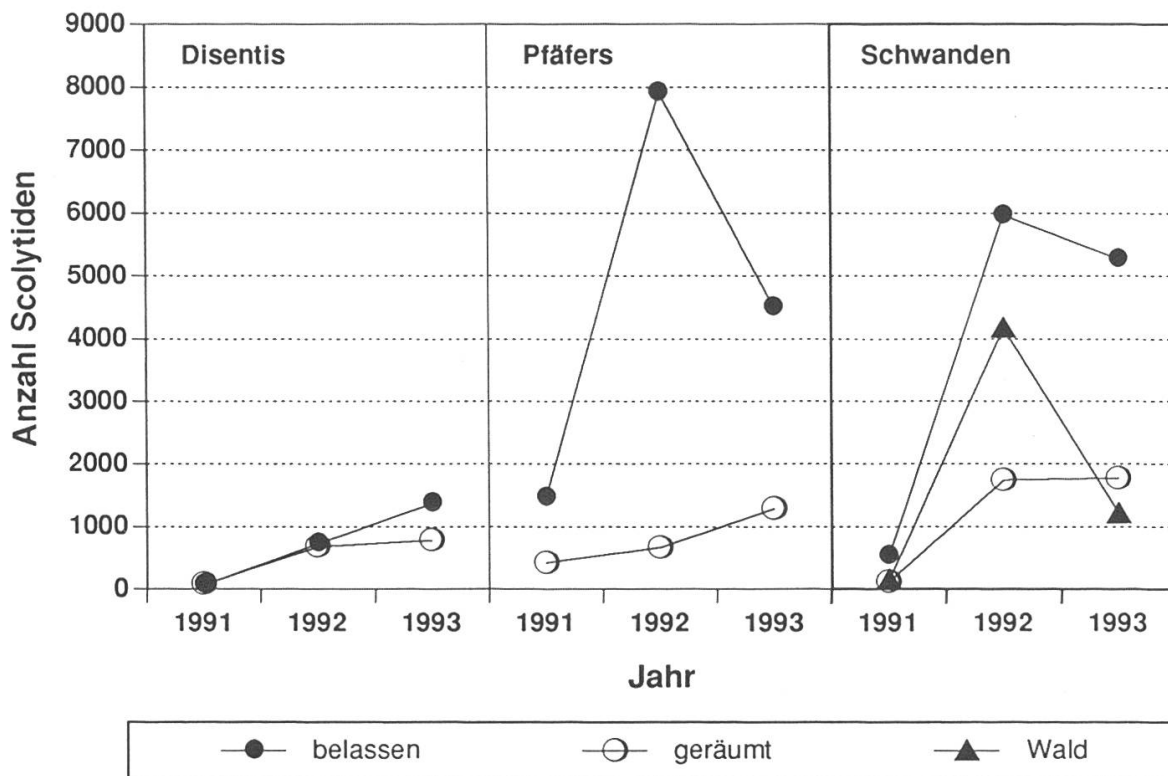


Abbildung 2. Jährliche Borkenkäfer-Fangzahlen auf den untersuchten Teilflächen in drei Windwurfgebieten. Die Werte bedeuten jeweils Jahressummen dreier Fensterfallen.

Buchdrucker und Kupferstecher waren zwei Jahre nach dem Sturm am zahlreichsten (ausser in Disentis) und auf belassenen Flächen deutlich häufiger als auf den geräumten (vgl. *Tabelle 1*). Im Wald (Schwanden) wurden infolge mangelnden Brutmaterials dagegen deutlich weniger Tiere dieser beiden Arten gefangen. Ebenso war der Linierte Nutzholzborkenkäfer auf den belassenen Flächen häufiger als auf den geräumten. Die höchste Individuenzahl erreichte er jedoch 1992 im Wald in Schwanden.

Die Entwicklung der Buchdruckerpopulationen spiegelte sich auch im Neubefall der Bestandesränder wider. Im ersten Jahr nach dem Sturm war noch kein Stehendbefall festzustellen. In den drei folgenden Jahren befiel der Buchdrucker auch stehende Bäume (vgl. *Frey et al., 1995*). Dies war einerseits eine Folge der zunehmenden Populationsdichte und der aufeinanderfolgend trockenen und warmen und somit entwicklungsfördernden Sommer. Andererseits war vor allem in den grossen Schadenflächen die Rinde des geworfenen Holzes schnell ausgetrocknet und für den Buchdrucker nicht mehr besiedelbar. Dies zwang den Käfer, andere Brutmöglichkeiten zu erschliessen.

Der 1994 im Bündner Oberland schädlich an Jungpflanzen aufgetretene Schwarze Fichtenbastkäfer (*Hylastes cunicularius* Er.) (*Zuber, 1995*) wurde 1993 in den Fallen in Disentis in ähnlicher Anzahl wie an den anderen Versuchsorten gefangen, wo kein Jungpflanzenbefall festgestellt werden konnte.

Tabelle 1. Zeitliche Entwicklung (1991 bis 1993) der Fangzahlen einiger forstwirtschaftlich wichtiger oder häufiger Käfer-, bzw. Holzwespenarten auf verschiedenen Teilflächen in Schwanden: Die Borkenkäfer Buchdrucker (*Ips typographus*), Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) und Liniertes Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*); der Bockkäfer Fichtenbock (*Tetropium castaneum*), der Prachtkäfer (*Anthaxia quadripunctata*), der Grosse Braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) und die Schwarze Fichtenholzwespe (*Xeris spectrum*). Die Zahlen stellen die Jahressummen von je drei Fensterfallen bzw. fünf Trichterfallen (*Hylobius*) dar.

Art	Familie	belassen			geräumt			Wald		
		91	92	93	91	92	93	91	92	93
<i>Ips typographus</i>	Scolyt.	310	861	147	27	73	50	24	5	2
<i>Pityogenes chalcographus</i>	Scolyt.	68	2691	1215	38	1080	1057	1	52	72
<i>Trypodendron lineatum</i>	Scolyt.	6	241	160	2	22	44	2	706	61
<i>Tetropium castaneum</i>	Cerambyc.	38	58	8	8	8	1	15	19	9
<i>Anthaxia quadripunctata</i>	Buprest.	3	49	69	0	20	21	0	0	0
<i>Hylobius abietis</i>	Curcul.	27	4	1	20	3	2	4	3	6
<i>Xeris spectrum</i>	Siricid.	2	2	4	0	0	2	0	0	1

3.2 Bock- und Prachtkäfer (Cerambycidae und Buprestidae)

Bock- und Prachtkäfer leben in bzw. unter der Rinde und z. T. im Holz meist von abgestorbenen Bäumen und stellen somit eher Materialschädlinge als Forstschädlinge dar. Insgesamt wurden von 1991 bis 1993 40 Bockkäferarten in den Fensterfallen gefunden. Schwanden erwies sich als der artenreichste Versuchsort, wobei in der Variante «Wald» mit einem Total von 14 Arten über alle drei Jahre deutlich weniger Arten beobachtet wurden als auf den geräumten (24 Arten) und ungeräumten Sturmflächen (29 Arten). Die Artenzahlen auf den verschiedenen Teilflächen waren an allen drei Versuchsorten über die drei Jahre relativ konstant. Generell war jedoch meist das zweite Jahr nach dem Sturm (1992) das artenreichste.

Die Individuenzahlen der Bockkäfer unterschieden sich im allgemeinen stärker zwischen den Versuchsorten als zwischen den Räumungsverfahren. Die Windwurfflächen des am tiefsten gelegenen Versuchsortes Schwanden wiesen im Total aller drei Jahre bei weitem die grössten Fangzahlen auf. Meist lagen die Zahlen auf den belassenen Teilflächen höher als auf den geräumten. Wie bei den Borkenkäfern und den Prachtkäfern (siehe unten) dürfte dies auf das grössere Angebot an Brutsubstrat zurückzuführen sein. Das Maximum wurde meist 1992, d. h. zwei Jahre nach dem Sturm erreicht. Am wenigsten Tiere wurden in der Waldvariante in Schwanden gefangen.

Die Häufigkeiten einzelner Arten hingen stark vom jeweiligen Versuchsort ab. Der Schusterbock (*Monochamus sutor* L.) kam beispielsweise fast ausschliesslich in der belassenen Fläche in Schwanden vor, der Braune Fichtenbock (*Tetropium fuscum* [F.]) vor allem im stehenden Wald in Schwanden.

Der Fichtenbock (*Tetropium castaneum* [L.]) und der Kleine Wespenbock (*Molochrus minor* [L.]) waren mit 35 % der gesamten Bockkäferfänge gene-

rell die häufigsten Arten. Der Fichtenbock kann gelegentlich Stehendbefall verursachen. Er wurde vorwiegend auf den belassenen Flächen gefangen, war aber auch im Wald nicht selten (vgl. *Tabelle 1*).

Die Zahlen der Prachtkäfer nahmen nach dem Sturm um ein Mehrfaches zu und waren auf belassenen Flächen grösser. Als licht- und wärmeliebende Tiere wurden im stehenden Wald fast keine Prachtkäfer gefangen. Der häufigste Prachtkäfer (63 %) unter den neun Arten war der Vierpunkt-Prachtkäfer (*Anthaxia quadripunctata* L.). Er kam im Wald (Schwanden) gar nicht vor (*Tabelle 1*). Die Fangzahlen dieser blütenbesuchenden Käferfamilie lagen in den Gelbschalen rund 10mal höher als in den Fensterfallen.

3.3 Grosser Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis* L.)

Dieser Rüsselkäfer tritt vielfach in Aufforstungen von Schlagflächen in Erscheinung und kann massive Frassschäden an den Jungpflanzen verursachen.

Generell wurden in den Trichterfallen nur wenige Tiere gefangen, die meisten im ersten Jahr nach dem Sturm. Der Vergleich der Räumungsvarianten ergab ein uneinheitliches Bild. Die höchsten Dichten bestanden in der geräumten Fläche Disentis und in Schwanden, sie nahmen aber über die Jahre ab (vgl. *Tabelle 1*). Auf der belassenen Fläche Disentis hingegen zeigte sich ein steigender Verlauf. Summiert über die Jahre und Versuchsorte unterschieden sich die Räumungsvarianten nicht.

Schadenerhebungen an gepflanzten Fichten in der aufgeforsteten Fläche in Disentis ergaben ein den Fangzahlen entsprechendes Bild. Rund 40 % der Pflanzen wiesen 1992 *Hylobius*-Nagespuren auf. In den folgenden Jahren nahm der Prozentsatz ab (1994 noch 13 %). Allerdings dürften hier auch Frassspuren des Borkenkäfers *Hylastes cunicularius* mitgezählt worden sein. An den anderen Versuchsorten ergaben sich durch die Wartefrist beim Auspflanzen viel weniger Probleme mit dieser Käferart.

3.4 Holzwespen (*Siricidae*)

Die Holzwespen können mit ihren Larvengängen das Holz technisch entwerten. Generell nahmen auch die Holzwespen nach dem Sturm zu. Infolge ihrer bis dreijährigen Entwicklung waren sie vor allem 1993 häufig. In Schwanden als einzigem vollständig ausgewerteten Standort waren die Wespen im ungeräumten Sturmholz häufiger als auf der geräumten Fläche und im Wald (vgl. *Tabelle 1*). Unter den drei bisher gefundenen Arten war die Schwarze Fichtenholzwespe (*Xeris spectrum* L.) mit 82 % die häufigste.

3.5 Räuber

Von den Arthropoden, die räuberisch u.a. auch von forstwirtschaftlich relevanten Insekten leben, wurden bisher Kurzflügler-Käfer, Laufkäfer und Spinnen untersucht (*Tabelle 2*). Geräumte und ungeräumte Teilflächen wiesen eine ähnliche Anzahl von Arten und Individuen auf, nur die Spinnen waren auf den geräumten Varianten häufiger. Allerdings waren einzelne, auf Borkenkäfer spezialisierte Räuber in den belassenen Flächen eindeutig häufiger, so zum Beispiel der Kurzflügler *Nudobius lentus* (Gravenhorst).

4. Entwicklung der Artenvielfalt

Jeder massive Eingriff in einen Lebensraum und jedes einschneidende Naturereignis hat einen Faunenwandel zur Folge. Dabei überlagert sich das Beharrungsvermögen der bisherigen Fauna mit der neu anlaufenden Sukzession. In den beiden Behandlungsvarianten der Windwurfflächen sind sowohl bezüglich Beharrungsvermögen wie Einwanderung und Aufbau neuer Populationen unterschiedliche Entwicklungen zu erwarten.

4.1 Verschiedene Wirbellose

Erwartungsgemäss traten in den ersten Jahren nach dem Sturmereignis vermehrt holzfressende Insekten auf. Zudem verschwanden in den belassenen Flächen die typischen Waldarten langsamer als in den geräumten Flächen. Andererseits beobachteten wir in den stärker besonnten, geräumten Flächen eine deutlichere Zunahme der blütenbesuchenden Insekten. In der Bilanz (*Tabelle 2*) sind daher für die gesamte Biodiversität in den ersten Jahren keine markanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsvarianten festzustellen, obschon die Artenzusammensetzung recht unterschiedlich sein kann. Hingegen wird deutlich, dass in der Kontrollfläche im Wald bei den meisten Insektengruppen die Artenvielfalt wesentlich kleiner war als auf den Windwurfflächen. Bei Spinnen und Tausendfüssern waren die Zahlen ausgeglichen, wohl einerseits wegen der eingeschränkten Mobilität (Flugunfähigkeit), andererseits auch wegen des höheren Feuchtigkeitsbedürfnisses dieser Gliederfüsser. Die Feuchtigkeit im Wald war sicherlich auch der Grund für die hohe Zahl der Schneckenarten im Wald. Ein Ähnlichkeitsvergleich mittels Clusteranalyse zeigte bei allen bis jetzt untersuchten Tiergruppen, dass die Ähnlichkeit zwischen den beiden Behandlungsvarianten grösser ist als zwischen den Regionen Schwanden, Pfäfers und Disentis. Wir erwarten aber, dass mit

fortschreitender Sukzession die totholzspezifische Fauna in den belassenen Flächen zunehmend an Eigenständigkeit gewinnt.

Die *Tabelle 2* zeigt die Artenzahlen von bereits ausgewerteten Gruppen von wirbellosen Tieren. Neben den Artenzahlen für die einzelnen Versuchsfächen und die verschiedenen Behandlungsvarianten sind auch Vergleiche der Anzahl gefährdeter Arten aufgeführt, falls für die betreffende Tiergruppe eine Rote Liste für die Schweiz existiert (*Duelli, 1994*).

4.2 Schmetterlinge (Lepidoptera)

Die Tagfalterfauna wurde von Frau Karin Wäffler (Bern) zwischen Juli 1992 und September 1993 mit standardisiertem Aufwand pro Fläche ermittelt. In allen drei Regionen waren sowohl Artenvielfalt als auch Individuenzahl in den geräumten Flächen etwas höher, am deutlichsten in Disentis mit 31 Arten gegenüber nur 19 in der belassenen Fläche.

Im Rahmen einer Jahrestagung der Entomologischen Gesellschaft Zürich konnte am 19./20. Juni 1993 in Schwanden die Schmetterlingsfauna der drei Versuchsfächen verglichen werden. Vor allem der Lichtfang durch Spezialisten aus der ganzen Schweiz war sehr ergiebig: Innerhalb von 24 Stunden wurden nachts am Licht und tagsüber mit dem Kescher insgesamt 321 Lepidopterenarten festgestellt. Die Varianten «belassen» (174 Arten) und «geräumt» (171 Arten) unterschieden sich kaum, doch die Vergleichsfäche «Wald» fiel mit 111 Arten deutlich ab.

4.3 Schnecken (Gastropoda)

Die Schneckenfauna wurde 1992 und 1993 von Herrn Jörg Rüetschi (Centre suisse de cartographie de la Faune) mit einheitlichem Inventuraufwand mittels Handfang, Bodenproben und Bretterfallen erhoben. Alle sieben Versuchsfächen waren ausgesprochen individuenarm, dies bei unterschiedlicher Artenvielfalt. Die höchste Vielfalt bestand in Schwanden mit 26 Arten, allerdings wurden 19 davon im Vergleichsbiotop «Wald» gefunden.

4.4 Amphibien und Reptilien

Amphibien und Reptilien wurden entweder unter speziell ausgelegten Brettern oder Blechen beobachtet oder gerieten als unerwünschte Beifänge in die Bodenfallen. Die Erwartung war, dass vor allem Eidechsen und Schlangen in die besonnten Windwurffächen einwandern würden. In Pfäfers wurden jedoch bisher überhaupt keine Amphibien und Reptilien gefunden, in Schwanden sind es immerhin fünf Arten, in Disentis deren zwei.

Artenzahlen																	
Tiergruppe	Total		Schwanden				Pfläfers		Disentis		Rote Liste Arten		Zeitraum	Trend Anzahlen Arten & Individuen		Jährlicher Artenwechsel (Species turnover)	
	ger.	bel.	ger.	bel.	Wald	ger.	bel.	ger.	bel.	ger.	bel.	A		I			
Tagfalter (Lepidoptera)	62	53 44	33	32	-	23	20	31	19	14	16	92/93	-	-	-	-	
	292		134	141	29	121	140	176	137	17	12		↗	↗	-16%	+ 45%	
Bienen & Wespen (Aculeata)*	246	227															
Ameisen (Formicidae)	43	35 40	27	24	22	22	23	31	31	6	6	teilweise	↗	↗	-	-	
Laufkäfer (Carabidae)	55		32	31	23	26	28	25	23	1	1		↗	↗	-16%	+ 23%	
Kurzflüglerkäfer (Staphylinidae)	203	159 155	93	93	71	79	104	100	89	-	-	91, 92	↗	↗	-25%	+ 35%	
Schwebfliegen (Syrphidae)	117		54	66	43	58	68	50	53	-	-		↗	↗	-39%	+ 35%	
Wanzen (Heteroptera)	61	41 47	26	19	8	16	16	21	22	-	-	91	-	-	-	-	
Spinnen (Araneae)	178		99	92	90	74	85	54	54	-	-		↗	↗	-28%	+ 25%	
Tausendfüßer (Diplopoda)	20	19 17	10	9	9	12	15	7	7	-	-	91-93	↗	↗	-9%	+ 18%	
Schnecken (Gastropoda)	34		14	15	19	17	20	8	10	2	2		-	-	-	-	-
Total	1065	850 836	522	522	314	448	519	503	445	40	37	-	-	-	-	-	

* ohne Formicidae

Tabelle 2. Übersicht über die Artenzahlen verschiedener Tiergruppen (ger. = geräumt, bel. = belassen); die Trendpfeile geben an, ob die Artenzahlen (A) oder die Individuen (I) in den ersten Jahren zu- oder abgenommen haben; Artenwechsel = Prozentsatz jährlich verschwundener bzw. neu aufgetretener Arten.

Alpensalamander (*Salamandra atra* [L.]) wurden bisher nur in Schwanden festgestellt, dafür dort jedes Jahr, vor allem bei Regen in der Waldparzelle. Drei Bergmolche (*Triturus alpestris* [Laurenti]) fielen 1992 in der geräumten Fläche in Disentis in die Bodenfallen, weitab von einem Laichgewässer. Erdkröten und Grasfrösche wurden bisher nirgends beobachtet, obschon ihr Auftreten durchaus zu erwarten wäre.

Die Bergeidechsen (*Lacerta vivipara* Jacquin) zeigten erwartungsgemäss in den geräumten Flächen in Schwanden und Disentis eine jährliche Verdopplung der Individuenzahlen; ab 1993 tauchten sie in Schwanden auch in der belassenen Fläche auf. Blindschleichen (*Anguis fragilis* L.) wurden erstmals 1993 in der geräumten Fläche in Schwanden unter Bodenblechen festgestellt. In Schwanden sonnten sich 1993 und 1994 einzelne Kreuzottern (*Vipera berus* [L.]) auf dem Begehungsweg.

4.5 Vögel

Die Vogelfauna wurde in den hier behandelten Gebieten nicht untersucht. Es gibt jedoch Untersuchungen von anderen Windwurfflächen durch die Arbeitsgruppe von U. Glutz von Blotzheim (Sempach), nach denen die Holzeräumung für die Avifauna keine grosse Rolle spielt.

5. Säugetiere

5.1 Schalenwild

Schwanden: Die Versuchsfläche liegt innerhalb des Freibergs Kärf. Im Jahre 1548 begründet, handelt es sich um das älteste noch bestehende Jagdbanngebiet der Schweiz. Seine Fläche beträgt 102 km², wovon vielleicht die Hälfte aus Wald besteht. Die Dichte sowohl von Reh- (*Capreolus capreolus* [L.]) als auch von Gems- (*Rupicapra rupicapra* [L.]) und Rotwild (*Cervus elaphus* L.) ist hoch. 1993 wurden im Freiberg 770 Gemen, 142 Rehe (Fallwild 24!), 114 Rothirsche und 97 Steinböcke gezählt. Rotwild und vor allem Gemen wurden gelegentlich zwischen den liegengelassenen Stämmen beobachtet. Die Präsenz des Luchses ist durch Spuren im Versuchsgebiet belegt.

Pfäfers: Es kommen Gemse und Reh vor sowie gelegentlich Rotwild.

Zweisimmen: Das Rehvorkommen ist seit 1915 dokumentiert. Daneben gibt es in der Region Gemen, die sich allerdings kaum auf der Versuchsfläche aufhalten.

Disentis: Neben Rehwild sind vor allem hohe Dichten an Rot- und Gemswild vorhanden. In der Region hatten die Windwürfe auch unmittelbare Fol-

gen für das Rotwild. Die im November 1990 über den Lukmanier aus den Sommereinständen im Tessin zurückkehrenden Hirsche fanden ihre Wintereinstände zerstört. Die Suche nach neuen Einständen zehrte an der Substanz der Tiere, was neben dem strengen Winter ein Grund für stark erhöhte Fallwildzahlen gewesen sein dürfte.

Im Zusammenhang mit den Räumungsverfahren interessieren vor allem Probleme des Wildverbisses. Das Liegenlassen von Sturmholz wird gelegentlich als Möglichkeit genannt, den Wildverbiss an der Verjüngung zu verringern. Systematische Untersuchungen dazu fehlen allerdings. Aufschlüsse darüber sollen über Verjüngungsanalysen gewonnen werden (siehe dazu *Lässig et al.* (1995) in diesem Heft).

5.2 Kleinsäuger

Konkrete Ergebnisse zum Vorkommen von Kleinsäufern in den geräumten und ungeräumten Versuchsflächen ergab eine Untersuchung der BiCon AG (Gabi Gerlach und Andreas Bally, Kreuzlingen TG). 1992 und 1994 wurden in Disentis, Pfäfers und Schwanden auf jeder Räumungsvariante je 30 Boden- und 10 Hochfallen aufgestellt und die Nacht- (15 Stunden) und Tagfänge (5 Stunden) während jeweils drei Tagen registriert.

5.2.1 Mäuse

1992 wurden insgesamt 809 Kleinsäuger gefangen. Die dominante Art war in allen Gebieten die Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus* Schreber) mit 77 % aller Kleinsäuger, gefolgt in Schwanden und Pfäfers von der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* [Melchior]), in Disentis von der Schneemaus (*Microtus nivalis* [Martins]). Gefunden wurden ausserdem: Kurzohrmaus (*Pitymys subterraneus* [de Selis-Long.]), Erdmaus (*Microtus agrestis* [L.]) und Waldmaus (*Apodemus sylvaticus* L.). 1994 wurde in Schwanden und Disentis zusätzlich die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola* Heinrich) gefangen, von der in der Schweiz bisher erst vereinzelte Funde bekannt sind. Für 1992 wurde für die Rötelmaus eine Dichte von 21 bis 28 Tieren pro ha errechnet. 1994 waren es zwischen 19 (Schwanden geräumt) und 51 Tieren pro ha (Pfäfers belassen). Insgesamt war der Fangerfolg 1994 geringer als 1992. Die festgestellte Kleinsäugerdichte war damit ungewöhnlich hoch, höher als in allen zum Vergleich herangezogenen Untersuchungen, welche bis maximal 16 Mäuse pro ha vorfanden (*Radda*, 1968; *Leibl*, 1988). Die Tagfänge waren auf der belassenen Variante deutlich höher.

5.2.2 Spitzmäuse (Soricidae)

Die Spitzmäuse sind als Beifänge der Insekten-Bodenfallen gesammelt und durch die BiCon AG bestimmt worden. Die häufigsten Spitzmäuse waren

mit 68% der Fänge die Waldspitzmaus (*Sorex araneus* L.) und mit 26% die Zwergspitzmaus (*Sorex minutus* L.). Ausserdem wurde die Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus* Schinz) gefunden (6%). Diese drei Arten zeigten 1993 eine starke Zunahme gegenüber 1992 und einen anschliessenden Rückgang 1994, wobei der Populationsverlauf in allen drei Regionen und in beiden Räumungsvarianten, ja sogar in der Variante Schwanden «Wald», ähnlich verlief. Dieses Maximum 1993 scheint sich mit Untersuchungen aus Deutschland zu decken. Kleinsäugerfänge in Konstanz, Marburg und in den Bayerischen Alpen um Berchtesgaden zeigten 1994 gegenüber dem Vorjahr starke Einbrüche bei den Kleinsäugerpopulationen.

5.2.3 Andere Kleinsäuger

Als weitere Kleinsäuger wurden registriert: Haselmaus (*Muscardinus avelanarius* [L.]), Gartenschläfer (*Eliomys quercinus* [L.]), Mauswiesel (*Mustela nivalis* L.) und der Maulwurf (*Talpa europea* L.), der wie die Spitzmäuse zur Ordnung der Insektenfresser gehört. 1994 wurde auch ein Siebenschläfer (*Glis glis* [L.]) gefangen.

5.2.4 Schlussfolgerung

Eine generelle Bevorzugung der geräumten oder ungeräumten Flächen durch Kleinsäuger ist nicht festzustellen. Als zeitlichen Trend vermuten wir eine starke Zunahme nach dem Sturmereignis, die jedoch durch den generellen Einbruch 1994 gebremst wurde.

6. Erste Folgerungen

Der Sturm hat in den Windwurfflächen im Vergleich zum vorher bestehenden Wald zu einem drastischen Wechsel in der Fauna geführt. Das Angebot an Brutmaterial sowie an Nahrung für Herbivoren und Carnivoren hat markant zugenommen. Basierend auf dem bis jetzt vorhandenen Datenmaterial lassen sich folgende erste Schlüsse ziehen:

- Von den Forstinsekten spielte nur der Buchdrucker (*Ips typographus*) eine wichtige Rolle, der in ungeräumten Flächen viel höhere Dichten erreichte als in geräumten. Diese Art übt nach dem Austrocknen des Sturmholzes einen grossen Befallsdruck auf stehende (gestresste) Fichten aus. Eine rechtzeitige, über grosse Flächen vollständige Sturmholzräumung würde zwar den Populationsaufbau verhindern und damit das Risiko für Stehendbefall minimieren. Da dies jedoch arbeitstechnisch kaum möglich ist, sollte sich die Räumung vorrangig auf kleinere Flächen konzentrieren, da deren Holz weniger schnell austrocknet als auf grossen Windwurfflächen (vgl. Frey et al., 1995). Nach den vorliegenden Daten erreicht die Buch-

druckerdichte zwei Jahre nach einem Sturm in ungeräumten Windwürfen das Maximum, danach nimmt sie natürlicherweise ab. Die dabei erreichten Populationsgrößen dürften auch wesentlich von deren Größe vor dem Sturm abhängen.

- Die grösste Anzahl Arten und Individuen der bisher bestimmten xylobionten (holzbewohnenden) Käfer wurde zwei Jahre nach dem Sturm erreicht. Wird das Holz liegengelassen, können sich die Populationen im zur Genüge vorhandenen Brutmaterial aufbauen, andererseits trocknet letzteres schnell aus und ist damit für viele Arten als Bruthabitat nicht mehr geeignet.
- Im Vergleich zum stehenden Wald sind Windwurfflächen, geräumt und ungeräumt, viel artenreicher. Sie stellen ein Übergangshabitat für Wald- und Lichtungsarten dar. Deshalb besteht auf Windwürfen ein grosser Artenwechsel, d. h. im Verlaufe der Jahre verschwinden viele Arten, und zahlreiche andere kommen neu dazu. Im Wald halten sich weniger, dafür spezialisierte Arten auf (z. B. Schnecken).
- Die Artenvielfalt an Wirbellosen, Amphibien, Reptilien und Kleinsäugetern auf einer Waldfläche nimmt nach einem Sturm stark zu. Die Artenzahl ist insgesamt auf geräumten und ungeräumten Gebieten ähnlich, die Artenzusammensetzung kann jedoch sehr verschieden sein: mehr Blütenbesucher auf geräumten Flächen, mehr Holzbewohner auf belassenen.
- Die Entwicklung der Dichte einzelner Arten oder Insektengruppen verläuft nicht an allen Versuchsorten gleich. Es gibt «Zeigerarten» für bestimmte Standorte.
- Der Versuchsort Disentis ist ein Sonderfall. Die Versuchsflächen liegen weitab von einem stehenden Wald, der als Reservoir für in die Windwurfflächen immigrierende Waldinsektenarten dienen könnte.
- Als Nachteil erwies sich, dass die Flächen und die Abstände zwischen den Behandlungsvarianten zu klein sind und dass bei der Variante «geräumt» die Strünke noch vorhanden sind. Fliegende Insekten setzen sich über Verfahrensgrenzen hinweg bzw. können auf Substrat beider Räumungsvarianten angewiesen sein: als Larven auf Totholz, als Adulte auf Blütennahrung. Dies erschwert Interpretationen aufgrund von reinen Fangzahlen.

Zusammenfassung

Der Orkan «Vivian» vom Frühjahr 1990 gab Anlass zu einer langfristigen Untersuchung der Faunensukzession in Windwurfflächen. Im vorliegenden Aufsatz werden erste Auswertungen der Jahre 1991 bis 1993 von Insekten, Spinnen, Tausendfüssern, Schnecken, Amphibien, Reptilien, Kleinsäugetern und Wild präsentiert.

Die Zahl der forstwirtschaftlich relevanten Borken-, Bock- und Prachtkäfer sowie der Holzwespen nahm nach dem Windwurf vor allem in den ungeräumten Flächen

deutlich zu. Die höchste Zahl sowohl an Individuen als auch Arten erreichten diese Gruppen zwei Jahre nach dem Sturm. Die Artenzahl räuberischer Arthropoden war in beiden Räumungsverfahren ähnlich.

Die Zahl an Reptilien und Kleinsäugetern stieg nach dem Sturm ebenfalls stark an. Vor allem die Kleinsäuger erreichten sehr hohe Dichten.

Die Biodiversität der untersuchten Tiergruppen war auf den Windwurfflächen deutlich grösser als im intakten Bestand. Nur die Schnecken und Spitzmäuse kamen häufiger im Wald vor. Zwischen den Räumungsverfahren gab es keine generellen Unterschiede bezüglich der Biodiversität. Das üppige Blütenangebot der geräumten Flächen lockte mehr blütenbesuchende Insekten an, während xylobionte Insekten die ungeräumten Flächen bevorzugten.

Résumé

Evolution de la faune dans des chablis: variantes avec ou sans exploitation des bois

Des analyses comparatives de la succession faunistique ont été réalisées sur trois aires ravagées par la tempête Viviane en 1990. Ce travail présente les résultats des études poursuivies entre 1991 et 1993 sur des insectes, araignées, mille-pattes, escargots, amphibiens, reptiles, petits mammifères et sur du gibier ongulé.

Les espèces d'insectes significatives pour la foresterie, comme les scolytides, les longicornes, les buprestes ou les siricides, se sont largement multipliées après cette tempête, notamment dans les chablis recouverts de bois. Le nombre maximal d'espèces et d'individus a été atteint deux ans après l'événement. Les espèces d'arthropodes prédateurs se sont rendues dans les deux genres de chablis en quantités similaires.

Le nombre de reptiles et de petits mammifères a sérieusement augmenté aussi durant les années succédant à l'ouragan. Les populations de petits mammifères surtout ont atteint des densités très élevées.

En ce qui concerne la biodiversité des groupes d'animaux analysés, aucune différence fondamentale n'a pu être établie entre les chablis exploités et les autres. Les premiers, offrant une abondance de plantes à fleurs, ont vu davantage d'insectes attirés par ce genre de végétation que les seconds, plus riches en bois, qui furent très prisés par les insectes xylophages. La forêt peuplée d'arbres sur pied s'est montrée beaucoup plus pauvre en individus et en espèces que les aires de chablis.

Traduction: *Monique Dousse*

Summary

Faunistic development of windthrow areas with and without timber harvest

After the winterstorm «Vivian» from 1990, investigations were started on the faunistic succession on windthrow areas. First results from 1991 to 1993 are presented

on insects, spiders, millepedes, snails, amphibia, reptiles, small mammals and ungulate species.

Numbers of bark beetles, longhorn beetles, buprestid beetles and wood wasps relevant to forestry significantly increased after the storm, predominantly on the uncleared areas. Maximum numbers of species and individuals were reached two years after the storm. Total species number of predatory arthropods was similar in both clearing treatments.

Reptiles and small mammals also increased in numbers after the storm. Mainly the small mammals peaked to very high numbers.

Biodiversity on windthrow areas of either treatment was clearly higher than within the intact forest. Only snails and shrews were more abundant in the forest. Biodiversity of the investigated taxa did not generally differ between the two clearing treatments. The generous flower supply in cleared areas attracted more flower visiting insects, while xylophagous insects preferred the uncleared areas.

Literatur

- Albrecht, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwiss. Cent.bl. 110: 106–113.
- Broggi, M.F., Willi, G. (1993): Waldreservate und Naturschutz. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 13/1993. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 79 S.
- Duelli, P. (1994): Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL-Reihe Rote Listen, EDMZ Bern, 93 S.
- Eckloff, W., Ziegler, W. (1991): Über den Wert toter Bäume in der Waldlebensgemeinschaft. Forstarchiv 62: 105–107.
- Forster, B. (1993): Entwicklung der Borkenkäfersituation in den Schweizer Sturmschadengebieten. Schweiz. Z. Forstwes. 144, 10: 767–776.
- Frey, W.; Forster, B.; Heiniger, U.; Gerber, W.; Thee, P.; Kuhn, N. und Graf, F. (1995): Risiken und Naturgefahren in Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 863–872.
- Lässig, R.; Egli, S.; Odermatt, O.; Schönenberger, W.; Stöckli, B. und Wohlgemuth, T. (1995): Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 893–911.
- Leibl, F. (1988): Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Kleinsäugern im Nationalpark Bayerischer Wald unter besonderer Berücksichtigung von Windwurfflächen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, München, Heft 81: 17–51.
- Pfarr, U., Schrammel, J. (1991): Fichten-Totholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstschutz. Forstwiss. Cent.bl. 110: 128–134.
- Radda, A. (1968): Populationsstudien an Rötelmäusen (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) durch Markierungsfang in Niederösterreich. Oecologia 1: 219–236.
- SBN (1989): Thesen für mehr Natur im Wald. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 11/1989. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 74 S.
- Schönenberger, W.; Kasper, H. und Lässig, R. (1992): Forschungsprojekte zur Wiederbewaldung von Sturmschadenflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 143, 10: 829–847.
- Schönenberger, W.; Kuhn, N. und Lässig, R. (1995): Forschungsziele und -projekte auf Windwurfflächen in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 859–862.
- Zuber, R. (1995): Forstschutzsituation 1994 in Graubünden. Bündnerwald 48, 1: 79–84.

Dank

Spezieller Dank für die Durchführung der intensiven Feldarbeit gebührt vor allem B. Fecker, M. Plattner und P. Wirz, daneben halfen auch T. Appenzeller, M. Frech und D. Schneider. Für das Bestimmen von Insekten danken wir folgenden externen Fachleuten: F. Amiet (Bienen und Wespen), S. Barbalat (Bock- und Prachtkäfer), R. Bärfass (Schwebfliegen), M. Funk-Neumeyer (Ameisen), A. Grossi (Borkenkäfer), X. Heer (Spinnen), M. Knízek (Borkenkäfer), A. Pedroli (Tausendfüsser), P. Reutimann (Laufkäfer), R. Rohner (Spinnen), E. Sprecher (diverse Käfer), E. Stöckli (Wanzen), M. Studer (Bock- und Prachtkäfer) und A. Wittwer (Kurzflügler).

Gedruckt mit Unterstützung der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.

Verfasser: Dr. Beat Wermelinger, PD Dr. Peter Duelli, Dr. Martin Obrist, Oswald Odermatt, dipl. Forsting. ETH, Dr. Marc Seifert, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.