



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

VORBEUGENDER HOCHWASSERSCHUTZ DURCH WALD UND FORSTWIRTSCHAFT IN BAYERN

PREVENTIVE FLOOD PROTECTION BY FORESTS AND FORESTRY IN BAVARIA

Martin Kennel¹

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Programm „Nachhaltiger Hochwasserschutz in Bayern - Aktionsprogramm 2020 für Donau- und Maingebiet“ der bayerischen Staatsregierung erstellt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Auftrag des Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten ein Maßnahmenpaket zum „vorbeugenden Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern“. In einem Projekt wurden die vorbeugenden Hochwasserschutzfunktionen von Wäldern und die Auswirkungen forstlicher Maßnahmen in je einem Beispielsgebiet im Bergwald und im Auwald analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Mehrung der Waldfläche sowie Investitionen in die Sicherung und Verbesserung der Hochwasser dämpfenden Funktion des Waldes wichtige Komponenten eines integralen Hochwasserschutzes darstellen. Forstliche Beurteilungskriterien und Konzepte zur Umsetzung des vorbeugenden Hochwasserschutzes liegen in wesentlichen Bereichen wie dem Auwald und dem Bergwald vor.

Key words: Hochwasser, Hochwasserschutz, Wald, Forstwirtschaft, Bayern

ABSTRACT

Within the Bavarian State Government's Programme "Sustainable flood protection in Bavaria – action programme for Danube and Main catchment" the Bavarian State Institute of Forestry is working out a package of measures for "preventive flood protection by forests and forestry in Bavaria" on behalf of the Bavarian State Ministry of Agriculture and Forestry. In a project the preventive flood protection function of forests and the effects of forest management measures were analysed at a sample area each in mountainous and river plain forests. Results show that augmentation of forest area as well as investment in ensuring and improving the flood attenuating functions of forests are important components of integral flood protection. Forestry evaluation criteria and concepts for implementation of preventive flood protection are given for essential areas as river plain and mountainous forests.

Key words: flood, flood protection, forest, forestry, Bavaria

¹ Bayer. Forstamt Landshut, Schwimmschulstr. 23, D-84034 Landshut, Deutschland;
martin.kennel@foa-la.bayern.de

Nach dem so genannten Pfingsthochwasser im Mai 1999 hat die bayerische Staatsregierung das Programm „Nachhaltiger Hochwasserschutz in Bayern - Aktionsprogramm 2020 für Donau- und Maingebiet“ initiiert und mit einem Investitionsvolumen von etwa 2,3 Milliarden € bis zum Jahr 2020 ausgestattet. Das Programm umfasst neben Maßnahmen zum technischen Hochwasserschutz und zur weiter gehenden Hochwasservorsorge vor allem auch den vorbeugenden Hochwasserschutz in der Fläche, d. h. Maßnahmen zur Abflussdämpfung im Einzugsgebiet und die Reaktivierung von natürlichen Rückhalteräumen in den Flussauen.

Für den Wald und die Landwirtschaft hat das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten ebenfalls beginnend im Jahr 1999 ein Maßnahmenpaket „Vorbeugender Hochwasserschutz in der Land und Forstwirtschaft“ erstellt. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft wurde beauftragt, Maßnahmen für den Bereich des Waldes im Rahmen einer Stufenprogramms auszuarbeiten. Dazu wurden zunächst im Jahr 2001 ein international besetzter Expertenworkshop sowie ein Fachsymposium „Vorbeugender Hochwasserschutz - was können Wald und Forstwirtschaft beitragen?“ ausgerichtet (BayLWF 2003).

Auf diesen Ergebnissen aufbauend wurde im Jahr 2003 ein Pilotprojekt zum „Vorbeugenden Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern“ durchgeführt, mit dem Ziel die vorbeugenden Hochwasserschutzfunktionen von Waldflächen in verschiedenen Raumeinheiten (Einzugsgebiet und Flussauen) herauszustellen, und dabei die Auswirkungen konkreter forstlicher Maßnahmen für je ein Beispielsgebiet im Alpenraum und an der mittleren Isar zu analysieren.

VORBEUGENDER HOCHWASSERSCHUTZ IM BERGWALD

In den Wassereinzugsgebieten der Mittelgebirge und insbesondere im Alpenraum spielt die Hochwasserschutzfunktion des Waldes und seiner Böden wegen der zu erwartenden hohen Starkniederschlagsmengen eine besonders wichtige Rolle. Mit 250.000 ha liegen etwa zehn Prozent der bayerischen Wälder im Alpenraum, wovon 147.000 ha als Schutzwald dem Schutz vor alpinen Naturgefahren besonders dienen. Von den Schutzwäldern sind etwa 12.600 ha (9%) überaltert und verlichtet oder durch Sturmwurf bzw. Borkenkäfer geschädigt (Biermayer 2002).

Im Pilotprojekt wurde das Einzugsgebiet des Halblechs im Naturschutzgebiet Ammergebirge untersucht. Der Halblech ist einer der gefährlichsten Wildbäche Bayerns. Seit den 1960er Jahren werden im Gebiet intensive technische (Wildbachverbauung) und forstliche (Trennung von Wald und Weide; seit 1986 Schutzwaldsanierung) Hochwasserschutzmaßnahmen durchgeführt, wobei die Gemeinde Halblech und die Waldkörperschaft Buching-Trauchgau als Waldbesitzer intensiv mit den Wasserwirtschafts- und Forstbehörden zusammenarbeiten.

Methode

Zur Analyse der Abflussbildung wurde eine von MARKART et al. (2001) auf Grundlage von Beregnungsversuchen im bayerischen und österreichischen Alpenraum neu entwickelte differenzierte Feldmethode zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes von alpinen Boden- bzw. Vegetationseinheiten bei Starkregen auf der Skalenebene einzelner Bestände angewendet.

Das Verfahren erfasst den Oberflächenabfluss sowie die sehr oberflächennahe Komponente des raschen Zwischenabschlusses und bezieht sich auf einen Starkregen von 100 mm innerhalb 1 Stunde als Bezugsniederschlag. Als weitere Grundlage diente die vom Verein für forstliche Standorterkundung im Privat- und Körperschaftswald (VfS 2001) nach einem gebirgsspezifischen Verfahren erstellte forstliche Standardkarte, die von der Waldkörperschaft und der Gemeinde als Waldbesitzer für die Untersuchung bereitgestellt wurde. Zur Ermittlung der Baumartenzusammensetzung, Bestandesdichte und Altersphase der Waldbestände wurden Luftbildaufnahmen ausgewertet, die die Schadensflächen der Orkane von 1990 und der nachfolgenden Borkenkäfergradation mit erfassen.

Tab. 1: Abflussbeiwertklassen für Starkregenereignisse nach der Methode des Instituts für Lawinen- und Wildbachforschung des Österreichischen Bundesamtes und Forschungszentrum für Wald, Innsbruck (MARKART et al. 2001)

Tab. 1: Classes of surface runoff ratio for heavy rainfall events after the method of Institute for avalanche and torrent research at Federal Office and Research Centre for Forests, Innsbruck (MARKART et al. 2001)

Abflussbeiwertklasse	Oberflächenabfluss in % des Niederschlags bezogen auf ein Starkregenereignis von 100 mm innerhalb von 1 Stunde
0	0 %
1	1 - 10 %
2	11 - 30 %
3	31 - 50 %
4	51 - 75 %
5	76 - 99 %
6	100 %

Für die detaillierte Analyse der Hochwasserabflusseigenschaften wurden im Gesamtgebiet zwei kleinere Teileinzugsgebiete mit deutlich unterschiedlicher Geologie ausgewählt:

- Einzugsgebiet Röthenbach: 820 ha ; Flyschzone ; lehmig-tonige Böden
- Einzugsgebiet Lobentalbach: 790 ha ; kalkalpine Zone ; durchlässigere Böden

Zur Analyse der Sensitivität der Oberflächenabflussbeiwerte gegenüber unterschiedlichen forstlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen oder Störungen wurde die Empfindlichkeit gegen

- Bodenverdichtung (z. B. durch unsachgemäße Befahrung oder Viehtritt)
- Bestandesverlichtung bzw. Kahlegung (z. B. durch Sturmwurf oder Borkenkäfer)
- standortswidrige Baumartenwahl (z. B. Fichtenreinbestand)

entsprechend der Methode von Markart et al. (2001) qualitativ (keine/gering/mittel/hoch) und quantitativ eingeschätzt.

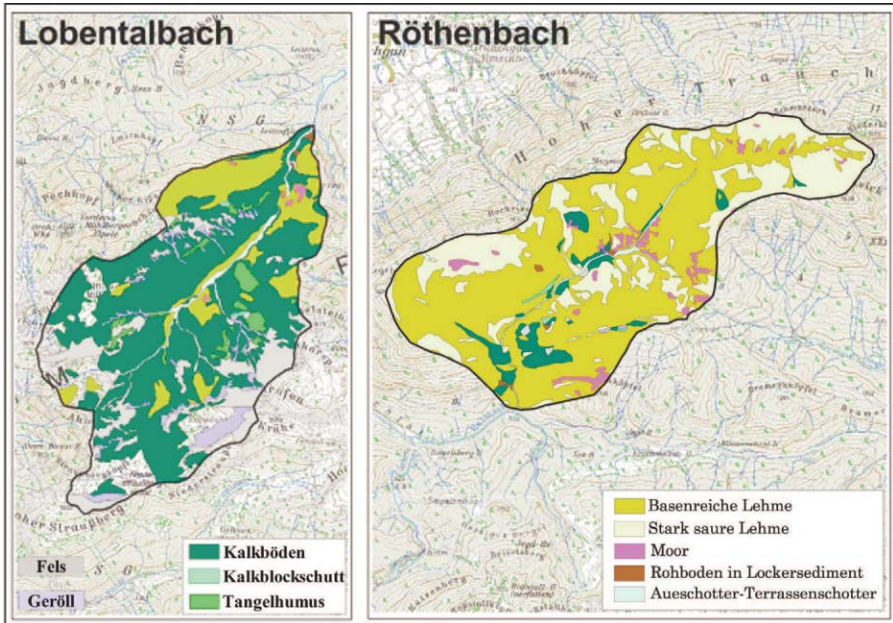


Abb. 1: Substratklassen nach der Standortskarte des VfS (2001) für die Teileinzugsgebiete Lobentalbach (links) und Röthenbach (rechts)

Fig. 1: Substrate classes according to forest site map by VfS (2001) for the sub-catchments Lobentalbach (left) and Röthenbach (right)

Ergebnisse

Die Analyse der Abflussbeiwerte für den Istzustand (nach den Orkans Schäden 1990 und den Borkenkäferschäden 1992) zeigte erwartungsgemäß, dass im Flyschgebiet Röthenbach (mittlerer Abflussbeiwert 37 %) mit höheren Abflussbeiträgen zu rechnen ist als im kalkalpinen Gebiet des Lobentalbaches mit einem mittleren Abflussbeiwert von 30 %, was auf die bekanntermaßen hydrologisch wesentlich problematischeren, weniger wasserdurchlässigen Flyschböden zurückzuführen ist (Abb. 2). Der Unterschied zwischen den Gebieten fiel, bezogen auf die reinen Waldstandorte, noch deutlicher aus, wenn die im Gebiet Lobentalbach vorhandenen Felsflächen mit ihren hohen Abflussbeiwerten außer Betracht blieben.

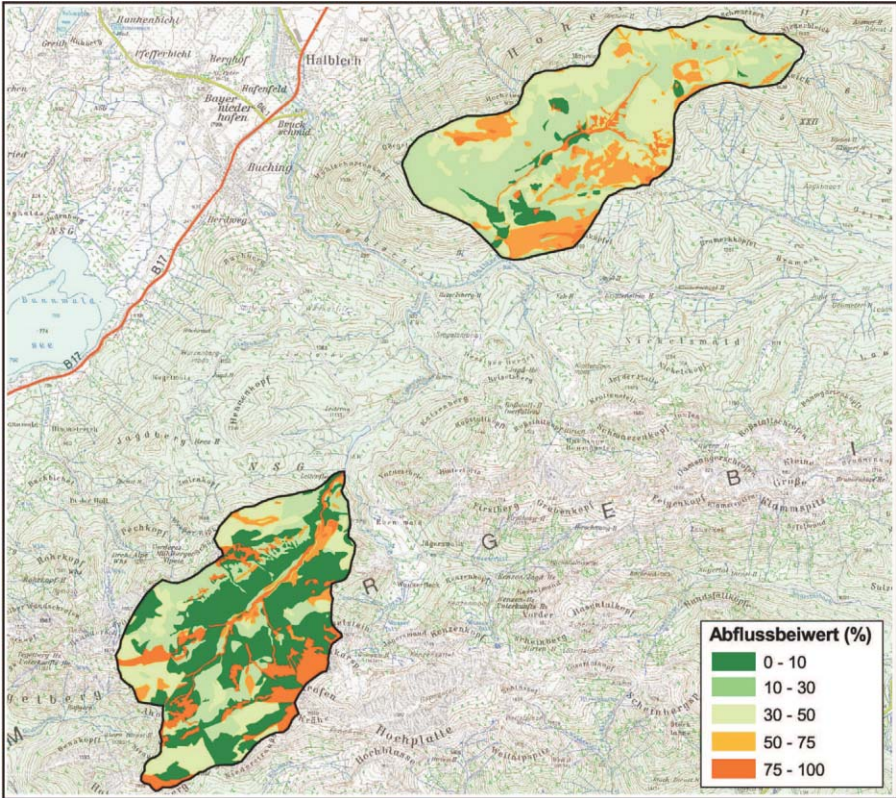


Abb. 2: Abflussbeiwerte für definierten Starkregen von 100 mm in 1 Stunde nach MARKART et al. (2001) für die Einzugsgebiete Röthenbach (rechts oben) und Lobentalbach (links unten) bezogen auf den Zustand der Wälder gemäß den Luftbildern 1992

Fig. 2: runoff ratios for defined heavy rainfall of 100 mm within 1 hour after MARKART et al. (2001) for catchments Röthenbach (top right) and Lobentalbach (lower left) referring to the status of forests according to the aerial photographs of 1992

Auch die in einem zweiten Analyseschritt untersuchte Empfindlichkeit der Abflussbeiwerte gegenüber verschiedenen Störungen der Waldbestände zeigte für das Flyschgebiet Röthenbach deutlich höhere Empfindlichkeit gegenüber negativen Beeinträchtigungen der Bestände bzw. Böden (Tab. 2). Vergleichsweise moderat fällt dabei das Szenario eines Verlustes der Bergmischwaldbestände zugunsten von Fichtenreinbeständen aus, während das Szenario einer Bodenverdichtung durch Waldweide (wie sie früher im Gebiet üblich war) deutlich negative Auswirkungen zeigt.

Tab. 2: Mittlere Oberflächenabflussbeiwerte für ein Starkregenereignis von 100 mm in 1 Stunde für die Einzugsgebiete Lobentalbach und Röthenbach, bezogen auf die tatsächlichen Bestandesverhältnisse 1992 sowie relative Änderung der mittleren Abflussbeiwerte für verschiedene Szenarien des Waldzustandes

Tab. 2: Mean surface runoff ratios for a heavy rainfall event of 100 mm within 1 hour for the catchments Lobentalbach and Röthenbach, based on factual forest stand conditions in 1992 as well as relative changes of mean runoff ratios for different scenarios of forest condition

	Lobentalbach	Röthenbach
Oberflächenabflussbeiwert für aktuellen Waldzustand 1992	30 %	37 %
Mittlerer Überschirmungsgrad der Waldflächen 1992	61 %	87 %

Relative Veränderungen des Abflussbeiwertes unter verschiedenen Szenarien bezogen auf den Istzustand als 100 %			
Idealzustand	Geschlossene Bestände der natürlichen Waldgesellschaft	- 12 %	- 13 %
Istzustand	Aktueller Waldzustand 1992	100 %	100 %
Verlust der Mischbaumarten	Alle Bergmischwaldbestände durch Fichtenreinbestände ersetzt	+ 2 %	+ 13 %
Waldweide	Bodenverdichtung durch Waldweide auf allen Waldflächen	+ 12 %	+ 28 %
Kahlfläche	Alle Bestände durch Kahlflächen ersetzt	+ 14 %	+ 39 %

Die stärksten Auswirkungen zeigt jedoch das Szenario großflächiger Kahlflächen, insbesondere für das Flyschgebiet Röthenbach mit einer Erhöhung des mittleren Abflussbeiwertes des Gebietes um etwa 39 %. Dieses Ergebnis liegt in vergleichbarer Größenordnung wie die Veränderungen von Abflussfülle und Hochwasserscheitelabfluss, die ROSEMANN (1988) ebenfalls für das Gebiet des Röthenbachs unter Annahme eines Waldsterbensszenarios ermittelt hat, oder auch der Abflusserhöhungen, die MOESCHKE (1998) für ein Flyschgebiet in den Tegernseer Bergen durch Extrapolation von Messwerten eines teilweise kahl geschlagenen Experimental-einzugsgebietes ermittelt hat (Tab. 3).

Tab. 3: Ergebnisse von Szenario-Abschätzungen zu den Auswirkungen eines Waldsterbens auf den Hochwasserabfluss alpiner Einzugsgebiete

Tab. 3: Results of scenario estimations on the effects of forest die-back on storm runoff of alpine catchments

Gebiet	Szenario	Bezugsereignis	Auswirkung auf	
			Hochwasserscheitel	Abflussfülle
Röthenbach (Halblech) 7,5 km ² (ROSEMANN 1988)	Totaler Waldverlust	Starkregen 50-jährlich	+ 75 %	+ 45 %
Tegernseer Berge Flysch 4,2 ha (MOESCHKE 1998)	40 % Kahlflächen	30-Min. Starkregen 17 mm (1-jährlich) 30 mm (10-jährlich) 43 mm (100-jährlich)	+ 30 %	+ 30 % + 9 % + 5 %
	100 % Kahlflächen	30-Min. Starkregen 17 mm (1-jährlich) 30 mm (10-jährlich) 43 mm (100-jährlich)		+ 77 % + 24 % + 11 %

Schlussfolgerungen für die Forstwirtschaft im Bergwald

Die Ergebnisse des Demonstrationsvorhabens bestätigen, dass der Zustand des Bergwaldes einen erheblichen Einfluss auf den Hochwasserabfluss aus alpinen Einzugsgebieten hat. Zur Sicherung oder Verbesserung der vorbeugenden Hochwasserschutzfunktion des Bergwaldes erscheinen demnach

- Erhaltung und gegebenenfalls Mehrung des Waldanteils im Einzugsgebiet durch
 - Schutzwaldausweisung
 - Aufforstung (insbesondere von Weidestandorten mit hohem Abflussbeiwert),
- Sicherung oder Wiederherstellung einer schutzwirksamen Waldbedeckung durch
 - waldbauliche Pflege und Verjüngung des Bergwalds (Stabilisierung gegen Sturm)
 - Forstschutz (Vermeidung von großflächigen Borkenkäferschäden)
 - Regulierung der Schalenwildbestände
 - Schutzwaldpflege, Schutzwaldsanierung
 - Waldumbau (von nicht standortgemäßen Reinbeständen v. a. von Fichte)
- Bodenschutz, Vermeidung von Abfluss verschärfenden Maßnahmen oder Störungen durch
 - Trennung von Wald und Weide (Vermeidung von Bodenverdichtung)
 - sachgerechte Holzernte am Hang (Vermeidung von Bodenverdichtung; vgl. BayLWF 2002)
 - sachgerechte Wegeerschließung (Querentwässerung; keine Unterbrechung des Zwischenabflusses am Hang)

als erforderliche und wirksame Maßnahmen (vgl. BIERMAYER 2002).

Die im Demonstrationsvorhaben angewendete Methode zu Abschätzungen des Oberflächenabflusses und dessen Beeinflussbarkeit durch forstlichen Maßnahmen oder Störungen ist als Feldmethode konzipiert und kann somit, anders als im Projekt, auch vom geschulten Forstplaner durch Erhebung der erforderlichen Boden-, Vegetations- und Bestandsmerkmale vor Ort am Einzelbestand Anwendung finden. Damit stellt sie eine wissenschaftlich fundierte und praxistaugliche Methode zur Ermittlung des Handlungsbedarfs und zur Prioritätensetzung für entsprechende forstliche Maßnahmenplanungen im Bergwald dar. Sie ermöglicht beispielsweise im Rahmen der forstlichen Betriebsplanung oder der Schutzwaldsanierungsplanung eine zielgerichtete Konzentration der verfügbaren Ressourcen auf Maßnahmen bzw. Flächen, auf denen die höchste Wirksamkeit für den vorbeugenden Hochwasserschutz zu erwarten ist.

VORBEUGENDER HOCHWASSERSCHUTZ DURCH AUWALD

Die Fläche der Auen der Flüsse Bayerns beträgt etwa 300.000 ha. Davon waren um 1980 nur noch etwa 40.000 ha, überwiegend in Südbayern, mit Auwald bestockt, davon etwa 9000 ha im Staatswald (GULDER 1999). Die Flussauen sind also mit einem rechnerischen Bewaldungsanteil von etwa 13 % insgesamt sehr waldarme Bereiche. Infolge von Flussregulierungen und Eindeichungen wird ein Großteil der verbliebenen Auwälder nicht mehr überflutet, zudem haben die regulierten Flüsse vielfach ihre Flusssohle und damit den Grundwasserstand um bis zu mehrere Meter eingetieft. Nur noch etwa 10 bis 15 Prozent der verbliebenen Auwälder werden derzeit episodisch überflutet und sind somit als Auwälder im echten Sinn anzusehen (BIERMAYER 1999), während auf den übrigen Waldflächen, auf denen die Auwald typischen Standortfaktoren Überflutung und Grundwasser nicht mehr wirksam sind, vielerorts die ehemaligen Auwaldbestockungen in Fichten-, Kiefern- oder Kulturpappelbestände umgewandelt wurden.

Im Demonstrationsvorhaben wurden die Auwälder an der mittleren Isar im Bereich des Forstamtes Freising, das mit etwa 2900 ha die größten Auwaldflächen im Staatswald betreut, näher untersucht.

Methoden

Die Inventurergebnisse der vorliegenden langfristigen Forstbetriebsplanung 2002 erlauben eine Zwischenbewertung des vom Forstamt Freising seit etwa 1991 eingeleiteten Programms zum Umbau und zur Pflege des Auwald, das eine Umwandlung aller nicht standortsgemäßen Bestände bis etwa zum Jahr 2020 vorsieht. Als Grundlage zur Beurteilung der Bedeutung des Auwaldes im Rahmen wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen diente der vorliegende Gewässerentwicklungsplan mittlere Isar (BayLFW 2001), der neben technischen Hochwasserschutzmaßnahmen insbesondere auch vorbeugende Maßnahmen wie die Ausweitung der Retentionsräume und die Neuentwicklung von Auwaldflächen vorsieht.

Ergebnisse

Gemäß den Erhebungen des Gewässerentwicklungsplanes stehen derzeit im Bereich der mittleren Isar Überflutungsflächen von etwa 1600 ha zur Verfügung. Diese sollen in den kommenden Jahren durch Rückverlegung bestehender Hochwasserschutzdämme um etwa 1000 ha vergrößert werden, ohne jedoch auch nur annähernd die Ausdehnung der ursprünglichen Auen erreichen zu können. Hierdurch wird ein zusätzliches Rückhaltevolumen für Hochwasser von etwa 10 Millionen m³ geschaffen. Von diesen zusätzlichen Überflutungsflächen sind bereits etwa 700 ha Wald.

Das vom Forstamt Freising bereits seit über zehn Jahren eingeleitete Programm zum Umbau nicht standortgemäßer Bestände beinhaltet damit bereits die wesentlichen forstlichen Maßnahmen für die Schaffung Hochwasser toleranter, naturnaher Auwaldbestände in den zukünftigen Überflutungsbereichen. Bis zum Stand der Forstbetriebsinventur 2001 waren bereits etwa 200 ha umgewandelt. Die Regulierung der Schalenwildbestände (insbesondere Rotwild) durch einen konsequenten Jagdbetrieb machte es möglich, dass bereits jetzt auf annähernd der gesamten noch umzubauenden Fläche eine zielgemäße Vorausverjüngung aus standortgerechten

Baumarten des Auwalds vorhanden ist. Damit ist die Voraussetzung gegeben, dass der Umbau der verbleibenden etwa 1200 ha zielgemäß bis zum Jahr 2020 abgeschlossen sein wird.

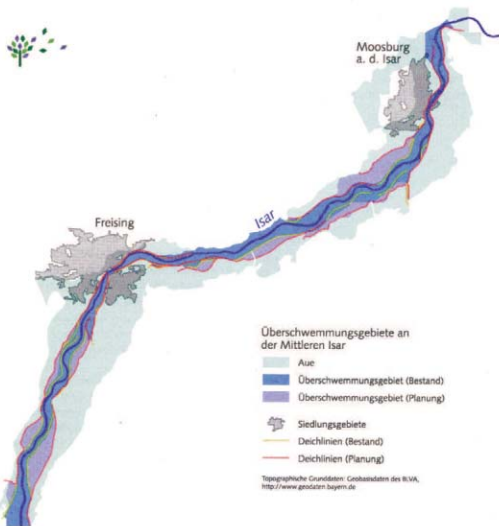


Abb. 3: Bestehende Überschwemmungsgebiete im Auenbereich der Mittleren Isar und bis 2020 geplante Ausweitungen (BayStMLU 2003)

Fig. 3: Existing high flood areas in the flood plains of middle Isar river and planned extensions until 2020 (BayStMLU 2003)

Weiterhin sieht der Gewässerentwicklungsplan auf den 300 ha neu zu schaffender Überflutungsflächen, die derzeit nicht bewaldet sind, die Neuentwicklung von Auwald vor. Dieses wasserwirtschaftliche Ziel deckt sich mit der forstlichen Zielsetzung einer Waldmehrung in den Flussauen Bayerns. Wegen der gegenüber Acker oder Grünland deutlich höheren Rauhgigkeit von Auwäldern und der damit im Hochwasserfall deutlich (im Dezimeter-Bereich) erhöhten Wasserstände kann durch die Aufforstung mittelfristig ein zusätzliches Retentionsvolumen von grob geschätzt bis zu etwa einer Million m³ aktiviert werden.

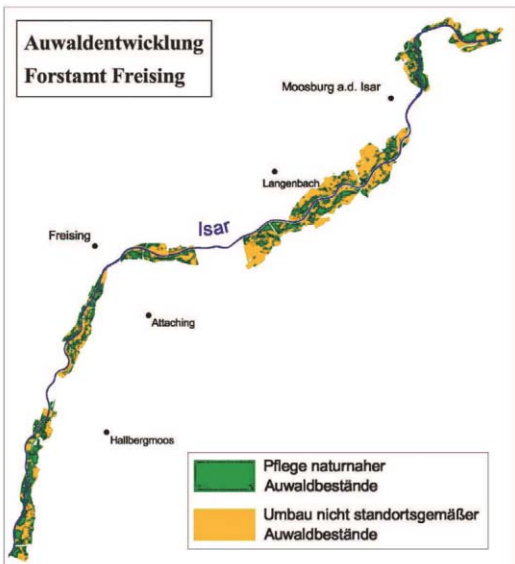


Abb. 4: Zu pflegende naturnahe bzw. umzubauenende nicht standortgemäße Auwaldbestände im Staatswald des Forstamtes Freising (Stand Forstbetriebsinventur 1991)

Fig. 4: Natural-like flood plain forest stands to be tended resp. not site-adapted stands to be transformed within the Freising state forest district (according to forest inventory 1991).

Schlussfolgerungen für die Forstwirtschaft im Auwald

Der naturnahe Auwald ist als natürliche Vegetation der Flussauen an die dort natürlicherweise herrschenden Standortverhältnisse mit episodischen Überflutungen besser angepasst als alle anderen Landnutzungsarten, er übersteht temporäre Überflutung ohne wesentliche Schäden. Zudem erhöht er durch seine größere Oberflächenrauigkeit zusätzlich das Hochwasservolumen und dient somit in optimaler Weise dem vorbeugenden Hochwasserschutz.

Zur Sicherung und Verbesserung der vorbeugenden Hochwasserschutzfunktionen der Auwälder erscheinen folgende Maßnahmen wirksam und erforderlich:

- Erhaltung und Mehrung des Waldanteils in den Flussauen durch
 - Bannwaldausweisung
 - Aufforstung von Flächen vor allem in (neu gewonnenen) Überflutungsbereichen
 - finanzielle Förderung der Aufforstung
- Anpassung der Auwälder an reaktivierte Überflutungsdynamik durch
 - Umbau nicht standortgemäßer Bestockungen in naturnahen Auwald
- Erhaltung naturnaher, funktionsgerechter Auwälder durch
 - waldbauliche Pflege und Verjüngung.

Durch die Ausweisung von Bannwäldern nach Inkrafttreten des Waldgesetzes 1975 konnte der Verlust von Auwaldflächen in Bayern zumindest gestoppt werden, seither ist eine - wenn auch bisher nur geringfügige - Flächenzunahme festzustellen (BIERMAYER 1999).

BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Dem Wald als Landnutzungsform im Wassereinzugsgebiet wird in der hydrologischen Literatur eine tendenziell Hochwasser mindernde Wirkung beigemessen (MENDEL 2000). Sie begründet sich vor allem auf die hohe Infiltrationsfähigkeit von gut strukturierten Waldböden und wird demgemäß vor allem bei lokalen Starkregenereignissen wirksam. Bei zunehmender Niederschlagsmenge und damit zunehmenden Anteil des Abflusses von wassergesättigten Flächen verliert die Rückhaltewirkung des Waldbodens jedoch relativ zur Abflusshöhe zunehmend an Bedeutung. Für kleine und mittlere Flussüberschwemmungen, sowie für Sturzfluten in kleinen Einzugsgebieten (v. a. im Bergland) wird demnach eine Wirksamkeit des Waldes weit gehend bejaht (MENDEL 2000). Dagegen werden extreme Hochwasserereignisse als nur sehr begrenzt durch Landnutzung oder andere menschliche Einflüsse beeinflussbar angesehen. Andererseits wird einem großflächigen Verlust von Wäldern im Einzugsgebiet (z.B. durch „Waldsterben“) auch bei größeren bzw. großräumigeren Hochwasserereignissen eine verschärfende Wirkung beigemessen (TÖNSMANN und RÖTTCHER 2002; vgl. Abb. 5). Dies spricht ebenso für eine positive Wirkung einer Waldflächenmehrung, wie die Vermutung von MENDEL (2000), dass extreme Hochwasser vor Beginn der menschlichen Rodungstätigkeit in geringem Umfang auftraten als in neuerer Zeit.

Die Wiedergewinnung von natürlichen Rückhalteflächen in den ehemaligen Überschwemmungsgebieten der Flüsse stellt nach Untersuchungen insbesondere aus dem Rheingebiet einen sehr wirksamen Maßnahme zur Minderung von Hochwasserspitzen dar (LAWA 2000). Im Sinne eines integralen Hochwasserschutzes kommt dabei dem naturnahen Auwald, nicht nur we-

gen seiner vorteilhaften Hochwasser dämpfenden Wirkung, sondern auch aus raumordnerischen und naturschützerischen Gründen eine hohe Bedeutung zu.

Wirkungsabschätzung von Rückhaltungsmaßnahmen im Einzugsgebiet auf Hochwasser		Wirkung im															
		Nahbereich auf				Fernbereich auf											
Wirkung von:		kleine Hochwasser		große Hochwasser		kleine Hochwasser		große Hochwasser		kleine Hochwasser		große Hochwasser					
		Laufzeit	Fülle	Höhe	Dauer	Laufzeit	Fülle	Höhe	Dauer	Laufzeit	Fülle	Höhe	Dauer				
Bewuchs	Wald / Brachland / Weide		-	-	-												
	intensive Beweidung / Acker	(+)	+	-		(+)	(-)										
Boden	Verseigte und verdichtete Flächen	+	+	-		+	(+)	(-)		(+)	(+)						
	Frost	+	+	-		+	+	(-)		+	+			(+)	+		
	ökologische Bewirtschaftung	-	-	-		(-)	-	+		(-)	(-)						
Gelände	Besiedelung	+	+	-						+	+	-					
	Waldsterben (Flächenhaft)	+	+	+		+	+	+		+	+	+		(+)	(+)	(+)	
	Entsiegelung / Regenwasserversickerung	-	-	-													
Gewässernetz	kleine Rückhaltungen	+		(-)	+			!				!					
	Renaturierung	+		-	+	+	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)						
	örtlicher Hochwasserschutz	-		(+)	(-)		(+)	!	(-)			!				!	
	Verbreiterung von Gewässerschnitten			(-)			(-)										
	Technische Rückhaltungen in Nebengewässern	(+)	(-)	(-)		(+)	(-)	-	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(-)	!	(+)	
	Deichrückverlegung																
	- Winterdeich	(+)		(-)		+		-	(+)	(-)		+		(-)			
	- Sommerdeich	+		(-)		(+)		-	(+)	(-)		+		(-)			
	Sommerpolder					+	-	-				(+)	-	(-)			
Technische Rückhaltung (Wehre und Rückhalteräume)	Technische Rückhaltung (Wehre und Rückhalteräume)	+	(-)	-	(+)	(+)	(-)	-	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	-	(+)
	Tieferlegung von Bühnen			-				-		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
	Entfernen örtlicher Engpässe, Anlage von Flutmulden			-				-		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
	Vergrößerung der Vorländer			-				-		(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)		
	Tieferlegung der Vorländer			(-)				-			(-)	(-)	(-)			(-)	

Abb. 5: Wirkungsabschätzung von Rückhaltungsmaßnahmen im Einzugsgebiet auf Hochwasser (aus TÖNSMANN und RÖTTCHER 2002)

Fig 5: Estimation of the effects of water retention measures on floods (from TÖNSMANN and RÖTTCHER 2002)

Auch wenn Starkregenereignisse und damit Hochwasser natürliche Ereignisse sind, die nicht verhindert, sondern allenfalls graduell abgemildert werden können, sind dennoch eine Mehrung der Waldfläche sowie Investitionen in die Sicherung und Verbesserung der Hochwasser dämpfenden Funktion des Waldes wichtige Komponenten eines integralen Hochwasserschutzes im Sinne des Aktionsprogramms 2020 zum nachhaltigen Hochwasserschutz in Bayern. Forstliche Beurteilungskriterien und Konzepte zur Umsetzung des vorbeugenden Hochwasserschutzes liegen in wesentlichen Bereichen wie dem Auwald und dem Bergwald vor, insbesondere hinsichtlich einer Mehrung der Waldfläche können die Maßnahmen aber noch deutlich intensiviert werden.

Aktuelle Untersuchungen für Flussgebiete in Bayern und Baden-Württemberg (ARBEITSKREIS KLIWA 2002) stellen zwar derzeit keinen signifikanten Trend zu verstärkten Hochwasserhäufigkeiten bzw. -intensitäten fest und der bayerische Klimaforschungsverbund (1999)

sagt eher eine zeitliche Verschiebung der Hochwasser in das Winterhalbjahr bei insgesamt nicht erhöhte Wahrscheinlichkeit vorher. Dennoch sagen globale Klimamodelle weltweit übereinstimmend eine Zunahme von Starkregenereignissen vorher (SCHELLNHUBER 2002) und Hochwasserschäden werden ein vorrangiges Thema des 21. Jahrhunderts bleiben; Schellnhuber spricht sogar von einem "Jahrhundert der Überschwemmungen".

LITERATUR

- Arbeitskreis KLIWA (2002): Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Berichte Heft 2.
- BayLWF [Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft] (Hrsg.) (2002): Aktuelle Holzernteverfahren am Hang. LWF-Berichte Nr. 36. ISSN 0945-8131. Freising.
- BayLWF [Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft] (Hrsg.) (2003): Hochwasserschutz im Wald. LWF-Berichte Nr. 40. ISSN 0945-8131. Freising.
- BayLFW [Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft] (Hrsg.) (2001): Gewässerentwicklungsplan Mittlere Isar.
- BayStMLU [Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen] (2003): Schutz vor Hochwasser in Bayern – Strategie und Beispiele. Broschüre. München.
- Biermayer, G. (1999): Auwald und Forstwirtschaft – Ziele für den Staatswald in Bayern. LWFaktuell Nr. 16.
- Biermayer, G. (2002): Waldbau im Gebirge – den Kultur- und Naturraum pflegen und die Schutzfunktionen verbessern – braucht es das überhaupt? In: Stiftung Wald in Not (Hrsg.) (2002): „Ohne Schutzwald geht’s bergab!“ Welchen Beitrag leistet eine nachhaltige Nutzung zur Erhaltung der Schutzfunktion unserer Bergwälder? Dokumentation zur Informationstagung zum „Internationalen Jahr der Berge 2002“ am 18.9.2002 in Pfronten. Bonn.
- Gulder, H.-J. (1999): Forstwirtschaft und Naturschutz im Auwald. LWF-Aktuell 16. Freising.
- LAWA [Länderarbeitsgemeinschaft Wasser] (2000): Wirksamkeit von Hochwasservorsorge- und Hochwasserschutzmaßnahmen. Schwerin.
- Markart, G., B. Sotier, T. Schauer, B. Kohl (2001): Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflusses auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektivem Starkregen (Version 1.0). Unveröffentlicht.
- Mendel, H. G. (2000): Elemente des Wasserkreislaufs – Eine kommentierte Bibliographie zur Abflussbildung. Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg). Berlin. 244 S.
- Moeschke, H.. (1998): Abflussgeschehen im Bergwald – Untersuchungen in drei bewaldeten Kleineinzugsgebieten im Flysch der Tegernseer Berge. Forstliche Forschungsberichte München 169/1998.
- Rosemann, H.-J. (1988): Die Auswirkungen des Waldsterbens auf den Hochwasserabfluss kleiner Einzugsgebiete am nördlichen Alpenrand – Versuch einer Abschätzung. INTERPRAEVENT 1988 Bd. 1. S. 87-97.
- Schellnhuber, H.J. (2002): Nicht das Klima spielt verrückt, sondern der Mensch. In: Kenntemich, W. (Hrsg.): Die Jahrhundertflut. Bertelsmann, München; S. 227-244.
- Tönsmann, F. und K. Röttcher (2002): Konzepte zum Hochwasserschutz. In: ATV-DVWK (Hrsg.)(2002): Hochwassermanagement – Gefährdungspotenziale und Risiko der Flächennutzung. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung Heft 2. S. 5-28.
- Verein für Forstliche Standortskartierung im Privat- und Körperschaftswald in Bayern e.V. (Hrsg.) (2001): Erläuterungsband zur Standortserkundung Waldkörperschaft Buching-Trauchgau Kartiergebiet Halblech. Unveröffentlicht.