

# Inwieweit trägt eine angepasste Landnutzung zum Hochwasserschutz bei?

WERNER KONOLD

## Schlüsselwörter

*Hochwasserschutz, Abflussbildung, Retention, angepasste Landnutzung*

## Zusammenfassung

*Hochwasserschutz bewegt sich im Konfliktfeld zwischen dem menschlichen Bedürfnis nach der Nutzung der Auen und Gewässer sowie dem Schutz vor dem Wasser, dem gesetzlichen Auftrag zum Schutz der Natur als Lebensgrundlage für den Menschen und schließlich dem Bedürfnis nach Erhalt der Funktionsfähigkeit von Gewässern und Auen. Zu dieser Funktionsfähigkeit gehört auch das Hochwasser als natürliches Ereignis. Hochwässer dürfen also nicht unterbunden werden (wenn dies denn möglich sein sollte). Hochwasserschutz hat in den Einzugsgebieten genauso anzusetzen wie in den Auen und Gewässern. Die Hochwasserabflussbildung und der Hochwasserabfluss hängen von einer ganzen Reihe von Variablen ab. Dies erschwert es, einzelne Ereignisse miteinander zu vergleichen oder allgemein gültige Problemlösungen vorzuschlagen. Zu diesen Variablen zählen beispielsweise das Relief, die Speicherfähigkeit des Gesteins, der Boden und dessen Zustand sowie die Charakteristika der hochwasserauslösenden Niederschläge. Hinzu kommen mehrere Faktoren, die der Mensch zwar verursacht, aber auch beeinflussen kann. Die Landnutzung im Einzugsgebiet ebenso wie in der Aue stellt hierbei eine sehr wichtige Variable im Hinblick auf die Hochwasserbildung dar, jedoch nur etwa bis zu einer Jährlichkeit von etwa 20. Bei selteneren Ereignissen verringert sich der Einfluss der Landnutzung und auch der Zustand der Gewässer immer mehr. Unterhalb dieser Schwelle bestehen viele, unterschiedlich wirksame Möglichkeiten der Abflussverzögerung im Einzugsgebiet und in der*

*Aue. Ganz generell gilt, dass die Landoberfläche möglichst rau sein sollte, sei es über Oberflächenformen (natürliche und künstliche Mulden), die Nutzung selbst (Grünland statt Acker, Wald statt Grünland), sei es über den Erhalt oder die Neueta-blierung von Kleinstrukturen oder den Rückbau von Fließgewässern.*

## Konfliktfeld Hochwasserschutz

Auch in Fachkreisen herrscht vielfach die Auffassung, alle schadenbringenden Hochwässer seien „hausgemacht“ und ließen sich deshalb auch vermeiden. Diese Meinung ist falsch. Hochwässer sind Naturereignisse, die prinzipiell nur bis zu einer bestimmten Ausprägung zu beherrschen sind. Vermeiden lassen sich, jedoch auch nur bis zu einem gewissen Grad, die Hochwasserschäden. Der Hochwasserschutz beschäftigt uns seit vielen Jahren und in den letzten Jahren immer stärker, weil die Schäden größer geworden und weil viele extreme Hochwasserereignisse aufgetreten sind. Es wurde appelliert, spekuliert, geforscht und modelliert, neue Erkenntnisse gewonnen. Doch gibt es keine Patentrezepte und wird es auch nie geben.

Auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes bzw. der Hochwasserschutzpolitik fehlt vielfach die Konfliktbereitschaft, gravierende Defizite herrschen bei der Umsetzung wirksamer Maßnahmen. Außerdem werden in der breiten Öffentlichkeit die Einflussmöglichkeiten auf die Hochwasserbildung nicht realistisch eingeschätzt. Daneben erschweren Ressortdenken, schwierige fachliche und räumliche Zuständigkeiten sowie die Eigentumsverhältnisse an Grund und Boden einen wirksamen Hochwasserschutz.

Menschliches Bedürfnis nach Schutz vor dem Wasser	Menschliches Bedürfnis nach Nutzung der Auen und Gewässer
Gesetzlicher Auftrag zum Schutz der Natur als Lebensgrundlage für den Menschen	Bedürfnis nach Erhalt der Funktionsfähigkeit von Auen und Gewässern
Optimierte Lösung möglich?	

Tab. 1: Konfliktfeld Hochwasser/Hochwasserschutz

## Variable der Hochwasser- Abflussbildung

Die Hochwasserproblematik muss immer auf verschiedenen räumlichen Ebenen betrachtet werden:

- ◆ auf der Ebene des Einzugsgebiets, also dort, wo zum größten Teil die *Abflussbildung* stattfindet, wo das Hochwasser entsteht;
- ◆ auf der Ebene des Fließgewässers und - wenn vorhanden - der Aue, also dort, wo sich der *Hochwasserabfluss* sowie eine konzentrierte Wasserretention abspielen.

Wie *Hochwasserabflussbildung* und *Hochwasserabfluss* de facto ablaufen, hängt von unveränderlichen sowie stochastischen als auch veränderlichen (auf die wir uns mit allen unseren Maßnahmen konzentrieren müssen) Variablen ab, und zwar:

- ◆ vom Relief einer Landschaft, also den Höhenunterschieden, den Talformen und den Talgefällen, die die Geschwindigkeit der *Abflussbildung* bestimmen. Eine alte, „gereifte“ Landoberfläche mit steilen, zielgerichteten Tälern reagiert auf ein Niederschlagsereignis mit einer anderen *Abflussbildung* als beispielsweise eine noch unreife Jungmoränenlandschaft mit Rinnen, Mulden und einem noch „unschlüssigen“ Gewässernetz;
- ◆ von den anstehenden Gesteinen, ob es sich um nahezu undurchlässige Granite und Gneise handelt, um Kluftgesteine des Karstes, glaziale oder fluviatile Lockergesteine mit einem teils sehr hohen Speichervolumen;
- ◆ von den Böden mit ihrer Gründigkeit, ihrem Porenanteil, der Verteilung der Poren und ihrer Lagerungsdichte;
- ◆ vom Grundwasserstand und damit von dem für eine Speicherung noch vorhandenen Volumen;
- ◆ von Niederschlagshöhe und -verteilung bei einem konkreten Regenereignis;
- ◆ von der Art des Niederschlags, ob es sich um konvektive (kurze, intensive, eher kleinflächige) oder advektive Niederschläge (lang anhaltend, mit intensiven Phasen, großflächig, extrem bei zyklonalen Wetterlagen) handelt;
- ◆ von den menschlichen Einflussfaktoren, vor allem der Art der Landnutzung; hierbei wiederum wichtig sind die Art und der phänologische Zustand der Vegetationsdecke und der Versiegelungsgrad, der insbesondere bei konvektiven Niederschlägen eine große Rolle spielen kann. De facto versiegelt, also nicht fähig zur Wasser-

aufnahme, sind in Deutschland etwa vier Prozent der Fläche, allerdings mit sehr ungleicher Verteilung und einer entsprechend unterschiedlichen Wirkung konvektiver Niederschläge;

- ◆ vom Grad der Bodenverdichtung, einem weiteren bedeutsamen, jedoch meist unterschätzten Faktor bei der *Hochwasserabflussbildung*; er stieg nach Einschätzungen von Fachleuten und auch belegt mit Studien auf den landwirtschaftlichen Flächen enorm an (GÖTTLE 1996), verursacht vom häufigen und unzeitgemäßen Einsatz schwerer Maschinen. Auch im Wald nimmt die Bodenverdichtung auf Grund der Technisierung der Waldarbeit zu;
- ◆ vom Vorhandensein entwässernder Einrichtungen wie Gräben und Drainagen; dies trifft in besonderer Weise auch zu für feste Wege in Hanglagen, oft versehen mit Wegseitengräben, die wie Dachrinnen wirken und das Wasser konzentriert und schnell abführen. Eine Erhöhung der Hochwasserscheitel wegen des Dachrinneneffektes ist nachgewiesen. Werden land- oder forstwirtschaftliche Flächen gedrängt (dazu BRONSTERT et al. 1995; KLEEBERG und ROTHER 1996; NIEHOFF und BRONSTERT 2002), so führt dies einerseits zu einem erhöhten Speichervolumen des Bodens, andererseits zu einer spürbaren *Abflussbeschleunigung*, weil die Dränrohre wie Grobporen fungieren;
- ◆ vom Gewässerneubau und -ausbau, wegen der verkürzten Fließstrecke wird der *Abfluss* beschleunigt, große Wassermengen fließen ohne die Inanspruchnahme der Aue in großen Profilen ab;
- ◆ von der Ausdeichung von Retentionsflächen, ein Sachverhalt, der schon vielfach beklagt und dokumentiert wurde.

## Jährlichkeit und Retentionsbedarf

Nun könnte man einfach sagen: Einige der Variablen sind veränderlich, also verändern wir sie; nehmen wir die gemachten Fehler doch einfach zurück, dann haben wir einen großen Teil der Hochwasserprobleme gelöst - so wird das vielfach auch in den Medien verbreitet. „Beherrschbarkeit“ lautet hier das Schlagwort. Auch - oder gerade nach - den großen Hochwasserereignissen der letzten Jahre vertreten Experten die Meinung, dass die anthropogenen Einwirkungen um so stärker in den Hintergrund treten, je größer, aber auch seltener diese Ereignisse sein werden. Der Einfluss der Landnutzung sei bei den advektiven Niederschlägen, bei denen lange anhaltende Regenfälle

den Bodenspeicher auffüllen, vergleichsweise gering, das Niederschlagsereignis würde zunehmend in den Vordergrund treten (ATV-DVWK 2001). Diese Aussage gilt als Schwellenwert für Jährlichkeiten ab etwa 20. Darüber hinaus besitzt jedes Hochwasser seine individuellen Eigenschaften, das heißt, vergleichbare Niederschlagsereignisse müssen nicht auch vergleichbare Abflüsse nach sich ziehen.

Als Faustzahl gilt ein spezifisches Retentionsvolumen von 20 bis 40 mm (Mittel 30 mm) pro Quadratkilometer Einzugsgebiet für seltenere Ereignisse. Dies entspricht 30.000 m<sup>3</sup> Retentionsraum pro km<sup>2</sup> Einzugsgebiet! Im Hinblick auf die Unterbringung und die Speicherung von Hochwasser existieren vielfach naive Vorstellungen zum Flächenbedarf. Dazu ein schlichtes Beispiel: Ein fiktiver Fluss habe einen MQ von 12 m<sup>3</sup>/s und bei einem Hochwasser einen HQ von 120 m<sup>3</sup>/s (ein recht enges Verhältnis, die Weißeritz führt in Dresden im langjährigen Mittel einen MQ von 4,5 m<sup>3</sup>/s, beim Hochwasser im Jahre 2002 waren es 439 m<sup>3</sup>/s).

Im bordvollen Gerinne können davon 25 m<sup>3</sup>/s abgeführt werden, bleiben 95 m<sup>3</sup>/s zur Retention. Wenn der HQ nur fünf Stunden anhält, so fallen 1,710 Mio m<sup>3</sup> zur Retention an. Bei einer Einstauhöhe von 1 m benötigt man hierfür 171 ha, bei 2 m 85 ha Fläche.

Wir können Hochwässer nur schwer beherrschen - und wenn, dann nur die kleineren - sowie ihre Auftretenswahrscheinlichkeit und Charakteristika nur annähernd ermitteln. Wenn wir sie beherrschen könnten, würden wir der Natur und damit auch uns selbst einen schlechten Dienst erweisen, denn Hochwassern kommt eine wichtige ökologische Funktion zu. Sie sind notwendige Bestandteile des Naturhaushalts. Dies trifft in besonderem Maße für die Auen zu, in denen sich der Hochwasserabfluss konzentriert. Hochwasser sind

wichtig für die Bettbildung, spülen den Aquifer sowie Feinsedimente aus der Sohle und sie dienen der Erneuerung des Biofilms, der für die Selbstreinigungsleistung eines Fließgewässers verantwortlich ist (BRETSCHKO 1993). Dynamik, auch in Auen, diversifiziert und ist Motor der Evolution und der genetischen Differenzierung.

### Landnutzung und Hochwasserschutz in den Einzugsgebieten

Welche Möglichkeiten existieren, einen gewissen Hochwasserschutz zu gewährleisten und gleichzeitig Nutzung nicht generell auszuschließen, aber auch etwas für die ökologische Funktionsfähigkeit der Landschaft, der Auen und ihrer Gewässer zu tun? Aus wasserwirtschaftlicher Sicht gilt, so viel Wasser wie möglich so lange wie möglich in der Fläche zurückzuhalten, möglichst am Beginn der Abflussbildung (KLEEBERG und ROTHER 1996). Die erste und wichtigste Forderung lautet, natürliche Speicher zu erhalten und zu ertüchtigen sowie den Abfluss zu verzögern.

Die für die Abflussbildung bestimmenden Faktoren sind in Tabelle 2 aufgeführt. Eine permanent vorhandene *Vegetationsdecke* wirkt auf die Abflussbildung nicht nur über Interzeption und Evapotranspiration, sondern auch auf Grund ihrer Rauigkeit (je rauer, um so besser). Zur Wasserretention in der Fläche würde auch der Rückbau von Entwässerungsgräben in erheblichem Maße beitragen. Manche Wälder verfügen hier über große Potentiale. Warum sollte man nicht Wegseitengräben, wenn man sie denn braucht, in Kiesbetten enden lassen?

Die Disposition zur *Muldenspeicherung* ist in den verschiedenen Landschaften sehr unterschiedlich ausgeprägt. Speziell das Jungmoränenland ist reichlich damit ausgestattet und bietet

Wirkfaktoren für die Abflussbildung	Einflussgröße
Interzeption	Vegetationsdecke Nadelwald 3-4 mm Laubwald (unbelaubt) 2-3 mm Weizen bis 3 mm Mais bis 6 mm <sup>1</sup>
Evapotranspiration	Vegetationsdecke
Muldenspeicherung	Oberflächenform
Oberflächenabfluss	Hangneigung, Rauigkeit
Infiltration	Bodeneigenschaften, Leitfähigkeit

Tab. 2: Wichtige Größen für die Abflussbildung (nach BRONSTERT et al. 1995)

<sup>1</sup> nach LANG und TÖNSMANN 2002

große Retentionspotentiale. Ganz allgemein sollte man folgende Forderungen sehr ernst nehmen:

- ◆ Mulden nicht entwässern, Wasser versickern lassen;
- ◆ Mulden gezielt mit Wasser beschicken;
- ◆ Mulden schaffen, etwa mit Hilfe bereits vorhandener Weg- und Straßendämme, damit könnten auch wertvolle Feuchtbiotope entstehen.

### Moore

Moore besitzen ohne Zweifel eine wichtige Funktion im Landschaftswasserhaushalt. Die Ver-

dunstung ist hier um zehn bis 15 Prozent höher als in Mineralböden. Die obere Schicht eines Moores besitzt eine hohe Leitfähigkeit (ZOLLNER 2003). Ein intaktes Moor ist über lange Zeit des Jahres mehr oder weniger wassergesättigt, also nur bedingt wasseraufnahmefähig. Bei Niederschlägen *kann* der Abfluss daher höher sein als aus entwässerten Mooren. Wie die Arbeiten von ZOLLNER (2003) zeigen, können naturnahe Moore jedoch durchaus abflussverzögernd und auch als Wasserspeicher wirken wie die Abbildungen 1 und 2 verdeutlichen.

Dies gilt sowohl für kurze Starkniederschläge (konvektiver Typus; Abb. 1) als auch für ein

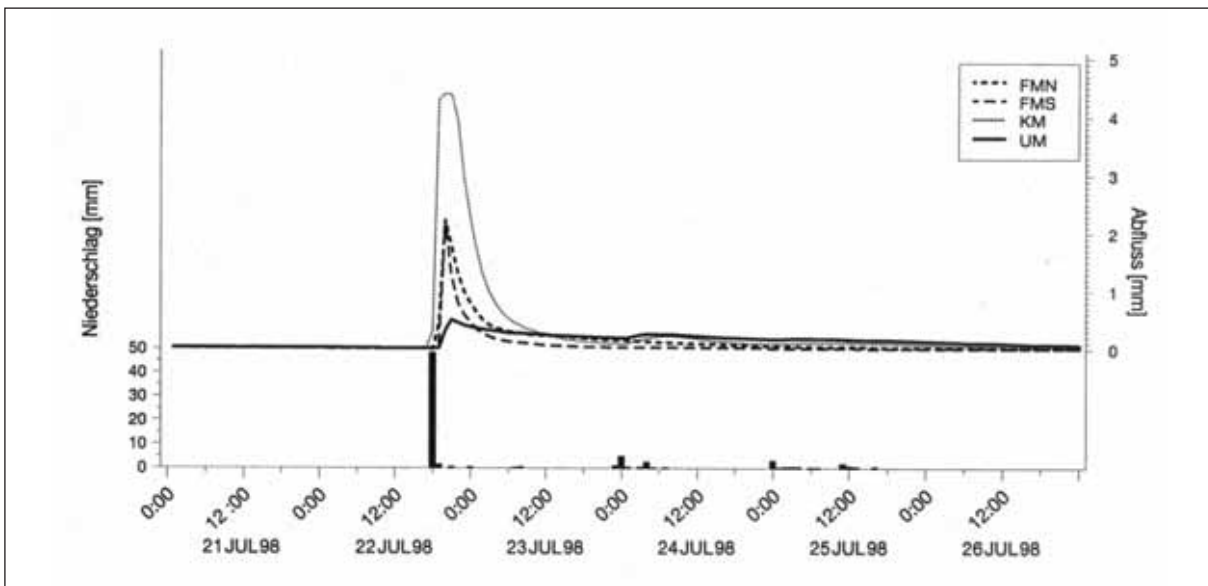


Abb. 1: Vergleich der Abflusskurven einer naturnahen (UM), einer landwirtschaftlich (KM) und zweier forstwirtschaftlich (FMN, FMS) genutzter Hochmoorflächen während eines kräftigen und kurz andauernden Niederschlagsereignisses (>50 mm innerhalb von drei Stunden) im Juli 1998 (aus ZOLLNER 2003)

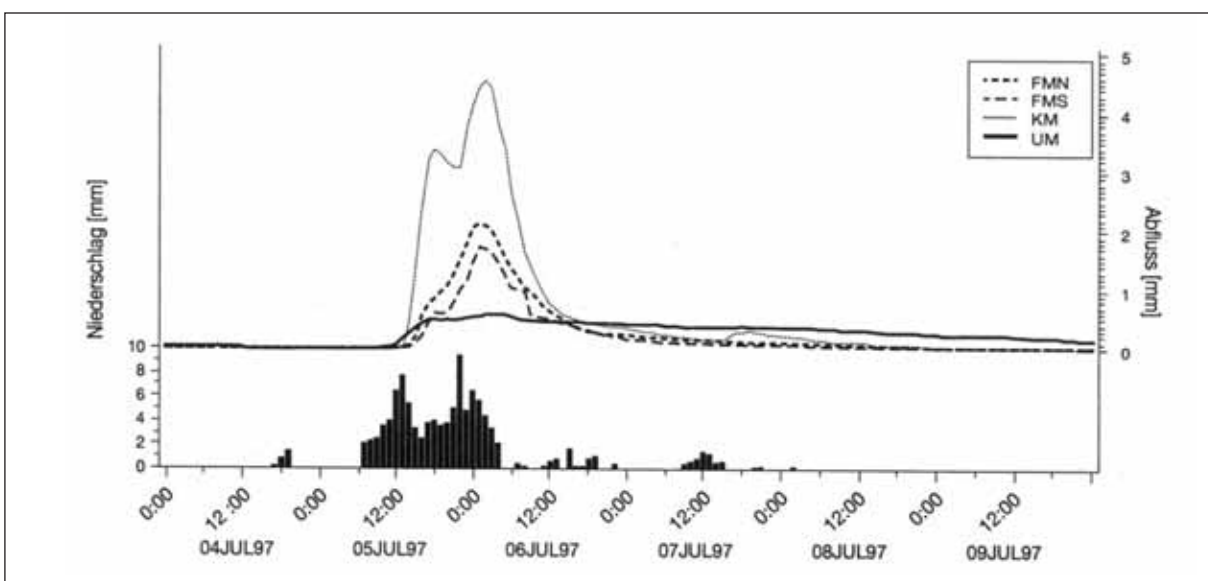


Abb. 2: Vergleich des Hochwasserabflusses nach einem über den ganzen Tag verteilten Niederschlagsereignis von 100 mm (Abkürzungen wie in Abb. 1; aus ZOLLNER 2003)

längeres, kräftiges Niederschlagsereignis (Abb. 2). Bei letzterem wird die Pufferwirkung - höhere Abflüsse über mehrere Tage - sehr deutlich. ZOLLNER (2003) führt dies auf die hohe Wasseraufnahmefähigkeit der gesamten lebenden Mooroberfläche (Akrotelm) zurück. Die land- und forstwirtschaftlich genutzten, entwässerten Moore dagegen reagieren mit zum Teil extrem hohen Abflüssen. Die Konsequenz daraus kann nur sein, entwässerte Moore zu regenerieren, um ihre Pufferfunktion wiederherzustellen. Dieser Puffer wirkt jedoch nicht in jedem Fall.

### Wald

Wald wirkt - das ist unbestritten - ganz generell und pauschal puffernd auf die Abflussbildung, nicht nur wegen der Interzeption, sondern auch wegen der nach wie vor vielfach noch ungestörten Böden mit guten Infiltrationseigenschaften. Darüber hinaus kann die Rauigkeit des Waldbodens abflussverzögernd wirken. Diese Rauigkeit bilden die oberflächennahen Wurzeln, die Streudecke, der womöglich geschichtete Bewuchs, Ernterückstände und das liegende Totholz. *Waldvermehrung* (Erstaufforstung) könnte also Teil einer Hochwasserschutzstrategie sein, doch wären die neuen Waldböden im Wesentlichen bisherige landwirtschaftliche Böden mit den bereits beschriebenen Eigenschaften, die Rauigkeit des Waldbodens wird sich erst nach langer Zeit einstellen. Auch ein bestehender hoher Waldanteil ist nicht per se Garantie für ein gute Abflusspufferung, da gerade in Mittelgebirgslandschaften der Wald ganz überwiegend auf flachgründigen Hanglagen stockt. Dort ist der Bodenspeicher klein und der unterirdische Abfluss hoch (NIEHOFF und BRONSTERT 2002).

### Landwirtschaftlich genutzte Flächen

Bei den landwirtschaftlichen Flächen tragen die *Äcker* als Nutzungsform stärker zur Hochwasserbildung bei als *Grünland*. Doch liegen ackerbaulich genutzte Flächen eher in ebenen und wenig geneigten Lagen, wogegen Grünland zumindest in den Mittelgebirgslandschaften eher in den abfluss-

begünstigenden Hanglagen zu finden ist. Auf Äckern lässt sich die Abflussbildung tendenziell mittels geeigneter Anbauverfahren reduzieren. Zu nennen sind Unter- und Zwischensaaten. Reihenkulturen ermöglichen, über die ganze Fruchtfolge betrachtet, durch Mulchsaat den Oberflächenabfluss um bis zu 30 Prozent zu vermindern (AUERSWALD 2002). Als grundsätzlich wichtig und richtig wird auch eine nicht zu großflächige, diverse Landnutzung mit entsprechenden Fruchtfolgen angesehen (AUERSWALD 2002). In Sachen diverser Fruchtfolgen könnte der Energiepflanzenanbau mit gutem Beispiel vorangehen.

In allen Arbeiten zum Thema „Wasserretention in der Landschaft“ wird betont, wie bedeutsam abflusshemmende *Kleinstrukturen* sind, also das Vorhandensein, damit verbunden die Verpflichtung zur Erhaltung und, wo möglich und sinnvoll, zur Neuschaffung von Rainen, Riegeln, Böschungen, Hecken, Mauern. Dies sind Elemente, die unsere Landschaften auch hinsichtlich ihres ästhetischen Wertes prägen und die in ihrem Wert für die ökologische Funktionsfähigkeit nicht hoch genug eingeschätzt werden können (BRONSTERT et al. 1995; GÖTTLE 1996; KLEEGERG und ROTHER 1996). Hier treffen die Interessen von Wasserwirtschaft und Naturschutz in optimaler Weise zusammen.

## Landnutzung und Hochwasserschutz in den Auen

Die Auen mit ihren Fließgewässern sollten zur Optimierung der Retentionsleistung möglichst rau sein. Rauigkeit bedeutet Relief, Gehölze, Wald, ein gewundenes Gewässer mit Gehölzsaum. Ein naturnahes Fließgewässer der Kategorie Bach und kleiner Fluss tritt schon bei kleineren Hochwassern aus seinem Bett und aktiviert ausufernd die Retentionsfläche der Aue. Strukturen wie Querbänke und Totholz beschleunigen diesen Prozess. In der Aue sollten alte Rinnen, Mulden, Furkationsrinnen, aber auch Gräben in die Wasserspeicherung einbezogen werden, gegebenenfalls aktiviert durch Deichrückverlegung.

HQ1 bis 2	Keine Nutzung, Sukzession
HQ2 bis 5	Feuchtwälder, Forstwirtschaft möglich
HQ5 bis 20	Weide, Wiese, Wald, je nach Lage und Wasserhaushalt in unterschiedlichen Intensitäten
ab HQ20	Ackerbau möglich

Tab. 3: Differenzierte Auennutzung in Abhängigkeit von der Jährlichkeit der Überflutung

Man hört und liest oft die pauschale Forderung, man solle doch gerade in den Auen Äcker in Grünland umwandeln, um Stoffausträge und Materialverlagerungen zu verhindern sowie die Rauigkeit der Bodenoberfläche zu erhöhen. Doch hängt die Verteilung von Acker und Grünland ab von den klimatischen und edaphischen Verhältnissen verbunden mit einer starken betriebswirtschaftlichen Markt Komponente. Auf Acker kann man Markterträge erzeugen, auf Grünland „nur“ Futter. Ein landwirtschaftlicher Betrieb kann nicht einfach auf Milchproduktion oder Weideviehhaltung umstellen. Außerdem weisen einige Gebiete schon einen Grünlandüberschuss auf (RAAB und RÖSCH 2005). Doch könnte man sich vorstellen, die Nutzung von Überschwemmungsgebieten an der Hochwasser-Jährlichkeit auszurichten (Tab. 3).

Im Hinblick auf die Retentionsleitung *naturnaher Fließgewässer* ist Realitätssinn angebracht (BAUER 2004). Die Vorstellung, ein gewundener Bach diene der Hochwasser*vermeidung*, stimmt nicht. Doch ist die Naturnähe von Fließgewässern - strukturell und bezogen auf die begleitenden Gehölze - zweifellos *ein* Baustein von Hochwasserschutzkonzepten. Daraus folgt, dass ausgebaute, abflussbeschleunigende Gewässer in einen naturnäheren Zustand versetzt werden sollten. Eine optimierte Retentionswirkung ist dann gewährleistet, wenn der Retentionsraum der Aue frühzeitig aktiviert wird. Dies wiederum ist nur möglich, wenn die Gewässersohle angehoben wird. Forschungsarbeiten in Hessen zeigten, dass die Aktivierung aller Komponenten des natürlichen Wasserrückhalts summa summarum zu einer Reduzierung des Hochwasserabflussscheitels um maximal 13 bis 16 Prozent führt (LANG und TÖNSMANN 2002). Das kann bei einer geringen Jährlichkeit des Ereignisses entscheidend sein!

## Fazit

Wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass wir ohne den Bau von Hochwasserrückhaltebecken auch künftig nicht auskommen werden. Deshalb ist es von allergrößter Wichtigkeit, die Technik und Bewirtschaftung dahin gehend zu optimieren, dass das im Notfall aufzustauende Gewässer prinzipiell durchgängig bleibt und der Retentionsraum angepasst bis gar nicht bewirtschaftet wird (ATV-DVWK 2001; KAISER und RÖCK 2006). Regional ein großes Potential stellen die meist schon im Mittelalter als Speicher und für die Fischereiwirtschaft gebauten Weiher dar. Auch sie können in Hochwasserschutzkonzepte eingebunden werden, sei es zur dezentralen Retention, sei

es mit überörtlicher Bedeutung. Bei traditioneller, auch für die Teichhygiene wichtiger Bewirtschaftung mit Winterung und Sömmerung stünden gewisse Volumina zur Verfügung. Dies müsste regional quantifiziert werden. Besonders interessant sind jedoch die ehemaligen, meist im 18. und 19. Jahrhundert aufgelassenen Weiher mit bedeutenden Retentionsvolumina (dazu zum Beispiel KONOLD 1987). Hier gilt es, die Potentiale unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten sowie unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte (Problem Kolmatierung, Stoffeintrag) zu prüfen. Zu planen wäre in Richtung ungesteuerter Becken.

Hochwasser- und Hochwasserschutzproblematik sind äußerst komplex und mit kühlem Kopf anzugehen. Ich plädiere für regionale Hochwasserschutzlösungen unter Ausschöpfung der Angebote der Natur und der Einbeziehung technischer Lösungen. Anzustreben ist ein auch unter ästhetischen Gesichtspunkten optimiertes Hochwasser-*Flächenmanagement*, bei dem, beginnend mit der Planung, die Wasserwirtschaft mit Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Flurbereinigung zusammenwirkt.

## Literatur

- ATV-DVWK (Hrsg.) (2001): Hochwasserrückhaltebecken. Probleme und Anforderungen aus wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht. ATV-DVWK-Schriftenreihe Bd. 29, Hennef
- AUERSWALD, K. (2002): Landnutzung und Hochwasser. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 24 „Katastrophe oder Chance? Hochwasser und Ökologie“, S. 67-76
- BAUER, C. (2004): Bestimmung der Retentionspotentiale naturnaher Maßnahmen in Gewässer und Aue mit hydraulischen Methoden. Kasseler Wasserbau-Mitteilungen 16, 179 S.
- BRETSCHKO, G. (1993): Niederschlagsereignisse, Hochwässer und Fließgewässerökologie. Wiener Mitteilungen für Wasser Abwasser Gewässer 105, 17 S.
- BRONSTERT, A.; VOLLMER, S.; IHRINGER, J. (1995): Die Bedeutung von Flurbereinigungsmaßnahmen für das Abflußverhalten von Starkniederschlägen in ländlichen Gebieten. Wasser & Boden 47 (9), S. 29-46
- GÖTTLE, A. (1996): Zukunftsweisender Hochwasserschutz in Deutschland - Forderungen, Voraussetzungen, Lösungen. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 37, S. 97-102

KAISER, O. (2006): Auswirkungen von Hochwasserrückhaltebecken auf wirbellose Tiere. Culterra, Schriftenreihe des Instituts für Landespflege an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bd. 51, im Druck

KLEEBERG, H. B.; ROTHER, K. H. (1996): Hochwasserflächenmanagement in Flusseinzugsgebieten. Wasser & Boden 48, S.24-32

KONOLD, W. (1987): Oberschwäbische Weiher und Seen. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 52, 634 S.

LANG, T.; TÖNSMANN, F. (2002): Vorbeugender Hochwasserschutz im Einzugsgebiet der hessischen Lahn. Kasseler Wasserbau-Mitteilungen 17

NIEHOFF, D.; BRONSTERT, A. (2002): Landnutzung und Hochwasserentstehung: Modellierung anhand dreier mesoskaliger Einzugsgebiete. Wasser & Boden 54, S.20-28

RAAB, K.; RÖSCH, C. (2005): Grünlandüberschuss in Baden-Württemberg. Berichte über Landwirtschaft 83, S.388-414

RÖCK, S. (2006): Ökologische Durchgängigkeit von Hochwasserrückhaltebecken für Fische. Culterra, Schriftenreihe des Instituts für Landespflege an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bd. 51, im Druck

ZOLLNER, A. (2003): Das Abflussgeschehen von unterschiedlich genutzten Hochmooreinzugsgebieten. Laufener Seminarbeiträge 1/03, S.111-119

## Key words

*Flood protection, discharge formation, water retention, adapted land use*

## Summary

*Flood protection is caught between conflicting priorities. On the one hand there is the human need to utilise floodplains and waterways, and also to protect against the effects of floodwater. At the*

*same time legal regulations require the protection of nature as a basis for human survival. And, finally, there is also the desire to maintain the capacity of water courses and floodplains to function. Floods are a natural occurrence and part of this capacity to function. Therefore, floods should not be prevented (if at all possible). Flood protection must apply to the catchment area as much as to the floodplain and the waterways. The build up of flood discharge and the flood discharge itself depend on numerous variables, making it difficult to compare individual flood events or to propose universally valid solutions. Such variables are, for example, the relief, the retention capacity of the bedrock, the soil conditions, and the attributes of the precipitation events triggering off the floods. There are in addition a number of anthropogenic and, therefore, influenceable factors. The land use in the catchment area and in the floodplain is a significant variable in this respect, but only up to a return period of approximately twenty years. In the case of less frequent flood events the influence of the land use type and the condition of the waterways decreases. Below this level there are many different ways of efficiently slowing the flood discharge in the catchment area and the floodplain. In general, the surface should be as coarse as possible, whether this be due to surface structures (natural and artificial dells), the utilisation itself (pasture instead of fields, forest instead of pasture), or due to the conservation or creation of small structures, or the renaturalisation of waterways.*

*Moors can buffer discharge to a certain extent. There exists the potential to retain water in the landscape in (former) pond or lake areas. Flood protection concepts must be developed at a regional level. The forests can also play an important role in this.*