

Naturschutz und Hochwasservorsorge – unvereinbare Gegensätze? Ableitung und Bewertung von Maßnahmen aus interdisziplinärer Sicht

Elke RICHERT, Stefan RÜTER, Christina SEIDLER und Eckehard-Gunter WILHELM

2 Abbildungen und 2 Tabellen

Abstract

RICHERT, E.; RÜTER, S.; SEIDLER, C.; WILHELM, E. G.: Nature conservation and flood prevention – two incompatible objectives? Derivation and evaluation of measures from an interdisciplinary perspective. - Hercynia N.F. 44 (2011): 39 – 52.

This publication illustrates synergetic effects between the aims of nature conservation and flood prevention based on own studies and a literature review. Aims of high priority and common guidelines for integrated nature conservation and flood prevention for agricultural and forested areas as well as for floodplains are specified. In the context of nature conservation, the development of (i) biotopes with high conservation value, (ii) biodiversity, (iii) ecological networks and (iv) scenic quality are aims of high priority. Goals from the viewpoint of flood prevention are (i) increasing the storage capacity of soils, (ii) delaying runoff concentration, (iii) lessening the peak flood discharge and (iv) reducing flow velocities in streams as well as the material transport. The suggested 20 measures such as transformation of arable fields into (extensive) grasslands or into near-natural forests, establishment of linear landscape structures (greenways, field margins, hedgerows), ecological transformation of forests and restoration of stream waters are predominantly associated with the development of near-natural habitats. Based on a decision support key potential flood generating areas and thus areas for measures can be identified and suitable measures can be derived. It becomes clear that it is both necessary and possible to coordinate nature conservation and flood prevention measures, in order to use synergies optimally. This illustrates the chance of integrated flood management, because new conclusive arguments for nature conservation can be found.

Key words: land use change, interdisciplinary assessment, biodiversity, decision support key

1 Einleitung

Sachsen war in den letzten Jahren häufig von starken Hochwasserereignissen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen betroffen, zuletzt im August des Jahres 2010 im Einzugsgebiet der Neiße in Ostsachsen. Insbesondere das Hochwasser der Elbe und ihrer Nebenflüsse im August 2002 verursachte bis dahin nicht bekannte Schäden (SOCHER & BÖHME-KORN 2008, LFUG 2004). Nachfolgend überarbeitete Sachsen zukunftsweisend und beispielgebend seine Hochwasserschutzstrategie (SMUL 2007). Erstmals in Deutschland werden auf Basis des SächsWG § 100b Hochwasserentstehungsgebiete mit dem Ziel der Erhaltung sowie Verbesserung des natürlichen Rückhaltevermögens für Wasser rechtlich festgesetzt. Damit gewinnt neben technischen Vorsorgemaßnahmen ein dezentraler, integrierter Hochwasserschutz stark an Bedeutung (BMU 2002). Das natürliche Rückhaltevermögen muss zudem in den sächsischen Hochwasserschutzkonzepten für Gewässer I. und II. Ordnung berücksichtigt werden (SächsWG § 99b). Diese Konzepte bieten die einmalige Chance, Naturschutzaspekte bereits in der Planungsphase stärker als bisher zu integrieren. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Planung und Umsetzung von vorsorgenden Hochwasserschutzmaßnahmen. Ein von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanzierter Projektverbund (Laufzeit 2003 – 2008; SCHMIDT et al. 2008, RICHERT et al. 2007a, SIEKER et al. 2007) analysierte die Möglichkeiten und Grenzen von Maßnahmen zum natürlichen Wasserrückhalt unter besonderer Berücksichtigung von Naturschutzaspekten mit dem Ziel, für die Praxis relevante Fachinformationen zu liefern und handhabbare Entscheidungshilfen zu erarbeiten. Dabei erfolgten die Analysen der

drei Projekte auf jeweils unterschiedlichen räumlichen Skalen in ausgewählten sächsischen Einzugsgebieten (Müglitz/Gottleuba/Seidewitz, Weißeritz, Mulde). Im Fokus der Untersuchungen standen die Quellgebiete und Oberläufe der Flüsse in den Mittelgebirgsregionen, in denen die Abflussbildungsprozesse auf den Flächen darüber entscheiden, wie viel Niederschlagswasser in welchem Zeitraum in die Flüsse gelangt. Die vorliegende Arbeit zeigt auf, welche Synergieeffekte zwischen den Zielen des Naturschutzes und des Hochwasserschutzes bestehen und anhand welcher Kriterien entsprechende Maßnahmen insbesondere für Hochwasserentstehungsgebiete abgeleitet werden können.

2 Prioritäre Ziele und gemeinsame Leitlinien des Naturschutzes und der Hochwasservorsorge

Neben der außergewöhnlich großen Niederschlagsintensität und -menge sind als Ursache für die große Schädigung des Hochwassers 2002 vielfältige anthropogene Veränderungen der Landschaft, wie die Nutzung und Bebauung hochwassergefährdeter Bereiche, die zunehmende Flächenversiegelung durch Siedlung und Verkehr sowie die land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftungsstrategien, zu nennen. Letztere beeinflussen sowohl die Ausstattung und Diversität einer Landschaft als auch deren hydrologische Eigenschaften maßgeblich. Beispielhaft seien hier genannt: a) die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im 20. Jahrhundert, die zur Ausräumung der Agrarlandschaft und Vergrößerung der Ackerschläge führte, b) der durch die forstliche Bewirtschaftung in der Vergangenheit und Immissionschäden bedingte aktuelle Waldzustand und c) der Verlust naturnaher Fließgewässer und Auen durch Ausbaumaßnahmen (z. B. Eindeichung, Begradigung, Staustufenbau). Diese Entwicklung führte zum Rückgang der Biotop- und Artenvielfalt (z. B. POSCHLOD et al. 2005) und zur Gefährdung zahlreicher Arten und Biotoptypen (JEDICKE 1997). Gleichzeitig gingen abflusshemmende sowie infiltrationsfördernde Strukturen verloren und das Wasserspeicher- und Infiltrationsvermögen der Böden wurde vielerorts durch Verdichtung, ungünstige Durchwurzelung und geringe Humusgehalte eingeschränkt (ZUAZO & PLEGUEZUELO 2008, HUISMAN et al. 2004, NIEHOFF 2001, VAN DER PLOEG et al. 1999).

Aufgrund dieser multiplen Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes wurden für die Zielstellung der vorliegenden Arbeit sowohl aus Sicht des Naturschutzes als auch der Hochwasservorsorge prioritäre Ziele definiert (Abb. 1). Vorrangige Ziele des vorbeugenden Hochwasserschutzes sind die Erhöhung der Infiltrations- und Speicherkapazität der Böden sowie die Reduktion schneller Abflusskomponenten. Sie sind eng mit dem Erosionsschutz (BBodSchG) gekoppelt und stimmen mit den Grundsätzen des sächsischen Wassergesetzes (SächsWG, Achter Teil) und auf Bundesebene mit denen des Wasserrechts überein. Die in Abb. 1 aufgeführten prioritären Naturschutzziele wie der Erhalt und die Förderung der Arten- und Lebensraumvielfalt finden sich im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG; Abschnitt 1) wieder.

Basierend auf diesen Zielen wurden in einem nächsten Schritt gemeinsame Leitlinien für eine integrierte Entwicklung der Landschaft abgeleitet (Abb. 1). Nachfolgend sollen die hierfür wesentlichen zu Grunde gelegten Beziehungen zwischen der Vegetation und hydrologischen Prozessen vorgestellt und anhand einiger ausgewählter Maßnahmen näher erläutert werden. Die Vegetation wirkt insbesondere über ihr Wurzelsystem auf die Infiltrations-, Perkulations- und Wasserrückhalteeigenschaften der Böden. Den Speichereigenschaften des Bodenraums kommt nicht nur für den vorbeugenden Hochwasserschutz, sondern auch für die Bereitstellung pflanzenverfügbaren Wassers während der Vegetationsperiode Bedeutung zu. Unter gleichen Bodenbedingungen wirken Pflanzenbestände mit intensiv verzweigten und tief reichenden Wurzelsystemen aus Fein- und Grobwurzeln positiv bezüglich der hydrologischen Prozesse (u. a. LEITINGER et al. 2010, LANGE et al. 2008). Eine entsprechende Verbesserung der Durchwurzelung haben die in den Leitlinien formulierte Nutzungsänderung von Acker, die Extensivierung von Intensivgrünland, die Etablierung von Kleinstrukturen und der ökologische Waldumbau zum Ziel. Als ein Beispiel kann die Etablierung von extensiv genutztem, artenreichem Grünland gelten, wie es die naturschutzfachlich wertvollen Bergwiesen des Erzgebirges darstellen. Neben flach wurzelnden Gräsern kommen zahlreiche Stauden, wie die für die Bergwiesen typische Bärwurz (*Meum athamanticum*), vor, die mit



Abb. 1 Prioritäre Ziele des Naturschutzes und der Hochwasservorsorge sowie abgeleitete gemeinsame Leitlinien für eine integrierte Landschaftsentwicklung (nach RICHERT et al. 2008).

Fig. 1 Aims of high priority from the nature conservation and flood prevention perspective and derived common guidelines for integrated landscape management.

ihren tiefreichenden, vergleichsweise dicken Wurzeln auch eine schnellere Perkolation in tiefer liegende Bodenhorizonte ermöglichen. Im Gegensatz dazu weisen artenarme Bestände ein wenig differenziertes Wurzelsystem auf. Von Gräsern dominiertes, artenarmes Grünland durchwurzelt lediglich die oberen Bodenschichten bis ca. 30 cm mit feinen, eher horizontal verlaufenden Wurzeln und eine tiefreichende Wassersickerung kann nicht erfolgen. Auch artenarme Waldbestände, wie beispielsweise Fichtenmonokulturen, weisen bei gleichen Bodeneigenschaften aufgrund der einheitlichen Wurzelstruktur ein geringeres Wasserrückhaltevermögen auf als Waldbestände, die aus mehreren, auch tiefwurzelnden Arten aufgebaut sind. Der ökologische Waldumbau einschichtiger gleichaltriger Nadelbaumbestände durch Etablierung von Baumarten, die dem natürlichen Vegetationspotenzial entsprechen, ist aus Naturschutzsicht aufgrund ihrer Naturnähe hoch zu bewerten und hat gleichzeitig aus Sicht des präventiven Hochwasserschutzes positive Wirkungen. Entsprechend umgebaute Bestände weisen gleichzeitig eine die Infiltration, Perkolation und Wasserspeicherung begünstigende Wurzelstruktur und Humusform (Mull, Moder) auf. Der Rohhumus der Nadelwälder wirkt dagegen bei Trockenheit hydrophob und liefert in diesem Fall zunächst Oberflächenabfluss.

Die Vegetationsstruktur beeinflusst nicht nur die Infiltration und das Wasserspeichervermögen, sondern es besteht weiterhin ein enger Zusammenhang zwischen dem Bewuchs und der Oberflächenrauigkeit, welche für die Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses von entscheidender Bedeutung ist (MARKART et al. 2004). Bei vegetationsfreien bzw. nur geringfügig bedeckten Flächen (geringer Deckungsgrad), wie

es z. B. bei Hackfrüchten (Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben) lange Zeit nach der Aussaat der Fall ist (6–8 Wochen), fehlt einerseits die schützende Wirkung der Pflanzendecke gegen den Tropfenaufprall und damit gegen Verschlammung, andererseits bieten sie dem Oberflächenabfluss kaum Widerstand. Ziel muss daher eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung sein. Dies kann beispielsweise durch Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung erreicht werden, bei denen der Boden ganzjährig mit Pflanzen bzw. Pflanzenresten bedeckt ist, so dass die Infiltration erhöht und der Oberflächenabfluss vermindert wird (VALENTIN et al. 2008). Grünland weist ebenfalls das ganze Jahr über eine Vegetationsdecke auf. Ein hoher Anteil an Stauden, wie er für zahlreiche extensiv genutzte und häufig artenreiche Grünlandtypen charakteristisch ist, wirkt sich positiv auf die Oberflächenrauigkeit aus, denn diese Arten sind stabil und setzen dem fließenden Wasser mehr Widerstand entgegen, als es bei den weicheren Gräsern der Fall ist. Basierend auf diesen Überlegungen lassen sich auch an dieser Stelle die in den Leitlinien formulierte Nutzungsänderung von Äckern, der ökologische Waldumbau und die Etablierung von Kleinstrukturen (Hecken, Raine) ableiten.

In den Gewässern beeinflusst die Abflussgeschwindigkeit wesentlich die Schadwirkung. Begradigte Gewässer weisen eine hohe Fließgeschwindigkeit und ein geringes Fassungsvermögen auf. Die in den Leitlinien formulierte Renaturierung verbauter und begradigter Fließgewässer ermöglicht ein verbessertes Fassungsvermögen und reduziert die Abflussgeschwindigkeit. Sie fördert die Arten- und Lebensraumvielfalt sowie die Durchgängigkeit und führt zu einem naturnahen, für die Region typischen Gewässerverlauf.

Für das Abflussgeschehen in einer Landschaft ist neben den geografischen und pedologischen Bedingungen auch die Nutzungsstruktur von großer Bedeutung. Im Vergleich zu einer an Lebensräumen armen Landschaft sind in einer strukturierten Landschaft mit verschiedenen Nutzungstypen die Abflussbildungsprozesse sowohl zeitlich als auch räumlich heterogen, was die Hochwasserspitzenabflüsse reduziert. Basierend auf diesen Überlegungen ist festzustellen, dass eine Landschaft, reich an Kleinstrukturen und artenreichem Grünland sowie naturnahen Wäldern und Gewässern, sich nicht nur positiv auf Lebensraum- und Artenvielfalt, Biotopverbund und Lebensqualität (z. B. POSCHLOD et al. 2005) auswirkt, sondern gleichzeitig zur Verbesserung der Bodenstruktur und damit zu einer besseren Wasserinfiltration und -speicherkapazität der Böden sowie zur Verzögerung der Abflusskonzentration und zur Verringerung von Feststoffbewegungen beiträgt (VALENTIN et al. 2008, NAEF et al. 2002). Hieran wird deutlich, dass bereits auf der Zielebene große Synergieeffekte zwischen dem Naturschutz und dem vorbeugenden Hochwasserschutz bestehen, die durch eine integrierte Landschaftsentwicklung und gezielte Maßnahmenplanung ausgenutzt werden können.

3 Ableitung von Maßnahmen und ihre Wirkung

Aufbauend auf den gemeinsamen Leitlinien und den vorangehenden Überlegungen wurden 20 Maßnahmen abgeleitet (Tabelle 1). Die Maßnahmen können in vier Gruppen eingeteilt werden: a) Maßnahmen, die die Bodenbearbeitung bzw. das Bestellverfahren betreffen, b) Nutzungsänderungen sowohl landwirtschaftlicher als auch forstlich genutzter Flächen, c) Maßnahmen zur Flurgliederung und d) Maßnahmen am Gewässer. Die Maßnahmen stellen eine Auswahl aus dem Spektrum der Möglichkeiten dar, welche aufgrund einer Literaturlauswertung und im Ergebnis der Beurteilung von umgesetzten Initialmaßnahmen als besonders effektiv eingestuft wurden. Die in Tabelle 1 vorgenommene Bewertung dieser Maßnahmen erfolgte vor dem Hintergrund der Leitlinien und sollte zu allen relevanten Landschaftsfunktionen Aussagen treffen. Im Fokus der diesbezüglich durchgeführten Literaturrecherche und der eigenen Modelluntersuchungen (MERTA et al. 2008, RICHERT et al. 2008, SCHMIDT et al. 2008, SIEKER et al. 2007) in den genannten Flusseinzugsgebieten standen die Auswirkungen auf den Wasserrückhalt, die Reduktion der Fließgeschwindigkeit und die Verringerung des Schadenspotenzials sowie die Bedeutung für den Biodiversitäts-, Arten- und Biotopschutz und das Landschaftsbild (vgl. Abb. 1). Die hier betrachteten potenziellen Auswirkungen können nach heutigem Kenntnisstand (s. auch Kap. 2) mit großer Wahrscheinlichkeit erwartet werden. Bei der vorgenommenen Bewertung der Maßnahmen können allerdings nicht alle

mit einer Umsetzung verbundenen standortspezifischen, komplexen ökologischen Ursache-Wirkungs-Beziehungen berücksichtigt werden, so dass von Fall zu Fall die Bewertung überprüft und ggf. an die lokale Situation angepasst werden muss.

Maßnahmen im Bereich der ackerbaulichen Bodenbearbeitung und Bestellverfahren entfalten positive Wirkungen auf die Schutzgüter Boden und Wasser (Tabelle 1). Von besonderer Bedeutung sind die Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung inkl. Direktsaat (VALENTIN et al. 2008, ZUAZO & PLEGUE-ZUELO 2008, O'CONNELL et al. 2007). Die verminderte Eingriffsintensität der nichtwendenden Bodenbearbeitung führt zu einer besseren Infiltrationsleistung der Ackerböden und zum effektiven Schutz vor Wassererosion durch Ernte- und Wurzelrückstände auf der Oberfläche (O'CONNELL et al. 2007, CHAMBERS et al. 2000). Für den Bereich des Arten- und Biotopschutzes, den Biotopverbund und das Landschaftsbild muss die naturschutzfachliche Bedeutung dagegen als überwiegend gering eingestuft werden (SALZMANN & RÜTER 2007). Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Bewertung dieser Bewirtschaftungsformen für verschiedene Tiergruppen. Für in der hydrologischen Simulation nachweisbare Effekte auf Landschafts-(Einzugsgebiets-)ebene spielen die genannten Maßnahmen dann eine Rolle, wenn sie einen erheblichen Anteil (mindestens 25 %) der Einzugsgebietsfläche einnehmen (MERTA et al. 2008, HOOIJER et al. 2004).

Den größten Nutzen für den Naturschutz und die Hochwasservorsorge zeigen die vorgeschlagenen Nutzungsänderungen auf Acker und auf Flächen mit Intensivgrünland (Tabelle 1). Eine Aufforstung von Intensivgrünland ist nur auf entsprechend tiefgründigen Böden wirkungsvoll, wenn tiefwurzelnde Baumarten ihre Vorteile gegenüber den flach wurzelnden Gräsern entfalten und einen größeren Bodenraum erschließen können (ANDREASSIAN 2004). Auch für Aufforstungen gilt, dass ein ausreichend großes Gebiet verändert werden muss, um auf regionaler Ebene eine Wirkung zu erzielen (NAEF et al. 2002).

Durch die Umwandlung einschichtiger Nadelbaumreinbestände in strukturreiche, elastische und stabile naturnahe Waldbestände werden entscheidende Voraussetzungen für die Stetigkeit forstwirtschaftlich genutzter Flächen für den präventiven Hochwasserschutz geschaffen. Bei ausreichend tiefgründigen Böden werden nicht nur langfristig die Infiltrationseigenschaften verbessert (LANGE et al. 2008), das Wasserrückhaltevermögen erhöht und damit die Abflussspitzen gedämpft und verzögert, sondern auch die Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Lebensraumtypen mit der für sie charakteristischen biologischen Vielfalt initiiert (SCHMIDT et al. 2008).

Maßnahmen zur Flurgliederung, wie die Anlage von Säumen und Hecken, spielen insbesondere für den Naturschutz eine Rolle. Neben ihrer Bedeutung für die Ästhetik und die Erlebniswirksamkeit der Landschaft tragen sie zur Erhöhung der biologischen Vielfalt und zur Biotopvernetzung bei (RÜTER 2008, OPPERMANN 1998, SSYMANK 1993). Bezüglich des Hochwasserschutzes führen sie zu einer Reduktion der Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses und mindern somit v. a. die Erosion auf lokaler Ebene (HOOIJER et al. 2004, BAUDRY et al. 2000, MERLOT 1999). Auf das Abflussverhalten des Gewässers wirken sie sich allerdings nur unwesentlich aus. Um hier deutliche Effekte zu erzielen, müssten große Flächenanteile durch Hecken strukturiert oder andere flächenhafte strukturbildende Maßnahmen, wie die Nutzungsänderung von Acker zu Extensivgrünland oder zu naturnahem Mischwald, umgesetzt werden.

Durch eine Gewässerrenaturierung können das Fassungsvermögen und damit der Wasserrückhalt verbessert sowie die Fließgeschwindigkeit, und als Folge die zerstörerische Kraft, herabgesetzt werden: Entsprechende Renaturierungsmaßnahmen reduzieren in kleineren Fließgewässern bei kurzen Starkregenergieissen den Scheitelabfluss um 20 – 25 % und die Fließgeschwindigkeit um bis zu 60 % (RICHERT et al. 2007a, MARENBACH 2002).

Für die Praxis ist der Zeitraum bis zur Funktionserfüllung der Maßnahme von Bedeutung. Im Wesentlichen orientiert sich die in Tabelle 1 vorgenommene Bewertung an den Angaben von BASTIAN & SCHREIBER (1999) zur Entwicklungsdauer von Biotopen. Bei der Mehrzahl der Maßnahmen ist die Zeitdauer der Biotopentwicklung eng korreliert mit der Zeitdauer bis zur Erfüllung der vollen Hochwasserschutzfunktion, da diese wesentlich von der Struktur des Bewuchses (Bestandeshöhe und -dichte) und der Durchwurzelung (Wurzeldichte, Anteil Grobwurzeln) sowie dem Humusgehalt des Bodens abhängt. Erst bei voll

Tab. 1 Potenzielle Bedeutung der vorgeschlagenen Maßnahmen für ausgewählte Ziele des Naturschutzes und der Hochwasservorsorge.

Table 1 Potential meaning of the suggested measures for selected aims of nature protection and flood prevention.

Maßnahme	Bewertungskriterium	Bewertung										Zeiddauer bis zur Funktionserfüllung (nach BASTIAN & SCHREIBER 1999): k = kurzfristig (bis etwa 5 Jahre) m = mittelfristig (> 5 bis etwa 30 Jahre) l = langfristig (über 30 Jahre)	
		Wasserückhalt in der Fläche bzw. Aue	Reduktion der Fließgeschwindigkeit (Oberflächenabfluss bzw. Gewässer)	Erosionsschutz	Biodiversitätsschutz	Arten- und Biotopschutz	Biotopverbund	Landchaftsbild und Erholungsfunktion	Wirkung auf lokaler / regionaler Ebene	Zeiddauer bis zur Funktionserfüllung (nach BASTIAN & SCHREIBER 1999): k = kurzfristig (bis etwa 5 Jahre) m = mittelfristig (> 5 bis etwa 30 Jahre) l = langfristig (über 30 Jahre)	Zeiddauer bis zur Funktionserfüllung (nach BASTIAN & SCHREIBER 1999): k = kurzfristig (bis etwa 5 Jahre) m = mittelfristig (> 5 bis etwa 30 Jahre) l = langfristig (über 30 Jahre)		Füllung Hochwasser- / Naturschutz
Bodenbearbeitung und Bestellverfahren													
Direktsaatverfahren		●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	l/r	m/m
Konturnutzung		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	l	k/k
Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	l/r	m/m
Nutzungsänderung													
Umwandlung von Acker in Extensivgrünland		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	m/m
Extensivierung von Intensivgrünland		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	m/m
Aufforstung (standortgerechte, heimische Arten)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	l/l
Ökologischer Wäldumbau		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	l/l
Flurgliederung													
Schlagverkleinerung		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m
Begrünung von Abflussbahnen (dauerhaft)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m
Schlaguntergliederung durch Grünstreifen (kurzlebig)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	k/k
Schlaguntergliederung durch Gras-/Krautstreifen (dauerhaft)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	k/k
Anlage von Gras- und Krautsäumen (dauerhaft)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m
Schlaguntergliederung durch Hecken		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	m/m
Anlage von Feldgehölzen		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	l/l
Anlage von Rückhalteulden in Hanglage		●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m
Maßnahmen am Gewässer													
Anlage von Rückhalteulden in der Aue		●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m
Anlage von Gewässerrandstreifen / Ufergehölzen		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l	m/m
Renaturierung Fließgewässer		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	k/m
Durchbrüche zu potenziellen Überschwemmungsflächen		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	l/r	k/m
Nutzungsänderung von Teichen zu Kleinrückhalten		●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	l	k/m

Symbole und Abkürzungen:
○ geringe bzw. keine Bedeutung
● mittlere Bedeutung
● hohe Bedeutung

Wirkung:
l auf lokaler Ebene
r auf regionaler Ebene

Zeiddauer bis Funktionserfüllung (nach BASTIAN & SCHREIBER 1999):

k = kurzfristig (bis etwa 5 Jahre)

m = mittelfristig (> 5 bis etwa 30 Jahre)

l = langfristig (über 30 Jahre)

entwickelter Vegetationsstruktur können die Biotope ihre volle Hochwasserschutzfunktion erfüllen. Ausnahmen bilden Maßnahmen wie die Anlage von Rückhaltegräben, da diese unabhängig von der Vegetationsentwicklung sofort nach baulicher Fertigstellung Wasser aufnehmen können. Bei der konservierenden Bodenbearbeitung und dem Direktsaatverfahren muss bedacht werden, dass sich die positiven Effekte für den Wasserrückhalt nur bei einer dauerhaften Umstellung der Bewirtschaftung und auch dann erst nach einigen Jahren einstellen, wenn sich die Infiltrationseigenschaften der zuvor mit dem Pflug bearbeiteten Böden verbessert haben.

Zurzeit werden die Möglichkeiten und die Wirkung der hier diskutierten Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz in kleinen Einzugsgebieten noch unterschätzt und eine Umsetzung erfolgt zögerlich. Der Vorteil solcher Maßnahmen liegt in ihrer hohen Umweltverträglichkeit sowie der überwiegend kurzen Zeitspanne bis zur Funktionserfüllung.

4 Hinweise zur Maßnahmenplanung

Integrierte Maßnahmen für den Hochwasserschutz und den Naturschutz sollten dort umgesetzt werden, wo sie für beide Ziele möglichst hohe Effekte erzielen. In Tabelle 2 wird eine für den Landnutzer entwickelte, einfach und praktikabel gehaltene Entscheidungshilfe zur Identifikation von potenziellen Maßnahmeflächen und zur Auswahl von geeigneten Maßnahmen vorgestellt. Für die Hochwasservorsorge ist entscheidend, dass das Niederschlagswasser möglichst gut in die Böden infiltriert und dort zurückgehalten wird. Als im Gelände ansprechbare Indikatoren für die Identifizierung von potenziellen Hochwasserentstehungsflächen wurden in Tabelle 2 die Kriterien Hanglänge, Hangneigung und sichtbare Verschlammungs- sowie Erosionserscheinungen gewählt. Vorhandene Erosionsrinnen weisen darauf hin, dass die Niederschlagsintensität die Infiltrationskapazität übersteigt und das Wasser oberflächlich mit hoher Geschwindigkeit abfließt. Mit zunehmender Hanglänge und -neigung steigt die Gefahr des Oberflächenabflusses an. Dementsprechend können solche Flächen wesentlich zur Hochwasserentstehung beitragen. Die Ableitung dieser Kriterien zur Identifikation von Maßnahmegebieten ist aus Sicht des Hochwasserschutzes gut generalisierbar und unabhängig von naturraum-spezifischen Gegebenheiten. Dagegen ist die Ableitung von generell gültigen Kriterien zur Identifikation von potenziellen Maßnahmegebieten aus Sicht des Naturschutzes wesentlich schwieriger, da neben analytischen auch normative Indikatoren zur Anwendung kommen müssen. Naturschutzmaßnahmen sollten naturraumtypisch, basierend auf einer Analyse des Ist-Zustandes und daraus abgeleitetem Soll-Zustand (Leitbild), umgesetzt werden (z. B. BASTIAN 1999). Im vorliegenden Fall wurden Kriterien ausgewählt, die Rückschlüsse auf die strukturelle Vielfalt der Landschaft (Vielfalt und Anordnung der Biotope) zulassen. Damit wird ein Bezug zum vorbeugenden Hochwasserschutz möglich, denn, wie in Kapitel 2 dargestellt, die Vielfalt und räumliche Anordnung an Nutzungsstrukturen einer Landschaft beeinflussen wesentlich die Abflussbildungs- sowie -konzentrationsprozesse und damit die Hochwasserwelle im Vorfluter (HABERSTOCK & WERNER 2003).

Viele der Hochwasserentstehungsgebiete werden ackerbaulich genutzt. Für Ackerflächen kommt eine Vielzahl von Maßnahmen in Frage, die das Wasserinfiltrations- und -rückhaltevermögen verbessern: Bei gleicher Nutzung können alternative Verfahren der Bodenbearbeitung oder der Bestellung gewählt werden (Tabelle 2). Maßnahmen zur Flurgliederung können helfen, die erosionswirksamen Hanglängen zu reduzieren und damit die Abflussgeschwindigkeit herabzusetzen, darüber hinaus können sie die Biotopverbundsituation aufwerten. Die Nutzung als Dauergrünland bzw. eine Aufforstung sind weitere effektive Vorsorgemaßnahmen. Generell ist sowohl für Aufforstungen als auch für Waldumbaumaßnahmen eine dem natürlichen Vegetationspotenzial entsprechende Auswahl an Gehölzen sowohl aus Sicht des Naturschutzes (Erhöhung des Anteils wertvoller Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen, der Naturnähe sowie standortspezifische Baumartenzusammensetzung und Vertikalstruktur der Bestände) als auch des Hochwasserschutzes (Verbesserung der Stabilität und Elastizität der Bestände, der Bodeneigenschaften, des Wasserrückhaltepotenzials) unverzichtbar (WILHELM et al. 2008). Sowohl aus naturschutz- als auch aus

hochwasserschutzfachlichen Gründen ist die Aufforstung von naturschutzfachlich wertvollem Grünland, wie es im Erzgebirge beispielsweise die Bergwiesen darstellen, nicht sinnvoll (SCHMIDT et al. 2008). Ein zusätzlicher Wasserrückhalt wird hierdurch aufgrund der häufig geringen Bodenmächtigkeit nicht möglich.

Der gegenwärtige Waldanteil Sachsens beträgt etwa 28%. Demgegenüber fällt der Anteil von Beständen, die natürliche Waldgesellschaften repräsentieren, mit 1,3% der Landesfläche sehr gering aus (SCHMIDT et al. 2002). Demnach können die positiven Naturschutz- und Hochwasserschutzwirkungen naturnaher Wälder gegenwärtig nur auf sehr kleiner Waldfläche erzielt werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die langfristige Überführung eines Fichtenreinbestandes in starker Hangneigung (11 – 20°) bei Bienhof (Teilfläche 633a6 Waldteil Oelsen, Osterzgebirge) in einen edellaubbaumreichen Buchenmischwald, entsprechend den standörtlichen Gegebenheiten (Mf/M2 = mäßig nährstoffhaltig, mittelfrisch). Der etwa 96 Jahre alte, baumarten- und strukturarme Fichtenbestand (Abb. 2a) weist eine hydrophobe, die Infiltration hemmende Rohhumusschicht auf. Aufgrund der Wurzelstruktur von Gewöhnlicher Fichte (*Picea abies*) ist eine Perkolations in tiefere Bodenhorizonte eingeschränkt. Der femelartige Eingriff (Abb. 2b), d. h. die kleinflächige Entnahme von Bäumen, und das Vorhandensein von benachbarten Überhältern als Samenbäume, ermöglichen den Voranbau durch Naturverjüngung (Ausnutzung naturbürtiger Kräfte). Langfristiges Ziel ist hier ein in Arten-, Alters- und Raumstruktur dem natürlichen Vegetationspotenzial nahe kommender Bestand (Abb. 2c), der die oben erläuterten Hochwasserschutz- und Naturschutzfunktionen in besonderem Maße erfüllen kann.

Häufig ist eine Kombination von mehreren, geschickt aufeinander abgestimmten kleineren Maßnahmen sinnvoll, um eine weiterreichende Wirkung zu erzielen. Dies gilt insbesondere für Hänge, auf die mehrere in Tabelle 2 genannte Kriterien zutreffen und für große, einheitlich genutzte Schläge. Beispielsweise könnte an einem solchen ackerbaulich genutzten Hang die erosionswirksame Hanglänge durch die Anlage von Hecken bzw. Rainen, denen zur Verstärkung der Wirkung ein Grünlandstreifen vorgelagert wird, reduziert werden.

Für Fließgewässer lässt sich sowohl aus Sicht des Naturschutzes als auch der Hochwasservorsorge ein hoher Handlungsbedarf ableiten, wenn sie verbaut bzw. begradigt, die Gewässerränder schmal sind und Retentionsflächen in der Aue fehlen. Aus Sicht der Hochwasservorsorge ist besonders die Renaturierung von mittleren bis kleinen Fließgewässern einschließlich ihrer Auen oberhalb von bebautem, vor Überschwemmung zu schützendem Gebiet sinnvoll und effektiv. Diesbezüglich wurde innerhalb des Projektverbundes ein zukunftsweisendes Beispiel für die Umsetzung von Planungen zur Hochwasserschadensbeseitigung durch eine die Hochwasservorsorge integrierende Renaturierung an der oberen Gottleuba geschaffen (SCHRÖDER & BÖHME 2008). Die vorgeschlagenen technischen Maßnahmen wie Rückhalte- mulden sind aufgrund ihres begrenzten Wasserrückhaltepotenzials ebenfalls in kleineren Einzugsgebieten sinnvoll (HORN et al. 2006).

5 Schlussfolgerungen

Die aktuelle Gesetzeslage fordert die Umsetzung eines integrativen vorsorgenden Hochwasserschutzes, was einen erhöhten Informationsbedarf bezüglich der Prozesse und möglicher Maßnahmen mit sich bringt. Ein Ziel muss sein, naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Fachbeiträge und Instrumente gut aufeinander abzustimmen (RIEDL 2001). Trotz aller Bemühungen scheint dieser Abstimmungsprozess noch nicht immer optimiert. Synergien und Konflikte zwischen dem Naturschutz auf der einen und den Anforderungen des vorbeugenden Hochwasserschutzes auf der anderen Seite sollten künftig identifiziert und über ein interdisziplinäres Vorgehen in der Planung und Maßnahmenumsetzung verstärkt berücksichtigt werden (RÜTER et al. 2006). Möglichkeiten eines solchen Vorgehens werden von SCHMIDT et al. (2008) aufgezeigt. Zum Abgleich unterschiedlicher Zielvorstellungen müssen unter Einbeziehung aller Beteiligten und der lokalen Besonderheiten verbindliche Zielgrößen definiert und Prioritäten gesetzt werden. Eine erfolgreiche hochwasserschutz- und naturschutzgerechte Bewirtschaftung von Flächen bedeutet

auch, die Belange der Hochwasservorsorge und des Naturschutzes in begründeten Fällen über die gleichzeitig vorhandenen ökonomischen Ziele der Landnutzer zu stellen (SCHMIDT et al. 2008). Unabdingbare Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen sind neben den von allen Akteuren und Interessengruppen getragenen Zielkonzepten vor allem Flächenverfügbarkeit, politischer Wille und ausreichend Fördermittel. Im Vergleich zu technischen Hochwasserschutzmaßnahmen wie dem Bau von Rückhaltebecken, die mit erheblichen Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden sind und große Investitionssummen sowie eine ständige Unterhaltung erfordern, sind die vorgestellten Maßnahmen kostengünstiger und weitgehend wartungsarm. Die naturschutzfachliche Praxis sollte daher die Chance stärker als bisher nutzen, für die Umsetzung ihrer Ziele in der Landnutzung argumentativ Hochwasserschutzaspekte zu integrieren (RÜTER 2005).

6 Zusammenfassung

RICHERT, E.; RÜTER, S.; SEIDLER, C.; WILHELM, E. G.: Naturschutz und Hochwasservorsorge – unvereinbare Gegensätze? Ableitung und Bewertung von Maßnahmen aus interdisziplinärer Sicht. - *Hercynia* N. F. 44 (2011): 39 – 52.

Veranlasst durch das katastrophale Hochwasser 2002 in Sachsen, wurde auch in den politischen Entscheidungen das Augenmerk stärker auf einen präventiven Hochwasserschutz gelegt, der neben dem Einsatz technischer Vorsorgemaßnahmen das Wasserrückhaltevermögen in der Landschaft verbessert. Daraus ergeben sich neue Anforderungen an die Landschaftsentwicklung und Maßnahmenumsetzung. Basierend auf eigenen Modellanalysen und einer Literaturlauswertung zeigt die vorliegende Publikation auf, welche Synergieeffekte zwischen den Zielen des Naturschutzes und der Hochwasservorsorge bestehen. Es werden prioritäre Ziele und gemeinsame Leitlinien für einen integrierten Naturschutz und vorbeugenden Hochwasserschutz für die Bereiche Agrarland, Wälder und Forsten sowie Gewässer- und Auelebensräume dargestellt. Wichtige Naturschutzziele sind der Erhalt und die Förderung schutzwürdiger Biotope, der Biodiversität, des Biotopverbundes und des für den Naturraum typischen Landschaftsbildes. Ziele aus Sicht der Hochwasservorsorge sind die Erhöhung der Infiltrations- und Speicherkapazität der Böden und die Verzögerung der Abflusskonzentration, die Dämpfung des Spitzenabflusses sowie die Reduktion der Fließgeschwindigkeiten. Insgesamt werden 20 Maßnahmen wie beispielsweise die Nutzungsänderung von Ackerflächen in (Extensiv-)Grünland bzw. in naturschutzgerechten Wald, die Etablierung von linearen Kleinstrukturen (Raine, Hecken), der ökologische Waldumbau und die Renaturierung von Fließgewässern, vorgeschlagen. Mit einer für Landnutzer entwickelten Entscheidungshilfe können potenzielle Hochwasserentstehungsgebiete und damit Maßnahmeflächen identifiziert und geeignete Maßnahmen abgeleitet werden. Es wird deutlich, dass naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Maßnahmen gut aufeinander abgestimmt werden müssen und können, um optimale Synergieeffekte zu erzielen. Für den Naturschutz liegen hierin zusätzliche argumentative Möglichkeiten, die verstärkt genutzt werden müssen, um die Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen effektiver als bisher zu erreichen.

7 Danksagung

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und dem Freistaat Sachsen für die Finanzierung der drei Projekte:

„Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhalt in der Fläche unter besonderer Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte – am Beispiel des Flusseinzugsgebietes der Mulde in Sachsen (HONAMU)“ (AZ 21467, Laufzeit 2004-2006),

„Hochwasser- und Naturschutz im Weißeritztal“ (HochNatur) (AZ 21278, Laufzeit 2003 – 2007),

„Hochwasserschutz- und naturschutzgerechte Behandlung umweltgeschädigter Wälder und Offenlandbereiche der Durchbruchstäler des Osterzgebirges“ (AZ 18811/02, Laufzeit 2004 – 2008).



Abb. 2 Beispiel für die Überführung eines einschichtigen Reinbestandes aus Gewöhnlicher Fichte (*Picea abies*) über Naturverjüngung zu einem edel-laubbaumreichen Buchenmischwald (östliches Erzgebirge) zur Optimierung der Naturschutz- und Hochwasserschutz-funktion

- Ausgangsbestockung – gleichaltriger einschichtiger Reinbestand aus Gewöhnlicher Fichte (*Picea abies*)
- Femalartiger Eingriff in diesen Bestand zur Förderung der Naturverjüngung
- Zielbestockung am Beispiel eines Referenzbestandes – Edel-laubbaumreicher Buchenmischbestand aus Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Gewöhnlicher Fichte (*Picea abies*) (Fotos: Steffen Hilpert)

Fig. 2 Example of the transformation of a single-storied pure spruce stand (*Picea abies*) by natural regeneration into a mixed beech forest, rich with valuable broad leaved species (eastern Ore Mountains) to optimise nature conservation and flood prevention.

- Starting situation: a single-layer even-aged pure spruce stand (*Picea abies*)
- Selective cutting for supporting natural regeneration
- Growing-stock objective: a mixed beech stand, rich in valuable broad-leaved tree species like beech (*Fagus sylvatica*), mountain acer (*Acer pseudoplatanus*), ash (*Fraxinus excelsior*) and spruce (*Picea abies*).

8 Literatur

- ANDREASSIAN, V. (2004): Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. - *J. Hydrology* 291: 1 – 27.
- BASTIAN, O. (1999): Leitbilder für Naturräume auf der Basis von Landschaftsfunktionen. - *Natur u. Landschaft* 74: 361 – 373.
- BASTIAN, O., SCHREIBER, K.-F. (1999): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. - Spektrum Akad. Verlag. Heidelberg, Berlin.
- BAUDRY, J., BUNCE, R. G. H., BUREL, F. (2000): Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. - *J. Environ. Manag.* 60: 7 – 22.
- BBodSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502, 9. Dezember 2004, BGBl. I S. 3214.
- BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2002): 5-Punkte-Programm der Bundesregierung: Arbeitsschritte zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes <http://www.bmu.de/gewaesserschutz/doc/3114.php> (aufgerufen am 18.09.2009)
- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 25. März 2002, BGBl. I S. 1193, 8. April 2008, BGBl. I S. 686.
- CHAMBERS, B. J., GARWOOD, T. W. D., UNWIN, R. J. (2000): Controlling soil water erosion and phosphorus losses from arable land in England and Wales. - *J. Environ. Quality* 29: 145 – 150.
- HABERSTOCK, W., WERNER, A. (2003): Wechselwirkungen und Ansprüche an die Landnutzung: 23. Bundestagung der Deutschen Landeskulturgesellschaft vom 9. bis 11. Oktober 2002 in Ulm. - *Landnutzung u. Landentwicklung* 44: 97 – 100.
- HOOIJER, A., KLIJN, F., PEDROLI, G. B. M., VAN OS, A.G. (2004): Towards sustainable flood risk management in the Rhine and Meuse river basins: synopsis of the findings of IRMA-SPONGE. - *River Research and Applications* 20: 343 – 357.
- HORN, S., KAUTZ, A., MERTA, M., SEIDLER, C., WALTHER, J. (2006): Entwicklung einer Methodik zur Identifizierung von Hochwasserentstehungsgebieten. - Abschlussber. an das Sächs. Landesamt f. Umwelt u. Geologie. Dresden, unveröff., 17 S.
- HUISMAN, J. A., BREUER, L., FREDE, H.-G. (2004): Sensitivity of simulated hydrological fluxes towards changes in soil properties in response to landuse change. - *Physics and Chemistry of the Earth* 29: 749 – 758.
- JEDICKE, E. (1997): Die Roten Listen: Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotope in Bund und Ländern. - Ulmer, Stuttgart.
- LANGE, B., LUESCHER, P., GERMANN, P. F. (2008) Significance of tree roots for preferential infiltration in stagnic soils. - *Hydrology and Earth System Sci. Disc.* 5: 2373 – 2407.
- LEITINGER, G., TASSER, E., NEWESELY, C., OBOJES, N., TAPPEINER, U. (2010): Seasonal dynamics of surface runoff in mountain grassland ecosystems differing in land use. - *J. Hydrology* 385: 95 – 104.
- LFUG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE) (Ed.) (2004): Ereignisanalyse - Hochwasser August 2002 in den Osterzgebirgsflüssen. - Materialien zur Wasserwirtschaft 2004: 188 S.
- MARENBACH, B. (2002): Der Beitrag naturnaher Retentionsmaßnahmen in den Talauen zur Hochwasserdämpfung. - Univ. Kaiserslautern Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Ber. 13: 1 – 183.
- MARKART, G., KOHL B., SOTIER B., SCHAUER T., BUNZA, G., STERN, R. (2004): Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflussbeiwertes auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen BFW-Dokumentation. - *Schr.R. d. Bundesamtes u. Forschungszentrums für Wald* 3: 1 – 88.
- MERLOT, P. (1999): The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate. - *Agronomie* 19: 655 – 669.
- MERTA, M., SEIDLER, C., BIANCHIN, S., HEILMEIER, H., RICHERT, E. (2008): Analysis of land use change in the Eastern Ore Mts. regarding both nature protection and flood prevention. - *Soil and Water Res.* 3: 105 – 115.
- NAEF, F., SCHERRER, S., WEILER, M. (2002): A process based assessment of the potential to reduce flood runoff by land use change. - *J. Hydrology* 267: 74 – 79.
- NIEHOFF, D. (2001): Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung in der Mesoskala. - Diss., Univ. Potsdam.

- O'CONNELL, E., EWEN, J., O'DONNELL, G., QUINN, P. (2007): Is there a link between agricultural land-use management and flooding? - *Hydrology and Earth System Sci.* 11: 96 – 107.
- OPPERMANN, F. W. (1998): Die Bedeutung von linearen Strukturen und Landschaftskorridoren für Flora und Vegetation der Agrarlandschaft. - *Diss. Botanicae* 298: 1 – 214.
- POSCHLOD, P., BAKKER, J. P., KAHMEN, S. (2005): Changing land use and its impact on biodiversity. - *Basic Appl. Ecol.* 6: 93 – 98.
- RICHERT, E., BIANCHIN, S., HEILMEIER, H., MATSCHULLAT, J., SEIDLER, C., MERTA, M., HAMMER, G., LENZ, U. (2007a): Hochwasser- und Naturschutz im Weißeritzkreis. - *Projektber. an die Dt. Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück.* 142 S. (unveröff.)
- RICHERT, E., ACHTZIGER, R., SEIDLER, C., MERTA, M., MATSCHULLAT, J., RÜTER, S., WILHELM, E.-G., SCHMIDT, P. A., ZOCHER, J., ROCH, T. (2007b): Wasser + Landschaft. Arbeitsgrundlage zur Optimierung einer nachhaltigen Landnutzung aus Sicht des Hochwasserschutzes und des Natur- und Landschaftsschutzes. - *Broschüre, DBU Osnabrück,* 16 S.
- RICHERT, E., BIANCHIN, S., HEILMEIER, H., MERTA, M., SEIDLER, C. (2008): Welchen Beitrag können Biodiversität und Naturschutz zur Hochwasservorsorge leisten? - *Naturschutz u. Biol. Vielfalt* 60: 23 – 28.
- RIEDL, U. (2001): Was können Landschaftsplanung, Naturschutz und Landschaftspflege zum vorbeugenden Hochwasserschutz beitragen? - In: UMWELTBUNDESAMT & INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE RAUMFORSCHUNG E.V. (Ed.): *Vorbeugender Hochwasserschutz auf kommunaler Ebene. Workshop 13./14. Dezember 2000 Dresden.* - *UBA-Texte* 14: 55 – 69.
- RÜTER, S. (2005): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhalt in der Fläche - Aufgabe und Chance für Naturschutz und Landschaftspflege. - *Treffpunkt Biol. Vielfalt* V: 41 – 47.
- RÜTER, S. (2008): Biotopverbund und Abflussretention in der Agrarlandschaft. Modellanalytische Untersuchungen am Beispiel des sächsischen Lösshügellandes. - *Beitr. zur räuml. Planung* 87: 1 – 141.
- RÜTER, S., LÜLF, M., REICH, M. (2006): Planung und Modellierung von dezentralen Hochwasserschutzmaßnahmen auf Grundlage der CIR-Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung. - *Wasserwirtschaft* 96: 27 – 33.
- SächsWG: Sächsisches Wassergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.10.2004, SächsGVBl. 2004: 482 S.
- SALZMANN, M., RÜTER, S. (2007): Zur umweltökonomischen und naturschutzfachlichen Bedeutung der konservierenden Bodenbearbeitung. - *Z. Umweltpolitik Umweltrecht* 3: 351 – 379.
- SCHMIDT, P. A., HEMPEL, W., DENNER, M., DÖRING, N., GNÜCHTEL, A., WALTER, B., WENDEL, D. (2002): Potentielle Natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1 : 200 000. - *Materialien zu Naturschutz u. Landschaftspflege,* 230 S.
- SCHMIDT, P. A., WILHELM, E.-G., EISENHAEUER, D.-R. (Red., 2008): Waldbehandlung, Waldmehrung und Auengestaltung unter Berücksichtigung von Hochwasservorsorge und Naturschutz im Ostergebirge. - *Abschlussber. zum DBU-Projekt. Landesverein Sächs. Heimatschutz,* 176 S.
- SCHRÖDER, D., BÖHME, W. (2008): Hochwasserschadensbeseitigung und Renaturierung an der oberen Gottleuba. - In: SCHMIDT, P. A., WILHELM, E.-G., EISENHAEUER, D.-R. (2008): *Waldbehandlung, Waldmehrung und Auengestaltung unter Berücksichtigung von Hochwasservorsorge und Naturschutz im Ostergebirge.* - *Abschlussber. zum DBU-Projekt. Landesverein Sächs. Heimatschutz:* 135 – 139.
- SIEKER, F., JASPER, J., REICH, M., RÜTER, S., SALZMANN, M., SCHMIDT, W. A., WILCKE, D., ZACHARIAS, S. (2007): Hochwasserschutz an der Mulde. - *Schr. R. der Sächs. Landesanstalt f. Landwirtschaft* 12: 1 – 289.
- SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT) (Ed.) (2007): *Hochwasserschutz in Sachsen: die sächsische Hochwasserschutzstrategie.* - *Broschüre, Dresden,* 43 S.
- SOCHER, M., BÖHME-KORN, G. (2008): Central European floods 2002: lessons learned in Saxony. - *J. Flood Risk Manag.* 1: 123 – 129.
- SSYMANK, A. (1993): Zur Bewertung und Bedeutung naturnaher Landschaftselemente in der Agrarlandschaft. - *Verh. Ges. Ökologie* 22: 225 – 262.
- VALENTIN, C., AGUS, F., ALAMBAN, R., BOOSANER, A., BRIQUET, J. P., CHAPLOT, V., DE GUZMAN, T., DE ROUW, A., JANEAU, J. L., ORANGE, D., PHACHOMPHON, K., PHAI, D. D., PODWOJEWSKI, P., RIBOLZI, O., SILVERA, N., SUBAGYONO, K., THIEBAUX, J. P., TOAN, T. D., VADARI, T. (2008): Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. *Agriculture. - Ecosystems and Environment* 128: 225 – 238.
- VAN DER PLOEG, R. R., EHLERS, W., SIEKER, F. (1999): Floods and other possible adverse environmental effects of meadowland area decline in former West Germany. - *Naturwiss.* 86: 313 – 319.

- WILHELM, E.-G., HILPERT, ST., ROCH, T., BUTTER, D. (2008): Waldumbau und Waldpflege: Maßnahmenumsetzung auf Flächen des Landesvereins Sächsischer Heimatschutz. - In: SCHMIDT, P. A., WILHELM, E.-G., EISENHAUER, D.-R. (2008): Waldbehandlung, Waldmehrung und Auengestaltung unter Berücksichtigung von Hochwasservorsorge und Naturschutz im Osterzgebirge. - Abschlussber. zum DBU-Projekt. Landesverein Sächs. Heimatschutz: 63 – 68.
- ZUAZO, H. D., PLEGUEZUELO, C. R. R. (2008): Soil erosion and runoff prevention by plant covers. A review. - *Agronomy for sustainable development* 28: 65 – 86.

Manuskript angenommen: 15. April 2011

Anschrift der Autoren:

Dr. Elke Richert

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum, AG Biologie/
Ökologie, Leipziger Str. 29, D-09599 Freiberg

E-Mail: elke.richert@ioez.tu-freiberg.de

Dr. Stefan Rüter

Leibniz Universität Hannover

Institut für Umweltplanung, Herrenhäuser Str. 2, D-30419 Hannover

E-Mail: rueter@umwelt.uni-hannover.de

Dr. Christina Seidler

Internationales Hochschulinstitut Zittau (IHI), Lehrstuhl für Umwelt-Biotechnologie
Markt 23, D-02763 Zittau

E-Mail: seidler@ihi-zittau.de

Dr. Eckehard-Gunter Wilhelm

Technische Universität Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Fachrichtung Forst-
wissenschaften, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Lehrstuhl für Landeskultur und
Naturschutz, PF 1117, D-01735 Tharandt

E-Mail: wilhelm@forst.tu-dresden.de