

*Klaus Wagner
Hubert Janetschek
Julia Neuwirth*

Die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Hochwasserrisiko

*Ergebnisse des Projektes AWI/162/07,
Teilprojekt der Forschungskoooperation Flood Risk II des Lebensministeriums*



Klaus Wagner
Hubert Janetschek
Julia Neuwirth

Die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Hochwasserrisiko

Ergebnisse des Projektes AWI/162/07,
Teilprojekt der Forschungskoooperation Flood Risk II
des Lebensministeriums

Wien, 2009

Inhalt

Vorwort	7
Zusammenfassung und Empfehlungen	9
Abstract	11
1 Problemstellung und Ziel der Bearbeitung	13
2 Vorgehensweise	13
3 Ansprüche des Hochwasserschutzes an landwirtschaftliche Flächen	15
3.1 Wechselseitige Ansprüche von Landwirtschaft und Hochwasserschutz	15
3.2 Natürliche und anthropogene Ursachen für die Entstehung von Hochwasser	16
3.3 Klassifizierung landwirtschaftlicher Nutzungsarten zur Wasserrückhaltung	20
3.4 Allgemeine Kostenabschätzungen	22
4 Funktionen landwirtschaftlicher Flächen	24
4.1 Funktionsbewertung aus dem Projekt ILUP	24
4.2 Erweiterung der Funktionsbewertung um die Hochwasserpräventionsfunktion und die Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen	26
4.2.1 Bewertungsschema zur Hochwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen	27
4.2.2 Bewertungsschema zur Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen	29
4.2.3 Räumliche Umsetzung der Bewertung für Gewässereinzugsgebiete	30
4.3 Funktionsermittlung am Beispiel der Gemeinde Seitenstetten	34
4.3.1 Grundlagen	34
4.3.2 Bewertung	37
5 Ökonomische Bewertung von Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft	43
5.1 Ausgleichsansprüche	44
5.2 Betriebswirtschaftliche Bewertung von Einzelmaßnahmen	45
5.2.1 Zwischenfrüchte zur Gründüngung	45
5.2.2 Umwandlung von Ackernutzung	47
6 Beispielhafte Maßnahmenkombinationen und Kosten für einen landwirtschaftlichen Hochwasserschutz in der Gemeinde Seitenstetten	51
7 Literatur	54

Vorwort

Das Projekt Landwirtschaft und Hochwasser der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft wurde auf Betreiben der Koordinatoren des nationalen Kooperationsprojektes Flood Risk II des Lebensministeriums durchgeführt. Als Teilprojekt im Paket Raumplanung angesiedelt, konnten landwirtschaftliche Grundlagen für Raumplanungsüberlegungen im regionalen Maßstab erarbeitet werden, die auch in ihren ökonomischen Wirkungen für die Landwirtschaft betrachtet wurden. Die umsichtige Koordination im Gesamtprojekt erfolgte vom Umweltbundesamt und der Universität für Bodenkultur, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau. Die hier vorliegenden Ergebnisse wurden intensiv diskutiert und mit den Projektpartnern – vor allem aus den Bereichen Ökologie, Raumplanung und Wasserwirtschaft – abgestimmt. Sie fanden auch Eingang in die Darstellung der Gesamtergebnisse von Flood Risk II.

Direktor Hubert Pfingstner

Wien, Oktober 2009

Zusammenfassung und Empfehlungen

Ein wichtiges **Ziel** des landwirtschaftlichen Hochwasserschutzes besteht darin, das Wasser möglichst in der Fläche zu halten. Dabei kommt der Landwirtschaft als größtem Flächennutzer eine besondere Bedeutung zu. Grundvoraussetzung ist eine standortangepasste Nutzung, die auf die Geländeverhältnisse, die klimatischen Voraussetzungen und Bodeneigenschaften Rücksicht nimmt. Eine hochwasserverträgliche Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen beinhaltet alle Maßnahmen, die den Oberflächenabfluss reduzieren, wie erhöhter Bodenbedeckungsgrad, größere Oberflächenrauigkeit, Vermeidung von Bodenverdichtungen, stabile Bodengefüge und Bodenaggregate, Steigerung der Infiltrationsrate, Vermeidung von Splash-Wirkung und Verschlammung. Eine wichtige Maßnahme ist die Erhaltung einer lang anhaltenden Bodenbedeckung durch Hauptfrüchte mit langer Vegetationszeit und hoher Bestandesdichte. Dies wird erreicht durch Zwischenfruchtanbau und Untersaaten und andererseits durch die Vermeidung von spät schließenden Reihenfrüchten wie Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben. Weiters bedeutsam ist die Erhaltung eines infiltrationsfähigen Bodengefüges durch Verzicht auf tiefe Bodenwendung, Mulchsaatverfahren, die ausreichende Zufuhr von organischer Substanz und die Bearbeitung hängiger Flächen quer zum Hang. Schließlich sollen vorhandene Bodenverdichtungen gelockert und neue Verdichtungen vermieden werden, z.B. durch eine Verringerung der Befahrhäufigkeit, eine Verminderung des Kontaktflächendrucks und ein Befahren der Flächen nur bei tragfähigem Bodenzustand.

Im vorliegenden **Modell** wurde einerseits die Hochwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen bewertet, indem die lokalen naturräumlichen Verhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzung gegenübergestellt wurden, um den Wasserabfluss aus landwirtschaftlichen Flächen ersichtlich zu machen. Für die Bewertung der Hochwasserempfindlichkeit der landwirtschaftlichen Flächen wurden zusätzlich die Flächen nach ihrer Überflutungshäufigkeit klassifiziert. So können nun bestimmte Maßnahmen einerseits räumlich gezielt den Wasserabfluss minimieren und andererseits die Schäden im Hochwasserfall gering halten.

Um die **Bewertungen** und die Vorgangsweise zu veranschaulichen wurde die Gemeinde Seitenstetten als Beispielsregion herangezogen. Es liegt dort jedoch kein behördliches Verfahren zur Gebietsausweisung von jenen Einzelflächen oder Schlägen vor, die in Zukunft für den Hochwasserschutz bedeutend sein könnten. Beispielsprojekte im Ausland zeigen, dass durch eine sorgfältige agronomische Standortanalyse ein Maßnahmenkatalog für sensible Teilgebiete zusammengestellt werden kann, ohne Entzug von Flächen und anderen tief greifenden Betriebsumstellungen. Die Maßnahmen sind meistens relativ einfach plan- und umsetzbar, können insgesamt jedoch in ihrer standortangepassten kombinierten Form sehr effektiv wirken.

Zu bedenken ist, dass mit den **Ergebnissen** aus dem Teilprojekt 9.5 nur ein Baustein für ein regionales Hochwasserschutzprojekt vorliegt, das noch durch andere Maßnahmen für naturnahen Wasserbau ergänzt werden muss. Ein wichtiges Merkmal eines eher „kleinräumigen“ Hochwasserschutzes ist, dass eine Vielzahl von Interessensgruppen im Planungsverfahren integriert werden muss. Durch die Einbindung verschiedener Ziele entstehen oft hohe Anforderungen an die Standortauswahl und Auswirkungen auf den Planungsaufwand, der wiederum

den Einsatz verschiedener GIS-Verfahren voraussetzt. Wie die Erfahrungen in Baden-Württemberg zeigen, erschwert die große Anzahl von Einzelstandorten die Umsetzung, sodass eine Realisierung nur langfristig (Schritt für Schritt im Zusammenhang mit anderen Maßnahmen) oder im Rahmen eines Flurneuordnungsverfahrens günstig erscheint. Alle betroffenen Personen und Institutionen müssen in das Vorhaben integriert werden, um Konflikte einzugrenzen.

Die **Umsetzung** der vorgeschlagenen Maßnahmen kann mit verschiedenen Instrumenten und auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen, die politisch zu bestimmen wären. Dafür liefert die vorliegende Arbeit Grundlagen. Zu den hoheitlichen, vom Staat geregelten Instrumenten zählen Gesetzgebung, Steuern, Abgaben und Subventionen. Zu den privaten Instrumenten zählen vertragliche Vereinbarungen (z.B. Nutzungsverträge, Flächenkauf und -pacht), Fonds und Stiftungen sowie handelbare Rechte. Der Staat kann im Rahmen der Privatwirtschaftsverwaltung beispielsweise Nutzungsverträge mit Grundeigentümern abschließen (z.B. Vertragshochwasserschutz), Überschwemmungsgebiete aufkaufen oder spezielle Entschädigungsfonds für Hochwasserereignisse einrichten.

Im Rahmen der Hoheitsverwaltung könnte beispielsweise eine „hochwasserverträgliche Landbewirtschaftung“ als zusätzliche Cross Compliance Bestimmung aufgenommen werden. Dazu wären jedoch vorab österreichweite Analysen über die aktuelle Landbewirtschaftung in Einzugs- und Überschwemmungsgebieten und die Ableitung von allgemein anerkannten Kriterien zur hochwasserverträglichen Landbewirtschaftung nötig. Zu überdenken wäre auch eine Einführung neuer bzw. die Erweiterung bestehender Förderprogramme wie dem ÖPUL mit regional/lokal gezielten Maßnahmenbündeln speziell zum Hochwasserschutz. Je nach Dringlichkeit von Maßnahmen ist aber zu bedenken, dass die Beteiligung an solchen Programmen bzw. die Inanspruchnahme auf freiwilliger Basis erfolgt und daher die tatsächliche Wirkung auch von nicht steuerbaren Gegebenheiten abhängig ist (z.B. nationale und internationale Preisentwicklung bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Energiepreise). Besonders im Zuge der Energieverteuerung und der Diskussionen um verstärkte Biomasseproduktion gewinnen landwirtschaftliche Flächen an Wert, in gleichem Maße steigt aber auch die Hochwasserunverträglichkeit, wenn beispielsweise Mais anstelle von Grünland kultiviert wird. Damit steigen auch die potenziellen Entschädigungshöhen für die Differenz zwischen geringwertigeren aber hochwasserverträglichen Nutzungen und ökonomisch wertvolleren aber hochwasserunverträglichen Nutzungen. Mögliche längerfristige Schäden durch Umweltbelastungen infolge von Hochwasserereignissen (z.B. Ölverschmutzungen, andere Kontaminationen), wie im Flood Risk II Teilprojekt „Risikoanalyse Stadt Bad Radkersburg“ angeführt, wurden hier nicht berücksichtigt.

Jedenfalls wäre eine nationale und sektorübergreifende **Strategie** zur Vermeidung von Hochwässern bzw. deren Schäden wünschenswert, an der man sich bei regionalen / lokalen Planungen und Maßnahmen orientieren kann. Diese Strategie sollte Schnittstellen vorgeben, um alle auf das Wasserabflussgeschehen einwirkende Entscheidungsträger sowie die vom Wasserabflussgeschehen Betroffenen einzubinden. Die landwirtschaftlichen Bearbeitungen, wie sie in diesem Bericht modellhaft durchgeführt wurden, könnten Teil eines SREP (Schutzwasserwirtschaftliches Raumentwicklungskonzept, siehe Flood Risk II, Teilprojekt 9.1.2) sein. Ebenso ist die Einbeziehung landwirtschaftlicher Flächen in ein erweitertes Vegetationsmanagement, wie im

Teilprojekt 4.2 behandelt, zu überlegen. Im Sinne einer integralen Klimaanpassungsstrategie ist auf eine möglichst hochwasserverträgliche Landwirtschaft, wie in diesem Bericht vorgeschlagen, abzielen. Dies ergäbe Synergien mit anderen Fachbereichen wie z.B. Ökologie (Teilprojekt 4.3) oder Raumplanung, wie aus Bearbeitungen zu diesen Themen in Flood Risk II hervorgeht.

Abstract

On the one hand, agriculture contributes to the emergence of floods by way of the land cultivation and management practices in use. On the other hand, agricultural lands also serve as water retention areas, resulting in damages commensurate with the extent of flooding. In recent years, an increase in extreme weather incidents and the associated magnitude of damages have generated an ongoing discussion in Austria regarding adapted forms of land use and compensation payments. Because suitable spatial-planning bases for agricultural lands are thus far not available, one part of the "Spatial Planning" work package of the project "Flood Risk II" deals with the interactions between agriculture and flooding. Building on a functional evaluation system for agricultural lands as developed within the Interreg project "ILUP", the subproject "Agriculture and Flooding" has as its goal to classify the flood-protection contribution and flood sensitivity of agricultural lands. This, in turn, enables the recommendation of targeted measures for potentially improving flood situations, as well as an estimate of their implementation costs.

In addition to the digital soil map, other fundamental sources used for the project are the digital flood risk map, IACS land-use data and works by the Institute for Land and Water Management Research. Reference values and marginal returns sourced from the Federal Institute of Agricultural Economics also flow into the cost estimates for the recommended combination of measures.

A natural contribution of agricultural lands to flood prevention exists due to the land's natural spatial conditions: Soil characteristics, climatic conditions and topology determine the extent of surface run-off, while the latter is also influenced by management (type of crop, type of cultivation, work processes). GIS overlays of the useable field capacity and of the erosion risk associated with agricultural use enable the classification of lands according to their contribution to flood prevention. A high flood-prevention contribution exists when, for example, a level land surface with water-retentive soil and favourable precipitation is used as grassland. At the same time, crop lands generally exhibit higher surface run-off values, and the risk of a high surface run-off is greater for certain types of row crops in particular: e.g., crops for which the soil remains uncovered for long periods, but also for crops with a late harvest, for which the intermediate green covering of fields becomes more difficult. The evaluation of flood sensitivity takes equally into account the flood frequency to identify those areas that are especially at risk, as it is primarily the latter that should be adapted in their use to keep potential damage in the case of floods low.

The relevant literature, as well as research and evaluation reports on agri-environmental measures, suggest that there are measures available for improving both soil and water retention on agricultural lands. Depending on such factors as crop yield, producer prices, the business situation and work processes used, farmers may experience various disadvantages from flood-prevention related changes in land use. However, changes in cultivation must not always be accompanied by higher costs and, in fact, may instead lead to lowered costs, e. g., changing from autumn ploughing without a green cover to direct seeding in temporary winter green cover. Within the sample community of Seitenstetten, water catchment areas exhibiting either a low contribution to flood prevention or high flood sensitivity were identified as relevant areas for the application of measures. The GIS generated land use balances permit ascertaining on how much land within the catchment areas, and also on which land specifically, changes in use would seem advisable. The measures to be set are in accordance with the evaluation of individual lands. Thus, for example, areas exhibiting high flood sensitivity shall have stronger measures applied than those with only a medium sensitivity.

In sum, the resulting changes for Seitenstetten would be a conversion from silage corn to grassland on 110 ha, a conversion from grain corn to feed grain with temporary cover crops on 22 ha and intermediate cover crops on 44 ha of arable fields. The costs for converting to the above types of cultivation amount to an approximate total of 44,000 € annually, 277 €/ha.

1 Problemstellung und Ziel der Bearbeitung

Die Landwirtschaft ist ein wesentlicher Nutzer in den von Hochwasser gefährdeten Flächen. Infolge der in den letzten Jahren oft extremen Wetterereignisse gibt es eine ständige Diskussion um angepasste Flächennutzungen und Entschädigungen. Im Rahmen des Flood Risk Projektes des Lebensministeriums erfolgte eine umfangreiche Analyse der vergangenen Hochwasserschäden, u. A. wurde in den Empfehlungen dringend auf eine adäquate Raumplanung hingewiesen. Da geeignete Raumplanungsgrundlagen für Landwirtschaftsflächen bisher fehlen, und auch Entschädigungen immer wieder neu diskutiert werden, gibt es im Teilpaket Raumplanung zum Projekt Flood Risk II auch ein Projekt „Landwirtschaft und Hochwasser“.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Interreg IIIB-Projektes ILUP (Funktionen landwirtschaftlicher Flächen auf regionaler Ebene) sollen im regionalen Maßstab landwirtschaftliche Nutzungen in Hochwasserrisikogebieten aufgezeigt werden und mögliche Nutzungsänderungen sowie umsetzungsfähige Entschädigungsmodelle für solche landwirtschaftliche Flächen erarbeitet werden, die von der Schutzwasserwirtschaft in unterschiedlicher Intensität beansprucht werden.

Das Teilprojekt Landwirtschaft und Hochwasser soll zu einer objektiven Einschätzung einer angepassten Flächennutzung und Prioritätensetzung im regionalen Maßstab führen. Verschiedene Flächennutzungsänderungen in Modellvarianten sollen möglichst konkret bewertet werden. Die Projektergebnisse dienen als theoretische Grundlage für eine konkrete Umsetzung in einem Beispielsgebiet, das in einem ev. Folgeprojekt zu bearbeiten sein wird.

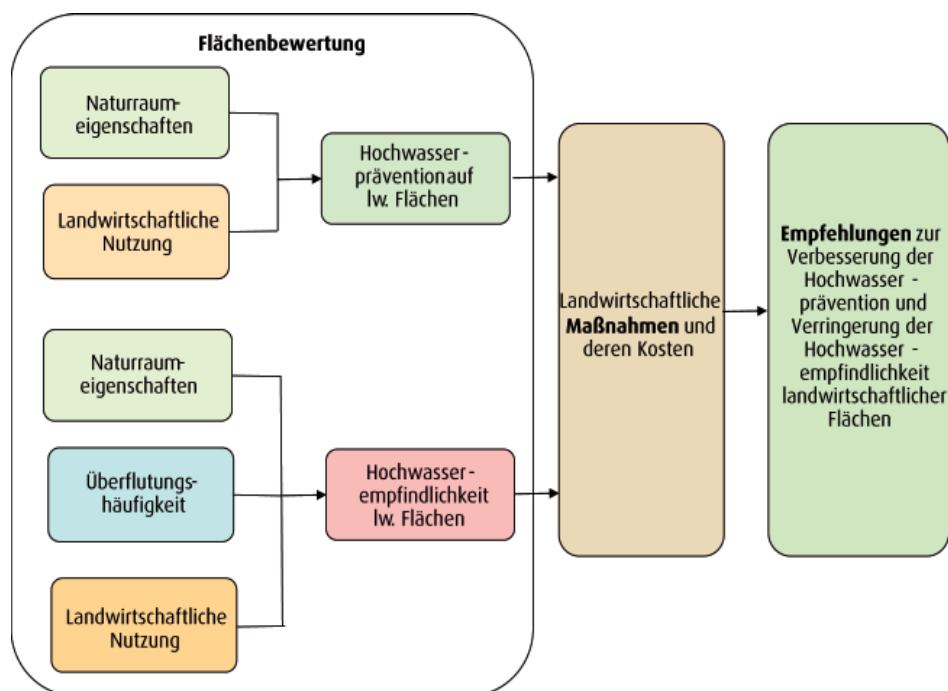
2 Vorgehensweise

In den Interreg Projekten Natural Resources und Integrated Land Use Planning (ILUP) entwickelte die Bundesanstalt für Agrarwirtschaft ein System zur Bewertung verschiedener Funktionen landwirtschaftlicher Flächen auf regionaler Ebene, die über die Produktion von Nahrungsmitteln und anderen Rohprodukten hinausgehen, wie z.B. Diversität der Kulturlandschaft, Ressourcenschutz, Objektschutz, Erholungsfunktion und Raumstrukturfunktion (siehe AWI-Schriftenreihe Nr. 93 und 98). Diese landwirtschaftlichen Grundlagen für eine regionale Planung werden nun um den Aspekt Hochwasserschutz erweitert. Auch andere Teilprojekte des Projektes ILUP dienen als Grundlage, wie auch andere Arbeiten des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt. Aus den Arbeiten zur Evaluierung der ÖPUL-Maßnahmen im Bereich Wasser liegen Grundlagen für die Einstufung verschiedener Kulturarten, Fruchtarten und Bearbeitungsweisen landwirtschaftlicher Flächen hinsichtlich der Wirkung auf die Wasserabflussverhältnisse vor. Die an der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft bestehenden Planungsdaten (Richtwerte und Deckungsbeiträge) für landwirtschaftliche Betriebe dienen gemeinsam mit bereits existierenden Modellen (Mittersill, Hochwasserschutz und Landwirtschaft, Modelle für den Wertausgleich, Werner Consult, 2007), als Grundlage für die Bewertung unterschiedlicher Maßnahmenkombinationen zur Verbesserung der Hochwasserrisiken.

Die Bundesanstalt erarbeitet in enger Kooperation und Abstimmung mit anderen Teilprojekten im ersten Teil des Projektes eine Adaptierung des Systems landwirtschaftlicher Flächenfunktionen aus dem Projekt ILUP an die Ansprüche des Flood Risk II Projektes. Dazu wird das System der Flächenbewertung erweitert und zwar einerseits um die Hochwasserpräventionsfunktion – um den Einfluss der landwirtschaftlichen Flächen auf den Wasserabfluss abzubilden – und andererseits um die Hochwasserempfindlichkeit – im Sinne von Vulnerabilität (= Anfälligkeit, Risikoexposition) wie in Birkmann, (2008) verwendet, um die Auswirkungen von Hochwässern auf die Landwirtschaft abzubilden. Als Basis der Bewertung dienen die landwirtschaftlichen Flächennutzungen in Verbindung mit den Abgrenzungen und Abstufungen des Hochwasserrisikos nach eHORA des Lebensministeriums sowie die digitale Bodenkarte des Bundesamtes für Wald und Bewertungen zum Erosionsgeschehen und der Bodenspeicherfähigkeit des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt. Am Beispiel der Gemeinde Seitenstetten, NÖ, wird die Bewertung erprobt und im Detail dargestellt.

In einem zusätzlichen Arbeitsschritt werden die Ansprüche des Hochwasserschutzes an die Landwirtschaft ermittelt und strukturiert (räumlich, zeitlich, qualitativ), um die Grundlagen für eine konkrete ökonomische Bewertung von möglichen Nutzungsänderungen (Umstieg auf andere Kulturarten, Fruchtfolgenwechsel, Bearbeitungsweisen oder ev. auch gänzliche Nutzungsaufgabe) zu schaffen. Bestehende Entschädigungsmodelle (z.B. Mittersill) dienen als Basis für die Weiterentwicklung eines Bewertungsmodells für verschiedene Maßnahmenkombinationen von regional spezifizierten Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft, die einerseits das Hochwasserrisiko und auch die möglichen Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen mindern, um die Resilienz (=Robustheit, Widerstandskraft; Birkmann 2008) eines Gebietes und der Regionalentwicklung insgesamt zu erhöhen.

Abbildung 1:
Projekttaflauf



3 Ansprüche des Hochwasserschutzes an landwirtschaftliche Flächen

3.1 Wechselseitige Ansprüche von Landwirtschaft und Hochwasserschutz

Wasserwirtschaft und Landwirtschaft stehen in einem ambivalenten Verhältnis zueinander. Beide beanspruchen Fläche bzw. Boden zur Umsetzung eigener Interessen, welche jedoch oftmals zueinander im Widerspruch stehen. Während manche allgemeinen Ansprüche der Wasserwirtschaft an Böden durchaus deckungsgleich mit den landwirtschaftlichen Interessen sind, wie ausreichende Versickerungs- und Grundwasserneubildungsraten, gibt es etliche Interessenskonflikte um die Flächennutzung, insbesondere den Boden als Speichermedium betreffend. Die Wasserwirtschaft möchte beispielsweise die Gewässer vor dem Eintrag von Schadstoffen schützen, weshalb ein Verbleib von Schadstoffen im Bodenfilter aus deren Perspektive wünschenswert erscheint. Obzwar die Landwirtschaft ebenfalls eine Inaktivierung oder den Abbau von Schadstoffen im Boden begrüßt, kann jedoch ebenso eine Verlagerung von Schadstoffen aus dem Wurzelraum in ihrem Interesse liegen (vgl. Mollenhauer 1985, 117). Um die Wasserqualität durch landwirtschaftliche Tätigkeiten nicht zu beeinträchtigen, grenzen Gesetze und Verordnungen (z.B. Wasserrechtsgesetz, Grundwasserswellenwertverordnung) die Aktivitäten der Landwirtschaft ein.

Speziell im Hochwasserschutz treffen die konträren Ziele von Land- und Wasserwirtschaft aufeinander. Laut Kauch (s.a.) verfolgt die Wasserwirtschaft im Sinne des Hochwasserschutzes generell folgende Ziele: hochwassererträgliche Flächennutzung, Verhinderung der Entstehung von Hochwässern und Beeinflussung des Abflussgeschehens. Technischer Hochwasserschutz aber auch angepasste Landnutzung sind geeignete Mittel, um diese Ziele zu erreichen. Da jedoch Hochwasserschutz durch technische Maßnahmen nicht flächendeckend realisierbar ist, sollen vor allem landwirtschaftliche Flächen zur Reduktion des Oberflächenabflusses von Niederschlägen durch Wiederherstellung oder Erhaltung der Wasserspeicherkapazitäten im Boden beitragen sowie als Rückhalte- und Abfuhrflächen von Hochwasser, Geschiebe und Eis fungieren. Gleichzeitig soll ein möglichst geringer Nähr- und Schadstoffaustrag in die Gewässer bei Hochwasserereignissen erfolgen. Insgesamt zielen alle diese Maßnahmen auf die gesellschaftlich erwünschte Reduktion des Ausmaßes von Hochwasserschäden ab (vgl. Worreschk s.a., 1).

Die betroffenen Landwirte hingegen wünschen sich einerseits möglichst geringe Nutzungseinschränkungen und Auflagen, andererseits ebenfalls Schutz vor Überflutungen oder zumindest Schadensausgleich, falls es zu hochwasserbedingten Ernteaufschlägen kommt. Im Interesse der Landwirtschaft liegt natürlich auch, Nährstoffe möglichst pflanzenverfügbar einzusetzen und deren Auswaschung zu verhindern.

3.2 Natürliche und anthropogene Ursachen für die Entstehung von Hochwasser

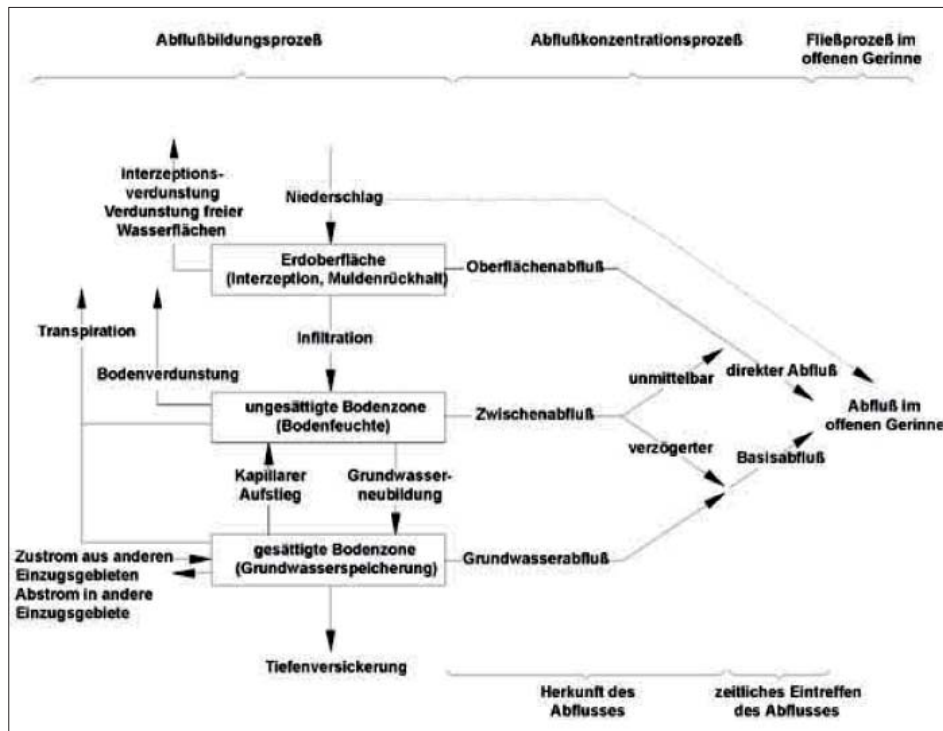
Die Bildung von Hochwässern hängt im Wesentlichen von klimatologischen und topographischen Verhältnissen, aber auch von bestimmten Bodeneigenschaften ab, welche das Ausmaß des Oberflächenabflusses nach Niederschlagsereignissen bestimmen. Die einzelnen Parameter, die das Zustandekommen von Hochwässern beeinflussen, werden im folgenden Teil kurz dargestellt (siehe auch Abbildung 2).

Damit Hochwasser entsteht, bedarf es zunächst bestimmter zeitlicher und räumlicher Niederschlagsverteilungen (vgl. LAWA 2000, 1), welche im Gegensatz zu Intensität und Schadenswirkungen der Hochwasserereignisse unbeeinflussbar sind. Die Einflussnahme auf das Zustandekommen von Hochwässern durch Veränderungen der Landnutzung sinkt mit steigender Intensität und Volumina der Niederschlagsereignisse.

Auch die Struktur des Gewässernetzes hat Einfluss auf die Hochwasserbildung. So entstehen beispielsweise in lang gestreckten Einzugsgebieten eher abgeflachte Hochwässer, bei eher kreisförmigen Einzugsgebieten können Teilwellen gleichzeitig eintreffen und sich addieren. Ein dichtes Flussnetz mit hohem Gefälle bewirkt einen raschen Abfluss aus dem Einzugsgebiet, eines mit geringerem Gefälle verfügt über ein größeres Speichervolumen in den Fließgerinnen (vgl. LAWA 2000, 5).

Die Hangneigung und die Hanglänge sind die wesentlichen topographischen Einflüsse auf die Abflussbildung, welche ober- und unterirdisch erfolgen kann (vgl. Akkermann 2004, 118). Zunächst nimmt der Boden über die Poren Niederschlagswasser auf, welches unterirdisch versickert. Ist die Niederschlagsintensität jedoch höher als die Infiltrationskapazität des Bodens, so kommt es zu oberflächlichem Abfluss (vgl. Akkermann 2004, 18). In hängigen Mittelgebirgslagen kann es zu einer beschleunigten Hochwasserbildung durch laterales Fließen kommen, welches jedoch geringere Fließgeschwindigkeiten aufweist als bei Oberflächenabfluss (vgl. LAWA 2000, 2). Eine starke Hangneigung erschwert die Infiltration und erhöht gleichzeitig die oberflächliche Abflussgeschwindigkeit. Die Länge eines Hanges wirkt unmittelbar auf die Länge der Fließstrecke und damit auf die Transportkraft des Oberflächenwassers ein.

Da Hochwässer durch die kumulierende Wirkung von intensiven Regenereignissen im gesamten Flusseinzugsgebiet zustande kommen, müssen die Abflussbildungen in den Vorflutern einbezogen werden. Entscheidend sind daher nicht nur der Witterungsverlauf oder die Form und Lage des Einzugsgebietes, sondern auch die ober- und unterirdischen Fließwege zum Vorfluter.



Quelle: Brodessa 1998

Abbildung 2:
Schematische
Darstellung des
Abflussprozesses

Neben klimatologischen und topographischen Gegebenheiten spielen die Bodeneigenschaften eine große Rolle bei der Entstehung von Hochwässern. Insbesondere das Bodengefüge ist bedeutsam, da es den Wasser-, Gas- und Wärmehaushalt des Bodens beeinflusst und dessen Stabilität ein Maß für die Verdichtungs- und Verschlammungsneigung eines Bodens darstellt. Verdichtete Böden sowie Böden mit verschlammten Oberflächen reduzieren die Infiltrationskapazität und erhöhen damit den Oberflächenabfluss (vgl. Brandstetter und Wenzel 1997, 46, Markart et al. 2000). Ein hoher Humusgehalt und ein aktives organisches Bodenleben tragen zur Stabilität des Bodengefüges bei.

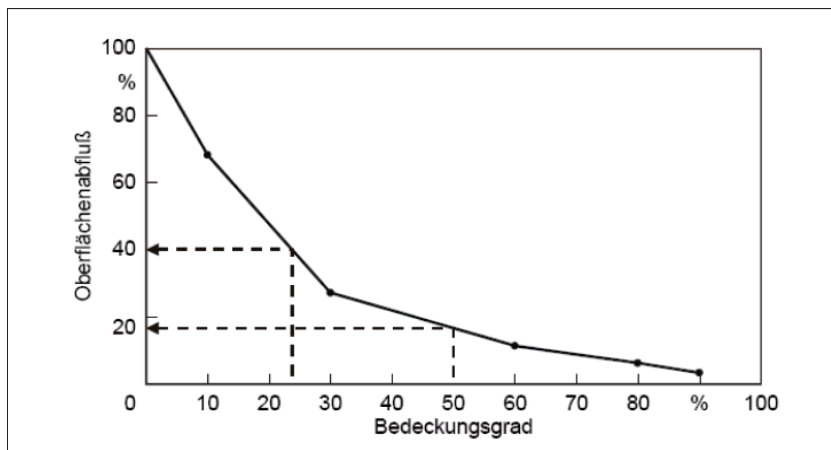
Die drei grundlegenden Bodenarten sind Sand, Schluff und Ton. Die Kombination der einzelnen Bodenarten in einem Boden entscheidet über Wasserspeicherefähigkeit, Wasserführungsvermögen, Durchlüftung, Durchwurzelbarkeit und Nährstoffhaushalt (vgl. Borger und Schiller s.a., 2; vgl. Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark 2001, 37). Schroeder (1992: 34 in Borger und Schiller s.a., 2) stellte fest, dass Böden mit hohen Sandanteilen über gute Wasserführung, geringe Speicherefähigkeit, gute Durchlüftung, meist geringe Nährstoffgehalte und gute Durchwurzelbarkeit verfügen. Böden mit hohem Tonanteil hingegen sind gekennzeichnet von schlechter Wasserführung, guter Wasserspeicherefähigkeit, meist hohen Nährstoffgehalten, jedoch schlechter Durchwurzelbarkeit. Günstig sind daher Böden mit ausgeglichener Mischung verschiedener Fraktionen, wie beispielsweise sandiger Lehm.

Der Bodenwasserspeicher liegt durchschnittlich bei 100–300mm Niederschlag in Abhängigkeit von Bodentyp und -art. Nur wenn der Bodenspeicher durch Vorregen aufgefüllt ist, besteht ein Hochwasserrisiko. Der Bodenspeicher kann nur ausgenutzt werden, wenn

Wasser in den Boden eindringen kann und nicht sehr schnell oberflächlich abfließt. Das Vorhandensein von Grobporen beschleunigt die Infiltration (vgl. LAWA 2000, 2f.).

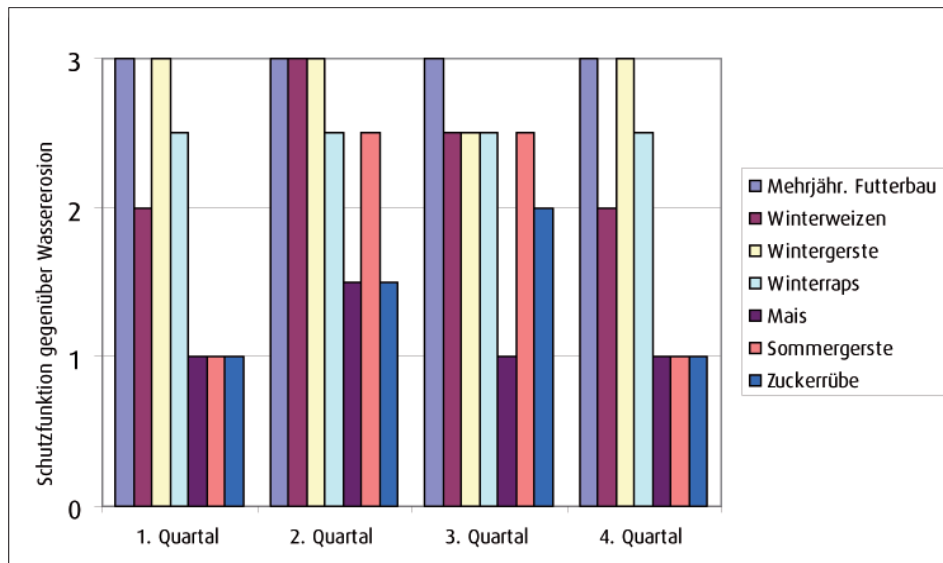
Die Bewirtschaftung wirkt auf das Bodengefüge durch Eingriffe in die Gefügestabilität, den Humusgehalt und die Aktivitäten der Bodenorganismen ein (vgl. Kandeler 1997, 124; vgl. Buchmann 1986, 75) und trägt auf diese Weise zum Zustandekommen von Hochwässern bei. Die Bewirtschaftung legt schließlich auch die Art der Vegetation und damit den Bodenbedeckungsgrad fest, wodurch letztlich über Verdunstung, Rauigkeit und Durchwurzelung der Oberflächenabfluss und das Erosionsgeschehen beeinflusst wird. Abbildung 3 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Bodenbedeckungsgrad und Oberflächenabfluss: je höher der Bodenbedeckungsgrad desto geringer ist der Oberflächenabfluss, wobei insbesondere ab einem Bodenbedeckungsgrad von 30 % eine deutliche Minderung des Oberflächenabflusses erkennbar ist. Auch wirken sich extreme Wetterereignisse innerhalb oder außerhalb der Vegetationsperiode und je nach Wachstumsphasen bzw. Bodenbedeckungsgraden verschiedener Fruchtarten unterschiedlich aus (Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt 2003 und 2005, Markart et al. 2000).

Abbildung 3:
Einfluss des
Bodenbedeckungsgrades
auf den Oberflächenabfluss



Quelle: Roth et al. 1990 in: Brunotte und Duttman 2001, 72

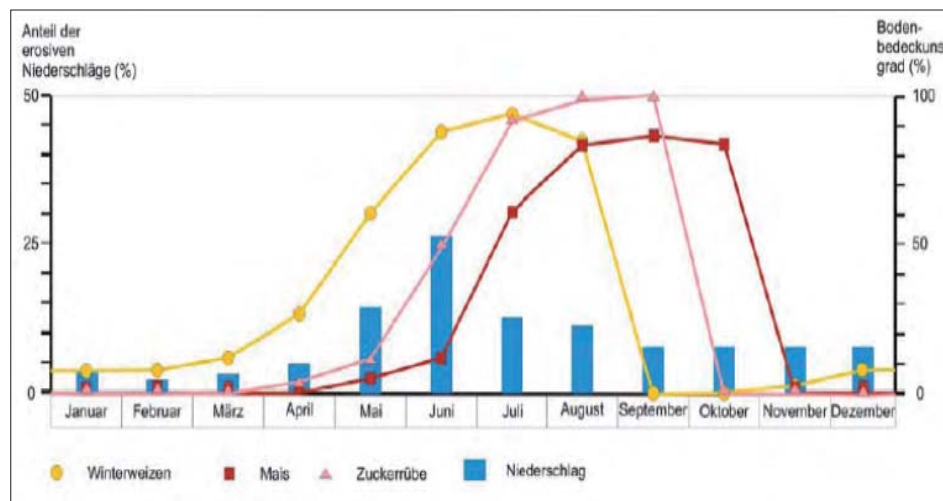
Die Dauer der Bodenbedeckung variiert je nach Kulturart im Laufe eines Jahres: beispielsweise bedecken mehrjährige Futterflächen ganzjährig die Bodenoberfläche, während Maisanbauflächen den Boden nur vier Monate lang bedecken (vgl. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie 2002, 21). Quartalsweise Bewertungen der Wassererosion nach Fruchtarten erlauben ebenfalls Rückschlüsse auf die jahreszeitlichen Schwankungen des Oberflächenabflusses (Abbildung 4). Wert 3 entspricht dabei einem hohen Schutzfaktor gegenüber Wassererosion, Wert 2 bedeutet geringe und Wert 1 keine Schutzfunktion. Vor allem Maisanbauflächen bieten im gesamten Jahresverlauf keinen ausreichenden Schutz gegenüber Wassererosion. Mehrjährige Futterflächen sowie auch Wintergerste verfügen hingegen über hohen Erosionsschutz im Jahresverlauf.



Quelle: eigene Darstellung; Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie 2002, 35

Abbildung 4: Fruchtartenbewertung Wassererosion bei Einhaltung der Bestellungsnormen (ordnungsgemäße Landbewirtschaftung)

Abbildung 5 zeigt anhand des Beispiels Niedersachsen, dass in den Monaten Mai und Juni der Anteil erosiver Niederschläge besonders hoch sein kann, gleichzeitig aber die Bodenbedeckungsgrade von manchen Fruchtarten deutlich unter der abflussrelevanten 30 %-Grenze liegen.



Quelle: Weidanz und Mosimann 2007, 5

Abbildung 5: Zeitliche Überlagerung von erosiven Niederschlägen und Bodenbedeckungsgrad von Winterweizen, Mais und Zuckerrübe im Jahresverlauf

Da Klimaverhältnisse und Topographie und die damit im Zusammenhang stehenden Bodenarten und -typen als unbeeinflussbare Größen gelten, können Aktivitäten zum Rückhalt bzw. zur Reduktion des Oberflächenabflusses lediglich durch die Art der Landnutzungsform, der Kulturartenwahl und der Bewirtschaftungsweise erfolgen.

Die Beeinflussung des oberflächlichen Abflussgeschehens durch Bewirtschaftungsmaßnahmen muss zum Einen auf landwirtschaftlichen Flächen stattfinden, welche direkt als

Retentionsflächen von Hochwassern überflutet werden, zum Anderen auf Flächen im Flusseinzugsgebiet, welche dem vorbeugenden Hochwasserschutz dienen. Auf beiden Flächentypen sollten Landnutzungs- und Kulturarten der Vorzug gegeben werden, welche das Retentionsvermögen erhöhen. Auf den Retentionsflächen sollten darüber hinaus eher Landnutzungs- und Kulturarten mit geringen nutzungsbedingten Ertragsrisiken eingesetzt werden, wodurch das Schadenspotential durch Hochwässer verringert wird. Landwirtschaftliche Produktionsflächen sollten dergestalt in Überflutungsgebieten angeordnet werden, dass eine zeitweilige Überflutung möglich ist, gleichzeitig aber dadurch keine wesentlichen Schäden verursacht werden (vgl. Klaghofer 2003, 67).

3.3 Klassifizierung landwirtschaftlicher Nutzungsarten zur Wasserrückhaltung

Wie auch den Ausführungen zum allgemeinen Bewertungsschema (Kapitel 4.2.1) zu entnehmen ist, liegen eine Vielzahl an Untersuchungen vor, die eine Abstufung des Wasserrückhaltvermögens und der Verminderung der Bodenerosion nach landwirtschaftlichen Kulturarten erkennen lassen. Im günstigsten Fall ist dies die Grünlandnutzung, danach folgen die Ackernutzung durch Feldfrüchte mit möglichst langer Bodenbedeckung bzw. auch mit besonderen Bearbeitungsmaßnahmen zur Bodenbedeckung (z.B. verschiedenen ÖPUL Maßnahmen wie Mulchsaat, Zwischenfruchtanbau etc.). Nachweislich verringern Winterbegrünungen auf Ackerflächen wesentlich die Erosionserscheinungen (Umweltbundesamt, 2005).

Zur Gewichtung des Einflusses unterschiedlicher Landnutzungsarten auf den Oberflächenabfluss wurde der Endabflussbeiwert Ψ_e herangezogen. Dieser ist als der durch die Versickerung reduzierte Niederschlagsanteil definiert und stellt ein Maß für jenen prozentuellen Anteil des Bruttoniederschlags dar, der nach Abdeckung sämtlicher Benetzungs- und Muldenverluste zum Abfluss kommt (vgl. Illgen 2000, 6):

$$\Psi_e = 1 - \frac{h_{\text{Versickerung}}}{h_{\text{Niederschlag}}}$$

Je nach Bodentyp ist das Wasseraufnahmevermögen unterschiedlich, wobei vier unterschiedliche Bodentypen unterschieden werden (Merz 2006, 182):

- Bodentyp A: Schotter, Kies, Sand
- Bodentyp B: Feinsand, Löß, leicht tonige Sande
- Bodentyp C: bindige Böden mit Sand, Mischböden, wie lehmiger Mehlsand, sandiger Lehm, toniger Lehmsand
- Bodentyp D: Ton, Lehm, dichter Fels, stauender Untergrund

Tabelle 1 zeigt die unterschiedlichen Endabflussbeiwerte nach Bodentypen und Landnutzungsart. Reihenkulturen sind gekennzeichnet durch größere Reihenweiten und niedrige Saatsärken. Der Begriff beinhaltet Hackfrüchte (Kartoffeln, Rüben, Mais, Feldgemüse), Weinbau, Sonnenblumen und Ackerbohnen. Der Begriff Leguminosen umfasst Kleefelder, Luzerne und

andere legume Ackerfrüchte. Der Mittelwert von Grünland wurde aus den Werten von Weiden und Dauerwiesen errechnet, wobei die Wiesen generell über geringere Endabflussbeiwerte verfügen als Weiden. Aus den Mittelwerten von Ψ_e nach Bodentypen je Landnutzungsart wurde eine Gewichtung im Verhältnis zu Grünland errechnet. Die ermittelte Gewichtung bildet die Grundlage für die Klassifizierung der Landnutzungsart in drei Gruppen: Risikoackerfrüchte mit hohen Abflusswerten (Reihenkulturen), Ackerland mit mittleren Abflussbeiwerten (Getreide und Leguminosen) sowie Grünland mit geringem Oberflächenabfluss.

Betrachtet man die Endabflussbeiwerte unterschiedlicher Landnutzungsarten je Bodentyp, so zeigt sich dass eine Einflussnahme durch die Landbewirtschaftung auf das Abflussgeschehen insbesondere auf Böden der Typen A und B möglich ist. Bei diesen sandigen Böden kann eine Umstellung von Reihenkultur zu Grünland eine Abflussreduktion um 65 % bei Bodentyp A und 29 % bei Bodentyp B bewirken. Bei Bodentyp C verursacht eine derartige Umstellung lediglich eine Reduktion des Endabflussbeiwertes von 18 % und bei Bodentyp D von 14 %.

Landnutzung	Bodentyp A		Bodentyp B		Bodentyp C		Bodentyp D		Mittelwert	
	Ψ_e	Gewichtung	Ψ_e	Gewichtung	Ψ_e	Gewichtung	Ψ_e	Gewichtung	Ψ_e	Gewichtung
Reihenkultur	0,62	2,82	0,75	1,42	0,84	1,22	0,88	1,16	0,77	1,40
Getreide	0,54	2,45	0,7	1,32	0,8	1,16	0,85	1,12	0,72	1,31
Leguminosen	0,51	2,32	0,68	1,28	0,79	1,14	0,84	1,11	0,71	1,28
Grünland Mittelwert	0,22	1,00	0,53	1,00	0,685	1,00	0,76	1,00	0,55	1,00
Spannweite	0,40	1,82	0,22	0,42	0,16	0,22	0,12	0,16	0,22	0,40

Tabelle 1: Endabflussbeiwerte je Bodentyp und Landnutzungsart sowie deren Mittelwert und Gewichtung

Quelle: Merz 2006, 182; eigene Berechnung

Im ungünstigsten Fall liegt durch den Anbau von Hackfrüchten der Boden im Frühjahr lange offen und die späte Ernte ermöglicht keinen Anbau von Winterungen oder Zwischenfrüchten, sodass auch im Winterhalbjahr der Boden offen liegt. In Tabelle 2 sind die Einflussmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, die – je nach derzeitiger Nutzung und Maßnahmenpriorität – genutzt werden sollten, um die flächenhafte Wasserretention zu begünstigen und den natürlichen und wirtschaftlichen Schaden im Überflutungsfall gering zu halten. Eine positive Wirkung auf die Wasserrückhaltung und Erosionsverminderung ist durch verschiedene ÖPUL-Maßnahmen zu erwarten (vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2007b). Die ÖPUL Maßnahme 2 (umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen) wirkt infolge der Begrenzung der Anzahl der Grünlandschnitte (max. 2) und des Getreide- und Maisanteiles, der Anlage von Blühstreifen und des naturverträglichen Umganges mit Landschaftselementen. Die Maßnahmen 8 (Erosionsschutz bei Obst, Hopfen, Wein) und 19 (Begrünung von Ackerflächen) führen zur Anlage von Bodenbedeckungen. Auch die Mulch- und Direktsaat sowie die Untersaat bei Mais vermindern nachweislich die Boden-erosion und erhöhen die Wasserspeicherkapazität. Flächenstilllegungen mit gezielter Anlage und Pflege von Gründecken ohne Beweidung helfen, die Erosion und den Wasserabfluss zu vermindern. Als letzter und langfristig wirksamer Schritt kann ein Wechsel der Kulturart in Richtung Forst angesetzt werden. Auch in Publikationen der Universität Hohenheim (vgl. Krimly und Dabbert 2007) wird auf ähnliche Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf landwirtschaftlichen Flächen verwiesen, wie z.B. Ackerrandstreifen / Grünstreifen, Mulchsaat, temporäre Untersaat in Reihenfrüchten, Querbewirtschaftung, Schlagteilung, Querdammhäufelung im Kartoffelanbau,

Bodenlockerung und Bodenschonung, Zwischenfrüchte zur Gründüngung, organische Düngung und Kalkung, kooperierende Anbauplanung und virtuelle Flurbereinigung. Aus diesen möglichen Maßnahmen werden jene zur konkreten Bewertung ausgewählt, die besonders relevant und umsetzungsfähig sind und für die entsprechende Grundlagendaten vorliegen.

Tabelle 2:
Einflussmöglich-
lichkeiten der
Landwirtschaft
auf Wasserrück-
haltung und
Bodenerosion

Maßnahmen	Grünland	Acker	Risikoacker bzw. Dauerkultur
Änderung der Bearbeitungstechnik	–	ÖPUL Maßnahmen: 2: Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen 19: Begrünung von Ackerflächen 20: Mulch und Direktsaat	ÖPUL Maßnahmen: 2: Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen 8: Erosionsschutz bei Obst, Hopfen, Wein 19: Begrünung von Ackerflächen 20: Mulch und Direktsaat 24: Untersaat bei Mais
Änderung der Fruchtfolge	–	–	Wechsel zu Nicht-Risikofrüchten
Wechsel der Kulturart	Wechsel zu: • Brache • Wald (z.B. Erstaufforstung, Maßnahme 221 im ländlichen Entwicklungsprogramm)	Wechsel zu: • Grünland • Brache (z.B. ÖPUL Maßnahmen: 23: Stilllegung auf auswaschunggefährdeten Flächen; 28: Stilllegung in Projektgebieten) • Wald (z.B. Erstaufforstung, Maßnahme 221 im ländlichen Entwicklungsprogramm)	Wechsel zu: • Grünland • Brache (z.B. ÖPUL Maßnahmen: 23: Stilllegung auf auswaschunggefährdeten Flächen; 28: Stilllegung in Projektgebieten) • Wald (z.B. Erstaufforstung, Maßnahme 221 im ländlichen Entwicklungsprogramm)

Quelle: eigene Bearbeitung

3.4 Allgemeine Kostenabschätzungen

ÖPUL-Maßnahmen sind für einen Zeitraum von 5 Jahren vorgesehen und die damit verbundenen Auflagen können nicht direkt in eventuelle Flood Risk-Maßnahmen übernommen werden (z.B. Sortenbeschränkungen). Es handelt sich bei ÖPUL-Maßnahmen um befristete EU-kofinanzierte Förderungen und es ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Europäische Kommission in Zukunft bei langfristig angelegten Flood Risk-Maßnahmen beteiligen wird. Wenn in einem Flood Risk-Projekt auch ÖPUL-Flächen betroffen sind, die eine Boden- und Wasserrückhaltewirkung erwarten lassen, so erfolgt dies eher zufällig, da die in Frage kommenden ÖPUL-Maßnahmen sehr unterschiedlich und auf freiwilliger Basis von den Betrieben in Anspruch genommen werden. Die Kosten in Tabelle 3 orientieren sich an den ÖPUL-Prämien mit der vorläufigen Annahme, dass die durch die Maßnahme verursachten betriebswirtschaftlichen Kosten abgedeckt werden. Die Kosten für Flood Risk-Maßnahmen müssten jedoch letztlich konkret in einem Projektgebiet erhoben werden und können nicht generell für das gesamte Bundesgebiet festgelegt werden.

Die ÖPUL Maßnahme „2: Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen“ sollte ihrer Zielrichtung nach flächendeckend wirken und eignet sich nur unzureichend für die Ziele eines Flood Risk-Projektes, das stets lokal bzw. regional ausgerichtet sein wird. Bei hängigen Schlägen mit Dauerkulturen ist die Maßnahme „8: Erosionsschutz bei Dauerkulturen“ sehr gezielt wirksam. Die Prämie deckt die Begrünung und auch Strohabdeckung des Bodens. Die Mehrkosten für Stroh und Saatgut und der Mehraufwand für Saat, Ausbringung und Mulchen sind darin ebenfalls berücksichtigt. Die Maßnahme „19: Begrünung von Ackerflächen“ bezieht sich auf die gesamte Ackerfläche eines Betriebes, d.h. es sind eventuell auch Umstellungen in der Fruchtfolge zu tätigen. Aus diesem Grunde ist hier auch das Prämienniveau relativ hoch. Sind in einem Flood Risk-Projekt einige Teilschläge mit Hangneigungen betroffen, so kann eine Rückhaltewirkung auch mit Grünstreifen und Ackerrandstreifen am Hangfuß erreicht werden. Die Kosten würden sich dann im Mittel auf ca. 50 €/ha einpendeln. Die Kosten hängen vom Verhältnis der Randstreifenfläche zur Schlagfläche und der eingeschränkten Kultur ab.

Die Maßnahme „20: Mulch und Direktsaat“ bedeutet die Einsaat der Hauptfrucht in die Erntereste der Vorfrucht, der Zwischenfrucht oder der Untersaat mit einer Bodenbedeckung von mindestens 30 %. Die Bodenbearbeitung erfolgt möglichst zeitnah zur Aussaat, in der Regel pfluglos und nur bis zur Saattiefe. Mit der Prämie von 40 €/ha sind die Risiken und Kosten des Verfahrens hinreichend abgedeckt. Die Maßnahme „24: Untersaat bei Mais“ ist vor allem in Abfluss- und erosionskritischen Lagen (z.B. Oberhang) wirkungsvoll. Im ÖPUL wird diese Maßnahme wenig in Anspruch genommen. Mit der Prämie sind nur Ertragsverluste bei Mais abgedeckt. Die Maßnahme „28: Stilllegung in Projektgebieten“ in der Form eines Kulturartenwechsels erfordert meistens eine Umstellung der gesamten Betriebsorganisation und ist mit hohen Kosten verbunden, falls gute Ackerbaustandorte betroffen sind, die in Grünland oder Wald umgewandelt werden sollten. Die in Tabelle 3 angeführten Kosten sind subjektive Schätzwerte.

Nr	ÖPUL-Maßnahme	Boden - Wasser-		Kosten €/ha
		Rückhalt		
2:	Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen	gering	gering	85-110
8:	Erosionsschutz – Dauerkulturen	hoch	hoch	125-300
19:	a.) Begrünung Ackerflächen als Zwischenfruchtbau	hoch	gering	130-190
	b.) Begrünung als Ackerrandstreifen	hoch	gering	16-120
20:	Mulch- und Direktsaat	hoch	mittel	40
24:	Untersaat bei Mais	hoch	mittel	50
28:	Stilllegung in Projektgebieten	hoch	hoch	300-1.000

Quelle: eigene Bearbeitung

Tabelle 3:
Kalkulationen zu
ÖPUL-Maßnahmen mit Wirkung
auf Wasserrückhaltung und
Bodenerosion

4 Funktionen landwirtschaftlicher Flächen

Nachdem über Jahrhunderte die wichtigste Funktion landwirtschaftlicher Flächen die Produktion von Nahrungsmitteln und anderen Rohstoffen war, rücken seit den Jahren des Nahrungsmittelüberschusses und verstärkten Umweltbewusstseins andere Funktionen in den Mittelpunkt des Interesses. Verschiedene wissenschaftliche Studien beschäftigen sich mit der Multifunktionalität der Flächen, der Nachhaltigkeit der Produktion und des Kulturlandschaftsbildes sowie der Effekte der landwirtschaftlichen Tätigkeit auf den Ressourcenschutz, die Erholungseignung und die Raumstruktur (vgl. Wiggering et al. 2003, Wytrzens and Pistrich 2000). In mehreren internationalen Projekten der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft wurde ein konkretes System zur Bewertung verschiedenerer Funktionen landwirtschaftlicher Flächen in einer integrierten Sichtweise entwickelt und ausgebaut (vgl. Greif et al. 2002; Wagner 2006; Wagner 2007). Die Bewertungen sollen das Bewusstsein um die Funktionsvielfalt landwirtschaftlicher Flächen stärken und regionale Prioritäten für Strategien und Maßnahmen zur nachhaltigen ländlichen Entwicklung auf landwirtschaftlichen Flächen aufzeigen, da bisher auf regionaler Ebene seitens der landwirtschaftlichen Nutzung ein Manko an geeigneten Planungsgrundlagen gegenüber anderen Sektoren der Regionalwirtschaft besteht.

4.1 Funktionsbewertung aus dem Projekt ILUP

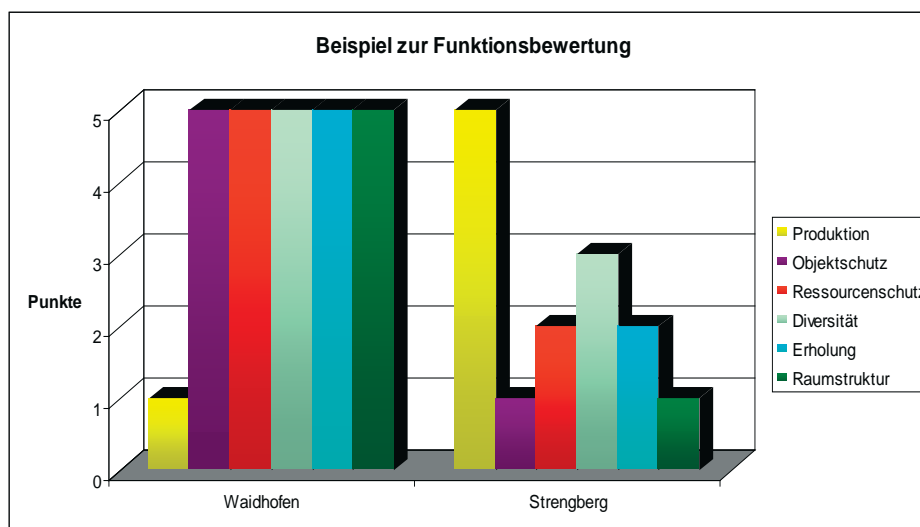
Im Interreg Projekt „Integrated Land Use Planning“ (ILUP) des Österreichischen Bundesministeriums für Land- und, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft wurde gemeinsam mit Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Raumplanung sowie mit internationalen Partnern ein abgestimmtes System der Funktionen landwirtschaftlicher Flächen erstellt, diskutiert und deren Bewertung am Beispiel des Ybbs-Einzugsgebietes auch konkret vorgenommen.

Die Vorgehensweise der Funktionsbewertung sah eine Unterteilung politischer Gemeinden in landwirtschaftliche Funktionsflächen vor. Das sind in sich relativ homogene landwirtschaftliche Flächen, abgegrenzt auf Basis geomorphologischer Indikatoren, bei denen relativ einheitliche Funktionsausprägungen zu erwarten sind. Die Größe dieser räumlichen Bewertungseinheiten hängt vom Landschaftstypus ab. Um dem regionalen Anspruch der Planung gerecht zu werden, ergab sich eine Durchschnittsgröße von rund 500 ha.

Als wichtige und zur Bewertung heranzuziehende Funktionen wurden erachtet:

- Produktion von Nahrungsmitteln und Rohstoffen
- Objektschutz
- Ressourcenschutz (Boden, Wasser)
- Diversität
- Erholung
- Raumstruktur

Für jede dieser Funktionen wurde ein Bewertungsmodell erstellt, dessen Ergebnisse in eine gemeinsame Bewertungsskala von 1–5 transferiert wurden, um ein gemeinsames Bild über die Funktionsausprägung in den landwirtschaftlichen Funktionsflächen zu erhalten. Die Funktion der Produktion wurde auf Basis der Flächenanteile an verschiedenen Bodengüteklassen der digitalen Bodenkarte bewertet, die bereits Klassifikationen zum Bodenwert für Acker- bzw. Grünland enthält. Die Objektschutzfunktion beinhaltet die Anteile der Ackerflächen, die in Gefahrenzonenplänen mit einer Gefährdung belegt sind. Die Ressourcenschutzfunktion bewertet das Risiko der Wasser- bzw. Winderosion und der Ausspülung von Schadstoffen ins Grundwasser (Grundlage digitale Bodenkarte) gemeinsam mit dem Risiko ausgehend von der landwirtschaftlichen Nutzung (Kulturarten, Fruchtarten). Die Bewertung der Diversität beinhaltet einerseits die Diversität der Ackerkulturen selbst, andererseits auch die, sich durch die Landbewirtschaftung ergebende, kulturlandschaftliche Diversität. Die Erholungsfunktion wird durch die Attraktivität der landwirtschaftlichen Flächen für Erholungssuchende, gemeinsam mit der Nachfrage durch Erholungssuchende erfasst. In der Raumstrukturfunktion findet die Zerschneidung bzw. Störung landwirtschaftlicher Flächen z.B. durch Straßen, Eisenbahnen, Siedlungsgrenzen Eingang in die Bewertung. Eine Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse für verschiedene Funktionsflächen zeigt die oft sehr unterschiedlichen kleinregionalen Gegebenheiten und die möglichen Prioritäten für zukünftige Entwicklungsmaßnahmen auf. Beispielsweise ist in der stadtnahen landwirtschaftlichen Funktionsfläche bei Waidhofen an der Ybbs die eigentliche Produktion von geringer Bedeutung, will man aber die anderen sehr hoch ausgeprägten und wichtigen Funktionen für die Stadtbewohner und die Stadtstruktur erhalten, ist eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung oder zumindest eine Offenhaltung der Flächen zu gewährleisten. Hingegen ist eine Funktionsfläche der Gemeinde Strengberg sehr produktionsorientiert, die übrigen Funktionen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Falls in dieser Kleinregion beispielsweise Ressourcenschutz- oder Erholungsziele verfolgt werden sollten, bestünde dringender Handlungsbedarf (vgl. Abbildung 6).



Quelle: Wagner, 2007

Abbildung 6: Gegenüberstellung der Funktionsbewertung zweier Funktionsflächen aus dem Projekt ILUP

4.2 Erweiterung der Funktionsbewertung um die Hochwasserpräventionsfunktion und die Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Das im Projekt ILUP entwickelte System beinhaltet noch nicht die in den letzten Jahren durch extreme Wetterereignisse immer wichtiger werdende Hochwasserpräventionsfunktion und die Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen. Diese soll im Folgenden als Erweiterung des Bewertungssystems behandelt werden, da nun mit der digitalen Hochwasserrisikozonierung Austria (eHORA) des Lebensministeriums und des Versicherungsverbandes Österreich eine zusätzliche Grundlage auf regionaler Ebene zur Verfügung steht.

Die Hochwasserrisikozonierung (siehe www.hochwasserrisiko.at) ist eine bundesweite Abgrenzung von hochwassergefährdeten Flächen in regionalem Maßstab, vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2007a. Bezogen auf das im Maßstab 1:500.000 erfasste österreichische Flussnetz werden Überschwemmungsgebiete mit einer Jährlichkeit von T=30, T=100 und T=200 (Wahrscheinlichkeitswerte) visualisiert, die auf Basis von Höhen- und Neigungsmodellen, ÖK50 und Corine Landcoverdaten, Pegeldaten, Niederschlagsdaten etc. ermittelt wurden. Die Betroffenheit einzelner Grundstücke kann aus diesem Maßstab jedoch nicht abgeleitet werden. Die Zone T=200 wird für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung als nicht relevant erachtet, da das Eintreten derartiger Extremereignisse durch spezielle landwirtschaftliche Nutzungen sicher nicht beeinflusst werden kann. Die einschlägige Literatur weist ebenfalls darauf hin, dass Hochwässer mit einer 100-jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit und darüber hinaus, durch spezielle Landbewirtschaftungsmaßnahmen auf den einzelnen Parzellen wie auch in den Einzugsgebieten weder verhindert noch deren Intensität und Schadenswirkung maßgeblich verringert werden können. Die Intensitäten von häufigeren Hochwässern hingegen können durch Eingriffe in die Landnutzung zumindest reduziert werden (vgl. LAWA 2000, 8; Kauch s.a.; Akkermann 2004, 126; Markart und Kohl 2004). Daher sollten die Zone T= 30 und je nach Verfügbarkeit Zonen mit HQ1–10 für eine Gewichtung der Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen herangezogen werden.

Nachfolgend sollen die Hochwasserpräventionsfunktion und die Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen samt Bewertungsschemata vorgestellt werden. Während sich die Hochwasserpräventionsfunktion auf alle Flächen eines Flusseinzugsgebiets bezieht, konzentriert sich die Hochwasserempfindlichkeit auf tatsächliche Überflutungsflächen im Hochwasserfall.

4.2.1 Bewertungsschema zur Hochwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen

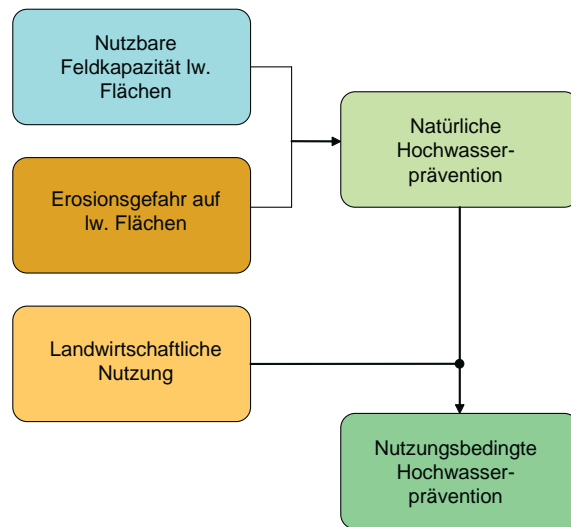


Abbildung 7: Bewertungsmodell der Hochwasserpräventionsfunktion landwirtschaftlicher Flächen

Quelle: eigene Bearbeitung

Natürliche Hochwasserprävention landwirtschaftlicher Flächen

Ausgangspunkt für eine Bewertung der natürlichen Hochwasserprävention sind die von Menschenhand wenig zu beeinflussenden natürlichen Eigenschaften landwirtschaftlicher Flächen. Durch Überlagerung der den Hochwasserabfluss bestimmenden Boden- und Geländeeigenschaften, wie die nutzbare Feldkapazität (Murer 2004) sowie die Erosionsgefahr als Indikator für den Oberflächenabfluss landwirtschaftlicher Flächen (Strauss 2007) kann man eine natürliche Hochwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen ausweisen, die nach Abbildung 8 im Falle hoher Feldkapazität und geringer Wassererosion als hoch angesetzt wird, im umgekehrten Fall als gering.

Nutzb. Feldkapazität:

hoch	Mittel	Hoch	Hoch
mittel	Gering	Mittel	Hoch
gering	Gering	Gering	Mittel

Erosionsgefahr: hoch mittel gering

Quelle: eigene Bearbeitung

Abbildung 8: Bewertungsschema der natürlichen Hochwasserprävention

Nutzungsbedingte Hochwasserprävention landwirtschaftlicher Flächen

Neben den oben bewerteten natürlichen Eigenschaften wirken sich Kulturart, Art der Feldfrüchte und angewandte Bearbeitungstechniken über unterschiedliche Interzeptionsraten, Fähigkeiten zur Bildung stabiler Bodenaggregate und Erosionsanfälligkeiten auf das Abfluss-

geschehen auf landwirtschaftlichen Flächen aus. Eine besondere Rolle spielt die Nutzung auch im Zusammenspiel mit dem Niederschlagsgeschehen (Dauer, Zeitpunkt und Stärke der Ereignisse). Um diese Nutzungskomponente und mögliche Einflussnahmen der Bewirtschaftung in die Bewertung aufzunehmen, wird als dritte Dimension die konkrete landwirtschaftliche Nutzung einbezogen. Auf Basis des digitalen Katasters und der INVEKOS Daten werden die landwirtschaftlichen Flächen konkret mit ihrer Nutzung erfasst. Dabei wird eine Unterscheidung in Grünland, Ackerflächen und Risikoackerflächen vorgenommen (siehe Kapitel 3.3). Aus verschiedenen Vorarbeiten der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und anderen Instituten zur ÖPUL Evaluierung sowie Literaturrecherchen (z.B. Akkermann 2004; Merz 2006) geht hervor, dass innerhalb der landwirtschaftlichen Nutzung eine Grünlandnutzung am besten geeignet ist, flächige Wasserabflüsse und Erosionsgeschehen zu minimieren bzw. Schäden im Hochwasserfall gering zu halten. Eine Stufe darunter steht die Ackernutzung, die durch zeitweilig offene Bodenflächen höhere Wasserabflüsse sowie Boden- bzw. Schadstoffab-schwemmungen ermöglicht und im Überflutungsfall auch höhere Schäden mit sich bringt. Innerhalb der Ackernutzung sind jene Feldfruchtarten als besonders risikoreich einzustufen, die über einen längeren Zeitraum eine offene Bodenfläche bedingen (später Bestandes-schluss, späte Ernte, Zwischenfrüchte nur bedingt möglich, großer Reihenabstand). Deshalb werden besonders Reihen- und Hackfrüchte im Ackerbau und auch manche Dauerkulturen (z.B. Wein, Obst) als Risikofrüchte bezeichnet, auch weil sie durch die hohen Erträge bzw. Deckungsbeiträge im Überflutungsfall besonders hohe wirtschaftliche Schäden nach sich ziehen (siehe auch LAWA 2000; Meyer s.aUmweltbundesamt 2004, N.N. s.a.; Klik et al. s.a.).

Eine weiter in die Tiefe gehende Beurteilung ist ebenso wie ein Vergleich der Saisonalität von hochwasserrelevanten Niederschlagsereignissen mit den Bodenbedeckungsgrades unterschiedlicher Fruchtarten auf dieser Maßstabsebene kaum möglich und könnte in eigenen Projekten in bestimmten Pilotregionen erfolgen. In Abstimmung mit Fachexperten und jüngsten Forschungsergebnissen wird daher eine Gewichtung der landwirtschaftlichen Flächen vorerst in drei Stufen (z.B. Grünland, Acker, Risikofrüchte) angewandt. Im Gegensatz zur natürlichen Hochwasserprävention, welche ausschließlich von der räumlichen Lage innerhalb eines Gewässereinzugsgebietes abhängt, bildet die nutzungsbedingte Hochwasserprävention auch den Einfluss der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf die Hochwasserprävention ab (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9:
Bewertungssche-
ma der nutzungs-
bedingten Hoch-
wasserprävention

Lw. Nutzung:				
Grünland	Mittel	Hoch	Hoch	
sonst. Ackerflächen	Gering	Mittel	Hoch	
Risikoackerflächen	Gering	Gering	Mittel	
Natürliche Hochwasserprävention:	gering	mittel	hoch	

Quelle: eigene Bearbeitung

4.2.2 Bewertungsschema zur Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

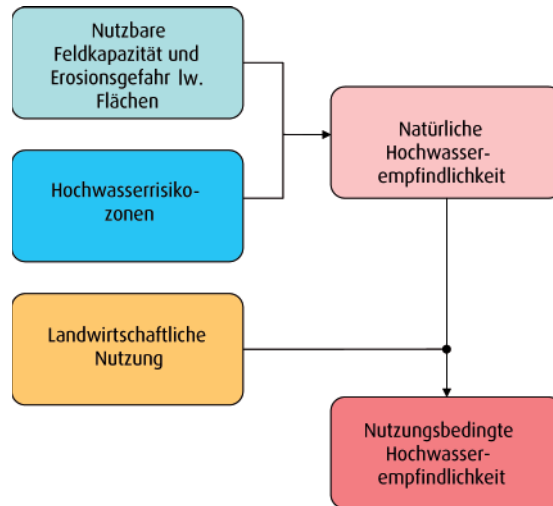


Abbildung 10: Bewertungsmodell der Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Quelle: eigene Bearbeitung

Natürliche Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Zur Bewertung der natürlichen Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen werden Hochwasserrisikozonen und die Gelände- und Klimateigenschaften überlagert. Als Indikatoren dafür werden wieder die natürliche Feldkapazität (Murer 2004) und die Erosionsgefahr (Strauss 2007) verwendet. Je häufiger Überflutungen stattfinden, je geringer die nutzbare Feldkapazität und je höher die Erosionsgefahr sind, desto höher wird die Hochwasserempfindlichkeit angesetzt (Abb. 11). Dies bedeutet für die Landwirtschaft hohes Risiko für Schäden bzw. Ernteaussfälle durch Überflutungen.

Die Untergliederung nach den Hochwasseranschlagslinien der eHORA Zonen wurde vorerst beispielhaft angenommen, da diese Datengrundlagen flächendeckend zur Verfügung stehen. Welche Jährlichkeiten man tatsächlich für eine Bewertung heranzieht ist auf das jeweilige Untersuchungsgebiet und die Datenverfügbarkeit abzustimmen. Ebenso ist die Punktbewertung als erster Diskussionsvorschlag anzusehen und im konkreten Untersuchungsfall auf die lokalen Gegebenheiten abzustimmen. Einzelne parzellenbezogene Aussagen sind aus dieser Abbildung nicht abzuleiten, da in eHORA und auch in der digitalen Bodenkarte der Ausgangsmaßstab dafür zu klein ist!

Hochwasserrisikozonen (beispielhaft):

hQ10	Mittel	Hoch	Hoch
hQ30	Gering	Mittel	Hoch
hQ100	Gering	Gering	Mittel

Natürliche Hochwasserprävention: hoch mittel gering

Quelle: eigene Bearbeitung

Abbildung 11: Bewertungsschema der natürlichen Hochwasserempfindlichkeit

Nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Neben den oben bewerteten natürlichen Eigenschaften kommt auch hier wieder der Kulturart und den Feldfrüchten eine wesentliche Bedeutung zu. Nach gleicher Gliederung wie bei der Hochwasserprävention fließen die Nutzungen aus dem INVEKOS-Datenbestand in die Bewertung ein. Eine Grünlandnutzung ist am besten geeignet, Schäden im Hochwasserfall gering zu halten. Eine Stufe darüber steht die Ackernutzung, die im Überflutungsfall höhere Abschwemmungen und auch höhere ökonomische Schäden mit sich bringt. Innerhalb der Ackernutzung sind jene Feldfruchtarten als besonders risikoreich einzustufen, die über einen längeren Zeitraum eine offene Bodenfläche bedingen (später Bestandesschluss, späte Ernte, Zwischenfrüchte nur bedingt möglich, großer Reihenabstand). Deshalb werden auch hier besonders Hackfrüchte im Ackerbau und auch Dauerkulturen als Risikofrüchte bezeichnet, auch weil sie durch die hohen Erträge bzw. Deckungsbeiträge im Überflutungsfall besonders hohe wirtschaftliche Schäden nach sich ziehen (siehe auch LAWA 2000; Meyer s.a Umweltbundesamt 2004, N.N. s.a.; Klik et al. s.a.).

Abbildung 12:
Bewertungs-
schema der nutzungsbedingten
Hochwasserempfindlichkeit

	Lw. Nutzung:		
Risikoackerflächen	Mittel	Hoch	Hoch
sonst. Ackerflächen	Gering	Mittel	Hoch
Grünland	Gering	Gering	Mittel
Natürliche Hochwasserempfindlichkeit:	gering	mittel	hoch

Quelle: eigene Bearbeitung

4.2.3 Räumliche Umsetzung der Bewertung für Gewässereinzugsgebiete

Als räumliche Bewertungseinheiten werden die Gewässereinzugsgebiete herangezogen, um Forderungen der Wasserrahmenrichtlinie nach einer Gesamtbetrachtung der Systeme gerecht zu werden. In der räumlichen Umsetzung des obigen Bewertungsschemas ist zu berücksichtigen, dass die Bewertungen jeweils für die Einzugsgebiete zu berechnen sind, daher Aggregationsvorschriften für die Bewertungen einzelner unterschiedlicher Flächen entwickelt werden müssen. Diese werden in Anlehnung an die Vorgehensweise im Projekt ILUP erstellt.

Natürliche Hochwasserprävention landwirtschaftlicher Flächen

Durch Überlagerung der natürlichen Feldkapazität (Murer 2004) und der Erosionsgefahr (Strauss 2007) als Indikatoren für die Speicherkapazität des Bodens und des Oberflächenabflusses aufgrund der Boden- und Geländeeigenschaften können die einzelnen landwirtschaftlichen Nutzflächen nach dem Schema der Abb. 6 in einer Punkteskala von 1–5 bewertet werden. Um auf Werte für die Einzugsgebiete zu kommen, müssen diese aggregiert und gewichtet werden. Nach Aufsummierung der Flächen, multipliziert mit deren Bewertung entsteht eine Prozentsumme zwischen 1 und 500, die die natürliche Hochwasserprävention ausdrückt und wie in Tab. 4 beispielhaft bewertet werden kann.

$$Ps_E = \sum_{i=1}^n Fa_i * g_{nat}$$

- Ps: Prozentsumme
- E: Einzugsgebiet
- i: Flächenstücke, n: Anzahl der Flächenstücke
- Fa: Anteil des Flächenstücks am Einzugsgebiet
- g_{nat}: Gewicht nach der natürlichen Hochwasserprävention

Prozentsumme – Beispiel*	Bedeutung der natürlichen Hochwasserprävention
<100	gering
<200	gering – mittel
<300	mittel
<400	mittel – hoch
>=400	hoch
*: ist am jeweiligen Bearbeitungsgebiet zu kalibrieren	

Tabelle 4: Skalierung der Prozentsumme zur natürlichen Hochwasserprävention im Einzugsgebiet

Quelle: eigene Bearbeitung

Mittlere und geringe Werte für die natürliche Hochwasserprävention weisen auf Gebiete mit besonders sensiblen landwirtschaftlichen Flächen hin, in denen der Wasserabfluss nur gering gehalten werden kann, wenn die Nutzung gut angepasst ist.

Nutzungsbedingte Hochwasserprävention landwirtschaftlicher Flächen

Als zusätzliche Dimension der Bewertung kann die tatsächliche landwirtschaftliche Flächennutzung überlagert werden. Wenn, wie nach Abbildung 8 drei Kategorien landwirtschaftlicher Nutzungsarten gebildet werden (Grünland, Acker, Risikoacker) und mit 1–3 gewichtet werden, erweitert dies die vorangegangene Bewertung. Nach Aufsummierung der Flächensummen multipliziert mit deren natürlicher Bewertung und der Nutzungsbewertung entsteht eine Prozentsumme zwischen 1 und 1.500, die die nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit ausdrückt und nach Tabelle 5 bewertet werden kann.

$$Ps_E = \sum_{i=1}^n Fa_i * g_{nat} * g_{nut}$$

- Ps: Prozentsumme
- E: Einzugsgebiet
- i: Flächenstücke, n: Anzahl der Flächenstücke
- Fa: Anteil des Flächenstücks am Einzugsgebiet
- g_{nat}: Gewicht nach der natürlichen Hochwasserprävention
- g_{nut}: Gewicht nach der landwirtschaftlichen Flächennutzung

Tabelle 5:
Skalierung der
Prozentsumme
zur nutzungs-
bedingten
Hochwasser-
prävention im
Einzugsgebiet

Prozentsumme – Beispiel*	Bedeutung der nutzungsbedingten Hochwasserprävention
<300	gering
<600	gering – mittel
<900	mittel
<1.200	mittel – hoch
>=1.200	hoch
*: ist am jeweiligen Bearbeitungsgebiet zu kalibrieren	

Quelle: eigene Bearbeitung

Das Ergebnis gibt über die nutzungsbedingte Hochwasserprävention der landwirtschaftlichen Flächen Auskunft. Mittlere und geringe Werte zeigen auf, dass in diesem Gebiet die landwirtschaftlichen Flächen besonders sensibel sind und es außerdem einen beträchtlichen Anteil an Nutzungen gibt, die das Erosionsrisiko und den Wasserabfluss erhöhen.

Natürliche Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Durch Überlagerung der Boden- und Geländeeigenschaften (siehe oben) mit den Hochwasserrisikozonen können die Einzelflächen nach dem Schema der Abbildung 10 in einer Punkteskala von 1-5 bewertet werden. Um auf Werte für die Einzugsgebiete zu kommen, müssen diese aggregiert und gewichtet werden. Nach Aufsummierung der Flächen multipliziert mit deren Bewertung entsteht eine Prozentsumme zwischen 1 und 500, die die natürliche Hochwasserempfindlichkeit ausdrückt und wie in Tabelle 6 beispielhaft bewertet werden kann.

$$Ps_E = \sum_{i=1}^n Fa_i * g_{nat}$$

Ps: Prozentsumme

E: Einzugsgebiet

i: Flächenstücke, n: Anzahl der Flächenstücke

Fa: Anteil des Flächenstücks am Einzugsgebiet

g_{nat} : Gewicht nach der natürlichen Hochwasserempfindlichkeit

Tabelle 6:
Skalierung der
Prozentsumme
zur natürlichen
Hochwasser-
empfindlichkeit
im Einzugsgebiet

Prozentsumme – Beispiel*	Bedeutung der natürlichen Hochwasserprävention
<100	gering
<200	gering – mittel
<300	mittel
<400	mittel – hoch
>=400	hoch
*: ist am jeweiligen Bearbeitungsgebiet zu kalibrieren	

Quelle: eigene Bearbeitung

Das so ermittelte Ergebnis weist auf die natürliche Hochwasserempfindlichkeit der landwirtschaftlichen Flächen in einem Einzugsgebiet hin. Mittlere und hohe Werte zeigen auf, dass in diesem Gebiet die landwirtschaftlichen Flächen besonders sensibel in der Bearbeitung sowie der Fruchtarten- und Kulturartenwahl zu behandeln sind und dass in diesem Gebiet Maßnahmen prioritär zu setzen sind, um im Überflutungsfall den Schäden gering zu halten.

Nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Als zusätzliche Dimension der Bewertung kann auch hier die tatsächliche landwirtschaftliche Flächennutzung überlagert werden. Wenn, wie nach Abbildung 12 drei Kategorien landwirtschaftlicher Nutzungsarten gebildet werden (Grünland, Acker, Risikoacker) und mit 1-3 gewichtet werden, erweitert dies die vorangegangene Bewertung. Nach Aufsummierung der Flächensummen multipliziert mit deren natürlicher Bewertung und der Nutzungsbewertung entsteht eine Prozentsumme zwischen 1 und 1.500, die die nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit ausdrückt und nach Tabelle 7 bewertet werden kann.

$$Ps_E = \sum_{i=1}^n Fa_i * g_{nat} * g_{nut}$$

Ps: Prozentsumme

E: Einzugsgebiet

i: Flächenstücke, n: Anzahl der Flächenstücke

Fa: Anteil des Flächenstücks am Einzugsgebiet

g_{nat}: Gewicht nach der natürlichen Hochwasserprävention

g_{nut}: Gewicht nach der landwirtschaftlichen Flächennutzung

Prozentsumme – Beispiel*	Bedeutung der nutzungsbedingten
Hochwasserempfindlichkeit	
<300	gering
<600	gering – mittel
<900	mittel
<1.200	mittel – hoch
>=1.200	hoch
*: ist am jeweiligen Bearbeitungsgebiet zu kalibrieren	

Tabelle 7: Skalierung der Prozentsumme zur nutzungsbedingten Hochwasserempfindlichkeit im Einzugsgebiet

Quelle: eigene Bearbeitung

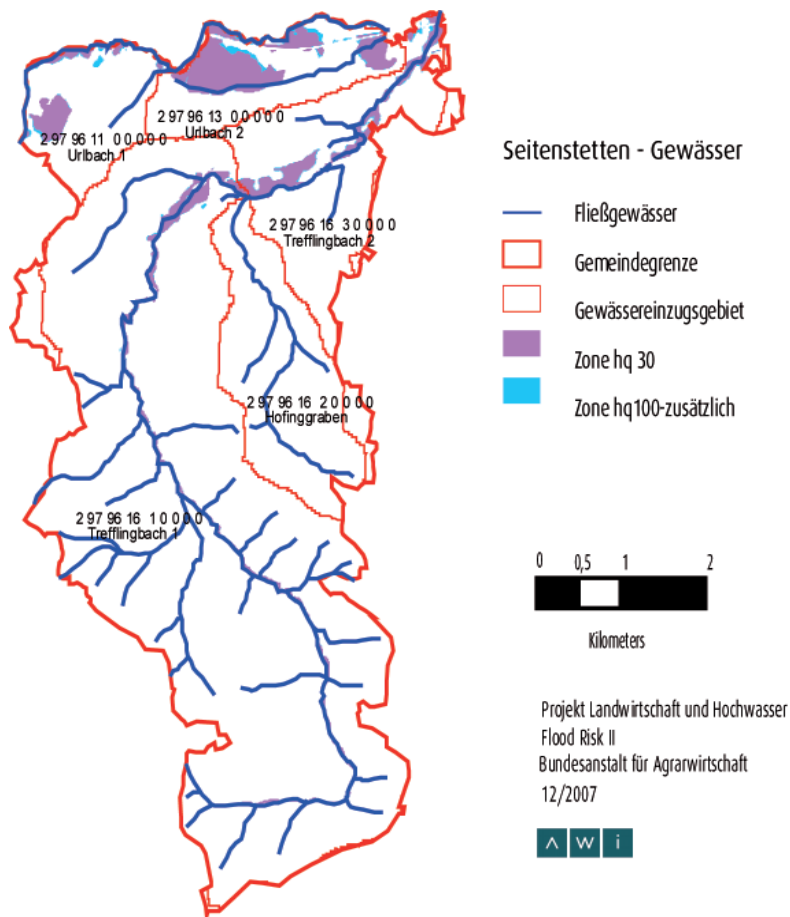
Mittlere und hohe Werte für die nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit zeigen auf, dass in diesem Gebiet ein hohes Risiko zur Überflutung besteht und es gleichzeitig einen beträchtlichen Anteil an Nutzungen gibt, die das Erosionsrisiko erhöhen. Zudem wird durch die höheren Erträge und Deckungsbeiträge dieser Nutzungen im Überflutungsfall mit hohen Schadensummen zu rechnen sein. Daher sind besonders in diesen Gebieten Gegenmaßnahmen zu setzen.

4.3 Funktionsermittlung am Beispiel der Gemeinde Seitenstetten

4.3.1 Grundlagen

Da aus dem Projekt ILUP viele der nötigen Grundlagen (Statistiken, GIS-Daten) für die Gemeinde Seitenstetten vorliegen, wird an diesem Beispiel die Anwendung des Bewertungsschemas gezeigt. Trefflingbach, Urlbach und deren Zubringer sind im Gemeindegebiet Seitenstetten in 5 Einzugsgebiete zu unterteilen. Vor allem im nördlichen Gemeindegebiet der fluviatilen und glaziofluviatilen Ablagerungen fallen beträchtliche Flächen in die 30-jährliche Überflutungszone, siehe Abbildung 13. Im Gebiet Trefflingbach 1 liegen 9 % der landwirtschaftlichen Fläche im HQ30, im Gebiet Urlbach 1 13 % und im Gebiet Urlbach 2 sogar 32 %. Bei Vorliegen entsprechender Daten kann man die Bewertung auch für andere, möglicherweise lokal besser geeignete Jährlichkeiten durchführen.

Abbildung 13:
Gewässereinzugsgebiete und Hochwasser-risikozonen in der Gemeinde Seitenstetten



Quelle: eHORA

Die Bewertung der landwirtschaftlichen Böden der Bodenkarte 1:25.000 gibt Aufschluss über das Retentionsvermögen. Hängigkeit, Wasserverhältnisse, Gründigkeit, Grobanteile und Klimabedingungen sind dort bereits zusammengefasst. Der Anteil an hochwertigen Böden mit gutem Retentionspotential ist dabei in Seitenstetten sehr hoch, vgl. Abbildung 14. Dabei ist zu bemerken, dass beträchtliche Teile davon im Überflutungsgebiet liegen, z.B. liegen im Gebiet Urlbach 1 52 % und im Gebiet Urlbach 2 36 % der hochwertigen Böden im HQ30.

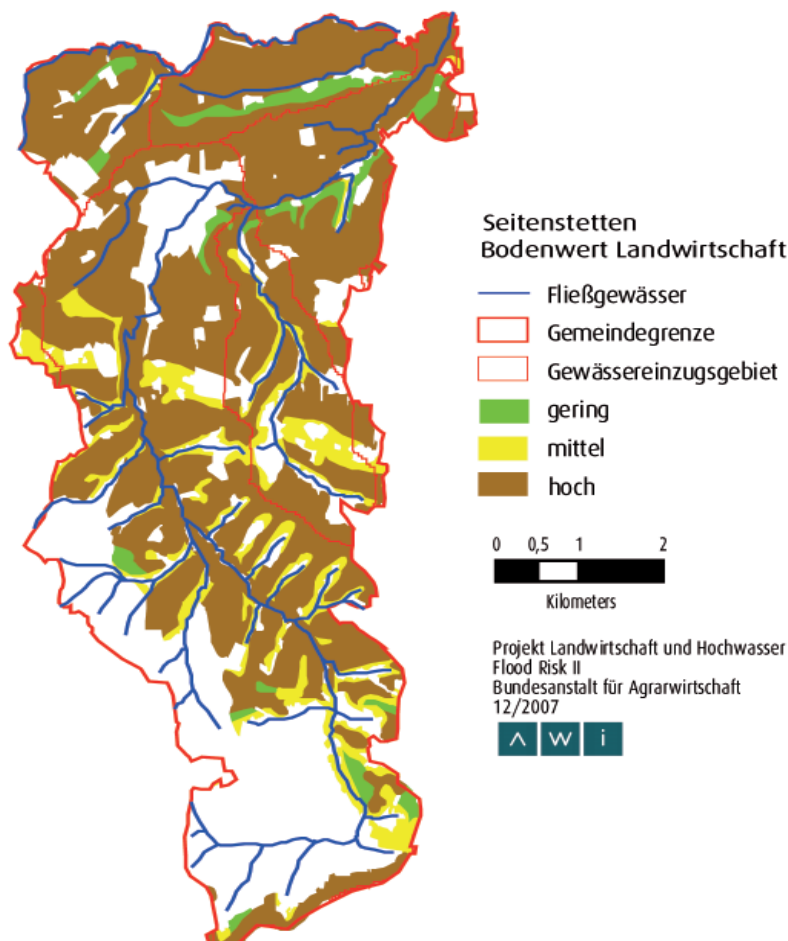
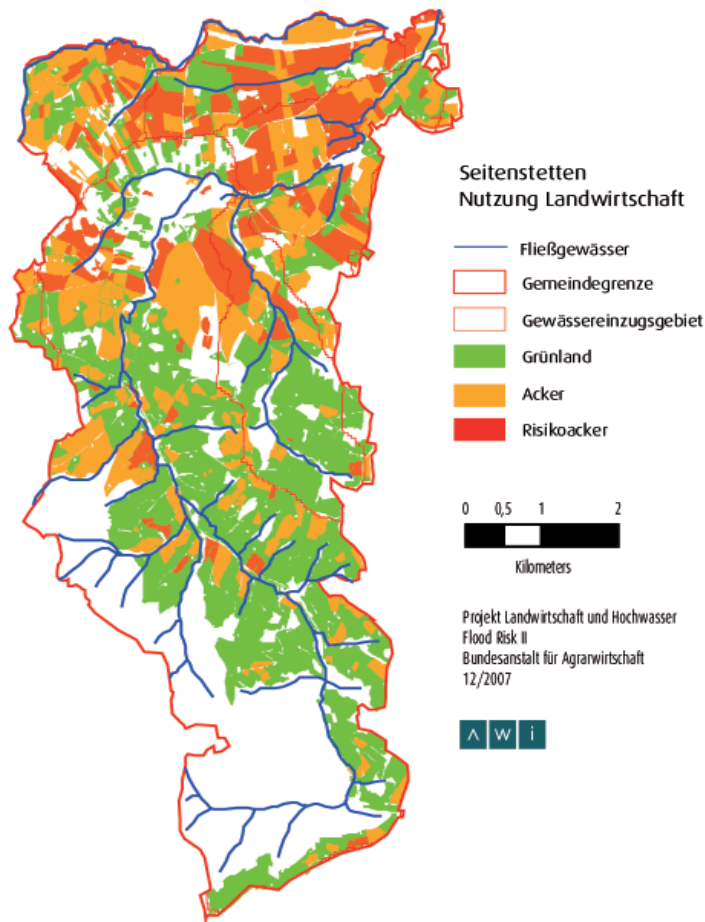


Abbildung 14:
Bodenqualität
landwirtschaftlicher Flächen in
der Gemeinde
Seitenstetten,

Quelle: eBod

Der südliche, von der Flyschzone geprägte Landschaftsteil der Gemeinde Seitenstetten ist fast ausschließlich als Grünland genutzt, auf durchschnittlicher Seehöhe von über 400 Metern und durchschnittlichen Hangneigungen von ~10 Grad. Damit wird aus landwirtschaftlicher Sicht ein guter Beitrag zur Wasserrückhaltung geliefert. Im nördlichen, tiefer gelegenen und flacheren Gemeindegebiet überwiegt der Ackerbau mit einem Anteil von rund drei Viertel der landwirtschaftlichen Fläche. Dabei sind auch beträchtliche Flächenanteile (27–47 % der LF) mit den sogenannten Risikofrüchten – hier hauptsächlich Mais – in der Fruchtfolge zu finden, vgl. Abbildung 15. Diese Risikofrüchte werden aber zu einem relativ geringeren Anteil in den Hochwasserrisikozonen angebaut.

Abbildung 15:
Landwirtschaft-
liche Nutzung in
der Gemeinde
Seitenstetten



Quelle: INVEKOS, digitaler Kataster

Tabelle 8:
Grundlagendaten
1 nach Gewässer-
einzugsgebieten
der Gemeinde
Seitenstetten

Gewässer- einzugsgebiet	Gesamt- fläche, ha	Wald, ha	Landw. Nutzfläche (LF), ha	Kulturarten, LF, ha			Mittlere Seehöhe LF, m			Mittlere Hangneigung LF, Grad		
				Grün land	Acker	Risiko acker	Grün land	Acker	Risiko acker	Grün land	Acker	Risiko acker
1100 Urlbach 1	193	11	156	41	73	42	333	333	335	1,9	1,7	2,3
1300 Urlbach 2	231	13	196	49	60	86	322	321	325	2,7	2,0	2,7
1610 Trefflingbach 1	1.869	665	1.029	661	274	93	446	405	368	10,0	6,7	4,0
1620 Hofinggraben	330	62	257	162	59	35	430	376	361	10,3	5,4	4,2
1630 Trefflingach 2	368	26	297	69	115	120	335	337	333	4,0	2,6	2,6

Quelle: eigene Bearbeitung (da verschiedene Datenquellen verwendet werden, müssen die Summenwerte nicht übereinstimmen)

Seitenstetten, Fläche in ha									
Einzugsgebiet		insges	Landw. genutzt	Bodenqualität (Bodenkarte)			Nutzung (INVEKOS)		
				hoch	mittel	gering	Grünland	Acker	Risikoacker
1100 Urbach 1	insgesamt	193	156	44	100	11	41	73	42
	davon HQ100	29	25	27	0	0	11	13	2
	davon HQ30	25	21	23	0	0	10	10	2
1300 Urbach 2	insgesamt	231	196	188	0	28	49	60	86
	davon HQ100	78	68	75	0	0	24	27	17
	davon HQ30	71	62	68	0	0	23	24	16
1610 Trefflingbach 1	insgesamt	1.820	1.032	844	189	34	661	274	93
	davon HQ100	49	20	21	3	0	11	3	5
	davon HQ30	47	19	20	3	0	11	3	5
1620 Hofinggraben	insgesamt	330	257	198	59	2	162	59	35
	davon HQ100	0	0	0	00	0	0	0	0
	davon HQ30	0	0	0	00	0	0	0	0
1630 Trefflingbach 2	insgesamt	368	301	295	5	26	67	115	120
	davon HQ100	42	32	38	0	0	6	12	14
	davon HQ30	37	28	34	0	0	6	10	12

Tabelle 9:
Grundlegenden Daten
2 nach Gewässer-
einzugsgebieten
der Gemeinde
Seitenstetten

Quelle: eigene Bearbeitung

(da verschiedene Datenquellen verwendet werden, müssen die Summenwerte nicht übereinstimmen)

4.3.2 Bewertung

Eine Auswertung nach dem oben angeführten Bewertungsschema ergibt eine deutliche Abstufung der Hochwasserpräventionsfunktion und der Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen in den verschiedenen Gewässereinzugsgebieten Seitenstettens. Nach Einzelflächen bewertet (vgl. Abbildung 16) zeigt sich der Einfluss der Boden-, Klima- und Geländeeigenschaften, die im Zusammenspiel mit der Grünlandnutzung im südlichen Gemeindebereich eine stärkere Hochwasserprävention ergeben als die höheren Anteile an Acker- und Risikoackerflächen im nördlichen Gemeindegebiet – besonders im Gebiet Trefflingbach 2. Die Hochwasserempfindlichkeit der landwirtschaftlichen Flächen – mit zusätzlicher Berücksichtigung der Überflutungshäufigkeit – (vgl. Abbildung 18) zeigt die besondere Empfindlichkeit in den nördlichen, – flacheren Gemeindeteilen mit höheren Anteilen an Risikoackerflächen.

Da parzellenbezogene Angaben der Bewertung aufgrund der Genauigkeit der Datenquellen (Bodenkarte 1:25:000, eHora 1:300.000) und der Fruchtfolgewechsel auf Ackerflächen nur zu Demonstrationszwecken erfolgen sollten, wird nach den im Kapitel 4.2.3 angeführten Schema eine Gesamtbewertung der Einzugsgebiete vorgenommen, in der die Flächenanteile an den jeweiligen Nutzungs- und Bodenqualitätsklassen sowie der Hochwasserrisikozonen von Bedeutung sind. Demnach ergibt sich eine nach den verschiedenen Gewichtungs- und Einstufungsvarianten sehr stabile relative Bewertung. Die Hochwasserprävention der landwirtschaftlichen Flächen ist infolge der Boden-Klima und Geländeeigenschaften trotz stärker geneigter landwirtschaftlicher Flächen höher als im nördlichen flacheren Gemeindebereich, da vor allem die Bodenverhältnisse und die Grünlandnutzung positiv zu werten sind. Am geringsten ist die Hochwasserprävention im Gebiet Trefflingbach 2 anzusetzen (vgl. Abbildung 17), dort wären daher Maßnahmen zum besseren Wasserrückhalt am sinnvollsten.

Infolge hoher Anteile an Hochwasserrisikozonen, verbunden mit hohen Anteilen an Acker- und Risikoackerflächen und problematischen Bodeneigenschaften ist das Gebiet Urlbach 2 mit der höchsten nutzungsbedingten Hochwasserempfindlichkeit ausgewiesen (vgl. Abbildung 19). Demnach wären dort Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Hochwasserschäden prioritär. Die Gebiete Urlbach 1 und Trefflingbach 2 weisen eine mittlere Hochwasserempfindlichkeit auf. Die beiden südlichen Gebiete Hofinggraben und Trefflingbach 1 mit überwiegend Grünlandnutzung, geringen Anteilen an Hochwasserrisikozonen verbunden mit weniger problematischen Bodenverhältnissen werden mit geringer nutzungsbedingter Hochwasserempfindlichkeit ausgewiesen.

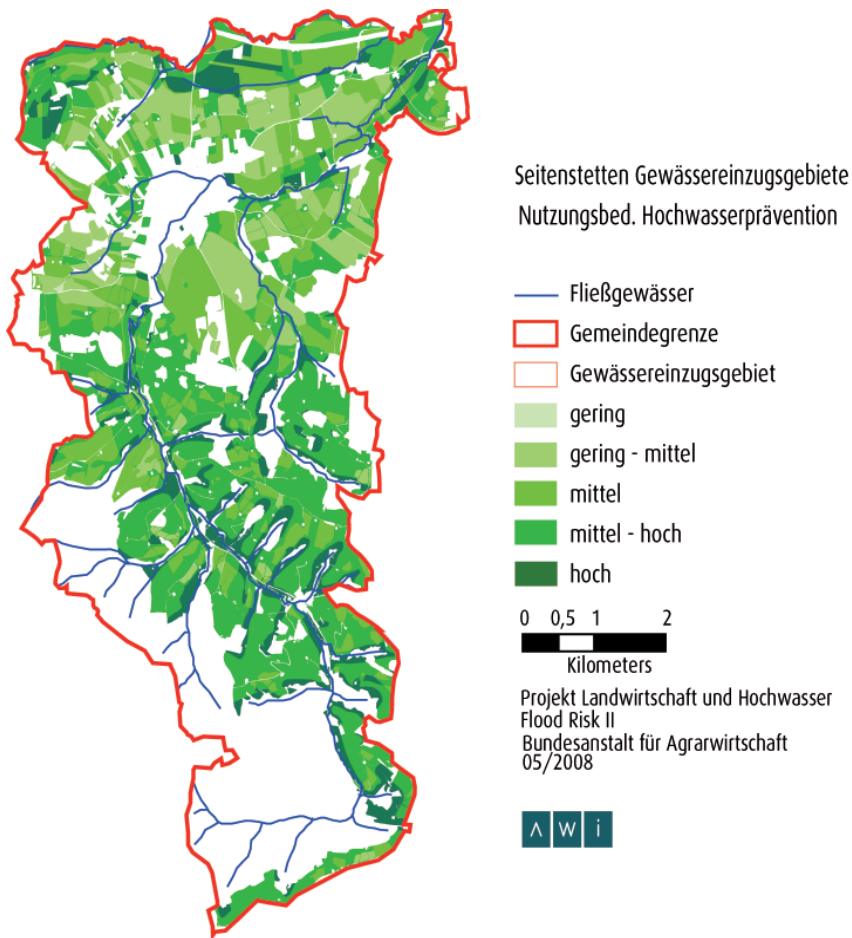


Abbildung 16: Nutzungsbedingte Hochwasserprävention in der Gemeinde Seitenstetten

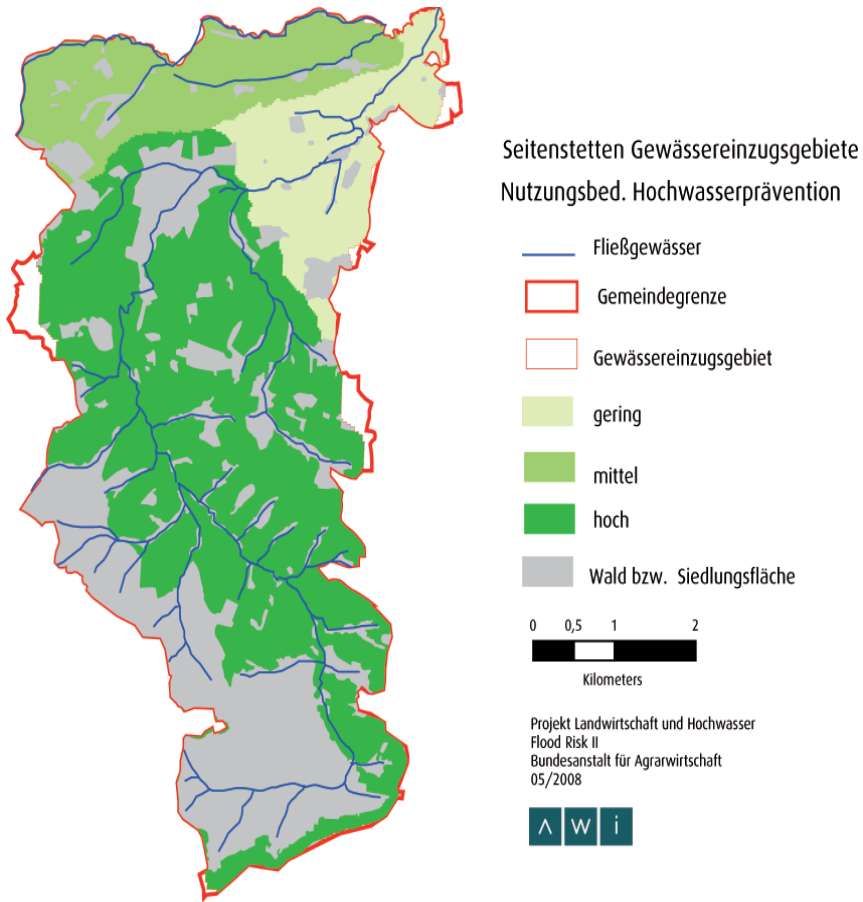
Quelle: eigene Bearbeitung

Seitenstetten, landwirtschaftliche Fläche in ha											
Einzugsgebiet	Natürliche Hochwasserprävention					Nutzungsbedingte Hochwasserprävention					Gebietsbewertung
	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch	
1100 Urlbach 1	0	0	97	39	19	0	29	50	49	17	mittel
1300 Urlbach 2	0	0	97	104	15	0	41	74	47	29	mittel
1610 Trefflingbach 1	0	9	824	156	92	1	76	230	499	146	hoch
1620 Hofinggraben	0	0	233	26	0	0	34	51	134	20	hoch
1630 Trefflingbach 2	0	1	248	42	35	0	88	121	69	15	gering

Tabelle 10: Flächenbilanz der Hochwasserprävention landwirtschaftlicher Flächen in der Gemeinde Seitenstetten

Quelle: eigene Bearbeitung

Abbildung 17:
Bewertung der
Hochwasserprä-
vention land-
wirtschaftlicher
Flächen nach
Gewässerein-
zugsgebieten



Quelle: eigene Bearbeitung

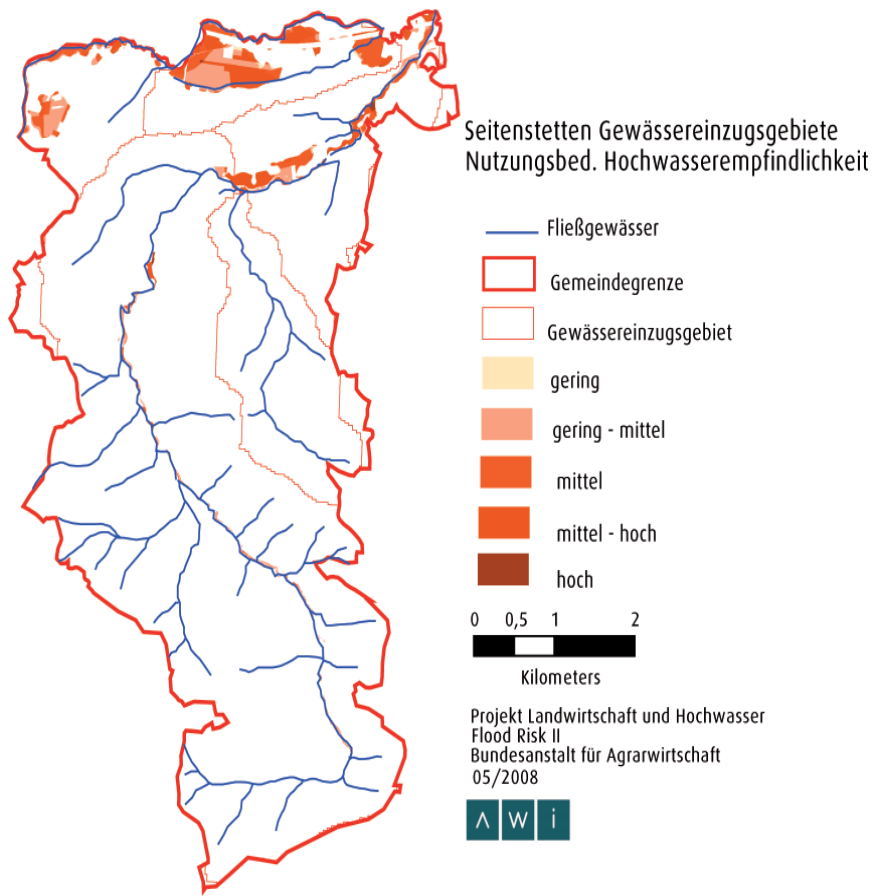


Abbildung 18: Nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit in der Gemeinde Seitenstetten

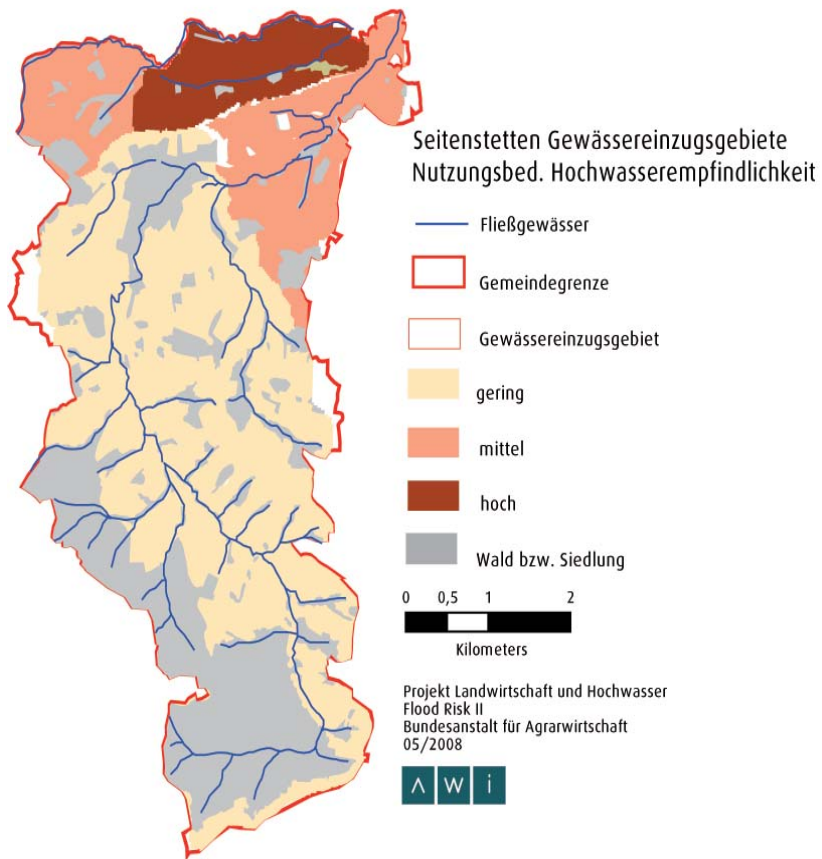
Quelle: eigene Bearbeitung

Seitenstetten, landwirtschaftliche Fläche in ha											
Einzugsgebiet	Natürliche Hochwasserempfindlichkeit					Nutzungsbedingte Hochwasserempfindlichkeit					Gebietsbewertung
	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch	gering	gering-mittel	mittel	mittel-hoch	hoch	
1100 Urlbach 1	0	3	23	2	0	0	11	11	2	0	mittel
1300 Urlbach 2	0	3	58	13	0	1	21	22	23	0	hoch
1610 Trefflingbach 1	0	1	23	1	0	0	8	3	4	0	gering
1620 Hofinggraben	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	gering
1630 Trefflingbach 2	0	4	33	2	0	1	7	10	13	0	mittel

Tabelle 11: Flächenbilanz der Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen in der Gemeinde Seitenstetten

Quelle: eigene Bearbeitung

Abbildung 19:
Bewertung der
Hochwasseremp-
findlichkeit land-
wirtschaftlicher
Flächen nach
Gewässerein-
zugsgebieten



Quelle: eigene Bearbeitung

5 Ökonomische Bewertung von Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft

Die Praxis der Bewertung oder Taxation ist im Agrarsektor ein sehr weitläufiges Gebiet, da die Anlässe der Taxation sehr vielfältig sind. Die Darstellung im Teilprojekt 9.5 von Floodrisk II beschränkt sich auf den Kontext der Projektproblemstellung. In der nachfolgenden Tabelle 12 wurden beispielsweise Anlässe dargestellt, die eine Bewertungsaktion auslösen können. Betriebswirtschaftlich und juristisch bedeutend ist die Kenntnis des Werts, wenn eine Änderung beim Objekt selbst oder seiner Verwendung in Aussicht genommen, angestrebt oder erzwungen wird, etwa wenn eine veränderte Objektnutzung aus betrieblichen Gründen erwogen wird (z.B. Verpachtung), das Objekt nicht mehr, wie bisher verwendet werden kann (z.B. Überflutung) oder die Weiternutzung des Objekts in der vorgesehenen Art verboten wurde (z.B. Düngerverbot). Insgesamt beschreibt also der Begriff „Bewertung“ die praktische Bewertungssituation, das Objekt in der Aktion (z.B. ertragreiche 3-schnittige Wiese, auf der künftig der erste Schnitt nicht vor dem 1. Juli erfolgen darf) und somit auch die Bewertungsaufgabe.

Aktionen	Bewertungsziele	Bewertungsobjekte
Wegnahme durch Entzug (Enteignung)	Höhe der Entschädigung	Schweineestall, der einer Wasserschutzfläche weichen soll; ("Enteignungswert")
Überlassung der Nutzung durch Verpachtung	Höhe des Pachtpreises nach Angemessenheit	Nutzungsrecht an einer Ackerparzelle, dessen Wert aufgrund vertraglicher Übereinkunft neu festgelegt werden soll; ("Pachtwert")
Übertragung unter Vorbehalt des Nutzungsrechts	Höhe des Wertes der Zuwendung	Eigentumsrecht an einem Betrieb, das unter Vorbehalt des Nutzungsrechts übertragen werden soll; ("Nießbrauchwert")
Beeinträchtigung durch Einschränkung der Bewirtschaftung	Höhe der Ausgleichsleistungen	Grünlandparzelle, die unter Naturschutz gestellt werden soll; ("Auflagenwert")
Beeinträchtigung durch Zufügen eines Schadens	Höhe des Schadenersatzes	Maissilage, die durch Klärwasser überschwemmt wurde; ("Schadenswert")

Tabelle 12: Beispiele von möglichen Bewertungsanlässen

Quelle: eigene Bearbeitung

Die Bewertung von Objekten ist der umfassendste Problembereich innerhalb der Taxation. Diese Aufgabe stellt sich bei den meisten Anlässen. Bewerten heißt eben, den Objekten einen möglichst zutreffenden Geldbetrag zuzumessen. Sowohl für einzelne Wirtschaftsgüter als auch für ganze Betriebe gibt es jeweils mehrere Bewertungsansätze. Auch die Aufgabe, Wertunterschiede oder Wertänderungen feststellen zu müssen, kann sich bei ganzen Betrieben oder bei Betriebsteilen stellen. Die Feststellung von Wertunterschieden ist zunächst einmal ein Hilfsmittel für die Ermittlung von Werten.

Wertveränderungen im Zeitablauf sowie aufgrund bestimmter Ereignisse können getrennt als auch kombiniert auftreten. Erfolgt in einem landwirtschaftlichen Betrieb ein Land-

entzug, eine Belastung mit Wasser- oder Naturschutzaufgaben, dann kann dies zu Wertminderungen führen. Diese können den ganzen Betrieb oder Teilflächen und eventuell auch das Wohnhaus betreffen.

5.1 Ausgleichsansprüche

Auf den legislativen Entwicklungen zur Ausgestaltung von Ausgleichsansprüchen im ähnlich gelagerten Bereich von Natur- und Wasserschutzauflagen wird in diesem Beitrag nicht eingegangen, da diese Thematik im Teilprojekt 10 von FLOODRISK II besser angesiedelt ist. Dort kann von Rechtsexperten entschieden werden, ob eigene legislative Bemühungen zur Ausgestaltung eines „neuartigen“ Ausgleichsanspruchs in bestimmten Fällen erforderlich wird. In der vorliegenden Studie handelt es sich nicht um Wasserschutz im klassischen Sinne, sondern vor allem um Einrichtungen für den Schutz von Menschen, Sachen und Umwelt vor dem Hochwasser. Es existieren derzeit keine Gebote und Verbote in Gesetzen, die landwirtschaftliche Flächen im Rahmen von Hochwasserschutzmaßnahmen betreffen.

Die Anmerkungen zu den Auflagen zeigen, dass es zu Überschneidungen kommen kann. So können Auflagen hinsichtlich Bodenschutz auch für die Gefahrenminderung von Hochwasser in einem Gebiet einen Beitrag leisten. Insoweit dienen die Auflagen gleichzeitig mehreren Zielen. Bei der Bewertung der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Auflagen müssen Auflagenbündel besonders sorgfältig in ihrem Zusammenwirken untersucht werden, denn in solchen Fällen sind die Auswirkungen meistens tiefergehender.

Neben dem Zusammenwirken von Auflagen auf der gleichen Fläche muss verschiedentlich auch deren Zusammenhang auf verschiedenen, miteinander verbundenen Flächen ausdrücklich berücksichtigt werden. Ein Beispiel für eine Verbundbetroffenheit mehrerer Flächen ist folgendes: Wenn in einer Region ein Hochwasserschutzprojekt geplant ist oder ausgewiesen werden soll, dann können einige Flächen völlig aus der landwirtschaftlichen Nutzung herausfallen, benachbarte Flächen mit der Vorschrift extensiver Nutzung belegt werden und die weiter umliegenden Flächen der Randzone mit geringen Einschränkungen der herkömmlichen Nutzung versehen werden.

Die Feststellung der Höhe von Ausgleichsansprüchen hängt davon ab, welches Ausmaß die Nutzungsbeschränkung der landwirtschaftlichen Fläche annimmt, wenn sie die Landwirtschaft über die Anforderungen der guten fachlichen Praxis hinaus beschränken und welche innerbetriebliche Nachteilskompensation erforderlich wäre. Je nach Eingriff in das betriebliche Geschehen können unterschiedliche Formen von Alternativprüfungen bestehen.

Ein wichtiges Ziel des landwirtschaftlichen Hochwasserschutzes besteht darin, das Wasser möglichst in der Fläche zu halten. Dabei kommt der Landwirtschaft als größtem Flächennutzer eine besondere Bedeutung zu. Eine wichtige Maßnahme ist die Erhaltung einer lang anhaltenden Bodenbedeckung durch Hauptfrüchte mit langer Vegetationszeit und hoher Bestandesdichte, durch Zwischenfruchtanbau und Untersaaten und andererseits die Vermeidung von spät schließenden Reihenfrüchten wie Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben. Weiterhin bedeutsam ist die Erhaltung eines infiltrationsfähigen Bodengefüges durch Verzicht auf tiefe

Bodenwendung, durch Mulchsaatverfahren, die ausreichende Zufuhr von organischer Substanz und die Bearbeitung hängiger Flächen quer zum Hang. Schließlich sollen vorhandene Bodenverdichtungen gelockert und neue Verdichtungen vermieden werden, z.B. durch Verringerung der Befahrhäufigkeit, Verminderung des Kontaktflächendrucks und Befahren der Flächen nur bei tragfähigem Bodenzustand.

Konkrete Bewertungsanlässe kommen im Teilprojekt 9.5 von Flood Risk II noch nicht zum Tragen, da es sich in der Beispielsregion Seitenstetten um kein behördliches Verfahren zur Gebietsausweisung von jenen Einzelflächen oder Schlägen handelt, die in Zukunft für den Hochwasserschutz bedeutend sein könnten. Allerdings zeigen Beispielsprojekte im Ausland, dass durch eine sorgfältige agronomische Standortanalyse ein Maßnahmenkatalog für sensible Teilgebiete zusammengestellt werden kann, der auch ohne Entzug von Flächen und anderen tief greifenden Betriebsumstellungen auskommt. Es ist in solchen Fällen meist auch leichter, alle betroffenen Personen und Institutionen in das Vorhaben zu integrieren und Konflikte einzugrenzen. Auch relativ einfach plan- und umsetzbare Maßnahmen für den Praktiker können in ihrer standortangepassten kombinierten Gesamtwirkung sehr effektiv wirken.

5.2 Betriebswirtschaftliche Bewertung von Einzelmaßnahmen

5.2.1 Zwischenfrüchte zur Gründüngung

Die Methode beruht im Vergleich der variablen Kosten des gegenwärtigen mit dem geplanten Verfahren. Im ersten Schritt müssen die verfahrensspezifischen Kosten der aktuellen Bewirtschaftungsform ermittelt werden, die aus dem Maschineneinsatz (Schlaggröße von 2 ha), Begrünungssaatgut und zusätzlicher Pflanzenschutzmittel bestehen. Der Einsatz anderer Betriebsmittel in den einzelnen Produktionsverfahren bleibt am gleichen Niveau. Im zweiten Schritt sind die verfahrensspezifischen Kosten des geplanten Bearbeitungsverfahrens festzulegen. Aus der Kostendifferenz können die Mehr- oder Minderkosten des geplanten Verfahrens berechnet werden.

In Tabelle 13 wird als aktuelles Verfahren „Herbstfurche ohne Begrünung“ als Referenz angenommen und mit einer Auswahl von Arbeitsverfahren (Pflug-, Grubbereinsatz, Mulch- und Direktsaateinsatz) verglichen, wenn Drillsaat zum Einsatz kommt. Die Differenz der Verfahrenskosten zwischen Pflugfurche ohne Begrünung zu den anderen mit Begrünung ist der Mehraufwand im Falle einer Verfahrensänderung. Eine Bewertung der Arbeit wurde mit 11,5 €/AKh vorgenommen und orientiert sich an den ÖKL-Richtwerten von 2007. Es wurde der höhere Lohnansatz gewählt, weil zu der Ausführung der Arbeiten Spezialkenntnisse in der Bodenbearbeitung erforderlich sind.

Tabelle 13:
Bewertungen
verschiedener
Arbeitsverfahren

Verfahrenstyp	Herbstfurche ohne Begrünung	Herbstfurche mit Herbst- begrünung	Grubber - bearbeitung in Herbst - begrünung	Mulchsaat in Herbst - begrünung	Direktsaat in Winter- begrünung
KOSTEN	Angaben in EUR/ha incl. MwSt.				
Nacherntebearbeitung n. Vorfrucht m. Schweregrubber	23,9	21,1	21,1	21,1	-
Pflugfurche zur Zwischenfrucht	-	48,7	-	-	-
Kosten für Zwischenfruchtsaatgut	-	44,6	44,6	44,6	44,6
Zwischenfrucht -Aussaat mit Kreiseleggendrill	-	33,4	-	33,4	-
Zwischenfrucht -Aussaat mit Direktsaatmaschine	-	-	-	--	33,1
Abmulchen Zwischenfrucht/Stroh	-	-	-	30,3	-
Abspritzen Zwischenfrucht/Ausfallgetr.	-	-	-	44,3	-
Pflugfurche zur Hauptfrucht	48,7	48,7	-	-	-
Grubber zur Hauptfrucht	-	-	21,1	-	-
Hauptfrucht -Aussaat mit Kreiseleggendrill	33,4	33,4	33,4	33,4	-
Hauptfrucht -Aussaat mit Direktsaatmaschine	-	-	-	-	33,1
Summe Kosten	106	230	120	207	111
Arbeitszeitbedarf (AKh/ha)	3,71	6,80	2,70	4,52	1,42
Mehraufwand einschl. Arbeitszeit (11,5€/h)	-	159	3	110	-22

Quelle: eigene Bearbeitung

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einem Verfahrensumstieg nicht nur ein Mehraufwand entsteht, sondern auch eine Reduzierung der Kosten eintreten kann. Das Kostenniveau für Zwischenfruchtsaatgut liegt im Bereich von 45–55 €/ha bei 20–25 kg Saatmenge. Die Maschinenkosten beinhalten Reparatur und Treibstoff und sind Richtwerte aus der ÖKL-Publikation von 2007 für die Maschinenselbstkosten in der Landwirtschaft. Der Arbeitsaufwand in Stunden für die einzelnen Verfahren wurden dem Katalog „Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 2008“ entnommen.

Bei der Festlegung einer Ausgleichsleistung im Falle von Zwischenfrüchten zur Gründung ist der Mehraufwand für Maschinen, Arbeitszeit und Saatgut zu berücksichtigen, ggf. unter Berücksichtigung zielgerichteter Anbauverfahren für konkrete Standortverhältnisse. Eine pauschale Förderung der Gründung und dazugehörige Richtlinien zur Durchführung bestehen bereits z.B. im ÖPUL, allerdings für das ganze Bundesgebiet. Bei Zwischenfrüchten handelt es sich um schnellwüchsige Feldkulturen, die zwischen der Ernte einer Hauptfrucht und der Folgefrucht im Herbst/Winter angebaut werden. Die Aussaat findet als Herbst-, Unter- oder Blanksaat statt. Sie dienen als Ackerfutter, Gründung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit sowie dem Boden- und Gewässerschutz. Die Wirkung der Zwischenfrüchte für Boden- und Wasserrückhalt gelingen besser mit Gründung, weil die gesamte Biomasse als Mulch auf dem Feld verbleibt. Beim Ackerfutter werden dagegen Stängel und Blätter geerntet. Bei feucht-nassen Böden ist dies häufig mit der Gefahr von Bodenverdichtungen verbunden. Aus abfrierenden Zwischenfrüchten entsteht mit Beginn der Frostperiode im Dezember oder Januar eine bodenschützende Mulchdecke, die bis zum Bestandesschluss der Hauptfrucht die Bodenkübel vor aufprallenden Regentropfen schützt. Die positive Wirkung der Mulchdecke wird nur bei nachfolgender Mulchsaat erreicht. Für den landwirtschaftlichen Betrieb entsteht ein begrenzter Mehraufwand für Arbeitszeit und einfache Integration in das bestehende Produktionsprogramm. Jedoch bestehen aus der Sicht mancher Landwirte auch einige Nachteile, z.B. kann bei Trockenheit bei der Hauptfrucht Wassermangel auftreten; erhöhtes Vermehrungsrisiko

von Krankheiten und Schädlingen und große Zwischenfruchtmassen können Bodenbearbeitung und Aussaat der Hauptfrucht behindern. Eine spezifische lokale Klassifizierung der Standortverhältnisse kann Grundlagen für zielgerichtete Anbauverfahren geben und optimieren.

5.2.2 Umwandlung von Ackernutzung

Im Vergleich zur Maßnahme Zwischenfruchtbau zur Gründüngung stellt eine Nutzungsänderung von Acker zu Grünland einen stärkeren Einschnitt in das Betriebsgeschehen dar. Die Art der Grünlandnutzung wurde auf die standortüblichen Bewirtschaftungsmöglichkeiten ausgerichtet, ohne Auflagen zur Extensivierung, die ja kaum etwas zu einer Hochwasserprävention beitragen.

Eine Umwandlung kann folgendermaßen ablaufen: nach der Aberntung der Ackerfrüchte erfolgt spätestens bis Mitte September die Grünlandeinsaat. Bei später räumenden Ackerfrüchten (Mais) gibt es auch die Variante der Frühjahrseinsaat. Eine Beweidung kann erfolgen, wird aber aus Gründen der Vereinfachung der Kalkulationsmethode nicht angenommen, zudem liegen keine detaillierten Informationen über die tierhaltenden Betriebe in der Modellregion vor. Für die betriebswirtschaftliche Analyse der Einkommenseffekte einer Umwandlung von Acker in Grünland müssen zunächst die Verwertungsmöglichkeiten des Grünlandaufwuchses untersucht werden. Es handelt sich um qualitativ unproblematisches Futter, das in viehhaltenden Betrieben selbst verwertet und in nicht viehhaltenden Betrieben je nach regionaler Marktlage verkauft werden kann. Hierbei ist folgendes festzustellen:

Die Verwertung im Betrieb setzt das Vorhandensein entsprechender Tierhaltungszeige voraus –Milchkuhhaltung, Kalbinnenaufzucht, Mutterkühe, Schafe. In den Fallbeispielen für die Modellregion bleiben Tierbestand und deren Futterration unverändert. Wenn der betroffene Betrieb bisher keine entsprechende Viehhaltung hat, ist es meistens nicht realistisch, eine solche neu aufzunehmen. Dies wäre nur bei einem größeren Flächenumfang erwägenswert, da der Neuaufbau eines Tierhaltungszeiges nur bei angemessenen Größen rentabel sein kann. Dafür kämen dann beispielsweise eine vertragliche Kalbinnenaufzucht oder eine Mutterkuhhaltung in Betracht. Andere Möglichkeiten sind der Verkauf der am Grünland erzeugten Produkte auf den regionalen Märkten an andere Tierhalter, auch die Verwertung in Biogasanlagen.

In den nachfolgenden Kalkulationsbeispielen wird der Vergleich der Erzeugung von Silomais und Futtergetreide für die eigene Rinderhaltung mit der Grünlandnutzung pro ha dargestellt. Hinsichtlich der Neuanlage von Grünland ist folgendes anzumerken: Neben den laufenden Einkommenseinbußen fallen bei allen Vergleichsalternativen zuvor die Kosten für die Anlage der Grünlandfläche an. Die Neuanlage beinhaltet Kosten für Saatgut, Maschinen und Arbeit zwischen 60–80 €/ha. Im Gegensatz zu den anhand der folgenden Kalkulationen zu ermittelnden Beträgen pro Jahr entstehen die Anlagekosten nur einmalig.

Im Folgenden wird unterstellt, dass auf der Ackerfläche laufend Silomais angebaut wird. Zur Konkretisierung wird des Weiteren angenommen, dass Ackerfutter in Flachsilos gelagert und in der Rinderhaltung eingesetzt wird. Das Grünland wird ausschließlich in Form von Silage genutzt und in der eigenen Rinderhaltung eingesetzt. Die Grünlanderzeugnisse sind von normaler Qualität, könnten also auch für laktierende Kühe verwendet werden.

Tabelle 14:
Umwandlung
Ackerfutterbau
in Grünland

1. Annahmen	Silomais – 27,5 % TS	Grünland – Anweilsilage
Naturalertrag dt/ha	492,5	356
MJ NEL/ha	74.103	36.170
Veränderliche Kosten /ha	1.062	468
Veränderliche Kosten €/MJ NEL-Grünland	0,014	0,013
Ersatzfutterkosten €/MJ NEL (Ballensilage)	-	0,0242

2. Kalkulation Einheit = 1ha	Silomais 27,5% TS
Wegfall :	
Grundfutter [MJ NEL]	-74.103
veränderliche Kosten	1.062
Neuanfall :	
Grünlandertrag [MJ NEL]	36.170
Veränderl. Kosten	-468
Differenzen :	
Ersparnis verändrl. Kosten	594
Ersatzfutterkosten	918
Saldo = Jährlicher Nachteil	324

Quelle: Deckungsbeiträge und Daten für Betriebsplanung 2008. BMLFUW – Wien, eigene Berechnungen

Die geringere Energiekonzentration wird durch Zukauf von Grundfutter in Form von einer Ballensilage ausgeglichen. Bei Änderungen hinsichtlich Faktor Arbeit u./o. Kosten von Gebäude- und Maschinenkapital lassen sich keine allgemeinen monetären Richtwerte angeben, da sie zu stark von den der betrieblichen Personal-, Gebäudesituation und Maschinenausstattung abhängen.

Durch die Saldierung aller Vor- und Nachteile einer Änderung der Ackernutzung in Richtung Dauergrünland ergibt sich beispielsweise ein jährlicher Nachteil von 324 €/ha, wenn Silomais ersetzt werden soll.

Für den Fall, dass Ackernutzung in Form von Futtergetreide durch Dauergrünland ersetzt werden soll, wird vereinfachend angenommen, dass keine innerbetriebliche Verwertung über eine Tierhaltung erfolgt, sondern die Produkte (Futtergetreide und Ballensilage) auf den regionalen Märkten verkauft werden können. Die Kalkulation der jährlichen Nachteile durch die Umwandlung von Getreideflächen in Dauergrünland erfolgt über die Differenz der Deckungsbeiträge. Für die Verkaufspreise von Ballensilage existiert keine Preisnotierung wie beim Getreide, sondern es sind Richtwerte aus Niederösterreich, die je nach regionaler Futternachfrage bezahlt werden. Die relativ hohen variablen Kosten der Rundballensilage entstehen durch die Lohnernte (Pressen und Wickeln). Durch starke Preisschwankungen am Futtergetreidemarkt weisen die Ergebnisse in der Tabelle zukünftig große Differenzen auf. Aus diesem Grund wird für Umwandlung von Getreideflächen in Dauergrünland ein Mittelwert von 126 €/ha als jährlicher Nachteil geschätzt.

1. Annahmen (Einheit = 1ha)			Wintergerste	Futterweizen	Triticale
Naturalertrag dt/ha			65	65,0	60,0
Erzeugerpreise			14,5	14,5	14,5
Deckungsbeitrag/ha (DB)			202	172	202
Grünland	MJ NEL/ha	36.170			
Ballensilage	Ballen /ha	38			
	Kosten /ha	867			
DB/ha bei €/Ballen	20		-107		
DB/ha bei €/Ballen	25		83		

Tabelle 15: Umwandlung Ackernutzung (Getreide) in Grünland

2. Kalkulation		Wintergerste	Futterweizen	Triticale
DB Verlust Getreide		-253	-172	-202
Jährlicher Nachteil	bei 20 €/B	360	279	309
	bei 25 €/B	170	89	119

Quelle: Deckungsbeiträge und Daten für Betriebsplanung 2008. BMLFUW – Wien, eigene Berechnungen

Die Invekosdaten der Flächennutzung in den Gemeinden der Beispielsregion zeigen, dass neben Silomais und Futtergetreide auch Körnermaismutzung erfolgt. Über die lokalen Naturalerträge liegen keine Informationen vor. Es wurde im österreichweiten Vergleich unterdurchschnittliche Erträge für Körnermais angenommen und die Deckungsbeiträge aus dem Katalog für Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung von 2008 übernommen. Im Falle eines konkreten Projektes zum landwirtschaftlichen Hochwasserschutz in der Modellregion müssten alle Standardwerte der Deckungsbeitragskalkulation für jede einzelne Kultur auf lokale Verhältnisse zusätzlich angepasst werden.

1. Annahmen (Einheit = 1ha)			W-Gerste	F-Weizen	Triticale																				
Naturalertrag dt/ha			65	65,0	60,0																				
Erzeugerpreise			14,5	14,5	14,5																				
DB/ha 1)			253	172	202																				
DB/ha Futtergetreide M W				209																					
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Körnermais 30% Feuchte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Naturalertrag dt/ha</td> <td>dt/ha</td> <td>75</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Erzeugerpreise</td> <td></td> <td>17,5</td> <td>17,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DB/ha 1)</td> <td>337</td> <td>397</td> </tr> <tr> <td>DB/ha Körnermais MW</td> <td></td> <td></td> <td>367</td> </tr> </tbody> </table>					Körnermais 30% Feuchte		Naturalertrag dt/ha	dt/ha	75	80	Erzeugerpreise		17,5	17,5		DB/ha 1)	337	397	DB/ha Körnermais MW			367
		Körnermais 30% Feuchte																							
Naturalertrag dt/ha	dt/ha	75	80																						
Erzeugerpreise		17,5	17,5																						
	DB/ha 1)	337	397																						
DB/ha Körnermais MW			367																						
2. Kalkulation																									
Nachteil durch Nutzungsänderung:																									
DB Differenz =				158																					

Tabelle 16: Umwandlung von Körnermais zu Futtergetreide

Quelle: Deckungsbeiträge und Daten für Betriebsplanung 2008. BMLFUW – Wien, eigene Berechnungen

Die Auswirkungen der Nutzungsänderung, dargestellt als Deckungsbeitragsdifferenz, ist stark von den Verhältnissen auf den Märkten für Mais und Getreide abhängig. Das hohe Erzeugerpreisniveau von 2007 wurde nicht in die Kalkulationen übernommen, da es sich um ein Ausnahmejahr handelte. Das Preisniveau in der Kalkulation liegt über dem Durchschnitt der Jahre 2003 – 2006, da gegenwärtig erwartet wird, dass die Erzeugerpreise in Zukunft nachgeben werden, aber sich auf einem höheren Niveau als 2003 – 2006 einpendeln.

6 Beispielhafte Maßnahmenkombinationen und Kosten für einen landwirtschaftlichen Hochwasserschutz in der Gemeinde Seitenstetten

In der folgenden Bearbeitung werden beispielhaft einzelne Maßnahmenkombinationen (Nutzungsänderungen) auf landwirtschaftlichen Flächen angeführt, um eine geringere Hochwasserempfindlichkeit zu erreichen (geringere Schäden im Überflutungsfall) und gleichzeitig auch eine bessere Hochwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen zu erreichen, soweit dies im Rahmen einer landwirtschaftlichen Nutzung überhaupt möglich ist. Die Maßnahmen wurden in jenen Gebieten eingesetzt, die aus der Gebietsbewertung (siehe Kapitel 4) als vorrangig zu bearbeiten hervorgegangen sind und beziehen sich konkret nur auf jene Flächen, die in der Flächenbewertung eine entsprechend ungünstige Einstufung aufweisen. Somit ist eine möglichst zielgerichtete Vorgangsweise gewährleistet.

Die Beispiele der Maßnahmenkombination laufen darauf hinaus, eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung bei reduzierter Bodenbearbeitung zu erreichen. Diese tragen zur Stabilisierung des Bodengefüges bei und erhöhen die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens. Insbesondere die Maßnahmen Mulch- und Direktsaat, Begrünungsmaßnahmen im Ackerbau und Dauerkulturen sind bereits Elemente des ÖPUL-Programms, die erosionshemmend und infiltrationssteigernd wirken sollen. Über dieses ÖPUL-Element hinaus sind auch Maßnahmen mit tiefergreifenden Nutzungsänderungen in das Beispiel aufgenommen worden.

Die Maßnahmen mit ihren betriebswirtschaftlichen Kosten wurden eingehend im Kapitel 5 beschrieben und in die Tabellen 17 und 18 übernommen. Die Maßnahme 4 (Grünland mit Umbruchstopp) in der Tabelle 17 wurde nicht bewertet, da es sich um bereits in der Vergangenheit genutztes Dauergrünland ohne spezielle Auflagen handelt. Der Umbruchstopp kann im Abflussbereich eines zehnjährigen Hochwassers eine durchaus sinnvolle Maßnahme für einen nachhaltigen Hochwasserschutz bedeuten.

Maßnahmenkombination 1: Verbesserung der Hochwasserempfindlichkeit

Diese Maßnahmenkombination wäre nach der Gebietsbewertung für Seitenstetten vorrangig im Gebiet 1300, Urlbach 2, anzuwenden, wo lt. INVEKOS insgesamt 49 ha als Grünland und 60 ha als Ackerland genutzt werden.

Klassifizierung Hochwasserempfindlichkeit	Maßnahme	betroffene Fläche ha	IST-Nutzung	SOLL-Nutzung	betriebs-wirtsch. Kosten €/ha	Kosten der Maßnahme
mittel – hoch; hoch	1	23	Silomais	Grünland	324	7.452
	2	22	Körnermais	Futtergetreide	158	3.476
	3	22	–	Zwischenfruchtbau	63	1.386
	4	25	Grünland	Grünland mit Umbruchstopp	0	0
Betroffene Fläche insgesamt		70				12.314

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 17: Maßnahmenkombination 1 zur Verbesserung der Hochwasserempfindlichkeit im Gebiet 1300, Urlbach 2

Maßnahmenkombination 2: Verbesserung der Hochwasserprävention

Verbesserungen zur Hochwasserprävention sind nach den Ergebnissen der Gebietsbewertung Seitenstetten prioritär im Gebiet 16300, Trefflingbach 2 zu treffen. Dort werden 67 ha als Grünland und 115 ha als Ackerland genutzt.

Tabelle 18:
Maßnahmen-
kombination 2
zur Verbesserung
der Hochwasser-
prävention im
Gebiet 16300,
Trefflingbach2

Klassifizierung Hochwasserprävention	Maßnahme	betroffene Fläche ha	IST-Nutzung	SOLL-Nutzung	Betriebswirtsch. Kosten €/ha	Kosten der Maßnahme€
gering; mittel bis gering	1	88	Silomais	Grünland	324	28.510
mittel	3	44	Acker	Zwischenfruchtbau	63	2.772
Betroffene Fläche insgesamt		88			31.282	
Maßnahmenkombination 1+2		158		277	44.000	

Quelle: eigene Berechnungen

Die beiden beispielhaft durchgerechneten Maßnahmenkombinationen würden bedeuten, dass in der Gemeinde Seitenstetten auf 101 ha statt Mais eine Grünlandnutzung erfolgt, auf 22 ha statt Mais Futtergetreide angebaut wird und auf 66 ha Ackerbau mit Zwischenfruchtanbau betrieben wird. Ein Grünlandumbruchverbot auf 22 ha könnte sensible Flächen längerfristig absichern. Bei einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von insgesamt ca. 600 ha in Seitenstetten ergibt das regionale Klassifizierungsverfahren eine Maßnahmenfläche von 158 ha (=25 %). Die Gesamtkosten – zusammengesetzt aus der Summe der betriebswirtschaftlichen Kosten der landwirtschaftlichen Maßnahmen – betragen ca. 44.000 € oder im Mittel 277 € pro ha betroffener Fläche. Dadurch könnte in der Gebietsbewertung die Hochwasserempfindlichkeit im Gebiet Urlbach 2 von hoch auf mittel senken und im Gebiet Trefflingbach 2 die Hochwasserprävention von gering auf hoch anheben. Diese jährlichen Gesamtkosten der landwirtschaftlichen Maßnahmen können je nach wasserbaulicher Gebietsplanung z.B. den Bau- und Erhaltungskosten eines kleinen Rückhaltebeckens gegenübergestellt werden. In den Kalkulationen wurden weitere sekundäre Auswirkungen wie z.B. der Mehrwert des Erosionsschutzes, Kosten für Kanalreinigung nicht bewertet.

Die angeführte Maßnahmenkombination in der Beispielsgemeinde könnte noch erweitert bzw. ergänzt werden, falls dies aufgrund einer Standortklassifizierung sich als erforderlich erweisen würde. Als Referenz für landwirtschaftliche Hochwasserschutzmaßnahmen sei auf das Projekt AMEWAM (Agricultural Measures for Water Management and their Integration into Spatial Planning) in Baden-Württemberg hingewiesen, wo ein Bündel von Maßnahmen zum landwirtschaftlichen Hochwasserschutz in Schwaigern-Massenbach realisiert wurde. Die Ergebnisse dieses Projektes mündeten in einem Ratgeber für Beratung und Administration, wo folgende Maßnahmen dokumentiert sind:

- ■ ■ ■ Ackerrandstreifen / Grünstreifen
- ■ ■ ■ Mulchsaat
- ■ ■ ■ temporäre Untersaat in Reihenfrüchten
- ■ ■ ■ Querbewirtschaftung
- ■ ■ ■ Schlagteilung
- ■ ■ ■ Querdammhäufelung im Kartoffelanbau
- ■ ■ ■ Bodenlockerung und Bodenschonung
- ■ ■ ■ Zwischenfrüchte zur Gründüngung
- ■ ■ ■ organische Düngung und Kalkung
- ■ ■ ■ kooperierende Anbauplanung und virtuelle Flurbereinigung.

Die Ergebnisse des INTERREG III C Projektes AMEWAM geben realistische Hinweise, dass vom landwirtschaftlichen Hochwasserschutz durchaus ein Schutzeffekt zu erwarten ist. Aber erst die Summe standortabgestimmter Einzelmaßnahmen hat die gewünschte Schutzwirkung, und das meist zu relativ geringen Kosten.

7 Literatur

- Akkermann, M. (2004): Beurteilung des Einflusses einer angepassten Ackernutzung auf den Hochwasserabfluss. Dissertation. Universität Hannover.
- Birkmann, J. (2008): Globaler Umweltwandel, Naturgefahren, Vulnerabilität und Katastrophenresilienz. In: Raumforschung und Raumordnung 1/2008, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Carl Heymanns Verlag, Köln.
- Borger, H.; Schiller, T. (s.a.): Bodenart und Bodentyp: Bestimmung und Bedeutung für Böden. Proseminar Geomorphologie, Universität Tübingen, geographisches Institut.
- Brandstetter, A.; Wenzel, W.W. (1997): Bodengefüge. In: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft: Bodenschutz in Österreich. Wien. S. 46–54.
- Brodesser, S. (1998): Methoden der Abflußmessung und -berechnung. In: www.giub.uni-bonn.de/seminare/wasser/Hausarbeiten/ws98.99/Brodesser.html, 10/2007.
- Brunotte, J.; Duttmann, R. (2001): Verfahrenstechnische Strategien zur Minderung von Oberflächenabfluss und Bodenrosion. In: Rodemann, B.; Bartels, G.; Pestemer, W.; Becker, H. (2001): Nachhaltige Landwirtschaft – Pflanzenschutz und Gewässerschutz. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 381. Parey, Berlin; 67–81.
- Buchmann, I. (1986): Bodenverdichtung und Bodenerosion – aus regionaler Sicht – wie begegnen? In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1986): Bodenschutz – mit der Landwirtschaft: Bodenbelastungen, Ursachen, Folgen, Gegenmaßnahmen. Arbeiten der DLG, Band 185.. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. S. 75–77.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007a): Bundeswasserbauverwaltung Jahresbericht 2006, Wien.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007b): Ländliches Entwicklungsprogramm 07 – 13, Wien.
- Greif, F., Pfusterschmid, S., Wagner, K. (2002): Beiträge zur Landwirtschaftlichen Raumplanung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Nr. 93, Wien.
- Illgen, M. (2000): Überprüfung von Standard-Abflussbeiwerten durch Niederschlag-Abfluss-Simulation. Kurzfassung der Diplomarbeit am Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Universität Kaiserslautern. In: www.siwawi.arubi.uni-kl.de/downloads/mitarbeiter/illgen/DA_ILLGEN_2000_Summary.pdf
- Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Wpa Beratende Ingenieure GmbH (2003): Analyse der Ursachen für das Sinken der Nitratbefrachtungen im Grundwasser, Petzenkirchen.
- Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Wpa Beratende Ingenieure GmbH (2004): Phosphataustrag aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Oberösterreich, Petzenkirchen.
- Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Wpa Beratende Ingenieure GmbH (2005): Klima und Nitrat, Petzenkirchen.

- Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt (2006): Evaluierung von Bodenerosion und Schwebstoffeintrag im Einzugsgebiet der Ybbs, Petzenkirchen.
- Kandeler, E. (1997): Bodenbiologie. In: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft: Bodenschutz in Österreich. Wien. S. 123-131.
- Kauch, P. (s.a.): Landschaftswasserbau. Vorlesungsunterlagen. TU Graz.
- Klaghofer, E. (2003): Hochwasser und Landnutzung, in: Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 19, 60-69.
- Klik, A.; Hebel, B.; Rosner, J. (s.a.): Schutz in der Landwirtschaft – Erfolgreiche Maßnahmen gegen Bodenerosion auf ackerbaulich genutzten Flächen. Landwirtschaftliche Koordinationsstelle für Bildung und Forschung (LAKO) und Land-Impulse.
- Krimly, T., Dabbert, St. (Hrsg., 2007): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim, Stuttgart
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2002): Bodenerosion – Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern. www.lung.mv-regierung.de/dateien/bodenerosion.pdf
- Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark, Rechtsabteilung 8 (2001): Bodenschutzbericht 2000. Zehn-Jahreskontrolle von 109 Standorten und Untersuchungen zur zeitlichen und kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern. Amt der Steiermärkischen Landesregierung.
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2000): Wirksamkeit von Hochwasservorsorge- und Hochwasserschutzmaßnahmen. Schwerin.
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2003): Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Düsseldorf.
- Markart, G.; Kohl, B.; Gallmetzer, W.; Pramstraller, A. (2000): Wirkungen von Begrünungen auf das Abflussverhalten in Wildbacheinzugsgebieten bei Starkregen. Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000 – Villach/Österreich, Tagungspublikation, Band 2, 53-64.
- Markart, G.; Kohl, B. (2004): Abflussverhalten in Wildbacheinzugsgebieten bei unterschiedlicher Landnutzung. Wildbach- und Lawinenverbau, September 2004, Nr. 149, 9-20.
- Merz, R. (2006): Regionalisierung von Ereigniskenngrößen. Wiener Mitteilungen Band 197: Methoden der hydrologischen Regionalisierung. S. 179-193.
- Meyer, M. (s.a): Erprobung und Anwendung von Methoden zur einzugsgebietsbezogenen Modellierung der Phosphatdynamik terrestrischer Ökosysteme. In: www.dilamo.de/martin/diplom.htm, 10/2007.
- Mollenhauer, K. (1985): Landnutzung und Wasserwirtschaft – Zur Konfliktsituation zwischen landwirtschaftlicher Flächennutzung und Wasserwirtschaft im Hinblick auf Wasserhaushalt und Gewässergüte. In: Arbeitskreise zur Landentwicklung in Hessen: Landeignung und Bodenschutz. Wiesbaden. S. 117-154.

- Murer, E., Wagenhofer, J., Aigner F., Pfeffer, M. (2004): Die nutzbare Feldkapazität der mineralischen Böden der landwirtschaftlichen Nutzfläche Österreichs. Schriftenreihe des BAW, Band 20, S. 72–78.
- N.N. (s.a.): Regenwasser – Handlungsempfehlungen zur naturnahen Bewirtschaftung. Oberbergischer Kreis, Stadt Hückeswagen.
- Roth, C.H.; Brunotte, J.; Sommer, C. (1990): Die Bedeutung von Verschlammung und Verdichtung auf Lössböden. Die Zuckerrübe, 39(1), 50–53.
- Schroeder, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten. Hirts Stichwortbücher. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Strauss, P. (2007): Flächenhafter Bodenabtrag durch Wasser. In BMLFUW (ed.) Hydrologischer Atlas Österreichs. 3. Lieferung. Kartentafel 8.4. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. ISBN 3–85437–350–7.
- Umweltbundesamt (2004): 7. Umweltkontrollbericht, Wien.
- Umweltbundesamt (2005): Wirksamkeit der Maßnahme Begrünung von Ackerflächen, Wien
- Wagner, K. (2006): Multifunktionale Landwirtschaft als Teilbereich der Regionalplanung, Agrarpolitischer Arbeitsbehelf der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Nr. 23, Wien.
- Wagner, K. (2007): Landwirtschaftliche Grundlagen für eine Integrierte Regionalplanung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Nr. 98, Wien.
- Weidanz, J.; Mosimann, T. (2007): Auswirkungen eines verstärkten Maisanbaus zur Biogasproduktion auf die Bodenerosion. Geosynthesis Online 02.
- Wiggering, H., Müller, K., Werner, A., Helming, K. (2003): The Concept of Multifunctionality in Sustainable Development, in: Sustainable Development of Multifunctional Landscapes. Springer Verlag; Berlin, Heidelberg, New York.
- Worreschk, B. (s.a.): Leitlinien für eine zukunftsweisende Hochwasservorsorge. In: www.uni-essen.de/~iwb010/docs/Langfassung%20Worreschk%2021-02-02.pdf, 11/2007.
- Wytrzens, H.K., Pistrich, K. (2000): Measureing the Multifunctionality of Mountains Grassland in Austria, in: Brandt, J., Vejre, H. (Edts.), 2003: Multifunctional Landscapes Vol. II, WIT Press, Southhampton.
- Werner Consult (2007): Mittersill, Hochwasserschutz und Landwirtschaft, Modelle für den Wertausgleich.
- www.hochwasserrisiko.at

Impressum:

Agrarpolitischer Arbeitsbehelf Nr. 31

Eigentümer, Herausgeber, Verlag:

AWI – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft

1030 Wien, Marxergasse 2

E-mail: office@awi.bmlfuw.gv.at

Web: www.awi.bmlfuw.gv.at

Gestaltung: [frey:grafik](http://www.freygrafik.at), Wien. www.freygrafik.at

Für den Inhalt verantwortlich: Klaus Wagner, Hubert Janetschek, Julia Neuwirth

Lektorat: Hubert Schlieber

Foto: Arno Mayer

Layout: Martina Wimmer

Druck: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft

Copyright © 2009 by AWI – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Wien

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, Vervielfältigung – auch auszugsweise – nur nach
Zustimmung und mit Quellenangabe



Ein wichtiges Ziel des landwirtschaftlichen Hochwasserschutzes besteht darin, das Wasser möglichst in der Fläche zu halten. Dabei kommt der Landwirtschaft als größtem Flächennutzer eine besondere Bedeutung zu. Grundvoraussetzung ist eine standortangepasste Nutzung, die auf die Geländeverhältnisse, die klimatischen Bedingungen und Bodeneigenschaften Rücksicht nimmt. In der vorliegenden Arbeit wurden einerseits die Grundwasserprävention auf landwirtschaftlichen Flächen und andererseits auch die Hochwasserempfindlichkeit der landwirtschaftlichen Flächen bewertet. Beispielhafte Maßnahmen zur räumlich gezielten Minimierung des Wasserabflusses wurden auch aus ökonomischer Sicht betrachtet.