

Dezentraler Wasserrückhalt in der Landschaft durch vorbeugende Maßnahmen der Waldwirtschaft, der Landwirtschaft und im Siedlungswesen

Mitteilungen aus der Forschungsanstalt
für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz

Gebhard Schüler, Inga Gellweiler und Stephan Seeling (Hrsg.)



This project has received
European Regional
Development Funding
through the INTERREG IIB
Community Initiative



Dezentraler Wasserrückhalt in der Landschaft durch vorbeugende Maßnahmen der Waldwirtschaft, der Landwirtschaft und im Siedlungswesen

Das INTERREG-III-B-NWE-Projekt WaReLa –
Ergebnisse aus drei Jahren Umsetzung und Forschung
für einen nachhaltigen Hochwasserschutz in der Fläche

Mitteilungen aus der Forschungsanstalt
für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) Rheinland-Pfalz

Gebhard Schüler, Inga Gellweiler und Stephan Seeling (Hrsg.)

Editorial Board: Markus Casper, Joachim Hill, Manuel Seeger,
Elisabeth Tressel, Michael Vohland

Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft
Rheinland-Pfalz

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der
Übersetzung vorbehalten

Herausgeber: Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
 Forschungsanstalt für Waldökologie und
 Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz

Verantwortlich: Gebhard Schüler

Layout und Satz: Inga Gellweiler

Dokumentation: Mitteilungen FAWF, Trippstadt
 331 Seiten

zu beziehen über die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Schloss
D-67705 Trippstadt, Tel.: +49-6306-911-0, Telefax: +49-6306-911-200, E-Mail: ZDF.FAWF@wald-rlp.de

Inhaltsverzeichnis

Das INTERREG III B NWE-Projekt WaReLa - Verminderung der Hochwassergefahr durch Landnutzung

G. SCHÜLER 1

Wasserrückhalt im Wald - Ein Beitrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz

G. SCHÜLER 5

Renaturierung von Hangbrüchen im Hunsrück zur Glättung von Abflusspitzen

M. GALLUS, M. LEY, D. SCHUBERT, G. SCHÜLER, E. SEGATZ & W. WERNER..... 19

Standortkartierung: Grundlage für die Bestimmung abflussrelevanter Flächen im Forst

S. SCHOBEL, E. SEGATZ, R. VASEL & G. SCHÜLER 29

Erstaufforstung in Hotspots der Abflussentstehung

M. GALLUS, M. LEY, D. SCHUBERT, G. SCHÜLER & E. SEGATZ 39

Entschärfung von linearen Abflüssen durch vorsorgende Waldwegebautechnik

C. BACKES, M. GALLUS, D. SCHUBERT, G. SCHÜLER & R. VASEL 49

Hochwasserrückhalt durch naturnahe Waldwirtschaft und Kleinrückhalte

J. SARTOR & T. KREITER 59

Die Renaturierung eines Teilstückes der Lauter – eine Maßnahme des vorsorgenden Hochwasserschutzes im Bereich des Oberlaufes von Flüssen

E. SEGATZ 71

Abflussverhalten, Methodenvalidierung und Modellparametrisierung

M. SEEGER 81

Untersuchungen zum Wasserhaushalt und Abflussbildung im Frankelbach-Einzugsgebiet

M. JOHST & M. CASPER..... 83

Abschätzung der Wirkung von Wegebaumaßnahmen auf den Hochwasserabfluss

T. KREITER, & M. CASPER 93

Der Kartelbornsbach, ein Modelleinzugsgebiet der Südeifel

W. SYMADER 103

Modellierung von Abflussprozessen und Wasserrückhalt auf der Kleinskala unter verschiedenen Landnutzungen

T. SAUER, M. CASPER & S. SCHOBEL 111

Examining the spatial and temporal variations of erosion processes and hydrochemical response in mesoscale catchments – preliminary results from the Attert basin in Luxembourg <i>N. MARTÍNEZ-CARRERAS, A. KREIN, J.-F. IFFLY, F. BARNICH, L. PFISTER, L. HOFFMANN & F. GALLART</i>	123
Marly basins: low relief torrential basins? <i>J. JUILLERET, H. HELLEBRAND, L. HOFFMANN, F. FENICIA & L. PFISTER</i>	133
Assessing hydrological information potential of lithology and soil for winter storm flow generation: a two-pronged approach to meso-scale regionalization <i>H.HELLEBRAND, J. JUILLERET, L. HOFFMANN & L. PFISTER</i>	141
Umsetzung und Validierung von hochwasserschonenden Maßnahmen in der Landwirtschaft in einem mikroskaligen Einzugsgebiet der Eifel <i>CH. MÜLLER, R. SCHNEIDER & D. SCHRÖDER</i>	153
Entwicklung und GIS gestützte Parametrisierung eines Niederschlags-Abfluss-Modells zur Abschätzung der Auswirkung dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen auf die Abflussganglinie eines meso-skaligen Einzugsgebietes der Eifel <i>M. GIESE, CH. MÜLLER, R. SCHNEIDER & D. SCHRÖDER</i>	163
Die Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen als Grundlage für die Beurteilung von extremen Abflüssen <i>S. SCHERRER & N. DEMUTH</i>	173
Entwicklung und Anwendung eines Regelwerkes zur automatischen Erstellung von Abflussprozesskarten in einem GIS <i>F. NAEF, M. MARGRETH, P. SCHMOCKER-FACKEL, S. SCHERRER,</i>	181
Erfassung der Feuchteverteilung im Boden und einer Versickerungsmulde mit Hilfe der geoelektrischen Widerstandstomographie <i>CH. KNEISEL, CH. MÜLLER & S. WINTRICH</i>	191
Wasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten und deren Akzeptanz <i>E. TRESSEL</i>	199
Langzeitmonitoring einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftungsanlage am Beispiel des Neubaugebietes Trier-Petrisberg <i>S. WINTRICH</i>	203
Akzeptanz von Maßnahmen zur Retention von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten – Handlungsempfehlungen für Kommunen <i>J. KRONWIRTH & S. WINTRICH</i>	211

Informationsmedien zur Erhöhung der Akzeptanz von naturnaher Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten am Beispiel Trier-Petrisberg <i>S. WINTRICH</i>	219
Regenwassernutzung im Kontext der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung und ökologischer Nachhaltigkeit <i>J. PILLER</i> ,.....	225
Beiträge der Fernerkundung zum nachhaltigen Einzugsgebietsmanagement	
<i>M. VOHLAND</i>	233
Land use and land cover change analysis in Rhineland-Palatinate based on multi-temporal image classification <i>M. SCHLERF, S. BORENS, S. SEELING, & J. HILL</i>	235
Assessing the impact of regional land cover dynamics on the runoff coefficient <i>M. SCHLERF, H.HELLEBRAND, S. SEELING & L. PFISTER</i>	245
Map anthropic and climatic changes within the Alsatian Forests <i>P. DE FRAIPOINT & N. THOLEY</i>	253
Laserscannerdaten zur Ableitung von Forstbestandsparametern <i>H. BUDDENBAUM & S. SEELING</i>	263
Übergeordnete Instrumente	
<i>M. CASPER</i>	269
Ökoeffizienzanalyse von Dezentralen Hochwasserschutzmaßnahmen <i>F. EBINGER, K. ELSNER & P. VOGT</i>	271
Decreasing flood damage: Overview of Organizations and Policies in France, Germany and Luxembourg <i>P. DE FRAIPOINT, N. THOLEY & I. GELLWEILER</i>	285
Handlungsstrategien der Raumplanung beim vorbeugenden Hochwasserschutz an ausgewählten Beispielen der Region Trier <i>I. GELLWEILER</i>	295
Konzeption eines CMS-basierten Informations- und Entscheidungshilfesystems (DSS) <i>L. SCHAUB</i>	311

Autorenliste	317
WaReLa Publikationen.....	318

Hochwasserrückhalt durch naturnahe Waldwirtschaft und Kleinrückhalte

J. SARTOR¹ & T. KREITER²

¹ Fachhochschule Trier

² Ingenieurbüro für Hydrologie und Gewässerschutz

Kurzfassung

Zur Quantifizierung des Hochwasser dämpfenden Effekts der naturnahen Waldbewirtschaftung wurde das 4,2 km² große Untersuchungsgebiet Holzbach eingerichtet. Leider trat während der Projektlaufzeit kein Hochwasserereignis auf, so dass hinsichtlich einer entsprechenden Wirkungsabschätzung auf die internationale Literatur zurückgegriffen werden musste. Hieraus lassen sich zwar zahlreiche qualitative Hinweise entnehmen, jedoch ist dadurch eine Quantifizierung dieser Wirkung nur sehr eingeschränkt möglich. Dies unterstreicht den bestehenden Forschungsbedarf und die Notwendigkeit entsprechend langfristig angelegter Messprogramme. Dagegen lassen sich mittels Simulationsrechnungen konkrete Aussagen zur Effizienz von dezentralen Kleinrückhalten machen (eingestaute Waldwegedämme, ehemalige Fischteiche o.ä.), deren Umsetzung im Oberen Bliesgebiet (8,44 km²) derzeit zur Genehmigung ansteht. Z.B. wären dadurch Scheitelabminderungen von etwa 33 % beim (dort knapp 20-jährlichen) Dezemberhochwasser von 1993 zu erwarten. Entsprechende Ergebnisse eines Upscalings auf das gesamte Blies- und Primsgebiet (1.890 km² bzw. 734 km²) liegen zwischen ca. 3 % und 14 %.

Abstract

To quantify the flood retaining effect of close-to-nature forestry management the reference catchment Holzbach (A = 4.2 km²) was implemented. Unfortunately no flood event occurred during the project duration. Thus a study of the international literature was conducted. There numerous qualitative aspects can be found, but the quantification of this effect is possible only on a very conditional basis. This underlines the demand for further research and long-term monitoring programmes in this respect. In contrary the effect of decentralized small retention basins (logging track dams, former fish ponds etc.) can be determined by models. In the catchment Upper Blies (8.44 km²) those measures are currently in the authorization process. E.g. peak reductions of about 33 % can be expected hereby in respect to the (nearly 20 year) flood event of December 1993. According upscaling results to the Blies and Prims river basins (1,890 km² and 734 km², respectively) are in the range of 3 % to 14 %.

Résumé

Le domaine d'essai du Holzbach (4,2 km²) fut réalisé pour quantifier l'effet réducteur des crues, dû à une économie forestière respectant la nature. Comme aucune inondation ne se manifesta pendant la durée du projet, il fallut recourir à la bibliographie internationale pour estimer un tel effet. Cela permis certes, de récolter un grand nombre d'informations qualitatives. Toutefois une quantification de ces effets reste très limitée. Cela souligne le besoin, déjà existant, d'investigations dans ce domaine et la nécessité de programmes de mesures de longue durée. Par contre l'efficience de petits bassins de rétention décentralisés peut être déterminée à l'aide de simulations (digues de chemins forestiers, anciens viviers, etc.). L'application de ces mesures est actuellement en demande d'autorisation dans la zone de rétention de la Blies supérieure (8,44 km²). On pourrait s'attendre par exemple, à des réductions du pic de l'ordre de 33 %, comme lors de l'inondation de Décembre 1993 (environ tous les 20 ans). Des résultats correspondants d'une échelle à une échelle supérieure sur l'ensemble du domaine de la Blies et de la Prim (1890 km² et 734 km²) se situent entre 3 % et 14 %.

1. Einleitung

Im Rahmen des WaReLa-Projekts Hydrologie und Gewässerschutz (ihg) (www.warela.eu) übernahmen die Fach- (www.ihg-www.de) u.a. folgende Aufgaben:
hochschule (FH) Trier (www.BIserver. ben:
BI.FH-Trier.de) und das Ingenieurbüro für

- Konzeption von Maßnahmen zur Vorbeugung von Hochwasserschäden in der Fläche und die Quantifizierung ihres Wasserrückhaltepentials mittels Messungen und Niederschlag-Abfluss-Modell (NA-Modell), insbesondere
 - a) in Waldgebieten (kurz: naturnahe Waldbewirtschaftung) und
 - b) entlang von Gewässern als dezentrale Rückhaltemaßnahmen (kurz: Kleinrückhalte).
- Simulation und Bewertung des Wasserrückhaltepentials solcher Maßnahmeszenarios in mesoskaligen Einzugsgebieten.

Als grundlegende Vorgehensweise wurde in Abstimmung mit den anderen Projektpartnern die detaillierte hydrologische Untersuchung von zwei Referenzgebieten (4,2 und 8,4 km² groß) gewählt und entsprechende Rückhaltemaßnahmen konzipiert. In einem zweiten Schritt wurde ein upscaling der Maßnahmenwirkungen auf zwei Flussgebiete mit Flächengrößen von $A_E = 734$ km² und 1.890 km² durchgeführt.

2. Untersuchungsgebiete

2.1 Referenzgebiete Holzbach und Obere Blies

Das zu ca. 96 % bewaldete und 4,2 km² große Untersuchungsgebiet Holzbach findet sich etwa 20 km südöstlich von Trier im Hunsrück. Als Teileinzugsgebiet der Prims (siehe Kapitel 2.2) liegt es zu rund 40 % in Rheinland-Pfalz und zu ca. 60 % im Saarland. Der Holzbach entspringt auf einer Höhe von 565 m ü. NN. Mit Messbeginn am 15. Juli 2004 wurde im Rahmen dieses Projekts vom Saarländischen Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) die Pegelmessstelle Weiskirchen am Gebietsausgang auf 392,64 m ü. NN neu eingerichtet. Hinsichtlich der Geologie dominiert der im Hunsrück weit verbreitete Taunusquarzit. Das Referenzgebiet wurde zur Untersuchung der hydrologischen Effizienz der na-

turnahen Waldwirtschaft eingerichtet (siehe Kapitel 3). Leider ist seit Inbetriebnahme des neuen Pegels noch kein Hochwasserereignis aufgetreten, so dass hierzu auch noch keine Ergebnisse genannt werden können. Das Messprogramm wird deshalb weitergeführt werden.

Das zweite, 8,44 km² große Referenzgebiet der Oberen Blies im nordöstlichen Saarland (Abbildung 6) weist eine gemischte Flächennutzung auf mit ca. 48 % Wald-, 29 % Acker-, 20 % Grünland- und 3 % Siedlungsanteil. Die Geologie stellt sich in Form klastischer Sedimente des Unteren Rotliegenden dar mit permischen Vulkaniten im Randbereich. Als Teil des Flussgebietes Blies gemäß Kapitel 2.2 beinhaltet es deren Quelle auf 420 m ü. NN. Die Gebietsabflüsse werden seit 1990 durch den Pegel Gronig-Oberthal des LUA aufgezeichnet und umfassen zahlreiche Hochwasserereignisse. Durch nahe gelegene Niederschlagsmessstellen des LUA und einen seit 2004 im Gebiet betriebenen Schreiber der FH Trier war die Kalibrierung eines NA-Modells mit den Softwarepaketen WaSiM-ETH (SCHULLA 1997) und NAM-NKF (IHG 2001) möglich. Das Referenzgebiet wurde daher zur hydrologischen Untersuchung der Wirkung von Wededrainagen (siehe Beitrag von CASPER & KREITER, dieser Band) sowie derjenigen von Kleinrückhalten gemäß Kapitel 4 genutzt.

2.2 Flussgebiete Prims und Blies

Das 734 km² große Primsgebiet liegt größtenteils im Saarland, lediglich sein nordöstlicher Teil befindet sich in Rheinland-Pfalz. Die Prims entspringt im Hunsrück nordöstlich des Ortes Thiergarten auf 645 m ü. NN (kleine Prims) bzw. 635 m ü. NN (große Prims). Nach einem Fließweg von 62,8 km mündet sie bei Dillingen auf 177 m ü. NN in die Saar. Die Mittelgebirgshügellandschaft des Primsgebietes zeigt sich in ihrem nördlichen Teil überwiegend bewaldet, während der südliche Teil eine vorwiegend ländlich

geprägte Kulturlandschaft darstellt. Insgesamt liegt der Waldanteil mit ca. 47 % deutlich über dem Bundesdurchschnitt von ca. 30 %. Die restlichen Flächen bestehen aus Äckern (ca. 12 %), Grünland (27 %) und Siedlungen (13 %). Hinsichtlich der Geologie besteht der nördliche Gebietsteil vorwiegend aus Devon(-Schiefer) und dem Quarzitrücken des Hunsrücks. Das übrige Gebiet wird vom Rotliegenden dominiert mit teilweisem Vorkommen von Karbon und Vulkaniten. Die Abflüsse des Gebiets werden von insgesamt 16 Pegeln des LUA kontrolliert. Anhand von neun dort aufgezeichneten Hochwasserereignissen aus dem Zeitraum von 1993 bis 2003 wurde im Rahmen des Projekts ein detailliertes NA-Modell (NAM-NKF) mit 46 überwiegend natürlichen und 23 kanalisierten Teilflächen kalibriert und anhand der amtlichen Pegelstatistiken verifiziert.

Das zweite, 1.890 km² große Flussgebiet der Blies befindet sich zu 37 % im Saarland, zu 46 % in Rheinland-Pfalz und zu 17 % in Frankreich. Der Vorteil dieses Gebiets liegt darin, dass hierfür bereits ein detailliertes und kalibriertes NA-Modell vorliegt (IHG 1999 und KAUTENBURGER et al. 2002), auf das im Rahmen von WaReLa zurückgegriffen werden konnte. Eine ausführliche Gebietsbeschreibung findet sich in (IHG 1999).

3. Naturnahe Waldwirtschaft

Durch Maßnahmen der naturnahen Waldbewirtschaftung sollen u.a. die Bodenverdichtung minimiert sowie Kahlschläge und Windwurf/-bruch in Monokulturen vermieden werden. Die konkreten Maßnahmen sind z.B. dem Beitrag von M. GALLUS et al. (dieser Band) zu entnehmen. Hinsichtlich ihrer Hochwasser rückhaltenden Wirkung finden sich in der Literatur zwar zahlreiche qualitative Angaben, jedoch keine direkt verwertbaren quantitativen Angaben, da diese sich meist auf Vor-Nach-Vergleiche von kompletten Kahlschlagmaßnahmen be-

schränken und nicht spezifisch auf die naturnahe Bewirtschaftung eingehen. Folglich wurde im Rahmen von WaReLa das Untersuchungsgebiet Holzbach eingerichtet, um zu verlässlichen Messergebnissen zu kommen, mittels derer dann NA-Modelle hätten kalibriert werden können. Wie bereits unter Kapitel 2.1 erwähnt, wurden während der Projektlaufzeit jedoch keine Hochwasserereignisse aufgezeichnet, womit Modellaussagen entfallen mussten. Stattdessen wurden ein umfangreiches Literaturstudium und theoretische Betrachtungen durchgeführt, um zu einer bestmöglichen quantitativen Abschätzung zu kommen.

Grundsätzlich ist es unstrittig, dass Wald dämpfend auf den Hochwasserabfluss wirkt. Hinsichtlich einer Quantifizierung dieses Effekts weist die Literatur aber bereits eine große Spannweite auf. So gibt (FEUVRIER & GOUEFFON 1996 via WEINMEISTER 2003) einen über 10-fach höheren Scheitelabfluss eines unbewaldeten gegenüber einem vergleichbaren, bewaldeten Einzugsgebiet an, während (NIEHOFF 2001) den Waldeinfluss für quasi vernachlässigbar erklärt. Solche Diskrepanzen sind einerseits sicherlich auf unterschiedliche Mess- oder Simulationsmethoden und Bezugsgrößen zurückzuführen sowie andererseits auf die Vielzahl von Einflussfaktoren, die für die jeweils untersuchten Einzugsgebiete und Ereignisse sehr unterschiedlich ausgefallen sein können. Zusammenfassend lässt sich hinsichtlich der (zumindest tendenziell) gesicherten Einzeleffekte folgendes sagen. Oberflächenabfluss in Waldgebieten ist äußerst selten, während unterirdische Fließprozesse dominieren (siehe z.B. (HEWLETT 1982 via NIEHOFF 2001 oder UHLENBROOK & LEIBUNDGUT 1997)). Der größte Rückhalteeffekt liegt in der „Pumpwirkung“ der Transpirationsverdunstung, wodurch insbesondere in den Perioden vor einem Hochwasserereignis die Bodenfeuchte bzw. der Grundwasserstand gesenkt wird und bei

Niederschlagsbeginn entsprechend große Kapazitäten im Bodenspeicher zur Verfügung stehen. So haben (HOLZSTEINER-JOERGENSEN 1967 via WEINMEISTER 2003) nach dem Kahlschlag eines Buchenbestandes während der Sommermonate ca. 2,5 m höhere Grundwasserstände gemessen. Einen ähnlich großen Effekt hat nach (MEUSER 1989) auch die Interzeptionsverdunstung, wodurch in seinen Testgebieten im Jahresmittel zwischen ca. 23 % (Altbestand Buche/Eiche) und 41 % (ca. 40-jährige Fichte) des Niederschlags nicht zur Bodenfeuchteerhöhung beitragen kann. Die gemeinsame Verdunstungsleistung von Transpiration und Interzeption liegt danach zwischen 63 % (Buche/Eiche) und 80 % (Fichte) des Jahresniederschlags. Dagegen spielen die Interzeptionsverluste während einem aktuellen Ereignis nur eine vernachlässigbare Rolle, da ihre Größe (u.a. nach (MENDEL 2000) bis ca. 5 mm bei Fichten) im Verhältnis zu den Niederschlagsmengen bei Starkregen unbedeutend ist. Der Boden ist der wichtigste, systemspezifische Einzelfaktor für das Wasserrückhaltevermögen von Wäldern. Die Eigenschaften des Bodens einschließlich seiner Durchwurzelung sind aber z.B. nach (LÜCHER & ZÜRCHER 2003) oder (NIEHOFF 2001) immer noch schwer zu quantifizieren. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Ferner hängt die Hochwasser dämpfende Wirkung des Waldes u.a. von Ereignisgröße und -typ (bei kleinen Ereignissen relativ groß, bei Extremereignissen eher gering), sowie von der Lage und Größe des Einzugsgebietes ab (zeitliche Überlagerung von Teilwellen).

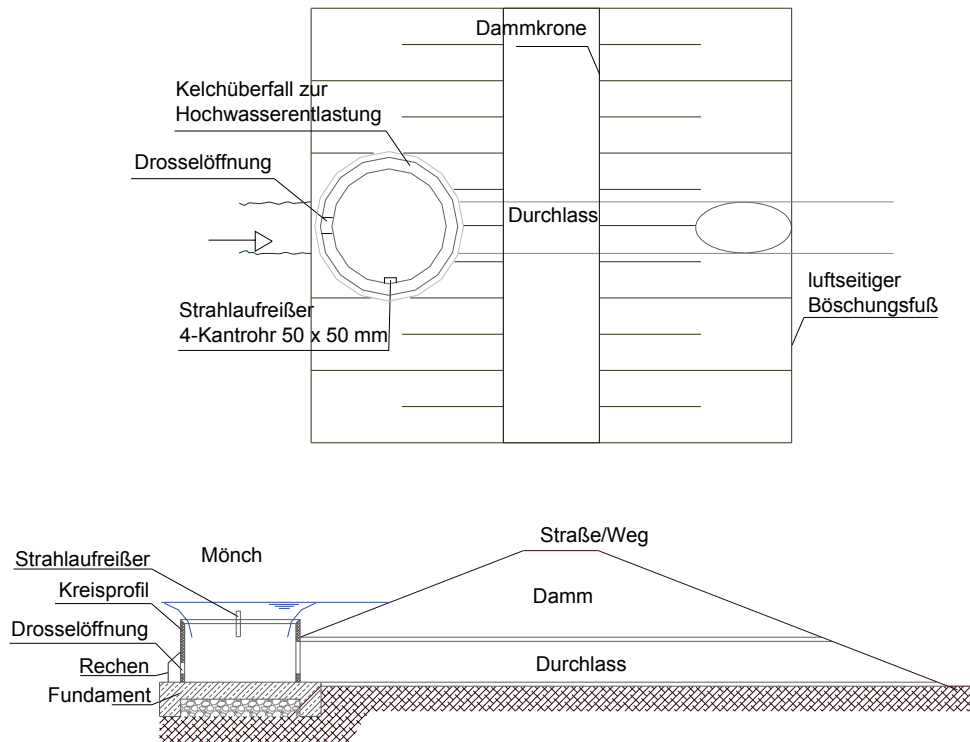
Trotz weiterer umfangreicher Hinweise der internationalen Literatur lässt sich auf theoretischem Weg keine belastbare Quantifizierung der Hochwasser dämpfenden Wirkung von Maßnahmen der naturnahen Waldwirtschaft durchführen, da u.a. zahlreiche ge-

genläufige und sehr komplexe Prozesse ihren Beitrag leisten (siehe auch HAAG et al. 2005). Konkrete Größenangaben hierzu beziehen sich (wie oben gezeigt) eher auf die Hydrologie des Waldes im Allgemeinen, nicht jedoch (summarisch) auf die speziellen Bedingungen der naturnahen Waldwirtschaft. Dies unterstreicht den dringenden Forschungsbedarf in dieser Hinsicht und die Notwendigkeit entsprechender, langfristig angelegter Messprogramme.

4. Kleinrückhalte

4.1 Definition und Wirkungsweise

Das Konzept der sog. Kleinrückhalte (KRH) oder „Kleinrückhalte“ besteht aus der Nutzung vorhandener Landschaftselemente im Mittelgebirgsraum zum dezentralen technischen Hochwasserrückhalt. Solche Elemente können z.B. ehemalige Fischteiche oder Verkehrswegedämme (Wald-/Feldweg, Straße, Bahn o.ä.) darstellen, die Täler bzw. natürliche Wasserläufe kreuzen. Die Gewässer werden dort i.d.R. mittels eines entsprechenden Rohrdurchlasses durch den Damm geführt. Mit relativ geringen Investitionskosten (laut DWA 2006 ca. 15 EUR/m³ an Rückhalteraum) lässt sich am vorhandenen Durchlasseinlauf ein kleines Mönchbauwerk zur Abflusskontrolle errichten. Gemäß Abbildung 1 enthält der (z.B. aus Betonfertigschachtringen herstellbare) Mönch auf der Zulaufseite eine Drosselöffnung, je nach Öffnungsgröße ggf. mit vorgeschaltetem Rechen. Der nach oben offene Mönch dient gleichzeitig zur Hochwasserentlastung bei Extremereignissen. Aufgrund entsprechender Betriebserfahrungen kann bei Bedarf die Drosselöffnung nachträglich (zwischen zwei Ereignissen) durch ein einfaches Stahlblech mittels Langlochschauben angepasst werden. Das Konzept geht auf eine Studie von (MOCK et al. 1992) zurück und wurde erstmals von (WEGNER 1992) veröffentlicht.



Details Drosselöffnung

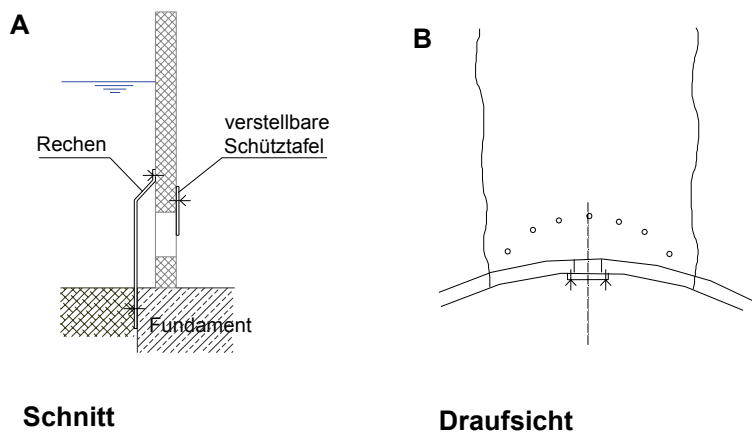


Abbildung 1: Prinzip des Kleinrückhalts

Ein weiterer Vorteil von KRH ist die Möglichkeit zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit des benutzten Durchlasses. Mit Ausnahme der seltenen Überlauerereignisse wird der Durchfluss auf den relativ geringen Drosselabfluss mit entsprechend niedrigen Schleppspannungen begrenzt. Daher lässt sich auf die Durchlasssohle natürliches Sediment aufbringen, das bei Bedarf z.B. zusätzlich durch Dübel gemäß Ab-

bildung 2 a-b fixiert werden kann. Es soll an dieser Stelle betont werden, dass dies natürlich nur eine graduelle Verbesserung der biologischen Durchgängigkeit darstellt. KRH werden deshalb nur für Durchlässe vorgesehen, die in absehbarer Zeit nicht gemäß Abbildung 2 c-d durch Großprofile ersetzt oder vollständig geöffnet werden können.

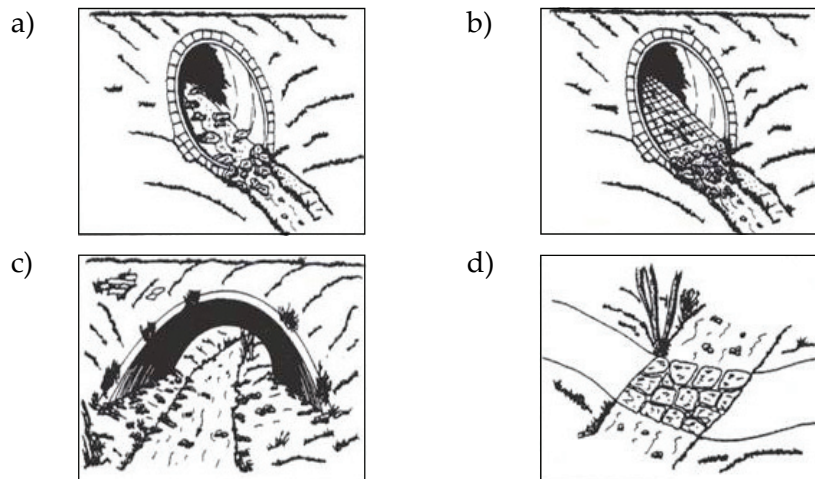


Abbildung 2: Möglichkeiten zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit von Durchlässen (WBW, 1999) via (BÖNECKE et al. 2004)

Das beschriebene Konzept zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit von KRH wurde durch (FLIES & KRISCHEL 2006) im Wasserbaulabor der FH Trier gemäß Abbildung 3 im Modellmaßstab 1:1 untersucht. Im Wesentlichen ging es dabei um das hydraulische Problem des Schussstrahls, der bei eingestautem Rückhalteraum die Drosselöffnung in Richtung Durchlass(sediment) verlässt. Es konnte gezeigt werden, dass mit einer gemäß Abbildung 4 zentral im Schacht installierten Prallplatte symmetrische Abflussbedingungen im Schacht und beruhigter strömender Abfluss über dem Sediment im Durchlass DN 500 erreicht werden können.

Je nach erforderlicher hydraulischer Leistungsfähigkeit kann der Durchlass gemäß Abbildung 5 mit einer Substratschicht der konstruktiven Mindeststärke von 5 cm oder der aus ökologischer Sicht wünschenswerten Mindeststärke von 15 cm (BÖNECKE et al. 2004) versehen werden. Für beide Fälle konnte selbst nach einigen Stunden an konstanter Beaufschlagung bei Fließgeschwindigkeiten von 1,3 bis 1,4 m/s kein signifikanter Austrag an Feinkorn (Einkorn-gemisch mit Durchmesser 2 mm) festgestellt werden. Zusätzliche Versuche zur Erarbeitung von Bemessungsgrößen sind vorgesehen.

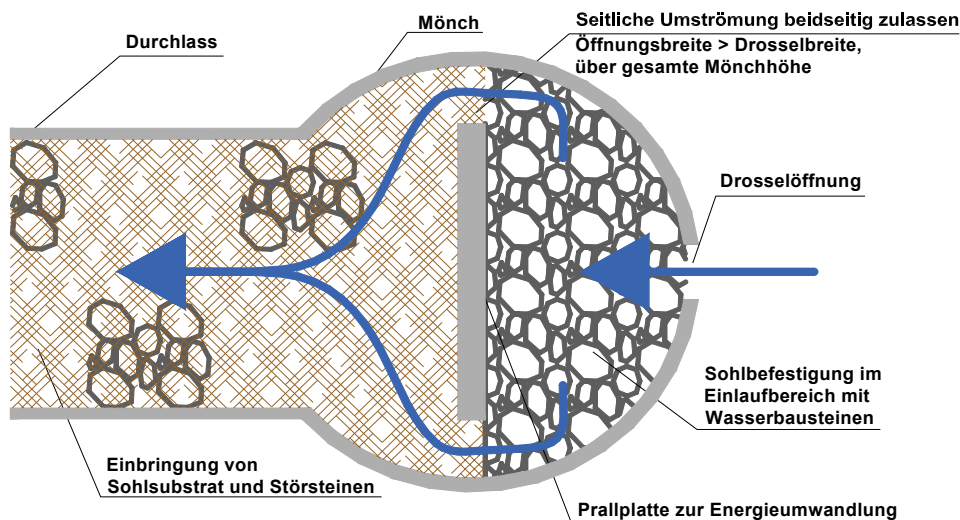


Abbildung 3: Prinzipskizze zur möglichen Energieumwandlung hinter der Drosselöffnung bei Kleinrückhalten

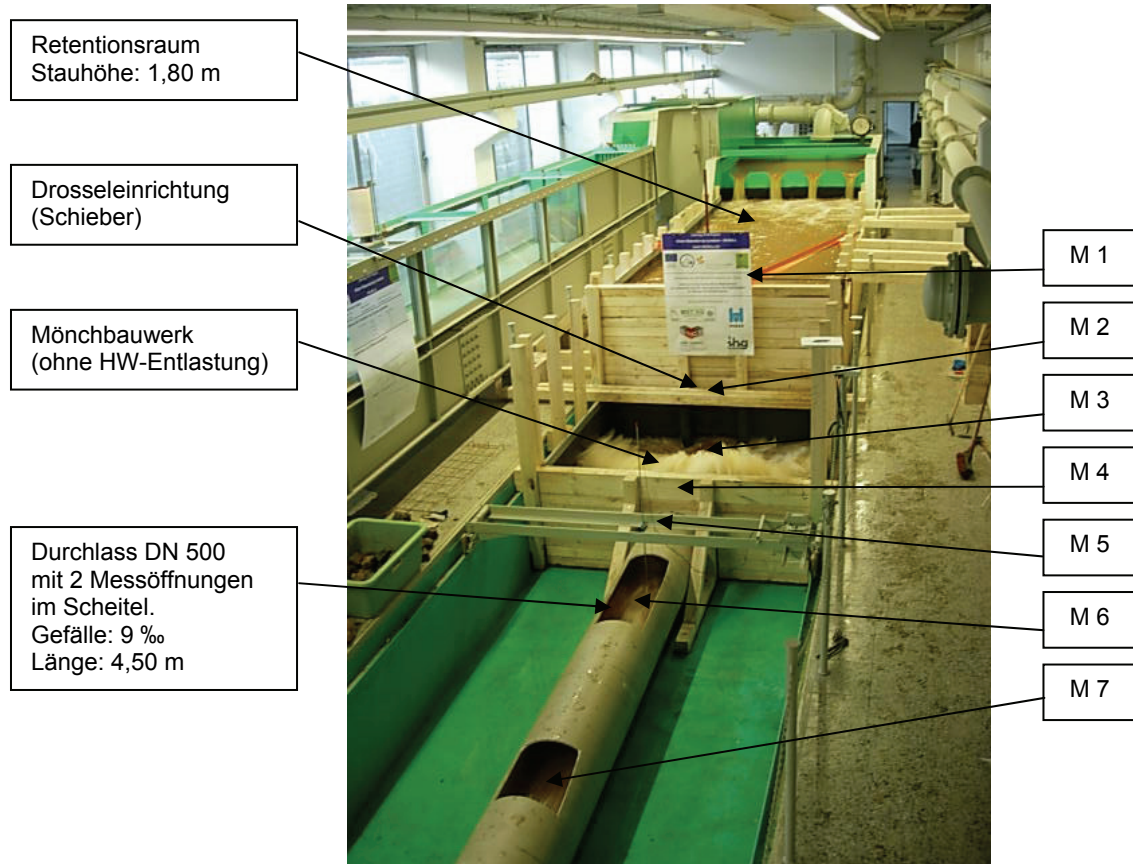


Abbildung 4: Modell eines Kleinrückhalts im Wasserbaulabor mit Messquerschnitten (M)



Abbildung 5: Substratschicht im Durchlass. Mindestaufbauhöhe 5 cm (links) und empfohlene Aufbauhöhe 15 cm (rechts), hier jeweils ohne Feinsubstrat

4.2 Maßnahmenplanung

Obwohl das Konzept der KRH seit über 10 Jahren bekannt und weitestgehend anerkannt ist, wurden bisher nur sehr wenige Einheiten auch tatsächlich realisiert. Die Gründe dafür liegen im planerisch-administrativen Bereich. Zum einen werden im praktischen Anwendungsfall immer aufwändige Untersuchungen mittels NA-Modell erforderlich. Bisher war dabei zum Beauftragungszeitpunkt der Erfolg dieser

Planung aber noch vollkommen unsicher, d.h. es bestand das Risiko, dass sich nach Abschluss der (relativ kostenträchtigen) Untersuchungen die nicht ausreichende Effektivität der KRH im Hinblick auf die gegebene Aufgabenstellung herausstellen konnte. Diesem Problem wird nun durch das unter Kapitel 4.3 vorgestellte einfache Abschätzverfahren begegnet. Das Problem des aufwändigen Genehmigungsverfahrens besteht

jedoch weiterhin. Jeder KRH ist im Prinzip wie ein Hochwasserrückhaltebecken nach DIN 19700 zu behandeln. Obwohl die DIN mittlerweile bei geringfügiger Unterliegergefährdung (im Falle eines Dammbruchs) der Genehmigungsbehörde einen vergleichsweise großen Ermessensspielraum einräumt, wird dennoch das Verfahren oft durch die erforderlichen Grundstücksverhandlungen, Nutzungsgenehmigungen usw. erheblich in die Länge gezogen.

So wurden für das Referenzgebiet Obere Blies (siehe unter Kapitel 2.1) die in Abbildung 6 dargestellten fünf KRH geplant, die sich nun nach fast 2 Jahren immer noch im Genehmigungsverfahren befinden. Ihre Volumina liegen zwischen rund 150 m³ (KRH

1) und 41.000 m³ (KRH 5) mit einem Gesamtvolumen von ca. 54.000 m³ bzw. 6.400 m³/km² (6,4 mm). Mit dem bereits erwähnten NA-Modell wurde die hydrologische Effektivität dieser Rückhaltemaßnahmen bestimmt. Die Maßnahmen und Simulationsergebnisse sind im Detail der Genehmigungsplanung zu entnehmen (FH Trier & IHG 2005). Stellvertretend sei hier das Dezemberhochwasser von 1993 betrachtet, das in diesem Gebiet ein knapp 20-jährliches Ereignis darstellte und auf das die Drossel-einstellungen optimiert wurden. Gemäß Abbildung 7 hätte der Scheitel dieser Hochwasserwelle um ca. 33 % gemindert werden können.

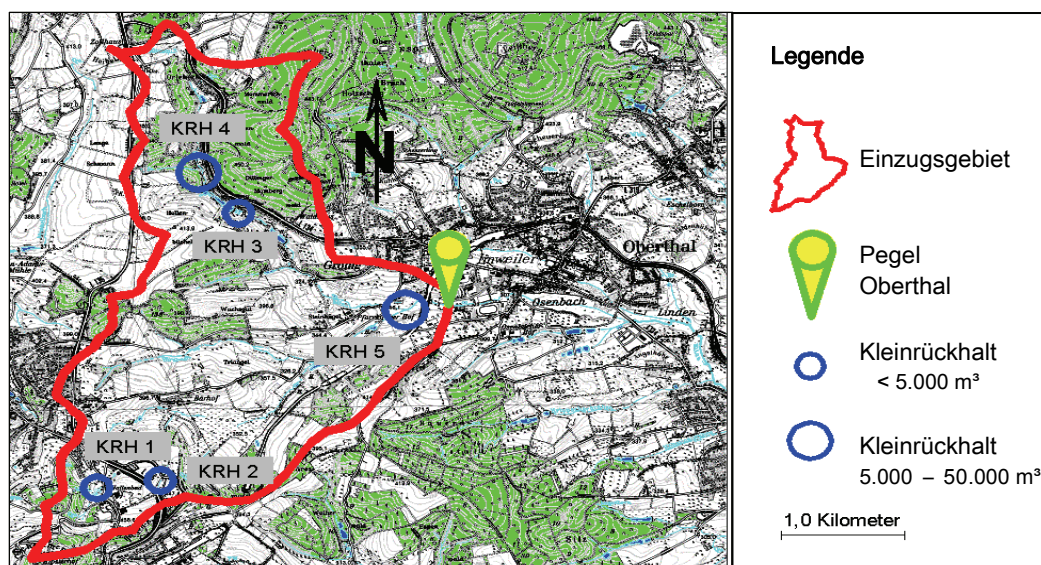


Abbildung 6: Referenzgebiet Obere Blies mit potentiellen Kleinrückhaltestandorten

4.3 Verfahren zur vereinfachten Wirkungsabschätzung von KRH

Anhand der vorgenannten und zahlreicher weiterer Untersuchungen wurde ein einfaches empirisches Verfahren entwickelt, mit dem sich die Wirkung potentieller Kleinrückhalte abschätzen lässt. Dieses kann z.B. als Entscheidungsgrundlage dienen, ob im konkreten Problemfall die aufwändige Erstellung eines detaillierten NA-Modells zur Bemessung von KRH lohnend erscheint. Die Berechnung der prognostizierten (abgeminderten) Scheitelabflussspende q_{prog} erfolgt nach:

$$q_{\text{prog}} = q_{\text{ist}} \cdot e^{-AK \cdot sV} \quad [l/(s \cdot km^2)] \quad (4.1)$$

mit q_{ist} : Scheitelabflussspende des betrachteten Ereignisses
 AK: Abminderungskonstante
 sV: spezifisches Volumen der Kleinrückhalte [mm]

Die Abminderungskonstante bestimmt sich in Abhängigkeit des Volumens der Zuflussganglinie V [mm] nach folgendem Gleichungssystem.

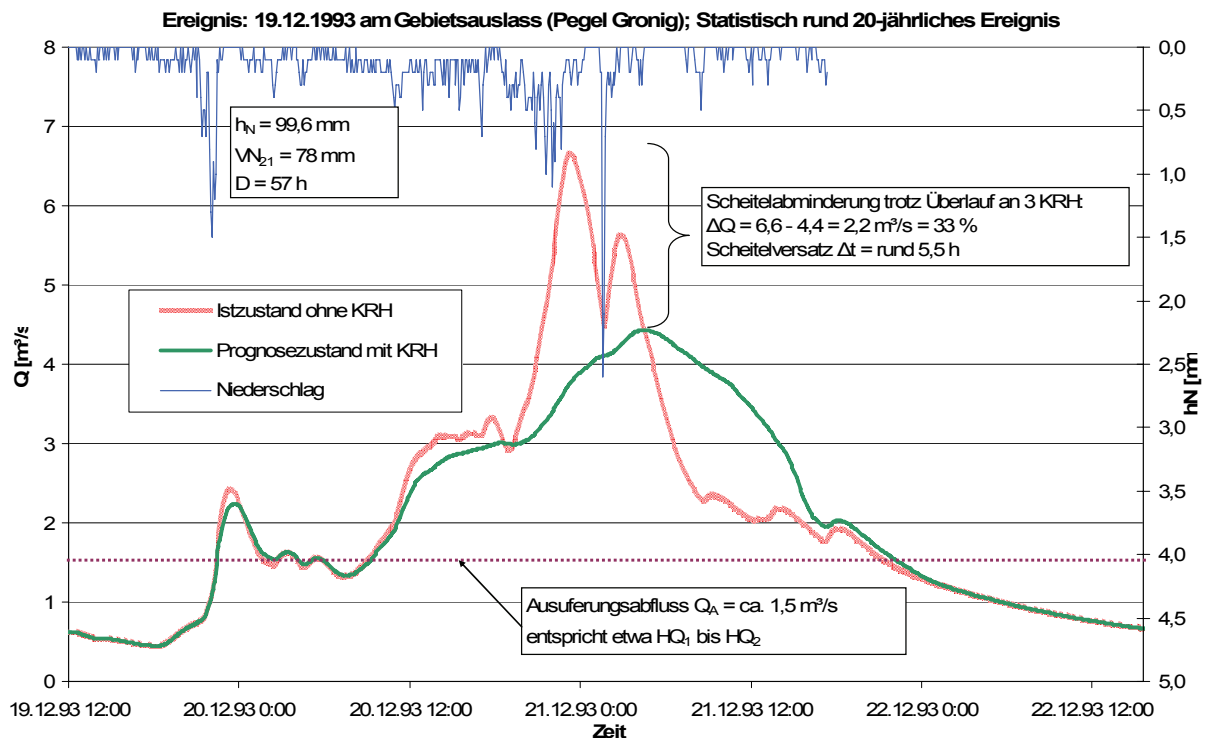


Abbildung 7: Hydrologische Wirkung am Beispiel des Dezemberhochwassers 1993 (Pegel Gronig-Oberthal)

Für $V < 20$ mm (Klasse 1):

$$AK_1 = 0,0038 \ln(q_{ist}) + 0,0816 [-] \quad (4.2)$$

Für $20 \leq V \leq 40$ mm (Klasse 2):

$$AK_2 = 0,0211 \ln(q_{ist}) - 0,052 [-] \quad (4.3)$$

Für $V > 40$ mm (Klasse 3):

$$AK_3 = 0,0498 \ln(q_{ist}) - 0,2659 [-] \quad (4.4)$$

$$q_{krit} = 10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 10^3 / 15 \text{ km}^2 = 667 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$$

$$q_{ist} = 15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 10^3 / 15 \text{ km}^2 = 1000 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$$

$$V = 43 \text{ mm} > 40 \text{ mm} \Rightarrow \text{KL 3: } AK_3 =$$

$$0,0498 \times \ln(1000) - 0,2659 = 0,078 \quad (4.4)$$

$$q_{prog} = 1000 \cdot e^{-0,078 \cdot 4,5} =$$

$$704 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2} > 667 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}! \quad (4.1)$$

Das Verfahren ist auf Gebiete bis $A_E = 20 \text{ km}^2$ begrenzt und geht zu Ereignisbeginn von leeren Becken aus. Ist der Inhalt der Zuflusswelle V nicht bekannt, so sollte für große Jährlichkeiten (z.B. HQ_{100}) Klasse 3 gewählt werden und für kleine Jährlichkeiten entsprechend Klasse 1.

Zahlenbeispiel: In Kleinheim kommt es bei Abflüssen von rund $10 \text{ m}^3/\text{s}$ erstmalig zu schadbringenden Überflutungen im Ortszentrum. Das HQ_{100} des $A_E = 15 \text{ km}^2$ großen Kleinbachs wurde zu rund $15 \text{ m}^3/\text{s}$ mit einem Volumen von $V = 43 \text{ mm}$ berechnet (entspricht z.B. V der Zuflusswelle aus Abbildung 7). Im Einzugsgebiet könnten insgesamt 4 KRH mit $sV = 4,5 \text{ mm}$ umgesetzt werden. Frage: Ließe sich das HQ_{100} durch die Umsetzung dieser 4 Standorte auf einen unkritischen Wert reduzieren?

Alleine durch KRH wäre hier also keine ausreichende Hochwasserdämpfung zu erwarten. Sofern nicht tangierende Maßnahmen wie z.B. Aufforstung, Tieflockerung von Ackerflächen oder naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungen einbezogen werden könnten, wäre eine detaillierte Untersuchung in diesem Fall wenig Erfolg versprechend.

5. Upscaling

Hierbei wurde die hydrologische Wirkung von Kleinrückhalten in den beiden unter Kapitel 2.2 beschriebenen Flussgebieten Prims ($A_E = 734 \text{ km}^2$, obere Mesoskale) und Blies ($A_E = 1.890 \text{ km}^2$, untere Makroskale) mittels NA-Modell untersucht. Aufgrund von Vorerhebungen wurden im Primsgebiet 79 potentielle KRH-Standorte mit einem Ge-

samtinhalt von ca. 1,5 Mio. m³ (2,1 mm) und im Bliesgebiet 104 Standorte mit 3,65 Mio. m³ (1,9 mm) als umsetzbar festgelegt. Ihre Wirkung wurde anhand der in beiden Gebieten größten registrierten Hochwasserereignisse von 1993 und 1995 (HQ₅₀ bis HQ₁₀₀ je nach Pegel) untersucht. Hierauf wurden auch jeweils die Drosselabflüsse optimiert. Im Ergebnis zeigte sich zunächst die überproportionale Effizienz großer KRH, da solche mit weniger als 10.000 m³ an Volumen in beiden Gebieten kaum Wirkung zeigten. Lediglich in den Oberläufen mit bis zu 10 km² Einzugsfläche konnten mit letzteren

Scheitelabminderungen von rund 5 % erzielt werden. Im Bliesgebiet würden die Scheitelabflüsse an den vier amtlichen „Hochwasserbrennpunkten“ Blieskastel, Neunkirchen, Ottweiler und St. Wendel zwischen 3 % und 14 % gedämpft werden. Die entsprechenden Ergebnisse für die Prims finden sich in Abbildung 8. Aus den Ergebnissen lässt sich u.a. ableiten, dass KRH in Gebieten bis ca. 500 km² Fläche spürbar zum Hochwasserschutz beitragen können. Bei größeren Gebieten geht die Wirkung signifikant zurück.

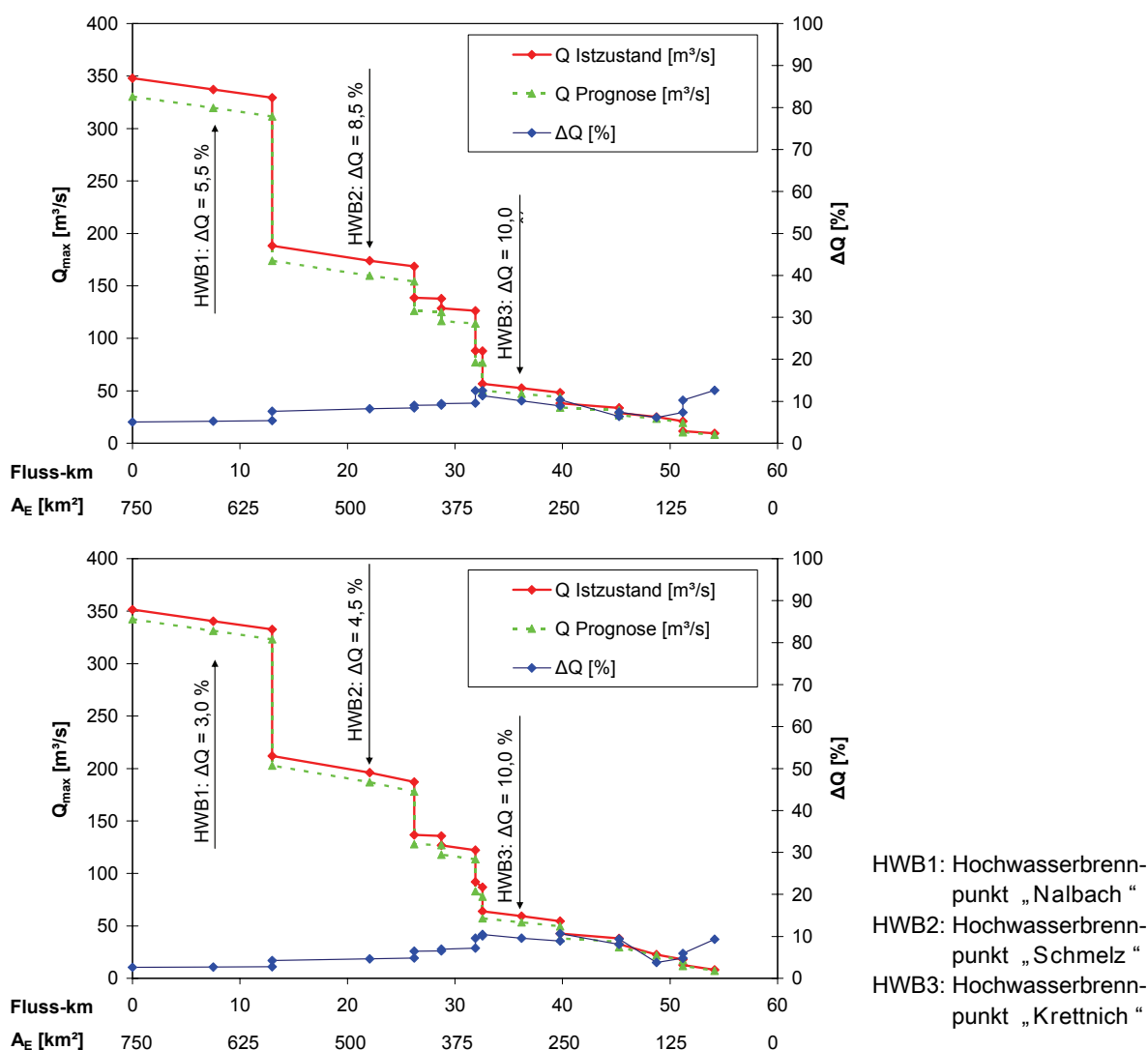


Abbildung 8: Hydrologischer Längsschnitt Prims mit Darstellung amtlicher „Hochwasserbrennpunkte“ (HWB), Ereignis Dezember 1993 (oben) und Januar 1995 (unten), Ist- und Prognosezustand bei Umsetzung aller KRH

Literatur

- BÖNECKE, G.; GILLY, I. & RINDERSPACHER, H. (2004): Empfehlungen für Gestaltungsmaßnahmen zur besseren Durchwanderbarkeit von Fließgewässern. In: Fließgewässer im Wald. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, S.139-152.
- DIN 19700 (2004): Stauanlagen. Beuth Verlag, Berlin.
- DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL e.V. (2006): Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. Themen, Hennef
- FEUVRIER, J. & GOUEFFON, M. (1996): Des Torrents et des Roubines Sous Haute Surveillance. Arborescences 63, Juillet-Aout, Paris, S. 26-27.
- FLIES, J. & KRISCHEL, E. (2006): Untersuchung konstruktiver Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit an kleinen Rückhalteräumen. Diplomarbeit an der Fachhochschule Trier, Fachbereich Bauingenieurwesen, Trier.
- FH TRIER & IHG (2004 und 2005): Antrag auf Genehmigung von kleinen Rückhaltemaßnahmen an der oberen Blies einschließlich Anlage zur hydraulisch-hydrologischen Modellierung. Aufgestellt für Saarforst, Saarbrücken.
- HAAG, I.; GERLINGER, K. & KOLOKOTRONIS, V. (2005): Auswirkungen von Windwurfschäden auf Hochwasserabflüsse am Beispiel des Enz-Nagold-Gebiets. Wasserwirtschaft, Heft 10, S. 8-14.
- HEWLETT, J. D. (1982): Principles of forest hydrology, Athens, Georgia.
- HOLZSTEINER-JOERGENSEN (1967): Zit. nach WEINMEISTER (2003).
- IHG - INGENIEURBÜRO FÜR HYDROLOGIE UND GEWÄSSERSCHUTZ (1999): Niederschlag-Abfluss-Modell Blies. Aufgestellt im Auftrag des saarländischen Landesamtes für Umweltschutz (LfU), Lieser.
- IHG (2001): Niederschlag-Abfluss-Modell für natürliche und kanalisierte Flächen (NAM-NKF). Benutzerhandbuch und Modellbeschreibung, Lieser.
- KAUTENBURGER, J.; KREITER, T. & SARTOR, J. (2002): Hochwasserrückhalt durch die Wiederentwicklung von Auwald. Wasserwirtschaft, Heft 11/12, S. 21-25 (Download möglich von Homepage der FH Trier und ihg).
- LÜSCHER, P. & ZÜRSHER, K. (2003): Waldwirkung und Hochwasserschutz. In: Hochwasserschutz im Wald, Bericht Nr. 40 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, S. 30-33.
- MENDEL, H. G. (2000): Elemente des Wasserkreislaufs. Analytica, Berlin.
- MEUSER, A. (1989): Einfluss von Brachlandvegetation auf das Abflussverhalten in Mittelgebirgslagen. Beiträge zur Hydrologie, Kirchzarten.
- MOCK, J.; VON DER HUDE, N. & TRÄBING, K. (1992 unveröffentlicht): Grundsatzuntersuchung - Ausgleichsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft. 46 Seiten plus Anlagen, Institut für Wasserbau, konstruktiver Ingenieurbau und Wasserwirtschaft der TH Darmstadt, im Auftrag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz.
- NIEHOFF, D. (2001): Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung in der Mesoskale. Universität Potsdam, Institut für Klimafolgenforschung e.V., Dissertation.
- SCHULLA, J. (1997): Hydrologische Modellierung von Flussgebieten zur Abschätzung der Folgen von Klimaänderungen, Zürcher Geographische Schriften, Heft 69.
- UHLENBROOK, S. & LEIBUNDGUT, C. (1997): Abflussbildung bei Hochwasser in verschiedenen Raumskalen. Wasser und Boden, Heft 9, S. 13-22.
- WEGNER, H. (1992): Dezentraler Hochwasserschutz. Wasser & Boden, Heft 1 1992, S. 6-10.
- WEINMEISTER, W. (2003): Fähigkeit des Waldes zur Verminderung von Hochwasser und E-

rosionsschäden. In: Hochwasserschutz im Wald, Bericht Nr. 40 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, S. 15-29.

WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG mbH (1999): Statusbericht 1998/99 der Gewässernachbarschaften Baden-Württemberg, Heidelberg.

Kontaktadresse:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Sartor

Fachhochschule Trier

Fachrichtung Bauingenieurwesen

Schneidershof

D-54296 Trier

Tel: +49 651 8103 231

E-Mail: Sartor@FH-Trier.de