

LWF

Wissen

82

Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder

Beiträge zur Tagung im Oktober 2017

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG 




ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

**Schutz vor Hochwasser durch alpine
Berg- und Schutzwälder – Beiträge zur
Tagung im Oktober 2017**

Impressum

ISSN 2198-106X

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Herausgeber und Bezugsadresse	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1 85354 Freising Telefon: +49 (0) 81 61 / 71-4801 Fax: +49 (0) 81 61 / 71-4971 poststelle@lwf.bayern.de www.lwf.bayern.de
Verantwortlich	Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Redaktion	Stefan Geßler
Layout	Petra Winkelmeier, Freie Kreatur, 85560 Ebersberg
Titelfoto	Armin Rieg, Wasserwirtschaftsamt Kempten
Druck	Bosch Druck GmbH, Ergolding
Auflage	800 Stück
Copyright	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, November 2018

Vorwort

Hochwasser sind natürliche Ereignisse, die in allen unseren Naturräumen zu allen Zeiten auftreten können. Mit einer steigenden Hochwassergefahr in Mitteleuropa mit besonderer Gefährdung des Alpenraums muss als mögliche Folge des Klimawandels gerechnet werden. Naturnah bewirtschaftete Wälder sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht die wichtigste Vegetationsform, um Hochwasser vorzubeugen. Insbesondere bei kleinräumigen Ereignissen hat der Wald einen großen Einfluss auf die Hochwassergestaltung. Vor allem im Gebirge ist der Bergwald ein unverzichtbarer Bestandteil des vorbeugenden Hochwasserschutzes.

Zur Tagung »Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder«, die im Rahmen der bayerischen EUSALP-Präsidentschaft durchgeführt wurde, kamen von Naturgefahren Betroffene mit Experten aus Bayern und anderen EUSALP-Staaten und -Regionen zusammen. Ziel der zweitägigen Veranstaltung, die sich an interessierte Waldbesitzer, Landwirte, Forstleute, Wasserwirtschaftler, Naturschützer und Bürgermeister aus Deutschland und der EUSALP-Region richtete, war ein Erfahrungsaustausch im Hinblick auf Hochwasserschutz, Starkregen sowie »Risiko Governance« in alpinen Berg- und Schutzwäldern.

In der vorliegenden Veröffentlichung wird Fachleuten und der interessierten Öffentlichkeit ein Überblick über die behandelten Themen gegeben.



Claus Kumutat
*Präsident des Bayerischen Landesamts
für Umwelt*



Olaf Schmidt
*Präsident der Bayerischen Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft*

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder	6
Staatsminister Helmut Brunner	
Hochwasserschutz beginnt in den Entstehungsgebieten	8
Staatsministerin Ulrike Scharf	
Retentionspotenzial von Aufforstungsmaßnahmen in einem voralpinen Einzugsgebiet	11
Sonja Teschemacher, Michael Neumayer, Markus Disse und Wolfgang Rieger	
Integrale Wildbachentwicklungskonzepte – Oberammergau, ein Musterbeispiel?	19
Andreas Rimböck, Quirin Stimm und Franz Grüsser	
»Vorbeugen und Heilen« im Schulterschluss – Die Bergwaldoffensive im Berchtesgadener Land	25
Alfons Leitenbacher	
10 Jahre Bergwaldoffensive	28
Martin Wenzel	
Vom Einzugsgebietsplan zur einzelnen Waldpflegemaßnahme	30
Günther Unterthiner	
Wildbachverbauung und Schutzwald in Tirol – eine verschworene Gemeinschaft	37
Günther Brenner, Josef Fuchs, Peter Raggl, Ivo Schreiner, Dieter Stöhr, Walter Gebhard und Alois Simon	
Sicherung der Schutzfunktionen durch nachhaltige Waldbewirtschaftung im Hochgebirge	43
Daniel Müller	
Schutzwaldsanierung – ein Beitrag zum Hochwasserschutz	50
Franz Binder und Sebastian Höllerl	
Anschriften der Autoren	59

Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder

Staatsminister Helmut Brunner anlässlich der Tagung »Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder« am 23. Oktober 2017 in Bad Reichenhall

Die Alpen sind für viele Menschen ein Sehnsuchtsort. Sie sind ein Naturraum von wunderschöner Ausstrahlung, der jedes Jahr Millionen von Touristen aus aller Welt anzieht. Dabei ist der Platz für den Menschen in diesem Herzen Europas knapp. Die Täler sind oft dicht besiedelte Verkehrsadern, entlang derer sich seit Jahrhunderten das wirtschaftliche und kulturelle Leben gedrängt hat. Der Mensch musste sich in den Alpen seit jeher mit den rauen Naturgefahren auseinandersetzen, sich zu seinem Schutz anpassen und vorbeugen. Bei aller Anpassung trifft der Klimawandel die reliefstarken Alpen und die dort lebenden Menschen besonders empfindlich.

Mit der Europäische Alpenstrategie (EUSALP) stellen sich die Anrainerstaaten diesen Herausforderungen und wollen eine intelligente wirtschaftliche Entwicklung und nachhaltige Ressourcennutzung im Alpenraum vorantreiben.

Die Staaten sind aufgerufen, zu allen wichtigen Themen des Lebens und Überlebens in den Alpen (EUSALP gliedert sich in drei Themenbereiche: 1. Wachstum und Innovation, 2. Mobilität und Anbindung, 3. Umwelt und Energie) grenzüberschreitend aktiv zu werden. Heute bringt uns der Hochwasserschutz durch alpine Berg- und Schutzwälder in einem sich wandelnden Klima zusammen.

Gemeinsam mit Österreich hat Bayern den Vorsitz für die Arbeitsgruppe 8 der EUSALP, die sich den Fragen hierzu stellt. Darüber hinaus hat Bayern in diesem Jahr die Präsidentschaft der gesamten EUSALP. Um dies gebührend zu würdigen, haben wir zu dieser Leuchtturmveranstaltung eingeladen. Ich freue mich sehr, dass so viele Teilnehmer aus zahlreichen Alpenländern der Einladung in die Salzstadt Bad Reichenhall gefolgt sind. Denn Hochwasser und Lawinen machen vor Grenzen nicht halt – und Lösungen für diese Herausforderungen sollten deshalb auch nicht national, sondern nur international gesucht und gefunden werden.

Alle Alpenanrainerstaaten stehen vor denselben Fragen: Wie können wir Hochwasser wirksam verrin-

gern, unsere Berg- und Schutzwälder, Wildbäche und Flüsse pflegen, bewirtschaften, sanieren? Wie könnten sich die Umweltbedingungen künftig verändern? Wie können wir darauf reagieren? Was sind gute Praxisbeispiele? Das alles wollen wir in den kommenden zwei Tagen mit Vorträgen, Exkursionen und vor allem Diskussionen zusammentragen.

Schutzwald – Bedeutung und Herausforderungen

Bergwälder sind Holzproduzenten und unersetzlicher Lebensraum. Gleichzeitig – und das haben wir heute besonders im Fokus – sind sie unverzichtbar für den Schutz von Leib, Leben und enormen Sachwerten! Denn sie halten Steinschlag, Lawinen, Muren und Hochwasser zurück.

Als bayerischer Forstminister freut mich eines besonders: 90 % der Schutzwälder in den Bayerischen Alpen erfüllen ihre Funktionen und bieten uns den nötigen Schutz. Leider heißt das auch, dass die restlichen zehn Prozent – rund 14.000 Hektar – uns vor große Herausforderungen stellen: oft sind es lichte, ältere Wälder ohne ausreichend nachwachsende junge Bäume. Hier laufen wir Gefahr, dass der Wald mittelfristig nicht mehr schützt und so das Risiko für die im Tal liegenden Straßen, Orte und damit für den Menschen immens ansteigt.

Deshalb »reparieren« wir in Bayern seit mehr als 30 Jahren diese Waldbestände im Zuge eines Schutzwaldsanierungsprogramms. Wir haben seitdem 87 Millionen Euro investiert, um die Schutzfunktionen dieser Wälder wiederherzustellen oder zu erhalten. Insgesamt haben wir über 13 Millionen Bäumchen auf rund 10.000 Hektar gepflanzt. Bis diese Flächen wirklich aus dem Gröbsten heraus sind, bedarf es jedoch einer lang andauernden Pflege. Schutz gegen Gleitschnee, jagdliche Anstrengungen für verträgliche Schalenwildbestände und Nachbesserungen sind nötig, um langfristige Erfolge zu schaffen! Ansonsten stehen die Investitionen wieder auf dem Spiel. Wir brauchen

beim Sanieren unserer Schutzwälder also einen langen Atem!

Ein konstruktives Zusammenwirken aller Institutionen ist dabei das A und O. Zum Glück können wir bei der Schutzwaldsanierung auf eine hervorragende Zusammenarbeit aller Partner bauen: bei uns in Bayern sind es die Forstverwaltung, die Bayerischen Staatsforsten sowie die Wasserwirtschafts- und Straßenbauverwaltungen, die bei der Umsetzung Hand in Hand arbeiten. Dafür möchte ich mich ausdrücklich bei den Beteiligten und auch bei Frau Kollegin Ulrike Scharf bedanken!

Schutzwaldpflege – Vorbeugen statt heilen

Durch den Klimawandel nehmen Waldschäden vor allem im Gebirge immer mehr zu. Sei es durch Stürme, Borkenkäfer, aufgerissene Wälder, Waldbrände oder Hochwasser – auch bei angepassten Wildbeständen entstehen ständig neue Flächen im Schutzwald, die ohne menschliches Zutun ihre Schutzwirkung verlieren würden. Die Schutzwaldsanierung wird deshalb auch weiterhin notwendig sein. Den Umfang der entstehenden Flächen können wir aber aktiv begrenzen: Genauso wie bei der menschlichen Gesundheit ist »Prävention« auch bei den Schutzwäldern wichtig. Vorbeugen ist meist günstiger als heilen. So schlägt ein Hektar Pflanzung im Hochgebirge schnell mit 30.000 Euro zu Buche, ein Hektar Gleitschneeverbauung kann bis zu 500.000 Euro kosten. Durch eine vorausschauende und naturnahe Bewirtschaftung der Bergwälder muss es aber gar nicht so weit kommen, dass diese Maßnahmen nötig werden. Wir stellen heute die Weichen für einen gesunden und funktionstüchtigen Wald und sparen morgen hohe Kosten für technische Verbauungen oder aufwendige Sanierungen.

Bergwaldoffensive als Beispiel für Governance

Das Prinzip des Vorbeugens haben wir im privaten Bergwald Bayerns vorbildlich mit der »Bergwaldoffensive« in ein Programm umgesetzt.

Die Bergwaldoffensive ist ein Paradebeispiel für das, was man unter »Governance« versteht, also die Entscheidungsfindung in Netzwerken mit vielen unabhängigen Beteiligten. An diesem Prinzip orientiert sich auch die Europäische Alpenstrategie. Geleitet von der Forstverwaltung sitzen in der Bergwaldoffensive Fach-

behörden, Grundbesitzer, Alm- und Alpwirtschaft, Jäger, Kommunen, Bürger und Verbände gemeinsam an runden Tischen. Sie alle beraten und entscheiden weitgehend gemeinsam über Lösungen, unsere Bergwälder fit für den Klimawandel zu machen. Die Erfolge sprechen für sich: so wurden bislang in 47 Projektgebieten auf rund 47.000 Hektar Gesamtfläche fast 550.000 Pflanzen ausgebracht und über 160 Kilometer Forst- und Rückewege gebaut. Dazu gehört ein intensiver Kommunikations- und Beteiligungsprozess.

Integrales Schutzwaldmanagement

Trotz aller bisherigen Erfolge müssen wir jedoch weiter denken. Wer rastet, der rostet. Deshalb setze ich heute den Startschuss für einen neuen Ansatz im Schutzwaldmanagement: Das sogenannte »Integrale Schutzwaldmanagement« der Bayerischen Forstverwaltung. Die Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft entwickelt derzeit in Zusammenarbeit mit den Bayerischen Staatsforsten ein neues Konzept für das Management der Schutzwälder in den Bayerischen Alpen. Dabei werden Fachdaten des Landesamts für Umwelt zu alpinen Naturgefahren berücksichtigt und in einem Geoinformationssystem verschnitten. Daten aus den Bereichen Naturschutz, Jagd und Waldweide werden folgen. Wir erhalten so ein Gesamtbild über die Schutzwaldflächen, können bessere Entscheidungen in kürzerer Zeit treffen und leichter Prioritäten setzen. Mögliche Konfliktfelder werden früher erkannt und die Zusammenarbeit der Institutionen verbessert. Einen Einblick in das Pilotprojekt hier in der Region werden wir später noch bekommen.

Hebt man diesen integralen Ansatz noch eine Ebene höher, ist er vielleicht auch eine gute Vision für die kommenden zwei Tage: Teilen Sie ihr Wissen, damit wir im Umgang mit alpinen Naturgefahren weiter vorankommen – zum Wohle der Menschen und der Wälder.

Ich hoffe, Sie alle werden einen großen Rucksack mit Eindrücken, Anregungen und neuen Kontakten nach Hause tragen. Für Ihr Interesse und Engagement möchte ich Ihnen schon jetzt herzlich danken.

Hochwasserschutz beginnt in den Entstehungsgebieten

Staatsministerin Ulrike Scharf anlässlich des Symposiums »Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder« am 23. Oktober 2017 in Bad Reichenhall

»Ohne Wasser kein Holz, ohne Holz kein Salz«. Viele Jahrhunderte war dieser Grundsatz die Lebensgrundlage von Bad Reichenhall. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts war das Holz der Region das einzige Brennmaterial zur Salzgewinnung. Die Auswirkungen der Holzentnahme auf die Wälder der Region waren gewaltig. Gerade hier im Saalachtal sind die Zusammenhänge zwischen Wald, Waldbewirtschaftung und der Sanierung von Wäldern zum Schutz vor Lawinen, Erosion und Hochwasser so mehr als offensichtlich. Deshalb ist die Salzstadt Bad Reichenhall genau der richtige Ort für unsere Tagung. Ein herzliches Grüß Gott zum Symposium »Schutz vor Hochwasser durch alpine Berg- und Schutzwälder«.

Meine Damen und Herren, unsere Bergwälder zählen seit jeher zu den sensibelsten Naturräumen. In Zeiten des Klimawandels gilt das erst recht. Alle Alpen-Anrainerstaaten und -regionen arbeiten deshalb daran, die Funktion der Wälder als Lebensraum und als Schutzraum zu erhalten und zu verbessern. Erst vor kurzem haben wir in Innsbruck gemeinsam mit dem österreichischen Bundesminister Rupprechter und politischen Vertretern aus Lichtenstein, Tirol und Südtirol beim Waldgipfel diskutiert. Allen Beteiligten ist klar: Hochwasserschutz beginnt nicht erst unmittelbar vor der ersten Ortschaft, er beginnt in den Entstehungsgebieten. Und klar ist auch, für den Schutz vor Hochwasser ist der Bergwald in den Alpen essentiell.

Der Klimawandel wird sich besonders im Alpenraum auswirken

Meine Damen und Herren: Gerade die Alpen sind vom Klimawandel besonders betroffen:

- Die Temperaturen in den Alpen sind in den vergangenen 100 Jahren mit 1,5 Grad Celsius doppelt so stark gestiegen wie im globalen Durchschnitt.
- In nur 20 Jahren könnten in Bayern fast alle Gletscher verschwunden sein.

Mit drastischen Folgen für Mensch und Natur:

- Die Schneesicherheit für Wintersportorte nimmt ab,
- Lebensräume von Tier und Pflanzen verschieben sich in andere Höhenlagen,
- alpine Naturgefahren nehmen zu.

Das bringt große Herausforderungen mit sich: gerade in Regionen, die einem kontinuierlichen Bevölkerungszuwachs und zunehmendem Nutzungsdruck ausgesetzt sind. Die Felsstürze im Engadin lassen grüßen.

Die Anpassung an den Klimawandel muss schnell erfolgen!

In dieser Situation bedeutet verantwortliche Klimapolitik, Anpassungen rechtzeitig vorzunehmen. Wir können nicht mehr zuwarten, wir müssen jetzt handeln. Dies betrifft nicht nur den Waldumbau und die Sanierung von Schutzwäldern, auch die Wasserwirtschaft ist gefordert. Wir haben im Alpenraum ca. 50.000 Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, angefangen von Uferschutzbauten, Konsolidierungssperren, Rückhalteeinrichtungen für Geschiebe und Wildholz bis hin zu Lawinennetzen.

Der Unterhalt, die Nachrüstung und der Neubau dieser Bauwerke kostet viel Geld: Allein im Jahr 2017 investieren wir in Bayern voraussichtlich fast 40 Millionen Euro. Wir sehen das Zusammenwirken: Ohne den Basisschutz durch die Berg- und Schutzwälder würden die Ausgaben für technische Schutzverbauungen explodieren. Der Wert des alpinen Schutzwaldes für den Lawinenschutz beläuft sich grob geschätzt auf 5 Euro pro Quadratmeter und Jahr, was in Bayern in Summe rund 4 Milliarden Euro pro Jahr ausmacht. Wenn wir das bezahlen müssten – wir könnten es auf Dauer nicht. Unsere technischen Schutzbauwerke ergänzen also den Basisschutz des Waldes. Sie heben mit technischen Maßnahmen das Schutzniveau für Siedlungen und wichtige Infrastrukturen auf das bei uns übliche Maß eines hundertjährigen Bemessungsereignisses plus 15 % Klimazuschlag.

Das heißt: Ein gesunder, artenreicher und vielschichtig aufgebauter Bergwald ist unverzichtbar. Er erfüllt Schutzfunktionen, die der Mensch nicht kompensieren könnte:

- Er schützt vor Erosion und Massenbewegungen,
- er reduziert und verzögert den Oberflächenabfluss und sorgt für einen Ausgleich im Wasserhaushalt und
- er schützt vor Schneeschurf sowie vor Lawinenabgängen und verringert die Steinschlaggefahr.

Trotzdem ist die Bewirtschaftung der Wälder grundsätzlich möglich. Sie muss wasserwirtschaftliche Aspekte berücksichtigen, das ist klar. Aber klar ist auch, dass Schutzfunktion und Nutzung zusammenpassen müssen. Die Kolleginnen und Kollegen im Landwirtschaftsministerium und in der Forstverwaltung haben sich dazu intensiv Gedanken gemacht und unter anderem ein Merkblatt zur »Hochwasserangepassten Waldbewirtschaftung« herausgebracht. Herzlichen Dank, lieber Helmut, für diese Mühe.

Waldbewirtschaftung und Naturschutz sind kein Gegensatz!

Meine Damen und Herren, einer meiner Grundsätze als Bayerische Umweltministerin lautet: Ökologie und Ökonomie miteinander versöhnen. Das gilt auch und gerade an der Schnittstelle von Umwelt- und Naturschutz. Deshalb ist es mein Ziel, dass der Bergwald die Schutzfunktion und die Lebensraumfunktion mit der besonderen alpinen Arten- und Strukturvielfalt erfüllt. Wenn es zu Zielkonflikten kommt, gibt es fast nichts, was unlösbar wäre. Viele Behörden beweisen hier seit langem eine hohe Verständigungsbereitschaft, insbesondere allen voran das Landwirtschafts- und das Umweltministerium.

Zwei Beispiele:

- Wir haben Vereinbarungen zum Umgang mit gesetzlich geschützten Biotopen und Natura 2000 bei der Schutzwaldsanierung geschlossen
- und in einem bayerisch-österreichischen INTERREG-Projekt wird aktuell länderübergreifend der Biotop- und Artenschutz im Schutz- und Bergwald untersucht. Ziel: Konflikte und Synergien zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz erkennen und passende Strategien erarbeiten.

Ganz im Sinne der Arbeitsgruppe 8 »Risikomanagement und Bewältigung des Klimawandels« der EU-Alpenstrategie (EUSALP), in der Bayern und Österreich die gemeinsame Federführung innehaben. Ich bedanke mich an dieser Stelle bei den Kolleginnen und Kollegen aus Österreich für die gute Zusammenarbeit bei der Leitung dieser Arbeitsgruppe.

Die Zukunft meistern – sich Herausforderungen gemeinsam stellen

Meine Damen und Herren, mein Kollege Brunner und ich haben zu diesem Symposium im Rahmen der Alpenraumstrategie geladen, um die Herausforderungen im Bergwald in Zeiten des Klimawandels mit Ihnen gemeinsam anzugehen. Denn nur gemeinsam sind wir stark. Gemeinsam mit Waldbesitzern, Jägern, Almbauern, Naturschützern, Tourismusverbänden und Kommunen arbeiten wir vor Ort an angepassten Lösungen: Angefangen bei der Wald- und Biotoppflege über Jagdmanagement bis hin zum Hochwasserschutz.

Wir bedanken uns daher bereits jetzt für Ihre Teilnahme. Besonderer Dank gilt allen Referenten. Wir haben heute eine hochkarätige Auswahl aus Wissenschaft und Forschung, aus verschiedenen Verwaltungen und vor allem auch Verwaltungsebenen, kommunale Vertreter ebenso wie Vertreter der Alpenkonvention.

Ich wünsche der Veranstaltung ein gutes Gelingen und vor allem einen regen Fachaustausch – sowohl auf der heutigen Tagung als auch bei den morgigen Exkursionen. Nehmen wir die Herausforderungen an – eine 2. Chance haben wir nicht. Auf eine gute Zukunft der Alpenregion und der Menschen, die hier leben. Vielen Dank!

Bad Reichenhall, im Oktober 2017

Retentionspotenzial von Aufforstungsmaßnahmen in einem voralpinen Einzugsgebiet

Sonja Teschemacher, Michael Neumayer, Markus Disse und Wolfgang Rieger

Schlüsselwörter: Aufforstungsmaßnahmen, Renaturierung, Mangfall, voralpine Einzugsgebiete, dezentraler Hochwasserschutz, WaSiM, HYDRO_AS-2D, Hochwasserentstehung, Auengestaltungsmaßnahmen

Zusammenfassung: Aufforstungs- und Waldumbaumaßnahmen können wichtige Bestandteile eines integralen Hochwasserschutzkonzepts sein, das sich aus technischem und natürlichem Hochwasserschutz zusammensetzt. Die forstwirtschaftlichen Maßnahmen beeinflussen durch eine Veränderung der Interzeption, der Evapotranspiration, der Infiltration und der Rauheit die Prozesse Abflussbildung, -konzentration und -routing und wirken damit als dezentraler Hochwasserrückhalt. Aufgrund unterschiedlicher Untersuchungsgebiete und verwendeter Modellansätze weichen die in bisherigen Studien durch Aufforstungs- und Waldumbaumaßnahmen ermittelten Hochwasserscheitelabminderungen zum Teil stark voneinander ab. Im Projekt ProNaHo wird die ereignis- und gebietsabhängige Wirksamkeit verschiedener natürlicher und dezentraler Maßnahmen mit einem weitgehend physikalisch basierten Modellansatz, bestehend aus dem hydrologischen Modell WaSiM und dem hydraulischen Modell HYDRO_AS-2D, untersucht. Eines der Untersuchungsgebiete ist das voralpine Einzugsgebiet der Mangfall. Die modelltechnisch umgesetzten Aufforstungs- und Renaturierungs- bzw. Auengestaltungsmaßnahmen wurden für fünf Hochwasserereignisse mit verschiedenen Charakteristika und Jährlichkeiten untersucht. Die dabei ermittelte Hochwasserscheitelabminderung ist stark von der Ereignischarakteristik (advektiv, konvektiv) und den Gebietseigenschaften abhängig. Der Einfluss der Jährlichkeit ist dagegen geringer. Die Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen führen bei allen Ereignissen zu einer deutlichen Zunahme der Überschwemmungsflächen. Während eine zeitliche Verzögerung des Abflussscheitels festgestellt werden kann, ist die an der Mangfall erreichbare Scheitelabminderung vernachlässigbar klein.

Das Aktionsprogramm 2020plus (StMUV 2014) betrachtet den gesamten Kreislauf des Risikomanagements und umfasst im Bereich des Hochwasserschutzes sowohl Maßnahmen des technischen Hochwasser-

schutzes als auch des natürlichen Rückhalts. Zum technischen Hochwasserschutz zählen beispielsweise Deiche, Talsperren oder Flutpolder. Im Gegensatz dazu beinhaltet der natürliche Rückhalt die Stärkung des Retentionspotenzials von Gewässern und Auen, Wald und Landwirtschaft sowie der Siedlungsflächen. Gemeinsam mit Klein(st)rückhaltebecken bilden diese die Bausteine des dezentralen Hochwasserschutzes. Die forstwirtschaftlichen Maßnahmen betreffen in diesem Zusammenhang einerseits Auwaldaufforstungen an Gewässern und in der Aue und andererseits die Stärkung des Rückhalts durch Aufforstungs- und Waldumbaumaßnahmen.

Die nachfolgend vorgestellten Maßnahmen beziehen sich auf voralpine Einzugsgebiete, welche eine variable Topografie mit einem zum Teil sehr steilen Gefälle besitzen. Infolgedessen besteht die Landnutzung überwiegend aus Grünland- und Waldflächen und in flacheren Bereichen vereinzelt Ackernutzung. Mit zunehmender Geländehöhe steigt der Waldanteil deutlich an. Bedingt durch die Topografie und die zunehmende geodätische Höhe werden die Bodenmächtigkeiten geringer und gehen zu flachgründigen A-C-Böden mit anstehendem Fels über. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist in diesen Bereichen kaum noch möglich.

Wirkung des Waldes auf die Hochwasserentstehung

Einflussfaktoren

Der Einfluss des Waldes auf die Abflussbildung kann auf die Prozesse Interzeption, Evapotranspiration und Infiltration zurückgeführt werden. Die Interzeption weist grundsätzlich einen begrenzten Speicher auf, der von der Baumart abhängig ist. Während der Interzeptionsspeicher einer unbelaubten Weißbuche bei unter 1 mm liegt, können in den Kronen 90 Jahre alter Fichten bis zu 5 mm Niederschlag zurückgehalten werden (Maniak 2010). Bei den meisten Baumarten ist der Interzeptionsspeicher nach einer Niederschlagshöhe von ca. 5 mm erschöpft. Die Höhe der Evapotranspirationsrate unterschiedlicher Vegetationsformen ist unter anderem vom Blattflächenindex (LAI) sowie der

Wurzeltiefe abhängig. Daher liegt die durchschnittliche jährliche Verdunstung verschiedener Getreidearten um ca. 5–15 % unter der Evapotranspiration von Grünland, wohingegen verschiedene Laubbaumarten eine ca. 10 % höhere Rate gegenüber Grünlandstandorten aufweisen (Miegel 2007). Die Verdunstung von Nadelbaumbeständen erreicht mit dem ca. 1,35-fachen Verdunstungspotenzial des Grünlandes die höchste jährliche Evapotranspiration. Die Infiltrationsfähigkeit eines Bodens hängt stark von dem Vorhandensein und der Mächtigkeit einer humusreichen Bodenaufgabe ab. Zudem begünstigt eine erhöhte Makroporosität (Wurzeln, Bodenfauna) die Infiltrationsprozesse. Neben der Abflussbildung werden auch Abflusskonzentration und Wellenablauf durch Waldflächen und die damit einhergehende erhöhte Oberflächenrauheit beeinflusst. Beispielsweise mindern ein überflutetes bewachsenes Vorland mit erhöhter Rauheit oder eine durchströmte Aue zumeist den Hochwasserscheitel ab und führen zu einer zeitlichen Verzögerung in Abhängigkeit der Ereignischarakteristik und Jährlichkeit (Rieger 2012).

Bisherige Untersuchungen

Das DWA-Merkblatt M550 (DWA 2015) bietet eine Übersicht zu bisherigen Untersuchungen zur Wirksamkeit von Aufforstungsmaßnahmen und Gewässerrenaturierungen bei Hochwasserereignissen mit unterschiedlicher Jährlichkeit. Die Scheitelabminderungen in Abhängigkeit von Maßnahme und Ereignis sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Zum Teil weichen die Ergeb-

nisse untereinander stark ab, was auf unterschiedliche Gebiete oder Modellansätze zurückgeführt werden kann. Generell steigt die Wirksamkeit mit zunehmendem Aufforstungsanteil an und sinkt mit ansteigender Ereignisjährlichkeit. Bei realistischen Aufforstungsumfängen ist demnach von einer eher geringen scheitelabmindernden Wirkung auszugehen. Bei Gewässerrenaturierungen ist festzustellen, dass der Auwald eine dominante Rolle hinsichtlich der Wirksamkeit einnimmt. Aus hochwasserschutztechnischer Sicht sollte daher jede Gewässerrenaturierung in Kombination mit einer Auwaldaufforstung umgesetzt werden.

In der sogenannten »Windachstudie« (Rieger 2012) wurde versucht, durch einen weitgehend prozessbasierten Ansatz zur Modellierung dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen die Modellunsicherheiten zu reduzieren und transparente Ergebnisse zu erzielen. Die hierbei ermittelten Scheitelabminderungen für forstliche Maßnahmen im nördlichen Einzugsgebiet der Windach liegen eher im unteren Bereich der im DWA-Merkblatt aufgeführten Wirksamkeiten.

Das Projekt »ProNaHo«

Im Projekt ProNaHo (»Prozessbasierte Modellierung Natürlicher sowie Dezentraler Hochwasserrückhaltemaßnahmen zur Analyse der ereignis- und gebietsabhängigen Wirksamkeit«, Auftraggeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt) sollen die Methoden aus der Windachstudie fortentwickelt und auf weitere Gebie-

		Scheitelabminderung in % (Mittelwert; Min. – Max.; Anzahl <i>n</i> der Untersuchungen)		
	Maßnahme	Kleines Ereignis (HQ_5)	Mittleres Ereignis ($HQ_5 - HQ_{50}$)	Großes Ereignis ($HQ_{50} - HQ_{100}$)
In der Fläche	Aufforstung / Waldumbau (realistischer Umfang: < 10% der EZG-Fläche)	2 <i>Min: 1; Max: 3</i> (<i>n</i> = 2)	2,3 <i>Min: 1; Max: 3,6</i> (<i>n</i> = 2)	0,8 <i>Min: 0,5; Max: 1</i> (<i>n</i> = 3)
	Aufforstung / Waldumbau (unrealistischer Umfang: > 10% und < 60% der EZG-Fläche)	21,5 <i>Min: 5; Max: 38</i> (<i>n</i> = 2)	4 – (<i>n</i> = 1)	9,1 <i>Min: 1; Max: 16,4</i> (<i>n</i> = 3)
	Aufforstung / Waldumbau (Extremumfang: > 60% der EZG-Fläche)	33,5 <i>Min: 21; Max: 46</i> (<i>n</i> = 2)	24,2 <i>Min: 11,5; Max: 44</i> (<i>n</i> = 3)	29,8 <i>Min: 12,2; Max: 45</i> (<i>n</i> = 12)
Am Gewässer	Fließwegverlängerung (ohne Auwald)		5,9 – (<i>n</i> = 1)	0,5 <i>Min: 0,1; Max: 0,9</i> (<i>n</i> = 2)
	Fließwegverlängerung (mit Auwald)	15 – (<i>n</i> = 1)	10,2 <i>Min: 6,4; Max: 14</i> (<i>n</i> = 2)	7,4 <i>Min: 1; Max: 24</i> (<i>n</i> = 18)

Tabelle 1: Hochwasserscheitelabminderung verschiedener dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen in Abhängigkeit der Ereignisjährlichkeit (nach DWA 2015)

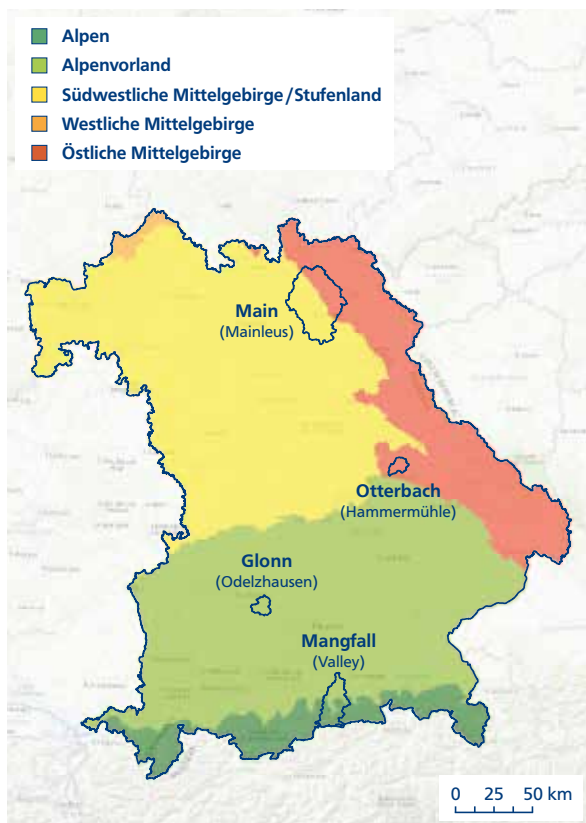


Abbildung 1: Lage der vier Untersuchungsgebiete des ProNaHo-Projekts

Erstellung: Sonja Teschemacher; Naturräume: LFU (2010)

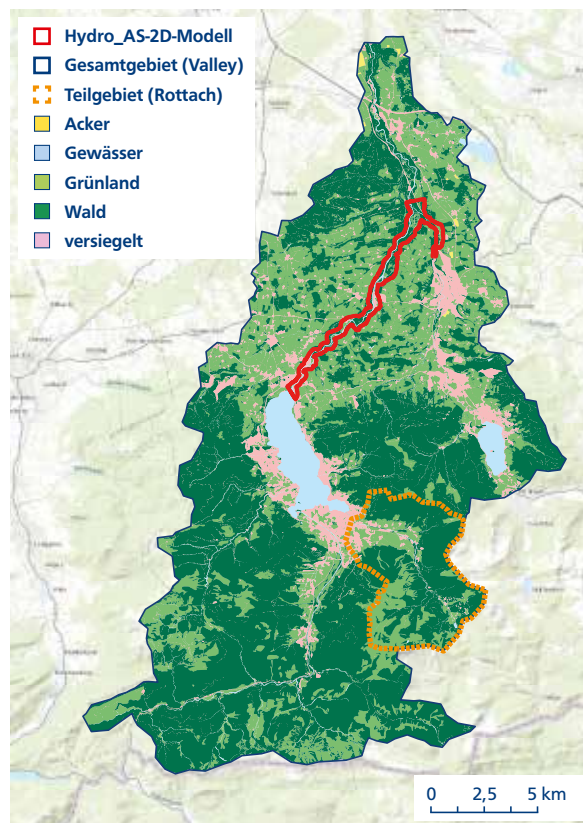


Abbildung 2: Landnutzungsverteilung des Mangfall-Einzugsgebiets mit Umrandungen der analysierten Modelle

Erstellung: Sonja Teschemacher; Landnutzungsdaten: LDBV (2008–2014)

te angewandt werden (Rieger et al. 2017). Ähnlich wie bei der Windachstudie werden forstliche Maßnahmen sowohl in der Fläche als auch am Fließgewässer berücksichtigt. Als Modellansatz wird der sich in der Windachstudie (Rieger 2012) bewährte Modellansatz aus dem weitgehend physikalisch-basierten Wasserhaushaltsmodell »WaSiM« und dem 2D-hydrodynamisch-numerischen Modell »HYDRO_AS-2D« gewählt. Ziele des Projekts sind neben der Einbindung von Messdaten die Untersuchung der Gebiets- und Skalenabhängigkeit der dezentralen Hochwasserschutzmaßnahmen, um weitgehend allgemeingültige Aussagen für Bayern zu erhalten. Vor dem Hintergrund einer großen Repräsentanz der unterschiedlichen Gebietscharakteristika in Bayern sowie der gewünschten Skalenvariabilität wurden die Gebiete Main (Mainleus), Mangfall (Valley), Glonn (Odelzhausen) und Otterbach (Hammermühle) ausgewählt (Abbildung 1). Die Auswahlkriterien waren dabei unter anderem die Pegelverfügbarkeit, der Messzeitraum, die Gebietsgröße, die Modellierbarkeit und die Abdeckung der Naturräume in Bayern.

Einzugsgebiet der Mangfall

Nachfolgend werden hieraus Modellierungen für das voralpine Einzugsgebiet der Mangfall (Valley) vorgestellt. Das Gebiet besitzt eine Gebietsfläche von 381,7 km² und einen sehr großen Waldanteil von ca. 58%. Die hydrologische Modellierung wurde für das gesamte Einzugsgebiet durchgeführt, wobei zusätzlich das Teilgebiet Rottach südlich des Tegernsees separat untersucht wurde (Abbildung 2). Das Gesamtgebiet hat im Norden einen hohen Grünlandanteil mit niedrigem Geländegefälle, wodurch potenzielle Aufforstungsflächen mit großem Retentionspotenzial vorhanden sind. Das Teilgebiet Rottach hat dagegen bereits einen hohen Waldanteil und damit geringere Aufforstungsmöglichkeiten, die zudem im Bereich der flachgründigen A-C-Böden liegen. Das hydraulische Modell umfasst den Flusslauf der Mangfall beginnend mit dem Auslauf des Tegernsees bis unterhalb des Zusammenflusses mit der Schlierach, welche ebenfalls zum Teil durch das Modell abgebildet wird. Für die Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen wurde ein ca. 9 km langer Teilabschnitt der Mangfall zwischen Tegernsee und dem Zufluss der Schlierach

ausgewählt. Dieser Teilabschnitt weist deutliche anthropogene Eingriffe in die Sohl- und Uferstruktur der Mangfall auf (LfU 2016). Der Flussabschnitt kann unter anderem durch Berücksichtigung der Großlandschaft, des Sohlgefälles und des Sohlsubstrats dem Fließgewässertyp »Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes« nach Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) zugeordnet werden.

Hydrologische Modellierung

Die Modellierung der Aufforstungsmaßnahmen in der Fläche wurde mit dem hydrologischen Modell WaSiM durchgeführt. Durch das rasterbasierte Modellkonzept können einer Fläche bestimmte Landnutzungsformen bzw. Bodentypen zugeordnet werden. Die Parametrisierung der Landnutzung und damit auch der aufgeforsteten Flächen erfolgt über Pflanzenparameter wie beispielsweise Pflanzenhöhe, Wurzeltiefe, Blattflächenindex oder Bedeckungsgrad. Diese Parameter beeinflussen die Berechnung von Interzeption und Verdunstung. Der Bodenaufbau wird in einzelnen Schichten beschrieben, wodurch tiefenabhängig Parameter wie der organische Anteil, die gesättigte Leitfähigkeit oder das Speicherverhalten definiert werden können. Zudem können Eigenschaften von Makroporen angegeben werden.

Das Gebiet wurde anhand der vorhandenen Abflusspegel kalibriert und validiert. Um die Wirksamkeit der Maßnahmen bei Ereignissen mit einer bestimmten Jährlichkeit untersuchen zu können, wurden aus

charakteristischen Niederschlagsverteilungen drei advektive Ereignisse und zwei konvektive Ereignisse generiert. Die Dauern und Intensitäten der Niederschlagsereignisse wurden so skaliert, dass sie an den jeweiligen (Teil-)Gebietspegeln einem HQ₅, HQ₂₀ und HQ₁₀₀ entsprechen. HQ bezeichnet den Hochwasserscheitelabfluss, die tiefgestellte Zahl die Jährlichkeit. Beispiel: HQ₁₀₀ ist das hundertjährliche Hochwasser (Abfluss des Hochwasserscheitels, der im statistischen Mittel nur einmal in 100 Jahren erreicht oder überschritten wird).

Die Aufforstung wurde durch eine schrittweise Erhöhung der Waldfläche um einen definierten Prozentsatz umgesetzt. Die Flächen wurden dabei so gewählt, dass sie einerseits an bisherige Waldflächen angrenzen und andererseits bezogen auf Schätzungskarten geringe Ertragserwartungen aufweisen. Die Parametrisierung der Aufforstungsmaßnahmen im Modell erfolgt durch eine Veränderung der Landnutzung und des Bodens. Die Anpassung der Landnutzungsparameter führt dabei beispielsweise zu einer Erhöhung des Blattflächenindex oder zu einer größeren Wurzeltiefe und hat damit einen Einfluss auf die Interzeption und die Verdunstung. Die Veränderungen der Bodenparametrisierung beinhalten einen veränderten Bodenaufbau durch die Ergänzung der organischen Auflage. Zudem werden die Makroporen tiefer definiert und besitzen somit eine erhöhte Kapazität. Der beeinflusste hydrologische Prozess ist bei diesen Veränderungen die Infiltration.

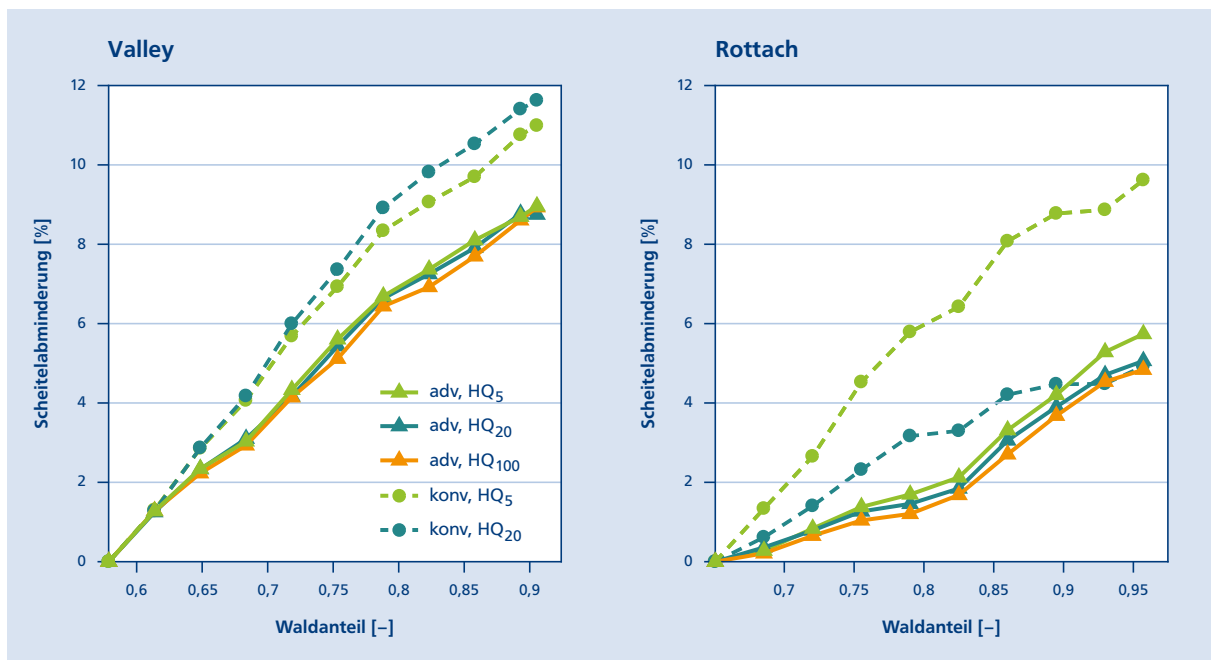


Abbildung 3: Verlauf der Scheitelabminderung bei zunehmendem Waldanteil für fünf verschiedene Hochwasserereignisse; links: Gesamtgebiet Valley (381,7 km²), rechts: Teilgebiet Rottach (31,1 km²) Erstellung: Sonja Teschemacher

Der Verlauf der Hochwasserscheitelabminderung mit zunehmendem Waldanteil ist bei konvektiven und advektiven Ereignissen jeweils ähnlich, wobei die Unterschiede zwischen den zwei Ereignistypen mit zunehmendem Waldanteil größer werden und die Wirksamkeit bei advektiven Ereignissen geringer ist (Abbildung 3). Die mittlere Scheitelabminderung je 10% Aufforstung liegt im Gesamtgebiet bei ca. 2,4% für advektive bzw. 3,0% für konvektive Ereignisse und zeigt damit eine deutliche Abhängigkeit von der Ereignischarakteristik, wohingegen die Jährlichkeit nur einen geringfügigen Einfluss hat. Im Teilgebiet Rottach liegt die mittlere Scheitelabminderung beim konvektiven HQ_5 mit 2,8% je 10% Aufforstung in einem ähnlichen Bereich wie im Gesamtgebiet. Sie liegt damit deutlich über der mittleren Scheitelabminderung von 1,5% je 10% Aufforstung bei den advektiven Ereignissen in diesem Teilgebiet. Die damit geringere Wirksamkeit der Aufforstungen im Teilgebiet Rottach gegenüber dem Gesamtgebiet verdeutlicht die gebietsabhängige Wirksamkeit dieser Maßnahme. Im Gegensatz zu den anderen Ereignissen nimmt die Hochwasserscheitelabminderung beim konvektiven HQ_{20} im Teilgebiet Rottach ab einem bestimmten Waldanteil nur noch geringfügig zu. Dieses Beispiel zeigt, dass der Verlauf sowie die absolute Höhe der Wirksamkeit einer Aufforstungsmaßnahme neben der Größe der Flächen auch von deren Charakteristik sowie der Kombination aus Niederschlagsintensität und -dauer abhängt und damit nur bedingt vorhergesagt werden kann.

Hydraulische Modellierung

Zusätzlich zu den im hydrologischen Modell umgesetzten Maßnahmen der Aufforstung werden die Auswirkungen einer Renaturierung der Mangfall in Kombination mit dem Auftreten einer ausgebildeten Auenvegetation auf den Ablauf von Hochwasserwellen mit Hilfe des zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modells HYDRO_AS-2D untersucht. Dazu wird HYDRO_AS-2D mit dem Wasserhaushaltsmodell WaSiM gekoppelt. Die in WaSiM generierten Hochwasserereignisse (advektiv: HQ_5 , HQ_{20} , HQ_{100} ; konvektiv: HQ_5 , HQ_{20}) dienen dabei als Eingangsdaten für die Untersuchungen im hydraulischen Modell.

Der zu modellierende renaturierte Zustand der Mangfall entspricht dem potenziell natürlichen Zustand des betrachteten Fließgewässers und der zugehörigen Auenlandschaft. Um die Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen im hydraulischen Modell möglichst realitätsnah und natürlich umzusetzen, werden diese entsprechend des nach Pottgiesser und Sommerhäuser (2008) bestimmten Leitbilds durchge-

führt. Des Weiteren bilden die zugehörigen hydro-morphologischen Steckbriefe nach Dahm et al. (2014) und Briem et al. (2002) eine wichtige Grundlage zur naturnahen Umsetzung der modelltechnischen Renaturierungsmaßnahmen. Diese umfassen sowohl eine Anpassung des Fließweges mit zugehörigen Querprofilen als auch die Berücksichtigung eines natürlichen Auwalds im Modell.

Der im hydraulischen Modell neu entwickelte renaturierte Fließweg der Mangfall weist im Vergleich zum heutigen Ausbauzustand einen höheren Mäandrierungsgrad auf ($\text{Windungsgrad}_{\text{Ist}} = 1,09$; $\text{Windungsgrad}_{\text{Renat}} = 1,29$). Somit konnte eine Fließwegverlängerung ($\text{Lauflänge}_{\text{Ist}} = 9,1 \text{ km}$; $\text{Lauflänge}_{\text{Renat}} = 10,8 \text{ km}$) mit dadurch implizierter Verringerung des Sohlgefälles ($\text{Gefälle}_{\text{Ist}} = 7,7 \text{ ‰}$; $\text{Gefälle}_{\text{Renat}} = 6,3 \text{ ‰}$) erreicht werden. Die vorherrschende Querprofilgeometrie hat neben dem Gewässerverlauf einen wesentlichen Einfluss auf das Ausuferungsverhalten und somit auch auf die Wirksamkeit des Retentionspotenzials der Flussaue. Deshalb wurden beim Entwickeln der Querprofile für den renaturierten Zustand der Mangfall wiederum die spezifischen Charakteristika des vorliegenden Leitbildes mit den zugehörigen Steckbriefen berücksichtigt. Die erstellten Profile sind durch Tiefenvariation und ausgeprägte Prall- und Gleithänge gekennzeichnet. Nach der Einarbeitung des renaturierten Flussschlauchs in das hydraulische Modell wurde die Rauheit in der Aue entsprechend eines voll ausgebildeten Auwalds definiert. Um belastbare Ergebnisse der Wirksamkeit der durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen zu erhalten, wurde der Ist-Zustand sowohl mit, als auch ohne die in Realität vorhandene Eindeichung modelliert.

Abbildung 4 zeigt einen Abschnitt der hydraulischen Modelle des Ist-Zustands ohne Eindeichung und des renaturierten Szenarios mit den ermittelten Überflutungsflächen für die beiden advektiven Hochwasserereignisse HQ_5 und HQ_{100} . Hierbei fällt auf, dass die relativen Unterschiede der Überflutungsflächen eines hundertjährigen Hochwassers deutlich geringer ausfallen ($A[HQ_{100, \text{Ist}}] = 112 \text{ ha}$; $A[HQ_{100, \text{Renat}}] = 195 \text{ ha}$) als im Falle des fünfjährigen Ereignisses ($A[HQ_{5, \text{Ist}}] = 53 \text{ ha}$; $A[HQ_{5, \text{Renat}}] = 130 \text{ ha}$). Grund für die knapp 2,5-mal größere Überflutungsfläche beim HQ_5 im renaturierten Szenario sind die umgesetzten Renaturierungsmaßnahmen, welche eine frühe Ausuferung des Fließgewässers in die Aue begünstigen. Bei der Analyse der Ganglinien der fünf untersuchten Hochwasserereignisse in Kombination mit den drei Ausbauszenarien »Ist-Zustand mit Eindeichung«, »Ist-Zustand ohne Eindeichung« und »renaturierter Zustand« kann nahezu keine Scheitelabminderung festgestellt werden.

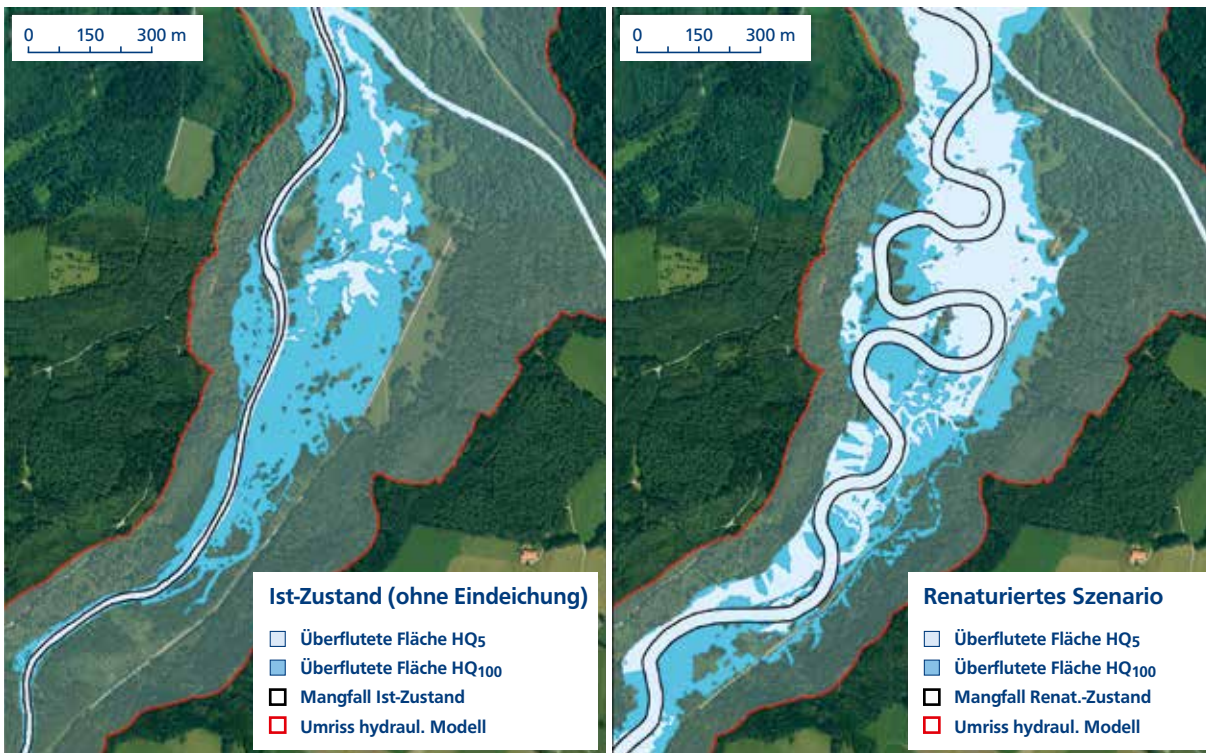


Abbildung 4: Überflutungsflächen während der advektiven Hochwasserereignisse HQ₅ und HQ₁₀₀ für die Modellszenarien »Ist-Zustand ohne Eindeichung« und »renaturiertes Szenario« Erstellung: Michael Neumayer

Allerdings konnte eine zeitliche Scheitelverzögerung von bis zu drei Stunden beim Vergleich des renaturierten Szenarios mit dem Ist-Zustand (mit Eindeichung) im Falle des fünfjährlichen advektiven Hochwasserereignisses erreicht werden. Die sehr geringen Scheitelabminderungen sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf das relativ steile Sohlgefälle von mehr als 6 ‰ in Kombination mit einem hohen Vorlandgefälle von ca. 8,5 ‰ zurückzuführen. Des Weiteren besteht bereits im Ist-Zustand ein Großteil des Vorlandes im Untersuchungsgebiet aus Wald, weshalb nur ca. 20 % der maximal auftretenden Überflutungsfläche von einer Aufforstung im Rahmen der Auengestaltungsmaßnahmen betroffen waren.

Fazit und Ausblick

In der Windachstudie und dem Projekt ProNaHo konnte ein geeigneter Modellierungsansatz zur Simulation der forstlichen Maßnahmen und deren Einflüsse auf den Niederschlag-Abfluss-Prozess entwickelt werden. Dieser besteht aus einer gekoppelten Anwendung des Wasserhaushaltsmodells WaSiM und dem hydrodynamisch-numerischen Modell HYDRO_AS-2D.

Wie auch in bisherigen Untersuchungen zur Wirksamkeit von Aufforstungsmaßnahmen zeigt sich bei den Analysen im Untersuchungsgebiet der Mangfall eine vergleichsweise große Bandbreite potenzieller Hochwasserscheitelabminderungen (10 % Aufforstung: 1 – 4,2 ‰; 30 % Aufforstung: 4,7 – 11 ‰). Die Unterschiede lassen sich überwiegend durch die Ereignischarakteristik (advektiv, konvektiv) und die Gebietseigenschaften (Gesamtgebiet, Teilgebiet Rottach) erklären. Insbesondere im Bereich der advektiven Ereignisse ist der Einfluss der Jährlichkeit auf die Scheitelabminderung gering. Der große Unterschied der Scheitelabminderungszunahme des konvektiven HQ₂₀ im Teilgebiet Rottach im Vergleich zu den anderen Ereignissen verdeutlicht die komplexen Zusammenhänge der potenziellen Scheitelabminderung mit der Niederschlagsintensität und -dauer sowie den Eigenschaften und der Größe der Aufforstungsflächen. Um die Wirkungsweise der Einflussfaktoren auf die potenzielle Scheitelabminderung sowie deren Zusammenhänge besser beschreiben zu können, sind weitere Analysen notwendig. Diese sollten einerseits die Veränderungen der Abflusskomponenten beinhalten, andererseits die Eigenschaften der Aufforstungsflächen und die durch die Aufforstung auftretenden Änderungen der Bodenphysik. Zudem sollten für die Bestimmung

der Gebiets- und Skalenabhängigkeit weitere Untersuchungsgebiete und zusätzliche Teilgebiete berücksichtigt werden.

Bei den Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen kann für alle Hochwasserereignisse eine zeitliche Verzögerung der Hochwasserganglinie der renaturierten Modelle im Vergleich zu den Ist-Zustandsmodellen am Gebietsauslass festgestellt werden. Diese erreicht im Falle des advektiven 5-jährlichen Ereignisses mit einer 3-stündigen Translation ihr Maximum. Allerdings zeigen die Renaturierungs- und Auengestaltungsszenarien ereignis- und ausbauszenarioübergreifend nahezu keine Scheitelabminderung. Diese sehr geringen Wirksamkeiten sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das steile Sohl- und Gebietsgefälle zurückzuführen, was sich mit den Untersuchungen nach Bauer (2004) und Marenbach (2002) deckt. Zudem setzt sich bereits im heutigen Ausbauzustand ein Großteil der ermittelten Überflutungsflächen aus den Landnutzungskategorien »Gehölz« und »Wald« zusammen, wodurch große Anteile des Vorlandes durch die modelltechnisch umgesetzten Aufforstungsmaßnahmen nicht oder nur geringfügig verändert werden. Schließlich sind die renaturierten Strecken mit ca. 10 km Länge zu kurz, um deutliche Veränderungen im Wellenablauf erzielen zu können. Um den gebietsabhängigen Einfluss von Renaturierungs- und Auengestaltungsmaßnahmen auf die Abminderung von Hochwasserscheiteln zuverlässig zu bestimmen, ist es notwendig, die Maßnahmen in weiteren Untersuchungsgebieten mit abweichenden Charakteristiken, wie zum Beispiel die Landnutzungsverteilung im Überflutungsbereich oder das Sohl- und Gebietsgefälle, zu analysieren.

Danksagung

Die Untersuchungen erfolgten innerhalb des ProNaHo-Forschungsvorhabens, das im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt durchgeführt wird.

Literatur

- Bauer, C. (2004): Bestimmung der Retentionspotentiale naturnaher Maßnahmen in Gewässern und Auen mit hydraulischen Methoden. Endbericht, Kasseler Wasserbau-Mitteilungen, Heft 16
- Briem, E.; Jüring, P.; Magelsdorf, J. (2002): Fließgewässerlandschaften in Bayern. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.). Fließgewässerlandschaften in Bayern. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
- Dahm, V.; Kupilas, B.; Rolaufts, P.; Hering, D.; Haase, P.; Kappes, H.; Leps, M.; Sundermann, A.; Döbbelt-Grüne, S.; Hartmann, C.; Koenzen, U.; Reuvers, C.; Zellmer, U.; Zins, C.; Wagner, F. (2014): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen; Forschungskennzahl 3710 24 207, UBA-FB 001936/Anh. 1
- DWA (2015): DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung, Hennef
- LDBV (2008 – 2014): Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: Tatsächliche Nutzung der Erdoberfläche: Bestandteil des ALKIS im Maßstab 1:1000. München
- LfU (2010): Bayerisches Landesamt für Umwelt: Naturräumliche Gliederung Bayerns. Augsburg
- LfU – Bayer. Landesamt für Umwelt (2016): Gewässerstrukturkartierung. Vorläufiger Datenstand 2016
- Maniak, U. (2010): Hydrologie und Wasserwirtschaft. Eine Einführung für Ingenieure. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Marenbach, B. (2002): Der Beitrag naturnaher Retentionsmaßnahmen in den Talauen zur Hochwasserdämpfung. Dissertation, Mitteilung des Fachgebiets Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Kaiserslautern
- Miegel, K.; Seidler, C.; Frahm, E.; Zachow, B. (2007): Verdunstungsprozess und Einflussgrößen. In: Fachgemeinschaft Hydrologische Wissenschaften in der DWA (Hrsg.): Verdunstung. Beiträge zum Seminar Verdunstung am 10./11. Oktober 2007 in Potsdam, Bd. 21.07. Unter Mitarbeit von Konrad Miegel und Hans-B. Kleeberg. Hennef, S. 5–36
- Pottgiesser, T.; Sommerhäuser, M. (2008): Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen. Umweltbundesamt und Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser; Förderkennzeichen 360 15 007
- Rieger, W. (2012): Prozessorientierte Modellierung dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen. Dissertation. Universität der Bundeswehr München, München. Institut für Wasserwesen
- Rieger, W.; Teschemacher, S.; Haas, S.; Springer, J.; Disse, M. (2017): Multikriterielle Wirksamkeitsanalysen zum dezentralen Hochwasserschutz. In: Wasserwirtschaft 107 (11), S. 56–60
- StMUV – Bayer. Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014): Hochwasserschutz. Aktionsprogramm 2020plus. Bayerns Schutzstrategie: Ausweiten, Intensivieren, Beschleunigen. München: StMUV

Keywords: Afforestation measures, river restoration, Mangfall, prealpine catchments, decentralized flood protection, WaSiM, HYDRO_AS-2D, flood generation, flood plain measures

Summary: Afforestation and forest restructuring measures can be an important part of an integral flood protection concept, which is in general divided in technical and natural flood mitigation measures. The decentralized forestry actions affect the processes discharge generation, concentration and flood routing by changing the interception, the evapotranspiration, the infiltration and the roughness. The achieved flood peak attenuations derived by afforestation and forest restructuring measures of various studies often vary a lot because of different investigation areas and modelling approaches.

In course of the project ProNaHo, the effectiveness of different natural and decentralized measures is analyzed dependent on the flood event and the investigation area. The applied widely physically based modelling approach includes a coupling of the hydrological model WaSiM and the hydraulic model HYDRO_AS-2D. The pre-alpine catchment of the river Mangfall is one of the considered study areas. The implemented afforestation, restoration and flood plain measures were investigated for five different flood events with various characteristics and return periods.

The achieved peak discharge attenuation derived by the afforestation measures is strongly dependent on the characteristics of both the investigated flood event (advective, convective) and the considered study area. In contrast to that, the impact of the return period is very low. The river restoration and flood plain measures result in a significant increase of the flooded areas for all considered flood events. Additionally, a temporal shift of the peak discharges can be identified, whereas its attenuation is negligible small for our research area, the Mangfall river.

Integrale Wildbachentwicklungskonzepte – Oberammergau, ein Musterbeispiel?

Andreas Rimböck, Quirin Stimm und Franz Grüsser

Schlüsselwörter: Integrales Wildbachentwicklungskonzept, Bergwaldoffensive, Schutzwald, Wildbach, Einzugsgebiet, alpine Naturgefahren

Zusammenfassung: In Bayern haben die Menschen bereits vor mehr als 100 Jahren begonnen Wildbäche auszubauen, um sich vor deren Gefahren zu schützen. Eine Vielzahl der über 50.000 Schutzbauwerke in den Wildbächen Bayerns ist mittlerweile sanierungsbedürftig. Entsprechend hoch ist der finanzielle Aufwand für Unterhalt und Instandsetzung. Schutzbauwerke wurden in früherer Zeit unter deutlich anderen Rahmenbedingungen erbaut als heutzutage. Manch ehemalige Almflächen sind heute beispielsweise mit Wäldern bestockt, wodurch sich das Abflussgeschehen und die Erosionsanfälligkeit verändern. Im Umgang mit Wildbächen muss daher kritisch hinterfragt werden, ob alte Bauwerke den heutigen Bedingungen im Einzugsgebiet und den Schutzzielen gerecht werden. Künftige Entwicklungen, wie Klimawandel, (weiterer) technischer Fortschritt und Änderung der Landnutzung, sind ebenfalls entsprechend zu berücksichtigen. Zielvorstellungen und der Weg dorthin sollen in »Integralen Wildbachentwicklungskonzepten« (IWEK) erarbeitet werden: Auf Basis einer ganzheitlichen Betrachtung der Wildbacheinzugsgebiete in ihrem historischen und zukünftigen Kontext sollen anpassungsfähige Schutzsysteme entwickelt werden. Ein solches IWEK wurde in Oberammergau für das Einzugsgebiet der »Großen Laine« erstellt und durch die dortige Bergwaldoffensive (BWO) in idealer Weise ergänzt. Durch eine detaillierte Betrachtung der Waldentwicklung erkannte man die verschiedenen Auswirkungen des Waldzustands auf Wildbachprozesse, sodass Maßnahmen zur Verbesserung der Schutzwaldfunktion umgesetzt wurden.

Wildbachverbauung in Bayern

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde mit Verbauungstätigkeiten in Bayerns Wildbächen begonnen. Im Laufe der Zeit sind weitere Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden. Begründet war dies unter anderem in der damaligen Strategie der Wildbachverbauung. So stand in früherer Zeit haupt-



Abbildung 1: Historische Sperrenstaffel am Wustbach
Foto: Wasserwirtschaftsamt Kempten

sächlich die reine Gefahrenabwehr im Vordergrund, allerdings hier schon immer in enger (integraler) Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Forstverwaltung. Heute hat sich dieser Strategiegedanke zur Risikokultur bis hin zum Risikomanagement weiterentwickelt, bei dem der Fokus auf den technischen Schutz durch eine integrale Herangehensweise erweitert wurde. Essenziell ist dabei der Umgang mit dem Restrisiko, da eine vollständige Sicherheit vor Naturgefahren nicht erreicht werden kann. Dies soll im Zuge einer Risikokommunikation der Bevölkerung bewusst gemacht werden.

Heute beläuft sich der Bestand an Schutzbauwerken in Wildbächen auf über 50.000, wovon 15.000 Wildbachsperren sind. Viele dieser Bauwerke sind sanierungsbedürftig oder entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Zu berücksichtigen ist dabei, dass

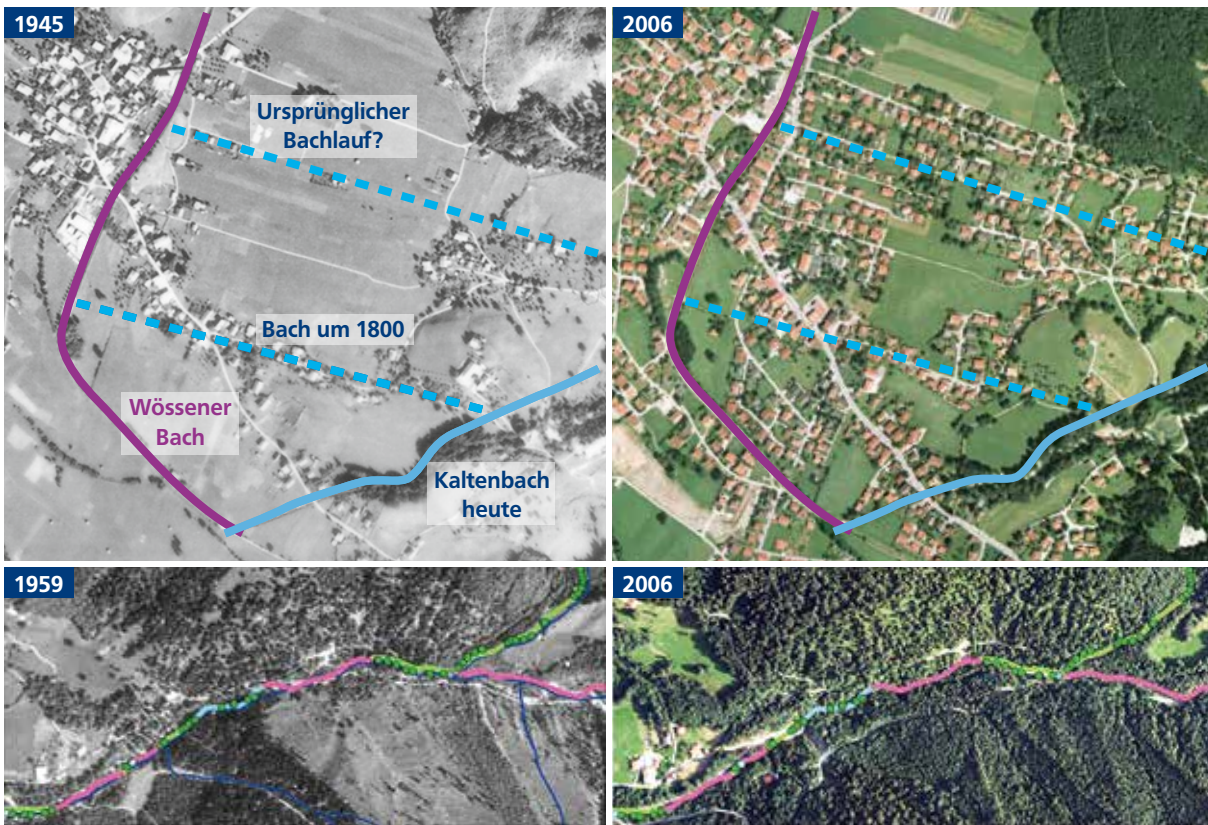


Abbildung 2: Beispiel für die Siedlungsentwicklung und Wiederbewaldung am Kaltenbach in Unterwössen

in der Vergangenheit die Bauwerke unter anderen Rahmenbedingungen errichtet wurden, als sie heute vorzufinden sind. Beispielsweise kam es einerseits durch Ausdehnung der Siedlungsräume und damit auch Vordringen in durch Naturgefahren gefährdete Bereiche zu einem steigenden Schutzbedarf. Andererseits gab es auch ausgedehnte flächenhafte Wiederbewaldungen in Wildbacheinzugsgebieten, die zu einer verstärkten Speicherung von Niederschlägen führen und dadurch die Abflusseigenschaften deutlich positiv beeinflussen (Abbildung 2). Ebenso sorgt ein intakter Bergmischwald für Erosionsschutz und die Stabilisierung von Seitenhängen.

Nicht nur vergangene, sondern auch zukünftige Entwicklungen und Veränderungen machen deutlich, dass zum Schutz vor Wildbachgefahren flexible und anpassungsfähige Konzepte nötig sind, die den künftigen Herausforderungen wie Klimawandel sowie Landnutzungsänderungen gerecht werden. Dabei müssen auch die begrenzten Ressourcen in Zusammenhang mit dem Unterhaltungs-, Sanierungs- und Ausbaubedarf berücksichtigt werden. Auch aufgrund der verschiedenen Fachrichtungen wie beispielsweise Forstwirtschaft, Geologie und Bauingenieurwesen,

die in der Wildbachthematik involviert sind, müssen integrale Ansätze weiterentwickelt, ausgeweitet und besser implementiert werden. Aus diesem Anlass wurde am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) das Projekt »Integrale Wildbachentwicklungskonzepte« entworfen, um die zukünftige Ausbau- und Instandhaltungsplanung auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren.

Integrale Wildbachentwicklungskonzepte (IWEK)

Ausgebaute Wildbäche obliegen in der Unterhaltung dem Freistaat Bayern und verursachen entsprechende Kosten bei der Instandhaltung der Bauwerke. Das vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt (StMUV) initiierte und am LfU durchgeführte IWEK-Projekt soll dabei aufzeigen, wie mit den Wildbächen auch aus wirtschaftlicher Sicht in Zukunft umgegangen werden soll. Ein integrales Wildbachentwicklungskonzept basiert auf dem integralen Risikomanagement und sieht dabei eine langfristige Schutz- und Maßnahmenplanung in Verbindung mit einer gesamtheitlichen (integralen) Betrachtung des Wildbacheinzugsgebietes vor (Abbildung 3). Diese Betrachtungsweise zielt darauf ab, das Wildbacheinzugsgebiet als System zu sehen und nicht als einzelne Komponente, die auf einen reinen Wildbachausbau reduziert ist.

Grundlegend ist dabei ein Abgleich dreier Systeme: Das *Natursystem*, das *Schutzsystem* und das *Gesellschaftssystem*. Dieses systemische Arbeiten beinhaltet auch das Wahrnehmen und Einbinden von Beteiligten. Durch Berücksichtigung vergangener, aktueller und zukünftiger Entwicklungen soll das komplette Schutzsystem überprüft und auf künftige Anforderungen ausgerichtet werden. Ziel des IWEK ist es, das System möglichst flexibel und anpassungsfähig zu gestalten. Dabei kann in einem Abgleich von Kenntnissen über einstige Schutzziele mit zukünftigen Entwicklungen eine vernünftige Beurteilungsgrundlage für das Gesamtkonzept generiert werden. Durch das erhaltene Systemverständnis können somit Defizite erkannt und der Handlungsbedarf abgeschätzt werden.



Abbildung 3: Betrachtungsrahmen und Kernelemente integraler Wildbachentwicklungskonzepten

Datenquelle: StMUV 2015

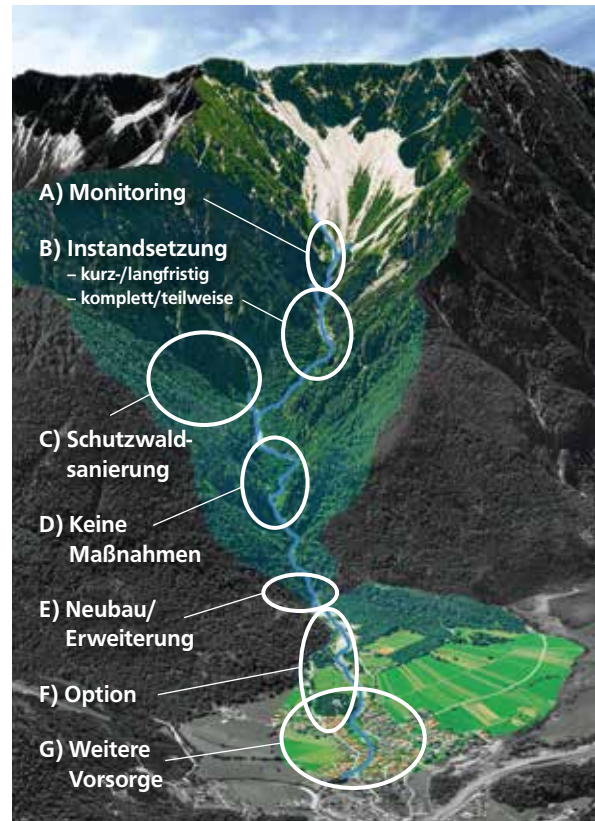


Abbildung 4: (fiktives) IWEK: Wildbacheinzugsgebiet mit möglichen Maßnahmenoptionen

Aus dem Handlungsbedarf wird in weiteren Schritten ein Maßnahmenkonzept abgeleitet, das die bisherigen und zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt. Das Gesamtkonzept soll dann die Basis für alle künftigen Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Wildbacheinzugsgebiet bilden.

Abbildung 4 zeigt ein (fiktives) Beispiel für mögliche Maßnahmenvarianten. Haben sich Rahmenbedingungen zugunsten einer Gefahrenreduktion entwickelt, so können bestimmte Bauwerke entbehrlich geworden sein, möglicherweise aber auch erst in Verbindung mit künftigen Ersatzmaßnahmen entbehrlich werden.

Beispiel: »Pilotstudie Oberammergau«

In einem ersten Projektschritt wurden innerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung die wesentlichen Fragestellungen gesammelt und Ziele formuliert, die mit einem IWEK erreicht werden sollen. Auf dieser Basis sollten mögliche Ansätze zur Beantwortung der Fragen und dem Erreichen der Ziele in der Praxis erarbeitet bzw. getestet werden. Dazu wurden sogenannte Pilotstudien an vier verschiedene Ingenieurbüros

vergeben, die in Zusammenarbeit mit dem LfU und dem örtlich jeweils zuständigen Wasserwirtschaftsamt für ein Wildbacheinzugsgebiet ein integrales Entwicklungskonzept erstellt haben. Eine dieser Pilotstudien wurde durch das Südtiroler Büro Patscheider & Partner für die »Große Laine« in Oberammergau erarbeitet. Ausschlaggebend für die Wahl des Einzugsgebiets waren ein deutliches Schutzdefizit im Siedlungsbereich, eine große Anzahl älterer Schutzbauwerke im Wildbach und die kurz zuvor gestartete Bergwaldoffensive (BWO) im selben Gebiet.

Die Pilotstudie beinhaltet eine Gefahrenanalyse und eine Risikobewertung, auf deren Basis das Risikomanagement ausgerichtet ist. Besonders hervorzuheben ist am Beispiel der Großen Laine die BWO, welche dort 2009 ihren Startschuss fand. Die Gebiete zur Umsetzung einer BWO werden durch das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) festgelegt. Bei der Auswahl sind die Gefährdungslage (z. B. Wildbacheinzugsgebiete), der Waldzustand und gesellschaftliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. In Oberammergau haben sich die Waldeigentümer (Privatwaldgemeinschaft) im Zuge der BWO zum Ziel gesetzt, die Naturverjüngung sowie Mischbaumarten zu fördern und die Bestände zu stabilisieren. Zur Umsetzung wurden Jagdreviere, Wald- und Weideflächen neu geordnet, Weiserzäune zur Erfolgskontrolle errichtet und die Erschließung im Gebiet verbessert. Generell sieht die BWO vor, kostenintensive Sanierungsmaßnahmen durch vorzeitiges Handeln (Vorbeugen) zu vermeiden (AELF Weilheim 2016:2).

Anlass für die Gründung der BWO war die besondere Entwicklung der Waldnutzung im Einzugsgebiet. Um die Jahrhundertwende (18./19. Jahrhundert) wurden die Wälder und Almweiden vom Kloster Ettal den Nutzungsberechtigten übergeben. Aufgrund der schlechten Erschließung wurde bis circa 1980 überwiegend im Kahlschlag gewirtschaftet. Nach einer drei- bis fünfjährigen Beweidung durch Kühe wurden die Freiflächen wieder mit Fichten bepflanzt. Die reinen Fichtenbestände ließen keine natürlichen Bergmischwälder aufkommen. Die einstig starke landwirtschaftliche Nutzung in Form der Almbeweidung mit einer Bestoßung (*Stoß* ist eine Vieheinheit des Viehbesatzes in den Alpen) durch circa 300 Rinder wurde heute auf ein Maß von circa 100 Rindern reduziert. Zugleich gewann der Bergwald durch die Ausdehnung des Siedlungsraumes immer mehr an Bedeutung als Schutzwald. Dieser Wandel bot interessante Anhaltspunkte für die integrale Herangehensweise und Ausrichtung der Pilotstudie. Etwa

80% der Waldflächen sind Fichtenreinbestände. Der Zustand des Waldes wurde durch das AELF Weilheim dabei als sehr unbefriedigend bewertet. Die Bestände sind generell stark überaltert und die natürliche Verjüngung von Mischbaumarten steht im Konflikt mit der Schalenwildpopulation (AELF Weilheim 2016:5).

Im Einzugsgebiet der Großen Laine ist aus geologischer Sicht vor allem der in der Flyschzone liegende nördliche Teil als labil einzustufen, wodurch dem Wald dort eine wichtige Schutzfunktion zukommt. In Steilhängen und vor allem in Bereichen von Gräben ist der Wald gemäß Bayerischem Waldgesetz (BayWaldG Art. 10 Abs. 1) als Schutzwald ausgewiesen (AELF Weilheim 2016:5).

In der genannten Pilotstudie spielt anhand der BWO die Entwicklung der Waldnutzung und des Waldzustandes eine bedeutende Rolle. In Absprache mit dem AELF Weilheim erstellte das Ingenieurbüro zwei konträre hypothetische Waldentwicklungsszenarien, um einen Anhaltspunkt über die Bedeutung des Waldzustandes in Zusammenhang mit Naturgefahren zu erhalten. Hierfür wurden ein Optimal- und ein Katastrophenszenario entwickelt. Beim Optimalszenario wird von einem gestuften Bergmischwald mit 50% Fichte, 15% Tanne, 35% Buche und sonstige Laubbölzer ausgegangen. Aufgrund des guten Zustands wird eine erhöhte Oberflächenrauigkeit, Interzeption und Infiltration angenommen. In diesem Zusammenhang wurden die Abflussbeiwerte entsprechend modifiziert und in die Modellrechnungen integriert. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse der Modellierungen. Die angenommenen Eigenschaften im Optimalszenario führen dazu, dass am Geschieberückhaltebecken (GRB) der Abfluss gegenüber dem aktuellen Zustand um 20%, die Schwemmholzmengen um 30% und die Geschiebemengen um 10% reduziert werden. Gegenteiliger Fall trifft auf das Katastrophenszenario zu, bei dem von einem Sturmereignis und anschließendem Borkenkäferbefall ausgegangen wird. Der missliche Waldzustand fördert hier die Erhöhung der Schwemmholz- und Geschiebemengen und trägt zu einem erhöhten Abfluss bei. Zu beachten ist hier, dass für die Szenarien die Waldzustände flächendeckend im gesamten Einzugsgebiet betrachtet wurden. Es darf deshalb nicht davon ausgegangen werden, dass einige Hektar intakter Wald derartig positive Auswirkungen hervorrufen. Außerdem ist zu beachten, dass es sich bei den Ergebnissen der Szenarien um Modellrechnungen handelt und die Ergebnisse eine Tendenz und Größenordnung aufzeigen, aber sicher keinen exakten Wert darstellen.

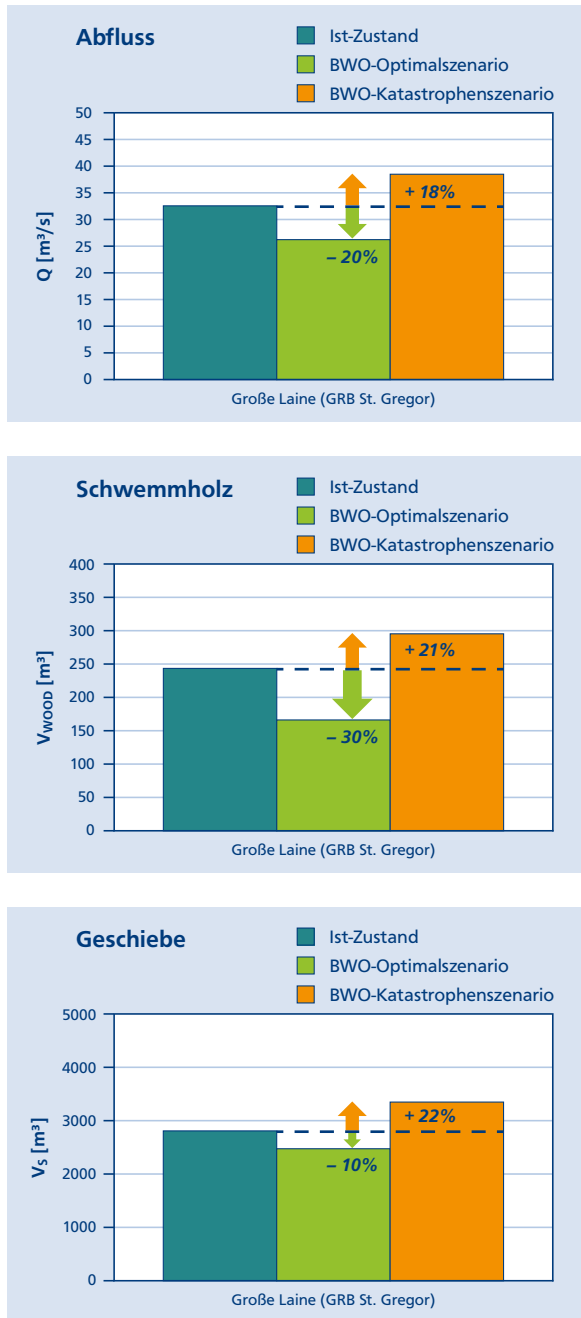


Abbildung 5: Auswirkungen der verschiedenen Waldentwicklungsszenarien auf Abfluss (Q), Schwemmholz (V_{wood}) und Geschiebe (V_s)

Fazit

Das Beispiel Oberammergau zeigt, wie sich die Zielsetzungen zweier Partner optimal zum Wohle aller in der Gemeinde ergänzen können. Die Wasserwirtschaft hat hier eine umfassende Verbesserung des Hochwasserschutzes für Oberammergau mit gleichzeitiger Optimierung der bestehenden Wildbachverbauung über den neuen Weg eines integralen Wildbachentwicklungskonzeptes in Angriff genommen. Dabei konnte auch die große Bedeutung eines intakten Waldes durch die Pilotstudie anhand der Modellierung eines Optimal- und eines Kalamitätsszenario eindrucksvoll belegt werden.

Die gleichzeitigen Bemühungen der Bergwaldoffensive um eine Verbesserung des Waldzustandes und um stabilere Bestände – auch im Hinblick auf den Klimawandel – ergänzen die Ansprüche auf einen nachhaltigeren und besseren Hochwasserschutz in idealer Weise. Die Maßnahmen der Bergwaldoffensive werden im gesamten Projektgebiet unter Einbindung aller Beteiligten (Privatwaldgemeinschaft, Jagdgenossenschaft, usw.) konzeptioniert und umgesetzt.

Es bleibt zu wünschen, dass dieses sehr gute Beispiel einer intensivierten Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschafts- und Forstverwaltung an vielen Stellen Nachahmer findet. Denn auf diese Weise entstehen stabile und nachhaltige Lösungen, und ein wirkungsvoller und langfristiger Schutz vor Naturgefahren wird möglich.

Literatur

AELF Weilheim (2016): Exkursionsführer Gemeinschaftsreise Forstreferendare 14.09.2016 im Bergwaldoffensive Projektgebiet Laber – Aufacker, Gemeinde Oberammergau. Unveröffentlichter Bericht, Weilheim.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015): Wildbachbericht Bayern Teil 1: Grundlagen, Gefahren, Herausforderungen; Eigenverlag; www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuw_wasser_005.htm

Keywords: Torrent, catchment area, protection forest, alpine natural hazards, Bergwaldoffensive

Summary: More than 100 years ago the people in Bavaria have started to build structural measures in torrents to protect themselves against torrential hazards. An inventory has shown that today there exist about 50.000 protective buildings in mountain streams. Many of them are in need of rehabilitation, which means high financial expense for reconstruction and maintenance. Most of the older buildings were constructed under completely different conditions. Some of the former alpine pastures in torrent catchments are now reforested. This shift has led to changes in the runoff characteristics and vulnerability to erosion. Thus nowadays it should be scrutinized whether old protection measures and especially their location and type of construction correspond to present conditions in the catchment and to the actual protection goal. Likewise future developments, such as climate change, technological progress and change of land use, should be taken into account. For this reason flexible and adaptable solutions are needed, which include a holistic consideration of torrent catchments. Such processes and objectives should be elaborated in so called »Integrated torrential development concepts« (IWEK) for important torrents. On the basis of a holistic view of the torrent catchment areas in their historical and future context adaptive protection systems have to be developed. Such an IWEK was elaborated in Oberammergau for the catchment of the »Große Laine«. There the »Bergwaldoffensive« (BWO) also provided an opportunity to do research on the forest development. By examining a forest optimal scenario and a forest calamity scenario it was possible to demonstrate the different effects of forest conditions on torrential processes and therefore to highlight the importance of a healthy and efficient protection forest.

»Vorbeugen und Heilen« im Schulterschluss – Die Bergwaldoffensive im Berchtesgadener Land

Alfons Leitenbacher

Schlüsselwörter: Bergwald, Schutzwaldsanierung, Schutzfunktionen, Bergwaldoffensive, BWO, Bergwaldforum

Zusammenfassung: Mit dem Konzept der »Bergwaldoffensive« ist ein neuer Ansatz gelungen, der die Brücke zwischen naturnaher Bergwaldbewirtschaftung und Schutzwaldsanierung schlagen soll. Nach dem Grundsatz »Vorbeugen statt Sanieren« soll negativen Entwicklungen im Privatwald frühzeitig entgegengewirkt werden. Erfolgsfaktoren auf dem Weg hin zu zukunftsfähigen Bergwäldern sind dabei die Freiwilligkeit nach dem Prinzip »Fördern und Fordern«, der Einsatz von Projektmanagern, flexible Unterstützungsmöglichkeiten und eine breite gesellschaftliche Beteiligung in den Bergwaldforen.

In Teilen unseres Bergwaldes sind negative Entwicklungstendenzen erkennbar (Abbildung 1). Sehr fichtenreiche Bestände weisen häufig Pflegerückstände auf, sind angesichts der zunehmenden Klimaerwärmung anfälliger gegenüber Sturmschäden und Borkenkäferbefall und verfügen – meist verbissbedingt – über eine unzureichende Verjüngung. Schleichender

Humusschwund und Nährstoffverluste destabilisieren das Ökosystem Bergwald zusätzlich. Oftmals sind die Bergwälder nur unzureichend erschlossen, was es den privaten Waldbesitzern massiv erschwert, zielgerichtete Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen durchzuführen. Bevor aus solchen Bergwäldern neue »Sanierungsfälle« werden, gilt es gegenzusteuern.

»Vorbeugen statt Sanieren« – Das Konzept der Bergwaldoffensive

Das Ziel der Bergwaldoffensive (BWO) der Bayerischen Forstverwaltung ist es, gesunde, stabile, zukunftsfähige Bergwälder zu erhalten beziehungsweise zu entwickeln. Dieses Ziel muss nach Möglichkeit erreicht werden, bevor eine negative Walddynamik die Schutzfunktionen infrage stellt und aufwendige und teure Sanierungsmaßnahmen erforderlich macht. Der Grundgedanke ist, die privaten Waldbesitzer so rechtzeitig und effizient bei der Bergwaldbewirtschaftung zu unterstützen, dass es gar nicht erst zu gravierenderen Funktionsverlusten kommt. Das staatliche Angebot der Bergwaldoffensive setzt dabei auf Freiwilligkeit: Jeder kann, keiner muss!



Abbildung 1: Bergwälder mit negativer Entwicklungstendenz (Durchforstungsrückstände, hohe Schadensanfälligkeit, zunehmende Verlichtung, wenig Verjüngung) stehen im Fokus der Bergwaldoffensive.

Foto: S. Klinger

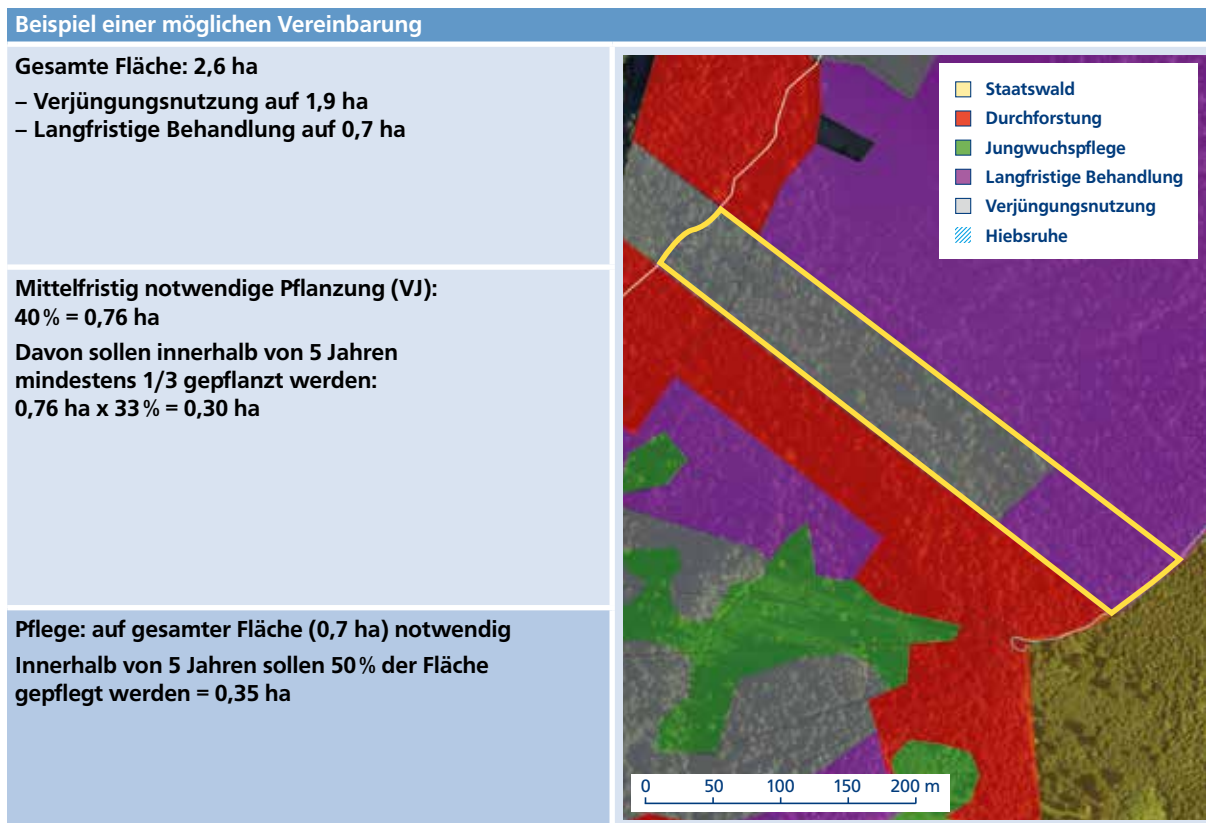


Abbildung 2: Vereinbarungen mit den Waldbesitzern schaffen Klarheit und Verantwortungsgefühl.

Projektgebiete für die Bergwaldoffensive werden entweder auf Antrag der betroffenen Waldbesitzer eingerichtet oder aus fachlicher Sicht von einem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) angestoßen. Voraussetzung in beiden Fällen ist, dass Maßnahmen zur Anpassung der Bergwälder an den Klimawandel notwendig und sinnvoll sein müssen. Dies sind in der Regel ältere oder überalterte Beständen, die zusehends verlichten beziehungsweise sich aufzulösen beginnen und keine ausreichende Verjüngung aufweisen. Nach einer ersten forstfachlichen Analyse werden alle Waldbesitzer des vorgesehenen Projektgebiets in einer Aufklärungsveranstaltung über die BWO im Allgemeinen, über die Ergebnisse der Situationsanalyse sowie über die forstfachlich für notwendig erachteten Maßnahmen informiert. Außerdem werden die Fördermöglichkeiten und die sonstigen Bedingungen für die Einleitung eines BWO-Projekts erläutert. Ein entscheidender Punkt dabei ist der Abschluss individueller Vereinbarungen zwischen dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und jedem einzelnen Waldbesitzer beziehungsweise jeder einzelnen Waldbesitzerin (Abbildung 2). Neben der Einverständniserklärung zur Durchführung geplanter Maßnahmen wie dem gemeinsamen Wegebau und

der Erklärung, eventuell entstehende Folgekosten selbst zu tragen und alles zu unterlassen, was den Zielen der BWO entgegensteht, müssen sich jede Waldbesitzerin und jeder Waldbesitzer verpflichten, in einer festgelegten Frist zumindest einen Teil der geplanten waldbaulichen Maßnahmen durchzuführen oder durchführen zu lassen. Außerdem müssen alle Beteiligten ihren Willen zur Umsetzung eines zielführenden Jagdkonzeptes, das die Ziele und Maßnahmen der BWO unterstützt, schriftlich bekunden. Damit werden nicht nur die Waldbesitzer, sondern auch die jagdlich Verantwortlichen in die Strategie der Bergwaldoffensive eingebunden.

Diese Vereinbarungen haben in zweierlei Hinsicht eine sehr positive Wirkung: Sie machen den Beteiligten klar, dass die staatliche Unterstützung keine »Einbahnstraße« ist, sondern auch von jedem Einzelnen im Sinne von »Fördern und Fordern« ein spürbarer Beitrag erwartet wird, und zweitens stärkt es das Gemeinschaftsgefühl und die Motivation im Projektgebiet.

Unverzichtbar: Projektmanagement

Die Planung und Durchführung eines BWO-Projektes mit 20–40 oder mehr Waldbesitzern ist eine komplexe und zeitaufwendige Aufgabe. Daher kann sie in der Regel nicht »nebenher« vom zuständigen Revierförster miterledigt werden. Sehr bewährt hat sich der Einsatz von Projektmanagern, die – je nach Umfang – durch- aus mehrere Projektgebiete betreuen können. Ent- scheidend für den Fortgang und den Erfolg ist, dass die Projektmanager kontinuierlich am Projekt und mit den Beteiligten arbeiten können, angefangen von diversen Planungen über die Erstellung von Waldum- bauplänen und Einzelberatungen bis hin zur Abwick- lung der finanziellen Förderung und der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit.

Finanzielle Anreize

Die Förderung erfolgt dabei möglichst über die beste- henden Förderprogramme für waldbauliche Maßnah- men und den Forstwegbau. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, sinnvolle Einzelmaßnahmen zur An- passung der Wälder an den Klimawandel aus Gründen des öffentlichen Wohls auf Basis von »De minimis- Beihilfen«, zu finanzieren. Dabei handelt es sich um Beihilfen, die nicht von Förderprogrammen abgedeckt sind. Damit können auch nicht standardisierte Maß- nahmen bedarfsgerecht umgesetzt werden.

Gemeinsam zum Erfolg – Das Bergwaldforum

Neu an der Bergwaldoffensive ist auch die Beteiligung verschiedener Interessengruppen im sogenannten »Bergwaldforum«. Landrat, Bürgermeister, Behörden und Verbände wie Alpenverein, Bund Naturschutz, Jagdverband oder Forstberechtigtenverband werden in unregelmäßigen Treffen des Bergwaldforums über den Fortgang der Bergwaldoffensive-Projekte – meist an konkreten Beispielen im Wald – informiert und in die weiteren Planungen eingebunden (Abbildung 3). Mit diesem Instrument wird das Verständnis für die Belange des Bergwaldes und die Unterstützung er- forderlicher Maßnahmen deutlich gesteigert. Diese Form der gesellschaftlichen Verankerung des The- mas »Bergwald« ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor der Bergwaldoffensive. In den fünf Projektgebieten in den Berchtesgadener Alpen konnten so in den vergange- nen sechs Jahren mit mehr als 200 Einzelmaßnahmen



Abbildung 3: Mit den »Bergwaldforen« erfährt das Thema Bergwald eine breite gesellschaftliche Verankerung.

Foto: S. Klinger

LEBENSRAUM GRÖLLBERG

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein

Das Auerhuhn

Lebensraum:
In lichten Bergmischwäldern mit hohem Nadelholzanteil, wie hier am Gröllberg, lebt das vom Aussterben bedrohte Auerwild. Vorhandene Lichtungen werden als Balz-, Start- und Landeplätze sowie zur Futtersuche genutzt.

Nahrung und Verhalten:
Als überwiegend pflanzenfresser verzehrt es Kirschen, Knospen, Samen und Blätter von Laub- und Nadelbäumen. Im Sommer machen Früchte von Zwergsträuchern wie Heidelbeeren den größten Anteil aus. Besonders Jungvögel sind auf eiweiß- und energiereiche Kost wie Insekten angewiesen. Dabei spielen Waldameisen eine wichtige Rolle.
Die tagaktiven Hühnervögel halten sich meist am Boden auf, verbringen die Nacht jedoch auf Schlafbäumen.

Gefährdung:
Auf Störungen durch Wanderer, Mountainbiker, Rodler, Schneeschuh- und Skitoungänger oder auch freilaufende Hundereagiert das sensible Auerwild mit Stress.
Insbesondere im kräftezehrenden Winter kostet jedes fluchtartige Ausfliegen wertvolle Energie und gefährdet so das Überleben der Tiere.

Das Auerhuhn – Ein schätzbarer Waldbewohner © Bild: Albin Zoller

Freiweide am Gröllberg

Eine Besonderheit am Gröllberg stellt die „Freiweide“ dar. Rinder und Schafe grasen in den Sommermonaten frei verteilt auf ca. 3.000 ha, ohne von Zäunen oder Hirten gelenkt zu werden. Dabei weiden die Tiere auch im Wald.
Für Hunde stellt dies oft eine ungewohnte Situation dar und sie reagieren teilweise aggressiv auf frei weidende Tiere.

Weidevieh – friedlich, solange es nicht bedrängt wird © Bild: Sebastian Klinger

Der Stress für Hund und Weidevieh kann durch das Anleinen vermieden werden.

REGELN

Darum bitten wir:

- 1 – Bleib auf den Wegen und folge den markierten Routen!**
Wildtiere wie das Auerhuhn und Weidevieh empfinden Menschen und ihre Begleiter auf den ausgewiesenen Wegen in der Regel nicht als Gefahr.
- 2 – Hunde an die Leine!**
Dein Hund sollte stets kontrollierbar sein. Nur so kann unliebsamer Stress für Wildtiere und Weidevieh vermieden werden.
- 3 – Bitte meide möglichst die Dämmerungsstunden!**
Viele Tiere nutzen die Morgen- und Abenddämmerung zur überlebenswichtigen Nahrungsaufnahme und reagieren dann besonders sensibel auf Störungen. Oft bemerken wir Menschen Wildtiere erst in dem Augenblick, in dem sie vor uns flüchten.

Abbildung 4: Neben waldbaulichen und jagdlichen Maßnahmen gehören auch die Aufklärung der Bevölkerung und die Besucherlenkung zum Instrumentarium der Bergwaldoffensive. Geeignete Mittel sind hierbei leicht verständliche und einprägsame Informationstafeln.

spürbare Erfolge bei der Ertüchtigung des Bergwaldes erzielt werden (Abbildung 4). Die positive Entwicklung des Konzepts Bergwaldoffensive lässt sich auch daran erkennen, dass die Bayerische Staatsregierung darin inzwischen eine so wichtige und erfolgreiche Aufgabe sieht, dass sie mit zusätzlichem Personal verstetigt werden soll.

Keywords: Mountain forest, redevelopment of protected forests, protected forest function, mountain forest offensive, mountain forest round table

Summary: The concept »Bergwaldoffensive/mountain forest offensive« has developed as a successful attempt to build a bridge between ordinary mountain forest management and redevelopment of protected forest. According to the principle of »prevent instead of redevelop« negative development in private forests should early be acted against. Factors of success on the way to mountain forests with prospects for the future are voluntary participation at the principle of »support and demand«, the commitment of project managers, flexible support opportunities and a broad social participation in mountain forest round tables.

10 Jahre Bergwaldoffensive

Martin Wenzel, AELF Kempten (Allgäu)

Über 1,3 Millionen Menschen leben und arbeiten im bayerischen Alpenraum. Rund 4,5 Millionen Urlaubsgäste sowie unzählige Tagesausflügler besuchen jährlich Bayerns Bergwelt. Ihnen allen bietet der Bergwald Schutz vor Naturgefahren, Erholung und Lebensraum. Von den rund 250.000 Hektar Bergwald in den bayerischen Alpen sind knapp zwei Drittel Schutzwald. Etwa 13.000 Hektar davon sind in ihren Schutzfunktionen beeinträchtigt. Außerdem ändern sich mit dem Klimawandel die Wuchsbedingungen für die Bergwälder.

Seit Langem setzt sich die Bayerische Forstverwaltung für gesunde, stabile und leistungsfähige Berg- und Schutzwälder ein. Ein Instrument dafür ist die Bergwaldoffensive, die vor zehn Jahren im Allgäu gestartet wurde. Sie bietet konkrete Maßnahmen zur Stabilisierung und nachhaltigen Anpassung der Bergwälder an den Klimawandel an und unterstützt die betroffenen Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer. Durch vorausschauende Pflege und rechtzeitige Waldverjüngung soll kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen im Bergwald vorgebeugt werden.

Aus Betroffenen Beteiligte machen

Dieser Leitgedanke war von Beginn an das Erfolgsrezept der Bergwaldoffensive (BWO). Dazu luden die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im bayerischen Alpenraum die örtlichen Akteure – Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer, die Jägerschaft, Vertreter von Almwirtschaft und Naturschutz, Kommunalpolitiker und Tourismusvertreter – regelmäßig zu »Runden Tischen« ein und gründeten BWO-Beiräte. Diese Beiräte setzen sich aus Vertretern der wichtigsten Interessengruppen im gesamten Amtsbereich zusammen. Neben der klassischen forstlichen Arbeit geht es bei der Bergwaldoffensive vor allem um Kommunikation, Moderation und Mediation, wie es der Bereichsleiter Forsten am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kempten, Dr. Ulrich Sauter, bei einer Feierstunde zum 10-jährigen Bestehen der Initiative Ende Juni in Immenstadt i. Allgäu ausdrückte.



Der Tiefblick vom Immenstädter Horn auf die Dächer Immenstadts verdeutlicht, wie wichtig ein intakter Schutzwald für die Siedlungen und Verkehrswege in den Alpen ist. Foto: M. Friedel

»Das baut mich auf«

Forstministerin Michaela Kaniber dankte bei der Jubiläumsveranstaltung am Immenstädter Horn allen Beteiligten und zeigte sich beeindruckt, was man mit Zusammenhalt und Ausdauer erreichen kann, wenn man sich von gelegentlichen Rückschlägen nicht entmutigen lässt. Sie würdigte das Allgäu als die Region, die den Startschuss für das Erfolgsmodell Bergwaldoffensive gegeben hat. Immenstadts Bürgermeister Armin Schaupp gab zu bedenken, dass Teile seiner Stadt ohne intakten Schutzwald schlicht und ergreifend nicht bewohnbar wären. Der Oberallgäuer Landrat Anton Klotz – gleichzeitig Vorsitzender des BWO-Beirats in seinem Landkreis – lobte den partizipativen Ansatz der Bergwaldoffensive. Rund 140-mal haben sich die Beteiligten in den letzten zehn Jahren an den »Runden Tischen« getroffen und die forstlichen Vorhaben in den Projektgebieten abgestimmt. Ein solches Miteinander kann nur gelingen, wenn alle Akteure an einem Strang ziehen.

Einen kurzen Überblick über die Bergwaldoffensive und einen Rückblick auf die Projekte im Allgäu gab BWO-Projektmanager Martin Wenzel vom Amt in Kemp-



ten. In den derzeit elf Projektgebieten im Ober- und Westallgäu wurden seit 2008 rund 1.600 Einzelmaßnahmen umgesetzt. Bei rund der Hälfte davon handelte es sich um waldbauliche Maßnahmen wie der Förderung von Naturverjüngung auf knapp 90 Hektar, der Pflanzung von rund 170.000 jungen Bäumchen oder um Pflegeeingriffe und Durchforstungen. 35 Kilometer neue Rückewege, aufgeteilt auf 100 Einzelprojekte, dienen der notwendigen Erschließung der Bergwälder. Insgesamt wurden bislang ungefähr sechs Millionen Euro in die Allgäuer BWO-Projekte investiert.

Abschließend stellte Forstministerin Kaniber in Aussicht, dass »die Bergwaldoffensive auch künftig ein Schwerpunkt bayerischer Forstpolitik bleibt.« An die Adresse der anwesenden Beteiligten sagte sie: »Sie können stolz auf sich sein. Wir sind es jedenfalls.« Auch wenn sich die Allgäuer gemeinhin durch große Bescheidenheit auszeichnen, ein solches Wort aus dem Mund der Ministerin hören sie aber dann doch ganz gern.

Vom Einzugsgebietsplan zur einzelnen Waldpflegemaßnahme

Günther Unterthiner

Schlüsselwörter: Einzugsgebietsplan, Wasserschutzbauten, Gebirgsbäche, Schwemmh Holzgefahr

Zusammenfassung: Alpine Einzugsgebiete erfüllen vielfältige ökonomische, ökologische und soziale Funktionen. Sie dienen dem Hochwasserrückhalt, der Grundwassersicherung, dem Naturschutz, der Naherholung, aber auch der Bereitstellung von Siedlungsraum und Produktionsflächen. An Einzugsgebiete in den Alpen werden deshalb verschiedenste und zum Teil konkurrierende Nutzungsansprüche gestellt. Ein Instrument für eine nachhaltige Nutzung der Einzugsgebiete und für einen nachhaltigen Hochwasserschutz ist das Einzugsgebietsmanagement. Beim Projekt Obere Ahr sind die Fachgebiete Hochwasserschutz, Raumplanung, Wasser- und Energiewirtschaft, Ökologie und Kommunikation Hauptbestandteile der interdisziplinären Zusammenarbeit. Es werden Maßnahmenvorschläge zur Prävention hydrogeologischer Risiken, zur Verbesserung der Hochwassersicherheit und zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie erarbeitet und so konzipiert, dass sie technisch machbar, ökonomisch sinnvoll, ökologisch tragfähig und sozial akzeptabel sind.

Maßnahmenplanung auf schwemmh Holzrelevanten Flächen im Einzugsgebiet »Obere Ahr«

Der Wassernutzungsplan der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol sieht die Erstellung von Einzugsgebietsplänen für Gebirgsbäche vor. Im Rahmen des EFRE-Projekts »Integrales Risikomanagement im Einzugsgebiet von Gebirgsbächen« wurde 2009 in Zusammenarbeit mit der ehemaligen Abteilung »Wasserschutzbauten« (heute Abteilung für Bevölkerungsschutz) dazu ein Konzept erstellt (EFRE = Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung).

Für den Wassernutzungsplan wurde ein »Leitfaden zur Ausarbeitung der Managementpläne für das Einzugsgebiet von Gebirgsbächen« erarbeitet. In diesem Leitfaden werden planerische und partizipative Handlungsfelder und sektorenübergreifend koordinierte

Maßnahmen festgelegt. Diese Maßnahmen müssen die Anliegen des Naturgefahren- und Risikomanagements, des Naturschutzes, der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft und die Anliegen einer nachhaltigen Ressourcennutzung berücksichtigen. Der Managementplan soll auch den Handlungsbedarf aufzeigen, der für die Verbesserung der Sicherheit vor hydrogeologischen Gefahren und zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie, der EU-Hochwasserrahmenrichtlinie und des Wassernutzungsplanes der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol notwendig ist. Ebenso soll er benennen, wie Synergien durch die Ausarbeitung von sektorenübergreifend koordinierten Handlungsoptionen und Flächenbewirtschaftungsmaßnahmen zur Prävention hydrogeologischer Risiken genutzt werden können.

Der Managementplan für das Einzugsgebiet der Gebirgsbäche ist ein wichtiger Bestandteil des integralen Einzugsgebietsmanagements und des präventiven Risikomanagements. Er umfasst Analysen zur *Ist-Situation* auf verschiedenen Gebieten (Raum, Gefahren, Wasserwirtschaft, Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Ökologie), das einzugsgebietsspezifische Leitbild (Entwicklungsziele) und einen nach Prioritäten geordneten Katalog an Handlungsfeldern und möglichen Maßnahmen zur Erreichung der Entwicklungsziele mit Zeitvorgaben für deren Umsetzung. Der Plan wird partizipativ erstellt und bildet die Grundlage für die Beteiligung aller relevanten Akteure an der Umsetzung der ausgewählten Maßnahmen. Mit dem Instrumentarium können nachhaltige Lösungen im Spannungsfeld zwischen Hochwasserschutz, Gewässerökologie, Raumnutzung und Wasserwirtschaft für die untersuchten Einzugsgebiete erarbeitet werden.

Im Arbeitspaket »Land- und Forstwirtschaft« wird die Land- und Forstwirtschaft im Einzugsgebiet im Hinblick auf Synergien und Konflikte mit der Naturgefahrenprävention und der Landnutzung beschrieben. Dieses Arbeitspaket stellt eine Grundlage für die weiteren vernetzenden Analysen und für die Ausarbeitung der Maßnahmen für eine integrale Einzugsgebietsbewirtschaftung dar. Der Bereich Land- und Forstwirtschaft wird hierbei nur aus dem Blickwinkel der Einzugs-

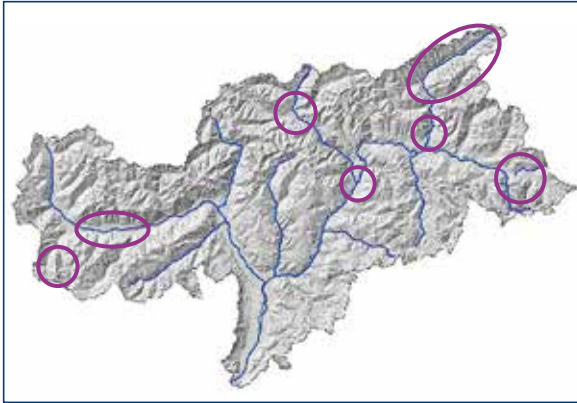


Abbildung 1: Einzugsgebietspläne in Südtirol.

Quelle: S. Gius, Agentur für Bevölkerungsschutz

gebietsplanung betrachtet und stellt deshalb weder eine klassische landwirtschaftliche Studie noch einen Bewirtschaftungsplan für die Forstwirtschaft dar. Es werden Entwicklungsziele für den Sektor erarbeitet und darauf aufbauend die wichtigsten Problemgebiete identifiziert und abgegrenzt, sowie jene Handlungsfelder und mögliche Maßnahmen aufgezeigt und gereiht, die am besten geeignet sind, um die gesetzten Entwicklungsziele zu verwirklichen. Diese Ziele zeigen auch den Handlungsbedarf in der Schutzwaldpflege und für die Anpassungen von gewissen Nutzungsarten an die Erfordernisse der Gefahrenprävention und an die nachhaltige Entwicklung im Einzugsgebiet auf. Im Arbeitspaket »Land- und Forstwirtschaft« wird auf der Hinweisebene gearbeitet. Erst in der Umsetzung und in der detaillierten Planung der einzelnen Maßnahmen zur Verbesserung der *Ist-Situation* in Richtung des *Soll-Zustandes* werden umfangreiche Geländeerhebungen durchgeführt.

Es werden dabei die Schutzwaldbereiche abgegrenzt, in denen Maßnahmen zur Verbesserung und Sicherstellung der Schutzfunktionen notwendig sind. Der große Mehrwert dieses Verfahrens liegt darin, dass automatisiert nach objektiven Kriterien diejenigen Waldflächen abgeleitet werden können, die die größte Bedeutung für die Schutzfunktion haben und so eine Prioritätenreihung für die waldbaulichen Maßnahmen im Schutzwald erstellt werden kann.

Einzugsgebietspläne in Südtirol

Die erste umfassende Studie, die sich mit den Wassergefahren bei einer fächerübergreifenden Betrachtung von Raumordnung, Land- und Forstwirtschaft sowie Wassernutzung und Ökologie auseinandersetzte, wurde bereits im Jahre 1999 an einem der letzten naturnahen Flussabschnitte der Ahr durchgeführt (Gewässer-

betreuungskonzept »Untere Ahr«). Es folgte im Jahre 2010 das Projekt »PRO Drau«. Die Drau ist der einzige Fluss Südtirols, welcher als Zubringer der Donau ins Schwarze Meer fließt. Zwei weitere Einzugsgebietspläne wurden im Jahre 2013 am Suldenbach im Ortlergebiet und am Mareiterbach in Ridnaun (Ridnaunertal bei Sterzing) erstellt.

Mehrere Flussabschnitte wurden beschränkt auf ihre Flusskorridore z. B. im Rahmen des Projektes »Stadt, Land, Fluss« im Raum Brixen, Flussraumforum »Oberer Eisack« oder »Etsch Dialog« im Vinschgau untersucht.

Für alle galt das Prinzip eines bestmöglichen Schutzes der Bevölkerung und der Infrastrukturen gegen Wassergefahren unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit, der Partizipation und der Erhaltung, Verbesserung bzw. Neuschaffung (Renaturierung) von sensiblen Ökosystemen. Das letzte große Projekt eines Einzugsgebietsplans war an der »Oberen Ahr«, das im Juni 2015 abgeschlossen wurde.

Gemeinsame Umsetzung des Projekts »Obere Ahr«

Die Basis zur Bewertung der Naturgefahren, der Risiken und der wahrscheinlich zu erwartenden Naturereignisse bilden Geodaten, Klimadaten, Abflussdaten, Daten vergangener Naturereignisse und aktueller Erhebungen. Verschiedene Experten (Geologen, Informatiker, Agronomen, Forstwirte, Botaniker, Geografen, Biologen) haben die Geodaten des betroffenen Einzugsgebietes erhoben bzw. vorhandene *Geo-Ist-Daten* der Autonomen Provinz Bozen wurden für die Weiterverarbeitung über spezifische Berechnungen, Datenüberlagerungen und Verschneidungen aufbereitet. Nach einer kritischen Analyse des vorhandenen und erhobenen Datenmaterials wurden über Computermodelle mit entsprechenden spezifischen Berechnungsalgorithmen mögliche Gefahren- und Ereignisszenarien errechnet und erstellt. Die Modellierung ergab grafische Modelle, die in Karten dargestellt wurden. Es zeichnen sich darauf die ersten groben Umrisse von Gefahrenstellen und damit Gefahrenpotenziale ab, welche anschließend weiteren Untersuchungen und Analysen unterworfen wurden. Die verschiedenen Gefahrenpotenziale wie Muren, Lawinen, Steinschlag und Hochwasser wurden spezifisch separat dargestellt. Hier entstand gewissermaßen eine grafische Hinweis-karte, die auch als Grundgerüst für die Erstellung eines Gefahrenzonenplans für dieses Gebiet bzw. für die betroffenen Gemeinden darstellt.

Allgemeine Informationen zum Einzugsgebiet	
Lageposition des untersuchten Einzugsgebietes	Gelegen im hinteren bzw. oberen Ahrntal, ein Seitental des Südtiroler Pustertales, abzweigend von Bruneck in Richtung Nord bzw. Nordost. Die Länge der »oberen Ahr« inklusive der untersuchten Abschnitte von Seitenbächen beträgt etwa 30 km.
Hauptgerinne	Ahr mit einer Gesamtlänge von etwa 50 km (entspringt im hintersten Ahrntal im Bereich der Dreiherrnspitze und mündet bei Bruneck [Stegen] in die Rienz).
Einzugsgebiet der Untersuchung	Einzugsgebiet der »oberen Ahr« mit Nebenbächen. Einzugsgebiet betrifft zwei Gemeinden (Ahrntal und Prettau)
Einzugsgebietsgröße der Untersuchung	Circa 27.382 ha
Realnutzung Gemeinde Ahrntal und Gemeinde Prettau	Verbaute Fläche: 265 ha Landwirtschaftlich genutzt: 1.540 ha Wald: 8.927 ha Alpines Grünland: 7.480 ha Unproduktiv, vegetationslos, Gewässer: 8.010 ha Gletscherflächen: 1.160 ha
Charakteristika zum hinteren, oberen Ahrntal	Im Norden umrahmt vom Zillertaler Hauptkamm, im Süden bzw. Südosten von der Dreiherrnspitze- und Durreckgruppe. Der tiefste Punkt liegt bei 947 m, der höchste bei 3.498 m ü. NN.
Geologie	Im Norden Zentralgneiszone mit einem mittelkörnigen, granitischen bis tonalitischen Orthogneis, schwer verwitterbar; im Süden Gesteine der Schieferhülle mit Kalkphyllit, Kalkglimmerschiefer; wenig resistentes Gestein mit mäßigen und teilweise wasserzügigen rutschanfälligen Hängen
Oberflächenform des Tales	Anstehendes Gestein kommt in der Talsohle nur in der Klamme bei St. Peter zu Tage, sonst ist die Talsohle mit mächtigen Schutt- und Schottermassen bedeckt; an den Seitenbächen treten Schwemm- und Murkegel auf.
Klima	Umgeben von Bergketten; trotz der hohen Lage relativ geringe Niederschläge mit der Niederschlagsreichsten Zeit in den Sommermonaten (etwa 40% des Gesamtniederschlags); geringe Variabilität beim Niederschlag gegeben, was aber auch Trockenperioden verteilt auf das Jahr nicht ausschließt; hohe Sonnenscheindauer (etwas gemindert durch die Bergketten); hohe Temperaturunterschiede feststellbar
Vegetationsstufen	900 – 1.400 m (montaner Fichtenwald) 1.400 – 1.800 m (subalpiner Fichtenwald) 1.800 – 2.000 m (Lärchenzirbenwald) 2.000 – 2.400 (2.600) m (alpin, Grasheiden, Zwergstrauchheiden, Almweide) 2.400 (2.600) – 3.000 m (subnival, Pionierrasen) über 2.800 m (nival, Gletscher, Firn, Felsfluchten, Grate) Klimaxareal des inneralpinen Fichtenwaldes (Piceetum); Lärche ist über ihr natürliches Areal hinaus vorhanden (anthropogen bedingt)
Bevölkerung	Etwa 6.500 Einwohner mit Erstwohnsitz
Wirtschaft	Landwirtschaft Tourismus Handwerk, Handel Industrie Dienstleistung Allgemein: sehr landwirtschaftlich geprägt mit etwa 240 Betrieben; dazu fußt die Wirtschaft auf die Bereiche des Tourismus, des Handwerks, des Handels, der Industrie und der Dienstleistungsbetriebe
Tourismus	Etwa 900.000 Übernachtungen, die sich etwa zu gleichen Teilen auf Sommer und Winter verteilen

Tabelle 1: Allgemeine Informationen zum Einzugsgebiet

Abbildung 2: Auf insgesamt 71,15 ha wurden 56 Teilflächen ausgeschieden, separat untersucht und bewertet.

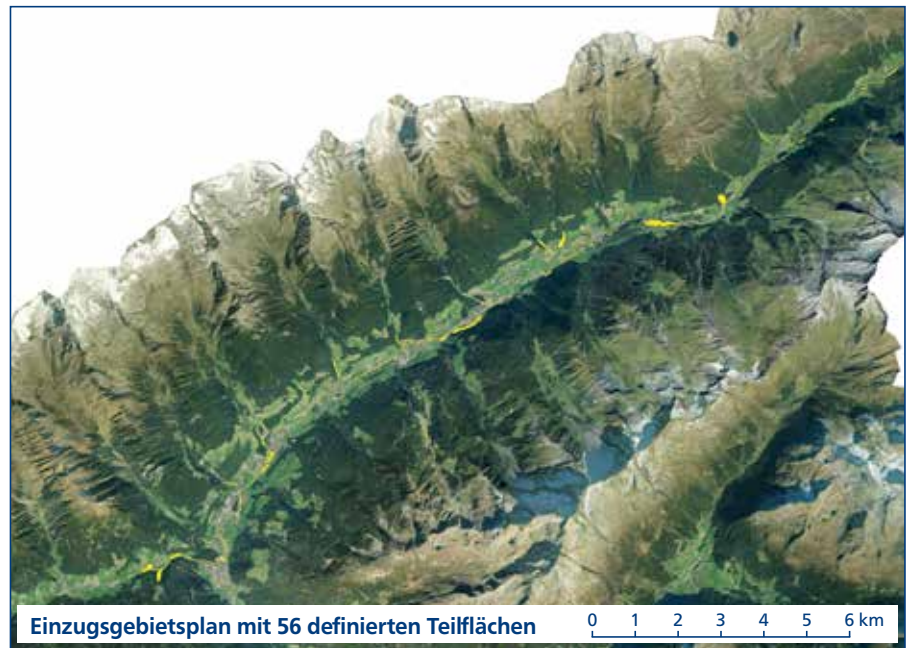
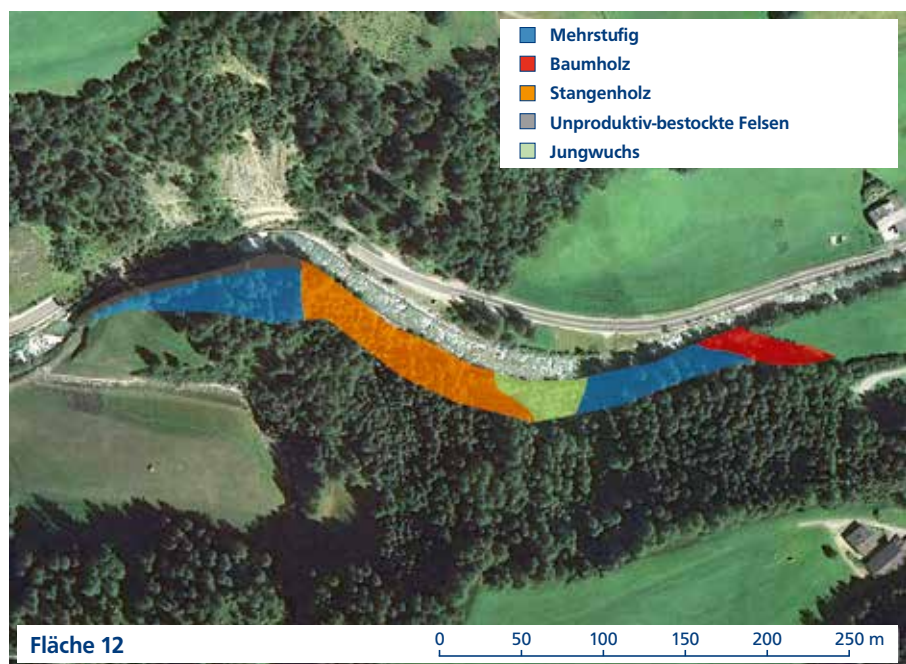


Abbildung 3: Darstellung der Teilfläche Nr. 12. Es handelt sich um eine relevante Schwemmholzfläche, strukturell dargestellter Bewuchs.



Die Koordination und Begleitung dieses Projekts oblag der Agentur »Bevölkerungsschutz« der Autonomen Provinz Bozen und dem Amt für Wildbach- und Lawinerverbauung Ost (Pustertal).

Spezifisch wurde die Waldbestockung entlang der »Oberen Ahr« und seinen wichtigsten Zubringern untersucht. Durch die erfolgte Modellierung wurden entlang der »Oberen Ahr« und an den Unterläufen von mehreren Zubringern (Seitenbächen) bestockte Flächen ausgewiesen, welche bei Hochwasserabfluss

eine Gefährdung im Hinblick auf Schwemmholzgefahr darstellen. Die ausgewiesenen Flächen wurden infolge noch mit dem 300-jährigen Hochwasserereignis überlagert und entsprechende flächige Anpassungen durchgeführt.

Ausgehend von dieser erstellten Kartenunterlage wurden die entsprechenden bestockten Flächen analysiert, bewertet und jeweils präventive Maßnahmen festgelegt, um die Schadensfälle bei Unwetterereignissen möglichst gering zu halten.



Abbildung 4: Blick zur Teilfläche Nr. 12
Foto: G. Unterthiner

Fläche 12							
Ist-Zustand							
Gemeinde	Prettau Ahrntal	Kastal-gemeinde	Prettau St. Peter	Lokalität	Fischerleite	Eigentümer	E.B.N.R. Prettau
Geologie	Hangschutt, Moräne	Gesamt-fläche [ha]	1,20	Seehöhe [m ü.d.M]	1.325	Boden-stabilität	mäßig
Struktur-flächen Schwemm-holz relevant (BHD)	Bis 15 cm	15 bis 30 cm	> 30 cm	Beschreibung Es handelt sich um eine Hangfläche mit Nadelholz in den oberen und Laubholz in den unteren Schichten. Zudem ist die Fläche teilweise felsig und weist einige Windwürfe und einen großflächigen Anbruch mit Stützverbauung und verstärktem Laubholzbewuchs auf. Weiters durchzieht eine Stromleitung den Bestand.			
Fläche [ha]	0,54	0,42	0,24				
BA	Fichte, Weide, Lärche, Birke, Grauerle, Grünerle, Bergahorn	Fichte, Lärche, Birke	Fichte, Lärche				
BG	0,9	0,8	0,6				
Vfm	30	150	180				
H/D	100	85	80				
Zielsetzung							
Priorität	dringlich	Technisch machbar	ja	Ökologisch vertretbar	ja	Sozial akzeptabel	ja
Bewertung	Erschwerte Maßnahmen aufgrund der Neigung und der Anbrüche, jedoch umsetzbar.					Nachhaltig	ja
Maßnahmen							
Bis 15 cm	Im mittleren Teil vorsichtig durchforsten, um den Bestand zu stabilisieren (Schneedruck-Gefahr)						
15 bis 30 cm	Ebenfalls durchforsten						
> 30 cm	Entnahme aller Individuen > 30 cm im Abstand von 10 – 15 m vom Bach						
Holzanzahl [Vfm]	150	Kosten [€/Vfm]	35	Kostenschätzung [€]	5.250		
Anmerkungen	Bodenstabilität bzw. Anbrüche beachten						

Tabelle 2: Erhebungsbogen der Teilfläche Nr. 12

Diese spezielle forstliche Arbeit wurde von der Abteilung »Forstwirtschaft« der Autonomen Provinz Bozen und dem Amt für Forstplanung mit Begleitung durch das Forstinspektorat Bruneck durchgeführt.

Allgemeine Informationen zum Einzugsgebiet
(Tabelle 1)

Durchgeführte Erhebungen

Um die Auswirkungen dieses Bewuchses bei einer möglichen Hochwassernaturgefahr besser einschätzen zu können und mit entsprechenden Maßnahmen

entgegenzuwirken, sind die betroffenen bestockten Flächen in 56 Teilflächen gegliedert und separat untersucht und bewertet worden (Abbildung 2).

Die Erhebungen setzen sich aus den Einheiten *Ist-Zustand*, *Zielsetzung* und *Maßnahmen* zusammen. Zunächst wird der *Ist-Zustand* erhoben. Neben Angaben zum Waldort werden unter anderem Geologie, Gesamtfläche, Seehöhe, Bodenstabilität und die Waldfläche in knapper Form beschrieben. Die Fläche wird anschließend in schwemmholzrelevante Teilflächen in drei BHD-Stufen untergliedert und für jede BHD-Stufe die Baumartenanteile sowie Bestockungs-

Ergebnisse und Maßnahmen		
Untersuchte bestockte Gerinneabschnitte	Gerinneabschnitt »obere Ahr« mit einer Gesamtlänge von ca. 22 km (Ahr Gesamtlänge ca. 50 km); Nebengerinne (Weißenbach und weitere Seitenbäche) mit einer Gesamtlänge von ca. 8 km	
Ausgewiesene bestockte Gesamtfläche ü	71,15 ha	
Teilflächen	Die Gesamtholzbodenfläche wurde in 56 Teilflächen zur besseren Unterscheidung, Bewertung und zur Maßnahmenfestlegung untergliedert.	
Alle Ergebnisse	Pro Einzelfläche und in Summe liegen vor	
Mehrschichtige Strukturen und strukturierte Flächen mit Schwemmholzrelevanz	Zuteilung mit Beschreibung und Bewertung der Einzelflächen in diese beiden Gruppen	
Strukturflächen Mehrschichtigkeit	51,87 ha	
Strukturflächen Schwemmholzrelevanz	19,28 ha	
Mehrschichtige Strukturen	Untergliedert in Ober-, Mittel- und Unterschicht mit den entsprechenden biometrischen Daten (BG, Vorrat Gesamt, H/D Wert, MD für die jeweilige Schichtung)	
Schwemmholzrelevante Flächen	Untergliedert in Flächenanteile mit Durchmesserstärken: bis 15 cm, 15 bis 30 cm, >30 cm mit den entsprechenden biometrischen Daten (BG, Vorrat Gesamt, H/D Wert für die jeweilige Schichtung)	
Holzmaßen über 6 cm geschätzt bei Mehrschichtigkeit (über alle betroffenen Einzelflächen)	Oberschicht	5.070 Vfm
	Mittelschicht	1.403 Vfm
	Unterschicht	11 Vfm
Holzmaßen über 6 cm geschätzt bei den Strukturflächen mit Schwemmholzrelevanz (über alle betroffenen Einzelflächen)	bis 15 cm	226 Vfm
	15 bis 30 cm	2.160 Vfm
	>30 cm	2.290 Vfm
Maßnahmenkatalog	Für jede Einzelfläche festgelegt (Beschreibung, Holzentnahme, Definition der Arbeiten, Kosten, usw.)	
Kosten	Schlägerungs-, Aufarbeitungs-, Pflege- und Bringungskosten liegen zwischen 20 und 50 €/Vfm	
Holzanfall	In Summe ohne Berücksichtigung der Dringlichkeit sind 4.711 Vfm (im Durchschnitt etwa 66 Vfm bezogen auf die gesamte bestockte Fläche von 71,15 ha)	
Kosten Gesamt	Unterschiedliche Festmeterkosten gewichtet und summiert: etwa 135.000 € (d. h. im Schnitt müssen pro ha etwa 1.900 € für die Strukturverbesserung aufgebracht werden, um das Risiko des Schwemmholzabflusses zu minimieren)	

Tabelle 3: Ergebnisse und Maßnahmen

grad, Vorrat und mittleres H/D-Verhältnis geschätzt. In der *Zielsetzung* wird eine Priorisierung der Fläche vorgenommen, die technische Machbarkeit und ökologische Vertretbarkeit beurteilt und die soziale Akzeptanz und die Nachhaltigkeit bewertet. Im *Maßnahmenenteil* werden für jede der drei Teilflächen detailliert beschriebene Maßnahmen bestimmt und Holzanfall und Kosten geschätzt (Tabelle 2).

Maßnahmenplanung

Entsprechend der Gefahrenmodellierung im betreffenden Gebiet in Bezug auf Schwemmh Holzgefahr wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt (Tabelle 3). Die festgesetzten Maßnahmen sollen zur Verminderung des Abflussrisikos, was Verklausung durch Schwemmh Holz angeht, beitragen.

Der Maßnahmenkatalog zur Verbesserung der Abwassersituation der Ahr bei extremen Ereignissen liegt vor. Gewisse Arbeiten (Ausforstungen entlang der Gerinne) werden vom Amt für Wildbach- und Lawinenverbauung Ost (Pustertal) der Abteilung Bevölkerungsschutz kontinuierlich nach einem Pflegeplan durchgeführt. Weitere Maßnahmen zur Verbesserung bzw. zur Minimierung des Schwemmh Holzrisikos kann man diesem Maßnahmenkatalog entnehmen. Es ist zu wünschen, dass die Umsetzung der Arbeiten gut gelingen möge.

Keywords: Catchment area plan, water protection buildings, mountain streams, driftwood danger

Summary: Alpine catchment areas fulfill a variety of economic, ecological and social functions. They serve flood retention, groundwater protection, nature conservation, local recreation, but also the provision of settlement area and production areas. In catchment areas in the Alps therefore most diverse and partly competing use claims made. An instrument for the sustainable use of Catchment areas and for a sustainable flood protection is the catchment area management. In the Upper Ahr project, the specialist areas of flood protection, spatial planning, water and energy management, ecology and communication are the main components of interdisciplinary cooperation. Proposals for measures to prevent hydrogeological risks, to improve flood protection and to achieve a good water status within the meaning of the EU Water Framework Directive are developed and designed in such a way that they are technically feasible, economically viable, ecologically viable and socially acceptable.

Wildbachverbauung und Schutzwald in Tirol – eine verschworene Gemeinschaft

Günther Brenner, Josef Fuchs, Peter Raggl, Ivo Schreiner, Dieter Stöhr, Walter Gebhard und Alois Simon

Schlüsselwörter: Wildbachbetreuung Tirol, WLW, Landesforstdienst, Schutzwald, Brand am Hochmahdkopf, Gemeinde Absam, FWP Projekt

Zusammenfassung: Die sehr gute Zusammenarbeit zwischen Wildbach- und Lawinerverbauung des Bundes (WLW) und dem Landesforstdienst Tirol macht sich auf vielen Ebenen bemerkbar. Nicht nur in der Planung von Maßnahmen zum Schutz vor Naturgefahren und deren Umsetzung in der Natur macht sich diese bezahlt, sondern auch in einer effizienten Verwaltungsabwicklung. Zwei Leuchtturmprojekte stellen diese gute und effiziente Zusammenarbeit dar: Die Wildbachbetreuung Tirol hat sich innerhalb von zehn Jahren als wesentlicher Baustein der Naturgefahrenprävention im Bereich von Wildbächen etabliert. Die Rollenverteilung ist allen Beteiligten klar und hat sich in der praktischen Abwicklung sehr bewährt. Die Aufgabenverteilung auf mehrere Institutionen von Bund, Land und Gemeinden ist durch eine einheitliche WEB-Applikation, die den Arbeitsablauf regelt, sehr unkompliziert. Als weiteres Leuchtturmprojekt und praktisches Beispiel der guten Zusammenarbeit zwischen der WLW und dem Landesforstdienst Tirol wird das flächenwirtschaftliche Projekt »Absamer Vorberg« vorgestellt. Ausgelöst durch einen der größten Waldbrände in Tirol – in der Gemeinde Absam – wurde ein gemeinsames Projekt ausgearbeitet und die Maßnahmen ineinander übergreifend umgesetzt.

Wildbachbetreuung Tirol: Neue WEB-Applikation optimiert Prozessabläufe

Mehr als 2.000 Wildbäche gefährden den Siedlungsraum in Tirol. Seit 2008 wird die Begehung, die Dokumentation und die Beseitigung von Abflusshindernissen und die laufende Überwachung der Schutzbauwerke in einer institutionalisierten Zusammenarbeit des Landes Tirol, der Wildbach- und Lawinerverbauung und den Tiroler Gemeinden abgewickelt (Abbildung 1). Wichtiger Bestandteil ist eine gemeinsame WEB-Datenbank, mit der der gesamte Arbeitsablauf gesteuert und dokumentiert wird.

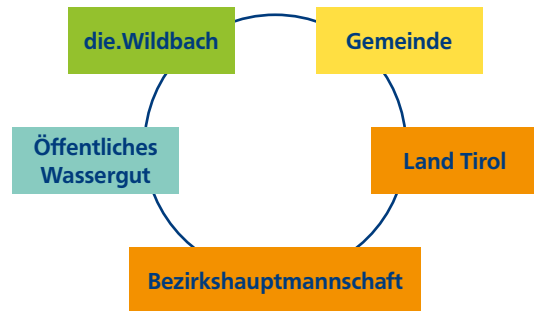


Abbildung 1: Partnerorganisationen bei der Wildbachbetreuung Tirol Quelle: Land Tirol

Prioritätenreihung der Begehungsstrecken

Nach dem Forstgesetz 1975 sind die Gemeinden verpflichtet, alle verordneten Wildbäche zumindest jährlich zu begehen. Wenn alle verordneten Wildbäche tatsächlich jedes Jahr von der Quelle bis zur Einmündung in den Vorfluter begangen werden, bedeutet dies Begehungsstrecken von insgesamt mehr als 15.000 km, die im großteils unzugänglichen und weglosen Gelände kontrolliert werden müssen. Damit diese Aufgabe überhaupt zu bewältigen ist, haben die örtlich zuständigen Dienststellen des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinerverbauung die relevanten Bachabschnitte nach einem einheitlichen Kriterienkatalog identifiziert und im WEBGIS des Landes Tirol kartografisch erfasst. In Abhängigkeit des Risikos, das aus dem Bachabschnitt resultiert, wurden die Bachabschnitte in Begehungsintervalle »jährlich«, »5-jährig« und »keine regelmäßige Begehung nötig« eingeteilt.

Wildbachbegehung durch Gemeindeforstaufseher

Durch die Konzentration auf die Bachabschnitte mit dem größten Risikopotenzial konnte die Begehungsstrecke auf jährlich 2.700 km reduziert und so von den Waldaufsehern der Gemeinden bewältigt werden. Die Länge der jährlich zu begehenden Wildbäche beträgt somit im Durchschnitt ca. 10 km pro Waldaufseher, in einzelnen Gemeinden aber auch mehr als 40 km. Die Begehungstermine, bis zu denen die Begehungen abgeschlossen sein sollten, werden von den Wildbachaufsehern der Gebietsbauleitungen in Abhängigkeit von der Schneedeckendauer im Frühjahr jährlich neu festgelegt und wurden in den letzten Jahren eher nach

vorne verlegt, da Schadereignisse in letzter Zeit schon Ende Mai aufgetreten sind. Diese frühen Termine stellen die Waldaufseher vor große Herausforderungen, da im Frühjahr auch im forstlichen »Kerngeschäft« besonders viel Arbeit anfällt und Begehungstermine daher manchmal nicht vollständig eingehalten werden können.

Dringlichkeitsreihung durch Wildbachaufseher

In jeder Gebietsbauleitung sind ein bis zwei Mitarbeiter mit der Beurteilung und Priorisierung der Beobachtungen der Gemeindewaldaufseher beschäftigt. Arbeitsschwerpunkt ist dabei der Zeitraum von April bis Juni, wenn der Großteil der Beobachtungen in der WEB-Applikation angelegt wird und in kurzer Zeit bewertet werden muss.

Aufgaben der Gemeinde

Die Benachrichtigung und Information der Grundeigentümer, die Erstellung von Räumungsbescheiden bei Abflusshindernissen, die einem Verursacher zuzuordnen sind und die Beauftragung aller Maßnahmen der Gewässerpflege liegen im Zuständigkeitsbereich der Gemeinden. In jeder Gemeinde ist deshalb zumindest ein Mitarbeiter oder der Bürgermeister selbst mit einer entsprechenden Rolle in der WEB-Applikation ausgestattet, mit der die entsprechenden Arbeitsschritte durchgeführt werden können. Vordefinierte Informationsschreiben und Räumungsbescheide mit den spezifischen Informationen zur gegenständlichen Beobachtung sind in der WEB-Applikation hinterlegt und erleichtern die Arbeit der Gemeinden beträchtlich.

Wasser- bzw. Naturschutzbehörde der Bezirkshauptmannschaft

Bei Schäden an Regulierungsbauten, die Sanierungsmaßnahmen erfordern, ist unter bestimmten genau definierten Voraussetzungen auch eine Einbindung der Wasser- und Naturschutzbehörde der zuständigen Bezirkshauptmannschaft vorgesehen. Diese erhält in derartigen Fällen automatisiert Zugriff auf die jeweilige Beobachtung in der WEB-Applikation und kann hier festlegen, ob ein wasser- und/oder ein naturschutzrechtliches Verfahren bei der geplanten Sanierungsmaßnahme nötig ist.

Öffentliches Wassergut

Der Vertreter des öffentlichen Wassergutes im Land Tirol erhält lesenden Zugriff auf alle Beobachtungen, die auf Grundstücken des öffentlichen Wassergutes erfolgen. Er ist somit über alle geplanten Maßnahmen

und deren Durchführung informiert und kann sich nötigenfalls in den Ablauf einschalten.

Art der Beobachtungen und Prioritätenreihung

Seit Beginn des neuen Systems der Wildbachbetreuung in Tirol wurden fast 10.000 Beobachtungen dokumentiert. Dabei stehen Probleme mit Holzbewuchs und Holzablagerungen im Hochwasserabflussbereich mit fast 50 % aller Beobachtungen klar im Vordergrund. Schäden an Regulierungsbauten werden wesentlich seltener festgestellt (18 %).

73 % aller Beobachtungen wurden von den Wildbachaufsehern als hoch prioritär eingestuft. Derartig klassifizierte Beobachtungen sollten nach Möglichkeit innerhalb eines Jahres erledigt sein. Die Gemeindewaldaufseher sind mittlerweile offensichtlich sehr gut in der Lage, wichtige von unwichtigen Abflusshindernissen zu unterscheiden. Von den als prioritär eingestuften 6.800 Beobachtungen sind derzeit fast 5.000 (73 %) bereits in der Natur bearbeitet. Das bedeutet, dass die Abflusshindernisse beseitigt und die aufgezeigten Schäden an Regulierungsbauten saniert sind. Dabei ist der Erledigungsgrad bei den Schäden an Regulierungsbauten mit 63 % etwas geringer, da hier teilweise Planungen für die Bauwerkssanierungen ausgearbeitet werden müssen. Es ist inzwischen auch deutlich sichtbar, dass die Erledigungsdauer – das ist der Zeitraum von der Erstdokumentation einer Beobachtung bis zur Beseitigung/Sanierung – in den letzten Jahren deutlich gesunken ist, da inzwischen alle Akteure mit dem Ablauf vertraut sind.

Begehungsstrecken und Beobachtungen am Beispiel der Gemeinde Absam

Abbildung 2 zeigt einen Screenshot aus der Anwendung »Wildbachbetreuung« in der Gemeinde Absam. Die zahlreichen grünen Punkte stellen die erledigten Beobachtungen dar. Die braunen Punkte stehen für Beobachtungen, die von der Gemeinde noch zu bearbeiten sind. Die Farben dazwischen deuten auf verschiedene Übergangsstadien hin, welche allen Beteiligten klare Information über den aktuellen Stand der Abläufe geben.

In den letzten Jahren wurden alle Schutzbauwerke in Tirol von den Gebietsbauleitungen der WLV im digitalen Bauwerkskataster erfasst. Sobald die Erfassung abgeschlossen und die Basisbewertung der Schlüsselbauwerke erfolgt ist, sollen die für die Überwachung und Instandhaltung wesentlichen Merkmale in die bestehende Portalanwendung des Landes integriert werden, sodass die Gemeinden Zugriff auf den aktuellen Erhaltungszustand und die Funktionsfähigkeit

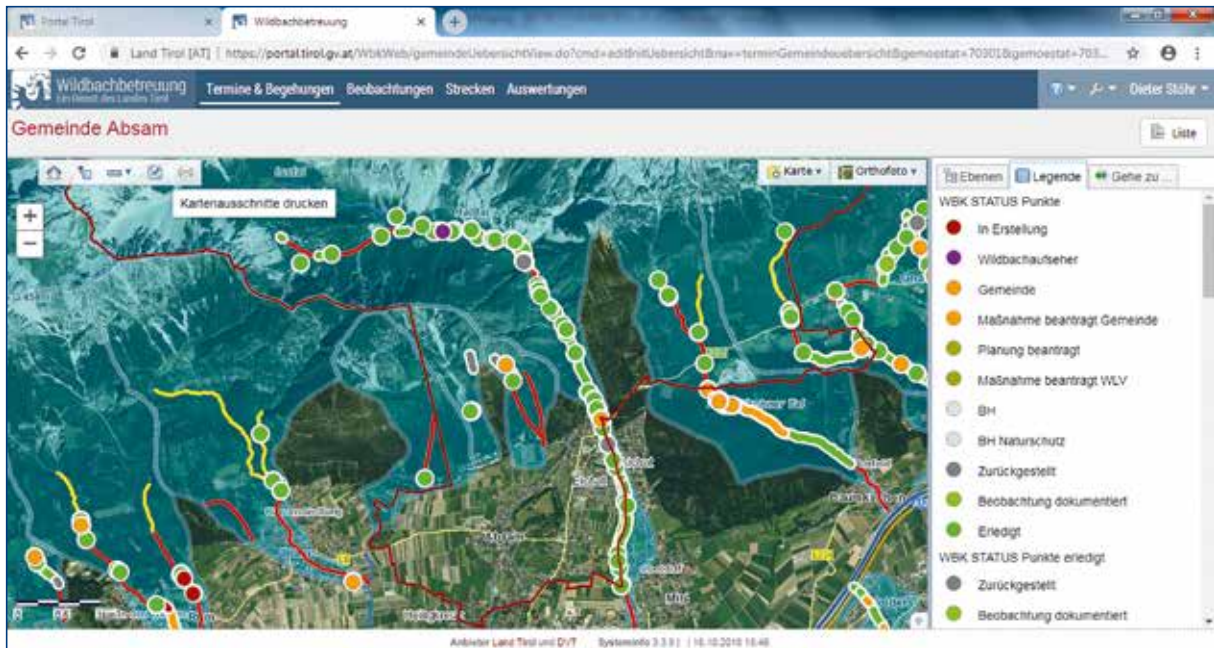


Abbildung 2: Beispiel aus der Portalanwendung mit den Begehungsstrecken und Beobachtungen
 Quelle: Land Tirol, Gruppe Forst

der Schutzbauten erhalten und die Ergebnisse der laufenden Überwachung (LÜ) hier auch dokumentieren können.

Vorbildliche Zusammenarbeit nach dem Brand am Hochmahdkopf

Eine Zigarette löste am späten Donnerstagvormittag des 20.03.2014 einen Waldbrand am Absamer Vorberg im Gemeindegebiet von Absam aus. Die warme Witterung und der Föhn hatten in den Tagen zuvor die ohnedies geringe Schneedecke an den steilen und südexponierten Hängen weggefressen. Die Vegetationsdecke und der Oberboden waren ausgetrocknet. So konnte sich der Brandherd innerhalb weniger Minuten auf eine Fläche von etwa einem Hektar ausweiten. Löscharbeiten vom Boden aus waren aussichtslos, der Brand musste aus der Luft bekämpft werden. Der Föhn trieb das Feuer im ausgedörrten Gras vor sich her, erfasste Latschenflächen und Jungpflanzen, welche in den vergangenen Jahrzehnten mit viel Aufwand aufgeforstet worden waren. In den Abendstunden drehte der Wind und wehte talwärts. Der flächige Brand breitete sich in alle Richtungen aus. Ein schauriges und beängstigendes Bild vor dem Nachthimmel. Am nächsten Tag herrschte wiederum starker Föhn, gefolgt von Talwinden am Abend. Die Löscharbeiten liefen auf vollen Touren. In der Nacht wurden mit einer Wärmebildkamera mehr als tausend Glutnester

geortet. Nach einem weiteren massiven Einsatz am Sonntag, unterstützt durch einsetzenden Schneefall, konnte am 23.03.2014 gegen die Mittagszeit »Brand aus« gegeben werden. Trauriges Ergebnis von drei Tagen verheerendem Waldbrand war eine Brandfläche von rund 70 ha – davon 54 ha Wald – verteilt über eine Gesamtfläche von rund 120 ha. Mehrere Jahrzehnte Schutzwaldsanierung waren verloren, technische Verbauungen aus Holz verbrannt.

Noch während der Brandbekämpfung wurden erste Überlegungen zur Sanierung des Absamer Vorberges angestellt. Bundesminister Andrä Rupprechter und Landeshauptmann Günther Platter, die sich bei einem Lokalausgang ein Bild von der Katastrophe am Hochmahdkopf machten, sagten spontan finanzielle Unterstützung für die Sanierungsarbeiten zu. Innerhalb weniger Tage erarbeitete die Bezirksforstinspektion Innsbruck das Flächenwirtschaftliche Projekt (FWP) »Absamer Vorberg« für die nächsten 15 Jahre. Durch die rasche Finanzierungszusage seitens des Bundes, des Landes und der Gemeinde Absam sind die geplanten Gesamtkosten in Höhe von insgesamt 3 Mio. Euro gesichert.

Projekt »Absamer Vorberg« – Forstdienst und WLW arbeiten gemeinsam an der Lösung

Durch den Brand wurden bewaldete Flächen und Grassmatten sowie Wildbach- und Lawinenschutzbauten vernichtet. Die zerstörte oder zumindest beeinträchtigte Waldfläche besteht zum Großteil aus Objekt- und



Abbildung 3: Der Brand am Absamer Hochmahdkopf Foto: Freiwillige Feuerwehr Absam

Standortschutzwald (96%), der damit seine Schutzwirkung verloren hat. Das Flächenwirtschaftliche Projekt soll die Wiederherstellung der Schutzfunktion des Waldes gegen Lawinen, Wildbachprozesse, Erosion und Steinschlag zum Schutz von Siedlungsräumen, Infrastruktureinrichtungen und landwirtschaftlichen Gründen gewährleisten. Darüber hinaus wird dem Schutz des Oberbodens vor Erosionen und Verkarstung eine hohe Bedeutung beigemessen. Vorrangig werden der Wiederaufbau und die notwendige Ergänzung der Schutzbauten sowie eine baldmöglichste Wiederbewaldung angestrebt. Dazu sind in erster Linie die Aussaat standortgerechter Gras- und Baumsamen, die Erosionssicherung neuralgischer Stellen sowie die Errichtung von Maßnahmen zur Schneedeckenstabilisierung mittels Gleitschneeböcken und die Runsenverbauungen (Runse = durch abfließenden Niederschlag entstandene Furche) vorgesehen. Die mittel- und langfristigen Maßnahmen liegen vor allem im biologischen Bereich (Aufforstungen, Pflegemaßnahmen, forsthygienische Maßnahmen), die durch entsprechende technische Hilfestellungen (Schneeberuhigungsmaßnahmen) zu ergänzen sind. Zusätzlich sind unbedingt begleitende Maßnahmen bei der Schalenwildbewirtschaftung notwendig.

Umsetzung der geplanten Maßnahmen

Bereits einen Monat nach dem Brand konnten die Sanierungsmaßnahmen begonnen werden. Sämtliche biologische Maßnahmen werden dabei unter der fach-

lichen Leitung der Bezirksforstinspektion Innsbruck umgesetzt. Die erforderlichen technischen Maßnahmen zum Lawinen- und Gleitschneeschutz sowie der Runsenverbauung werden durch den Forsttechnischen Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Mittleres Inntal, ausgeführt. Detaillierte Erhebungen und erste Auswertungen bildeten die Grundlage für den Maßnahmenplan, der stark den jeweiligen Schädigungsgrad der beeinträchtigten Flächen und das Selbstheilungsvermögen der Natur berücksichtigt.

Gras- und Baumsaat

Als erste Maßnahme wurde auf 14 ha erosionsgefährdeter Flächen eine Mischung aus Gras- und Baumsamen gesät. Dazu stellten Naturschutz- und Forstexperten eine spezielle Samenmischung zusammen, die auf den Boden, die Höhenlage und die Ausrichtung der Hänge des Absamer Vorberges abgestimmt ist. Auf den flächig abgebrannten Latschenfeldern wurde zeitgleich die Wiederherstellung der Schutzwirkung durch Aussaat von Baumsamen wie Birke, Latsche, Mehlbeere, Bergahorn und Spirke eingeleitet. In dem unwegsamen Gelände konnte das Saatgut nur mit dem Hubschrauber ausgebracht werden.

Aufforstungen

Zusätzlich zu den Einsaaten wurden und werden zielgerichtet Aufforstungen durchgeführt. In Anlehnung an die natürliche Waldgesellschaft wurden Baumarten

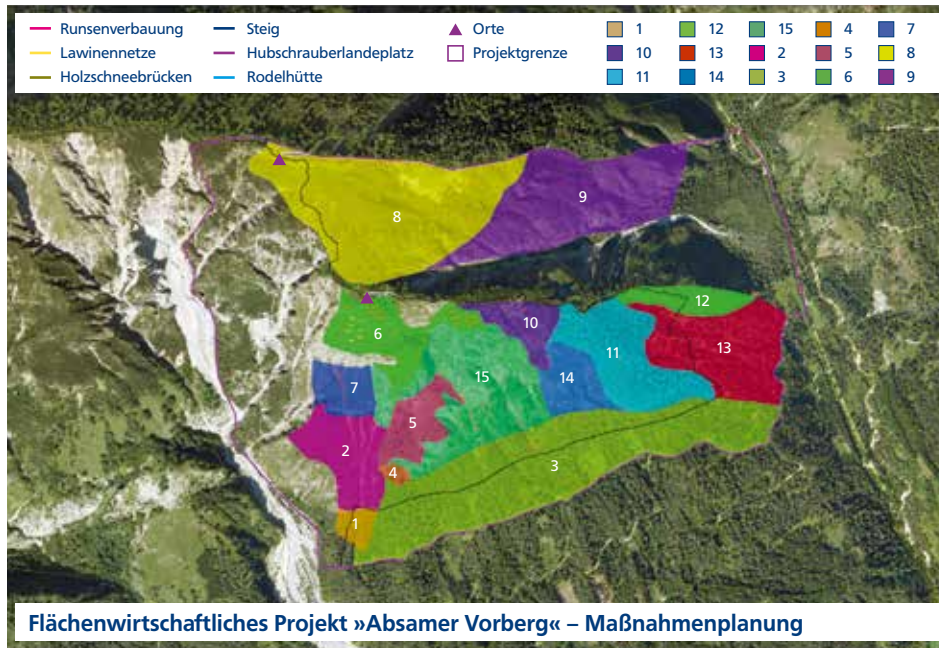


Abbildung 4: Orthofoto mit detailliertem Maßnahmenplan Quelle: FWP Projekt Absamer Vorberg

wie Weißkiefer, Spirke, Bergahorn, Rotbuche, Eberesche, Fichte und Vogelkirsche mit der Hilfe von Freiwilligen gepflanzt. Insgesamt wurden bisher rund 12.500 Bäumchen gesetzt. Die Forstpflanzen kommen von den Tiroler Landeforstgärten und sind der Höhenlage und dem speziellen Standort am Absamer Vorberg angepasst. Zusätzlich wurden die jungen Bäume verflocht und mit Schutzhüllen gegen Wildverbiss geschützt, um ein möglichst gesichertes Aufkommen zu gewährleisten.

Anbruchverbauung mit Stahlschneebrücken

Zur Anbruchverbauung in steileren Bereichen und als Gleitschneeschutz sind Lawinenwerke geplant. Eine Evaluierung des Schädigungsgrades der bestehenden Werke hat gezeigt, dass keines der ehemaligen Stützwerke weiterhin funktionstüchtig ist. Aufgrund des Verlustes von Waldflächen durch den Waldbrand haben sich neue potenzielle Anbruchgebiete gebildet, welche zur Sicherung der Aufforstungsflächen mit Stahlschneebrücken gesichert werden sollen. Die Werkskonstruktion stellt einen vereinfachten Bautyp einer Stahlschneebrücke dar. Es werden dabei die Stütze und der Träger durch einen Dreiecksverband stabilisiert. Die Anpassung an das Gelände erfolgt über einen variablen Druckplattenfuß. Die Druckplatte liegt hangparallel auf. Bergseitig ist ein aufgelöster Anker mit einer Verankerungslänge von 3,0 m (Zuganker) und 2,0 m (Druckanker) geplant. Der Werksreihenabstand wurde auf Basis der Vorgaben gemäß

ONR 24805 mit 16 m (ca. 20 m hangparallel) ermittelt. Bisher wurden rund 850 Laufmeter (lfm) Stahlgleitschneebrücken gebaut.

Gleitschneeböcke

Um die Voraussetzung für das Aufkommen des Jungwuchses zu schaffen, sind in den Aufforstungsflächen mit entsprechender Hangneigung und insbesondere auf exponierten Hängen mit geringer Bodenrauigkeit technische Gleitschneeschutzmaßnahmen einzusetzen. Dabei kommen bisher rund 1.700 Holzgleitschneeböcke zum Einsatz. Die Böcke werden aus Robinienholz hergestellt und sind als Dreibein mit einer Bauhöhe von ca. 1,8 m ausgeführt. Als Bedielung werden ein oder mehrere Rundhölzer verwendet.

Begleitende Forschungsarbeit

Die Forschungsarbeiten nach dem Brand am Absamer Vorberg sind neben einer aktuellen Erfassung des Ereignisses insbesondere auch auf ein langfristiges Monitoring der weiteren Entwicklung ausgerichtet. Als direkte Auswirkung des Brandes kommt der Untersuchung von Mortalität und Regenerationsfähigkeit der einzelnen Gehölzarten große Bedeutung zu. Dieser Forschungsfrage wird in Kooperation mit dem Waldbauinstitut der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) durch Erfassung der Brandintensität und Einflüsse auf die Gehölzvegetation nachgegangen. Die nötigen Geländearbeiten erfolgen dabei im Zusammenhang mit den Erhebungen zur Projektsteuerung des

Flächenwirtschaftlichen Projekts. Neben der direkten Auswirkung des Brandes auf die Gehölzvegetation sollen auch die mittel- bis langfristigen Folgen durch Sekundärschädlinge beobachtet werden. Hierzu trägt auch der Forschungsteil zur qualitativen Beobachtung der Insekten-Sukzession mit Schwerpunkt auf Käfer bei. Dieser wurde in Zusammenarbeit mit dem Alpenpark Karwendel und dem Tiroler Landesmuseum begonnen und soll auch in Zukunft weitergeführt werden. Wie viele große Brandereignisse der Vergangenheit nahelegen, hängen Richtung und Geschwindigkeit der Regeneration stark von der nachfolgenden Bodenerosion ab. Hierin liegt ein weiterer Schwerpunkt der Forschungsarbeiten. Zur detaillierten Dokumentation des Ausgangszustandes nach dem Brand wurden in Kooperation mit dem Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) durch eine zeitnahe Befliegung ein hochauflösendes Orthofoto und ein Geländemodell angefertigt. Neben der Erfassung des Schadensausmaßes kann durch Wiederholungsaufnahmen eine langfristige objektive Beurteilung der Entwicklung der Fläche durchgeführt werden.

Weitere Informationen zum Thema finden Sie unter:
www.die-wildbach.at

Keywords: Torrent control, WLV, forest service Tyrol, protection forest, forest fire at the Mahdkopf, community Absam, FWP project, avalanche control, reforestation

Summary: The very good cooperation between torrent control of the Federal Government (WLV) and the forestry service Tyrol is noticeable on many levels. Not only in the planning of measures against natural hazards and their implementation in the nature, but also in efficient administrative processing. Two flagship projects should represent this efficient cooperation: Since ten years the »Wildbachbetreuung Tirol« is established as a cornerstone of natural risk prevention. The distribution of tasks on multiple federal, State and municipal institutions is known by everybody and quickly by the unified WEB application, which regulates the work processes. As a practical example of good cooperation between the WLV authority and the forestry service Tyrol is the project »Absamer Vorberg«. Triggered by one of the mayor wild fires in Tyrol, in the village of Absam a joint project was elaborated and implemented the measures for the reconstruction of protection forest.

Sicherung der Schutzfunktionen durch nachhaltige Waldbewirtschaftung im Hochgebirge

Daniel Müller

Schlüsselwörter: Hochwasserschutz, Bergwald, Schutzfunktionen, Humus-Nachhaltigkeit, Jagd

Zusammenfassung: Hochwasserschutz fängt im Bergwald an. Intakte Humusvorräte speichern große Wassermengen bei Starkregenereignissen. Aufgrund der dominierenden Flächenanteile im Hochgebirge tragen die Bayerischen Staatsforsten eine große Verantwortung für die nachhaltige Pflege der Humusvorräte und damit für die Schutzfähigkeit der Bergwälder. Dies gilt umso mehr, als durch die Klimaerwärmung der Humusabbau beschleunigt wird. Humusakkumulation findet dort statt, wo Laub, Nadeln und Totholz langsam verrotten können, ohne dass zu viel Sonne den Boden erwärmt. Ausreichende Vorauserziehung soll vermeiden, dass es nach Kalamitäten zu Kahlflecken und zu einem sofort einsetzenden starken Humusschwund kommt. Dazu sind die Schalenwildbestände so zu regulieren, dass sich auch die verbissempfindliche Tanne großflächig in ausreichender Zahl verjüngen kann. Gleichzeitig muss der Holzvorrat auf etwa 300 bis 400 Efm/ha begrenzt werden, damit immer ausreichend Licht und Wärme für die Entwicklung der Verjüngung zur Verfügung steht. Grundlage für eine zielführende Jagd und Holznutzung ist die gesellschaftliche Akzeptanz dafür. Dies gilt auch für eine ausreichende Erschließung, ohne die weder Jagd noch Vorratsbegrenzung möglich sind. Intakte klimatolerante und stabile Bergmischwälder mit ausreichend hohen Tannenanteilen sichern die Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktionen am besten. Die Erfüllung der Schutzfunktionen hängt direkt vom Humus und indirekt von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab!

Die Bayerischen Staatsforsten im Hochgebirge

Aufgrund ihrer Flächenausstattung tragen die Bayerischen Staatsforsten (BaySF) eine große Verantwortung für die Schutzwälder in den Bayerischen Alpen. Insgesamt werden etwa 808.000 ha Staatswaldflächen von den Bayerischen Staatsforsten betreut (BaySF 2016). Davon liegen etwa 196.000 ha bzw. 24 % im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen einschließlich der Saalforsten (Abbildung 1).

Von den BaySF-Hochgebirgsflächen sind etwa 159.000 ha Wald im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes (Art. 2 BayWaldG). Davon sind zwei Drittel Schutzwald. Werden die etwa 14.000 ha Latschenflächen abgezogen, verbleiben etwa 143.000 ha Holzbodenfläche. Hiervon ist nach den aktuellen Forsteinrichtungen lediglich auf etwa einem Drittel Holznutzung vorgesehen. Etwa 66 % der Holzbodenfläche im Hochgebirge befindet sich mittel- bis langfristig in Hiebsruhe (Abbildung 2).

Die aktuelle Baumartenverteilung zeigt die Dominanz der Fichte mit einem Anteil von 60 %, gefolgt von der Buche mit 19 %. Das Edellaubholz (insbesondere Bergahorn und Esche) und die Tanne haben mit jeweils 7 % noch eine besondere Bedeutung (Abbildung 3b). Betrachtet man die Verteilung der Anteile der Bergmischwald-Baumarten Fichte, Tanne und Buche an den einzelnen Altersklassen, so fällt auf, dass die natürlich mit etwa 20 % beteiligte Tanne historisch unterschiedlich stark gelitten hat. In den über 141 Jahre

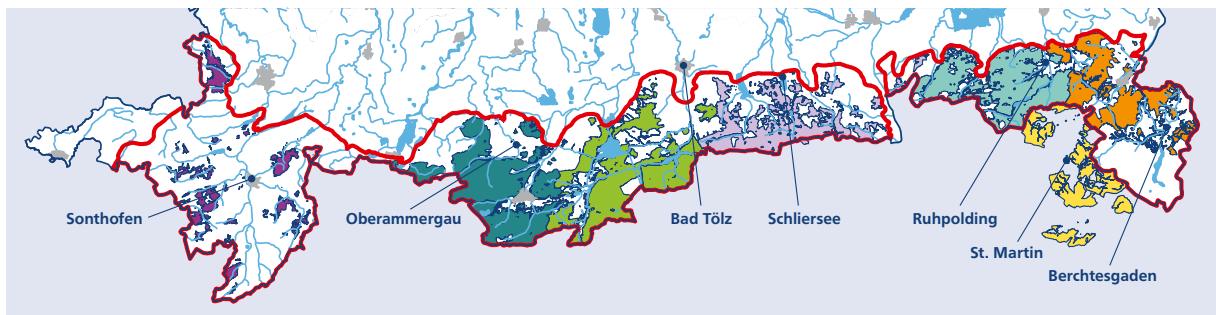


Abbildung 1: Karte des Bayerischen Staatswaldes im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen einschließlich der in Österreich liegenden Flächen der Saalforsten. Die unterschiedlichen Farben zeigen die Flächen der einzelnen Forstbetriebe, die mit den jeweiligen Ortsnamen eingezeichnet sind. Quelle: Neft 2015

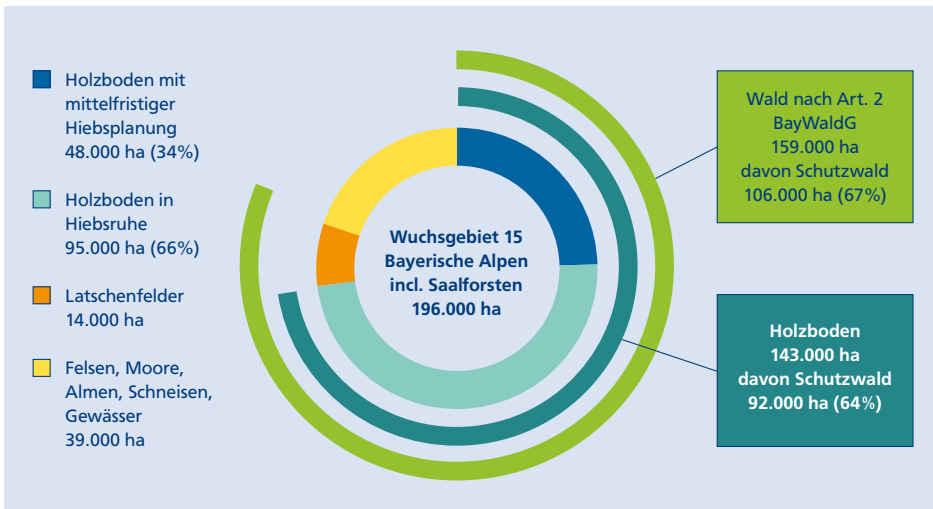


Abbildung 2: Aufteilung der im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen einschließlich der Saalforsten liegenden Flächen.

Quelle: Neft 2015

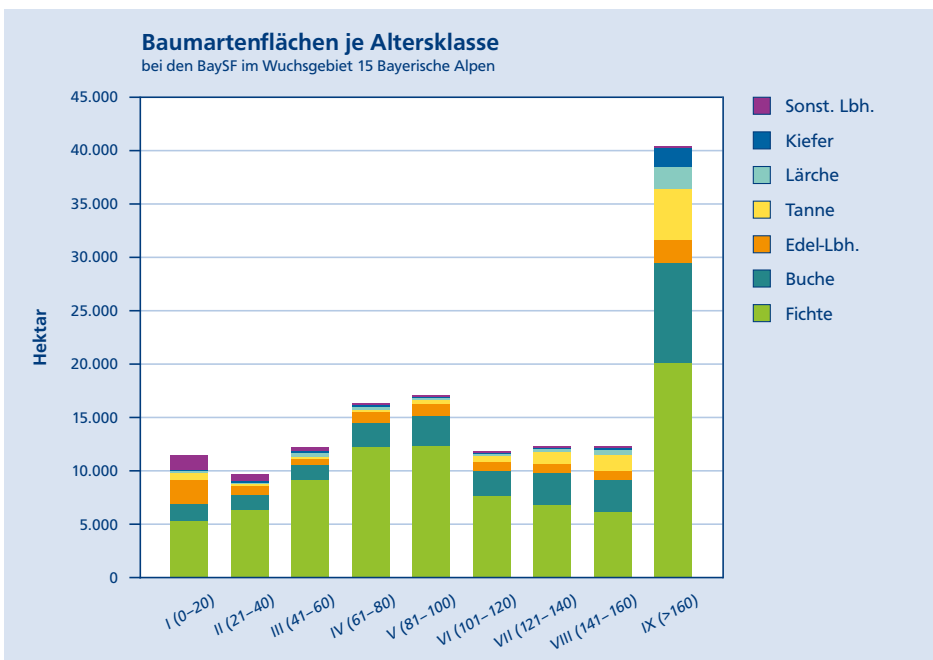


Abbildung 3a (links) und 3b (unten): Baumartenflächen und Baumartenanteile je Altersklasse bei den BaySF im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen einschließlich der in den Saalforsten liegenden Flächen.

Quelle: Neft 2015, verändert

alten Beständen ist die Tanne noch mit 12% vertreten (Abbildung 3a). In der Altersspanne zwischen 41 und 80 Jahren sinkt ihr Anteil auf unter 1%! Im weiter gefassten Altersbereich von 21 bis 100 Jahren ist die Tanne mit 1% an der Waldzusammensetzung beteiligt. Erst die um 1985 beginnenden Bemühungen, angepasste Schalenwildbestände zu schaffen, haben den Tannenanteil in den bis 20-jährigen Beständen wieder auf 6% ansteigen lassen. Diese Erfolge sind angesichts der großen Bedeutung, die höhere Tannenanteile für den Schutzwald haben, jedoch noch unzureichend.

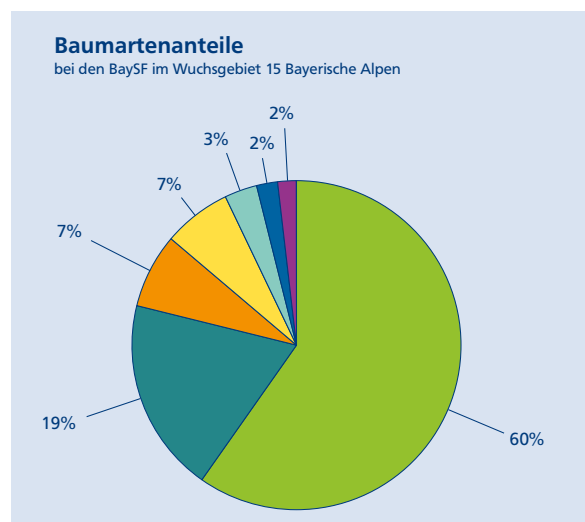




Abbildung 4: Bergmischwald mit üppiger Tannennaturverjüngung bei den Bayerischen Staatsforsten am Forstbetrieb Berchtesgaden. In der Mitte von links Förster Johann Huber und Forsteinrichter Stefan Breit. Foto: D. Müller 2013

Die Baumartenanteile des Forstbetriebs Berchtesgaden im Hochgebirge sind denen des gesamten Staatswaldes im Hochgebirge ähnlich. Allerdings ist der Tannenanteil in den älteren Beständen Berchtesgadens aufgrund der Jahrhunderte dauernden Salinenwirtschaft sehr viel geringer, jedoch in der jüngsten Altersklasse aufgrund konsequenter Anpassung der Schalenwildbestände deutlich höher als im Durchschnitt des BaySF-Hochgebirges (BaySF 2008).

Ziele und Grundsätze der Bergwaldbewirtschaftung bei den Bayerischen Staatsforsten

Zielsetzung ist die Erhaltung und Schaffung möglichst klimatoleranter, standortgemäßer naturnaher und gemischter Wälder. Im Rahmen der »Tannenoffensive« soll der Anteil der klimatoleranten Zukunftsbaumart Weißtanne im Bergwald in den nächsten Jahrzehnten auf deutlich über 10% gesteigert werden (Neumeyer, Neft und Faltl 2018).

Bei der Umsetzung der Ziele sind insbesondere nachfolgende *Grundsätze* zu beachten (BaySF 2018):

- Der Erhaltung und Verbesserung der Schutzfunktionen des Bergwaldes wird im Zweifel stets Vorrang vor allen anderen Anforderungen eingeräumt.
- Die Bergwaldbewirtschaftung ist darauf ausgerichtet, die Waldböden in ihrer Leistungsfähigkeit, Produktionskraft und Schutzwirkung ungeschmälert

zu erhalten oder zu verbessern. Vor allem auf flachgründigen Standorten liegt das Hauptaugenmerk auf dem Humus.

- Den im Klimawandel steigenden Risiken für den Bergwald und seine vielfältigen Funktionen wird durch die Erhaltung und Schaffung vor allem standortgemäßer naturnaher Bergmischwälder (Abbildung 4) begegnet.
- Durch regelmäßige moderate Eingriffe werden die Holzvorräte im Bergwald auf einem optimalen Niveau gehalten, sodass der angestrebte Strukturreichtum und eine laufende Verjüngung erreicht werden.
- Im Bergwald wird dauerhaft zielgemäß gemischte Verjüngung auf möglichst großer Fläche angestrebt, um die Schutzfunktionen zu sichern und die waldbaulichen Ziele zu erreichen.
- Die Bejagung von Rot-, Gams- und Rehwild im Bergwald stellt sicher, dass die natürliche Verjüngung standortgemäßer gemischter Altbestände sowie die Pflanzung oder Saat von Hauptbaumarten im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen möglich ist.

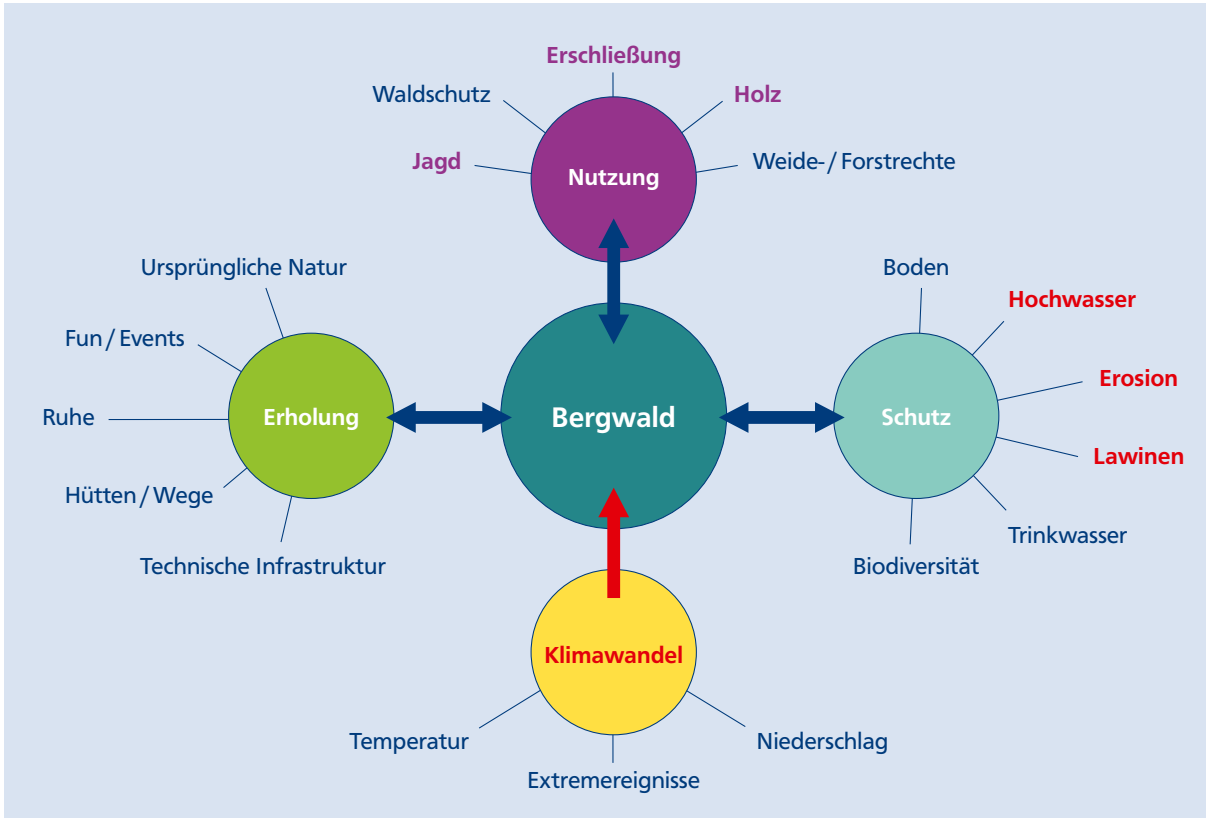


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung gesellschaftlicher Ansprüche an den Bergwald sowie physikalisch und biologische Rahmenbedingungen. Quelle: Neft 2015, verändert

Allgemeine Herausforderungen

Die Umsetzung der vorgenannten Ziele, insbesondere die Schaffung möglichst klimatoleranter, standortgemäßer naturnaher und gemischter Wälder mit einem höheren Tannenanteil wird im Bergwald durch zahlreiche gesellschaftliche Ansprüche, die häufig miteinander konkurrieren oder sich sogar ausschließen, erschwert (Abbildung 5). Dabei haben anspruchstellende Personen oder Gruppen häufig wenig Verständnis für die Belange der Gegenseite bzw. für die physikalischen und biologischen Rahmenbedingungen in der Natur.

Bedeutung der Humus-Nachhaltigkeit für den Hochwasserschutz

Im Januar 2007 verursachte der Orkan Kyrill etwa 300 ha Kahlflecken im Schutzwald des Forstbetriebs Berchtesgaden. Da meist unerschlossene Altbestände in einer Höhenlage von etwa 1.300 m bis 1.700 m über NN mit einem Vorrat von etwa 600 Efm/ha flächig

geworfen bzw. gebrochen wurden, gab es kaum Verjüngungspflanzen auf den Kahlflecken. Diese Situation wurde im Lattengebirge für Forschungsvorhaben genutzt, um unter anderem den Stoffhaushalt auf frischen Kahlflecken zu untersuchen. Dabei rückte der Humus in den Fokus.

Die negativen Folgen eines raschen Humusabbaus auf Kahlflecken beschreiben Kohlpaintner und Göttlein (2009). Unter Sturmwurflecken steigt das Nitrat im Sickerwasser mit zunehmender Mächtigkeit der Humusauflage deutlich an (Abbildung 6), während unter intaktem Wald – unabhängig von der Mächtigkeit der Humusauflage – nur sehr wenig Nitrat ins Sickerwasser gelangt.

Ein weiteres Forschungsprojekt (Göttlein, Katzensteiner und Rothe 2014) belegt die rasche Degradation der Humusauflage auf Kahlflecken. In den ersten Jahren nach Sturmwurf werden auf Kahlflecken – insbesondere auf Standorten mit Tangelhumus über Fels aber auch bei flachgründigem Humus über Fels – große Mengen des limitierenden Nährelements Kalium ausgewaschen.

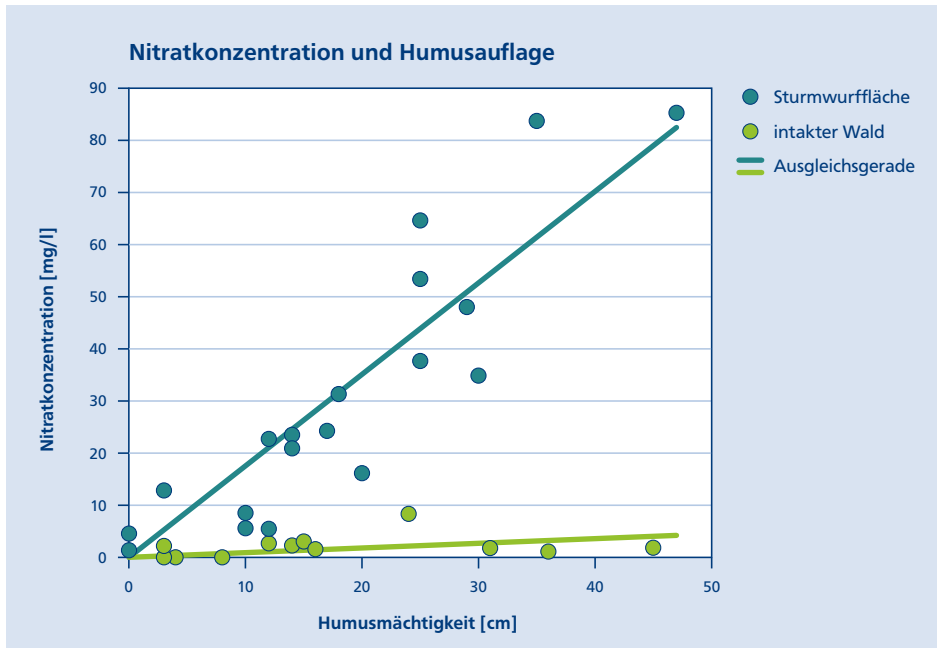


Abbildung 6: Nitratkonzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit von der Humusmächtigkeit auf einer Sturmwurffläche bzw. in einem intakten Wald.

Quelle: Kohlpaintner u. Göttlein 2009

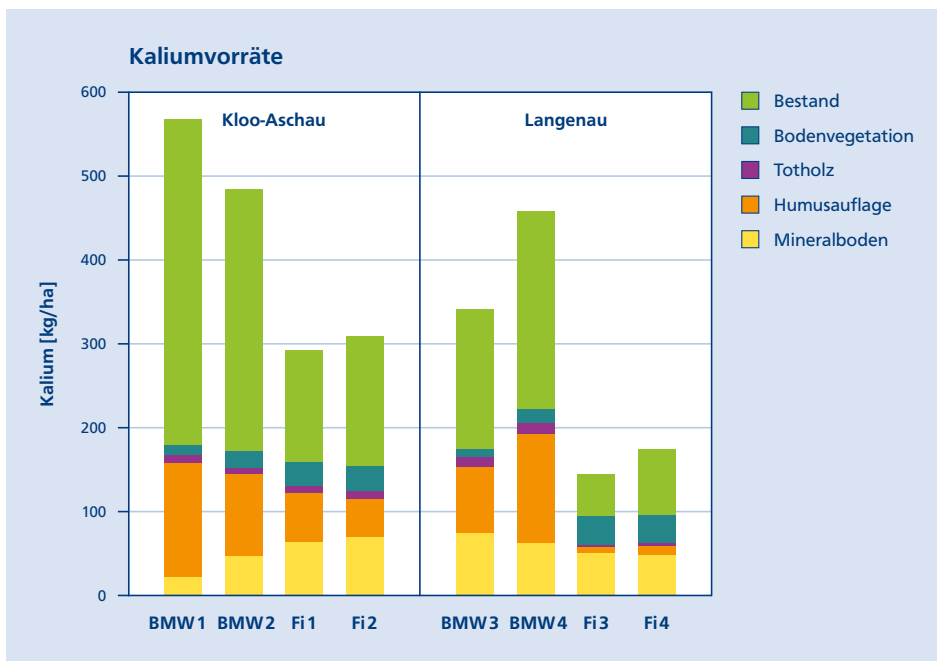


Abbildung 7: Kaliumvorräte in verschiedenen Bergmischwald- (BMW) und z. T. humusarmen Fichten-Beständen (Fi).

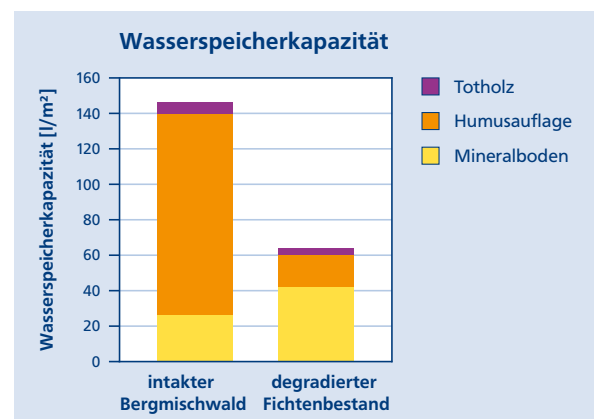
Quelle: Baier, Wilnhammer u. Göttlein 2016

Abbildung 8: Wasserspeicherkapazität in intakten Bergmischwald- und in degradierten Fichten-Beständen.

Quelle: Wilnhammer, Baier u. Göttlein 2011

Andere Forschungsarbeiten (Baier, Wilnhammer und Göttlein 2016) zeigen, dass die Nährstoffsituation in intakten Bergmischwäldern auch aufgrund der höheren Humusvorräte deutlich besser ist als in humusarmen Fichtenbeständen (Abbildung 7).

In einer früheren Arbeit (Wilnhammer, Baier und Göttlein 2011) wird deutlich, dass die Wasserspeicherkapazität in intakten Bergmischwäldern aufgrund der höheren Humusvorräte etwa doppelt so hoch ist als in humusarmen Fichtenbeständen (Abbildung 8).



All diese Erkenntnisse belegen die entscheidende Bedeutung der Humuspflge für die nachhaltige Sicherung der Schutzfunktionen im Bergwald, insbesondere für die Wasserspeicherung nach Starkregenereignissen. Vor dem Hintergrund der erwarteten Zunahme von Starkregenereignissen wäre es von Vorteil, wenn die Humusvorräte ansteigen. Das Gegenteil scheint aber der Fall zu sein. Der auf den meisten Bodendauerbeobachtungsflächen im bayerischen Alpenraum und auf den Untersuchungsflächen im Berchtesgadener Land festgestellte Rückgang der Humusvorräte scheint wesentlich mit der bisherigen Klimaerwärmung zusammenzuhängen (Prietzl und Christophel 2013). Mit weiter steigenden Temperaturen nimmt daher die Herausforderung einer Humus-Nachhaltigkeit zu.

Sicherung der Humus-Nachhaltigkeit als komplexe Herausforderung

Zur Sicherung optimaler Humusvorräte muss die Humusakkumulation gefördert und der Humusabbau vermieden werden. Entscheidend ist die Verjüngung, damit in den nachfolgenden Stadien viel Laub, Nadeln und Totholz verrotten und sich Humus anreichern kann. Bei angepassten Schalenwildbeständen können sich dort, wo entsprechende Samenbäume vorhanden sind, auch auf Standorten mit geringen Humusaufgaben alle Baumarten des Bergmischwaldes einschließlich der besonders verbissempfindlichen Tanne natürlich verjüngen. Parallel zur Entwicklung der Verjüngung kann sich innerhalb weniger Jahrzehnte der Humusvorrat wieder deutlich erhöhen (Prietzl und Ammer 2008). Im Fall von Kalamitäten verhindern vorhandene Verjüngungspflanzen, dass zu viel Wärme den ungeschützten Humus gefährdet. Zusammengefasst wurden hier die wesentlichen biologisch physikalischen Zusammenhänge. Entscheidend für den Erfolg sind aber die jagdlichen und jagdrechtlichen Rahmenbedingungen, die wiederum von der gesellschaftlichen Akzeptanz abhängen.

Erlaubt ein geringer Schalenwildverbiss die erfolgreiche Verjüngung aller Bergmischwald-Baumarten, müssen großflächig die Licht- und Wärmeverhältnisse hergestellt werden, die den Bedürfnissen der jungen Forstpflanzen entsprechen. Erfahrungen zeigen, dass sich die Verjüngung bei einem Holzvorrat von etwa 300 bis 400 Efm/ha am besten entwickelt. Selbstverständlich muss zum Teil kleinflächig den individuellen Lichtansprüchen der einzelnen Baumarten Rechnung getragen werden. Die Begrenzung des Vorrats auf eine

verjüngungsfreundliche Höhe bedarf der gesellschaftlichen Akzeptanz für das Fällen von Bäumen. Zudem ist eine gesellschaftliche Zustimmung für den Bau und den Unterhalt von Forststraßen im unerlässlichen Umfang notwendig.

Durch die vorbildliche Umsetzung der walddesetzlichen Aufgaben und eine aktive Kommunikation versuchen die Bayerischen Staatsforsten, den Herausforderungen sich ständig verändernder gesellschaftlicher Ansprüche gerecht zu werden. Gelingt dies nicht, lassen sich keine intakten, klimatoleranten und stabilen Bergmischwälder mit ausreichend hohen Tannenanteilen schaffen und erhalten. Ohne eine ausreichende Akzeptanz in wesentlichen Teilen der Gesellschaft lassen sich weder Humus-Nachhaltigkeit noch die walddesetzlich geforderten Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktionen sichern.

Literatur

- Baier, R.; Wilnhammer, M.; Göttlein, A. (2016): Ohne Humus geht's bergab. LWF aktuell 111, S. 42–45
- Bayerische Staatsforsten (2008): Forstbetrieb Berchtesgaden Bayerische Staatsforsten. Operat zum 1. Juli 2008, S. 19
- Bayerische Staatsforsten (2016): Jahresbericht 2016. Der Jahresbericht für das Geschäftsjahr 2016 (1.7.2015–30.6.2016), S. 2
- Bayerische Staatsforsten (2018): Grundsätze für die Waldbewirtschaftung im Hochgebirge. Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten, S. 5–6
- Göttlein, A.; Katzensteiner, K.; Rothe, A. (2014): Standortsicherung im Kalkalpin – SicALP. Forstliche Forschungsberichte München 212, S. 40–66
- Kohlpaintner, M.; Göttlein, A. (2009): Mit dem Wald verschwindet der Humus. LWF aktuell 71, S. 22–24
- Neft, R. (2015): Präsentation im Bayerischen Landtag. Expertenanhörung »Maßnahmen zum Schutz des Bergwaldes«, S. 4
- Neumeyer, M.; Neft, R.; Falzl, W. (2018): Vorwort zu den Grundsätzen für die Waldbewirtschaftung im Hochgebirge. Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten, S. 3–5
- Prietzl, J.; Ammer, C. (2008): Montane Bergmischwälder der Bayerischen Kalkalpen: Reduktion der Schalenwildichte steigert nicht nur den Verjüngungserfolg, sondern auch die Bodenfruchtbarkeit. Allg. Forst- und Jagdzeitung 179, S. 104–112
- Prietzl, J.; Christophel, D. (2013): Humusschwund in Waldböden der Alpen – Die vermutliche Auswirkung des Klimawandels ist eine große Herausforderung für die nachhaltige Forstwirtschaft. LWF aktuell 97, S. 44–47

Wilnhammer, M.; Baier, R.; Göttlein, A. (2011): Standortsdegradation im Kalkalpin. AFZ – Der Wald 22, S. 13–15

Keywords: Flood protection, mountain forest, protection functions, humus sustainability, hunting

Summary: Flood protection begins in the mountain forest. Stable humus supplies store large amounts of water during heavy rainfall events. Due to the dominant proportion of areas in the high mountains, the Bavarian State Forest Enterprise has a great responsibility for the sustainable care of the humus supplies and for the protection functions of mountain forests. Even more as the global warming accelerates the decomposition of humus. Humus accumulation takes place where leaves, needles and deadwood can slowly rot. Pre-regeneration avoids humus decomposition after calamities like wind throw. Therefore, hoofed game stocks are to be regulated so that even silver fir can regenerate in sufficient numbers. At the same time, the growing stock has to be limited to about 300 to 400 volume meter of timber harvested/ha, so that there is always enough light and heat for the development of the regeneration. The basis for a target-aimed hunting and utilization of wood is the social acceptance for it. This extends to a sufficient opening up of the forest areas, without which neither hunting nor growing stock limitation is possible. Intact, climate-tolerant and stable mixed mountain forest stands with sufficiently proportions of silver fir secure the protection, utility and recreational functions. The delivery of the protection functions depends directly on the humus and indirectly on the social conditions!

Schutzwaldsanierung – ein Beitrag zum Hochwasserschutz

Franz Binder und Sebastian Höllerl

Schlüsselwörter: Hochwasser, Wildbacheinzugsgebiet, Hochwasserschutzfunktion des Bergwaldes, Schutzwaldsanierung

Zusammenfassung: Hochwasser sind natürliche Ereignisse in allen unseren Naturräumen zu allen Zeiten. Für den Schutz vor Hochwasser ist die Landnutzungsform von entscheidender Bedeutung. Wald ist hierbei die wasserwirtschaftlich wichtigste Vegetationsform. Seine positive Wirkung auf das Hochwassergeschehen entfaltet sich vor allem in kleinen und mittleren Wildbacheinzugsgebieten. Die Hochwasserschutzfunktion wird am besten von einem gestuften, gemischten Bergwald mit ausreichend Verjüngung erfüllt. Wo dieser Bergwald in seiner Funktion gestört ist, gilt es diese wieder herzustellen. Dies ist Aufgabe der Schutzwaldsanierung.

Die Bedeutung des Bergwaldes zum Schutz vor alpinen Naturkatastrophen ist unbestritten. Vor allen anderen Abwehrstrategien steht daher die Erhaltung der Schutzwälder im Mittelpunkt der menschlichen Gefahrenvorsorge (Interpraevent 2009). So richteten bereits zwischen 1860 und 1880 alle Alpenstaaten Institutionen ein, deren Aufgabe die Wildbach- und Lawinerverbauungen, die Sicherung besonders instabiler Hangbereiche und vor allem großflächige Wiederaufforstungen sind und die im Wesentlichen bis heute bestehen (Bätzel 2015). In Bayern wurden im Jahre 1872 die Straßen und Flussbauämter gegründet, denen die Wildbachverbauung in ihren Aufgabenbereich zugewiesen wurde. 1902 wurden mit den Sektionen für Wildbachverbauung in Rosenheim und Kempten eigene Behörden geschaffen. Nach StMUV (2015) war ihre Aufgabe die Sanierung der Wildbacheinzugsgebiete und der Schutzwälder. Ziel war Abfluss und Geschiebeführung auf ein natürliches Maß zurückzuführen. Die Wildbachsektionen Rosenheim und Kempten wurden 1953 aufgelöst. Die Aufgaben der Wildbachverbauung erfüllen seither die jeweiligen Wasserwirtschaftsämter. Im Jahre 1972 wurde das erste »10-Jahresprogramm Wildbachverbauung« aufgelegt. Eines der Hauptziele war, »... den Wald als die wasserwirtschaftlich wichtigste Vegeta-

tionsform zu möglichst großer flächiger Ausdehnung zu führen« (StMUV 2015).

Im Jahre 1985 wurden vom Freistaat Bayern im Rahmen eines Sonderprogramms zur schnellen Sanierung von gefährdeten Schutzwäldern im Alpenbereich und in anderen Regionen, die durch das Waldsterben in besonderer Weise betroffen oder gefährdet waren, Gelder bereitgestellt, um Schutzwälder im Alpenbereich, die durch das Waldsterben in besonderer Weise betroffen waren, schnell zu sanieren. Verantwortlich für die Sanierung der Wälder, die ihre Schutzfunktionen vor alpinen Naturgefahren, unter anderem den Schutz vor Hochwasser, nicht mehr erfüllen, sind seit 1989 die Fachstellen für Schutzwaldsanierung (heute: Fachstellen Schutzwaldmanagement) (Binder 2016).

Während die Bedeutung des Schutzwaldes zum Schutz vor Lawinen, Steinschlag und Muren nie in Zweifel gezogen wurde, wurde die Bedeutung des Bergwaldes als Schutz vor Hochwasser weltweit lange Zeit kontrovers diskutiert. Lull et al. (1972) haben dies wie folgt zum Ausdruck gebracht: »... die einen behaupteten, dass der Wald überhaupt keine positive Wirkung hätte, die anderen waren sich sicher, dass eine ordnungsgemäße Waldwirtschaft eine Lösung für das ganze Flutproblem darstellt. Die Positionen wurden mit Vehemenz gehalten, obgleich es einen Mangel an Wissen gab, gab es keinen Mangel an Argumenten«.

Heute ist diese Diskussion zwischen den zuständigen Fachleuten ausgeräumt: Im Rahmen der drei Säulen des Hochwasserschutzes technischer Hochwasserschutz, Hochwasservorsorge und natürlicher Rückhalt in der Fläche (StMUV 2014) spielt der Wald eine wichtige Rolle. Entscheidend ist dabei, das natürliche Retentionsvermögen auf der Landoberfläche und im Gewässer zu erhöhen, um den Oberflächenabfluss zu dämpfen. Hierbei ist der Wald – »bei einem gegebenen Bodentyp- unter allen Landnutzungsformen in der Regel derjenige mit der größten Wirkung auf den Wasserhaushalt« (Zürcher et al. 2010). Das StMUV (2014) erwähnt daher die Schutzwaldsanierung als eine mögliche Maßnahme und Beitrag zum Hochwasserschutz im Handlungsfeld natürlicher Rückhalt und zieht eine

Bilanz durchgeführter Maßnahmen. Hierbei wird unter anderem die Schutzwaldsanierung in Wildbacheinzugsgebieten aufgeführt. Wieso die Schutzwaldsanierung eine wichtige Rolle im Hochwasserschutz besitzt, soll im Folgenden dargestellt werden.

Fazit: Wald ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht die wichtigste Vegetationsform, um Hochwasser vorzubeugen.

Hochwasser früher, heute und in Zukunft

Nach Herget (2012) bezeichnet man als Hochwasser Wasserstände bzw. Abflüsse, die über einen festzulegenden Schwellenwert liegen. Hochwasser weisen eine Ganglinie auf. Sie ist die Darstellung von beobachteten oder berechneten Abflüssen für einen Pegelort in der Abfolge ihres zeitlichen Auftretens. Ausgehend von einem Grundwasserabfluss (Basisabfluss) beginnt der Abfluss mit Einsetzen des Hochwassers anzusteigen. Der maximale Wert des Abflusses wird Scheitel- oder Spitzenabfluss genannt (Herget 2012). Hochwasser gehören zu den häufigsten Naturereignissen und sind Teil des natürlichen Wasserkreislaufes. Sie sind ständiger Begleiter in allen unseren Naturräumen zu allen Zeiten (Herget 2012). Die witterungsklimatischen Ursachen der Hochwasser lassen sich nach Regen (Starkregen, Dauerregen), Schneeschmelze, Eisgang sowie Regen auf Schnee unterscheiden (Glaser 2008).

Einzelne historische Hochwasserereignisse haben Berühmtheit erlangt aufgrund ihrer extremen Wasserstände und weil sie nachhaltigen Schaden mit sich brachten. Bekannt ist die wiederholt als Jahrtausendflut bezeichnete »Magdalenenflut« von 1342 (u. a. Glaser 2008; Herget 2012). Nach Deutsch et al. (2010) zitiert nach Glaser (2008) lassen sich ab 1500 für Mitteleuropa vier Zeiträume erhöhter Hochwasserhäufigkeiten ausmachen: 1540–1600, 1640–1700, 1730–1790 sowie 1790–1840. Er wertet die Ergebnisse der Hochwasserchronologien aus und kommt zum Ergebnis, dass bei extremen und großräumigen Ereignissen die Landnutzung und die Umgestaltung der Flussläufe keine Rolle mehr spielt. Bei mittleren Ereignissen nimmt jedoch der Einfluss der Landnutzung zu, indem sie zwar Hochwasser nicht verhindern, aber seine Spitze dämpfen kann. Anders bei kleinräumigen Ereignissen: hier hat die Landnutzung einen großen Einfluss auf die Hochwassergestaltung und die Hochwasserschutzfunktion des Waldes kommt voll zur Geltung. So hat nach den Ergebnissen einer Literaturstudie von Wehrli

et al. (2013) der Wald Einfluss auf das Hochwassergeschehen und auf den Feststoffhaushalt, vor allem in kleinen und mittleren Einzugsgebieten. Bätzing (2015) betrachtet die extremen Niederschläge mit Muren und Hochwasser in den Alpen in den letzten 160 Jahren. Demnach waren Katastrophen im Zeitraum 1904 bis 1987 relativ selten, und er stellt erst in jüngerer Zeit, das heißt ab 1987, wieder eine verstärkte Häufung fest. Dies dürfte nach Bätzing (2015) Ausdruck einer Klimaänderung sein. Damit spricht er eine Vermutung aus, die von anderen Wissenschaftlern geteilt wird. Als mögliche Folge des Klimawandels für die Naturgefahr Hochwasser wird eine steigende Hochwassergefahr in Mitteleuropa mit besonderer Gefährdung des Alpenraums (Zebisch et al. [2005] zitiert nach Glaser 2008) sowie eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen gesehen (Interpraevent 2009; IPCC 2014; Kunz et al. 2017).

Die Bayerischen Alpen teilen sich in viele unterschiedlich kleine und mittlere Wildbacheinzugsgebiete auf. Vor allem in diesen Gebieten entfaltet der Wald nach Wehrli et al. (2013) bei Niederschlagsereignissen seine positive Wirkung auf die Hochwasserentstehung. Das gilt insbesondere bei kurzfristig auftretenden Starkregenereignissen. Siedlungen und Infrastruktur im Einzugsbereich von Wildbächen erfahren dadurch einen Schutz vor Hochwasser und Vermurungen. Die Wildbäche im Alpenraum speisen in der Regel aber auch direkt oder indirekt die Zuflüsse zur Donau wie zum Beispiel Lech und Inn und tragen damit zum Hochwasser der Donau bei. Niederschläge, die in den Wildbacheinzugsgebieten zurückgehalten werden, mindern damit den potentiellen Hochwasserscheitel in der Donau und verringern die Überschwemmungsgefahr. Daher sind in Wildbacheinzugsgebieten »die Bergwälder entsprechend ihrer Eigenart, Zusammensetzung und Biomassenkompartimentierung von eminenter Bedeutung« und daher der beste Hochwasserschutz (Bätzing 2015). Aus diesem Grund spielt die Schutzwaldsanierung auf Ebene von Einzugsgebieten mit häufig ausufernden Wildbächen und oft hochwasserführenden Flüssen eine wichtige Rolle, da hier durch die Sanierung das Abflussgeschehen positiv beeinflusst werden kann. In erster Linie sind das in den beschriebenen Wildbacheinzugsgebieten alle über 15° geneigten größeren Waldflächen (BayStMELF 1977). Demnach besitzen ca. 44.000 ha Wald bzw. rund 28 % des ausgewiesenen Schutzwaldes im bayerischen Alpenraum Schutzfunktion vor Hochwasser. Der Beitrag zum Hochwasserschutz durch Sanierung von Schutzwäldern wird im bayerischen Alpenraum aufgrund der

vorhergesagten Klimaänderungen mit einer vorhergesagten Zunahme von lokalen Starkniederschlagsereignissen in Zukunft noch deutlich an Gewicht gewinnen.

Fazit: Schutzwaldsanierungsmaßnahmen zum Schutz vor Hochwasser konzentrieren sich auf Einzugsgebiete mit häufig ausufernden Wildbächen und oft hochwasserführenden Flüssen und tragen hier zum Schutz der Siedlungen vor Hochwasser und Vermurungen bei.

Beitrag des Waldes zum Hochwasserschutz

»Eine Hauptaufgabe des Waldes im Gebirge besteht im Schutz vor Hochwasserkatastrophen durch Niederschlagszurückhaltung und in der gefahrlosen Ableitung von Starkniederschlägen sowie durch die weitgehende Verhinderung der wasserbedingten Erosion zur Vermeidung von Schäden« (Mayer et al. 1991).

Die Entstehung von Hochwasser ist von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Suda (1989) hat dies sehr anschaulich in seinem Hochwasserabflussmodell dargestellt. Neben der Wassereinzugsgebietsgröße ist vor allem die Landnutzungsform von entscheidender

Bedeutung. Lull et al. (1972) haben den Einfluss des Waldes auf Hochwasserspitzen in verschiedenen Wassereinzugsgebieten im Osten der USA untersucht. In ihren untersuchten Einzugsgebieten ging die Erhöhung des Bewaldungsprozentes mit einer deutlichen Reduktion der Hochwasserspitzen einher (Tabelle 1). Nach Englisch (2016) gehen die meisten Autoren, die sich mit der Frage Reduktion der Hochwasserspitzen beschäftigt haben, von Werten zwischen 5 und 30 % aus. Rieger (2012) modellierte für das Einzugsgebiet der Windach in Bayern eine Scheitelminderung von ca. 17 % für ein 10-jährliches Hochwasserereignis für seine Extremvariante 100 % Waldfläche. Dies bedeutet, dass mit Zunahme des Bewaldungsprozentes in einem Wildbacheinzugsgebiet der natürliche Rückhalt von Niederschlägen in der Fläche zunimmt und der Beitrag des Waldes zum Hochwasserschutz steigt. Ursachen sind die höhere Interzeptionsleistung des Waldes gegenüber anderen Landnutzungsformen sowie die höhere Verdunstungsfähigkeit von Wald und Erschließung des Bodenspeichers durch tieferes Wurzelauftreten (DWA 2015). Bei gleichen witterungsbedingten Vorbedingungen sind daher die freien Porenanteile in Waldböden höher als in Nichtwaldböden. Damit besitzen die Waldböden in der Regel ein



Abbildung 1: Wald hält den Boden fest. Wo Bäume fehlen, dominiert nackter Fels Foto: F. Binder

Wassereinzugsgebiet	Gebiet [ha]	Landnutzung im Einzugsgebiet		Einfluss auf Hochwasserspitze
		vor Behandlung	nach Behandlung	
Shackham Brook	811	25% Laubwald, 1% Nadelwald, 74% Weide u. Ackerfläche	27% Laubwald, 57% Nadelwald, 16% Weide u. Ackerfläche	Von 1939 bis 1957; Reduktion um 41%, von 66% im November bis 16% im April
White Hollow Watershed	694	66% licht bestockter Laub-/Kiefernmischwald, 4% Kultur-, 4% Grünland, 26% Brachfläche	100% Laub-/Kiefern-mischwald	Im Sommer reduziert um 73 bis 92%; abhängig von anfänglicher Bodenfeuchte zu Beginn und Niederschlagsintensität
Pine Tree Branch Watershed	36	23% Laubwald, 9% Kulturland, 19% Weide, 47% Brachfläche, 2% Sonstiges	33% Laub-, 67% Nadelwald	Im Sommer reduziert um 62 bis 87%, abhängig von Bodenfeuchte und Niederschlagsintensität
Watershed 172, Coshocton	17	29% Wald, 51% Weide, 20% Brachfläche	43% Naturverjüngung, 57% Aufforstung (Kiefer und Robinie)	Spitzen reduziert in der Veg. Periode um 59%, während Veg. Ruhe um 69%

Tabelle 1: Einfluss der Landnutzung auf Hochwasserspitzen in kleineren Wildbacheinzugsgebieten Quelle: Lull et al. 1972, verändert

höheres Retentionsvermögen gegenüber Niederschlägen (Markart et al. 2016). Diese positiven Eigenschaften variieren mit strukturellen Unterschieden im Waldaufbau wie Rein- oder Mischwald, Laub- oder Nadelwald, einschichtiger oder mehrschichtiger Wald. Die hochwasserreduzierende Wirkung von Wald ist stark vom vorhandenen Bodenspeicher abhängig. Nach lang anhaltenden, hohen Niederschlägen, die zu einer Sättigung des Waldbodenspeichers führen, ist eine weitere Dämpfung des Hochwasserscheitels durch den Wald nicht zu erwarten (DWA 2015) oder um es mit den Worten von Engler 1919 auszudrücken: *»Alle unsere Versuchsergebnisse lehren, dass der Abflußverlauf von dem Niederschlags- und Abflußphänomen vorausgegangenen Wetter abhängig ist«. »Absolute Sicherheit gegen die Gewalt der Elemente gibt es überhaupt nicht. Wir müssen uns damit zufrieden geben, durch vorbeugende Maßnahmen ihre Verheerungen samt den schlimmen Folgen nach Möglichkeit einzuschränken und abzuschwächen«.* Zu diesen vorbeugenden Maßnahmen zählt die Walderhaltung.

Der Wald wirkt über den Boden gegen Hochwasserkatastrophen (Weinmeister 2003). Wald verbessert die Bodenstabilität. Je tiefgründiger und intensiver ein Boden durchwurzelt ist, desto höher ist seine Wasserspeicherkapazität und desto besser die Fähigkeit vor Hochwasser zu schützen. Der Wald erhält mit seinen Wurzeln die Bodenkrume und vermindert die Erosion. Der Boden behält damit sein Speichervolumen. Das Wasser wird durch die Baumwurzeln, dem Boden bis

in größere Tiefen entzogen, wodurch die Böden aufnahmefähiger für Niederschlagswasser sind. Dadurch verbessert sich das Speicherverhalten. Der Wald verbessert die Infiltrationsprozesse. Das Wasser wird in den Boden geleitet, wo es entweder gespeichert oder auf unterschiedlichen unterirdischen Fließwegen meist erst verzögert zum Hochwasserabfluss beiträgt (Zürcher et al. 2010). Der Boden und besonders der Wurzelraum sind daher Schlüsselgrößen, über die der Wald einen Einfluss auf den Wasserhaushalt ausübt.

Wasser wird im Wald zudem durch die Bodenrauigkeit, ausgedrückt als Rauigkeitsbeiwert, zurückgehalten (Tabelle 2). So wirkt sich Wald im Vergleich zu Weideland oder Acker eindeutig geschwindigkeitsmindernd auf den Oberflächenabfluss aus. Damit fließt dieser langsamer dem Wildbach zu und verringert den Hochwasserscheitel.

Die beschriebenen Vorteile des Waldes für den Hochwasserschutz sind am besten durch einen standortgemäßen, stufig aufgebauten gut strukturierten Bergwald zu erfüllen. Dieser sollte sich aus Baumarten zusammensetzen, die den Boden bis in große Tiefen erschließen können. Im bayerischen Alpenraum erfüllt diese Aufgaben am besten der Bergmischwald aus Fichte, Tanne und Buche. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei der Tanne zu, da nur sie in diesem Baumartendreiklang in der Lage ist, den Boden tiefgründig aufzuschließen. Aufgrund ihrer Wurzelenergie kann sie auch verdichtete Bodenschichten durchstoßen und

Überflutungsbereich bei Hochwasser	Minimum n	Typisch n	Maximum n
Weideland, ohne Buschwerk			
kurzes Gras	0,025	0,030	0,035
hohes Gras	0,030	0,035	0,050
Ackerflächen			
abgeerntete Fläche	0,020	0,030	0,040
ausgewachsen flächiger Bewuchs	0,030	0,040	0,050
Bäume / Wald			
dichter Weidenbestand, geradlinig, im Sommer	0,110	0,150	0,200
Kahlschlag mit Baumstümpfen	0,030	0,040	0,050
dichter Baumbestand, einzelne umgestürzte Bäume, lichter Unterwuchs, Hochwasser unter Astansatz	0,080	0,100	0,120

Tabelle 2: Rauigkeitswerte (n) für Überflutungsbereich bei Hochwasser in Abhängigkeit der Vegetation

Quelle: Chow 1959 aus Herget 2012, verändert

Wasserleitungsbahnen in die Tiefe schaffen, über die ein Teil des Niederschlagswassers abgeführt wird.

Verlichtete, vergraste Altbestände mit fehlender Verjüngung auf flachgründigen Humuskarbonatböden haben dagegen deutlich weniger positive Wirkungen auf das Hochwassergeschehen (Abbildung 2). Im Anhalt an die Überlegungen von Suda 1989 soll gedanklich durchgespielt werden, wieso das so ist und welche Auswirkungen zum Beispiel ein verlichteter und vergraster Kiefernaltbestand auf die Hochwasserschutzfunktion haben kann. In solchen Kiefernaltbeständen wird bei Niederschlagsereignissen die Interzeption im Kronendach des Bestandes durch die geringe Anzahl an Bäumen vermindert. Mehr Niederschlag gelangt auf dem Boden. Das Speichervolumen des Bodens wird rascher gefüllt. Mehr Niederschlag fließt oberflächennah ab. Dieser Prozess kann im lichten Kiefernbestand durch das lange Gras »Lahnergras« (*Calamagrostis, Molinia*) verstärkt werden: Das Gras legt sich im Herbst hangab-



Abbildung 2: Verlichteter, vergraster Kiefernaltbestand

Foto: P. Dimke

wärts und liegt dem Boden wie eine dichte Decke auf und verhindert so im Frühjahr und Frühsommer die Infiltration des Niederschlags in den Boden. Gleichzeitig wird die Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses erhöht (Tabelle 2). Das Oberflächenwasser fließt schneller dem Wildbach zu. Dies wird von Feger (2003) bestätigt. Nach seiner Aussage verhält sich ein lichter und vergraster Wald hydrologisch recht ähnlich wie reines Grasland. Durch die verminderte Transpiration der verlichteten Kiefernbestände wird nach Unterbrechung der Niederschläge das Bodenspeichervolumen nicht mehr so schnell geleert. Nach Wiedereinsetzen des Regens ist der Speicher des Bodens damit wieder schneller gefüllt, und es tritt schneller Oberflächenabfluss ein. Parallel dazu ist damit zu rechnen, dass Teilflächen, die mit langen Gräsern bestockt sind, in den Schnee einfrieren. Dies hat zur Folge, dass wenn der Schnee langsam hangabwärts kriecht, die Gräser samt Wurzeln aus dem Boden gerissen werden. Der Regen im Sommer spült dann weiteren Boden ab und die entstandenen »Blaiken« vergrößern sich (Bätzing 2015). Mit dem Verlust des Bodens geht Wasserspeicher verloren. Alle diese Begleiterscheinungen wirken sich negativ auf die Hochwasserschutzfunktion des Waldes aus. Der Beitrag eines verlichteten, vergrasteten Kiefernbestandes zum Hochwasserschutz im Vergleich zum intakten Bergmischwald ist deutlich geringer. Aus diesen Gründen hat bereits Engler (1919) gefolgert: »Die Aufforstung nackter dicht begraster Böden wird stets zu empfehlen sein«.

Fazit: Wenn die positiven Wirkungen des Bergmischwaldes auf den Rückhalt des Niederschlages in der Fläche entfallen, kommt es verstärkt zu Oberflächenabfluss. Der Wald hat seine Hochwasserschutzfunk-

tion eingebüßt. Wo dieser Bergwald in seiner Funktion gestört ist, gilt es diese wieder herzustellen. Wenn wir diese Aufgabe erfüllen, leisten wir einen wichtigen Beitrag zur Erhalt der vorbeugenden Hochwasserschutzfunktion des Waldes. Dies ist Aufgabe der Schutzwaldsanierung.

Schutzwaldsanierung – ein aktiver Beitrag zur Hochwasservorsorge

Die negativen Folgen für die Hochwasserschutzfunktion des Bergmischwaldes können langfristig nur durch vorhandene Verjüngung verhindert werden. Wo diese fehlt, muss sie künstlich eingebracht werden. Dies ist eine der Aufgaben der Schutzwaldsanierung. Dazu zählen vor allem Pflanzungen in verlichteten oder überalterten Schutzwaldbeständen sowie temporäre Gleitschneeverbauungen zum Schutz der Jungpflanzen vor Schneeschub. Um den Zugang zu den Sanierungsflächen überhaupt zu ermöglichen, müssen diese zum Teil erst erschlossen werden. Dies geschieht zum Teil durch Forststraßen und im weiteren Verlauf durch die Anlage von Steigen. Oftmals müssen Pflanzen oder auch Materialien für die Verbauungen aufwendig mit dem Helikopter in die steilen Hänge geflogen werden (Abbildung 3). Permanente Lawinenverbauungen wie zum Beispiel Stahlnetze oder Schneebrücken zum Schutz von Infrastruktureinrichtungen wurden und werden in der Regel von der Wasserwirtschafts- oder der Straßenbauverwaltung errichtet.

Insgesamt wurden von der Forstverwaltung seit Beginn der Schutzwaldsanierung rund 90 Millionen Euro in die Sanierungsmaßnahmen investiert. Zum Schutz dieser Investitionen sind flankierende Maßnahmen wie ein angepasstes Schalenwildmanagement und örtlich die Ablösung von Waldweiderechten unerlässlich. Im Vergleich zwischen Beweidung durch Rinder und Verbiss durch Schalenwild stellt letzterer den weitaus größeren negativen Einflussfaktor auf den Schutzwald dar (El Kateb et al. 2009). Übermäßiger Schalenwildverbiss ist in Schutzwaldlagen vor allem deshalb so kritisch zu bewerten und unbedingt zu vermeiden, weil die Pflanzen dort oft mehrere Jahrzehnte benötigen, um so weit heranzuwachsen, dass sie die Schutzfunktionen des Altbestandes übernehmen können. Einschlägiger Literatur zufolge beginnt die Verjüngung beispielsweise, die Schutzfunktion vor Lawinen zu übernehmen, wenn sie doppelt so hoch ist wie die maximale winterliche Schneehöhe (BUWAL 2005). Ursächlich für das langsame Wachstum der Pflanzen ist vor allem



Abbildung 3: Pflanzen und Material für Verbauungen in der Schutzwaldsanierung müssen oft aufwendig mit dem Helikopter eingeflogen werden. Foto: W. Pfluger

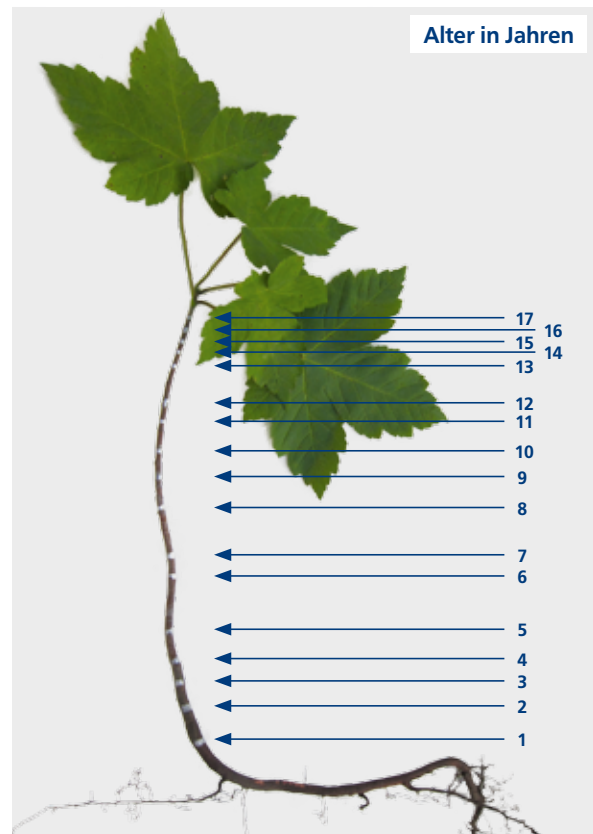


Abbildung 4: 23 cm große Ahornpflanze aus einem Schutzwaldsanierungsgebiet. Anhand der Internodien lässt sich relativ präzise feststellen, dass sie mindestens 17 Jahre alt ist. Foto: S. Höllerl

die kurze Vegetationsperiode in den Schutzwaldlagen (Abbildung 4).

Trotz der ungünstigen klimatischen Bedingungen konnten in den vergangenen gut dreißig Jahren bedeutsame Erfolge auf den Sanierungsflächen erzielt werden. Zwei Drittel der bepflanzen Flächen sind in



Abbildung 5a: Erfolg der Schutzwaldsanierung: Schneerechen in ehemals vergraster verjüngungsfreier Lawinengasse.

Foto: Fachstelle Schutzwaldmanagement, AELF Weilheim i. OB



Abbildung 5b: Der Schneerechen und die daneben stehende Revierförsterin sind in der dichten Laubholzverjüngung kaum mehr zu sehen. Foto: P. Gloning

einem guten Zustand. Hier gilt es, darauf zu achten, dass sich die Pflanzen möglichst ungeschädigt weiter entwickeln können. In manchen Bereichen sind die Pflanzen bereits soweit vorangewachsen, dass man die 1990 in einen völlig vergrasten Hang gebauten Schneerechen (links) und die daneben stehende Revierförsterin (rechts) kaum mehr erkennen kann (Abbildung 5a, b).

Trotz der Erfolge gibt es aber noch immer viel zu tun, und es werden auch immer wieder neue Sanierungsflächen dazu kommen, beispielsweise durch Windwürfe oder durch Borkenkäfer.

Integrale Schutzwaldplanung

Bei der Bewirtschaftung des Schutzwaldes gibt es gute Gründe, nach der Handlungsdringlichkeit zu priorisieren, da Maßnahmen sehr aufwendig und teuer sind. An der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft wird derzeit in Zusammenarbeit mit den Bayerischen Staatsforsten ein GIS-gestütztes System zur Priorisierung der Flächen erarbeitet. Um das System so objektiv und so präzise wie möglich zu gestalten, wird hierfür auf eine Vielzahl bestehender digitaler kartenmäßiger Informationen zurückgegriffen (Abbildung 6).

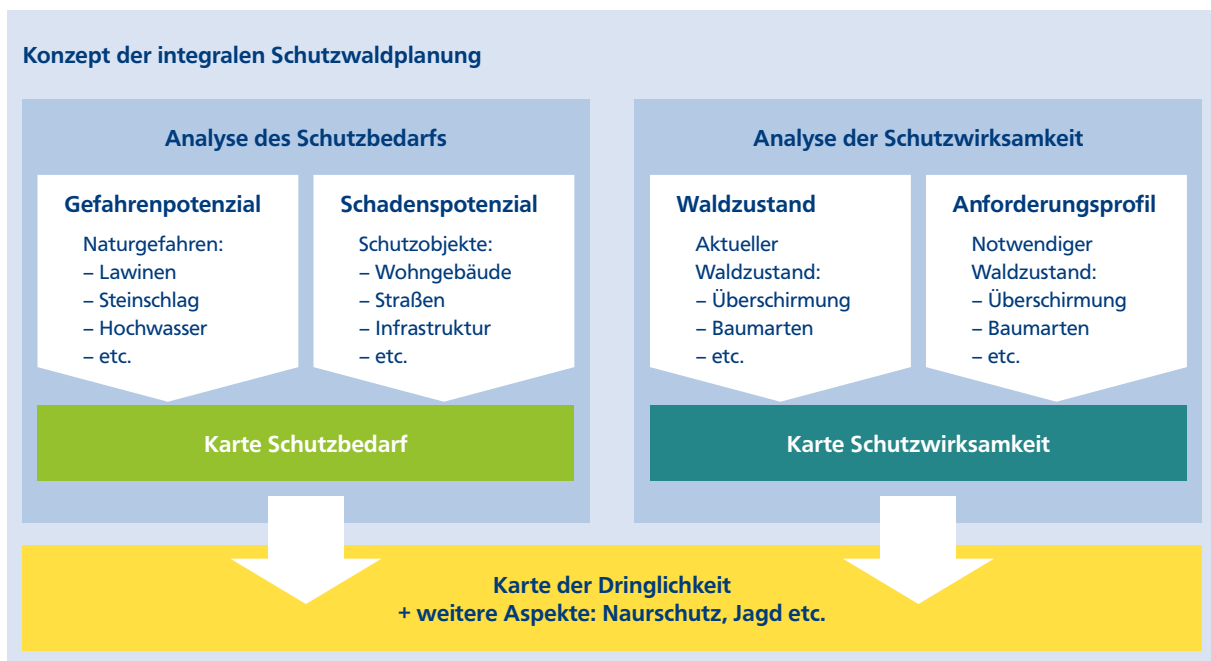


Abbildung 6: Konzept der integralen Schutzwaldplanung

Zunächst wird im Rahmen der integralen Schutzwaldplanung der Schutzbedarf erhoben, indem das Gefahrenpotenzial, das Schadenspotenzial und das Potenzial zur Standortdegradation festgestellt werden. Das Gefahrenpotenzial spiegelt sich wider in Flächen mit Naturgefahren wie Lawinen-, Steinschlag-, Hochwassergefahr. Das Schadenspotenzial ergibt sich durch die Lage von Gebäuden, Straßen, Infrastruktur etc. Das Potenzial zur Standortdegradation ist hauptsächlich auf die Gründigkeit des Bodens zurückzuführen. Der Analyse des Schutzbedarfs wird in einem zweiten Schritt die Analyse der Schutzwirksamkeit gegenüber gestellt. Diese ergibt sich aus dem aktuellen Waldzustand und dem Waldzustand, der notwendig wäre, um der jeweiligen Naturgefahr bestmöglich zu begegnen (Anforderungsprofil für den Schutzwald).

Das System wird derzeit in Pilotprojekten getestet und optimiert. Sobald es ausgereift ist, soll es auf den gesamten Bayerischen Alpenraum angewendet werden und hier helfen, die wichtigsten Flächen sowohl hinsichtlich Schutzwaldsanierung als auch hinsichtlich Schutzwaldpflege zu detektieren. Diese Flächen sollen dann vorrangig bearbeitet werden.

Literatur

- Bätzing, W. (2015): Die Alpen. Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. Verlag C. H. Beck, München S.484
- Baumgartner, A. (1990): Verdunstung. In: Allgemeine Hydrologie. Quantitative Hydrologie. Hrsg.: Baumgartner, A. und Lieb-scher, H.-J. Berlin Stuttgart Gebrüder Borntraeger
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1977): Vollzug des Waldgesetzes für Bayern (Bay-WaldG): Ausarbeitung der Schutzwaldverzeichnis Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 18. März 1977 Az.: F 4-FG 100 c-326
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2014): Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Bayerns Schutzstrategie Ausweiten Intensivieren Beschleunigen S. 52
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2015): Wildbachbericht Bayern – Teil 2. Wildbachverbauung in Bayern Daten und Fakten aus zwei Jahrhunderten, S. 155
- Binder, F; Stiegler, J. (2016): Bergwald schützt Heimat. AFZ-Der-Wald 22/2016, S. 40–45
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (HRSG.), 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald, Bern
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2015): Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasser-minderung, Merkblatt DWA – M550, S. 95
- El Kateb, H.; Stolz, M.; Mosandl, R.; (2009): Der Einfluss von Wild und Weidevieh auf die Verjüngung im Bergmischwald, LWF aktuell 71/2009, S. 16–18
- Engler, A. (1919): Untersuchungen über den Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen XII. Band. Zürich Kommissionsverlag von BEER & Cie
- Englisch, M. (2016): Wald und Wasser – ein (fast) ideales Paar. BFW.Praxisinformation Nr. 40, S. 3–5
- Feger, K. H. (2003): Welchen Einfluß hat die Landnutzung auf die Entstehung von Hochwasser? AFZ-DerWald 5/2003, S.4–5
- Glaser, R. (2008): Klimageschichte Mitteleuropas 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen 2. Auflage Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, S. 220
- Hager und Holzmann (1997): Hydrologische Funktionen ausgewählter naturnaher Waldökosysteme in einem alpinen Flusseinzugsgebiet. Österreichische Akademie der Wissenschaften, S.197
- Herget, J. (2012): Am Anfang war die Sintflut Hochwasserkatastrophen in der Geschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, S. 160
- Internationale Forschungsgemeinschaft INTERPRAEVENT (HRSG) (2009): Alpine Naturkatastrophen Lawinen Muren Felsstürze Hochwässer. Leopold Stocker Verlag, S. 120
- Kunz, M.; Mohr, S.; Werner, P. (2017): Niederschlag. In: Klimawandel in Deutschland, Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Hrsg. Brasseur, G., Jacob, D. Schuck-Zöllner, S. Springer-Verlag, 348 S.
- Lange, B.; Lüscher, P. (2010): Einfluss des Waldes und der Waldbewirtschaftung auf den Wasserhaushalt von Kleinflächen. Literaturstudie über die Wirkungsweise von Hochwasserschutzwälder (Eidgenössische Forschungsanstalt, unveröffentlicht)
- Lull, H. W.; Reinhart, K. G. (1972): Forest and Floods in the Eastern United States. United States Department of Agriculture, Forest Service Research Paper NE-226, S. 95
- Markart, G.; Kohl, B.; Sotier, B. (2016): Bergwälder als Abflussregulatoren. BFW.Praxisinformation Nr. 40, S. 16–19
- Mayer, H.; Ott, E. (1991): Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege Gustav Fischer Verlag 2. Auflage, S. 587
- Rieger, W. (2012): Prozessorientierte Modellierung dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen. Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen Mitteilungen Heft 116, S. 260
- Suda, M. (1989): Auswirkungen des Waldsterbens auf Siedlungen, Infrastruktureinrichtungen und den Fremdenverkehr im Bayerischen Alpenraum. Forschungsberichte des Deutschen Alpenvereins Band 4, S. 279

Weinmeister, H.W. (2003): Fähigkeiten des Waldes zur Verminderung von Hochwasser und Erosionsschäden. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 40, S. 15–29

Wehrli, A.; Wasser, B. (2013): SilvaProtect-CH: Hydrologische Wirksamkeit des Waldes, Anhang 4 Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention, S. 5

Zürcher, K.; Thormann, J.-J.; Weingartner, R.; Allenspach, K. (2010): Einfluss des Waldes und der Waldbewirtschaftung auf das Hochwassergeschehen kleiner und mittlerer Einzugsgebiete – Zusammenstellung und Bewertung des aktuellen Wissens (Literaturstudie, unveröffentlicht)

Keywords: flood, torrential catchment, flood prevention, mountain forest, protection forest restoration

Summary: Floods are natural events in all our natural regions at all times. The form of land use is of decisive importance for flood protection. Forests are the most important form of vegetation in terms of water management. Its positive effect on flooding is particularly noticeable in small and medium-sized torrent catchment areas. The flood protection function is best fulfilled by a structured, mixed mountain forest. Where this mountain forest is disturbed in its function, it must be restored. This is the task of the protection forest restoration.

Anschriften der Autoren

Dr. Franz Binder

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: franz.binder@lwf.bayern.de

DI Günther Brenner

Bezirksforstinspektion Innsbruck
Wilhelm-Greil-Straße 9
A-6020 Innsbruck
E-Mail: bh.il.bfi.innsbruck@tirol.gv.at

Helmut Brunner, Staatsminister a. D.

Bürgerbüro Helmut Brunner
Am Sand 4
94209 Regen
E-Mail: buergerbuero@helmut-brunner.de

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Technische Universität München
Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement
Arcisstraße 21
80333 München
E-Mail: markus.disse@tum.de

DI Josef Fuchs

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Forstorganisation
Bürgerstraße 36
A-6020 Innsbruck
E-Mail: josef.fuchs@tirol.gv.at

DI Walter Gebhard

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawinenverbauung
Wilhelm-Greil-Straße 9
A-6020 Innsbruck
E-Mail: gebhard.walter@die-wildbach.at

Franz Grüsser

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
E-Mail: franz.gruesser@lfu.bayern.de

Dr. Sebastian Höllerl

Bayerische Staatsforsten, AÖR
Forstbetrieb Bad Königshofen
Keßlerstraße 24
97631 Bad Königshofen
E-Mail: sebastian.hoellerl@baysf.de

Alfons Leitenbacher

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Traunstein
Schnepfenluckstraße 10
83278 Traunstein
E-Mail: alfons.leitenbacher@aelf-ts.bayern.de

Dr. Daniel Müller

Bayerische Staatsforsten, AÖR
Forstbetrieb Berchtesgaden
Am Brandholz 2 1/2
83471 Berchtesgaden
E-Mail: daniel.mueller@baysf.de

M.Sc. Michael Neumayer

Technische Universität München
Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement
Arcisstrasse 21
80333 München
E-Mail: michael.neumayer@tum.de

Fö. Ing. Peter Raggl

Bezirksforstinspektion Innsbruck
Wilhelm-Greil-Straße 9
A-6020 Innsbruck
E-Mail: bh.innsbruck@tirol.gv.at

Dr.-Ing Wolfgang Rieger

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 86: Hochwassernachrichtendienst,
Hochwasservorhersage Donau und Inn,
Gebietshydrologie
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
E-Mail: wolfgang.rieger@lfu.bayern.de

Dr.-Ing. Andreas Rimböck

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
E-Mail: andreas.rimboeck@lfu.bayern.de

Ulrike Scharf, MdL, Staatsministerin a. D.

Abgeordneten Büro Ulrike Scharf
Lange Zeile 6
85435 Erding
E-Mail: kontakt@ulrike-scharf.de

Dipl.-Ing. Ivo Schreiner

FTD f. Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol,
Gebietsbauleitung Mittleres Inntal
Liebeneggstraße 11
6010 Innsbruck
E-Mail: ivo.schreiner@die-wildbach.at

DI Alois Simon

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Forstorganisation
Bürgerstraße 36
A-6020 Innsbruck
E-Mail: forstplanung@tirol.gv.at

Quirin Stimm

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
E-Mail: quirin.stimm@lfu.bayern.de

DI Dieter Stöhr

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Forstorganisation
Bürgerstraße 36
A-6020 Innsbruck
E-Mail: dieter.stoehr@tirol.gv.at

M.Sc. Sonja Teschemacher

Technische Universität München
Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement
Arcisstrasse 21
80333 München
E-Mail: sonja.teschemacher@tum.de

Günther Unterthiner

Südtiroler Landesverwaltung
Amt für Forstplanung
Landhaus 6, Brennerstraße 6
I-39100 Bozen
E-Mail: guenther.unterthiner@provinz.bz.it

Martin Wenzel

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Kempten (Allgäu)
Kemptener Straße 39
87509 Immenstadt im Allgäu
E-Mail: martin.wenzel@aelf-ke.bayern.de

