



Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen

**Aufstellung von Maßnahmenprogrammen
im Sinne des Artikels 11
der europäischen Wasserrahmenrichtlinie
Bereich diffuse Einträge in Oberflächengewässer**

**Maßnahmen zur Verminderung der diffusen
Phosphor- und Pflanzenschutzmitteleinträge
in Oberflächengewässer**

- Räumliche Zuordnung -

12.06.2008

Konzeption, Bearbeitung und Zusammenstellung

Dr. Matthias Peter
Dipl.-Ing. agr. Ricarda Miller



Auftraggeber:
Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

www.hlug.de

Auftragnehmer:
Ingenieurbüro SCHNITTSTELLE BODEN
Belsgasse 13
61239 Ober-Mörlen
Tel 06002-92391
Fax 06002-92392
Email: info@schnittstelle-boden.de
www.schnittstelle-boden.de

Maßnahmen zur Verminderung der diffusen Phosphor- und Pflanzenschutzmitteleinträge in die Oberflächengewässer

- Räumliche Zuordnung -

Inhalt

Diffuse Phosphoreinträge in Oberflächengewässer	2
1 Rahmenbedingungen	2
1.1 Eintragspfade	2
1.2 Wirkung der Maßnahmen auf die Verminderung des Phosphoreintrages	3
2 Bewertung der Maßnahmenwirkung in Bezug auf die Wasserkörper .	5
3 Ergebnisse der Beteiligungswerkstätten	8
4 Szenarien	13
4.1 Maßnahmenzuordnung in der Umsetzung	16
5 Ergänzungen des Maßnahmenkataloges	17
6 Abschätzung der durch die Maßnahmenumsetzung entstehenden Kosten	17
6.1 Kostenermittlung.....	17
6.2 Flächenberechnung.....	19
7 Beratung als zentrales Instrument der Umsetzung der Maßnahmen	19
8 Wechselwirkungen WRRL und Cross Compliance	20
9 Baseline-Szenario	21
Diffuse Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer ..	23
Literatur.....	26
Anhang.....	28

Diffuse Phosphoreinträge in Oberflächengewässer

1 Rahmenbedingungen

1.1 Eintragspfade

Diffuse Phosphoreinträge gelangen auf unterschiedlichen Pfaden in die Oberflächengewässer. In den überwiegenden Fällen wird das Phosphor, das in der Regel an Bodenteilchen gebunden ist, mit abgetragenem Bodenmaterial in Vorfluter gespült. Die wichtigsten Eintragspfade hierfür gliedern sich in folgende Bereiche:

- (1) Direkter Bodenabtrag (Erosion) von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Gewässer.
- (2) Abschwemmung von gelöstem P mit dem Oberflächenabfluss von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Gewässer.
- (3) Eintrag in Oberflächengewässer durch Abfluss aus Dränagen in landwirtschaftlich genutzten Flächen.
- (4) Eintrag in Vorfluter/Oberflächengewässer durch Abschwemmung von befestigten Wegen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzfläche (direkter Eintrag von P bei auf den Wegen liegenden Düngerkörnern und Abschwemmung von durch die Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf die Wege transportiertem Bodenmaterial) schon bei Niederschlagsereignissen, die auf dem Acker keine erosive Wirkung zeigen.
- (5) Eintrag in Vorfluter/Oberflächengewässer durch Ablandungsvorgänge im Bereich der Gewässerdynamik.
- (6) Eintrag in Vorfluter/Oberflächengewässer durch Abschwemmung von befestigten Wegen im Bereich der forstwirtschaftlichen Nutzung.

Die vorzuschlagenden Maßnahmen wirken positiv auf die oben aufgelisteten Eintragspfade 1 und 2, während die Eintragspfade 3 bis 6 von den Maßnahmen unberührt bleiben, da sie teilweise in der Ermittlung der Belastungspotenziale durch das FZ Jülich nicht enthalten sind und andererseits durch die aktuell gelisteten Maßnahmen nicht beeinflusst werden können.

Während dem P-Eintrag aus Dränagen (3) für Hessen nach den Modellberechnungen des FZ Jülich nur eine verschwindend geringe Bedeutung zukommt, muss dem P-Eintrag aus der Abschwemmung durch Oberflächenabfluss von befestigten Wegen (4) in landwirtschaftlich genutzten Bereichen, auf Grund von häufigen Beobachtungen im Gelände eine höhere Bedeutung zugemessen werden.

Die Bedeutung der Einträge durch Ablandungsvorgänge im direkten Gewässerbereich und aus der Abschwemmung von Wegen im Forst entzieht sich im aktuellen Bearbeitungsrahmen der Einschätzung der Autoren.

1.2 Wirkung der Maßnahmen auf die Verminderung des Phosphoreintrages

Bezüglich der Wirkung der Maßnahmen auf die Verminderung der Phosphoreinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen werden zwei grundlegende Situationen unterschieden:

- die Ansaat eines ausdauernden Grünlandbestandes auf bislang ackerbaulich genutzten Flächen (Umwandlung von Acker in Grünland bzw. Anlage einer langjährigen Grünbrache),
- die Durchführung von erosions- und abschwemmungsmindernden Maßnahmen im Rahmen der Beibehaltung einer ackerbaulichen Nutzung.

Bodenerosion

Während die Maßnahme einer Grünlandansaat die erosionsbedingten P-Einträge fast vollständig reduzieren würde, muss davon ausgegangen werden, dass bei Beibehaltung einer Ackernutzung grundsätzlich nur eine Risikominderung erreichbar ist. **Eine vollständige Vermeidung des Bodenabtrags ist selbst bei einer standortangepassten Ackernutzung nicht erzielbar!** Dies erklärt sich über die Faktoren, welche die Bodenerosion bedingen (vgl. Abb. 1).

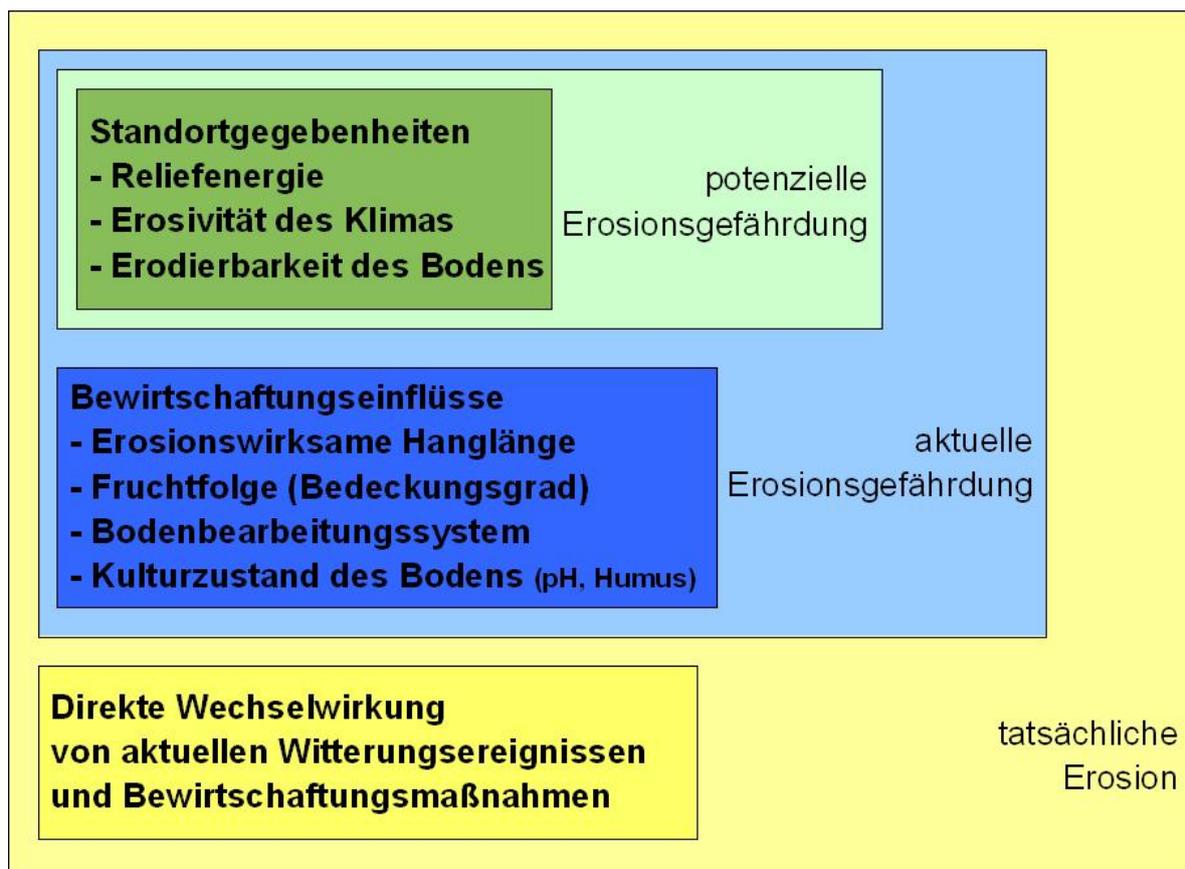


Abb. 1: Faktoren der Bodenerosion (nach HARRACH et al. 2003, verändert)

Die **potenzielle Erosionsgefährdung** wird durch die Standortbedingungen festgelegt, während sich die **aktuelle Erosionsgefährdung** aus den Standortbedingungen und den Bewirtschaftungseinflüssen zusammensetzt. Ob es tatsächlich zu Erosionsereignissen kommt (**tatsächliche Erosion**), bestimmt neben den Standortbedingungen und den Be-

wirtschaftungseinflüssen vor allem die aktuelle Wechselwirkung von Witterungsereignissen und Bewirtschaftung. Als Beispiel für eine solche Situation kann die Durchführung einer Ansaat kurz vor bzw. kurz nach einem Starkregenereignis auf einer Fläche mit ansonsten gleicher Erosionsdisposition herangezogen werden: Erfolgen Saatbettbereitung und Ansaat vor dem Regenereignis, kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu hohen Bodenabträgen, erfolgt die Bestellung erst nach dem Niederschlag, wird dieser nur geringe Auswirkungen auf den Abtrag haben.

Hierdurch wird deutlich, dass die ackerbaulichen Maßnahmen zur Verminderung der Phosphor-Einträge auf eine Verminderung der aktuellen Erosionsgefährdung zielen. Sie können das tatsächliche Eintreten eines Erosionsereignisses unter bestimmten Konstellationen aber trotzdem nicht vermeiden.

In Übersicht 1 ist eine Auswertung jüngerer Literaturangaben zur Wirkung erosionsmindernder Maßnahmen und deren Verminderung des Bodenabtrags in % zusammengestellt. Die Ergebnisse beruhen einerseits auf Modellberechnungen (FREDE & DABBERT 1999, SCHOB & MICHAEL 2006, MOSIMANN 2007), andererseits auf langjährigen Praxisversuchen bzw. Bodenerosionsdauerbeobachtungen (TEBRÜGGE 2000, MOSIMANN 2007). Des Weiteren wurden im Rahmen der Evaluierung der Effizienz von Erosionsschutzmaßnahmen im „Österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft“ (ÖPUL 2003) statistische Auswertungen von 66 Untersuchungen bzw. Literaturquellen zu erosionsmindernden Maßnahmen durchgeführt.

Übersicht 1: Literatúrauswertung zur Wirkung von erosionsmindernden Maßnahmen

Maßnahme/Quelle	Verminderung des Bodenabtrags (%)				
	Schob & Michael	ÖPUL	Mosimann	Tebrügge	Frede & Dabbert
Mulchsaat	-	58-69 % (66 %)	-	-	bis 70 %
Direktsaat	-	55-90 % (74 %)	-	93 %	bis 80 %
konservierende Bodenbearbeitung	45 %	55-90 %	45-80 %	-	bis 80 %
Grünland-/Grünbracheansaat	92 %	93 %	89 %	-	-
Tiefenlinienbegrünung	23-30 %	-	-	-	-
Bewirtschaftung quer zum Hang	-	-	14 %	-	-

Die Auswertung nach Übersicht 1 ergibt eine durchschnittliche Verminderung des Bodenabtrags durch Mulchsaat um 68 %. Bei Direktsaat beträgt die Reduktion im Mittel 82 %, bei der konservierenden Bodenbearbeitung allgemein 64 %. Werden zusätzlich zur konservierenden Bodenbearbeitung noch Begrünungsmaßnahmen wie Puffer- und Schonstreifen ergriffen, erhöht sich die erosionsmindernde Wirkung deutlich. Die Umwandlung von Ackerland in Grünland oder dauerbegrünte Brache erzielt über 90 % Verminderung des Bodenabtrags, wobei die Maximalwerte bei 100 % liegen. In geringerem Umfang (14 % bis

27 % Verminderung des Bodenabtrags) wirken Maßnahmen wie Bewirtschaftung quer zum Hang oder Tiefenlinienbegrünung.

Zusammenfassend kann aus den Angaben in der Literatur im Regelfall von einer erosionsvermindernden Wirkung der wirkungsvollsten Maßnahmen auf Ackerland durchschnittlich von über 60 % bis über 80 % ausgegangen werden.

Abschwemmung

Auf Ackerland kommt es bei verschlammten Böden zu Situationen, bei denen die Niederschlagshöhe die Infiltrationskapazität übertrifft und somit – bei einem entsprechenden Anschluss an Tiefenlinien – eine Abschwemmung von gelöstem P mit dem Oberflächenabfluss erfolgt. Sättigungsinduzierter Oberflächenabfluss entsteht auf Grünland, wenn der Niederschlag auf Böden trifft, die infolge hoch anstehenden Grundwassers, intensiven Stauwassereinflusses oder starken lateralen Zuflusses wassergesättigt sind. Besteht bei diesen Flächen gleichzeitig ein Anschluss ans Gewässernetz, kommt es ebenfalls zur Abschwemmung von P ins Oberflächengewässer.

Die oben beschriebenen Maßnahmen zur Verringerung der Bodenerosion auf Ackerflächen wirken gleichermaßen auf den Prozess der Abschwemmung von denselben. Für Grünland sind im Maßnahmenkatalog aktuell keine abschwemmungsmindernden Maßnahmen enthalten. Diese würden v.a. Maßnahmen im Bereich der Düngungsreduktion, Extensivierung sowie Verbesserung des Bodenzustandes betreffen.

2 Bewertung der Maßnahmenwirkung in Bezug auf die Wasserkörper

Gebietskulisse für die Maßnahmenumsetzung

Die Gebietskulisse für die Maßnahmenumsetzung bilden die hessenweiten Ergebnisse der Modellberechnungen MEPhos (TETZLAFF 2006) des Forschungszentrums Jülich für die Eintragspfade Erosion und Abschwemmung.

Das vom FZ Jülich entwickelte Modell MEPhos quantifiziert den mehrjährigen mittleren P-Eintrag über die acht Pfade Dränung, grundwasserbürtiger Abfluss, Erosion, Abschwemmung, Trennkanalisation, Mischwasserentlastung, kommunale Kläranlagen und industrielle Direkteinleitungen. Dabei wird der diffuse P-Eintrag über die hier betrachteten Pfade Erosion und Abschwemmung auf der Grundlage von homogenen Teilflächentypen (Phosphotopen) flächendifferenziert modelliert, was es ermöglicht, räumliche Schwerpunkte des P-Eintrags zu identifizieren.

Für den **Eintragspfad Erosion** wird im MEPhos mit Hilfe der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) der mittlere jährliche Bodenabtrag durch Flächenerosion in t/ha in sechs Klassen ermittelt. Räumliche Bezugsebene sind die 20 x 20 m großen Rasterzellen der ABAG-Auswertung. Die ABAG berücksichtigt die gebietsspezifische Erosivität der Niederschläge, die schlagbezogenen Bodeneigenschaften, Reliefeigenschaften wie Hanglänge und -neigung sowie Bodenbedeckungsfaktoren.

Zu beachten ist, dass nur Ackerschläge in die Auswertung eingehen, da die Erosion unter Grünlandnutzung infolge der ganzjährigen Vegetationsbedeckung zu vernachlässigen ist.

Für die ABAG-Modellierung wurden folgende Datengrundlagen verwendet:

- Landwirtschaftliche Nutzfläche (LNF) ermittelt durch Zusammenführung von Daten aus INVEKOS, ALK und Weinbaukataster durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), zusätzliche Verwendung von Landwirtschaftsflächen aus ATKIS-DLM 25;
- 20 x 20 m-Raster des DRM 20 (Digitales Reliefmodell Hessen 1:20.000) (HLUG);
- mittlere Sommerniederschläge 1971-2000 (Deutscher Wetterdienst DWD);
- Bodeneigenschaften im Parzellenmaßstab, berechnet aus Bodenschätzungsdaten sowie teilweise aus BFD 50 (Bodenkarte 1:50.000 des HLUG);
- Landwirtschaftliches Wegenetz aus ATKIS DLM 25.

Die MEPhos-Modellberechnungen führen zu den in Übersicht 2 aufgeführten Ergebnissen für Hessen. Die Flächenprozent beziehen sich auf die Ackerflächen.

Übersicht 2: Hessenweite Ergebnisse der MEPhos-Auswertung für den Eintragspfad Erosion (Abtrag der Sedimentliefergebiete in t/ha und Jahr)

Sedimentklasse	t/ha*a	Flächenprozent
0: Ackerflächen mit keinem bis sehr geringem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	< 0,5	16
1: Ackerflächen mit sehr geringem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	0,5 bis 2,5	31
2: Ackerflächen mit geringem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	2,5 bis 5,0	25
3: Ackerflächen mit mittlerem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	5,0 bis 7,0	13
4: Ackerflächen mit hohem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	7,0 bis 15,0	12
5: Ackerflächen mit sehr hohem Erosionspotenzial und Anbindung an das Gewässernetz	> 15,0	3

Für den **Eintragspfad Abschwemmung** errechnet das MEPhos-Modell aus digitalen Niederschlags-, Höhen-, Boden- und Landnutzungsdaten die Orte, an denen Oberflächenabfluss entsteht. Ausgegeben werden mittlere Höhe des Oberflächenabflusses, dessen Fließwege im Gelände sowie dessen P-Konzentration. Zudem werden mithilfe der Reliefanalyse diejenigen Flächen ermittelt, die eine Anbindung an Fließwege und somit an Gewässer besitzen. Berücksichtigt werden hier sowohl Acker-, als auch Grünlandflächen, da Abschwemmung von gelöstem P mit dem Oberflächenabfluss auch auf Grünland relevant ist.

Laut MEPhos-Modell ist der größte Teil der von Abschwemmung betroffenen Ackerflächen auch erosionsrelevant, mit Ausnahme der tieferen Relieflagen, bei denen ausschließlich Abschwemmung und keine Erosion prognostiziert wird.

Übersicht 3: Hessenweite Ergebnisse der MEPhos-Auswertung für den Eintragspfad Abschwemmung (Austragshöhe in mg P-Gesamt pro Liter)

Abschwemmungsklasse	mg P-Gesamt/l	Flächenprozent
1	<=0,2	50,13
2	0,2-0,3	46,12
3	0,3-0,4	1,86
4	0,4-0,5	0,86
5	0,5-0,6	0,44
6	0,6-0,7	0,31
7	0,7-0,8	0,16
8	0,8-0,9	0,07
9	0,9-1,0	0,02
10	>1,0	0,04

Potenzielle Maßnahmenflächen

Auf Basis der Datenauswertungen innerhalb der Gebietskulisse werden folgende Bereiche als potenzielle Maßnahmenflächen identifiziert (vgl. Karte in Anhang 1):

1. Flächen mit den Sedimentklassen 3, 4 und 5 aus der MEPhos-Auswertung, die einen Anschluss an ein Gewässer besitzen (= sedimentlieferende Flächen, vgl. Übersicht 2),
2. Flächen mit Abschwemmung auf Ackerland, die nicht unter 1. fallen und hohe Austragswerte aufweisen,
3. Flächen mit Abschwemmung auf Grünland.

Übersicht 4: Flächenanteil der potenziellen Maßnahmenflächen

Fläche	ha	%-Anteil an der LNF
1. Flächen mit ABAG-Klassen 3, 4 und 5	99.600	12
2. Flächen mit Abschwemmung auf Ackerland und Sedimentklassen 3, 4 und 5	15.500	2
3. Flächen mit Abschwemmung auf Grünland	75.800	9

Maßnahmenwirkung

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung auf der räumlichen Ebene der Wasserkörper erfolgt durch die Abschätzung der Minderung von erosionsbedingten Sedimentabträgen infolge erosionsmindernder Maßnahmen.

Eine Zuordnung der Minderung von Sedimentabträgen in absoluten Werten (in t/ha) kann für die Maßnahmen zur Minderung eines Phosphoreintrages in die Oberflächengewässer nicht angegeben werden, da für das aktuelle Belastungspotenzial die jeweilige Ausgangssituation auf dem Schlag, die Reliefposition, das aktuell eingesetzte Bewirtschaftungssystem, etc. ausschlaggebend sind. Eine quantitative Aussage kann nur insofern getroffen werden, dass bei Flächen mit hohem Erosionspotenzial der absolute Minderungsbetrag in der Regel deutlich größer ist, als auf Flächen mit geringerem Erosionspotenzial.

Aus diesem Grund wird, ausgehend von den durch die FA Jülich abgeschätzten Sedimentabträgen, die Maßnahmenwirkung durch Relativwerte ausgedrückt. Diese können in einer Spanne (Min., Max.) und einem Mittelwert angegeben werden.

Hierfür können folgende Randbedingungen angenommen werden:

- (1) Die Umwandlung von Ackernutzung in Grünland oder dauerbegrünte Brache erzielt eine Maßnahmenwirkung von 92-100 %. Dies bedeutet, der bisherige Sedimentabtrag von der betreffenden Fläche wird annähernd vermieden.
- (2) Bei Beibehaltung einer Ackernutzung vermindert sich das Wirkungspotenzial der Maßnahmen deutlich im Vergleich zu (1).
- (3) Ein Verminderungspotenzial von 100 % kann bei Ackernutzung nie erreicht werden.
- (4) Bei Ackernutzung ist durch eine entsprechende Anpassung der Bewirtschaftungsmaßnahmen ein maximales Verminderungspotenzial von 75 % erreichbar.

Auf der Grundlage der zuvor aufgeführten Randbedingungen werden den durch die Expertenbefragung für die Maßnahmen festgelegten Wirkungsklassen 1, 2 und 3 entsprechende Verminderungspotenziale für den Sedimentaustrag als Relativwerte zugeordnet (Übersicht 5). Die Abschätzung der Sedimenteinsparung kann dann über den mittleren potenziellen Sedimentabtrag (FA Jülich) und die mittlere Verminderung des Sedimentaustrages erfolgen. Grundsätzlich ergeben sich aus den in Kapitel 4 ausgewählten Maßnahmen unterschiedliche Maßnahmenkombinationen pro Szenario. Bei den Kombinationen wurde darauf geachtet, dass sich die Maßnahmen pro Sedimentklasse (d. H. pro Fläche) ergänzen bzw. nicht ausschließen. Für die Berechnung der aufsummierten Maßnahmenwirkung von Maßnahmenkombinationen wurde ein Korrekturfaktor von 0,7 eingesetzt, um eine Überschätzung der Wirkung pro Fläche zu vermeiden.

Für Flächen mit Abschwemmung auf Ackerland wurde für alle Maßnahmen für die Verminderung der Abschwemmung ein mittlerer Reduktionswert von 50 % angesetzt.

Übersicht 5: Zuordnung der relativen Verminderung des Sedimentaustrages zu den Wirkungsklassen der Maßnahmen

Wirkungsklasse der Maßnahme	Relative Verminderung des Sedimentaustrages (%)		
	Min.	Mittel	Max.
1	0	13	25
2	26	38	50
3	51	63	75

3 Ergebnisse der Beteiligungswerkstätten

Im Rahmen der in Hessen durchgeführten 15 Beteiligungswerkstätten zur Maßnahmenplanung bezüglich diffuser Stoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer wurden in zehn Beteiligungswerkstätten Maßnahmen zur Verminderung der diffusen P-Einträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in die Oberflächengewässer vorgestellt, diskutiert und bewertet. In den beiden Beteiligungswerkstätten im „Hessischen Ried“ sowie der Beteili-

gungswerkstatt „Untermainebene“ wurde wegen den in diesen Regionen sehr geringen Anteilen an erosionsgefährdeten Flächen auf eine Diskussion des Themas verzichtet. Die P-Arbeitsgruppen in der Beteiligungswerkstatt „Frankenberger Bucht und südliches Ederbergland“ lieferten leider keine verwertbaren Ergebnisse. Die erosionsmindernden Maßnahmen für den Weinbau wurden in den Beteiligungswerkstätten „Rheingau“ sowie „Vorderer Odenwald“ bewertet und nicht in die Gesamtauswertung mit einbezogen.

Die sich aus der hessenweiten Auswertung für die erosionsmindernden Maßnahmen im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung ergebende Rangfolge bezüglich der Akzeptanz der Maßnahmen seitens der Landwirtschaft ist in Übersicht 6 zusammen gestellt. Die Rangfolge für den Weinbaubereich findet sich in Übersicht 7. Der „mittlere Rang Akzeptanz“ ergibt sich aus der statistischen Auswertung der Rangplätze, die in den Beteiligungswerkstätten vergeben wurden (1 = sehr hohe Akzeptanz, 10 = sehr geringe Akzeptanz). Die „Wirkungsklasse P“ dagegen ist keine Auswertung aus den Beteiligungswerkstätten, sondern gibt die Ergebnisse der 2007 durchgeführten Expertenbefragung zur Wirkung einer Maßnahme (3 = hohe Wirkung, 2 = mittlere Wirkung, 1 = geringe Wirkung) wieder.

Allgemeine Landwirtschaft

Übersicht 6: Rangfolge der Maßnahmen (Akzeptanz in der Landwirtschaft) für die landwirtschaftliche Nutzung in der hessenweiten Auswertung von 10 Beteiligungswerkstätten

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Maßnahme	Wirkungsklasse P
157	3,59	7	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"	2
163	3,80	13	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)	1
146	3,86	8	maßnahmenbezogene Förderung (z.B. freiwillige Vereinbarungen, Kooperationen)	3
109	4,08	12	Vermeidung von Bodenverdichtungen (Minderung der Wassererosion in Hanglagen)	1
117	4,10	12	Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten	3
111	4,18	8	konservierende Bodenbearbeitung	2
126	4,44	11	Bewirtschaftung quer zum Hang	1
165	4,56	10	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach der Getreideernte vor Sommerfrüchten	2
213	4,69	7	Beseitigung von Bodenschadverdichtungen in Kombination Anbau einer tiefwurzelnden Kultur im Folgejahr	1
118	4,87	11	Direktsaat mit spezieller Direktsaatmaschine in Reste der Vorkultur bzw. in abgestorbenen Bestand	2
221	5,78	10	Flurneuerungsverfahren unter dem Gesichtspunkt der Erosionsverminderung	3
16	5,97	8	Maisengsaat	1
123	6,26	9	mind. 15 m breiter Grünstreifen im Hangbereich als Erosionsschutz	3
125	6,49	6	Begrünung der Tiefenlinie im Ackerland (Abflusswege in Geländemulden)	3

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Maßnahme	Wirkungs-klasse P
124	6,49	6	ausreichender Abstand von Gewässern bei Weidehaltung, kein Viehzutritt zum Gewässer	1
36	7,65	8	Acker- und Gewässerrandstreifen ohne landwirtschaftliche Nutzung bzw. nur Begrünung und Pflege	3
110	7,74	9	Hanglängen verkürzen (Ranken, Gräben, Dämme, Furchen)	2
42	8,73	8	Brache mehrjährig (5 Jahre)	3
38	9,09	11	Umwandlung von Acker in Grünland	3

Weinbau

Übersicht 7: Rangfolge der Maßnahmen (Akzeptanz im Weinbau) für die weinbauliche Nutzung (Auswertung aus 2 Beteiligungswerkstätten)

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Maßnahme	Wirkungs-klasse P
261	1,50	2	Alternierende Dauerbegrünung jeder 2. Rebgarbe im Wechsel mit Bodenbearbeitung	2
282	1,70	4	Böschungsbegrünung von Querterrassen	3
109	3,00	3	Vermeidung von Bodenverdichtungen (Minderung der Wassererosion in Hanglagen)	1
263	3,37	4	Alternierende Teilzeitbegrünung als Herbst-/Winterbegrünung im Wechsel mit Dauerbegrünung, Umbruch Mitte/Ende Mai, Bearbeitung bis Einsaat	2
146	3,45	2	maßnahmenbezogene Förderung (z.B. freiwillige Vereinbarungen, Kooperationen)	3
275	3,61	4	Rillenlose Bodenbearbeitung in Hanglagen	1
274	3,79	4	Beseitigung von Fahrspuren	1
133	6,00	1	Mengenbegrenzung der Ausbringung von Wirtschaftsdünger/organischem Dünger auf der Einzelfläche unterhalb 170 kg Gesamt-N/ha (DVO) je Jahr	1
237	6,42	4	Landbauliche Verwertung von Ernterückständen. Flächenkompostierung.	2
276	6,63	4	Bodenabdeckung mit organischen Materialien	2
260	7,18	4	Beidseitige Dauerbegrünung der Rebgarben	3
286	7,45	3	Verbot der Winterbodenbearbeitung	3
123	9,18	1	mind. 15 m breiter Grünstreifen im Hangbereich als Erosionsschutz	3
1006	10,00	1	Anlage von Querterrassen	3
246	10,00	1	Reduzierung des Herbizidaufwandes	1

Eine Differenzierung der Maßnahmenbewertung nach den einzelnen Beteiligungswerkstätten ist hier nicht aufgeführt, da es pro Beteiligungswerkstatt maximal 2 Phosphor-Arbeitsgruppen gab und somit keine Verallgemeinerungen hinsichtlich einer regionalen Differenzierung getroffen werden können. Bei den meisten der in der hessenweiten Auswertung erstplatzierten Maßnahmen (vgl. Übersicht 6) gab es hinsichtlich der Rangplätze

keine gravierenden Unterschiede zwischen den Beteiligungswerkstätten. Insbesondere die Maßnahmen, „maßnahmenbezogene Förderung (z. B. freiwillige Vereinbarungen, Kooperationen) (ID 146)“, „Vermeidung von Bodenverdichtungen (Minderung der Wassererosion in Hanglagen) (ID 109)“, „konservierende Bodenbearbeitung“ (ID 111), „Verzicht auf Bodenbearbeitung nach der Getreideernte vor Sommerfrüchten“ (ID 165) und „Beseitigung von Bodenschadverdichtungen in Kombination mit Anbau einer tiefwurzelnden Kultur im Folgejahr“ (ID 213) wurden relativ einheitlich bewertet und nehmen Rangplätze mit hoher Akzeptanz ein.

Ebenfalls relativ übereinstimmend auf den Rangplätzen 1 bis 3 bzw. 4, aber jeweils mit einer stark abweichenden Bewertung in einer Beteiligungswerkstatt auf Rangplatz 7 bzw. 10 wurden die Maßnahmen „Intensivberatung Konservierende Bodenbearbeitung“ (ID157) bzw. „Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)“ (ID 163) beurteilt.

Deutlich kontroverser zwischen den Beteiligungswerkstätten wurden die Maßnahmen „Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten“ (ID 117), „Bewirtschaftung quer zum Hang“ (ID 126) und „Direktsaat mit spezieller Direktsaatmaschine in Reste der Vorkultur bzw. in abgestorbenen Bestand“ (ID 118) bewertet. Beispielsweise zeigt sich die deutliche Abhängigkeit der Maßnahme Direktsaat von Betriebsstruktur und Produktionstechnik in der breiten Spanne der Rangplätze von 2 bis 9 (Durchschnitt 5).

Aus der Maßnahmenrangfolge und den Diskussionen während der Beteiligungswerkstätten lassen sich zahlreiche Informationen für die Maßnahmenzuordnung und spätere Maßnahmenumsetzung gewinnen, von denen im Folgenden die wichtigsten Punkte aufgeführt sind. Eine vollständige Auflistung aller Diskussionspunkte findet sich im Anhang 2.

1. Beratung und Schulung wird von Seiten der Landwirte und der Berater als zentrales Element einer Minderung der diffusen Phosphorbelastung angesehen. Dies wird bekräftigt durch die Feststellung vieler Teilnehmer an den Beteiligungswerkstätten und der Beobachtung der durchführenden Personen, dass die Wirkungsbewertung für die Maßnahmen oft ein Problem darstellte. Es muss gefolgert werden, dass zahlreiche Landwirte in diesem Bereich eine Verbesserung des Grundlagen- und Prozesswissens sowie der Zusammenhänge benötigen, um die Auswirkungen (positive oder negative) ihrer jeweiligen Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Gewässerbelastung zutreffend einschätzen zu können. Beratung hat demzufolge mehrere positive Wirkungen auf die Zielerreichung. Die wichtigsten sind hierbei:
 - Akzeptanzförderung,
 - gezielter Maßnahmen Einsatz in Problembereichen,
 - Förderung der optimalen Eigeneinschätzung.
2. Eine Flächenauswahl für die Maßnahmenumsetzung ausschließlich basierend auf den Ergebnissen der Berechnungen der FA Jülich wird nicht zielführend sein. Vielmehr müssen diese Ergebnisse dazu verwendet werden, um die entscheidenden Punkte für eine gezielte Maßnahmenumsetzung zu lokalisieren. Dort kann, begleitet durch die Be-

ratung, eine gezielte Maßnahmenumsetzung auf den entsprechend gefährdeten Flächen erfolgen.

Zudem wurden Anmerkungen zu den folgenden Punkten gemacht (vgl. Anhang 2):

Weitere Belastungsquellen:

- Nichtlandwirtschaftliche Flächennutzung
- Flusssauenbelastung durch Punkteinleiter
- Oberflächengewässer belasten die landwirtschaftlichen Flächen (z.B. nach Überflutung)

Datengrundlage und Auswertungen:

- Alle Belastungsquellen berücksichtigen
- Messergebnisse und Auswertungen zugänglich machen
- Zuordnung der Belastungen zu den möglichen Eintragspfaden

Maßnahmenumsetzung:

- Maßnahmenumsetzung entsprechend der ermittelten Belastungspotenziale der einzelnen Belastungsquellen/Eintragspfade
- Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern/Stoffen (PSM, NO₃, etc.) beachten
- Cross Compliance-Vorgaben mit berücksichtigen – keine noch höheren Belastungen für die Landwirtschaft
- Klimaveränderungen bei der Maßnahmenplanung berücksichtigen

Ökologischer Landbau

Da der Ökologische Landbau in den 15 von Mitte Januar bis Anfang März stattgefundenen Beteiligungswerkstätten nicht ausreichend repräsentiert war, wurde am 15.04.2008 eine spezielle Beteiligungswerkstatt für den Ökologischen Landbau durchgeführt. Die Ergebnisse der Beteiligungswerkstatt zeigen, dass sich für den Ökologischen Landbau Besonderheiten in der Maßnahmenumsetzung ergeben:

- Maßnahmen wie Mulchsaat, Anbau von winterharten Zwischenfrüchte, Verzicht der Bodenbearbeitung nach der Getreideernte vor Sommerfrüchten sowie Maisengsaat sind aufgrund des Unkrautdrucks nicht durchführbar. Im konventionellen Anbau wird beispielsweise beim Anbau von winterharten Zwischenfrüchten mit anschließender Mulchsaat der Folgefrucht im Frühjahr der Zwischenfruchtbestand chemisch abgetötet (Round-Up), um ein Mulchbett zu erzielen. Ebenso führt im konventionellen Anbau ein Verzicht der Bodenbearbeitung nach der Getreideernte vor Sommerfrüchten zu einem erhöhten Einsatz an Pflanzenschutzmitteln. Da im Ökologischen Landbau keine Pflanzenschutzmittel erlaubt sind, können die beschriebenen Maßnahmen nicht durchgeführt werden.
- Eine Einschränkung des Leguminosenanbaus ist nicht durchführbar, da Leguminosen für die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sowie für die Stickstoffversorgung der Nachfrucht einen wichtigen Bestandteil der Fruchtfolge im Öko-

logischen Landbau darstellen. Im Durchschnitt besteht ein Drittel der Fruchtfolge aus Hauptfruchtkörnerleguminosen.

Zusammenfassend müssen auf ökologisch bewirtschafteten Flächen die oben genannten Maßnahmen bei der Umsetzung ausgesetzt werden.

4 Szenarien

Entsprechend den Vorgaben der AG Stoffe wurde die Maßnahmenzuordnung in Form von mehreren Maßnahmen-Szenarien erstellt, die sich der Intensität der Maßnahmenwirkung sowie der Einschränkungen für die Landwirtschaft unterscheiden:

1. Szenario „Vorschlag“ mit Maßnahmen von geringer Eingriffsintensität,
2. Szenario „Szenario 1“ mit Maßnahmen von mittlerer und hoher Eingriffsintensität incl. der Umwandlung von aktuell als Ackerland genutzter Flächen in Grünland und
3. Szenario „Szenario 2“ mit Maßnahmen von mittlerer und hoher Eingriffsintensität bei Beibehaltung einer Ackernutzung auf den aktuell als Acker genutzten Flächen.

Für die einzelnen Szenarien wurden jeder der vom FZ Jülich ausgewiesenen Sedimentklassen 3, 4 und 5 entsprechende Maßnahmen zugeordnet. Alle Maßnahmen, die den Flächen einer Sedimentklasse zugeordnet werden, gelten auch jeweils für die Flächen höherer Sedimentklassen. Entsprechend gelten z. B. Maßnahmen für Flächen mit Sedimentklasse 3 (mittel) auch für Flächen mit Sedimentklasse 4 (hoch) und Sedimentklasse 5 (sehr hoch) neben den für diese Flächen zusätzlich vorgeschlagenen Maßnahmen.

Die Szenarien sind so gewählt, dass die möglichen Handlungsextreme abgebildet werden. Während das Szenario „Vorschlag“ überwiegend Maßnahmen mit geringer Eingriffsintensität beinhaltet, die relativ gut in der landwirtschaftlichen Praxis umgesetzt werden könnten, ist im Szenario 1 die Umwandlung von Ackerland in Grünland für alle Flächen mit Sedimentklasse 5 vorgesehen, die zu einer Gefährdung der Existenz landwirtschaftlicher Betriebe führen kann.

In Übersicht 8 bis Übersicht 10 sind die Maßnahmen für den Bereich der allgemeinen Landwirtschaft nach Szenarien gruppiert aufgelistet, in Übersicht 11 und Übersicht 12 entsprechend für den Weinbau.

Allgemeine Landwirtschaft

Übersicht 8: Szenario „Vorschlag“ (Maßnahmen mit geringer Eingriffsintensität)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
Sedimentklasse 5, sehr hoch (>15 t/ha*a)	117	Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten
	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang

Sedimentklasse 4, hoch (> 7,5-15 t/ha*a)	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang
Sedimentklasse 3, mittel (5-7,5 t/ha*a)	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang

Übersicht 9: Szenario „Szenario 1“ (Maßnahmen mit mittlerer und hoher Eingriffsintensität inkl. Umwandlung Ackerland in Grünland)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
Sedimentklasse 5, sehr hoch (>15 t/ha*a)	38	Umwandlung von Acker in Grünland
Sedimentklasse 4, hoch (> 7,5-15 t/ha*a)	117	Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten
	125	Begrünung der Tiefenlinie im Ackerland (Abflusswege in Geländemulden)
	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang
Sedimentklasse 3, mittel (5-7,5 t/ha*a)	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang

Übersicht 10: Szenario „Szenario 2“ (Maßnahmen mit mittlerer und hoher Eingriffsintensität bei Beibehaltung einer Ackernutzung auf den als Acker genutzten Flächen)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
Sedimentklasse 5, sehr hoch (>15 t/ha*a)	36	Acker- und Gewässerrandstreifen ohne landwirtschaftliche Nutzung bzw. nur Begrünung und Pflege
	123	mind. 15 m breiter Grünstreifen im Hangbereich als Erosionsschutz
	125	Begrünung der Tiefenlinie im Ackerland (Abflusswege in Geländemulden)
	117	Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten
	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang
Sedimentklasse 4, hoch (> 7,5-15 t/ha*a)	117	Mulchsaat nach nichtwendender Bodenbearbeitung in Saatbett mit Pflanzenresten
	125	Begrünung der Tiefenlinie im Ackerland (Abflusswege in Geländemulden)
	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang
Sedimentklasse 3, mittel (5-7,5 t/ha*a)	157	Intensivberatung "Konservierende Bodenbearbeitung"
	163	Zwischenfruchtanbau abfrierend (Bodenbearbeitung erst im Frühjahr oder Mulchsaat Frühjahr)
	126	Bewirtschaftung quer zum Hang

Weinbau

Übersicht 11: Szenario „Vorschlag“ (Maßnahmen mit geringer Eingriffsintensität)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
Sedimentklasse 5, sehr hoch (>15 t/ha*a)	261	Alternierende Dauerbegrünung jeder 2. Rebgeisse im Wechsel mit Bodenbearbeitung (Weinbau)
	282	Böschungsbegrünung von Querterrassen (Weinbau)
	263	Alternierende Teilzeitbegrünung als Herbst-/Winterbegrünung im Wechsel mit Dauerbegrünung, Umbruch Mitte/Ende Mai, Bearbeitung bis Einsaat (Weinbau)
	286	Verbot der Winterbodenbearbeitung (Weinbau)
Sedimentklasse 4, hoch (> 7,5-15 t/ha*a)	261	Alternierende Dauerbegrünung jeder 2. Rebgeisse im Wechsel mit Bodenbearbeitung (Weinbau)
	263	Alternierende Teilzeitbegrünung als Herbst-/Winterbegrünung im Wechsel mit Dauerbegrünung, Umbruch Mitte/Ende Mai, Bearbeitung bis Einsaat (Weinbau)

Übersicht 12: Szenario „Szenario 1 und 2“ (Maßnahmen mit mittlerer und hoher Eingriffsintensität)

Sedimentklasse	M_ID	Maßnahme
Sedimentklasse 5, sehr hoch (>15 t/ha*a)	261	Alternierende Dauerbegrünung jeder 2. Rebgeisse im Wechsel mit Bodenbearbeitung (Weinbau)
	263	Alternierende Teilzeitbegrünung als Herbst-/Winterbegrünung im Wechsel mit Dauerbegrünung, Umbruch Mitte/Ende Mai, Bearbeitung bis Einsaat (Weinbau)
	275	Rillenlose Bodenbearbeitung in Hanglagen
	274	Beseitigung von Fahrspuren
	260	Beidseitige Dauerbegrünung der Rebgeissen (Weinbau)
	286	Verbot der Winterbodenbearbeitung (Weinbau)
	123	mind. 15 m breiter Grünstreifen im Hangbereich als Erosionsschutz
Sedimentklasse 4, hoch (> 7,5-15 t/ha*a)	261	Alternierende Dauerbegrünung jeder 2. Rebgeisse im Wechsel mit Bodenbearbeitung (Weinbau)
	263	Alternierende Teilzeitbegrünung als Herbst-/Winterbegrünung im Wechsel mit Dauerbegrünung, Umbruch Mitte/Ende Mai, Bearbeitung bis Einsaat (Weinbau)
	275	Rillenlose Bodenbearbeitung in Hanglagen
	274	Beseitigung von Fahrspuren
Sedimentklasse 3, mittel (5-7,5 t/ha*a)	275	Rillenlose Bodenbearbeitung in Hanglagen
	274	Beseitigung von Fahrspuren

Eine entsprechende Differenzierung wie im Bereich Landwirtschaft zwischen „Maßnahmen mit mittlerer und hoher Eingriffsintensität inkl. Umwandlung Ackerland in Grünland“ (Szenario 1) und „Maßnahmen mit mittlerer und hoher Eingriffsintensität bei Beibehaltung einer Ackernutzung auf den als Acker genutzten Flächen“ (Szenario 2) ist für Weinbau nicht sinnvoll, da Szenario 1 die vollständige Aufgabe des Weinbaus bedeuten würde. Aus diesem Grund werden beim Weinbau für Szenario 1 und 2 dieselben Maßnahmen festgelegt.

4.1 Maßnahmenzuordnung in der Umsetzung

Für die praktische Umsetzung der Maßnahmen können die oben beschriebene Maßnahmenzuordnung und die abgeschätzten Flächenanteile nur die Planungs- und Kalkulationsgrundlage bieten. Für zahlreiche Maßnahmen ist es unabdingbar, dass ihr Einsatz vor Ort mit den Landwirten und gegebenenfalls Dritten (z. B. Bodenschutz, Naturschutz etc.) im Einzelnen geplant und realisiert wird.

Ebenso muss berücksichtigt werden, dass die in den drei unterschiedlichen Szenarien zugeordneten Maßnahmen eine Auswahl darstellen, die nicht grundsätzlich als vollständig gelten kann und die nach den örtlichen Gegebenheiten unterschiedlich kombiniert werden können. Entsprechend ist es denkbar, dass sich in bestimmten Gebieten weitere, aktuell nicht zugeordnete Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog über die Beratung als lokal sinnvoll einsetzbar und zielführend identifiziert werden.

So ergeben sich für die eigentliche Maßnahmenumsetzung folgende Rahmenbedingungen bzw. Vorschläge:

1. Gebietskulisse für eine Maßnahmenumsetzung sind
 - die ausgewiesenen Sedimentlieferflächen der MEPhos-Auswertung (Ackerland),
 - die ausgewiesenen Abschwemmungsflächen (Acker- und Grünland)
2. Zuordnung der Maßnahmen für die Umsetzung über Berater, die vor Ort mit den Landwirten und ggf. Dritten die Flächen und die zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen z. B. nach folgenden Schritten festlegen.
 - Die Gebietskulisse der Planungsebene bildet den Suchraum für den Berater in der Maßnahmenumsetzung.
 - Die Problemflächenausweisung der Gebietskulisse wird vor Ort gemeinsam mit den Flächenbewirtschaftern verifiziert bzw. angepasst.
 - Die Zuordnung von Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen erfolgt in Absprache mit den Betroffenen und in einem sinnvollen und nachhaltigen lokalen/regionalen Kontext.
 - Die Flächenbewirtschafter erhalten eine Umsetzungsberatung, um eine optimale Maßnahmenumsetzung und Maßnahmenwirkung zu gewährleisten.
 - Die Beratungsangebote erfolgen abgestimmt mit den weiteren Beratungsschwerpunkten bezüglich einer Verminderung der Nitratbelastung des Grundwassers und

einer Verminderung der Belastung von Oberflächengewässern mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen.

5 Ergänzungen des Maßnahmenkataloges

Der Maßnahmenkatalog enthält die Maßnahmen, die zum Zeitpunkt der Erstellung zur Verfügung standen bzw. eingearbeitet wurden. Bereits in der bisherigen Bearbeitungszeit wurden Maßnahmen ergänzt. Einerseits gehen diese auf Vorschläge aus den Beteiligungswerkstätten zurück, andererseits wurden in Wissenschaft und Praxis neue Maßnahmen entwickelt.

Aus diesem Grund sollte der Maßnahmenkatalog auch in der Umsetzungsphase der Wasserrahmenrichtlinie offen gehalten werden, so dass gegebenenfalls Maßnahmen ergänzt werden können.

6 Abschätzung der durch die Maßnahmenumsetzung entstehenden Kosten

Für die ökonomische Bewertung der Maßnahmen muss eine Möglichkeit gefunden werden, die Kostenwirkung einer Maßnahme zu ermitteln. Hierzu sind einerseits Daten zur Wirkung der Maßnahme (vgl. Übersicht 5) und andererseits Daten zu den jeweils für die Maßnahmenumsetzung entstehenden Kosten notwendig.

Eine Berechnung der Kosten für die in Kapitel beschriebenen Szenarien und die Beschreibung der Vorgehensweise bei der Berechnung finden sich im Anhang 3.

6.1 Kostenermittlung

Als Grundlage für die ökonomische Bewertung einer Maßnahme wurden die potenziellen **Kosten der Maßnahme in €/ha** auf der Grundlage von zahlreichen Datenquellen errechnet bzw. abgeschätzt.

Datengrundlagen bildeten:

- Datensammlungen aus der landwirtschaftlichen Betriebsplanung (KTBL 2004),
- Verrechnungssätze für überbetriebliche Maschinenarbeit in Hessen (LANDESARBEITSKREIS ÜBERBETRIEBLICHE MASCHINENVERWENDUNG 2006),
- Einzelausgleichsbeträge nach SchALVO Baden-Württemberg (LFP BADEN-WÜRTTEMBERG 2004),
- Kooperations- bzw. Ausgleichsvereinbarungen in verschiedenen Wasserschutzgebieten,
- Förderprogramme aus den Agrarumweltmaßnahmen der Bundesländer: HEKUL bzw. HIAP Hessen; Vorschläge für mögliche Agrarumweltmaßnahmen, Schleswig-Holstein (HARTMANN et al. 2006),

- Ausgleich für Landwirte und Waldbesitzer in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten in Bayern (LFL BAYERN 2002),
- Angaben aus dem Handbuch „Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie“ (UBA 2004),
- Maßnahmensteckbriefe „Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz“ der Universität Hohenheim (BILLEN et al. 2007).

Neben den aufgelisteten Datengrundlagen wurden zusätzlich eigene Berechnungen auf der Grundlage des vorhandenen Expertenwissens sowie Ergebnisse von aktuellen Anfragen bei der Düngemittelindustrie und dem Handel etc. mit in die Kostenermittlung eingearbeitet. Die jeweils für die Bewertung der konkreten Maßnahme verwendeten Datengrundlagen und Annahmen sind den entsprechenden Bemerkungsfeldern der Datenbank zu entnehmen.

Zur ökonomischen Bewertung und vor allem zum Vergleich der ermittelten potenziellen Kosten ist der Bezug auf eine einheitliche Basis notwendig. Da die einzelnen Maßnahmen unterschiedliche Ansätze und Eingriffspunkte haben, wurden Kenngrößen zur Umrechnung auf das einheitliche Bezugssystem benötigt. Auf dieser Grundlage und da die meisten Maßnahmen der Auswahlliste einen Flächenbezug haben, womit entstehende Kosten je ha berechnet werden können, wurden die Kosten für nicht-flächenbezogene Maßnahmen wie z. B. Beratung, auf den Flächenbezug in €/ha umgerechnet:

Umrechnung der Kosten je Betrieb in Kosten je ha:

- Durchschnittliche Betriebsgröße (Flächenausstattung): 49 ha
- Quelle: LFP Südhessen

Umrechnung der Kosten je Gemarkung in Kosten je ha:

- Durchschnittliche Ackerflächen je Gemarkung: 342 ha
- Durchschnittliche Grünlandfläche je Gemarkung: 102 ha
- Quelle: eigene Flächenplanimetrierung auf Grundlage ATKIS und InVeKos

Für den Maßnahmenkatalog wurden aus den verschiedenen Kostenangaben der ausgewerteten Literatur, die teilweise auch in Spannen angegeben sind, Mittelwerte gebildet, diese anschließend 4-stufig (0 = keine, 1 = gering, 2 = mittel, 3 = hoch) klassifiziert und als Endergebnis der Kostenbewertung einer Maßnahme unter dem Punkt Kosten in die Datenbank eingetragen.

Die im Maßnahmenkatalog ausgewiesenen Kosten besitzen keine langfristige Gültigkeit, da sie sich entsprechend der Entwicklung von Agrarpreisen und Teuerungsraten kurz- und mittelfristig verändern können.

Sich ergebende Synergien zwischen der Beratung zur Verminderung der diffusen Phosphoreinträge in Oberflächengewässer zur Beratung im Hinblick auf eine Verminderung der Nitratbelastung des Grundwassers und einer Verminderung der Belastung von Oberflächengewässern mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen können zu einer Reduktion der Bera-

tungskosten führen. Weiterhin muss bei mehrjährigen Kostenabschätzungen beachtet werden, dass die Beratungskosten, infolge eines im Zeitverlauf zunehmenden Beratungserfolgs und damit abnehmenden Beratungsbedarfs, sinken.

6.2 Flächenberechnung

Wie in den Kapiteln 2 und 4 beschrieben, werden die Maßnahmen für den jeweiligen Wasserkörper den vom FZ Jülich ausgewiesenen Sedimentlieferflächen entsprechend der Sedimentklasse bzw. den Flächen mit Abschwemmung (Acker) zugeordnet. Durch eine GIS-Verschneidung dieser rasterbasierten Auswertungen des FZ Jülich mit den Geometrien der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (ermittelt durch Zusammenführung von Daten aus INVEKOS, ALK und Weinbaukataster durch das HLUG, zusätzliche Verwendung von Landwirtschaftsflächen aus ATKIS-DLM 25) wird ein Flächenbezug hergestellt, mit dem eine Flächenberechnung für jede Maßnahme durchgeführt werden kann.

Da für Abschwemmung auf Grünland im Maßnahmenkatalog noch keine Maßnahmen vorliegen, kann zwar die Fläche ermittelt werden, die betroffen ist, aber noch keine Kostenabschätzung vorgenommen werden.

Betrachtet man die MEPhos-Auswertung für den Bereich des Hessischen Rieds, sind nur wenige Flächen sichtbar, die in eine hohe ABAG-Klasse oder in den Bereich Abschwemmung fallen. Nach Expertenmeinung sollten diese Flächen nicht mit berücksichtigt werden, da die Modellberechnung hier nicht die Realität widerspiegelt. Ein Ausschluss dieser – wenn auch wenigen Flächen – aus der Flächen- und Kostenberechnung wurde für die folgenden Kostenrechnungen nicht vorgenommen.

Die vollständige Berechnung pro Maßnahmen und Wasserkörper findet sich in Anhang 3.

7 Beratung als zentrales Instrument der Umsetzung der Maßnahmen

In den Diskussionen während der Beteiligungswerkstätten zeigte sich, dass der Beratung eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der Maßnahmen zugemessen wird. Ebenso wurde im Rahmen der Evaluierung der Hessischen Kooperationen zwischen Land- und Wasserwirtschaft der Beratung zur Verminderung der Grundwasserbelastung aus der landwirtschaftlichen Nutzung ein sehr hoher Stellenwert zuerkannt (BACH et al. 2006).

Aus diesen Erfahrungen heraus ist es folgerichtig, die Umsetzung der Maßnahmen mit dem Instrument der begleitenden Beratung auszustatten, um die notwendige Effizienz und die optimale Zielerreichung sicherzustellen. Beratung sollte in diesem Zusammenhang einerseits als selbständige Maßnahme zur Zielerreichung (vgl. z. B. Maßnahme „Intensivberatung Konservierende Bodenbearbeitung“, ID 157) und andererseits als unterstützendes Instrument zur Identifizierung der tatsächlichen Maßnahmenflächen und als Hilfestellung bei der Umsetzung von Maßnahmen gesehen werden. Insbesondere bei Maßnahmen, deren Umsetzung von der schlag- oder betriebsspezifischen Situation abhängig ist, ist eine individuelle Beratung erforderlich. Dies betrifft v.a. folgende in den Beteiligungswerkstätten bewertete Maßnahmen (vgl. Übersicht 6):

- maßnahmenbezogene Förderung (z. B. freiwillige Vereinbarungen, Kooperationen)
- Vermeidung von Bodenverdichtungen (Minderung der Wassererosion in Hanglagen)
- Flurneuordnungsverfahren unter dem Gesichtspunkt der Erosionsverminderung

Des Weiteren wurden im Rahmen der Beteiligungswerkstätten Maßnahmen zur „Optimierung des Bodenzustands“ sowie Maßnahmen zur „räumlichen Neustrukturierung von Hangflächen: freiwilliger Landtausch, Verminderung Vorgewende, Einziehen von Wegen“ unter dem Gesichtspunkt einer erosionsmindernden Wirkung vorgeschlagen, deren Umsetzung ebenfalls einer situationsangepassten Beratung bedarf.

8 Wechselwirkungen WRRL und Cross Compliance

Gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29.11.2003 (Amtsbl. der Europäischen Union L270/1) wird die Gewährung von Direktzahlungen seit dem Jahr 2005 auch an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen Umwelt, Lebensmittelrecht, Tiergesundheit und -schutz u.a. geknüpft (Cross Compliance). Neben Regelungen zur Erhaltung von Dauergrünland sollen Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand erhalten werden. Zu den Maßnahmen zählen die Erhaltung von Landschaftselementen, die Instandhaltung ungenutzter Flächen, die Erhaltung der organischen Substanz sowie die Erosionsvermeidung. Die Konkretisierung der Anforderungen zum Erosionsschutz erfolgte in Deutschland im Direktzahlungen-Verpflichtungengesetz (DirektZahlVerpflG) und in der dazugehörigen Verordnung (DirektZahlVerpflV) aus dem Jahr 2004.

Änderungsbedarf bezüglich der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung ergab sich aus Nachbesserungs-Forderungen seitens der EU, ein entsprechender Entwurf der Verordnung liegt seit dem 20.01.2008 vor. Vorgesehen ist, bei Ackerflächen, die in eine mindestens gleichwertige Fördermaßnahme (o. ä.) zum Erosionsschutz einbezogen sind, den Betriebsleiter von den Auflagen auszunehmen, da die geförderten Maßnahmen bereits über die Anforderungen der guten fachlichen Praxis hinausgehen. Dies betrifft vor allem Agrarumweltmaßnahmen, wie Mulchsaat- oder Direktsaatverfahren, die einen entsprechend guten Erosionsschutz sicherstellen können.

Dies bedeutet, dass es bei der Umsetzung von erosionsmindernden Maßnahmen im Sinne der WRRL nicht zu Überschneidungen mit dem Cross Compliance-Bereich kommt. Es bedeutet aber auch, dass die im Rahmen der Cross Compliance-Anforderungen geplanten Regelungen zum Pflugverzicht mit einer, wenn auch wahrscheinlich geringen, zusätzlichen positiven Wirkung zur Minderung der P-Belastung von Oberflächengewässern, beitragen können.

Ob diese Regelungen allerdings realisiert werden und bis wann dies der Fall sein wird, ist aktuell noch nicht abzusehen, da die deutsche Agrarministerkonferenz am 11. April 2008 in Nimbschen einen Beschluss gefasst hat, der EU-Kommission vorzuschlagen, die aktuell in der Direktzahlungen-Verpflichtungen-Verordnung vorgesehenen Maßnahmen als ausreichende Umsetzung für die gemeinschaftlichen Vorgaben zum Erosionsschutz anzuerkennen.

9 Baseline-Szenario

Im Rahmen eines so genannten Baseline-Szenarios wird versucht, die Entwicklung der Belastung des Oberflächenwasserkörpers bis zum Jahr 2015 unter der Annahme, dass keinerlei Maßnahmen ergriffen werden, vorausschauend zu betrachten. Hierbei sollen sich bereits abzeichnende erkennbare Trends und Entwicklungen, sofern sie als verbindlich angesehen werden, bereits berücksichtigt werden. Ziel des Baseline-Szenarios ist es, die Differenzen zwischen dem für das Jahr 2015 geforderten guten Zustand des Grundwassers und dem erwarteten tatsächlichen Zustand zu beziffern, um entsprechende Grundlagen für die Maßnahmenplanung zu erhalten.

Für den Bereich Phosphor lassen sich ausgehend von den aktuellen Rahmenbedingungen drei Entwicklungsoptionen annehmen:

1. Ausgangsbasis ohne Veränderung der aktuellen Situation (entsprechend Beschluss der Agrarministerkonferenz vom 11. April 2008)
2. Umsetzung der Cross Compliance-Vorgaben entsprechend dem Referentenentwurf vom 28. Januar 2008
3. Die oben aufgeführten beiden Varianten mit einer entsprechenden Prognose der Veränderung der Erosivität der Niederschläge bedingt durch den Klimawandel.

Prognose für Entwicklungsoption 1

Der Beschluss der Agrarministerkonferenz vom 11. April 2008 zur Änderung der Direktzahlungsverpflichtungenverordnung sieht die bisher geltenden Erosionsschutzbestimmungen als ausreichend an. Da bei dieser Entwicklungsoption keine weiteren Maßnahmen ergriffen würden, würde die zukünftige Belastungssituation der aktuellen Belastungssituation entsprechen und nach den MEPhos-Modellberechnungen ein unverminderter jährlicher Eintrag aus diffusen Quellen von über 315.000 t Sediment bzw. 470.000 kg Phosphor erfolgen.

Prognose für Entwicklungsoption 2

Der Referentenentwurf vom 20. Januar 2008 zur Änderung der Direktzahlungsverpflichtungenverordnung und Umsetzung von Cross Compliance-Vorgaben sieht vereinfacht folgende Regelungen vor:

- Wassererosionsgefährdungsklasse CC_{Wasser1} (= $K \cdot S$ aus ABAG: 0,3 bis 0,55):
Pflugverbot vom 01.12. bis zum 15.02., falls nicht bereits eine hangparallele Bewirtschaftung erfolgt.
- Wassererosionsgefährdungsklasse CC_{Wasser2} (= $K \cdot S$ aus ABAG: $\geq 0,55$):
Pflugverbot vom 01.12. bis zum 15.02., Pflügen zwischen 16.02. und 30.11. eingeschränkt.

Auf Basis der GIS-Auswertungen des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie für die von CC-Maßnahmen betroffenen Flächen, kann eine Reduktion des jährlichen Se-

dimenteintrags von ca. 60.000 t bzw. des jährlichen P-Eintrags von ca. 91.000 kg erwartet werden. Um eine Vergleichbarkeit mit den Reduktionswerten für die in Kapitel 4 vorgestellten Szenarien zu erzielen, wurden die Flächen, die CC-relevant sind, auf die Sedimentliefergebiete der Gebietskulisse bezogen (vgl. Kapitel 2).

Für die Berechnung wurde des Weiteren eine Wirkung der Maßnahmen für CC_{Wasser1} von 8 % und für CC_{Wasser2} von 10 % angenommen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss beachtet werden, dass bei der Berechnung alle CC_{Wasser1} - und CC_{Wasser2} -Flächen eingegangen sind, in der Praxis jedoch auf einem Teil der CC_{Wasser1} -Flächen das zeitlich beschränkte Pflugverbot nicht realisiert wird, da dort bereits eine hangparallele Bewirtschaftung erfolgt.

Prognose für Entwicklungsoption 3

Infolge des Klimawandels ist eine Zunahme sowohl der Intensität als auch der Häufigkeit von Starkregenereignissen zu erwarten. Dies würde für die Erosionsmodellierung (ABAG) eine Erhöhung des R-Faktors bedeuten, der wiederum zu höheren Abtragswerten führen würde. Entsprechende Modellergebnisse liegen noch nicht vor.

Diffuse Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer

Im Rahmen der in Hessen durchgeführten 15 Beteiligungswerkstätten zur Maßnahmenplanung bezüglich diffuser Stoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer wurden in 13 Beteiligungswerkstätten Maßnahmen zur Verminderung der Einträge von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in die Oberflächengewässer diskutiert und bewertet. In den beiden Beteiligungswerkstätten „Untermainebene“ und „Weilburger Lahntal/Östlicher Hintertaunus“ wurde der Themenbereich von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern nicht bearbeitet. Die Maßnahmen zur Minderung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffeinträgen für den Weinbau wurde in der Beteiligungswerkstatt „Rheingau“ bewertet und nicht in die Gesamtauswertung mit einbezogen.

Die sich aus der hessenweiten Auswertung für die Maßnahmen zur Verminderung der Einträge von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in die Oberflächengewässer ergebende Rangfolge bezüglich der landwirtschaftlichen Akzeptanz ist in Übersicht 13 zusammen gestellt. Die Rangfolge für den Weinbaubereich findet sich in Übersicht 14. Die Rangfolge für den Weinbaubereich findet sich in Übersicht 7. Der „mittlere Rang Akzeptanz“ ergibt sich aus der statistischen Auswertung der Rangplätze, die in den Beteiligungswerkstätten vergeben wurden (1 = sehr hohe Akzeptanz, 10 = sehr geringe Akzeptanz). Die „Wirkungsklasse PSM“ dagegen ist keine Auswertung aus den Beteiligungswerkstätten, sondern gibt die Ergebnisse der 2007 durchgeführten Expertenbefragung Wirkung einer Maßnahme (3 = hohe Wirkung, 2 = mittlere Wirkung, 1 = geringe Wirkung) wieder.

Übersicht 13: Rangfolge der Maßnahmen (Akzeptanz in der Landwirtschaft) für die landwirtschaftliche Nutzung in der hessenweiten Auswertung von 13 Beteiligungswerkstätten

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Name	Wirkungsklasse PSM
189	2,43	14	Einhaltung der Abstandsregelungen	3
103	2,82	15	Reinigung der Spritzen auf dem Feld (Frischwassertank)	1
311	3,25	2	Einsatz resistenter Sorten	1
102	3,89	11	Einsatz moderner Düsenteknik/Geräteprüfung	1
210	4,15	15	Einsatz von Prognosemodellen zum gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmaßnahmen	1
288	4,43	15	Austausch und Verminderung des Einsatzes von problematischen PSM-Wirkstoffen mit günstigeren Eigenschaften	3
310	5,23	2	"Gesunde" Fruchtfolge	1
106	6,48	11	Verzicht auf PSM im Grünland	3
202	7,01	10	vorrangig nichtchemische Maßnahmen zur Schadensminimierung nutzen	2
21	7,62	13	Striegeleinsatz auf Ackerflächen mit Verzicht auf Herbizideinsatz	3
290	7,85	10	Erhöhte gesetzliche Anforderungen an die Sachkunde von PSM-Anwendern	2
25	8,02	7	Betriebsbewirtschaftung nach den Kriterien des ökologischen Landbaus	3

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Name	Wirkungsklasse PSM
291	8,34	8	Verschärfte gesetzlich verankerte Anwendungsbestimmungen und Auflagen	1
1020	8,50	1	Kombination chemischer und mechanischer Unkrautbekämpfung	2
289	8,69	9	Verminderung der Abdrift durch Schutzbepflanzung	1
107	9,93	11	Verzicht auf PSM auf Ackerland	3

Übersicht 14: Rangfolge der Maßnahmen (Akzeptanz im Weinbau) für die weinbauliche Nutzung (Auswertung aus einer Beteiligungswerkstatt)

M_ID	Mittlerer Rang Akzeptanz	Anzahl Bewertungen	Name	Wirkungsklasse PSM
103	3,64	2	Reinigung der Spritzen auf dem Feld (Frischwassertank)	1
288	3,79	2	Austausch und Verminderung des Einsatzes von problematischen PSM-Wirkstoffen mit günstigeren Eigenschaften	3
102	4,86	1	Einsatz moderner Düsenteknik/Geräteprüfung	1
152	6,71	2	Aufzeichnungspflicht für PSM-Ausbringung	1
290	9,00	1	Erhöhte gesetzliche Anforderungen an die Sachkunde von PSM-Anwendern	2
291	10,00	1	Verschärfte gesetzlich verankerte Anwendungsbestimmungen und Auflagen	1

Da von Seiten der AG Stoffe festgelegt wurde, auf die Aufnahme ergänzender Maßnahmen im ersten Bewirtschaftungsplan zu verzichten, wurde für die Maßnahmen im Bereich Pflanzenschutzmittelwirkstoffe vorerst keine räumliche Zuordnung vorgenommen. Zur Information für spätere Planungen können sowohl die Rangfolgen aus den oben stehenden Übersichten als auch die im Anschluss angefügten Hinweise und Anmerkungen aus den Diskussionen der Beteiligungswerkstätten dienen.

Hinweise und Anmerkungen aus den Diskussionen der Beteiligungswerkstätten

(Eine komplette hierarchisch gegliederte Liste aller Hinweise und Anmerkungen ist im Anhang 2 zusammengestellt)

Weitere Belastungsquellen:

- Kommunalen und Privaten Pflanzenschutzmitteleinsatz
- Belastungen aus dem industriellen Bereich (z. B. Caparol)

Datengrundlage und Auswertungen:

- Alle Belastungsquellen berücksichtigen
- Messergebnisse und Auswertungen zugänglich machen

- Berücksichtigung der Auswertungen von Einzelwirkstoff-Messungen
- Zuordnung der Belastungen zu den möglichen Eintragspfaden

Maßnahmenumsetzung:

- Maßnahmenumsetzung entsprechend der ermittelten Belastungspotenziale der einzelnen Belastungsquellen/Eintragspfade
- Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern/Stoffen (P, NO₃, etc.) beachten

Literatur

- BACH, M., HOCH, A., FRIEDRICH, C. & H.-G. FREDE (2006): Evaluierung der Kooperationen zwischen Land- und Wasserwirtschaft in Hessen. – Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Justus-Liebig-Universität Gießen.
- BILLEN, N., AURBACHER, J., KRIMLY, T. & B. LAMBERT (2007): Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz. 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen. Ein Maßnahmen-Ratgeber für verschiedene Umsetzungsebenen. – Verlag Prof. Dr. Stephan Dabbert, Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Stuttgart. – URL: <http://www.uni-hohenheim.de/i410a/steckbriefe> [Stand: 03.04.2008].
- FREDE H.-G. & S. DABBERT (1999) (Hrsg.): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. – 2., korrigierte Auflage, 451 S., ecomed Verlag, Landsberg.
- HARRACH, T., PFEIFFER, B., HEITZMANN, S., SAUER, S., PETER, M., PREIS, M., MILLER, R. & TH. BEHRENS (2003): Langfristige nutzungsbedingte Bodendegradierung ackerbaulich genutzter Lössböden in Sachsen. – Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Abschlussbericht. Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ingenieurbüro Schnittstelle Boden, Gesellschaft für Geo-Datenverarbeitung GeoExtend.
- HARTMANN, E., SCHEKAHN, A., LUICK, R. & F. THOMAS (2006): Kurzfassungen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme. – Darstellung und Analyse von Maßnahmen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme in der Bundesrepublik Deutschland. – Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. BfN-Skripten 161.
- KTBL (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. – KTBL-Datensammlung mit CD, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.
- LANDESARBEITSKREIS ÜBERBETRIEBLICHE MASCHINENVERWENDUNG (2006): Verrechnungssätze für überbetriebliche Maschinenarbeit in Hessen – Richtwerte 2006/07. LAG-Hessen, Griesheim.
- LFL BAYERN (2002): Ausgleichszahlungen in Wasserschutzgebieten. – Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. – URL: <http://www.lfl.bayern.de/ilb/struktur/14327/index.php> [Stand: 09.01.2007].
- LFP BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): Die Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung. Praktische Umsetzung im Ackerbau und auf Grünland. – Landesanstalt für Pflanzenbau, Rheinstetten. Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung 20, 1-12.
- MOSIMANN, TH. (2007): Wirkung von Erosionsschutzmaßnahmen. – Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie, Leibniz Universität Hannover.
- ÖPUL (2003): Evaluierung der Effizienz von Erosionsschutzmaßnahmen im Österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2000) in Testgebieten. –

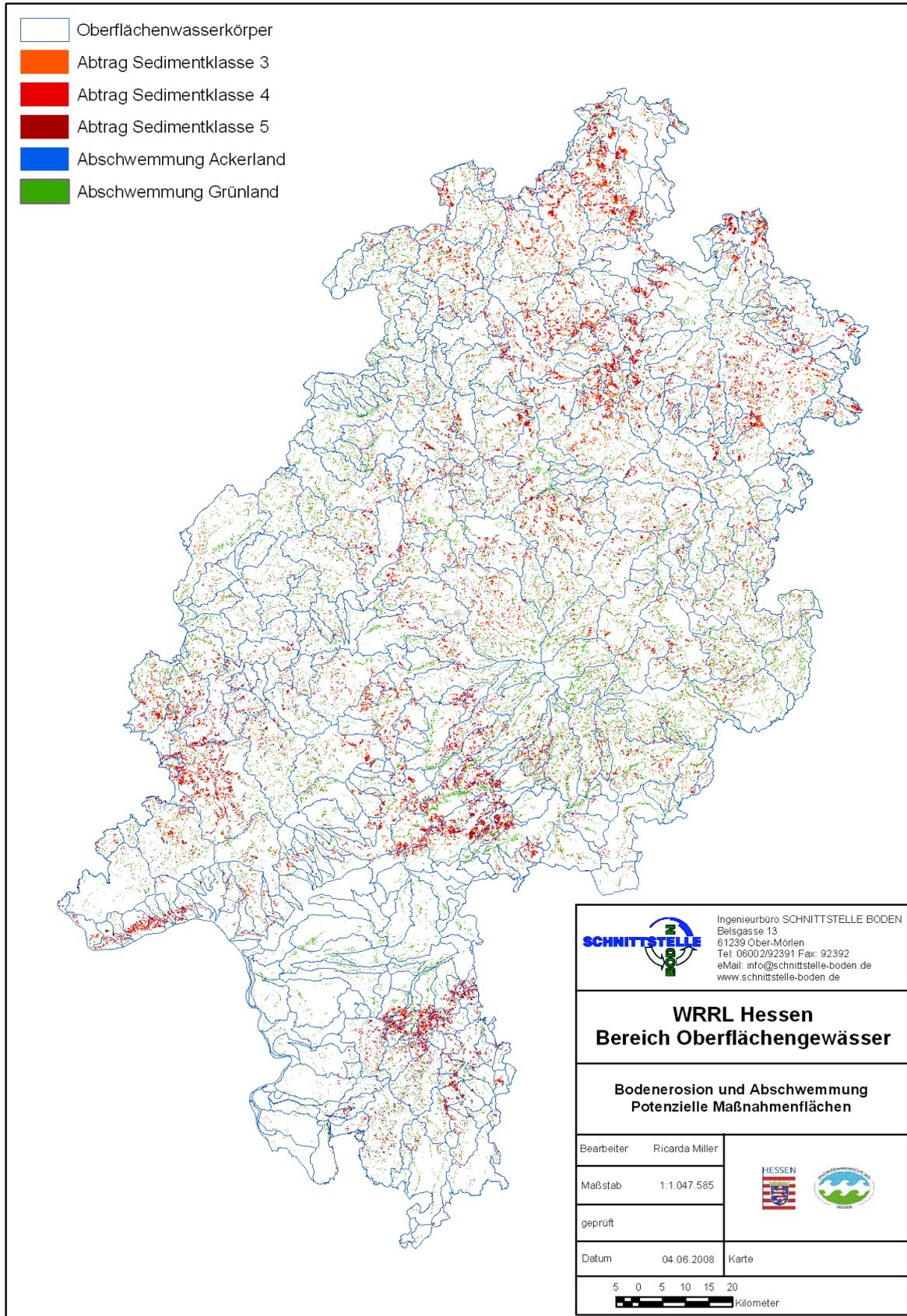
Forschungsprojekt Nr. 1299, Endbericht. Umweltbundesamt GmbH, Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft.

- SCHOB, A. & A. MICHAEL (2006): Einsatz des Erosionssimulationsmodells Erosion 3D bei der Erosions- und Gewässerschutzplanung. – Technische Universität Bergakademie Freiberg, Sachsen. – Fachveranstaltung „Landwirtschaftlicher Bodenschutz – Umsetzung und Perspektiven“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 16.02.2006, Nossen. – URL: http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/download/16_2_2006_LfL_Nossen_2.pdf [Stand: 09.04.2008].
- TEBRÜGGE, F. (2000): Visionen für die Direktsaat und ihr Beitrag zum Boden-, Wasser- und Klimaschutz. – Institut für Landtechnik, Justus-Liebig-Universität Gießen. Vortrag LBL-Kurs, Landwirtschaftliche Beratungszentrale CH-8315 Lindau, 28.06.2000, Zollikofen-Bern.
- TETZLAFF, B. (2006): Die Phosphatbelastung großer Flusseinzugsgebiete aus diffusen und punktuellen Quellen. – Dissertation, Universität Hannover. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, Band 65, 301 S.
- UBA (2004): Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmenkombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie. – Handbuch. Umweltbundesamt, Berlin. UBA-Texte 02/04.

Anhang

- Anhang 1: Karte der potenziellen Maßnahmenbereiche zur Verminderung von Bodenerosion auf Ackerflächen und Abschwemmung auf Acker- und Grünlandflächen**
- Anhang 2: Themenschwerpunkte der Diskussionen in den Beteiligungswerkstätten**
- Anhang 3: Kostenberechnung pro Oberflächenwasserkörper für die 3 Szenarien einer Maßnahmenumsetzung zur Reduzierung der Phosphoreinträge in Oberflächengewässer**

Anhang 1: Karte der potenziellen Maßnahmenbereiche zur Verminderung von Bodenerosion auf Ackerflächen und Abschwemmung auf Acker- und Grünlandflächen



Anhang 2: Beteiligungswerkstätten „Diffuse Stoffeinträge in Grund- und Oberflächengewässer“ – Themenschwerpunkte der Diskussionen

A. Kommentare

- 1. Verdichtungsvermeidung Ziel jedes Landwirts**
- 2. Gute Fachliche Praxis beinhaltet bereits viele der Maßnahmen**
- 3. optimierter Düngereinsatz durch hohe Preise**
 - a) Verminderung nicht möglich, da bereits Minimum angestrebt wird (2)
- 4. viele Maßnahmen werden bereits durchgeführt (2)**
- 5. freiwillige Maßnahmen akzeptiert, da im Bedarfsfall weg zulassen**
- 6. Misstrauen der LW wie Finanzierung und Umsetzung erfolgt**
- 7. N-Steuer als "Schlag ins Gesicht" der LW**
- 8. Zertifizierung der Gemüsebetriebe ausreichend**
- 9. Reduktion der PSM-Aufwendungen findet bereits statt**
- 10. Maßnahmen teils nicht umsetzbar- Gemüsebau**
 - a) Beratung nötig
- 11. Viehhaltende Betriebe nicht benachteiligen - z.B. Flächenverluste im Bal-lungsraum**
- 12. zusätzliche Bürokratie auf Seiten der LW gilt es zu vermeiden - besser ab-bauen**
- 13. BWS nicht ausreichend als Beteiligung**
- 14. Zeit f. Sonderkulturen knapp**
 - a) teils bodenunabhängig

B. Wechselwirkungen

- 1. Pflegekonzepte entwickeln für Naturschutzflächen**
- 2. Naturschutzflächen ohne Pflegekonzept erhöhen Herbizidaufwand umliegen-der Flächen**
- 3. auf Kompatibilität der Maßnahmen zu anderen Vorgaben achten (z.B. Cross Compliance)**

C. Andere Belastungsquellen

- 1. nichtlandwirtschaftliche Flächennutzung**
- 2. Autobahnabfluss**
- 3. private Herbizidverwendung**
- 4. Flussauenbelastungen durch Punkteinleiter**
- 5. Oberflächengewässer belasten Flächen**
- 6. Niedermoorgebiete - geogene Belastungen**
 - a) natürl. N- Freisetzungspotential (Neckarschlingen)
- 7. Nitrateinträge aus Forst (4)**
- 8. Belastung des GW durch Oberflächengewässer**
- 9. Flächenversiegelung**
- 10. Hunde**
- 11. Industrie (Lufteinträge)**
- 12. Siedlungen/Kommunen**
 - a) marode Kanalisationssysteme der Kommunen (3)
 - b) fehlende finanzielle Mittel
 - c) Maßnahme für WRRL?
 - d) Friedhöfe
 - e) Fäkaldeponien der Kommunen
 - f) Deponien (2)

D. Fortführung Maßnahmenplanung und Umsetzung

- 1. was passiert nach 2015?**
- 2. was passiert, wenn Ziele bis 2015 nicht erreicht? - Zeitpunkt verschieben (andere BL)**
- 3. was passiert, wenn Ziel erreicht?**
- 4. BWS nicht ausreichend als Beteiligung**
- 5. stärkere Einbindung im Prozess**

E. Informationsbedarf

- 1. Mischwasserentlastung heute noch erlaubt?**

- 2. Definition: "Gute Fachliche Praxis?"(2)**
 - a) wird diese erweitert?
- 3. wo liegen die Messstellen?**
- 4. Grundwasserabgabe?**
- 5. welche Stoffe bei EU-WRRL berücksichtigt?**
- 6. Einzugsgebiete der GW-Messstellen?**
- 7. wie hoch sind Nitratgehalte im GW und wie ist der Trend?**
- 8. wie lange dauert es, bis Reaktionen sichtbar? (2)**
 - a) bis Nitrat ankommt
- 9. Grenzwerte**
- 10. Umsetzung in allen EU Ländern?**

F. Offene Fragen

- 1. Ordnungsrahmen zur Umsetzung? (2)**
- 2. Rechtsgrundlage (3)**
- 3. administrative Umsetzung?**
- 4. Zweiklassengesellschaft durch Maßnahmenumsetzung?**
- 5. Ausnutzen der Landwirte (4)**
 - a) darf nicht passieren!
 - b) Skepsis der LW
- 6. Finanzierung (2)**
- 7. Ausgleichszahlungen**

G. Anregungen

- 1. Produktionsunterstützung schafft Vertrauen**
- 2. "Schwarze Schafe" ins Boot der Ordnungsgemäßen LW holen**
- 3. Beratung statt Kontrolle (ALR)**
- 4. Schwerpunkt auf Schulung//Beratung (2)**
 - a) ortsnah
- 5. CC-Vorgaben berücksichtigen, den LW nicht noch mehr zumuten (2)**

- 6. Regelmäßige Berichte im "Hessenbauer" über WRRL**
- 7. Beteiligungswerkstatt wiederholen (3)**
 - a) nach dem 1. Entwurf, vor der Offenlegung
- 8. Beratung zur optimalen Potenzialausnutzung**
- 9. Erkenntnisse aus Pilotprojekten nutzen**
- 10. flexiblere Sperrfristen (nicht Datumsgebunden) (4)**
 - a) Belastungen in Freizeiten
- 11. weitere Beteiligung der LW im Prozess (2)**
- 12. Grundwasserneubildung beachten (2)**
- 13. Düngbedarfsermittlung**
 - a) schlagbezogen
- 14. einbeziehen von Maßnahmen ins "Öko-Punkte-Konto" der LW**
- 15. Gelder aus 1. Säule umverteilen als Ausgleich**
- 16. Denkansatz: Lösungen über GVO?**

H. Datengrundlage und Auswertung

- 1. Nitrat-Messungen: unterschiedliche Verhältnisse der Beregnungsbrunnen**
 - a) Messstellen Transparenz (wie oft? seit wann? wo?) (5)
 - b) teils sehr geringe NO₃ Werte
- 2. historische Belastungen**
- 3. Datendifferenzierung für die einzelnen Gemarkungen (3)**
- 4. Grundwassermessstellen verteilen**
 - a) Einzugsgebiete der GW-Messstellen?
- 5. repräsentative Messstellen nutzen: Einstufung des GWK nach wenigen Messstellen (2)**
 - a) punktuelle Belastungen
- 6. Diskrepanz zwischen Werten in Messstellen und Werten in Beregnungsbrunnen**
- 7. Veröffentlichung der Messwerte und Messstellen**
- 8. Belastungsquellen genau analysieren vor Maßnahmenumsetzung (2)**
- 9. Messergebnisse für LW bereitstellen (PSM,P,N)**
- 10. alle Eintragspfade berücksichtigen (4)**

I. WRRL und Kooperationen

- 1. Kooperationen und kreisweite AK mit einbeziehen**
 - a) sensibles Thema
- 2. welche Rolle spielen die Kooperationen?**
- 3. Kooperation und Beratung vor Reglementierung (3)**
 - a) kreisweite und lokale Kooperationen
- 4. Kooperationen als Maßnahme bzgl. der Umsetzung der WRRL**
- 5. Befürchtung, dass Wasserversorger sich aus Kooperationen zurückziehen**
- 6. Ausgleich Maßnahmen WRRL mit Ausgleich Wasserversorger harmonisieren**

J. Pflanzenschutzmittel

- 1. Förderungs- und Aufklärungsprogramme konkretisieren**
- 2. Auswertung der Wirkstoffanalysen bei PSM- Wirkstoffen**
- 3. Einzelstoffanalytik bei PSM-Wirkstoffen im OW**
- 4. PSM-Wirkstoffe entsprechend der Quellen berücksichtigen**

K. Maßnahmenumsetzung

- 1. Gesamtbild sehen - Maßnahmen-Kombinationen**
- 2. Verwaltungsaufwand**
- 3. Standortdifferenzierte Umsetzung (2)**
- 4. Maßnahmen auf freiwilliger Basis**
- 5. Fruchtfolge und Betriebsspezifische Anpassung (2)**
 - a) Maßnahmen einzelbetrieblich umsetzbar
- 6. Klimaveränderung berücksichtigen**
- 7. Maßnahmenflexibilität (2)**
- 8. Diskussionen in den jeweiligen Regionen über Maßnahmen**
- 9. Zielkonflikte**
 - a) winterharte ZF fordert Herbizideinsatz
 - b) Konservierende Bodenbearbeitung
- 10. Belastungsquellen genau analysieren vor Maßnahmenumsetzung (2)**

- 11. Extensivierung /Maßnahmenumsetzung führt zur Intensivierung auf Restflächen**
- 12. Bodenproben zur gezielten Maßnahmenumsetzung nötig**
- 13. Maßnahmendokumentation durch die Betriebe als Absicherung (2)**
- 14. Gemarkungsbezogene Umsetzung - Priorisierung der Maßnahmen**
- 15. Maßnahmenumsetzung**
 - a) Regelwerk?
 - b) Festsetzung?
- 16. Kontrolle der Umsetzung der Maßnahmen? (2)**

L. Methodische Kritik

- 1. Maßnahmen in Wirkung teilweise schwer zu beurteilen**
- 2. schwierige Einigung der Tischgruppen durch Standortunterschiede**
- 3. Einigungsschwierigkeiten durch Fruchtfolge und Betriebsunterschiede**
- 4. Diskussion der jeweiligen Gruppe entsprechend der eigenen Situation**
- 5. Bewertungszeit war zu kurz (3)**
 - a) Bewertung zu oberflächlich
- 6. Kärtchen stecken ist albern**

M. Weinbau

- 1. Weinbau weiter differenzieren**
 - a) Junganlagen
 - b) Ertragsanlagen

Anhang 3: Szenarien-Kostenberechnung der Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung des Phosphoreintrags in Oberflächengewässer

Berechnung für den Bereich Erosion für Hessen:

Szenario	M_ID	Fläche in ha	Reduktion in t Sedi-ment	Fläche mit Reduktion in ha	Kosten in €	€ pro t Se-dimentre-duktion
Vorschlag	117	14.295	21.223	3.208	857.675	40
Vorschlag	126	101.809	28.058	23.444	10.180.938	363
Vorschlag	157	63.610	60.397	14.342	1.781.085	29
Vorschlag	163	101.809	5.612	4.689	1.262.436	225
Vorschlag	261	1.840	1.868	454	174.810	94
Vorschlag	263	1.840	1.868	454	0	0
Vorschlag	282	1.048	85	13	15.724	185
Vorschlag	286	1.048	1.704	258	0	0
Summe bzw. Mittelwert		287.300	120.815	46.862	14.272.668	118
Szenario1	38	14.295	30.318	3.208	4.316.966	142
Szenario1	117	49.316	55.236	11.134	2.958.935	54
Szenario1	125	49.316	8.285	1.670	3.772.643	455
Szenario1	126	87.515	18.794	20.236	8.751.479	466
Szenario1	157	87.515	54.935	20.236	2.450.414	45
Szenario1	163	87.515	3.759	4.047	1.085.183	289
Szenario1	260	1.048	2.434	258	6.289.500	2.584
Szenario1	261	1.840	2.057	454	174.810	85
Szenario1	263	1.840	2.057	454	0	0
Szenario1	274	2.239	788	558	8.956	11
Szenario1	275	2.239	788	558	223.907	284
Szenario1	286	1.048	2.434	258	0	0
Summe bzw. Mittelwert		385.725	181.884	63.070	30.032.794	165
Szenario2	36	14.295	1.061	160	547.483	516
Szenario2	117	63.610	76.459	14.342	3.816.611	50
Szenario2	123	15.343	3.439	520	1.173.727	341
Szenario2	125	63.610	11.469	2.151	4.866.179	424
Szenario2	126	101.809	23.173	23.444	10.180.938	439
Szenario2	157	101.809	67.736	23.444	2.850.663	42
Szenario2	163	101.809	4.635	4.689	1.262.436	272
Szenario2	260	1.048	1.704	258	6.289.500	3.691
Szenario2	261	1.840	1.616	454	174.810	108
Szenario2	263	1.840	1.616	454	0	0
Szenario2	274	2.239	637	558	8.956	14
Szenario2	275	2.239	637	558	223.907	352
Szenario2	286	1.048	1.704	258	0	0
Summe bzw. Mittelwert		472.541	195.886	71.289	31.395.209	160

Berechnung für den Bereich Abschwemmung für Hessen:

Szenario	Fläche in ha	Reduktion in kg P	Fläche mit Reduktion in ha	Kosten in €	€ pro kg Reduktion
Vorschlag	44.545	921	11.745	2.222.919	2.414
Szenario1	58.000	926	11.819	3.869.387	4.177
Szenario2	73.363	1.537	19.612	4.100.894	2.668

Berechnungsparameter:

Szenario	Name des Szenarios
M_ID	ID der Maßnahme
€/ha	Kosten der Maßnahme in €/ha
Fläche (ha)	Summe der Flächen der Ackerschläge mit Sedimentklassen 3 bis 5 in ha
t/ha*a	Bodenabtrag laut Sedimentklasse in t/ha*a
Anteil	Flächenanteil der Maßnahme
Reduktion (%)	Wirkung der Maßnahme (Verminderung des Bodenabtrags %)
Fläche_red (ha)	Fläche, auf der es zu einer Verminderung des Bodenabtrags kommt
t/a	Bodenabtrag in t/a
Red_t/a	Verminderung des Bodenabtrags in t/a
€/a	Kosten der Maßnahmenumsetzung in €/a
€/t*a (Red)	Kosten der Maßnahmenumsetzung pro t Verminderung des Bodenabtrags in €/t*a

Berechnung:

- Über den Flächenanteil (*Anteil*), für den eine Maßnahme wirkt (z. B. bei Zwischenfruchtanbau für 20 % der Ackerfläche¹) und der Gesamtsumme der Flächen mit Sedimentklassen 3 bis 5 (*Fläche (ha)*) wird die Fläche berechnet, auf der es zu einer Verminderung des Bodenabtrags kommt (*Fläche_red (ha)*).
- Die Summe des Bodenabtrag (*t/a*) ergibt sich aus dem Bodenabtrag laut Sedimentklasse (*t/ha*a*).
- Die Summe der Reduktion des Bodenabtrags (*Red_t/a*) berechnet sich nach der Wirkung der Maßnahme (Reduktion (%)) und der Summe des Bodenabtrags (*t/a*).
- Die Kosten pro Jahr (*€/a*) ergeben sich aus den Kosten der Maßnahme (*€/ha*) und der Fläche, auf der es zu einer Verminderung des Bodenabtrags kommt (*Fläche_red (ha)*).
- Die Kosten der Maßnahmenumsetzung pro Tonne Verminderung des Bodenabtrags (*€/t*a (Red)*) berechnen sich aus der Summe der Reduktion des Bodenabtrags (*Red_t/a*) und den Kosten der Maßnahmenumsetzung pro Jahr (*€/a*).

¹ Da die Modellierung des FZ Jülich nur Ackerflächen betrachtet, kann hier direkt das Feld *Fläche (ha)* verwendet werden.

Zu beachten ist, dass sich die unterschiedlichen Flächensummen (*Fläche (ha)*) einer Maßnahme in den Szenarien „Vorschlag“, „Szenario 1“ und „Szenario 2“ aus der unterschiedlichen Maßnahmenzuordnung zu den Flächen mit Sedimentklassen 3 bis 5 ergeben. Beispielsweise ist die Maßnahme „Bewirtschaftung quer zum Hang“ (ID 126) im Szenario „Vorschlag“ und „Szenario 2“ auf Flächen mit Sedimentklassen 3 bis 5 vorgesehen, was für Gesamthessen einer Fläche von 19.514,12 ha entspricht. Bei „Szenario 1“ ist dieselbe Maßnahme nur Flächen mit Sedimentklasse 3 und 4 zugeordnet, so dass sich für Hessen eine Fläche von 15.937,08 ha ergibt.