

Dimilin – Bewertung eines Pflanzenschutzmittels zum Waldschutz

Diflubenzuron: ein notwendiger Wirkstoff für einen integrierten Pflanzenschutz

Ralf Petercord und Gabriela Lobinger

Das Pflanzenschutzmittel Dimilin® 80 WG mit dem Wirkstoff Diflubenzuron wird zur Bekämpfung von Massenvermehrungen forstlich relevanter Insekten eingesetzt. Um die Diskussion des Dimilin-Einsatzes zu versachlichen, wird das Präparat im Hinblick auf seine ökosystemaren Auswirkungen dargestellt und sein Einsatz im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes erläutert.

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) durchläuft in Mittel- und Unterfranken seit mehreren Jahren eine Massenvermehrung, beim Schwammspinner (*Lymantria dispar*) zeichnet sich ein erneuter Anstieg der Populationsdichte ab. Beide Entwicklungen geben Anlass notwendige Waldschutzmaßnahmen darzustellen.

Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen

Massenvermehrungen von Forstinsekten gehören zur Dynamik natürlicher Waldökosysteme. Über die Zerstörung von Wäldern leiten sie deren Erneuerung ein und sind damit ein Motor der Sukzession, die zur Anpassung der Wälder an neue Umweltbedingungen gebraucht wird. Dieser Zusammenhang ist unbestritten, allerdings läuft dieser Anpassungsprozess über viele Waldgenerationen und benötigt daher sehr viel Zeit.

Es ist ein Irrtum zu glauben, nach einer Waldzerstörung auf Grund einer Massenvermehrung von Forstinsekten würde sich in der nächsten Waldgeneration – also in wenigen Jahren – ein stabilerer Wald etablieren können. Gerade bei großflächigen Waldzerstörungen ist eher genau das Gegenteil der Fall, weil auf großer Fläche ein nahezu gleichaltes Wald heranwächst, der in seiner Baumartenzusammensetzung dem zerstörten Wald weitgehend entspricht und gleichzeitig weniger Struktureichtum enthält. Ein solcher Wald ist folglich noch anfälliger für das Auftreten einer forstschädlichen Art und begünstigt ihre Massenvermehrung. Binnen weniger Jahre bzw. Jahrzehnte kann es zu einer erneuten Waldzerstörung kommen.

Die moderne Forstwirtschaft hat nach dem Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) entsprechend der Bedeutung des Waldes »für den Schutz von Klima, Wasser, Luft und Boden, Tieren und Pflanzen, für die Landschaft und den Naturhaushalt« sowie seiner landeskulturellen, wirtschaftlichen, sozialen und gesundheitlichen Aufgaben die gesetzliche Verpflichtung, den Wald »nachhaltig zu bewirtschaften, um diese Leistungen für das Wohl der Allgemeinheit dauerhaft erbringen zu können« (Art. 1 BayWaldG). Massenvermehrungen von Forstinsekten und ebenso mögliche Bekämpfungsmaßnahmen zu ihrer Einschränkung müssen daher in ihren Auswirkungen auf die nachhaltige Bewirtschaftung des multifunktionalen Waldes analysiert werden. Diesen Abwägungsprozess als eine Art

»Kosten-Nutzen-Analyse«, insbesondere im Hinblick auf die ökologischen Auswirkungen einer Bekämpfung, verantwortungsbewusst durchzuführen und die Waldbesitzenden entsprechend zu beraten, ist die zentrale Aufgabe des Waldschutzes.

Rachel Louise Carson schrieb 1962 in ihrem Buch »Der stumme Frühling«, in dem sie den gedankenlosen Umgang mit Pestiziden zu recht kritisierte: »All das soll nicht heißen, daß es kein Insektenproblem gibt und es nicht notwendig ist, Schädlinge unter Kontrolle zu halten. Ich will vielmehr damit sagen, daß diese Kontrolle genau auf gegebene Tatsachen, nicht aber auf erdichtete Situationen abgestimmt sein muß und nur solche Bekämpfungsmethoden angewandt werden dürfen, die nicht zugleich mit den Insekten uns selbst vernichten.« Sie hat damit dem integrierten Pflanzenschutz eine Handlungsanweisung geliefert und die Notwendigkeit wissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet bekräftigt.



Foto: R. Petercord

Abbildung 1: Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln im Wald erfolgt sinnvollerweise mit dem Hubschrauber.

Integrierter Pflanzenschutz als Handlungsmaxime

Der Einsatz zugelassener Pflanzenschutzmittel gegen Insekten im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes im Wald ist immer eine Ultima Ratio. In den vergangenen Jahren waren in Bayern chemische Bekämpfungsmaßnahmen in unterschiedlichem Umfang gegen den Eichenprozessionsspinner und den Schwammspinner erforderlich. Die Bekämpfung von Massenvermehrungen beider Arten verdeutlicht den verantwortungsvollen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln. Trotz einer seit mehreren Jahren anhaltenden Massenvermehrung des Eichenprozessionsspinners wurde er nur in einzelnen Eichenbeständen bekämpft, die auf Grund mehrjähriger Fraßereignisse bzw. dem Auftreten komplexer Schadereignisse (Kombinationsfraß verschiedener Arten) in ihrer Vitalität geschwächt oder in deren Nähe die Gifthaare des Eichenprozessionsspinners Menschen gefährdeten (Lobinger 2009). Der Schwammspinner wird bei erwartetem Kahlfraß bekämpft, da bereits einmaliger Kahlfraß zu erheblichen Bestandsschäden führt (Lobinger 1999). Die Populationsdichte beider Schmetterlingsarten wird in aufwendigen Prognoseverfahren überwacht, auf deren Grundlage Bekämpfungsempfehlungen gegeben werden.



Foto: R. Petercord

Abbildung 2: Raupe des Schwammspinners

Wirkstoff und Wirkmechanismus

Mittel der Wahl zur chemischen Bekämpfung beider Schmetterlingsarten ist das Pflanzenschutzmittel Dimilin® 80 WG mit dem Wirkstoff Diflubenzuron, das einen hohen Wirkungsgrad (um 98 %) aufweist. Dimilin enthält je Kilogramm 800 g Diflubenzuron, hat also einen Wirkstoffgehalt von 80 Prozent und wird als Granulat in Wasser aufgelöst. Bei dem Wirkstoff Diflubenzuron handelt es sich um ein Benzoylharnstoffderivat. Wirkstoffe dieser Wirkstoffgruppe nehmen unter den Insektiziden eine Sonderstellung ein, da sie im Gegensatz zur

Mehrzahl der eingesetzten Insektizide nicht die Reizleitung im Nervensystem angreifen (Heitefuss 2000). Diflubenzuron hemmt vielmehr den Transport von UDP-N-Acetylglucosamin durch die Biomembran der Zellen und verhindert so die Chitin-Synthese (Mitsui et al. 1984). Die auf diesem Weg verhinderte Häutung führt zum Absterben der Raupen bzw. Larven und der Puppen oder zu nicht lebensfähigen Adulten. Die Wirkung des Mittels setzt damit nicht sofort ein, sondern immer erst im Übergang zum nächsten Entwicklungsstadium. Ein sofortiges Fraßende ist daher mit Dimilin nicht zu erzielen. Neben der larviziden wurde zusätzlich auch eine ovizide Wirkung bei trächtigen Weibchen beobachtet, die prinzipiell auf demselben Wirkmechanismus beruht. Die gestörte Chitin-Einlagerung in die Cuticula des Embryos verhindert seine Entwicklung. Insgesamt macht dieser Wirkmechanismus Dimilin zu einem selektiv wirkenden Mittel, das ausschließlich sich häutende Entwicklungsstadien und nicht das ausgewachsene Imaginalstadium trifft. Dimilin wird daher auch als biotechnisch wirkender Metamorphose- bzw. Häutungshemmer bezeichnet. Dimilin wirkt im Wesentlichen als Fraßgift und nicht systemisch, da der Wirkstoff nicht ins Pflanzengewebe eindringt. Stechend-saugende Insektenarten werden daher von Dimilin nicht betroffen (Buchberger 2000).

Rascher Abbau – kurze Verweildauer in der Umwelt

Untersuchungen zur Persistenz von Diflubenzuron auf mit Dimilin behandelten Blättern zeigten, dass bereits innerhalb von drei Wochen 20 bis 80 Prozent der ausgebrachten Menge verloren gingen (Wimmer et al. 1993). Im Boden wird Diflubenzuron sowohl unter aeroben als auch unter anaeroben Bedingungen sehr rasch abgebaut. Die Halbwertszeit kann weniger als zwei Wochen betragen. Hauptabbauprodukte (über 90 %) sind die Verbindungen 4-Chlorphenylharnstoff und 2,6-Difluorbenzoesäure. 2,6-Difluorbenzoesäure wird ebenfalls sehr schnell vollständig abgebaut (Halbwertszeit 9 bis 12 Tage), der Abbau von 4-Chlorphenylharnstoff verläuft dagegen deutlich langsamer, je nach Bodenbedingungen beträgt die Halbwertszeit fünf bis 16 Wochen (Nimmo et al. 1984, 1986, 1989; WHO 2008). Abbauprodukte des 4-Chlorphenylharnstoffs wie z. B. 4-Chloranilin werden stabil an Bodenpartikel gebunden und nicht in tiefere Bodenschichten verlagert oder mit dem Wasser ausgeschwemmt (Buchberger 2000; WHO 2008).

Der hohe Wirkungsgrad bei gleichzeitig qualitativ selektiver Wirkung sowie die vergleichsweise kurze Umweltpersistenz des Wirkstoffes und seiner Metaboliten sind Eigenschaften, die für den Einsatz von Dimilin als Pflanzenschutzmittel im Wald sprechen. Zu einer vollständigen Bewertung müssen aber auch die direkten und indirekten Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen betrachtet werden.

Direkte Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen

Entsprechend dem beschriebenen Wirkmechanismus über die Hemmung der Chitin-Synthese können die direkten Auswirkungen eines Dimilin-Einsatzes auf Säugetiere (einschließlich des Menschen) und Vögel nicht sehr hoch sein. Tatsächlich weist Diflubenzuron, unabhängig von der Art der Wirkstoffaufnahme, nur eine sehr geringe akut toxische Wirkung bei Säugetieren und Vögeln auf. In Laborversuchen betrug die mittlere letale Dosis (LD50) für Ratten bei oraler Aufnahme über 4.640 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) Körpergewicht und bei dermalen Aufnahme mehr als 10.000 mg/kg Körpergewicht. Die mittlere letale Konzentration (LC50) bei Inhalation des Wirkstoffs ist bei Ratten größer als 2,49 mg/l (WHO 1995). Langzeitfütterungsversuche mit verschiedenen Tier- und Vogelarten erbrachten weder bei Jung- noch bei Alttieren biologische oder toxikologisch signifikante Effekte (Buchberger 2000; WHO 1995, 2008). Die LD50 beträgt für Vögel mehr als 3.000 mg/kg (Buchberger 2000). In Freilandversuchen beeinträchtigte die Ausbringung von 350 g/ha Diflubenzuron mittels Hubschrauber die Singvogelarten eines Waldökosystems nicht (WHO 1995).

Da Diflubenzuron kaum bioakkumuliert wird, kommt die Weltgesundheitsorganisation WHO (1995) zu der Einschätzung, dass die Belastung von Wasser und Nahrung durch Diflubenzuron infolge des Einsatzes in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder bei der Stechmücken-Bekämpfung für den Menschen im Allgemeinen zu vernachlässigen ist. Die WHO stuft Diflubenzuron daher als ein Produkt ein, von dem bei normalem Gebrauch keine Gefahr ausgeht. Diese Einschätzung teilt Greenpeace (2008), die Diflubenzuron als »Pestizide ohne besonders gefährliche Eigenschaften« klassifiziert. Darüberhinaus wird Diflubenzuron zur Bekämpfung krankheitsübertragender Insekten, z. B. zur Bekämpfung des Dengue-Fiebers, in Trinkwasser-Behältern eingesetzt (WHO 2008).

Bei Arten, die Chitin synthetisieren, ist dagegen mit einer deutlich höheren Empfindlichkeit gegenüber dem Einsatz von Dimilin zu rechnen. Zu dieser Gruppe zählen Gliedertiere, Weichtiere und Pilze. Zahlreiche Ergebnisse aus Labor- und Felduntersuchungen zur Wirkung von Diflubenzuron auf verschiedene Arten, Gattungen und Familien liegen vor, auf die im Rahmen dieses Artikels nicht umfassend eingegangen werden kann. Zusammenstellungen finden sich z. B. in WHO (1995) und Schönfeld et al. (2006). Insgesamt wird festgestellt, dass nicht alle Arten gleich empfindlich auf Diflubenzuron reagieren und die Wirkung stark von der Dosis abhängt. Ergebnisse von Fütterungsversuchen, die unter Laborbedingungen mit vergleichsweise hohen Wirkstoffkonzentrationen durchgeführt wurden, wurden in Freilandversuchen nicht bestätigt (WHO 1995; Schönfeld et al. 2006).

Analysen, ob Dimilin die Honigbiene gefährdet, zeigen, dass weder die Imago noch die Brut in ihrer Entwicklung beeinflusst wird. Selbst bei einer Wirkstoffmenge von 350 g/ha wurden im Freiland keine Auswirkungen auf Bienenvölker beobachtet (WHO 1995). Dimilin® 80 WG ist daher als nichtbienengefährlich eingestuft (BVL 2010). Auch die Gefahr einer



Abbildung 3: Raupenprozession des Eichenprozessionsspinners an einem Fledermauskasten

Kontamination von Waldhonig mit Diflubenzuron besteht nicht, da der Wirkstoff nicht systemisch wirkt und Honigtau produzierende Pflanzenläuse ihn nicht aufnehmen.

Am stärksten wirkt sich Diflubenzuron auf freifressende Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven aus, die zeitgleich zum Zeitpunkt der Bekämpfung mit den Zielarten Eichenprozessionsspinner bzw. Schwammspinner an den Eichenblättern fressen. Dabei handelt es sich unter anderem um die Raupen des Eichenwicklers, des Großen und Kleinen Frostspanners sowie um Raupen verschiedener Arten von Laubholzeulen (Schönfeld et al. 2006). Die Befürchtung, bei einer »flächigen Bekämpfung« mit Dimilin, die immer örtlich begrenzt erfolgen würde, »seltene Arten zu vernichten« (Schönfeld 2009) ist wissenschaftlich nicht haltbar.

Schlupfwespen und Raupenfliegen als Parasitoide von Schmetterlingsraupen können sowohl direkt als auch indirekt von Dimilin betroffen sein. Die direkte Wirkung hängt vom Entwicklungsstadium ab, in dem sich die Parasitoidenlarve befindet (Heynen 1985). Dimilin kann auch Microsporidien, einzellige Krankheitserreger von Insekten, negativ beeinflussen (Goertz et al. 2004).



Foto: R. Petercord

Abbildung 4: Kahlfraß an Eiche; Reservestoffverluste durch Kahlfraßereignisse schwächen die Eiche gegenüber weiteren Schaderregern und können letztlich auch zum Absterben von Eichen führen.

Auswirkungen von Dimilin sind desweiteren für Arten von Zweiflüglern, Hautflüglern, Geradflüglern, Fransenflüglern, Ohrwürmern sowie Lauf- und Aaskäfern beschrieben (Schanowski 1999; Beck et al. 2004). Die Auswirkungen sind artspezifisch zeitlich befristet, eine Erholung der Populationen war je nach Generationsdauer teilweise sogar noch im Jahr der Bekämpfung zu beobachten (Schönfeld et al. 2006).

Die Bodenorganismen werden unterschiedlich stark beeinflusst. Regenwürmer und Enchyträen schädigt Dimilin nicht bzw. sie wandern zeitweise in tiefere Bodenschichten ab. Springschwänze und Milben reagieren artspezifisch mit Ab- aber auch mit Zunahmen der Populationsdichten (Beck et al. 2004). Das ist auch auf ein verändertes Konkurrenzverhältnis bzw. Nahrungsangebot zurückzuführen. Insgesamt sind langfristige Effekte auf die streu- und bodenbewohnenden Arten durch Dimilin nicht zu befürchten (Rieske und Buss 2001). Auf insektenpathogene Pilze, die wichtige Regulationsfaktoren von Insektenpopulationen darstellen, wirkt Dimilin artspezifisch schwach wachstumshemmend bzw. wachstums- und sporulationsfördernd (Keller 1978).

Dimilin ist giftig für Wasserorganismen, dies gilt in besonderem Umfang für Fischnährtiere, wie die zu den Krebstieren gehörenden »Wasserflöhe« (*Daphnia spec.*), aber in höherer Konzentration auch für Algen und Fische. Die Zulassung beinhaltet daher eine Wasserschutzauflage. In Freilandversu-

chen wurde noch nie ein Fischsterben nach der Ausbringung von Dimilin beobachtet und nach dem Einsatz im Wald wurden bisher auch noch keine Auswirkungen auf Wasserorganismen beschrieben (WHO 1995).

Indirekte Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen

Massenvermehrungen forstlich relevanter Schmetterlings- und Blattwespenarten können sich über das erhöhte Nahrungsangebot sowie ein verbessertes Brutraumangebot nach dem Absterben von Bäumen positiv auf die Populationsentwicklung bestimmter Vogelarten auswirken (Schönfeld et al. 2006). Hinsichtlich der Nahrungssituation wird auf eine verbesserte Energiebilanz verwiesen, die sich in einer höheren Vitalität der Elterntiere und Nestlinge sowie in einer höheren Anzahl von Zweitbruten widerspiegelt. Die Bekämpfung einer Massenvermehrung unabhängig vom eingesetzten Bekämpfungsmittel oder -verfahren ebenso wie der natürliche Zusammenbruch einer Massenvermehrung (z. B. über eine Virusinfektion) führen damit zu einer Nahrungsverknappung und zu einer Umstellung des Beutespektrums. Damit kann auch die Anzahl von Zweitbruten abnehmen, die allerdings nicht nur vom Nahrungsangebot, sondern z. B. auch vom Zeitpunkt der Erstbrut, den Witterungsbedingungen und dem Konkurrenzdruck abhängen. Die Konstruktion eines Zusammenhangs zwischen dem Einsatz von Dimilin und der Anzahl von Zweitbruten, wie dies Schönfeld (2009) versucht, ist daher kritisch zu hinterfragen.

Massenvermehrungen des Eichenprozessionsspinners sind ohnehin völlig anders zu bewerten, da über die Brennhaare der Raupen eine tödliche Gefahr für die Nestlinge ausgeht. Eine Bekämpfung – z. B. mit Dimilin – dient in diesem speziellen Fall sogar dem Schutz von Vogel- und Fledermausarten.

Das nach einer Bekämpfung vorhandene Nahrungsangebot hat selbstredend zeitlich befristete Auswirkungen auf alle parasitisch oder räuberisch von Schmetterlingsraupen lebenden zoophagen Arten.

Maßnahmen zur Minimierung ökologischer Nebenwirkungen

Die vorhandenen ökologischen Nebenwirkungen eines Pflanzenschutzmitteleinsatzes mit Dimilin werden in der Waldschutzpraxis mit Hilfe verschiedener Maßnahmen minimiert:

- Die Entscheidung zur Bekämpfung einer Massenvermehrung beruht immer auf einer objektiven Einschätzung der Gefährdungssituation des betroffenen Waldbestandes (Waldschutz) bzw. für die menschliche Gesundheit (Sicherung der Waldfunktionen) sowie einer Abwägung aller bekannten Folgewirkungen im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse.

- Die Bekämpfungsflächen werden über Prognoseverfahren sorgfältig ausgewiesen und abgegrenzt und die Bekämpfungsfläche damit auf das notwendige Minimum beschränkt. Dabei werden je nach Zielart Flächen gezielt von der Bekämpfung ausgenommen, um damit »ökologische Fenster« für z. B. antagonistische Arten zu erhalten.
- Der Einsatz abdriftmindernder Injektordüsen und die Applikation bei Windgeschwindigkeiten kleiner oder gleich zwei Metern pro Sekunde vermindert die Abdrift effektiv.
- Zu stehenden und fließenden Gewässern wird ein Abstand von 100 Metern eingehalten, um Auswirkungen auf Wasserorganismen zu verhindern.
- Bekämpft wird zum frühestmöglichen Zeitpunkt und bei optimalen Witterungsbedingungen für die Nahrungsaufnahme der Raupen. Auf diese Weise können die empfindlichen ersten Larvenstadien der Zielorganismen getroffen und ein rascher Bekämpfungserfolg erzielt werden. Dies ermöglicht die Reduktion der Aufwandmenge des Präparats Dimilin® 80 WG von den zugelassenen 75 g/ha auf 15 g/ha (Skatulla und Lobinger 1995). Gleichzeitig werden dank des frühen Bekämpfungszeitpunktes Nicht-Zielorganismen mit späterem Entwicklungszeitraum, insbesondere auch Parasitoide, geschont.

Fazit

Chemische Pflanzenschutzmittel zum Waldschutz werden im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes immer als letztes Mittel der Wahl nach sorgfältiger Abwägung aller Vor- und Nachteile eingesetzt. Bekämpfungsempfehlungen werden grundsätzlich nicht »leichtfertig gefällt« (Schönfeld 2009).

Mit dem Präparat Dimilin® 80 WG steht ein hochwirksames, weitgehend selektiv wirkendes Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Massenvermehrungen forstlich relevanter Schmetterlingsraupen und Blattwespenlarven zur Verfügung. Im Vergleich zu anderen Insektiziden besitzt es einen hohen Wirkungsgrad und vergleichsweise geringe Nebenwirkungen bei ordnungsgemäßer Einsatz (NABU-Brandenburg 2004; Greenpeace 2008). In den vergangenen Jahren wurden in der bayerischen Waldschutzpraxis die Nebenwirkungen eines Dimilin-Einsatzes weiter reduziert und mögliche Auswirkungen auf die Waldökosysteme minimiert. Damit wurde neben den forstwirtschaftlichen auch den berechtigten naturschutzfachlichen Zielen entsprochen.

Literatur

im Internet unter: www.lwf.bayern.de

Dr. Ralf Petercord und Dr. Gabriela Lobinger sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Sachgebiet »Waldschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Ralf.Petercord@lwf.bayern.de, Gabriela.Lobinger@lwf.bayern.de

Alpine Naturkatastrophen

Jährlich besuchen über zehn Millionen deutsche Touristen Österreich. Sie kommen in ein Land, das in der Vergangenheit regelmäßig von Naturkatastrophen heimgesucht wurde, das aber auch manche Naturschönheit einer Katastrophe verdankt, wie z. B. die nach dem Bergsturz am Tschirgant entstandene Tomalandschaft.



Die Autoren des Buches erläutern die Dokumentation von Naturkatastrophen in Österreich. Sie beginnen mit einem Portrait über alpine Naturgefahren. Die räumliche Verteilung der Ereignisse und das Ausmaß der Schäden werden auf Karten dargestellt. Der Leser

erfährt lückenlos von großen alpinen Naturkatastrophen, aus prähistorischer Zeit bis hin zum Jahr 2009. Die zahlreichen Bilder lockern den Text auf, die Berichte von Zeitzeugen machen das Buch zu einer kurzweiligen, spannenden Lektüre. Aber das Buch will nicht nur informieren, sondern auch Botschaften vermitteln. Es erläutert die Notwendigkeit einer Ereignis-(Katastrophen-) Dokumentation, um aus der Vergangenheit zu lernen, oder um dem Verdrängen bzw. Vergessen entgegenzuwirken. Außerdem öffnet es auch die Augen für die Grenzen der technischen Möglichkeiten im Umgang mit Naturgefahren. Dies erscheint umso wichtiger, da als Folge des Klimawandels Naturkatastrophen häufiger auftreten und sich die Risiken von Naturkatastrophen erhöhen können. Am Ende des Buches werden alle wichtigen Katastrophenereignisse zwischen 1347 und 2009 in einer Tabelle zusammengestellt. Auf Grund der sachlichen, objektiven und informativen Darstellung der Naturkatastrophen in Österreich von anerkannten Experten aus sechs verschiedenen österreichischen Institutionen kann dieses Buch allen Liebhabern Österreichs empfohlen werden. binder

Alpine Naturkatastrophen: Lawinen Muren Felsstürze Hochwässer

Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent (Hrsg.), 120 S., über 250 Abbildungen, Hardcover
 Leopold Stocker Verlag, Graz 2009
 ISBN: 978-3-7020-1248-9, 19,90 €