

Ex-post-Bewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum

Treffgenauigkeits- und Kosten-Wirksamkeitsanalysen der Agrarumweltmaßnahmen im Boden- und Wasserschutz in Nordrhein-Westfalen

Modulbericht Ökoeffizienz

Beitrag zum Kapitel 6 – Agrarumweltmaßnahmen Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999

Bearbeitung

Wolfgang Roggendorf, Karin Reiter

Institut für Ländliche Räume

Achim Sander

entera, Umweltplanung & IT



| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|---|--------------|
| Tabellenverzeichnis | 47 |
| Abbildungsverzeichnis | 49 |
| Kartenverzeichnis | 49 |
| 1 Einführung und Zielsetzung | 51 |
| 2 Methodik und Datengrundlagen | 52 |
| 2.1 Datengrundlagen | 53 |
| 2.2 Methodik | 59 |
| 2.2.1 Definition der Problemlagen | 59 |
| 2.2.2 Kosten-Wirksamkeitsanalyse | 61 |
| 2.2.2.1 Theoretische Grundlagen | 61 |
| 2.2.2.2 Umsetzung in der Untersuchung | 64 |
| 3 Ökoeffizienz der Maßnahmen | 78 |
| 3.1 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Bodenerosion | 79 |
| 3.1.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen | 79 |
| 3.1.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen | 84 |
| 3.1.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen | 86 |
| 3.1.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen | 92 |
| 3.2 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Nitrateinträgen in das Grundwasser | 97 |
| 3.2.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen | 97 |
| 3.2.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen | 100 |
| 3.2.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen | 101 |
| 3.2.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen | 106 |
| 3.3 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in Oberflächengewässer | 113 |
| 3.3.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen | 113 |
| 3.3.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen | 115 |
| 3.3.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen | 116 |
| 3.3.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen | 121 |
| Literaturverzeichnis | 128 |
| Anhang | 133 |

| Tabellenverzeichnis | | Seite |
|----------------------------|--|--------------|
| Tabelle 1: | Datengrundlagen | 53 |
| Tabelle 2: | Kennwertklassifikation der Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung | 56 |
| Tabelle 3: | Ermittlung der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge | 58 |
| Tabelle 4: | Betrachtete Indikatoren im Modul „Ökoeffizienz“ | 60 |
| Tabelle 5: | Beispiel für eine eindeutige Präferenzstruktur | 62 |
| Tabelle 6: | Beispiel für mehrdeutige Präferenzstrukturen | 63 |
| Tabelle 7: | Bewertungsskala für den Schutzbeitrag (Ressourcenschutzwirkung) der AUM | 65 |
| Tabelle 8: | Erosionsgefährdung auf Betrieben mit Investitionsförderung für Mulchsaatgeräte in Nordrhein-Westfalen | 73 |
| Tabelle 9: | Schematische Darstellung der Wirksamkeit | 73 |
| Tabelle 10: | Schematische Darstellung der Input-Outputrelation am Beispiel von Maßnahmen mit Boden-/Erosionsschutzwirkung | 74 |
| Tabelle 11: | Ergebnisdarstellung der Kosten-Wirksamkeitsanalyse | 76 |
| Tabelle 12: | Beispiel für Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte | 77 |
| Tabelle 13: | Verteilung von Nutzungstypen auf Gefährdungstufen in der Förderkulisse für Erosionsschutzmaßnahmen | 81 |
| Tabelle 14: | Wassererosionsgefährdung auf den Feldblöcken Nordrhein-Westfalens | 83 |
| Tabelle 15: | Bodenschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen | 85 |
| Tabelle 16: | Wirksamkeit der Maßnahmen mit Beitrag zum Erosionsschutz | 87 |
| Tabelle 17: | Differenzierte Betrachtung der Treffgenauigkeit im Erosionsschutz | 90 |
| Tabelle 18: | Flächenanteile der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung in erosionsgefährdeten Gebieten | 91 |
| Tabelle 19: | Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfeshöhe der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung | 93 |
| Tabelle 20: | Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung | 94 |
| Tabelle 21: | Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte | 95 |
| Tabelle 22: | Nitratauswaschungsgefährdete Feldblöcke Nordrhein-Westfalens | 99 |
| Tabelle 23: | Grundwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen | 100 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabelle 24: | Wirksamkeit der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung | 103 |
| Tabelle 25: | Flächenanteile der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung in nitrataustragsgefährdeten Gebieten | 105 |
| Tabelle 26: | Zusatznutzen und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung | 106 |
| Tabelle 27: | Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung | 108 |
| Tabelle 28: | Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte | 109 |
| Tabelle 29: | Ranking der Kostenwirksamkeit von Maßnahmen des LAWA-Projekts, denen nordrhein-westfälische AUM zugeordnet werden können | 111 |
| Tabelle 30: | Ausdehnung des zur Analyse verwendeten linearen und flächenhaften Gewässernetzes | 114 |
| Tabelle 31: | Flächenumfang der Feldblöcke in Gewässernähe | 115 |
| Tabelle 32: | Landnutzungstypen auf Feldblöcken in Gewässernähe | 115 |
| Tabelle 33: | Oberflächenwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen | 116 |
| Tabelle 34: | Wirksamkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung | 117 |
| Tabelle 35: | Flächenanteile der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung auf Feldblöcken in Gewässernähe | 121 |
| Tabelle 36: | Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung | 122 |
| Tabelle 37: | Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung | 123 |
| Tabelle 38: | Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte | 125 |

| Abbildungsverzeichnis | Seite |
|--|--------------|
| Abbildung 1: Verschneidung von räumlichen Daten und Bildung der kleinsten gemeinsamen Geometrie | 52 |
| Abbildung 2: Bausteine der Kosten-Wirksamkeitsanalyse | 64 |
| Abbildung 3: Schematisiertes Vorgehen zur Beschreibung von Umweltdaten auf Feldblockebene | 67 |
| Abbildung 4: Durch eine Pufferfläche entlang von Gewässern angeschnittene Feldblöcke | 70 |
| Abbildung 5: Gegenüberstellung des flächengewichteten Mittels und der realen Verteilung der Erosionsgefährdungsklassen auf den Feldblöcken | 82 |
| Abbildung 6: Verteilung von Nutzungstypen auf den Erosionsgefährdungsstufen ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘ in den Regierungsbezirken | 84 |
| Abbildung 7: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit im Erosionsschutz | 86 |
| Abbildung 8: Gegenüberstellung der Nitratauswaschungsgefährdung auf Feldblockbasis und auf Rasterbasis nach Regierungsbezirken | 98 |
| Abbildung 9: Verteilung von Nutzungstypen auf nitratauswaschungsgefährdeten Feldblöcken in den Regierungsbezirken | 99 |
| Abbildung 10: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen | 102 |
| Abbildung 11: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit an Oberflächen-gewässern | 117 |

Anhang Kartenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Karte A-1: Potenzielles Bodenerosionsrisiko durch Wasser auf den Feldblöcken | 137 |
| Karte A-2: Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge | 138 |

1 Einführung und Zielsetzung

Der Beitrag von Agrarumweltmaßnahmen zum abiotischen und biotischen Ressourcenschutz soll anhand der gemeinsamen Bewertungsfragen der EU-KOM bewertet werden. Es wird eine Differenzierung zwischen Boden, Wasser, Biodiversität und Landschaft vorgegeben. Im Rahmen der Halbzeitbewertung (Reiter et al., 2003) und in der aktualisierten Halbzeitbewertung (Reiter et al., 2005) wurden die Ressourcenschutzwirkungen der Maßnahmen untersucht und zwar sowohl hinsichtlich ihrer Wirkungen je Flächeneinheit, unabhängig ihrer räumlichen Lage und – soweit damals möglich – vor dem Hintergrund ihrer regionalen Verteilung. Damit sollte der Frage nachgegangen werden, ob Maßnahmen im Hinblick auf räumlich unterschiedlich verteilte Problemlagen zielgerichtet eingesetzt werden.

Die Analyse des zielgerichteten Einsatzes von Maßnahmen zur Bewältigung von Ressourcenschutzproblemen soll hier einerseits vertieft werden. Dies wird durch die Verfügbarkeit von InVeKoS-GIS-Daten möglich, die eine (weitgehend) lagegenaue Zuordnung von Maßnahmen zulassen. Andererseits soll vor dem Hintergrund des Schutzbeitrages der Maßnahmen und ihrer Zielgerichtetheit die Kostenseite der Maßnahmen untersucht werden. Dabei ist auch die multiple Wirkung vieler Agrarumweltmaßnahmen (AUM) auf die Schutzgüter zu berücksichtigen. Diese Ansätze lassen sich in einer modifizierten Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA) integrieren.

Die Untersuchungen in diesem Bericht beschränken sich auf die Schutzgüter Boden und Wasser. Die Schutzgutbelange von Biodiversität und Landschaft werden in dem Modul „Landschaft“ untersucht.

Im Unterschied zu der Herangehensweise in Halbzeitbewertung und Update, löst sich das Vorgehen hier von der strengen Orientierung an den Gemeinsamen Bewertungsfragen der Kommission (EU-KOM, 2000) und orientiert sich an folgenden schutzgutbezogenen Leitfragen:

- Welche Maßnahmen tragen (in welchem Maß) zum Schutz der Böden vor Wassererosion bei?
- Welche Maßnahmen tragen (in welchem Maß) zum Schutz des Grundwassers vor Nitrateinträgen bei?
- Welche Maßnahmen tragen (in welchem Maß) zum Schutz von Oberflächengewässern vor Stoffeinträgen bei?

Der Fokus der Untersuchungen geht dabei jedoch über die Fragestellungen der EU-KOM hinaus, indem nicht nur die (flächenhaften) Beiträge der Maßnahmen zum Ressourcenschutz errechnet werden. Vielmehr wird durch einen Perspektivwechsel der Frage nachgegangen, in welchem Umfang die überwiegend hoch und sehr hoch wirksamen Agrar-

umweltmaßnahmen Flächen erreichen, die eine besondere Schutzbedürftigkeit haben. Bei der Priorisierung von Maßnahmen sind Kostenminimierung bzw. Wirkungsmaximierung wichtige Auswahlkriterien. Denn unabhängig von ihrer grundsätzlich positiven Umweltwirkung sollten Agrarumweltmaßnahmen möglichst effizient dort eingesetzt werden, wo sie die größtmögliche Wirkung entfalten. Die Treffgenauigkeit ist daher neben der Beihilfehöhe ein wichtiges Kriterium zur Bestimmung der „Ökoeffizienz“.

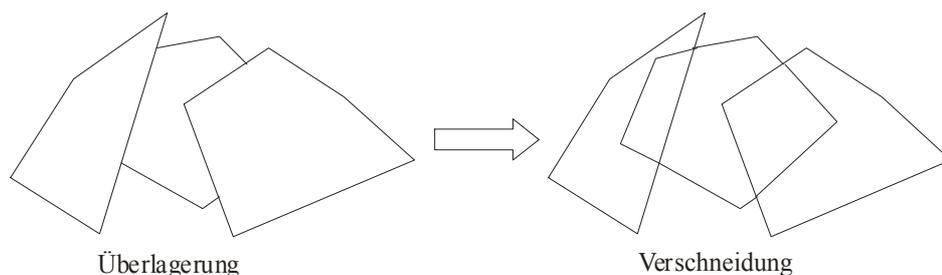
Das Modul „Ökoeffizienz“ gliedert sich in die Kapitel Einführung und Zielsetzung (Kapitel 1), Darstellung der Datengrundlagen und Methodik (Kapitel 2) und Analyse der Ökoeffizienz des angebotenen Förderspektrums (Kapitel 3). Im Folgenden werden die Datengrundlagen und der Untersuchungsansatz beschrieben.

2 Methodik und Datengrundlagen

Das oben skizzierte Vorgehen wird durch eine räumliche Verschneidung von Förderdaten und Umweltdaten in einem Geografischen Informationssystem (GIS) erreicht, wobei die an konkrete Flächen geknüpften Informationen durch eine Datenbankanbindung mitgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich räumliche Koinzidenz – oder eben auch das Nicht-Zusammentreffen – von verschiedenen Ausprägungen der Agrarumweltmaßnahmen und Ausprägungen der Schutzgutempfindlichkeiten feststellen.

Für diese Vorgehensweise werden räumliche Daten benötigt, die in einem GIS weiterverarbeitet werden können. Der Prozess der Bildung von geometrischen Schnitt- und Vereinigungsmengen im GIS wird Verschneidung genannt. Aus der Verschneidung entsteht die kleinste gemeinsame Geometrie aller Flächenobjekte. Die nachfolgende Abbildung soll dies verdeutlichen. Durch diesen Vorgang gehen keine Informationen verloren. Vielmehr resultiert aus dem Zusammenspielen von räumlichen Informationen und entsprechender Auswertung ein Informationsgewinn.

Abbildung 1: Verschneidung von räumlichen Daten und Bildung der kleinsten gemeinsamen Geometrie



Quelle: Eigene Darstellung.

Im Folgenden werden zunächst die Datengrundlagen vorgestellt, bevor die Methoden weiter erläutert werden.

2.1 Datengrundlagen

Tabelle 1: Datengrundlagen

| Thema | Datensatzbeschreibung | Maßstab | Quelle |
|---|---|-------------|-----------------|
| InVeKoS | Auszug aus dem InVeKoS-Datenbanksystem des Landes NRW mit Angaben zur Förderung und angebundenem Geographischen Informationssystem auf Feldblockbasis. | — | (LWK NRW, 2006) |
| Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung der Böden in Nordrhein-Westfalen | Die potenzielle Bodenerosionsgefährdung wurde auf der Grundlage der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50.000 nach der Methodenbeschreibung von Hennings (Hennings, 1994) ermittelt. Die Methode lehnt sich an die ABAG an. | 1:50.000 | (GLA, 2000) |
| Digitale Gewässerkarte des Landes Nordrhein-Westfalen | Das ausgewählte Gewässernetz entspricht der 3. Auflage der Gewässerstationierungskarte des Landes NRW – Version 12/2002; von den ca. 50.000 km Fliegewässern des Landes werden ca. 34.000 km abgedeckt | 1:25.000 | (LUA, 2002) |
| Karte der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge | Die digitale Karte der Austragsgefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge wurde bundesweit auf Grundlage der BÜK1000, CORINE u. a. berechnet. Es erfolgt eine Klassifizierung nach gefährdet/ nicht gefährdet. | 1:1.000.000 | (Kunkel, 2006) |

Quelle: Eigene Darstellung.

Daten aus dem InVeKoS inklusive Daten zur Förderung der AUM

Allen zur Ex-post-Analyse durchgeführten Arbeitsschritten liegt als zentraler Datenbestand ein Auszug aus dem InVeKoS-Datenbanksystem des Landes zugrunde. Das Datenbanksystem wird seit 2003 zentral beim Landesbeauftragten zur Abwicklung des InVeKoS- und Zahlstellen-Verfahrens in der Landwirtschaftskammer NRW geführt. Zur Ex-post-Analyse wurde ergänzend zu den Datenlieferungen der früheren Evaluierungsphasen (2000 bis 2004) Datenbankauszüge für die Förderjahre 2005 und 2006 erstellt. Die Daten sind der Bundesforschungsanstalt für Ländliche Räume, Wald und Fischerei ausschließlich zur Evaluierung der Agrarumweltmaßnahmen und der Ausgleichszahlungen für Gebiete mit umweltspezifischen Einschränkungen unter der Gewährleistung umfassender und komplexer Datenschutzvereinbarungen zur Verfügung gestellt worden.

Der Datenauszug umfasst im Einzelnen:

- ausgewählte Angaben aus dem Sammelantrag aller Betriebe in NRW, die in 2005 oder 2006 Direktzahlungen beantragt haben (Teilnehmer und Nichtteilnehmer AUM) inklusive der Angaben zum Tierbestand,
- die Angaben des Flächen- und Nutzungsnachweises aller Betriebe mit Antrag auf Direktzahlungen inklusive der Angaben zu Landschaftselementen,
- für alle Agrarumweltmaßnahmen und die Ausgleichszahlungen für Gebiete mit umweltspezifischen Einschränkungen Tabellen mit Antrags-, Bewilligungs- und Auszahlungsdaten, die sowohl die zugrunde liegenden physischen Einheiten (geförderte Tierzahl in GVE oder Förderfläche in Hektar) als auch die Berechnung der Auszahlungsbeträge in Euro enthalten,
- aus dem an die Datenbank angekoppelten Geoinformationssystem landesweit alle Feldblockgeometrien, die laut (VO (EG) Nr. 1593/2000) zur Identifizierung von Einzelflächen in den Förderanträgen zur Ersten Säule (Flächen- und Nutzungsnachweis) und zu den Agrarumweltmaßnahmen im Jahr 2005 neu eingeführt worden sind.

Zentraler Datenbestand zur Ermittlung der Ökologischen Effizienz sind die InVeKoS-Daten, die im Modul „Flächennutzung“ näher beschrieben sind. Aus dem gesamten der Evaluierung zur Verfügung stehenden Datenabzug finden Verwendung:

- die Geometrien der Feldblöcke zur Durchführung von Verschneidungen mit Umweltdaten,
- aus den Auszahlungsdaten der einzelnen Fördermaßnahmen in NRW die Flächen- und Zahlungsangaben zu jenen Maßnahmen, für die eine Wirkung im Hinblick auf die näher untersuchten Wirkungsfragen angenommen wird.
- Die Verbindung der Förderflächen mit Feldblockgeometrien wird über die Flächenkennung im Flächen- und Nutzungsnachweis und den dort ebenfalls abgelegten Flächenidentifikator (FLIK) des Feldblockkatasters hergestellt.

Die Feldblöcke und deren Geometrien entstammen dem an die InVeKoS-Datenbank angekoppelten Geoinformationssystem (InVeKoS-GIS) und sind laut Verordnung (VO (EG) Nr. 1593/2000) zur Identifizierung der Einzelflächenangaben im Jahr 2005 neu eingeführt worden. In NRW wird ein „Feldblock als eine landwirtschaftliche Fläche definiert, die von relativ stabilen Abgrenzungen, zum Beispiel Wege, Flüsse oder Waldgrenzen, umgeben ist. Bei der Bildung von Feldblöcken wird nach den Hauptnutzungsarten, Ackerland, Grünland oder Dauerkulturen unterschieden, sodass ein Feldblock nur zu einer Hauptnutzungsart gehören kann“ (Gehrt und Michalczyk, 2006). Im Flächenverzeichnis erfolgt innerhalb des Feldblocks eine Unterteilung in Schlag und Teilschlag. Diese werden jedoch nicht als Einzelobjekte im InVeKoS-GIS erfasst und können daher nicht lagegenau

verortet werden. Die Größe der Feldblöcke schwankt in NRW zwischen 330 bis unter ein Hektar, der Median der 381.667 Feldblöcke liegt bei 2,05 ha, der Mittelwert bei 4,2 ha.

Die für jede Fördermaßnahme in einer separaten Tabelle gelieferten Daten wurden zur Analyse im vorliegenden Modul in eine Gesamttabelle auf Ebene der Schläge und Teilschläge des Flächen- und Nutzungsnachweises (FNN) zusammengefasst. Übernommen wurde in diese Gesamttabelle die ausbezahlte Fläche (Feld „Auszahlung-ha“ in den Förder Tabellen) je Maßnahme auf Ebene der Einzelfläche. Die Flächengröße stellt den der Auszahlung zugrunde liegenden Flächenumfang in Hektar unter Berücksichtigung von Sanktionsabzügen und Ähnlichem dar. Sie kann daher geringfügig von der Flächengröße im FNN abweichen. Durch die Kopplung der Förderflächen an den FNN werden nur die Förderflächen in der Analyse berücksichtigt, die zugleich auch im FNN nachgewiesen werden. Außerdem werden nur Förderflächen innerhalb der Landesgrenzen berücksichtigt. Insgesamt 3.365 ha Agrarumweltmaßnahmen werden zusätzlich in Nachbarländern gefördert. Die Flächensumme der einzelnen Fördermaßnahmen in der Ermittlung der Ökoeffizienz entspricht daher nicht der Flächensumme in den Modulen „Flächennutzung“ und „Akzeptanz“, da dort sämtliche Förderflächen je Betrieb und Maßnahme einbezogen worden sind.

Bei flächenungebundenen Maßnahmen (Weidehaltung, Festmistwirtschaft) wurden die dem berechneten Auszahlungsbetrag zugrunde liegenden Großvieheinheiten entsprechend des Umrechnungsschlüssels der Richtlinie in Hektar umgerechnet. Die so ermittelte Gesamtfläche wird auf die gesamte LF des Betriebes umgelegt. Dazu wird jede Einzelfläche eines Teilnehmers aber nur im Umfang des betriebsspezifischen Verhältnisses von Gesamtförderfläche zu landwirtschaftlicher Nutzfläche in der Auswertung berücksichtigt.

Digitale Gewässerkarte des Landes Nordrhein-Westfalen

Auf der Basis der Gewässerdaten des Digitalen Landschaftsmodells im Maßstab 1:25.000 (DLM25), das Bestandteil des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems des Landesvermessungsamtes (ATKIS) ist, hat das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen ein digitales verschlüsseltes Gewässernetz für das Land NRW erarbeitet (LUA, 2002). Das Gewässernetz umfasst alle Gewässer, die i. d. R. länger als ein Kilometer sind. In diesem Datenbestand sind über 11.000 verschlüsselte (Gewässerkennzahl) Gewässer vorhanden. Die alte 2. Auflage der Gewässerstationierungskarte umfasste ca. 4.000 verschlüsselte Gewässer. Das nun vorliegende Gewässernetz deckt von den ca. 50.000 Kilometer Fließgewässer in NRW etwa 34.000 Kilometer ab (LUA, 2002). Für die Untersuchung wurden die mit einer Kennzahl verschlüsselten Gewässer verwendet.

Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung der Böden

Auf der Grundlage der Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50.000 ist das Kartenwerk „Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung“ vom Geologischen Dienst NRW erarbeitet worden (GLA, 2000). Die Kennzeichnung der Erosionsgefährdung der Böden durch Wasser erfolgt dabei nach dem Ansatz der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG). Dargestellt wird die „Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser nach bodenkundlichen, morphologischen und klimatologischen Bedingungen“ (Hennings, 1994). Das Ergebnis ist ein langjährig zu erwartender mittlerer Bodenabtrag als Funktion verschiedener empirisch ermittelter Größen, mit denen der Einfluss des Klimas, des Bodens und der Morphologie auf das Abtragsgeschehen abgebildet werden.

In den weniger vom Relief geprägten Regionen lassen sich die Böden zusätzlich nach ihrer Verschlammungsgefährdung bewerten. Erosions- und Verschlammungsgefährdung werden kombiniert in einer Karte dargestellt, wobei das dominierende Merkmal die Erosionsgefährdung ist (GLA, 2000). Die Daten aus 2000 wurden durch eine weitere Datenlieferung des Geologischen Dienstes für die Ex-post-Evaluierung 2006 ergänzt, die insbesondere Lücken der ersten Datenlieferung schließen konnte, die in Randbereichen des Landes aufgrund fehlender bodenkundlicher Grundlagen bestanden (GLA, 2006).

Tabelle 2: Kennwertklassifikation der Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung

| Beschreibung in der Kartenlegende | zugrunde liegendes Rechenergebnis |
|--|---|
| mittlere Erosionsgefährdung | mittlerer jährlicher Bodenabtrag 10 bis 15 t/ha |
| hohe Erosionsgefährdung | mittlerer jährlicher Bodenabtrag 15 bis 30 t/ha |
| sehr hohe Erosionsgefährdung | mittlerer jährlicher Bodenabtrag > 30 t/ha |
| hohe Verschlammungsgefährdung | $K * R = 18$ bis 30 |
| sehr hohe Verschlammungsgefährdung | $K * R > 30$ |

K = Bodenerodierbarkeitsfaktor, R = Regen- und Oberflächenabflussfaktor

Quelle: GLA (2000).

Die Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung bildet die Grundlage für die Untersuchung der Ökoeffizienz und diente darüber hinaus zur Abgrenzung der Förderkulisse für die Erosionsschutzmaßnahmen.

Die im Folgenden (Kap. 3.1) dargestellten Angaben entstammen eigenen Berechnungen des vTI und basieren auf den vom Geologischen Dienst im Jahr 2000 veröffentlichten Daten zur Erosionsgefährdung. Ab 2009 wird aber für die Überarbeitung der Erosionsschutzregelung nach Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV) die Erosionsgefährdung in NRW vom Geologischen Dienst auf Ebene der Feldblöcke neu

ermittelt. Dabei wird nach bundeseinheitlich festgelegter Methode (Berechnung und Bewertung der Erosionsgefährdung nach DIN 19078 unter Anwendung der ABAG) verfahren. Es ist davon auszugehen, dass wegen wesentlich genauerer Ausgangsdaten (Kartierung im Maßstab 1:5.000, Berechnungen für Raster 10 x 10 m) erhebliche Abweichungen zu den früheren Daten zu erwarten sind, die dann auch zu ganz anderen Größenordnungen führen können als die hier ermittelten.

Bundesweite Karte der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge

Im Forschungszentrum Jülich wurde für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland eine Karte der „Potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge“ erarbeitet (Kunkel, 2006). Als Ergebnis wurden Acker- und Grünlandflächen mit einem geringen Nitratabbaupotenzial im Boden und überwiegendem Grundwasserneubildungsanteil (gemessen am Gesamtabfluss) ausgewiesen. Es werden dabei ausschließlich die Standorteigenschaften der Acker- und Grünlandflächen berücksichtigt, nicht die Nutzungsintensität der Flächen (z. B. in Form von Anbaumustern oder N-Bilanzsalden).

Dem Ergebnis mit der nominalen Klassifizierung ‚gefährdet‘/‚nicht gefährdet‘ liegt ein mehrstufiges Selektionsverfahren zugrunde (vgl. Tabelle 3). Dabei wurden Daten unterschiedlichen Maßstabs und unterschiedlicher Geometrie (Raster-, Vektordaten) zusammengeführt. Das Ergebnis wird in Form von Rasterdaten mit einer Kantenlänge von 250 m dargestellt.

Aufgrund des Maßstabes und der Qualität der verwendeten Eingangsdaten (z. B. der technisch bedingten Genauigkeit der Landnutzungsklassifizierung aus den Corine-Daten) kann es bei einer Verschneidung der Karte der „potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge“, mit den Daten aus dem InVeKoS-GIS zu nicht näher quali- und quantifizierbaren Ungenauigkeiten kommen. So ist es z. B. denkbar dass Feldblock(teile) des InVeKoS-GIS zur Deckung mit (herausselektierten) Gehölzbeständen der Corine-Landnutzungsklassifizierung kommen. In einem solchen Fall ist dort aufgrund der Methodik (siehe obige Tabelle) eine „potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge“ nicht nachweisbar, obwohl es sich de facto um LF handelt, und eine Grundwassergefährdung zumindest potenziell möglich wäre.

Eine Differenzierung der Höhe der Stickstoffeintragsgefährdung erfolgt nicht; es werden ausschließlich ‚gefährdete‘ (in der Kartenlegende mit ‚hohe Gefährdung‘ gekennzeichnet) von ‚nicht gefährdeten‘ Flächen (= Rasterzellen) unterschieden. Somit kann auch eine Verschneidung mit InVeKoS-Daten in der Treffgenauigkeitsanalyse für NRW nur zu undifferenzierten Aussagen führen.

Tabelle 3: Ermittlung der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge

| Arbeitsschritt | Datengrundlage | Erläuterungen |
|--|---|---|
| 1. Selektion landwirtschaftlich genutzter Flächen (Acker & Grünland) | Corine Landcover 2000; Codes: 211, 212, 221, 222, 243 (Acker), 231, 241, 242 (Grünland) | 211 Nicht bewässertes Ackerland, 212 Permanent bewässertes Ackerland, Weinbauflächen, 222 Obst- u. Beerenobstbestände, 243 Landwirtschaft mit natürlicher Bodenbedeckung, 231 Wiesen u. Weiden, 241 Mischung einjähriger Früchte mit Dauerkulturen, 242 Komplexe Parzellenstrukturen; Raster-basierte Klassifizierung (100x100 m) |
| 2. auf den Flächen aus Schritt 1: Selektion von Böden mit unterdurchschnittlicher Denitrifikationsleistung | Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK1000); Denitrifikationsleistung „gering“ und „sehr gering“ (ca. < 20 kg N/ha*a) | Methodik nach NLfB, NLÖ & Bezirksregierung Hannover (NLfB, NLÖ und Bezirksregierung Hannover, 2004); Böden, die ganzjährig keine Wassersättigung haben, z. B. Syroseme, Ranker, Braunerden, Podsole, Pararendzinen u. a. |
| 3. auf den Flächen aus Schritt 2: Selektion von Flächeneinheiten mit überdurchschnittlich hohem Basisabflussanteil | Eingangsdaten sind die Jahresniederschlagshöhe und die reale Verdunstung, die wiederum durch eine Vielzahl von Einzelparametern beschrieben wird; Flächen mit einem Basisabflussanteil > 50 % am Gesamtabfluss | Berechnung mit dem GROWA-Modell (Kunkel und Wendland, 2002) auf Basis von Rasterzellen |
| 4. Darstellung von Flächen ‚hoher Gefährdung‘ | | Ausgewiesen wurden Acker- und Grünlandflächen mitgeringem Nitratabbaupotenzial im Boden und überwiegendem Grundwasserneubildungsanteil |

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage eines Schriftwechsels mit Dr. R. Kunkel (Forschungszentrum Jülich, 2007).

2.2 Methodik

2.2.1 Definition der Problemlagen

Die Analyseschritte im Kapitel 3 zeigen zunächst in kurzer Übersicht die Problemlage in Nordrhein-Westfalen auf. Zu unterscheiden sind prinzipiell die a) Verursacherseite und b) die Schutzgutseite mit spezifischen Schutzgutempfindlichkeiten. Für die folgenden Analyseschritte (vor allem Bestimmung der Treffgenauigkeit der AUM) ist die Schutzgutseite von vorrangigem Interesse. Dabei wird unterschieden zwischen den Schutzgutgefährdungen ‚Bodenerosion‘, ausgelöst durch Niederschlagswasser, ‚Nitrat Auswaschung in das Grundwasser‘ und ‚Stoffeinträge in Oberflächengewässer‘. Diese schutzgutseitig formulierten Themen orientieren sich nicht mehr streng an einzelnen Indikatoren, lassen sich jedoch mit den Fragen, Kriterien und Indikatoren der EU-KOM (vgl. Tabelle 4) in Beziehung setzen.

Bedingt durch Datenlage, -verfügbarkeit, -differenzierungsgrad und GIS-Tauglichkeit müssen die drei genannten Themen für die Untersuchung weiter eingegrenzt werden.

Erosionsgefährdete Flächen

Erosionsgefährdete Flächen werden im Rahmen dieser Studie folgendermaßen definiert: Landwirtschaftlich genutzte Flächen, die nach Auswertungen des Geologischen Dienstes NRW (GLA, 2000) eine der ordinalen Erosionsgefährdungsstufen von ‚mittel‘, ‚hoch‘ oder ‚sehr hoch‘ zugewiesen bekommen haben. Die Bewertungsstufen ‚keine/geringe Erosionsgefährdung‘ und ‚hohe‘ bzw. ‚sehr hohe Verschlammungsgefährdung‘ werden als nicht erosionsgefährdet gesetzt. Diese Fragestellung fokussiert auf On-site-Schäden, die durch Bodenabtrag entstehen.

Nitrat Auswaschungsgefährdete Flächen

Nitrat Auswaschungsgefährdete Flächen werden im Rahmen dieser Studie folgendermaßen definiert: Landwirtschaftlich genutzte Flächen, für die nach Auswertungen des Forschungszentrums Jülich (Kunkel, 2006) eine potenzielle Nitrat austragsgefährdung aufgrund natürlicher Standortfaktoren ermittelt wurde. In der Studie wird keine Differenzierung in Gefährdungsstufen vorgenommen. Diese Fragestellung fokussiert auf diffuse Stoffeinträge über den Grundwasserpfad.

Tabelle 4: Betrachtete Indikatoren im Modul „Ökoeffizienz“

| Fragen, Kriterien, Indikatoren der EU-KOM | | | |
|---|--|---|--|
| Leitfragen der Untersuchung | Fragen | Kriterien | Indikatoren |
| Welche Maßnahmen tragen zum Schutz der Böden vor Wassererosion bei? | VI.1.A. In welchem Umfang sind natürliche Ressourcen geschützt worden und zwar durch die Auswirkungen von Agrarumweltmaßnahmen auf die Bodenqualität? | VI.1.A-1. Verringerung der Bodenerosion. | VI.1.A-1.1. Landwirtschaftliche Flächen, die Vereinbarungen zum Schutz vor Bodenerosion oder zur Verringerung der Bodenerosion unterliegen. Mit den Teilindikatoren a), b), c). |
| Welche Maßnahmen tragen zum Schutz des Grundwassers vor Nitrateinträgen bei? | VI.1.B. In welchem Umfang sind natürliche Ressourcen geschützt worden und zwar durch die Auswirkungen von Agrarumweltmaßnahmen auf die Qualität des Grund- und des Oberflächenwassers? | VI.1.B-1. Verringerter Einsatz von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln, die Wasser potenziell verunreinigen. VI.1.B-2. Die Transportwege, auf denen chemische Stoffe (...) in die Grundwasserschichten gelangen, sind ausgeschaltet worden (...). | VI.1.B-1.1. Flächen, die Vereinbarungen zur Verringerung des Einsatzes landwirtschaftlicher Produktionsmittel unterliegen. Mit den Teilindikatoren a), b), c) VI.1.B-1.2 Verringerung des Einsatzes landwirtschaftlicher Produktionsmittel pro Hektar aufgrund vertraglicher Vereinbarungen. VI.1.B-2.1. Flächen, auf denen Fördermaßnahmen durchgeführt werden, die zu einer Verringerung des Eintrags von Schadstoffen (durch Oberflächenabflüsse, Auswaschungen oder Erosion) in Grundwasserschichten führen. Mit den Teilindikatoren a), b). |
| Welche Maßnahmen tragen zum Schutz von Oberflächengewässern vor Stoffeinträgen bei? | VI.1.B. (vgl. oben) VI.2.B. In welchem Umfang ist die biologische Vielfalt aufgrund der Agrarumweltmaßnahmen erhöht oder verbessert worden durch Schutz von Habitaten, die für die Natur sehr wichtig sind, auf landwirtschaftlichen Flächen, durch Schutz oder Verbesserung der Umweltinfrastruktur oder durch Schutz von Feuchtgebieten bzw. aquatischen Habitaten, die an landwirtschaftlichen Flächen angrenzen (Habitatvielfalt)? | VI.1.B-1. (vgl. oben) VI.1.B-2. (vgl. oben) VI.2.B-3. Wertvolle Feuchtgebiete (die häufig nicht bewirtschaftet werden) oder aquatische Habitats sind vor Auswaschungen, Oberflächenabflüssen oder Sedimenteintrag der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen geschützt worden. | VI.1.B-1.1. (vgl. oben) VI.1.B-1.2 (vgl. oben) VI.1.B-2.1. (vgl. oben) VI.2.B-3.1. Flächen, auf denen geförderte Anbaumethoden oder –praktiken angewendet werden, die Auswaschungen, Oberflächenabflüsse oder Einträge von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln/ Erosionsmaterial in angrenzende wertvolle Feuchtgebieten oder aquatische Habitats verringern/ unterbinden. Mit den Teilindikatoren a), b), c). VI.2.B-3.2. Angrenzende wertvolle Feuchtgebiete oder aquatische Habitats, die aufgrund von Fördermaßnahmen geschützt werden. Mit den Teilindikatoren a), b) |

Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung von (EU-KOM, 2000).

Durch Stoffeintrag gefährdete Oberflächengewässer

Oberflächengewässer, die durch Stoffeinträge aus angrenzenden Flächen gefährdet sind, werden folgendermaßen definiert: Landwirtschaftlich genutzte Flächen, die in räumlicher Nähe zu Oberflächengewässern liegen oder direkt an sie angrenzen. Diese Fragestellung fokussiert somit mehr auf direkte Stoffeinträge, die auf einer Abstands- oder einer Nutzungsfunktion landwirtschaftlicher Flächen beruhen (Off-site-Schäden).

Die Gemeinsamen Bewertungsfragen der EU-KOM sehen u. a. folgende Untersuchungsaspekte vor (vgl. auch Tabelle 4): Wertvolle Feuchtgebiete oder aquatischer Habitats, die

vor Auswaschungen, Oberflächenabflüssen oder Sedimenteintrag der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen geschützt werden (Kriterium VI.2.B-3). Damit werden als sensible Gebiete

- (1) wertvolle Feuchtgebiete und
- (2) aquatische Habitate

angesprochen. In der Realität ist häufig eine Schnittmenge zwischen beiden Gebietstypen zu erwarten, z. B. wenn sich Erlen-Eschen-Galeriewälder, Erlen-Bruchwälder oder größere Auwaldbestände entlang von Fließgewässern erhalten haben oder wenn Sümpfe und Moore von (künstlichen) Gewässern durchzogen werden oder sich am Rand von Stillgewässern gebildet haben. Während das Gewässernetz vergleichsweise gut digital erfasst ist (vgl. Kapitel 2.1), befinden sich digitale Datenbestände zu wertvollen Feuchtgebieten noch überwiegend im Aufbau, sofern sie überhaupt vorliegen (z. B. aus einer landesweiten selektiven Erfassung wertvoller Biotope oder der FFH-Lebensraumtypenkartierung).

Die hier erfolgte Eingrenzung der Fragestellung auf Oberflächengewässer ist daher einer pragmatischen Herangehensweise vor dem Hintergrund der Datenverfügbarkeit, des Auswertungsaufwandes und des Zeitrahmens geschuldet. Gleichzeitig kann davon ausgegangen werden, dass Oberflächengewässer Indikatoren für das Vorkommen von Feuchtgebieten oder aquatischen Habitaten sein können. Offen bleibt aber die Frage, ob es sich bei den selektierten Flächen, die an Oberflächengewässer angrenzen um ‚wertvolle‘ Gebiete handelt. Da der Schutz von Oberflächengewässern ein wichtiges Ziel¹ der WRRL ist, ist die vorgenommene Themeneingrenzung nicht minder von Interesse.

2.2.2 Kosten-Wirksamkeitsanalyse

2.2.2.1 Theoretische Grundlagen

Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse (in der englischen Literatur *cost-effectiveness analysis*) wurde zu dem Zweck entwickelt, aus einem Spektrum möglicher Vorhaben das Vorteilhafteste heraus zu finden (z. B. Hanusch, 1994). Das kann entweder bedeuten, bei einem gegebenen Mitteleinsatz eine maximale Verbesserung des Umweltzustands im Hinblick auf das angestrebte Ziel oder ein gegebenes Umweltziel mit minimalem Mitteleinsatz zu erreichen.

¹ „... die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper, (...) mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V (...) einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen ...“ (Art. 4 RL 2000/60/EG).

Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA) verzichtet dabei auf eine monetäre Bewertung der Outputeffekte, was sie für eine Anwendung im Umweltbereich besonders geeignet macht: Die Wirksamkeit von Umweltmaßnahmen lässt sich im Regelfall nicht oder aber nur unter unverhältnismäßig hohem Aufwand monetarisieren (ausführlich dazu z. B. Londong et al., 2006). Gründe dafür sind u. a. multikausale Ursache-Wirkungszusammenhänge, die sich aufgrund von zeitlichen Verzögerungen (*time lag*) und Rückkopplungen nur schwer isolieren lassen oder die Berücksichtigung sehr vieler Randbedingungen, der fehlende Marktwerte für Umweltgüter u. v. m.

Vor diesem Hintergrund bietet sich eine qualitative Betrachtung in nichtmonetären Einheiten an, die mit Hilfe einer einfachen Reihung von qualitativen Merkmalen auch zu eindeutigen Wertungen/ Präferenzaussagen kommen kann (Tabelle 5). Als Bezugsgrößen dienen entweder physische Einheiten (z. B. Flächenangaben in ha) oder ordinal skalierte Qualitäten (z. B. Wirkungen in mittel, hoch, sehr hoch).

Tabelle 5: Beispiel für eine eindeutige Präferenzstruktur

| Maßnahme | Kosten | Wirksamkeit |
|----------|--------|-------------|
| M1 | 100 | hoch |
| M2 | 200 | hoch |
| M3 | 300 | gering |
| M4 | 400 | sehr gering |

Maßname M1 ist vor allen anderen Maßnahmen zu bevorzugen, da mit geringsten Kosten (100) und höchster Wirksamkeit (hoch) verbunden. Auch die Reihung M1, M2, M3, M4 ist hier eindeutig.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die **Vorteile** der Kosten-Wirksamkeitsanalyse sind ihre hohe Transparenz und Nachvollziehbarkeit (keine „Verrechnung“ von Bewertungsschritten) für monetär schwer bewertbare Sachverhalte. Der Zwang zu einer prägnanten Zieldefinition der betrachteten Maßnahmen hilft im Rahmen der Evaluation auch der zukünftigen strategischen Ausrichtung der Programmplanung. Dass nur selten alle Kriterien und Randbedingungen vollständig beschrieben werden können, gehört zu den **Nachteilen** der Kosten-Wirksamkeitsanalyse. Durch die Auswahl und Definition der Zielkriterien kann das Ergebnis durch den Bewerter beeinflusst werden. Dieser Nachteil kann nur über eine größtmögliche Transparenz des Vorgehens wettgemacht werden.

Diesbezüglich ist im vorliegenden Fall ein grundsätzliches Manko gegeben: Bei der Programmierung des Entwicklungsplanes wurde nicht durchgehend auf eindeutige und hinreichend konkretisierte **Zieldefinitionen** der Fördermaßnahmen geachtet. Daher mussten für einige Maßnahmen entweder im Nachhinein Ziele aufgestellt werden oder soweit

möglich weiter differenziert werden. Eine gängige Zielformulierung ist z. B. „Beitrag zum abiotischen Ressourcenschutz“. Hieraus lässt sich nicht eindeutig ableiten, ob alle ‚abiotischen‘ Schutzgüter (Boden, Wasser, Klima/Luft) gemeint sind, geschweige denn, ob innerhalb der Ressource Wasser der Schutz der Grundwasservorkommen oder der Oberflächengewässer angestrebt wird. Da die präzise Festlegung von Zielen als Vorgaben für den Vergleich der Maßnahmen wichtiger Bestandteil der Kosten-Wirksamkeitsanalyse ist, wird diese Information in der Analyse mitgeführt.

Der Fokus der Gemeinsamen Bewertungsfragen der EU-KOM liegt jedoch auf der **Wirkungsseite** der Maßnahmen: Welche Maßnahmen leisten Beiträge zum Grundwasser- oder Bodenschutz etc.? Wirkungsbeiträge können unabhängig von den Zielsetzungen erbracht werden, quasi als „Nebenprodukt“ einer Maßnahme. So entfalten z. B. viele Bodenschutzmaßnahmen auch Grundwasserschutzwirkung. Dieser Aspekt wird hier als Zusatznutzen oder Multifunktionalität bezeichnet. Unter diesem Blickwinkel sind folglich die Wirkungen der Maßnahmen mit in die Kosten-Wirksamkeitsanalyse einzubeziehen. Implizit wird damit unterstellt, für sie würden auch entsprechende Zielsetzungen bestehen. Um sie in weiteren interpretativen Schritten von den Maßnahmen mit expliziten Zielsetzungen unterscheiden zu können, werden sie gesondert gekennzeichnet.

Die Multifunktionalität oder der Zusatznutzen von Maßnahmen muss vor dem Hintergrund synergistischer oder additiver Wirkungen bei der Interpretation mit berücksichtigt werden. Ein direkter (Kosten-)Vergleich von Maßnahmen unterschiedlicher Zielbereiche ist jedoch nicht möglich; Aussagen zur absoluten Effizienz können nicht getroffen werden. Diese wären nur dann gegeben, wenn die Kosten-Wirksamkeitsrelation normiert wird, also z. B. Kosten pro kg Nitratreduktion im Grundwasser angegeben werden könnten².

Tabelle 6: Beispiel für mehrdeutige Präferenzstrukturen

| Maßnahme | Kosten | Wirksamkeit |
|----------|--------|-------------|
| M1 | 200 | mittel |
| M2 | 100 | gering |
| M3 | 300 | hoch |
| M4 | 400 | sehr gering |

Maßname M4 scheidet in jedem Fall als ungünstigste aus, da mit höchsten Kosten und geringster Wirksamkeit verbunden; zwischen M1, M2 und M3 gibt es keine eindeutige Präferenzstruktur, da sich jeweils alle Bewertungskriterien (Kosten und Wirksamkeit) unterscheiden.

Quelle: Eigene Darstellung.

² Dieser Schritt wird voraussichtlich in Zukunft möglich sein: So arbeitet z. B. die FAL im Auftrag der LAWA an einer Quantifizierung von Stickstoffreduktionspotenzialen verschiedener Maßnahmen.

Auch innerhalb eines Zielbereiches bietet das Verfahren dann keine eindeutigen Präferenzergebnisse mehr, wenn zwei oder mehr Alternativen dominieren (Beispiel Tabelle 6). In dem Beispiel dominieren die Maßnahmen M1, M2 und M3 eindeutig die Maßnahme M4, jedoch ist die Bildung einer Rangfolge innerhalb der Dominanzgruppe nicht möglich, da die kardinal skalierte Kostenmessung nicht in eine eindeutige Relation zur ordinal skalierten Wirksamkeitsmessung gesetzt werden kann. Das liegt u. a. daran, dass die „Distanz“ zwischen den Wirkungsklassen (sehr gering, gering, mittel ...) nicht genau definiert werden kann. Bei Mehrdeutigkeit der Aussagen bleibt folglich dem Entscheidungsträger eine endgültige Bewertung vorbehalten, die z. T. wohl auch intuitiv oder unter Hinzuziehung weiterer Kriterien erfolgen muss.

2.2.2.2 Umsetzung in der Untersuchung

Abbildung 2 zeigt die Bausteine der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung in dieser Studie. Abgesehen von dem Baustein Wirkung/Schutzbeitrag können alle notwendigen Informationen quantitativ in Geld- oder Flächeneinheiten erfasst werden. Die qualitativ erfassbare Wirkung wird bis in die abschließende Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung mitgeführt und interpretativ berücksichtigt.

Abbildung 2: Bausteine der Kosten-Wirksamkeitsanalyse

| | | | |
|--|------------------|--------------------------------|--|
| Ökoeffizienz (Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung) | | | |
| Wirksamkeit/Effektivität (Treffgenauigkeits-Wirkungsbetrachtung) | | Input-Outputbetrachtung | |
| Wirkung/Schutzbeitrag | Treffgenauigkeit | Beihilfe je Flächeneinheit | „Korrekturfaktor“ Multifunktionalität |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die **Wirksamkeit** oder Effektivität einer AUM wird in diesem Modell bestimmt durch ihren (potenziellen) Schutzbeitrag und ihrer Lage in sensiblen Umweltbereichen (z. B. eine Grundwasserschutzmaßnahme auf nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen). Die **Input-Outputbetrachtung** erfolgt rein quantitativ. Auf der Input-Seite werden ausschließlich die Beihilfezahlungen zur Durchführung von AUM berücksichtigt. Verwaltungskosten, die bei der Administration oder den Antragstellern entstehen bleiben unberücksichtigt.

tigt.³ Als ein ‚Korrekturfaktor‘ wird in der Kosten-Wirksamkeitsanalyse jedoch die Multifunktionalität der Maßnahmen berücksichtigt. Damit wird der ‚ökologische Zusatznutzen‘ in monetärer Form angerechnet, der durch eine Maßnahme bei unterschiedlichen Schutzgütern ausgelöst wird. Die Output-Seite wird durch die erreichte Fläche beschrieben. Die Input-Outputbetrachtung lässt sich somit durch die Größen Euro pro Hektar beschreiben.

Aus der Wirksamkeitsanalyse wird die Treffgenauigkeit ins Verhältnis zur Input-Outputbetrachtung gesetzt, und durch einen (dimensionslosen) Wert als Kosten-Wirksamkeitsrelation ausgedrückt. Unter Hinzuziehung der Wirkung kann eine vollständige Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung erfolgen. Das Ergebnis dieser Analyse wird im Rahmen der Studie als **Ökoeffizienz** bezeichnet.⁴

Im Folgenden werden die Einzelschritte erläutert.

Ermittlung des Schutzbeitrages/ der Ressourcenschutzwirkung

Der Schutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen zu den drei o. g. Ressourcen wurde bereits in der Halbzeitbewertung (Reiter et al., 2003) und der Aktualisierten Halbzeitbewertung (Reiter et al., 2005) ermittelt. Anhand einer Literaturstudie wurde zunächst die zu erwartende, potenzielle Ressourcenschutzwirkung eingeschätzt. Diese Einschätzung wurde mittels weiterführender Ergebnisse aus Begleitstudien, Befragungen und tiefer gehenden InVeKoS-Datenauswertungen soweit erforderlich modifiziert.

Tabelle 7: Bewertungsskala für den Schutzbeitrag (Ressourcenschutzwirkung) der AUM

| Schutzbeitrag der AUM | Symbol |
|-----------------------------|--------|
| sehr positive Wirkung | ++ |
| positive Wirkung | + |
| neutrale oder keine Wirkung | 0 |
| negative Wirkung | - |

Quelle: Eigene Darstellung.

³ Die Ex-post-Evaluationsgruppe zu den kapitelübergreifenden Fragen (Kapitel 10) wird sich auch der Seite der Verwaltungskosten annehmen. Aufgrund der Datenverfügbarkeit wird jedoch keine Differenzierung der Verwaltungskosten einzelner AUM, sondern nur von Haushaltslinien möglich sein, sodass die Ergebnisse hier – nicht nur aufgrund der Reihenfolge der Bearbeitung – nicht einfließen können.

⁴ Effizienz wird in der Literatur durchaus unterschiedlich verstanden. Nach der ISO-Norm (EN ISO 9000:2005) wird Effizienz als das Verhältnis zwischen dem erreichten Ergebnis und den eingesetzten Ressourcen definiert. Das Ergebnis umfasst dabei qualitative wie quantitative Aspekte. Dieser Anschauung folgt auch die GD Regio (EU-KOM, 2006), während andere Quellen Effektivität als Ziel-Wirkungsrelation und Effizienz als Input-Outputrelation definieren (Krems, 2004).

Die Bewertung erfolgt anhand einer vierstufigen Skala. Neben den positiven oder sehr positiven Schutzgutwirkungen sind auch neutrale/keine oder sogar negative Wirkungsaspekte denkbar. Während die meisten AUM für mehrere Schutzgüter Wirkungen zeigen, wurden negative Wirkungen nicht festgestellt.

Für die Ex-post-Evaluation wurden die Ressourcenschutzwirkungen erneut überprüft. Insbesondere konnten Ergebnisse des (Osterburg und Runge, 2007) bei den Wirkungseinschätzungen verglichen werden.

Ermittlung der Treffgenauigkeit

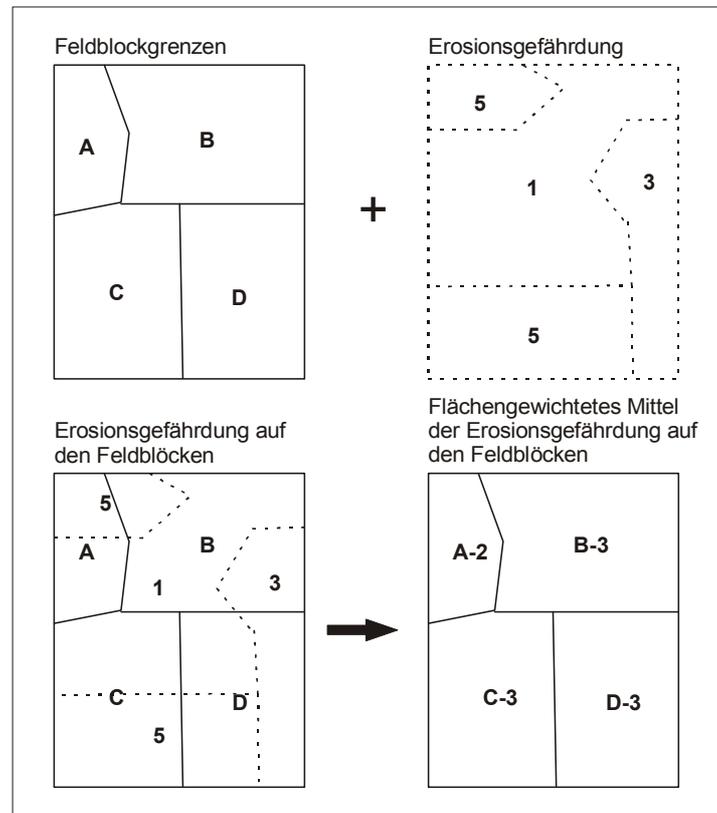
Seit Einführung des InVeKoS-GIS in 2005 ist eine bessere⁵ räumliche Verortung der AUM möglich. Somit eröffnet sich die Möglichkeit der Frage nachzugehen, ob die Fördermaßnahmen Flächen erreichen, auf denen sie einen möglichst hohen Beitrag zum Ressourcenschutz liefern können. Auf Seite der Schutzgutempfindlichkeiten liegen dazu schon seit längerem GIS-Daten vor (vgl. Kapitel 2.1 Datengrundlagen). Diese können nun zur analytischen Weiterverarbeitung mit den Förderdaten in einem Geografischen Informationssystem (GIS) verschnitten werden. Eine hohe Treffgenauigkeit der AUM ist dann gegeben, wenn die Maßnahmen innerhalb von „sensiblen Gebieten“ zum Einsatz kommen. Sensible Gebiete werden über die Schutzgutempfindlichkeiten vor dem Hintergrund der drei eingangs genannten Fragestellungen für die Schutzgüter Boden und Wasser definiert.

Die Grenze der räumlichen Auflösung/Genauigkeit wird dabei derzeit durch die Erfassungstiefe der InVeKoS-Daten begrenzt (vgl. Kapitel 2.1). Die Lagegenauigkeit von Maßnahmenflächen kann somit nur bis auf die Ebene des zugeordneten Feldblocks bestimmt werden. Umgekehrt bedeutet das auch, dass die Umweltdaten auf Feldblockebene beschrieben werden müssen. Die nachfolgende Abbildung soll dieses Vorgehen verdeutlichen.

Bei den Fragestellungen müssen drei methodische Ansätze unterschieden werden.

⁵ Bisher war eine Lokalisierung von Maßnahmenflächen unter Verwendung der Antragsdaten nur auf Ebene von Gemarkungen möglich.

Abbildung 3: Schematisiertes Vorgehen zur Beschreibung von Umweltdaten auf Feldblockebene



Quelle: Eigene Darstellung.

Erosionsgefährdete Flächen

Für die Daten zur Erosionsgefährdung kann auf den Ansatz zur Bildung eines flächengewichteten Mittelwertes je Felblock (Flächen A bis D in der Abbildung 3) zurückgegriffen werden. Dazu werden die Felblockgrenzen mit denen der Erosionsgefährdung (hier mit den ordinalen Gefährdungsstufen 1, 3 und 5 in Abbildung 3) räumlich verschnitten. Im Beispiel des Felblocks C mit annähernd gleichen Flächenanteilen der Gefährdungsstufen 5 und 1 ergibt sich über die Berechnung eines flächengewichteten Mittels die Gefährdungsstufe 3 für den gesamten Felblock C. Die Ergebnisse der Mittelwertberechnung werden auf ganze Werte gerundet. Die Konsequenzen dieses Vorgehens werden weiter unten im Kapitel 3.1.1 dokumentiert.

Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung sind dann treffgenau, wenn sie in sensiblen Gebieten liegen, das heißt auf Feldblöcken, die eine Erosionsgefährdung von ‚mittel‘, ‚hoch‘ oder ‚sehr hoch‘ aufweisen⁶.

Nitratauswaschungsgefährdete Flächen

Die nitratauswaschungsgefährdeten Flächen werden nur nominal bezeichnet (Auswaschungsgefährdung ja/nein). Der Weg der Bildung eines flächengewichteten Mittels entfällt somit. Wird durch eine räumliche GIS-Auswertung festgestellt, dass Anteile nitratauswaschungsgefährdeter Flächen auf den Feldblöcken liegen, so wird für den gesamten Feldblock eine Nitratauswaschungsgefährdung angenommen. Diese Flächen werden auch als sensible Gebiete (hinsichtlich Nitratauswaschung) bezeichnet. Inwiefern sich dadurch die Flächenanteile nitratauswaschungsgefährdeter Flächen verschieben, wird im Kapitel 3.2.1 dokumentiert.

Maßnahmen zur Reduzierung von Nitratausträgen in das Grundwasser sind dann treffgenau, wenn sie in sensiblen Gebieten, d. h. auf Feldblöcken liegen, die ganz oder teilweise eine Nitratauswaschungsgefährdung aufweisen.

Für die Auswertung konnten die Ergebnisse der Bestandserfassung zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) nicht mit einbezogen werden, obwohl von besonderem Interesse wäre, zu untersuchen, inwieweit Grundwasserkörper mit „unwahrscheinlicher Zielerreichung“ durch Agrarumweltmaßnahmen erreicht werden können.

Stoffeintragsgefährdete Oberflächengewässer

Die Ermittlung von Feldblöcken, die an Oberflächengewässer angrenzen, erfolgt mittels eines Distanzpuffers, der um die Gewässer gelegt wird. Für alle Feldblöcke, die innerhalb dieses Puffers liegen oder durch ihn angeschnitten werden, gilt die Annahme, dass sie einen direkten Beitrag zum Oberflächengewässerschutz liefern können (Bach, Fabis und Frede, 1997; zur Bedeutung der Abstandsfunktion vgl. z. B. Peter und Wohlrab, 1990). Diese Flächen werden als sensible Gebiete (hinsichtlich des Oberflächenwasserschutzes) bezeichnet.

Der Wirkungsbeitrag besteht darin, dass

- direkte Stoffeinträge vermieden werden (z. B. Abdrift von PSM-Anwendungen, Einträge von Weidevieh);

⁶ Auf mögliche Abweichungen zur Klassifizierung in dem im Aufbau befindlichen CC-Erosionskataster wird im Kapitel 2.1 Datengrundlagen hingewiesen.

- Transportwege des Stoffeintrags unterbunden werden (z. B. durch die Blockade von Erosionsfließstrecken durch Grasstreifen oder durch die winterliche Stickstofffixierung in Zwischenfrüchten);
- Quellen von Stoffeinträgen reduziert werden (z. B. durch den Verzicht auf PSM-Anwendung und Düngung oder durch die flächenhafte Erosionsvermeidung).

Eine Betrachtung diffuser Stickstoffeintragspfade über das Grundwasser in Oberflächengewässer erfolgt somit nicht. Hierfür müsste das gesamte Einzugsgebiet der Gewässer berücksichtigt werden. Gleichwohl können hiermit auch Stickstoffeintragspfade über den Zwischenabfluss (Interflow) erfasst werden sowie Einträge über ein Dränagesystem. Der Fokus liegt jedoch auf den oberirdischen Eintragspfaden, seien sie direkt oder durch Erosion bedingt (wobei im Flachland auch die Winderosion eine Rolle spielen kann). Dabei kann neben dem Phosphoreintrag auch ein nennenswerter Stickstoffeintrag durch Erosion erfolgen, wie Untersuchungen aus Mecklenburg-Vorpommern zeigen (LUNG, 2002).

Zur Bestimmung einer Abstands- bzw. Pufferdistanz bieten sich verschiedene Herangehensweisen an, wie z. B. die Diskussion von Mindestbreiten von Gewässerrandstreifen (Knauer und Mander, 1989; LUNG, 2002) oder der Abgrenzung von Auen anhand bodenkundlicher oder geologischer Merkmale (z. B. Freiberg, Rasper und Sellheim, 1996; LBEG, 2007) zeigt. Auf den Einfluss der Hanglänge auf die Erosionsdisposition wird in den verschiedenen Studien zur Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) hingewiesen (für NRW: Erdmann, 1998). Oberflächenabfluss kann durchaus Strecken von mehreren hundert Metern zurücklegen. Die Wirkung von grasbewachsenen Filterstreifen unterschiedlicher Breite auf den Rückhalt von PSM und Nährstoffen wurde unter natürlichen Bedingungen nachgewiesen (Amelung et al., 2006; Pätzold, Klein und Brümmer, 2007). Zusammenfassende Auswertungen des LUA (1996) zeigen folgende Ergebnisse (S. 26):

- „Im statistischen Mittel kann bei Gewässerrandstreifen von 5 m Breite davon ausgegangen werden, dass durch die die Nitratkonzentration des Oberflächenabflusses um lediglich 0 bis 38 % verringert werden, im Mittel um 20 %.
- Erst bei 20 m Breite kann im statistischen Mittel von Retentionsleistungen zwischen 55 und 98 % ausgegangen werden. Diese würden durchschnittlich 78 % betragen.
- Ein vollständiger Rückhalt der Nitratreinträge ist erst ab 100 m Breite zu erwarten.“

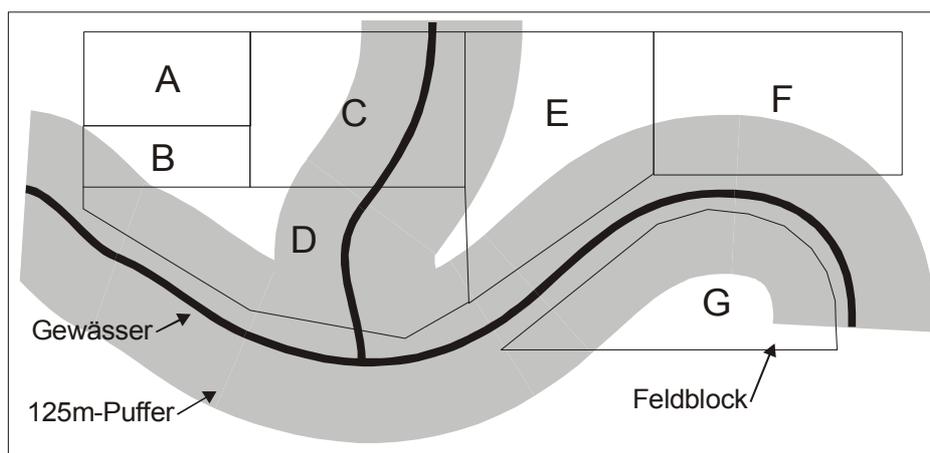
Allerdings sind hierbei nicht die wahrscheinlichen Nitrattransportprozesse über den Zwischenabfluss oder das Grundwasser berücksichtigt. In einer Modelluntersuchung an der Havel kommen die Autoren darüber hinaus zu folgender Aussage: „Was die flächenhaften Stoffeinträge in Gewässer betrifft, so wären z. B. 100 bis 200 m breite Zonen Gewässer schonender Landwirtschaft vielleicht sogar kostengünstiger – sicher aber wirksamer – als eine aufwändige Implementierung von Gewässerrandstreifen“ (LUA, 1996, S. 71).

Darüber hinaus müssen GIS-technische Unwägbarkeiten in Betracht gezogen werden, die ebenfalls Bedeutung für die Wahl des Distanzpuffers haben. Die meisten Gewässer sind nur linienhaft (also ohne räumliche Ausdehnung) erfasst worden, sodass in einer geografischen Projektion nicht unbedingt eine direkte Benachbarung zwischen Feldblöcken und Gewässern festgestellt werden kann. Diese (scheinbare) Distanz zwischen Gewässer und Feldblock muss GIS-technisch überbrückt werden. Der ‚Fehler‘ kann zusätzlich aus unterschiedlichen Erfassungsmaßstäben und/ oder Bearbeitungsungenauigkeiten vergrößert aber auch verringert werden.

Unter der Berücksichtigung der genannten Quellen sowie der GIS-technischen Unwägbarkeiten wurde ein Puffer von 125 m beidseitig der Gewässer gewählt und alle dadurch berührten Feldblöcke selektiert. Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung sind dann treffgenau, wenn sie innerhalb dieser sensiblen Gebiete liegen.

Dieses Vorgehen hat u. U. erhebliche Konsequenzen für den Flächenumfang, der in die Treffgenauigkeitsanalysen einbezogen wird, wie die nachfolgende Abbildung 4 veranschaulichen soll. Es wird deutlich, in welchem unterschiedlichem Ausmaß die Feldblöcke A bis G durch den Gewässerpuffer erfasst werden. Bei linearen Strukturen (Gewässern) tritt sehr häufig der Fall auf, dass nur geringe Feldblockanteile de facto für die Analyse relevant wären. Da die Lage der Maßnahmenflächen innerhalb der Feldblöcke aber nicht lokalisiert werden kann, muss auf die gesamte Feldblockfläche zurückgegriffen werden. Da durch ist z. B. tendenziell eine Überschätzung der Treffgenauigkeit zu erwarten.

Abbildung 4: Durch eine Pufferfläche entlang von Gewässern angeschnittene Feldblöcke



Quelle: Eigene Darstellung.

Alternativ könnte mit prozentualen Flächenanteilen der betroffenen Feldblockflächen gearbeitet werden. Diese könnten im gleichen Verhältnis auf die Maßnahmenflächen auf den einzelnen Feldblöcken umgelegt werden. Dadurch reduziert sich die als sensibel eingestufte Fläche zwar erheblich (im oben dargestellten Beispiel um ca. die Hälfte), es kann durch ein solches Vorgehen jedoch auch nicht sichergestellt werden, dass treffgenaue Maßnahmenanteile in einer realitätsnäheren Größenordnung ermittelt werden können, da auch diesem Vorgehen nicht überprüfbare Annahme zu Grunde liegen (z. B. gleichmäßige Verteilung der Maßnahmenfläche auf der Feldblockfläche).

Unabhängig von der angewendeten Methode, sind die **absoluten Größenordnungen** der Treffgenauigkeitsauswertungen an Oberflächengewässern sehr kritisch zu hinterfragen. Der Einfluss auf das **Ranking** der Maßnahmen untereinander dürfte jedoch unerheblich sein und damit auf die Bestimmung der Ökoeffizienz, die die ‚Performance‘ der Maßnahmen **relativ zueinander** vergleicht keinen (großen) Einfluss haben.

Darstellung der Treffgenauigkeit

Die Treffgenauigkeit der Maßnahmen wird mit ihrer Trefferfläche im sensiblen Gebiet in Hektar und ihrer Treffgenauigkeit als Prozentanteil der jeweiligen Maßnahme im sensiblen Gebiet angegeben. Es lassen sich Aussagen ableiten, welche Maßnahmen am umfangreichsten die sensiblen Gebiete erreichen.

Die Ermittlung der im Folgenden als „LF“ bezeichneten Fläche als Referenz für die Darstellung des Umfangs der sensiblen Gebiete und zur Beschreibung der Treffgenauigkeit erfolgt anhand der Feldblockflächen aus dem InVeKoS-GIS. Die so ermittelte „digitalisierte Feldblockfläche“ entspricht daher nicht den Werten der LF der offiziellen Agrar- oder Landesstatistik. Die Berechnung der Landnutzungstypen innerhalb der sensiblen Gebiete erfolgt hingegen mit Hilfe des Flächen- und Nutzungsnachweises (FNN). Auch dabei können Abweichungen des berechneten Gesamtflächenumfangs im Vergleich zum InVeKoS-GIS und der offiziellen Statistik auftreten. Der wichtigste Grund für Abweichungen besteht darin, dass zu einigen Feldblöcken oder Feldblockteilen keine entsprechenden Angaben im Flächennachweis vorzufinden waren. Dadurch wird aber lediglich die Darstellung der prozentualen Anteile der Maßnahmen an der LF bzw. am sensiblen Gebiet beeinflusst, nicht aber die Maßnahmenbewertung in Form eines Rankings der Treffgenauigkeit.

Des Weiteren werden die Flächenanteile der Maßnahmen im sensiblen Gebiet im Verhältnis zu der gesamten Maßnahmenfläche im sensiblen Gebiet dargestellt (Anteile in Prozent). Damit kann der Flächenbeitrag einzelner Maßnahmen im Gesamtmaßnahmenmix zum Ressourcenschutz ausgedrückt werden. Dieser Schritt ist für die weiteren Arbeitsschritte zur Bestimmung der Kosten-Wirksamkeitsrelation erforderlich. Er ermöglicht einen relativen Vergleich der Maßnahmen untereinander. Eine absolute Einschät-

zung, z. B. in Form einer Grenzziehung für eine Bewertung wie ‚gute‘ oder ‚schlechte‘ Treffgenauigkeit ist nicht möglich. Als Orientierungswert wird daher immer der Mittelwert aller Maßnahmen herangezogen.

Einfluss von Förderkulissen auf die Treffgenauigkeit

Fachlich definierte Förderkulissen werden ausgewiesen, um „Streuverluste“ von Maßnahmen zu minimieren und eine möglichst hohe Treffgenauigkeit der Maßnahmen zu erreichen. Förderkulissen sind daher immer für bestimmte Problemgebiete und zugeordnete Lösungsansätze (Maßnahmen) definiert.

In NRW bestehen Kulissen z. B. für die Erosionsschutzmaßnahmen, die Uferrandstreifenmaßnahme oder für die Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes. Diese Maßnahmen haben daher auch klar definierte und i. d. R. stark begrenzte Ressourcenschutzziele mit Hauptwirkungen in den entsprechenden Bereichen. Die Bewertungsfragen der KOM und damit auch dieser Untersuchungsansatz zielen auf Wirkungen ab. Maßnahmen mit Förderkulissen und eng umrissener Zielsetzung intendieren sehr spezifische Wirkungen. Es ist daher zu erwarten, dass ihre Treffgenauigkeit für Ressourcenschutzwirkungen außerhalb ihrer intendierten Ziele tendenziell schlechter ausfällt. Die Effekte von Förderkulissen sind daher bei der Interpretation der Treffgenauigkeit zu berücksichtigen. Grundsätzlich sind Kulissen im Hinblick auf einen zielgerichteten Finanzmitteleinsatz zu befürworten.

Einfluss von rotierenden Maßnahmeflächen auf die Treffgenauigkeit

Einige Maßnahmen sind in den Fruchtfolgegewechsel eingebunden und damit nicht fest für die Vertragsdauer an einen Schlag oder ggf. an einen Feldblock gebunden. Für diese Maßnahmen kann die Analyse der Treffgenauigkeit nur eine Momentaufnahme des gewählten Förderjahres darstellen. In NRW betrifft das z. B. die Schonstreifen. Die Erosionsschutzmaßnahmen sind im Gegensatz dazu eine Einzelflächen bezogene Förderung. Für jede geförderte Fläche müssen in jedem Jahr die (kulturartenabhängigen) Auflagen erfüllt werden.

Einfluss der Maschinenförderung im Rahmen des AFP auf die Treffgenauigkeit

In Nordrhein-Westfalen wurden im Rahmen des Agrarinvestitionsförderungsprogramms (AFP) in den Jahren 2000 bis 2005 insgesamt 107 Mulchsaatgeräte gefördert. Um eine Doppelförderung auszuschließen, ist diesen Betrieben die Teilnahme an der Erosionsschutzmaßnahme im Rahmen der Flächenförderung der Agrarumweltmaßnahmen nicht erlaubt. Dennoch ist auf diesen Betrieben mit einem Einsatz von MDM-Verfahren zu rechnen, die jedoch nicht in die Ökoeffizienz Betrachtung einfließen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Erosionsgefährdungssituation auf der LF bzw. dem Ackerland der ge-

förderten Betriebe. Es ist davon auszugehen, dass auf rd. 4.250 ha erosionsgefährdetem Ackerland MDM-Verfahren zum Einsatz gelangen können.

Tabelle 8: Erosionsgefährdung auf Betrieben mit Investitionsförderung für Mulchsaatgeräte in Nordrhein-Westfalen

| Betriebe mit Investitionsförderung für Mulchsaatgeräte ¹⁾ | LF gesamt | Erosionsgefährdete LF ²⁾ | Erosionsgefährdetes Ackerland ²⁾ |
|---|------------------|--|--|
| [n] | [ha] | [ha] | [ha] |
| 107 | 10.385 | 4.609 | 4.247 |

1) Es haben 107 Betriebe in den Jahren 2003 - 2006 eine Investitionsförderung für Mulchsaatgeräte erhalten. Über die EU-Fördernummer konnten für 105 Betriebe die Förderdaten und die InVeKoS-Daten zur Flächennutzung für die Jahre 2005 und 2006 zusammengespielt werden.

2) Gefährdungsstufen mittel, hoch, sehr hoch. Flächenangaben laut FNN.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage des InVeKoS-GIS und FNN.

Ermittlung der Wirksamkeit

Die Wirksamkeit betrachtet die Wirkungen (vgl. „Ermittlung des Schutzbeitrages“ in diesem Kapitel) der Maßnahmen im Hinblick auf das jeweilige Ressourcenschutzziel unter Hinzuziehung der Treffgenauigkeit. Zur Auswertung können die Maßnahmen entsprechend gruppiert und innerhalb der Gruppen einem Ranking unterzogen werden. Für die beiden Wirkungsgruppen [+ , ++] werden getrennt Durchschnittswerte der Treffgenauigkeit berechnet, die als grober Anhaltspunkt für die Einschätzung der Wirksamkeit dienen (relativ über- und unterdurchschnittliche Wirksamkeit). Dabei wird auch berücksichtigt, ob für die betrachteten Maßnahmen ein Ressourcenschutzziel (entsprechend des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes) formuliert wurde oder nicht.

Tabelle 9: Schematische Darstellung der Wirksamkeit

| Maßnahme | Ziel | Schutzbeitrag/ Wirkung [+ , ++] | Trefferfläche [ha der Maßnahmenfläche im sensiblen Gebiet] | Treffgenauigkeit [% der Maßnahmenfläche im sensiblen Gebiet] |
|-----------------|-------------|--|---|---|
| M1 | | ++ | 8.000 | 85 |
| M2 | ● | ++ | 15.000 | 35 |
| M3 | | ++ | 5.500 | 30 |
| M4 | | + | 11.000 | 45 |
| M5 | ● | + | 8.000 | 20 |
| Mn | | ... | | ... |

Quelle: Eigene Darstellung.

Ermittlung der Input-Outputrelation

Die Input-Outputrelation wird durch den Beihilfesatz je Hektar [Euro/ha] für jede Maßnahme beschrieben.

Während die Output-Seite vergleichsweise leicht aus den InVeKoS-Daten generiert werden kann, muss die Input-Seite für einige Maßnahmen aus der geförderten Fläche und den Auszahlungsdaten bestimmt werden. Für alle Maßnahmen, deren Beihilfeshöhe entweder von der in Anspruch genommenen Maßnahmenvariante und/oder von standörtlichen Bedingungen abhängt, wurde ein flächengewichtetes Mittel anhand der Angaben in den Fördertabellen aus Förderflächen und den korrespondierenden Zahlungsbeträgen ermittelt. Als Ergebnis wird also ein landesweiter Durchschnittswert der Beihilfe je Hektar gebildet („Beihilfesatz durchschnittlich“).

Darüber hinaus ist die **Multifunktionalität** von Maßnahmen bei der Beurteilung ihres Input-Outputverhältnisses zu berücksichtigen. Den meisten AUM ist inhärent, dass sie nicht nur für ein Schutzgut positive Wirkungen entfalten, sondern für mehrere gleichzeitig. Das muss nicht unbedingt den (primären) Zielsetzungen der Maßnahme entsprechen, ist aber entsprechend der Bewertungsmethodik der EU-KOM (2000) auf der Wirkungsseite positiv anzurechnen. Dementsprechend ist auch der finanzielle Aufwand der Maßnahme vor dem Hintergrund ihrer multiplen Wirkungsbeiträge zu bewerten. Dazu wird der Beihilfesatz auf die Anzahl der (hier betrachteten) Wirkungsbeiträge umgelegt. Durch die Berücksichtigung des ‚Korrekturfaktors Multifunktionalität‘ resultieren niedrigere Beihilfesätze je Hektar geförderter Flächen.

Tabelle 10: Schematische Darstellung der Input-Outputrelation am Beispiel von Maßnahmen mit Boden-/Erosionsschutzwirkung

| Maßnahme | Ziel | Wirkung auf Schutzgut ... | | | | Beihilfesatz | |
|----------|------|---------------------------|------|---------------|------------|------------------------|--|
| | | Wasser | Luft | Biodiversität | Landschaft | Durchschnitt [Euro/ha] | Berücksichtigung d. Korrekturfaktors [Euro/ha] |
| M1 | | x | x | | x | 50 | 13 |
| M2 | • | x | x | x | x | 130 | 26 |
| M3 | | x | x | x | x | 172 | 34 |
| M4 | • | x | | x | | 104 | 35 |
| M5 | | x | x | x | x | 225 | 45 |
| Mn | | x | | x | x | ... | ... |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Betrachtung von Maßnahmen mit den Wirkungen [0] oder [-] trägt hier allerdings nicht zum Erkenntnisgewinn bei, sofern diese Maßnahmen damit nicht ihre Zielsetzung verfehlen. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Die Maßnahme f5 Erhaltung vom Aussterben bedrohter Haustierrassen zielt auf einen Beitrag zur Bewahrung der Biodiversität, hier speziell von traditionell gehaltenen, aber heute in ihrem Bestand gefährdeten Haustierrassen. Die Ausgestaltung der Maßnahme lässt einen Wirkbeitrag zur Erhaltung der genetischen Vielfalt (Biodiversität) erkennen und wird somit ihrer Zielsetzung gerecht. Sie liefert jedoch keinen Beitrag zum Wasser- oder Bodenschutz. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung der Maßnahme kann dies nicht negativ in einer Effizienzbetrachtung angerechnet werden. Maßnahmen mit neutralen oder negativen⁷ Wirkungen werden daher nicht berücksichtigt, sofern sie damit nicht ihre Zielstellung verfehlen. Neben den Wirkungen werden daher die Zielsetzungen zu den Maßnahmen aufgezeigt.

Des Weiteren werden Beihilfeanteile der Maßnahmen berechnet, da sie für die weiteren Schritte der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung relevant sind. Die Beihilfeanteile der Maßnahmen errechnen sich aus der Beihilfesumme der Maßnahme im Verhältnis zur Summe der Beihilfen aller Maßnahmen, unabhängig davon ob sie sensible Gebiete erreichen oder nicht. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass einige Maßnahmen (insbesondere solche ohne Förderkulisse) nur unter Inkaufnahme hoher ‚Streuverluste‘ Flächen in den sensiblen Gebieten erreichen. Bei diesen Maßnahmen ist ein vergleichsweise höherer finanzieller Aufwand erforderlich, um – quasi als ‚Miteinkauf‘ – auf sensiblen Flächen einen Schutzbeitrag zu leisten. Dieser ‚Miteinkauf-Effekt‘ tritt besonders bei flächenstarken horizontalen Maßnahmen, wie z. B. der betrieblichen Grünlandextensivierung oder dem Ökolandbau auf. Durch den großen Flächenanteil und die i. d. R. hohe Streubreite der Förderflächen, werden in gewissem Umfang auch sensible Gebiete erreicht. Das bedeutet aus ‚Schutzgutsicht‘ betrachtet jedoch, dass die Beihilfen, die für nicht-sensible Gebiete verausgabt werden, als Fehlallokation betrachtet werden müssen, die aufgrund der Maßnahmenausgestaltung (fehlende Förderkulisse) in Kauf genommen werden muss.

Deshalb wird als Korrekturfaktor die Beihilfesumme der jeweiligen Maßnahme insgesamt angesetzt. Eine hinreichende Aussagekraft erlangt dieser Zwischenschritt in der Kombination mit den berechneten Flächenanteilen der Maßnahmen, was bei der Betrachtung der Kosten-Wirksamkeitsrelation geschieht (siehe nachfolgend).

Ermittlung der Kosten-Wirksamkeitsrelation

Die Kosten-Wirksamkeit besteht aus der Gegenüberstellung und dem Vergleich der spezifischen Kosten einer Maßnahme mit dem Maß (oder den mehreren Maßen) ihrer erwünschten Wirkung (Hanusch, 1994). In den vorhergehenden Schritten wurden die Bau-

⁷ lediglich theoretische Annahme; der Fall kommt nicht vor.

steine der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung vorbereitet. Sie werden hier analytisch zusammengeführt. Formelhaft ausgedrückt kann von der Kosten-Wirksamkeitsrelation als Quotient aus Wirksamkeit und Kosten (hier nur mit der Kostenkomponente ‚Beihilfe je Hektar Förderfläche‘ bei einem gegebenen Ziel gesprochen werden.

$$KW_{M1} = \frac{W_{11}}{K_1}$$

mit:

KW_{M1} Kosten-Wirksamkeit der Maßnahme 1
- hier mit einem Relationswert (quantitativ)
- und einer Wirkungseinschätzung (qualitativ)

W_{11} Wirksamkeit der Maßnahme 1 für Kriterium 1
- hier mit der Wirkung 1 (qualitativ)
- und der Treffgenauigkeit 1 (quantitativ)

K_1 Kosten der Maßnahme 1
- hier als Beihilfehöhe unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors Multifunktionalität (quantitativ)

Die Kostenwirksamkeit der Maßnahmen kann wie in Tabelle 11 gezeigt dargestellt werden. Darüber hinaus erfolgt eine Gesamtschau der Einzelbewertungsschritte. Sie erlauben weitergehende interpretative Ansätze.

Tabelle 11: Ergebnisdarstellung der Kosten-Wirksamkeitsanalyse

| Maßnahme | Ziel | Schutzbeitrag/ Wirkung [+, ++] | Kosten- Wirksamkeitsverhältnis [Flächenanteile / Kostenanteile] | Ranking [Präferenzreihenfolge aufgrund des Kosten-Wirksamkeits- verhältnisses] |
|----------|------|--------------------------------------|---|---|
| M1 | | ++ | 4,89 | 1 |
| M4 | | + | 1,27 | 2 |
| M2 | • | ++ | 0,32 | 3 |
| M5 | • | + | 0,21 | 4 |
| M3 | | ++ | 0,19 | 5 |
| Mn | | ... | | |

Quelle: Eigene Darstellung.

Grenzen der Interpretierbarkeit der Kosten-Wirksamkeitsrelationen

Das Ergebnis der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung ermöglicht die Auswahl von zu präferierenden Maßnahmen im Hinblick auf unterschiedliche Ressourcenschutzziele. Dazu stellt sie einen Vergleich der Kosten (Beihilfe je Flächeneinheit) mit mehreren Effektivitätskriterien an (Wirkung, Treffgenauigkeit und Flächenumfang der Maßnahmen).

Das Ergebnis setzt sich aus einer qualitativen (Wirkung [+ , ++]) und einer quantitativen (dimensionsloser Relationsquotient) Komponente zusammen. Diese können nur zusammen interpretiert werden. Darüber hinaus zeigt das Ergebnis keine absoluten Vorteile und muss die Gewichtung einzelner Kriterien letztendlich dem Entscheidungsträger überlassen. Dieser Hinweis ist umso wichtiger, als dass auf der Kostenseite mit der Beihilfeshöhe nur eine, wenn auch wesentliche, Kostenkomponente berücksichtigt werden konnte.

Um eine Interpretation zu erleichtern, werden die analysierten Kriterien der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung noch einmal nebeneinander gestellt (vgl. Tabelle 12). Dabei werden ausschließlich Maßnahmen berücksichtigt, die eine sehr positive Wirkungseinschätzung [++] oder überdurchschnittliche Einzelergebnisse haben (jeweils gemessen am arithmetischen Mittel). Das Beispiel zeigt, dass die Maßnahme M2 die günstigste Kosten-Wirksamkeitsrelation aufweist, obwohl sie keine gute (= nicht überdurchschnittliche) Treffgenauigkeit hat und auch nur mit geringen Flächenanteilen in sensiblen Gebieten vertreten ist. Das gute Kosten-Wirksamkeitsverhältnis beruht ausschließlich auf einem (sehr) niedrigen Beihilfesatz. Darüber hinaus ist ersichtlich, dass die Maßnahme keine Zielformulierung für die untersuchte Ressource hat, aber dennoch eine sehr positive Wirkung [++] in Hinblick auf das Schutzgut entfaltet.

Dem Entscheidungsträger bleibt es überlassen diese Kriterien zu gewichten, gegeneinander abzuwägen und ggf. weitere zur Entscheidungsfindung hinzuzuziehen.

Tabelle 12: Beispiel für Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte

| Ranking | Wirkung [++] | Treffgenauigkeit [>= Durchschnitt] | Flächenanteile [>= Durchschnitt] | Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= Durchschnitt] | Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= Durchschnitt] |
|---------|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| 1 | ● M1 | ● M6 | M9 | M2 | M2 |
| 2 | M2 | ● M3 | ● M3 | ● M8 | ● M9 |
| 3 | ● M3 | ● M1 | M7 | ● M9 | ● M8 |
| 4 | ● M4 | M7 | | M7 | ● M3 |
| 5 | | ● M8 | | M5 | M7 |
| 6 | | | | M10 | |

● Maßnahmen mit Ressourcenschutzziel

Quelle: Eigene Darstellung.

Bei den Interpretationsmöglichkeiten müssen darüber hinaus folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Ein Vergleich der Kosten-Wirksamkeitsrelation kann streng genommen immer nur innerhalb homogener Gruppen vorgenommen werden, so z. B. innerhalb der Gruppe der Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung.

- Der ‚Abstand‘ zwischen einer Kosten-Wirksamkeit von 4,89 und 1,27 (vgl. Beispiel in Tabelle 11) kann nicht definiert werden. Der Wert der Kosten-Wirksamkeitsrelation lässt somit zwar ein Ranking zu, aber keine Aussagen über die Größe von Qualitätsunterschieden zwischen den Maßnahmen.
- Genauso wenig ist der ‚Abstand‘ zwischen den Wirkungsklassen [0, + und ++] definiert. Gleichzeitig entscheidet aber die Wirkungseinschätzung entscheidend über das Endergebnis. Dies ist ein Grund, warum in Zukunft versucht werden soll die Wirkungsseite quantitativ zu beschreiben.
- Maßnahmen mit einem spezialisierten Ansatz müssen häufig höhere Beihilfesätze haben, um die gewünschten Flächen erreichen zu können. Sie erlangen dadurch eine sehr hohe Wirksamkeit, haben aber auch höhere Kosten. Solche speziellen Ressourcenschutzwirkungen kann die Kosten-Wirksamkeitsanalyse (derzeit) nicht ausreichend würdigen. Sie sind durch die Entscheidungsträger zu berücksichtigen.
- Der Einfluss von Förderkulissen spezialisierter Maßnahmen auf andere als die intendierten Ressourcenschutzwirkungen kann nicht hinreichend eingeschätzt werden. I. d. R. ist für nicht intendierte, d. h. mit einem Ziel belegte, Wirkungen eine negative Beeinflussung der Treffgenauigkeit anzunehmen.
- Die Auswertung von Maßnahmen ohne Ressourcenschutzziel oder mit nur diffuser Zielformulierung (z. B. ‚abiotischer Ressourcenschutz‘) ist streng genommen in einer Kosten-Wirksamkeitsanalyse nicht möglich. Zwar lässt sich deren Kosten-Wirksamkeitsverhältnis beschreiben, aber bereits bei der Wertung der Ergebnisse gibt es methodische Probleme und spätestens bei der Formulierung von Empfehlungen sind kaum noch zulässige Aussagen möglich.
- Nicht zuletzt sind die Rahmen setzenden Bedingungen der Ausgangsdaten, deren Projektion auf die Feldblöcke, ihr Herkunftsmaßstab und ihre Klassenbildung bei der Interpretation zu berücksichtigen. Trotz transparenter Herleitung und Darstellung ist es nicht immer evident, welchen Einfluss diese Aspekte auf das Endergebnis nehmen.

3 Ökoeffizienz der Maßnahmen

Lesehinweis: Die nachfolgenden Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 befassen sich mit den drei Leitfragen (und Schutzgütern) der Untersuchung. Sie sind identisch strukturiert, sodass sich an einigen Stellen kürzere Wiederholungen ergeben. Der Textaufbau wurde bewusst so gewählt, um dem ‚selektiven Leser‘ ein häufiges Blättern zu ersparen. Für die methodischen Aspekte sei an dieser Stelle noch einmal auf das Kapitel 2.2 verwiesen.

3.1 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Bodenerosion

3.1.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen

Zielsetzung des Entwicklungsplanes

Bodenverluste durch Bodenerosion sind im Entwicklungsplan des Landes NRW als relevantes Thema des Ressourcenschutzes aufgeführt. Als Konsequenz ist eine differenziert ausgestaltete Erosionsschutzmaßnahme für die Landwirtschaft entwickelt worden, die neben Aufklärungs- und Beratungstätigkeit durch die Fachadministration spezifische Erosionsschutzmaßnahmen in die geförderten AUM integriert hat. Von den im Rahmen der fakultativen Modulation neu angebotenen Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen ist die Verhinderung von Bodenerosion als Förderziel für die Umwandlung von Acker in extensiv bewirtschaftetes Grünland in Überschwemmungsgebieten definiert worden.

Erosionsursachen

In der Aktualisierung der Halbzeitbewertung sind die Erosionsursachen in Nordrhein-Westfalen entsprechend der in den Bewertungsfragen der Kommission getroffenen Unterscheidung in Wasser-, Wind- und Bearbeitungserosion und die sich daraus ergebende Gefährdungslage ausführlich dargestellt worden. Zusammenfassend sind hier folgende Aspekte hervorzuheben:

- Der Winderosion wird aufgrund der gegebenen Standortverhältnisse (Bodenarten, Klima) nur wenig Bedeutung beigemessen.
- In Bezug auf die Gefährdung durch Wassererosion kommt eine bundesweit angelegte Simulationsstudie, die sich an der ABAG orientiert und das **aktuelle** Bodenabtragsrisiko **gemittelt auf Ebene der Kreise** angibt (Erhard et al., 2002), zu folgenden Ergebnissen: Ein sehr hohes Bodenabtragsrisiko mit Werten von über 5 t/ha*a ist in den Regionen Sauerland, Siegerland, Bergisches Land gegeben. Für die übrigen Mittelgebirgslagen wird ein mittleres Abtragsrisiko in der Größenordnung von 2 bis 4 t/ha*a berechnet. Im Münsterland, am Niederrhein sowie in der Köln-Aachener Bucht liegen die Werte mit < 0,5 t/ha*a dagegen in einem sehr niedrigen Bereich.
- Die Karte der Erosionsgefährdung der Böden des Geologischen Dienstes (vgl. Kapitel 2.2) stellt die **potenzielle** Gefährdung durch Wassererosion anhand der ABAG dar und zeigt die Verteilung von definierten Erosionsgefährdungsstufen im Land, unabhängig von der Flächennutzung und administrativen Gebietseinheiten (siehe Karte A-1). Die Verteilung der Klassen ähnelt den o. g. Ergebnissen, jedoch wird der zu erwartende mittlere Bodenabtrag im Vergleich zu Erhard et al. aufgrund der Nutzungsannahme „Schwarzbrache“ deutlich höher eingestuft. Als sehr hoch gefährdet, mit einem potenziellen mittleren Bodenabtrag von größer 30 t/ha*a, sind große Teile der Mittelgebirge, daneben aber auch hügelige Regionen am Niederrhein und im

Münsterland ausgewiesen worden. Hohe Erosionsgefährdung mit einem potenziellen mittleren Abtrag von 15 bis 30 t/ha*a finden sich in den Randlagen der Mittelgebirge. Eine mittlere Gefährdung wird nur für sehr wenige Flächen berechnet.

Letztere Werte wurden im Rahmen des in Nordrhein-Westfalen durchgeführten Forschungsvorhabens „Boden und Stoffabtrag von ackerbaulich genutzten Flächen - Ausmaß und Minderungsstrategien“ bestätigt (Feldwisch und Frick, 2002). Bei mehrjähriger kontinuierlicher Messung auf einem sehr hängigen Standort mit durchschnittlich 11 % Gefälle wurde ein Bodenabtrag von 30 t/ha * a im Mittel festgestellt (MUNLV, LUA und (Hrsg.), 2004).

Im Hinblick auf das Bodenabtragsrisiko durch Bearbeitungserosion wurde im Forschungsvorhaben, auf einem Standort mit durchschnittlich 7 % Hangneigung unter Mais, ein Verhältnis zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten Pflug – Mulchsaat – Direktsaat von 10 zu 1,3 zu 0 ermittelt (Lütke-Entrup et al., 2001). In einem Messzeitraum von zehn Wochen betrug der Bodenabtrag in der Pflugvariante 0,3 t/ha. Diese Untersuchungsergebnisse geben damit quantitative Anhaltspunkte für die Bodenschutzwirkung verschiedener Bearbeitungstechniken im Ackerbau und können unter Berücksichtigung von Unterschieden im Analogieschluss auf die Wirkung der Erosionsschutzmaßnahmen übertragen werden.

Die Einstufung von Gebieten in die vom Geologischen Dienst definierten Gefährdungsklassen bildet die Grundlage zur Abgrenzung der Gebietskulisse für die Erosionsschutzmaßnahmen. Laut geltender Richtlinie (RdErl. d. MUNLV II-6 - 72.50.12 v. 19.11.2002) ist die Teilnahme an den Erosionsschutzmaßnahmen beschränkt auf Gebiete, die vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz als besonders erosionsgefährdete Gebiete anerkannt sind. Die Kulisse wird in Form einer Liste und als Karte in den Bewilligungsstellen vorgehalten. Sie umfasst meist das gesamte Gebiet einer als erosionsgefährdet eingestuften Gemeinde, in einigen Fällen auch Teilgebiete von Gemeinden⁸. Neben den Flächen in den als gefährdet eingestuften Gebieten können weitere Flächen durch Begutachtung der unteren Bodenschutzbehörde anhand einer vorgegebenen Kriterienliste in die Förderung einbezogen werden.

⁸ Der Einbezug ganzer Gemeinden erfolgte aus Verwaltung vereinfachenden Gründen. Die Datenlage erlaubte zum Zeitpunkt der Einführung der Maßnahme keine flächenscharfe Abgrenzung.

Förderkulisse für Erosionsschutzmaßnahmen**Tabelle 13:** Verteilung von Nutzungstypen auf Gefährdungstufen in der Förderkulisse für Erosionsschutzmaßnahmen

| Erosionsgefährdung | Nutzungstypen ¹⁾ | | | | Summe ³⁾ |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| | Grünland | Ackerland | Dauerkulturen [ha] | Wald ²⁾ | |
| keine bis gering | 18.195 | 71.875 | 262 | 45 | 92.135 |
| mittel | 398 | 627 | 9 | 4 | 1.043 |
| hoch | 20.035 | 49.098 | 284 | 75 | 69.670 |
| sehr hoch | 222.713 | 200.419 | 1.851 | 1.705 | 428.435 |
| Summe | 261.340 | 322.019 | 2.405 | 1.829 | 591.283 |
| Verschlämmungsgefährdung | | | | | |
| hoch | 16.719 | 71.971 | 169 | 46 | 89.049 |
| sehr hoch | 11.421 | 65.860 | 140 | 27 | 77.728 |
| Summe | 28.140 | 137.831 | 309 | 73 | 166.777 |
| Gesamtsumme | 289.481 | 459.850 | 2.714 | 1.902 | 758.060 |

- 1) Die Fläche der Nutzungstypen des FNN entspricht nicht exakt der LF der digitalisierten Feldblockfläche des InVeKoS-GIS.
2) umfasst im Wesentlichen Erstaufforstung.
3) Abweichungen der Summe sind auf hier nicht berücksichtigte Kategorien des FNN zurückzuführen, wie z. B. Hofflächen.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FNN und GLA (2000).

Die auf Gemeindebasis⁹ ausgewiesene Förderkulisse für die Erosionsschutzmaßnahme f3 umfasst insgesamt 758.000 ha. Die Tabelle verdeutlicht, dass ein Schwerpunkt der Kulisse im Bereich der ‚sehr hoch‘ erosionsgefährdeten Flächen liegt; sie machen mit über 428.000 ha knapp 57 % der Kulisse aus. Hinzu kommen 9 % ‚hoch‘ erosionsgefährdete Flächen. Lediglich ‚verschlammungsgefährdete‘ Flächen nehmen 22 % der Förderkulisse ein.

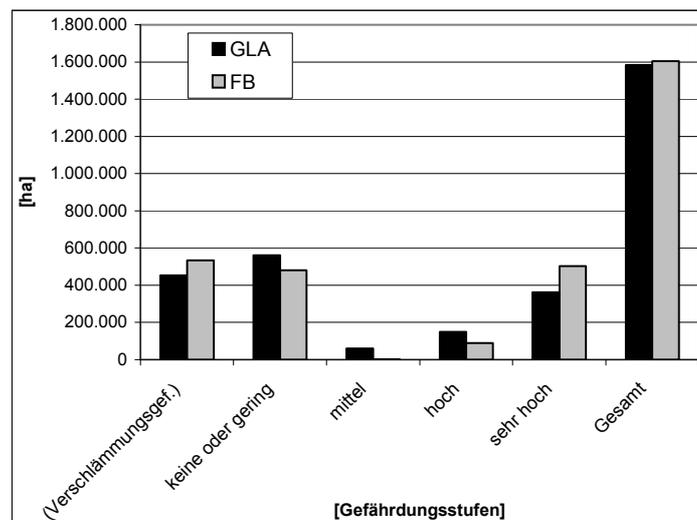
Nach Verknüpfung der Erosionskulisse mit dem FNN zeigt sich, dass auf ca. der Hälfte der ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘ erosionsgefährdeten Flächen Grünland aktuell einen guten Bodenschutz bietet, während auf der anderen Hälfte dieser Flächen Ackernutzung zu finden ist, die potenziell als erosionsauslösend eingeschätzt werden muss.

⁹ Es konnte in der Auswertung jeweils nur die gesamte Gemeindefläche berücksichtigt werden, auch wenn nur Teile der Gemeinde innerhalb der Kulisse liegen.

Erosionsgefährdung auf den Feldblöcken

Die Erosionsgefährdung NRW wird auf Feldblockebene beschrieben (Karte A-1). Das Vorgehen dazu wurde ausführlich in Kapitel 2.2 erläutert. Die Konsequenzen des Vorgehens für die Flächenbilanz der Erosionsgefährdungsklassen werden in Abbildung 5 veranschaulicht.

Abbildung 5: Gegenüberstellung des flächengewichteten Mittels und der realen Verteilung der Erosionsgefährdungsklassen auf den Feldblöcken



GLA GIS-Daten des GLA zur Erosionsgefährdung (,reale Verteilung').

FB Mittelwertbildung der GLA-Daten auf den Feldblöcken (,flächengewichtetes Mittel').

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von GLA (2000) und InVeKoS-GIS.¹⁰

Es wird deutlich, dass in der Gesamtfläche bei den verschiedenen Auswertungen nur relativ geringe Abweichungen entstehen, während bei den einzelnen Gefährdungsklassen durchaus deutlich Anteilsunterschiede auftreten. So zeigt sich bei der Mittelwertbildung auf Feldblockebene eine Unterschätzung der Gefährdungsklassen ,keine oder gering', ,mittel' und ,hoch' und eine Überschätzung der Gefährdungsklasse ,sehr hoch'. Eine nach Gefährdungsklassen differenzierte Betrachtung der Treffgenauigkeit der AUM wird daher die Treffgenauigkeit auf den ,sehr hoch' erosionsgefährdeten Flächen überschätzen und somit zu positiveren Ergebnissen kommen, als bei einer Analyse der Maßnahmen auf Grundlage der ,realen Verteilung' der Erosionsgefährdung.

¹⁰ Die Darstellung erosionsgefährdeter Flächen des GLA ist nicht deckungsgleich mit den Flächen der Feldblöcke. Es gibt sowohl GLA-Flächen, die außerhalb der Feldblöcke liegen, als auch Feldblock(teil)flächen, die keine GLA-Werte haben. Da die Flächenauswertung auf Feldblockbasis die gesamte Feldblockfläche berücksichtigt (Zuweisung eines flächengewichteten Mittelwertes der Erosionsgefährdung), kann die Flächensumme auf Feldblockbasis die der GLA-Darstellung überschreiten.

Die nach Regierungsbezirken gestaffelte Auswertung der Erosionsgefährdung in Tabelle 14 zeigt, dass knapp 37 % der Feldblöcke die Erosionsgefährdungsklassen ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘ aufweisen. Umgekehrt bedeutet das, dass auf 63 % der Feldblöcke ‚keine‘ oder nur ‚sehr geringe‘ Erosions- bzw. Verschlammungsgefährdungen vorliegen.

Tabelle 14: Wassererosionsgefährdung auf den Feldblöcken Nordrhein-Westfalens

| Erosions- gefährdung | Anteil an der LF ¹⁾ [%] | Regierungsbezirke | | | | | |
|--|--|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gesamt ¹⁾ | Arnsberg | Detmold | Düsseldorf | Köln | Münster |
| | | [ha] | | | | | |
| keine oder gering | 29,9 | 479.324 | 18.378 | 103.870 | 68.860 | 5.696 | 282.521 |
| mittel | 0,1 | 1.723 | 141 | 657 | 49 | 490 | 387 |
| hoch | 5,4 | 87.354 | 18.680 | 32.695 | 2.458 | 25.662 | 7.859 |
| sehr hoch | 31,3 | 502.233 | 165.442 | 140.502 | 29.936 | 147.398 | 18.954 |
| (Verschlammungsgef.) | 33,3 | 533.577 | 66.769 | 75.859 | 138.437 | 144.092 | 108.419 |
| Summe | 100,0 | 1.604.211 | 269.410 | 353.583 | 239.740 | 323.337 | 418.140 |
| Anteil 'mittel' bis 'sehr hoch' [%] | | 36,9 | 68,4 | 49,2 | 13,5 | 53,7 | 6,5 |

1) Die LF entspricht der digitalisierten Feldblockfläche des InVeKoS-GIS.

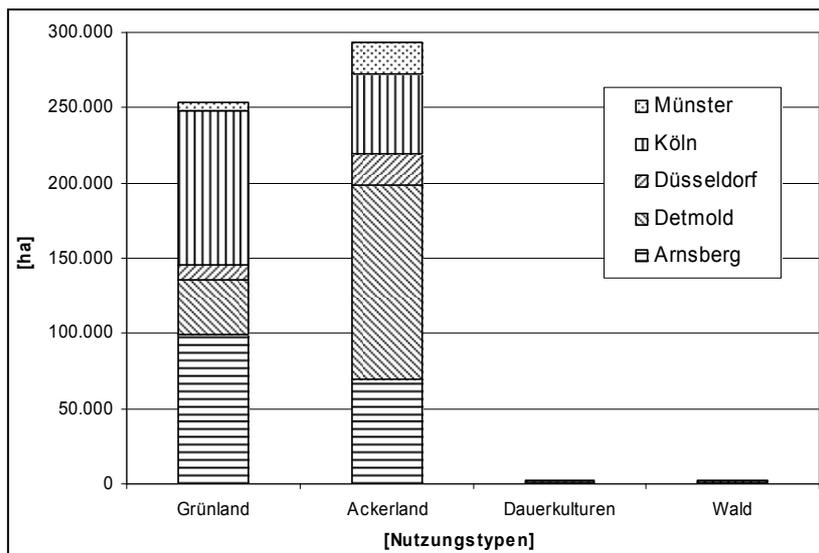
Quelle: Eigene Auswertung auf Grundlage von GLA (2000) und InVeKoS-GIS.

Die räumliche Verteilung der Erosionsgefährdungen zeigt hohe Anteile der relevanten Gefährdungsstufen ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘ in den drei Regierungsbezirken Arnsberg, Detmold, Köln aufgrund ihrer Anteile an Mittelgebirgslagen und stärker reliefierten Gebieten. Es werden die Hälfte (Detmold mit 49 %) bis zu zwei Drittel (Arnsberg mit 68 %) der LF durch erosionsgefährdete Flächen eingenommen. Die Regierungsbezirke Düsseldorf und Münster sind demgegenüber deutlich geringer durch Wassererosion betroffen. Die ‚mittlere‘ Gefährdungsstufe ist in allen Regierungsbezirken zu vernachlässigen.

Die potenzielle Erosionsgefährdung kommt in Abhängigkeit der aktuell vorherrschenden Landnutzung nicht auf allen Flächen gleichermaßen zum Tragen. So bieten Grünland und Wald (hier Erstaufforstung laut FNN) einen sehr guten Erosionsschutz auch auf gefährdeten Flächen, während unter Ackernutzung Erosionsereignisse auftreten können. Abbildung 6 zeigt die Nutzungsverteilung in den Regierungsbezirken auf den Gefährdungsstufen ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘. Man erkennt die untergeordnete Bedeutung der Nutzungen Wald und Dauerkulturen (zusammen knapp 8.000 ha, rd. 0,8 % der Nutzungen) und die Dominanz der Grünland (rd. 46 %) - und Ackernutzung (rd. 53 % der Nutzungen). Den höchsten Ackerflächenumfang auf den erosionsgefährdeten Flächen hat der Regierungsbezirk Detmold mit 128.600 ha (77 % der Nutzungen im Regierungsbezirk), gefolgt von Arnsberg mit 70.000 ha (41 %) und Köln mit 53.500 ha (34 %). Der Regierungsbezirk Köln hat fast doppelt so viel Grünland- wie Ackernutzung auf erosionsgefährdeten Flächen. Auch im Regierungsbezirk Arnsberg dominiert mit 99.000 ha die Grünlandnutzung, während in Detmold, Düsseldorf und Münster die Ackernutzung überwiegt. Aus Ressour-

censchutzsicht spielen sowohl die Grünlanderhaltung (oder -schaffung) als auch erosionsmindernde oder -vermeidende Maßnahmen auf Ackerland eine bedeutende Rolle im Bodenschutz.

Abbildung 6: Verteilung von Nutzungstypen auf den Erosionsgefährdungsstufen ‚mittel‘ bis ‚sehr hoch‘ in den Regierungsbezirken



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von GLA (2000), FNN und InVeKoS-GIS.

3.1.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen

Der Ressourcenschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen wird aus den Ergebnissen der Aktualisierung der Halbzeitbewertung übernommen (vgl. Kap. 2.2.2.2). Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ressourcenschutzbeiträge (Wirkungen) der Maßnahmen zum Erosionsschutz.

Eine Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung muss die Zielsetzungen der Maßnahmen berücksichtigen. Die Problematik nicht vorhandener oder unscharfer Zielformulierungen wurde ausführlich im Kapitel 2.2 thematisiert. In der Tabelle sind die Maßnahmen mit Bodenschutzzielen mit einem Punkt markiert. Von den 21 Maßnahmen und Teilmaßnahmen haben acht ein Boden- oder Erosionsschutzziel und 17 Maßnahmen eine Erosionsschutzwirkung.

Tabelle 15: Bodenschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen

| Maßnahme | Code | Maßnahmen, die zum Schutz vor Bodenerosion beitragen | |
|--|----------|--|---------|
| | | Ziel | Wirkung |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | — | + |
| Schonstreifen | f1-A2 | — | + |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | — | +L |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | ● | + |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | ● | + |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | ● | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, E in Ü. ¹⁾ | f1-Be(U) | ● | ++ |
| Ökolandbau | f1-C | — | + |
| Festmistwirtschaft | f1-D | — | + |
| Weidehaltung | f1-E | — | + |
| Uferrandstreifen | f2 | — | ++ |
| Erosionsschutz | f3 | ● | ++ |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | ● | ++ |
| Haustierrassen | f5 | — | 0 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | — | 0 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | — | ++ |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | ● | + |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | ● | + |
| VNS Naturschutzgerechte Nutzung | f6-B3 | — | 0 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | — | + |
| VNS Biotopanlage | f6-D | — | 0 |
| Grünland ohne Förderung ²⁾ | GloF | — | + |

1) Diese Maßnahme wird im Folgenden mit f1-Bb(U) zusammengefasst.

2) Für diese Flächen kann aufgrund fehlender Beihilfesätze nur eine Wirksamkeit, aber keine Kosten-Wirksamkeitsrelation ermittelt werden.

Ziele:

- Ziele für das Schutzgut angegeben
- keine Ziele für das Schutzgut angegeben

Wirkungen:

- 0 keine oder neutrale Wirkung
- + positive Wirkung
- ++ sehr positive Wirkung
- L Wirkung nur bei Leguminosenanbau

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Grünlandmaßnahmen, wie z. B. Grünlandextensivierung, Weidehaltung und verschiedene Vertragsnaturschutzmaßnahmen, tragen durch eine Beibehaltung der Nutzungsart zu einer dauerhaften Bodenbedeckung und somit zur Sicherung erosionsgefährdeter Flächen bei. Es handelt sich hierbei folglich um Erhaltungsmaßnahmen, während ackerbauliche Ansätze, wie z. B. die Erosionsschutzmaßnahme und die Langjährige Flächenstilllegung, vorrangig als Vorsorgemaßnahmen zur Reduzierung von Bodenerosion zu klassifizieren sind.

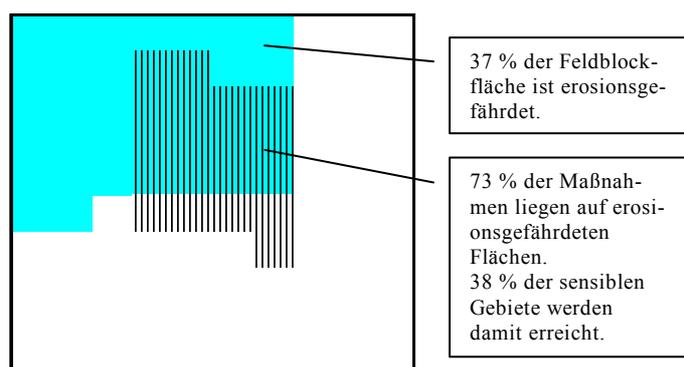
3.1.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen

Die Wirksamkeit oder Effektivität der Maßnahmen ergibt sich einerseits aus ihrem Wirkungsbeitrag, andererseits aus ihrer Treffgenauigkeit. Beide Aspekte werden daher hier in einem Kapitel gemeinsam betrachtet (Tabelle 16 und Abbildung 7).

Treffgenauigkeit und Wirkungsbeitrag der Maßnahmen

Die Abbildung vermittelt einen Schnellüberblick über die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung: 37 % der Feldblockfläche NRWs sind als erosionsgefährdete sensible Gebiete einzuschätzen (Gefährdungsstufen ‚mittel‘, bis ‚sehr hoch‘). Von den knapp 310.000 ha Maßnahmenfläche mit Erosionsschutzwirkung liegen 73 % innerhalb der sensiblen Gebiete und sind damit als treffgenau zu bewerten¹¹. Sie decken damit 38 % der erosionsgefährdeten Feldblockfläche ab.

Abbildung 7: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit im Erosionsschutz



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle ermöglicht eine differenziertere Darstellung unter Berücksichtigung der Wirkung. Dargestellt sind einerseits die absolute Maßnahmenfläche in Hektar, die innerhalb sensibler Gebiete gefördert wird, andererseits der Anteil der Maßnahmenfläche, der innerhalb erosionsgefährdeter Gebiete liegt in Prozent. Maßnahmen, für die ein Erosionsschutzziel¹² vorgegeben ist, sind durch einen Punkt markiert.

¹¹ Die Treffgenauigkeit liegt damit sehr deutlich über der statistisch zu erwartenden Größenordnung; sie kann damit als gut bezeichnet werden.

¹² Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht immer explizit „Erosionsschutzziele“ formuliert wurden, sondern in einigen Fällen pauschaler vom „abiotischen Ressourcenschutz“ oder „Bodenschutz“ gesprochen wurde. Es handelt sich hierbei um ein Manko der Programmierung, das im Nachhinein nicht vollständig behoben werden konnte (vgl. Kap. 2.2).

Tabelle 16: Wirksamkeit der Maßnahmen mit Beitrag zum Erosionsschutz

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung [+, ++] | Treffer- fläche ¹⁾ [ha] | Nicht- Trefferfläche ²⁾ [ha] | Treff- genauigkeit ³⁾ [%] |
|----------------------------------|----------|------|--------------------|--|---|--|
| mit ++ Wirkung | | | | | | |
| Erosionsschutz | f3 | • | ++ | 56.949 | 19.540 | 74 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | ++ | 2.750 | 956 | 74 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | ++ | 1.218 | 845 | 59 |
| Uferrandstreifen | f2 | | ++ | 1.817 | 1.618 | 53 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | ++ | 238 | 391 | 38 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 62.973 | 23.349 | 73 |
| mit + Wirkung | | | | | | |
| Weidehaltung | f1-E | | + | 17.977 | 1.174 | 94 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | + | 70.587 | 9.882 | 88 |
| Ökolandbau | f1-C | | + | 29.334 | 13.765 | 68 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | + | 3.672 | 2.152 | 63 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | + | 11.437 | 8.076 | 59 |
| Grünland ohne Förderung | GloF | | + | 10.379 | 7.344 | 59 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | + | 378 | 352 | 52 |
| Festmist | f1-D | | + | 15.179 | 14.825 | 51 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | + | 249 | 270 | 48 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | + | 179 | 199 | 47 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | | + L | 1.865 | 3.211 | 37 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | | + | 131 | 491 | 21 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 161.366 | 61.743 | 72 |
| Summe/Durchschnitt gesamt | | | | 224.339 | 85.092 | 73 |

1) Maßnahmen auf Erosionsstufen mittel, hoch, sehr hoch.

2) Maßnahmen außerhalb erosionsgefährdeter Flächen.

3) Anteil der Maßnahmenfläche auf Trefferflächen.

L nur bei Leguminosenanbau.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung teilen sich in Maßnahmen mit sehr positiver [++], mit positiver [+], und ohne bzw. neutraler Wirkung [0]. Die Maßnahmen ohne Erosionsschutzwirkung werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Sie umfassen insgesamt fünf von 22 Maßnahmen.

Es wird zunächst einmal deutlich, dass die Maßnahmen, für die explizit Bodenschutzziele formuliert wurden, über die beste Treffgenauigkeit verfügen. Darunter sind auch besonders flächenstarke Maßnahmen, wie die Grünlandextensivierung, Erosionsschutzmaßnahmen und die naturschutzfachlichen Extensivierungsmaßnahmen auf Grünland zu finden. Die sieben Maßnahmen mit Erosionsschutzzielen machen zusammen gut 65 % der Trefferfläche aus. Ihre Treffgenauigkeit liegt im Durchschnitt bei 78 % (arithmetisches

Mittel; der Median liegt bei 63 %) und damit deutlich über dem Gesamtdurchschnitt aller Maßnahmen.

Die Treffgenauigkeit aller Maßnahmen schwankt zwischen 21 % bei den Ext. Produktionsverfahren bis zu 94 % bei der Weidehaltung. Nur vier Maßnahmen liegen über dem Durchschnitt von 73 % Treffgenauigkeit (arithmetisches Mittel; der Median liegt bei 59 %), was insbesondere auf die sehr flächenstarke und treffgenaue Weidehaltung und Extensive Grünlandnutzung zurückzuführen ist. Die Treffgenauigkeit ist insgesamt als sehr hoch einzuschätzen.

Die Bindung von Maßnahmen an Förderkulissen scheint keinen Einfluss auf die Treffgenauigkeit im Bereich Erosionsschutz zu haben. So hat z. B. der Ökolandbau (ohne Erosionsschutzziel und ohne Förderkulisse) eine ähnlich hohe Treffgenauigkeit, wie die Erosionsschutzmaßnahme (mit Förderkulisse). Die nicht kulissengebundene Grünlandextensivierung und die Weidehaltung¹³ haben sogar eine wesentlich höhere Treffgenauigkeit. Dieser Effekt ist vorrangig auf die naturräumlichen Gegebenheiten einerseits für eine Erosionsdisposition der Flächen und andererseits für eine (klimatische und reliefbedingte) Bevorzugung der Grünlandnutzung zurückzuführen.

Die Abgrenzung von Förderkulissen findet ihre Grenzen z. B. vor dem Hintergrund der jeweiligen Datenverfügbarkeit und –genauigkeit sowie anhand administrativer Überlegungen (z. B. Arrondierung von Kulissen versus Einzelflächenauswahl einhergehend mit unterschiedlichem Verwaltungsaufwand). Daher können auch Förderkulissen nicht in allen Fällen eine hundertprozentige Treffgenauigkeit gewährleisten.

Die fünf Maßnahmen mit sehr positiven [++] Wirkungen im Erosionsschutz umfassen weniger als ein Drittel der Gesamt-Trefferfläche, erlangen zusammen jedoch 73 % Treffgenauigkeit. Drei der fünf Maßnahmen mit sehr positiven Wirkungen haben explizite Erosionsschutzziele, darunter die flächenstarke Maßnahme Erosionsschutz (f3). Eine deutlich unterdurchschnittliche Treffgenauigkeit hat die Maßnahme Umwandlung von Acker in Grünland (f6-B1), obwohl sie potenziell eine sehr hohe Erosionsschutzwirkung entfalten kann. Allerdings stehen bei dieser Maßnahme Biodiversitätsziele im Vordergrund, während bei der Maßnahme f1-Bb aus dem MSL-Bereich auch Erosionsschutzziele verfolgt werden und mit 74 % eine hohe Treffgenauigkeit erzielt wird, bei jedoch vergleichsweise geringem Flächenumfang. Insgesamt kann den fünf Maßnahmen eine sehr

¹³ An der Modulationsmaßnahme Weidehaltung von Milchvieh konnten bis 2005 nur Betriebe teilnehmen, deren landwirtschaftliche Nutzfläche zu mehr als 50 % in benachteiligten Gebieten oder Gebieten mit umweltspezifischen Einschränkungen (gemäß Kap. V der VO (EG) Nr. 1257/1999) liegen (MUNLV, 2003).

gute Wirksamkeit attestiert werden (bei annähernd drei Viertel Treffgenauigkeit und sehr positiver Erosionsschutzwirkung).

Die 12 Maßnahmen mit positiver [+] Erosionsschutzwirkung umfassen gut zwei Drittel der Trefferflächen und erreichen mit 72 % ebenfalls eine sehr hohe Treffgenauigkeit. Dieses gute Ergebnis ist insbesondere auf die zwei flächenstarken Maßnahmen Weidehaltung und Grünlandextensivierung zurückzuführen. Ohne sie läge der Durchschnitt lediglich bei 59 % Treffgenauigkeit.

Die vier Maßnahmen mit Bodenschutzziele umfassen zusammen 44 % der Gesamttrefferfläche und erreichen mit 81 % eine sehr hohe Treffgenauigkeit. Diesen Maßnahmen kann eine gute Wirksamkeit attestiert werden (bei über vier Fünftel Treffgenauigkeit und positiver Erosionsschutzwirkung). Bei der Maßnahme Extensivierung ohne zeitliche Einschränkung (f6-B2.1) sollte aufgrund ihrer Hauptausrichtung auf Biodiversitätsziele und der weit unterdurchschnittlichen Treffgenauigkeit die Vergabe eines Bodenschutzziele überdacht werden.

Nach Gefährdungsstufen differenzierte Betrachtung der Treffgenauigkeit

Die Betrachtung der Treffgenauigkeit kann weiter nach den unterschiedlichen Erosionsgefährdungsstufen differenziert werden. Um die nachfolgende Tabelle interpretieren zu können, muss man sich noch einmal die Flächenanteile der Erosionsgefährdungsstufen auf den Feldblöcken in Erinnerung rufen (letzte Zeile der Tabelle): Die erosionsgefährdeten Flächen machen zusammen nur einen Anteil von knapp 37 % der Feldblockfläche aus. Davon liegen die Anteile der Gefährdungsstufe ‚mittel‘ bei 0,1 %, der Stufe ‚hoch‘ bei 5,4 % und der Stufe ‚sehr hoch‘ bei 31,3 %.

Flächen mit der Erosionsgefährdungsstufe ‚sehr hoch‘ werden mit einer Treffgenauigkeit von 64 % überdurchschnittlich gut von Maßnahmen erreicht. Darüber hinaus wird ersichtlich, dass sich die Gesamt-Treffgenauigkeit überwiegend aus einer guten Treffgenauigkeit der ‚sehr hoch‘ erosionsgefährdeten Flächen speist. Das unterstreicht noch einmal die gute Wirksamkeit der Maßnahmen mit hoher Gesamt-Treffgenauigkeit. Die ‚mittlere‘ und ‚hohe‘ Erosionsgefährdungsstufe werden annähernd entsprechend ihrer Flächenanteile an den Feldblöcken durch Maßnahmen erreicht.

Tabelle 17: Differenzierte Betrachtung der Treffgenauigkeit im Erosionsschutz

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung [+, ++] | Treffgenauigkeit auf den Erosionsgefährdungsstufen | | | Gesamt |
|---|----------|------|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | | | mittel | hoch [%] | sehr hoch | |
| Weidehaltung | f1-E | | + | 0,1 | 5,6 | 88,2 | 93,9 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | + | 0,1 | 6,5 | 81,1 | 87,7 |
| Erosionsschutz | f3 | • | ++ | 0,1 | 14,7 | 59,7 | 74,5 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | ++ | 0,6 | 12,7 | 61,0 | 74,2 |
| Ökolandbau | f1-C | | + | 0,1 | 7,0 | 61,0 | 68,1 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | + | 0,1 | 3,2 | 59,8 | 63,0 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | ++ | 0,6 | 11,1 | 47,3 | 59,1 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | + | 0,0 | 4,4 | 54,2 | 58,6 |
| Grünland ohne Förderung | Glof | | + | 0,2 | 5,2 | 53,2 | 58,6 |
| Uferrandstreifen | f2 | | ++ | 0,1 | 3,4 | 49,4 | 52,9 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | + | 0,9 | 9,2 | 41,7 | 51,8 |
| Festmist | f1-D | | + | 0,1 | 7,3 | 43,2 | 50,6 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | + | 0,1 | 7,6 | 40,3 | 47,9 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | + | 0,2 | 14,0 | 33,1 | 47,3 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | ++ | 0,0 | 5,0 | 32,9 | 37,9 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | | +L | 0,1 | 7,8 | 28,8 | 36,7 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | | + | 0,0 | 1,5 | 19,5 | 21,0 |
| Gesamt | | | | 0,1 | 8,4 | 64,0 | 72,5 |
| zum Vergleich: | | | | | | | |
| Anteile der Gefährdungsstufen an der Feldblockfläche | | | | 0,1 | 5,4 | 31,3 | 36,9 |

L nur bei Leguminosenanbau.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Maßnahmen, die auf erosionsgefährdeten **Ackerflächen**¹⁴ durchgeführt werden umfassen mit 91.000 ha knapp 41 % der Trefferflächen; die Treffgenauigkeit liegt mit 71 % im Durchschnitt aller Maßnahmen. Maßnahmen mit positiver [+] und sehr positiver [++] Wirkung halten sich mit jeweils drei Maßnahmen die Waage. Der Anteil treffgenauer Maßnahmen auf sensiblen Ackerflächen liegt mit 41 % leicht unter dem Ackerflächenanteil von 53 % in den sensiblen Gebieten und damit unter der zu erwartenden statistischen Verteilung.

Trotz guter Treffgenauigkeit lässt sich aus diesen Zahlen ein zu geringer Maßnahmenumfang in sensiblen Ackerbaugebieten ableiten. Noch deutlicher wird dieser bei der Betrachtung der potenziell möglichen Schutzwirkung: Nach den Förderdaten von 2005 stehen maximal knapp 130.000 ha Fördermaßnahmen auf Ackerflächen zur Verfügung. Demgegenüber stehen jedoch knapp 294.000 ha erosionsgefährdete Ackerflächen. Somit könnten

¹⁴ Es wurden nur eindeutig zuordenbare Maßnahmen angerechnet: f1-A2, f1-A3, f1-Bb(U), f1-C (auf Acker), f3, f6-A, f6-B1.

bei einem 100-prozentig treffgenauen Einsatz der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung lediglich 44 % der sensiblen Ackerflächen erreicht werden.

Eine besondere Betrachtung verdient die Erosionsschutzmaßnahme (f3). Trotz Bindung an eine Förderkulisse und damit der Vermeidung von „Streuverlusten“ in nicht erosionsgefährdeten Gebieten, kann sie vom Flächenumfang her betrachtet nur gut 19 % der erosionsgefährdeten Ackerflächen erreichen.

Für einen flächendeckend erfolgreichen Erosionsschutz auf Ackerfläche wären daher treffgenaue Maßnahmen in deutlich höherem Flächenumfang erforderlich.

Flächenanteile der Maßnahmen in sensiblen Gebieten

Die Aussagen zur Treffgenauigkeit werden durch die Berechnung der Flächenanteile¹⁵ der Maßnahmen in den erosionsgefährdeten Gebieten bestätigt. Aus der Darstellung der Flächenanteile in den erosionsgefährdeten Gebieten lässt sich der Beitrag einzelner Maßnahmen aus dem Gesamtmix der Erosionsschutz wirksamen Maßnahmen ablesen.

Tabelle 18: Flächenanteile der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung in erosionsgefährdeten Gebieten

| Maßnahme | Code | Ziel | Flächenanteile im sensiblen Gebiet [%] |
|------------------------------|----------|------|---|
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 31,46 |
| Erosionsschutz | f3 | • | 25,39 |
| Ökolandbau | f1-C | | 13,08 |
| Weidehaltung | f1-E | | 8,01 |
| Festmist | f1-D | | 6,77 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | 5,10 |
| Grünland ohne Förderung | Glof | | 4,63 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | 1,64 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 1,23 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | | 0,83 |
| Uferrandstreifen | f2 | | 0,81 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,54 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | 0,17 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | 0,11 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | 0,11 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | 0,08 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | | 0,06 |
| Durchschnitt | | | 5,88 |

Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁵ Flächenanteile der Maßnahmen werden folgendermaßen berechnet: [Fläche der Einzelmaßnahme im sensiblen Gebiet] / [Fläche aller Maßnahmen im sensiblen Gebiet] * [100].

Überdurchschnittliche Flächenanteile haben demnach nur die fünf Maßnahmen Betriebszweigbezogene Grünlandextensivierung, Erosionsschutz, Ökolandbau, Weidehaltung von Milchvieh und Festmistverfahren. Alle anderen Maßnahmen tragen nur in untergeordnetem Flächenumfang zum Erosionsschutz bei. Unter der Maßgabe möglichst großflächig Erosionsschutz zu betreiben, wären demnach insbesondere die Maßnahmen f1-Bb, f3 und f1-C zu präferieren.

3.1.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen

Das Kosten-Wirksamkeitsverhältnis lässt sich über die Wirksamkeit (Kapitel 3.1.3) und die Input-Outputrelation einer Maßnahme beschreiben.

Input-Outputrelation der Maßnahmen

Wie bereits im Kapitel 2.2 dargelegt wird bei der Input-Outputrelation die Multifunktionalität der Maßnahmen als Korrekturfaktor berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Multifunktionalität der Maßnahmen und die Beihilfesätze ohne und mit Berücksichtigung des Korrekturfaktors.

Der Vergleich von ‚durchschnittlichem Beihilfesatz‘ und ‚Beihilfesatz unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors‘ zeigt einerseits veränderte Input-Outputrelationen in Euro/ha, die sich durch die Höhe des Beihilfesatzes und die Größe des Korrekturfaktors ergeben. Je mehr unterschiedliche Schutzgutwirkungen eine Maßnahme hat, desto günstiger wird ihr Input-Outputverhältnis.

Andererseits wird deutlich, dass sich durch die Berücksichtigung des Korrekturfaktors das Ranking der Maßnahmen untereinander verschiebt. Ein Beispiel dafür ist die Erosionsschutzmaßnahme, die bei Betrachtung des durchschnittlichen Beihilfesatzes die zweitgünstigste Maßnahme ist, bei Berücksichtigung des Korrekturfaktors jedoch auf den fünften Platz rutscht. Allerdings ist der absolute Unterschied zwischen der Maßnahme mit dem günstigsten Input-Outputverhältnis mit 13 Euro/ha und der Erosionsschutzmaßnahme mit 35 Euro/ha gering. Weiter Beispiele für eine Verschiebung im Ranking sind die Weidehaltung und die Festmistwirtschaft¹⁶.

¹⁶ Bei den beiden Maßnahmen Festmist und Weidehaltung ist zu beachten, dass die Prämienberechnung anhand der gehaltenen GVE, bzw. mit einem Flächenfaktor von 0,5 ha auf die Fläche umgelegt erfolgt. Die Maßnahmen richten sich prinzipiell jedoch an den Gesamtbetrieb, d. h. ein Bezug der Prämie auf die Betriebs-LF (beim Festmistverfahren) bzw. Betriebs-Grünlandfläche (bei der Weidehaltung), würde zu deutlich niedrigeren durchschnittlichen Beihilfesätzen je Hektar führen.

Tabelle 19: Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung bei Schutzgut ... | | | | Beihilfesatz | |
|------------------------------|----------|------|---------------------------|----------|--------------------|-----------------|--------------------------------|--|
| | | | Wasser | Luft | Biodi- versität | Land- schaft | Durch- schnitt [Euro/ha] | Berücksichtigung d. Korrekturfaktors [Euro/ha] |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | | x | x | | x | 50 | 13 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | x | x | x | x | 130 | 26 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | | x | x | x | x | 138 | 28 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | x | x | x | x | 172 | 34 |
| Erosionsschutz | f3 | • | x | | x | | 104 | 35 |
| Ökolandbau | f1-C | | x | x | x | x | 225 | 45 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | x | | x | x | 204 | 51 |
| Weidehaltung | f1-E | | | | | x | 140 | 70 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | x | | x | x | 305 | 76 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | x | | x | x | 429 | 107 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | x | | x | x | 434 | 109 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | x | x | x | x | 574 | 115 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | x | x | x | x | 681 | 136 |
| Festmist | f1-D | | | | | | 153 | 153 |
| Uferrandstreifen | f2 | | x | x | x | x | 818 | 164 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | x | | x | x | 836 | 209 |
| Anzahl/Durchschnitt | | | 14 | 8 | 13 | 14 | 337 | 86 |

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die hier betrachteten Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung haben umfangreiche weitere Wirkungen auf die Schutzgüter Wasser, Biodiversität und Landschaft. Die Berücksichtigung des Korrekturfaktors ‚Multifunktionalität‘ zeigt daher deutlich niedrigere Beihilfesätze je Hektar Förderfläche als der durchschnittliche Beihilfesatz ohne Korrekturfaktor.

Neun der 16 Maßnahmen liegen unter dem Mittelwert von 86 Euro/ha. Sie haben somit eine überdurchschnittlich gute Input-Outputrelation. Darunter sind auch vier Maßnahmen mit Bodenschutzzielen, einschließlich der spezialisierten Erosionsschutzmaßnahme. Tendenziell zählen die Maßnahmen mit Förderkulisse bzw. Auswahlkriterien zu den Maßnahmen mit ungünstigerem Input-Outputverhältnis, so z. B. die Vertragsnaturschutzmaßnahmen und die Uferrandstreifen. Die großen horizontalen Maßnahmen zeigen tendenziell ein günstigeres Input-Outputverhältnis (z. B. Vielfältige Fruchtfolge, Grünlandextensivierung und Weidehaltung).

Insgesamt betrachtet hat die Berücksichtigung der Multifunktionalität wenig Einfluss auf das Ranking der Maßnahmen. Der Einfluss auf die Kosten-Wirksamkeit dürfte daher ebenfalls untergeordnet sein. Eine Ausnahme bildet lediglich die Maßnahme Festmistwirtschaft, die aufgrund fehlender Multifunktionalität im Ranking deutlich nach hinten rutscht.

Kosten-Wirksamkeitsrelation

Die Kosten-Wirksamkeitsrelation stellt das Verhältnis der durch die Maßnahmen erreichten erosionsgefährdeten Flächen und der dafür aufgewendeten Finanzmittel dar (vgl. Kapitel 2.2). In der Tabelle sind die Kosten-Wirksamkeitsrelation als dimensionsloser Quotient und das daraus resultierende Ranking der Maßnahmen dargestellt. Die Ergebnisse sind jedoch ausschließlich unter Hinzuziehung der Wirkungseinschätzung zu interpretieren (letzte Spalte der Tabelle).

Tabelle 20: Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Kosten-Wirksamkeitsrelation ¹⁾ | Ranking | Wirkung [+, ++] |
|------------------------------|-----------------------|------|---|---------|--------------------|
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | | 2,24 | 1 | + L |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 1,94 | 2 | + |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | 1,85 | 3 | + |
| Erosionsschutz | f3 | • | 1,64 | 4 | ++ |
| Ökolandbau | f1-C | | 1,15 | 5 | + |
| Weidehaltung | f1-E | | 1,02 | 6 | + |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | | 0,58 | 7 | + |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | 0,57 | 8 | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 0,49 | 9 | ++ |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | 0,47 | 10 | + |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | 0,42 | 11 | + |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,42 | 12 | ++ |
| Schonstreifen | f1-A2 | | 0,27 | 13 | + |
| Festmist | f1-D | | 0,25 | 14 | + |
| Uferrandstreifen | f2 | | 0,25 | 15 | ++ |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | 0,19 | 16 | + |
| Durchschnitt | alle Maßnahmen | | 0,86 | | |
| | ++ Maßnahmen | | 0,67 | | |
| | + Maßnahmen | | 0,94 | | |

1) Flächenanteile/Kostenanteile.

L nur bei Leguminosenanbau.

Quelle: Eigene Berechnung.

Es wird deutlich, dass nur sechs der 16 Maßnahmen eine überdurchschnittlich gute Kosten-Wirksamkeitsrelation aufweisen, darunter auch die Erosionsschutzmaßnahme. Sie liegen mit Werten von 1,02 bis 2,24 deutlich über dem Schnitt von 0,86. Drei dieser sechs Maßnahmen haben Bodenschutzziele; nur eine der Maßnahmen (f3) hat eine sehr positive [++] Wirkungseinschätzung, die anderen lediglich einfach positive [+] Einschätzungen. Darunter befindet sich die Maßnahme f1-A3, die nur in dem Sonderfall des Leguminosenanbaus Erosionsschutzwirkung entfalten kann.

Die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++] haben zusammen betrachtet eine unterdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitsrelation von 0,67. Sie haben häufig ein ungünstigeres Input-Outputverhältnis und geringe Flächenanteile in den sensiblen Gebieten. Der durchschnittliche Wert der einfach positiv [+] bewerteten Maßnahmen liegt mit 0,94 wesentlich besser und leicht über dem Gesamtdurchschnitt. In dieser Gruppe befinden sich die flächenstarken Maßnahmen, was Einfluss auf das Ergebnis hat. Der Durchschnittswert der sieben Maßnahmen mit Bodenschutzziel liegt bei 1,03 und damit über dem Gesamtschnitt. Darunter sind drei der vier Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung.

Die Übersicht über die **Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte** (Tabelle 21) hilft dabei die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse weiter einzuordnen. Es kann hier selbstverständlich nur ein relativer Vergleich erfolgen, der innerhalb der betrachteten Maßnahmengruppe erfolgt. Als Orientierungswert wird der Mittelwert der Ergebnisse herangezogen. Strenger gefasste Orientierungswerte wären denkbar, würden jedoch eine Aussageschärfe suggerieren, die durch die Datengrundlage und Vorgehensweise nicht abgesichert werden kann.

Tabelle 21: Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte

| Ranking | Wirkung [++] | Treffgenauigkeit [>= 73 %] | Flächenanteile [>= 5,88 %] | Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= 86 Euro/ha] | Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= 0,86] |
|---------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 1 | • f1-Bb(U) | f1-E | • f1-Bb | f1-A3 | f1-A3 |
| 2 | f2 | • f1-Bb | • f3 | • f1-Be | • f1-Bb |
| 3 | • f3 | • f3 | f1-C | f1-A1 | • f1-Be |
| 4 | • f4 | • f1-Bb(U) | f1-E | • f1-Bb | • f3 |
| 5 | f6-B1 | | f1-D | • f3 | f1-C |
| 6 | | | | f1-C | f1-E |
| 7 | | | | f6-B1 | |
| 8 | | | | f1-E | |
| 9 | | | | • f6-B2.1 | |

- Maßnahmen mit Bodenschutzziel.

Es wurden Maßnahmen aufgeführt, die bei den Einzelergebnissen über dem Durchschnitt aller Maßnahmen liegen.

Bei dem Kriterium Wirkung wurden nur Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung gelistet.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Es wird deutlich, dass die Erosionsschutzmaßnahme (f3), die als einzige explizit für den Erosionsschutz eingesetzt wird, sowohl in ihrer Wirkung, als auch Treffgenauigkeit, Flächenrelevanz und aufgrund ihrer Kosten-Wirksamkeitsrelation im Vergleich sehr gut abschneidet.

Die betriebszweigbezogene Grünlandextensivierung (f1-Bb) kann als vorbeugende, Bodenschutz erhaltende Maßnahme aufgrund ihrer hohen Treffgenauigkeit und großen Flä-

chenanteile bei insgesamt guter Kosten-Wirksamkeitsrelation ebenfalls sehr gut eingeschätzt werden. Während durch die Erosionsschutzmaßnahme (f3) bestehende Erosionsprobleme aktiv angegangen werden können, kommt der Grünlandextensivierung eher eine Schutzfunktionen erhaltende Bedeutung zu. In das Spektrum der Schutz erhaltenden Maßnahmen fällt auch die Einzelflächenbezogene Grünlandextensivierung (f1-Be), die bislang als neue Maßnahme jedoch nicht die Flächenrelevanz der anderen zwei Maßnahmen erlangen kann. Vor dem Hintergrund einer großflächig angelegten Erosionsvermeidung ist sie folglich nicht so hoch zu bewerten.

Als nicht spezifisch für den Bodenschutz eingesetzte Maßnahme kommt auch dem Ökolandbau (f1-C) eine Bedeutung zu, bei überdurchschnittlicher Treffgenauigkeit, Flächenrelevanz und Kosten-Wirksamkeitsrelation. Hierdurch lässt sich die Multifunktionalität des Ökolandbaus erneut bestätigen.

Ebenfalls nicht spezifisch für den Bodenschutz eingesetzt wird die Maßnahme Weidehaltung (f1-E). Sie hat aber genauso wie die Grünlandextensivierungsmaßnahmen Bedeutung zur Erhaltung bestehenden Erosionsschutzes durch Grünland. Sie erreicht die höchste Treffgenauigkeit, bei hohen Flächenanteilen und guter Kosten-Wirksamkeitsrelation.

Für den Bodenschutz hervorragend geeignete Instrumente, wie die Umwandlung von Acker in Grünland (f1-Bb(U), f6-B1) oder die Flächenstilllegung (f4) sind kostenseitig i. d. R. gegenüber anderen Maßnahmen deutlich im Nachteil und schneiden daher in der Betrachtung der Kosten-Wirksamkeitsrelation schlecht ab.

Die Maßnahme Vielfältige Fruchtfolge (f1-A3) wird aufgrund ihres niedrigen Beihilfesatzes mit einer sehr guten Kosten-Wirksamkeitsrelation bewertet, jedoch unter der Einschränkung, dass sie nur bei Anbau von Leguminosen wirksam wird. Weder die Wirkungseinschätzung, noch Flächenanteile oder Treffgenauigkeit sind besonders hoch einzuschätzen. Eine Gesamtbewertung der Maßnahme fällt daher schlechter aus, als durch die Kosten-Wirksamkeitsrelation wiedergegeben wird.

Bei einigen Maßnahmen besteht als zusätzliche Förderauflage das Verbot, den Umfang des Dauergrünlands im Betrieb während der Verpflichtungslaufzeit zu verringern. Es handelt sich um die Maßnahmen Ext. Produktionsverfahren, Vielfältige Fruchtfolge, Betriebszweig- und Einzelflächenbezogene Grünlandextensivierung, Ökolandbau, Festmistverfahren und Weidehaltung. Damit wird die Erhaltung eines bestehenden Erosionsschutzes erreicht, die in den Treffgenauigkeitsanalysen berücksichtigt wurden. Zu beachten ist jedoch, dass der Umfang des Dauergrünlands erhalten werden muss, nicht jedoch die konkrete Einzelfläche. Da für dieses zu erhaltende „Grünland ohne Förderung“ keine Prämie gezahlt wird, konnte es nicht sinnvoll in die Berechnungen der Kostenwirksamkeit integriert werden.

Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

- die 16 Teilmaßnahmen mit Erosionsschutzwirkung mit 73 % insgesamt eine sehr gute Treffgenauigkeit erreichen,
- die Erosionsschutzmaßnahme (f3) jedoch als einzige in allen Einzelkriterien der Bewertung überdurchschnittlich gut abschneidet und neben einer guten Treffgenauigkeit und Wirkung auch eine hohe Flächenrelevanz und ein gutes Kosten-Wirksamkeitsverhältnis erlangt,
- die ackerbaulichen Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung ebenfalls gute Treffgenauigkeiten aufweisen; es wird damit aktuell jedoch nur rund ein Drittel der sensiblen Ackerflächen erreicht,
- der geförderte Flächenumfang ackerbaulicher Maßnahmen auch theoretisch nicht ausreicht, um alle sensiblen Gebiete zu erreichen,
- fast alle Maßnahmen mit Boden-/ Erosionsschutzzielen eine gute oder sehr gute Treffgenauigkeit erreichen; am besten schneiden die Betriebliche Grünlandextensivierung, die Erosionsschutzmaßnahmen und die Umwandlung von Acker- in Grünland ab,
- obwohl nur eine Maßnahme (f3) eine Förderkulisse im Hinblick auf Erosionsminderung hat vergleichsweise gute und sehr gute Treffgenauigkeiten erzielt werden.

3.2 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Nitrateinträgen in das Grundwasser

3.2.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen

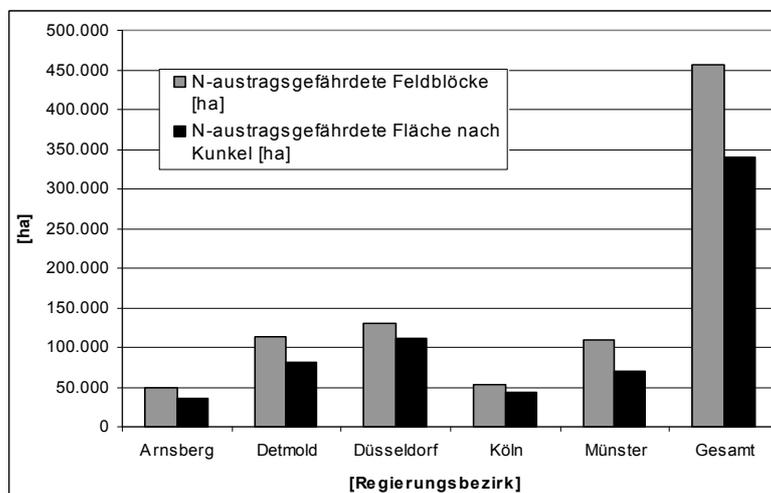
Zielsetzung des Entwicklungsplanes

Die Förderauflagen der AUM sollen den Einsatz von Düngemitteln insgesamt verringern oder gänzlich einstellen. Ansatzpunkte dazu werden in der Verringerung des Einsatzes von Mineraldüngern/organischen Düngern oder der Absenkung der Viehbesatzdichte gesehen. Einige der Maßnahmen sind gleichzeitig an den Verzicht auf Pflanzenschutzmittel gekoppelt, insbesondere im Vertragsnaturschutz. Innerhalb der Modulationsmaßnahmen soll durch die Vielfältige Fruchtfolge über die Verbesserung der Nährstoffausnutzung der PSM- und Düngerverbrauch gesenkt werden. Die Vertragsnaturschutzmaßnahmen setzen Auflagen zur Verringerung von Produktionsmitteln ein, um biotische Ziele zu erreichen.

Nitratauswaschungsgefährdete Flächen

Die nitratauswaschungsgefährdeten Flächen NRWs werden anhand der Auswertungen des Forschungszentrums Jülich (FZJ) beschrieben (Kunkel, 2006) (Karte A-2). Betrachtet werden dabei nur natürliche Standorteigenschaften, keine Nutzungseinflüsse. Es erfolgt eine einheitliche Wertzuweisung je Feldblock, wodurch sich die Anteile nitratauswaschungsgefährdeter Flächen im Vergleich zum Ausgangsdatenbestand verschieben (zum Vorgehen vgl. Kapitel 2.2). Die Konsequenzen des Vorgehens für die Flächenbilanz der Nitratauswaschungsgefährdung werden in Abbildung 8 veranschaulicht.

Abbildung 8: Gegenüberstellung der Nitratauswaschungsgefährdung auf Feldblockbasis und auf Rasterbasis nach Regierungsbezirken



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FZJ (Kunkel, 2006) und InVeKoS-GIS.

Der Vergleich der beiden Darstellungsmöglichkeiten zeigt, dass durch einheitliche Wertbildung auf Feldblockebene deutlich mehr Fläche als nitratauswaschungsgefährdet ausgewiesen wird, als durch die Originalquelle nach Kunkel (2006). Auf NRW betrachtet ergibt sich eine Differenz von gut 116.000 ha oder 26 Prozentpunkten. Die höchsten Abweichungen sind im Regierungsbezirk Münster mit 36 Prozentpunkten und die geringsten in Düsseldorf mit 15 Prozentpunkten zu verzeichnen.

Methodisch bedingt wird somit die Treffgenauigkeit der Maßnahmen überschätzt. Im Folgenden wird die Verteilung nitratauswaschungsgefährdeter Flächen auf Feldblockebene in Nordrhein-Westfalen näher beschrieben.

Tabelle 21 zeigt, dass der Anteil nitratauswaschungsgefährdeter Fläche an der Landesfläche NRWs 13,4 % ausmacht. Bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (Feldblockfläche) sind es gut 28 %, d. h. über ein Viertel der LF wird als nitratauswaschungsgefährdet eingestuft, mit starken Schwankungen innerhalb der Regierungsbezirke. Der

Regierungsbezirk Düsseldorf hat mit Abstand die höchsten Flächenanteile nitratauswaschungsgefährdeter Flächen an der LF (54,5 %). Auch absolut finden sich dort mit knapp 131.000 ha die meisten auswaschungsgefährdeten Feldblockflächen, während die Regierungsbezirke Köln und Arnsberg mit 16,3 bzw. 18,5 % die geringsten auswaschungsgefährdeten Flächenanteile an ihrer LF haben. Die Regierungsbezirke Detmold und Münster nehmen mit 31,2 % bzw. 26 % eine Mittelstellung ein.

Tabelle 22: Nitratauswaschungsgefährdete Feldblöcke Nordrhein-Westfalens

| Regierungsbezirk | Feldblöcke mit Nitratauswaschungs- gefährdung [ha] | Anteil an der Landesfläche [%] | Anteil an der Reg.Bez.-Fläche [%] | Anteil an der LF ¹⁾ [%] |
|------------------|---|--------------------------------------|---|--|
| Arnsberg | 49.749 | 1,5 | 6,2 | 18,5 |
| Detmold | 113.130 | 3,3 | 17,4 | 31,2 |
| Düsseldorf | 130.948 | 3,8 | 24,8 | 54,5 |
| Köln | 53.094 | 1,6 | 7,2 | 16,3 |
| Münster | 109.021 | 3,2 | 15,8 | 26,0 |
| Summe | 455.943 | 13,4 | 13,4 | 28,2 |

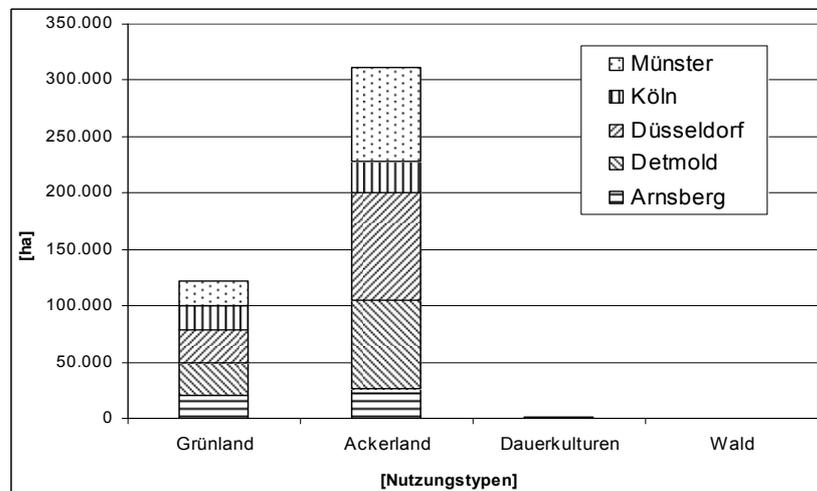
1) Die LF entspricht der digitalisierten Feldblockfläche des InVeKoS-GIS.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von InVeKoS-GIS und Kunkel (2006).

Wird die Nutzungsverteilung nach FNN auf den auswaschungsgefährdeten Flächen analysiert (Abbildung 9), so zeigt sich, dass mit Abstand die meisten nitratauswaschungsgefährdeten Flächen unter Ackernutzung liegen (72 % aller Nutzungstypen). Grünland nimmt 28 % der nitratauswaschungsgefährdeten Feldblöcke ein, Dauerkulturen und Wald (Erstaufforstung u. ä.) spielen mit zusammen 1.800 ha in der Flächenbilanz eine marginale Rolle (vgl. hierzu auch die Beschreibung der Datengrundlagen in Kapitel 2.1).

Das Grundwasserbelastungspotenzial von Ackerflächen ist im Regelfall höher einzuschätzen, als das von Grünlandflächen. Den größten Flächenumfang an Ackernutzung auf auswaschungsgefährdeten Flächen hat der Regierungsbezirk Düsseldorf mit knapp 95.000 ha, gefolgt von Münster (84.000 ha) und Detmold (79.000 ha). Die anderen zwei Regierungsbezirke liegen bei 27.000 ha (Köln) und 26.000 ha (Arnsberg) Ackernutzung auf auswaschungsgefährdeten Flächen.

Abbildung 9: Verteilung von Nutzungstypen auf nitratauswaschungsgefährdeten Feldblöcken in den Regierungsbezirken



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von InVeKoS-GIS, FNN und Kunkel (2006).

3.2.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen

Der Ressourcenschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen wird aus den Ergebnissen der Aktualisierung der Halbzeitbewertung übernommen (vgl. Kap. 2.2.2.2). Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ressourcenschutzbeiträge (Wirkungen) der Maßnahmen zum Grundwasserschutz.

Wie bereits im Kapitel 2.2 ausführlich dargestellt, muss eine Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung die Zielsetzungen der Maßnahmen berücksichtigen. In der Tabelle sind die Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen mit einem Punkt markiert. Es kann jedoch nicht immer eindeutig unterschieden werden, ob es sich um Grundwasserschutzziele oder andere Wasserschutzziele (z. B. zum Schutz des Oberflächenwassers) handelt. Auch müssen an dieser Stelle Zielangaben aufgeführt werden, die globaler gehalten sind (z. B. „Schutz abiotischer Ressourcen“).

Von den 22 Maßnahmen und Teilmaßnahmen haben zehn ein Grundwasser-, Wasser- oder Ressourcenschutzziel und 16 Maßnahmen eine Grundwasserschutzwirkung.

Tabelle 23: Grundwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen

| Maßnahme | Code | Maßnahmen, die zum Schutz vor Nitratreinträgen in das Grundwasser beitragen | |
|--|----------|---|---------|
| | | Ziel | Wirkung |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | ● | ++ |
| Schonstreifen | f1-A2 | — | ++ |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | ● | + |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | ● | ++ |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | ● | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | ● | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, E in Ü. ¹⁾ | f1-Be(U) | ● | ++ |
| Ökolandbau | f1-C | ● | ++A, +G |
| Festmistwirtschaft | f1-D | — | 0 |
| Weidehaltung v. Milchvieh | f1-E | — | 0 |
| Uferrandstreifen | f2 | — | ++ |
| Erosionsschutz | f3 | — | + |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | ● | ++ |
| Haustierrassen | f5 | — | 0 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | — | ++ |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | — | ++ |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | ● | ++ |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | ● | + |
| VNS Naturschutzgerechte Nutzung | f6-B3 | — | 0 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | — | + |
| VNS Biotopanlage | f6-D | — | 0 |
| Grünland ohne Förderung | GloF | — | 0 |

1) Diese Maßnahme wird im Folgenden mit f1-Bb(U) zusammengefasst.

Ziele:

- Ziele für das Schutzgut angegeben
- keine Ziele für das Schutzgut angegeben

Wirkungen:

- 0 keine oder neutrale Wirkung
- + positive Wirkung
- ++ sehr positive Wirkung
- A auf Ackerland
- G auf Grünland

Quelle: Eigene Darstellung.

3.2.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen

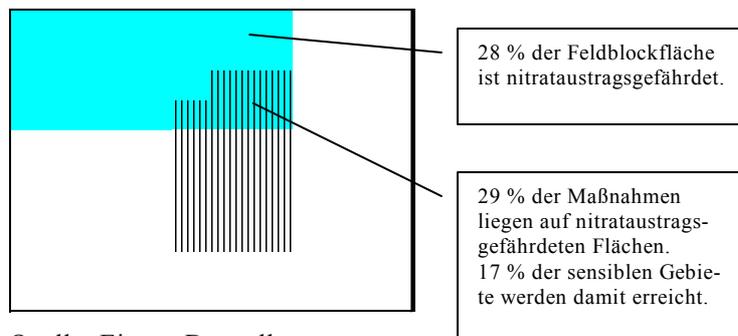
Die Wirksamkeit oder Effektivität der Maßnahmen ergibt sich einerseits aus ihrem Wirkungsbeitrag, andererseits aus ihrer Treffgenauigkeit. Beide Aspekte werden daher hier in einem Kapitel gemeinsam betrachtet (Tabelle 23 und Abbildung 10).

Treffgenauigkeit und Wirkungsbeitrag der Maßnahmen

Die Abbildung vermittelt einen Schnellüberblick über die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Wirkung gegen Nitratauswaschung: 28 % der Feldblockfläche NRWs sind als nitratauswaschungsgefährdete sensible Gebiete einzuschätzen. Von den knapp 271.400 ha Maßnahmenfläche mit Wirkung gegen Nitratauswaschung liegen 29 % innerhalb der sen-

siblen Gebiete und sind damit als treffgenau zu bewerten¹⁷. Sie decken damit 17 % der nitratauswaschungsgefährdeten Feldblockfläche ab.

Abbildung 10: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 23 ermöglicht eine differenziertere Darstellung unter Berücksichtigung der Wirkung. Dargestellt sind einerseits die absolute Maßnahmenfläche in Hektar, die innerhalb nitrataustragsgefährdeter Gebiete gefördert wird, andererseits der Anteil der Maßnahmenfläche, der innerhalb der sensiblen Gebiete liegt in Prozent. Maßnahmen, für die ein Grundwasserschutzziel vorgegeben ist, sind durch einen Punkt markiert.

Die Maßnahmen mit Wirkung gegen Nitratauswaschung teilen sich in Maßnahmen mit sehr positiver [++], mit positiver [+] und ohne bzw. neutraler Wirkung [0]. Die Maßnahmen ohne Grundwasserschutzwirkung werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Sie umfassen insgesamt sechs von 22 Maßnahmen.

Für den Grundwasserschutz sind keine Förderkulissen¹⁸ vorgesehen, die sich auf die Treffgenauigkeit der Maßnahmen auswirken könnten. Allerdings werden die Treffgenauigkeiten der Uferrandstreifen (f2), des Erosionsschutzes (f3) sowie des Vertragsnaturschutzes (f6) durch ihre spezifischen Förderkulissen beeinflusst. Die Treffgenauigkeit dieser Kulissen gebundenen Maßnahme kann daher nicht direkt mit der anderer Maßnahmen verglichen werden.

¹⁷ Die Treffgenauigkeit liegt damit ziemlich genau im statistisch zu erwartenden Bereich; sie kann damit nicht als gut bezeichnet werden.

¹⁸ Das Land NRW verfolgt bzgl. des Grundwasserschutzes eine andere Förderphilosophie. Zusammen mit den Wasserversorgern wird in den Wasserschutzgebieten seit vielen Jahren außerhalb des NRW-Programms auf einen Beratungsansatz gesetzt, der in den meisten Schutzgebieten zu einer Verbesserung des Status quo geführt hat.

Tabelle 24: Wirksamkeit der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung

| Maßnahmen | Code | Ziel | Wirkung | Treffer- fläche ¹⁾ | Nicht- Trefferfläche ²⁾ | Treff- genauigkeit ³⁾ |
|----------------------------------|----------|------|---------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | | | [+, ++] | [ha] | [ha] | [%] |
| mit ++ Wirkung | | | | | | |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | ++ | 163 | 144 | 53 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | ++ | 1.491 | 2.216 | 40 |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | ++ | 4.965 | 10.581 | 32 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | ++ | 166 | 353 | 32 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | ++ | 192 | 437 | 31 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | ++ | 111 | 266 | 29 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | ++ | 1.470 | 4.355 | 25 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | ++ | 18.708 | 61.761 | 23 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | ++ | 474 | 1.589 | 23 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | ++ | 138 | 484 | 22 |
| Uferrandstreifen | f2 | | ++ | 596 | 2.838 | 17 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 28.473 | 85.025 | 25 |
| mit + Wirkung | | | | | | |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | + | 11.931 | 21.666 | 36 |
| Erosionsschutz | f3 | | + | 26.674 | 49.815 | 35 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | + | 225 | 504 | 31 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | + | 5.454 | 14.059 | 28 |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | + | 6.892 | 20.662 | 25 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 51.175 | 106.706 | 32 |
| Summe/Durchschnitt gesamt | | | | 79.649 | 191.732 | 29 |

1) Maßnahmen auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen.

2) Maßnahmen außerhalb nitratauswaschungsgefährdeter Flächen.

3) Anteil der Maßnahmenfläche auf Trefferflächen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Es wird deutlich, dass die Maßnahmen unabhängig von ihrer Zielsetzung sehr unterschiedliche Treffgenauigkeiten aufweisen. Das gilt für flächenstarke Maßnahmen (Grünlandextensivierung, Ökolandbau, Vielfältige Fruchtfolge, Extensivierung m. z. E.) genauso wie für flächenschwache Maßnahmen. Die zehn Maßnahmen¹⁹ mit Grundwasserschutzzielen umfassen zusammen zwei Drittel der Trefferfläche, ihre Treffgenauigkeit liegt mit 27 % leicht unter dem Durchschnitt aller Maßnahmen. Allein die drei flächenstarken Maßnahmen (f1-A3, f1-Bb, f1-C) kommen zusammen mit 53 % auf über die Hälfte der Trefferfläche.

¹⁹ Der Ökolandbau wird hier getrennt nach Acker- und Grünlandflächen bewertet, da sie unterschiedliche Wirkungen entfalten.

Die Treffgenauigkeit aller Maßnahmen liegt zwischen 17 und 53 % recht niedrig, der Durchschnitt aller Maßnahmen bei gut 29 %. Der Durchschnitt der Maßnahmen mit positiver Wirkung liegt mit 32 % deutlich über dem der Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung (25 %). Die flächenstarken Maßnahmen Betriebliche Grünlandextensivierung und der Ökolandbau auf Grünland haben nur eine unterdurchschnittliche Treffgenauigkeit, während der Ökolandbau auf Ackerflächen, die Vielfältige Fruchtfolge und die Erosionsschutzmaßnahmen eine überdurchschnittliche Treffgenauigkeit aufweisen.

Die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++] und mit Grundwasserschutzzielen umfassen ungefähr ein Drittel der Trefferfläche und ihre Treffgenauigkeit liegt genau im Schnitt aller Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung (25 %). Die Maßnahmen mit positiver Wirkung [+] und Grundwasserschutzzielen umfassen 30 % der Trefferflächen. Ihre Treffgenauigkeit liegt mit ebenfalls 30 % leicht unter dem Schnitt aller Maßnahmen mit einfach positiver Wirkung (32 % Treffgenauigkeit).

Die Maßnahmen, die auf auswaschungssensiblen **Ackerflächen** durchgeführt werden umfassen fast ca. 45.600 ha²⁰ und haben eine überdurchschnittliche Treffgenauigkeit von 35 %. Sie haben mit zwei Ausnahmen einen sehr positiven [++] Wirkungsbeitrag. Der Anteil treffgenauer Maßnahmen in sensiblen Ackerbaugebieten liegt bei 57 % aller „Trefferflächen“. Der Ackerflächenanteil in den sensiblen Gebieten liegt mit 72 % jedoch deutlich höher. Vor diesem Hintergrund muss den Maßnahmen auf Ackerland im Hinblick auf ihre Grundwasserschutzwirkung (Reduzierung der Nitratauswaschung)

- erstens eine ungenügende Flächendeckung bescheinigt werden (potenziell könnten nach den Förderdaten von 2005 zwar fast 131.000 ha Maßnahmen für den Grundwasserschutz auf Ackerflächen wirksam werden, es sind jedoch über 311.000 ha Ackerfläche auswaschungsgefährdet; das entspricht einem maximalen Deckungsgrad von 42 %);
- zweitens eine ungenügende Treffgenauigkeit bescheinigt werden (die Treffgenauigkeit der Ackermaßnahmen liegt mit 35 % zwar über dem Durchschnitt aller Maßnahmen von 29 %, ist mit diesem Wert dennoch sehr niedrig);
- drittens angelastet werden, dass keine Förderkulissen²¹ für den Grundwasserschutz vorgesehen wurden.

Es lässt sich als Resümee festhalten, dass die Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen keine bessere Wirksamkeit entfalten als die Maßnahmen ohne Ziele. Allerdings haben sie in der Summe eine hohe Flächenrelevanz. Verglichen mit den Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung ist eher eine schlechtere Wirksamkeit aller betrachteten Maßnahmen zu

²⁰ Es wurden nur eindeutig zuordenbare Maßnahmen angerechnet: f1-A2, f1-A3, f1-Bb(U), f1-C (auf Acker), f3, f6-A, f6-B1.

²¹ vgl. Fußnote weiter oben.

konstatieren. Unter Wirksamkeitsaspekten noch am ehesten hervorzuheben sind die drei Maßnahmen mit Grundwasserschutzziel, sehr positiver Wirkung [++] und zusammen 33 % Treffgenauigkeit: Umwandlung von Acker in Grünland (f1-Bb(U)), Ökolandbau auf Ackerflächen (f1-C) und Extensivierung ohne zeitliche Einschränkung (f6-B2.1). Allerdings haben sie mit 12,4 % der Trefferfläche nur eine geringe Flächenrelevanz. Bedeutend ist in diesem Zusammenhang auch die Erosionsschutzmaßnahme mit ihren unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten (Mulch- und Direktsaat, Untersaaten, Feldgrasanbau), mit einer Dominanz der Mulchsaatverfahren im Getreideanbau. In der Gesamtbewertung kommt dieser Maßnahme jedoch nur eine einfach positive [+] Wirkung im Grundwasserschutz zu.

Flächenanteile der Maßnahmen in sensiblen Gebieten

Die Aussagen zur Treffgenauigkeit werden durch die Berechnung der Flächenanteile²² der Maßnahmen in den nitratauswaschungssensiblen Gebieten bestätigt. Aus der Darstellung der Flächenanteile in den nitrataustragsgefährdeten Gebieten lässt sich der Beitrag einzelner Maßnahmen aus dem Gesamtmix der Grundwasserschutz wirksamen Maßnahmen ablesen.

Tabelle 25: Flächenanteile der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung in nitrataustragsgefährdeten Gebieten

| Maßnahme | Code | Ziel | Flächenanteile im nitrataustragsgefährdeten Gebiet [%] |
|------------------------------|----------|------|--|
| Erosionsschutz | f3 | | 33,49 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 23,49 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | 14,98 |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | 8,65 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | 6,85 |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | 6,23 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 1,87 |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | 1,85 |
| Uferrandstreifen | f2 | | 0,75 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,60 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | 0,28 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | 0,24 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | 0,21 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | 0,20 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | 0,17 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | 0,14 |
| Durchschnitt | | | 6,25 |

Quelle: Eigene Darstellung.

²² Flächenanteile der Maßnahmen werden folgendermaßen berechnet: [Fläche der Einzelmaßnahme im sensiblen Gebiet] / [Fläche aller Maßnahmen im sensiblen Gebiet] * [100].

Fünf der Maßnahmen haben überdurchschnittliche Flächenanteile, vier davon haben ein Grundwasserschutzziel (Ausnahme Erosionsschutz f3). Der Flächenumfang des Ökolandbaus auf Ackerflächen liegt gerade unter dem Durchschnitt aller Maßnahmen. Er hat ebenfalls ein Wasserschutzziel. Alle anderen Maßnahmen tragen nur in sehr untergeordnetem Flächenumfang zum Grundwasserschutz bei, darunter fünf weitere Maßnahmen mit entsprechenden Zielen. Unter der Maßgabe möglichst großflächig Grundwasserschutz zu betreiben, wären demnach die Maßnahmen f3, f1-Bb, f1-A3, f1-C und f6-B2.2 zu präferieren. Der Ökolandbau f1-C nimmt mit Acker- und Grünlandflächen zusammen knapp 15 % Flächenanteile ein und ist damit im Ranking zusammen mit der Vielfältigen Fruchtfolge die drittgrößte Maßnahme in den sensiblen Gebieten.

3.2.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen

Das Kosten-Wirksamkeitsverhältnis lässt sich über die Wirksamkeit (Kapitel 3.2.3) und die Input-Outputrelation einer Maßnahme beschreiben.

Input-Outputrelation der Maßnahmen

Wie bereits im Kapitel 2.2 dargelegt wird bei der Input-Outputrelation die Multifunktionalität der Maßnahmen als Korrekturfaktor berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Multifunktionalität der Maßnahmen und die Beihilfesätze ohne und mit Berücksichtigung des Korrekturfaktors.

Der Vergleich von ‚durchschnittlichem Beihilfesatz‘ und ‚Beihilfesatz unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors‘ zeigt einerseits veränderte Input-Outputrelationen in Euro/ha, die sich durch die Höhe des Beihilfesatzes und die Größe des Korrekturfaktors ergeben. Je mehr unterschiedliche Schutzgutwirkungen eine Maßnahme hat, desto günstiger wird ihr Input-Outputverhältnis.

Andererseits wird deutlich, dass sich durch die Berücksichtigung des Korrekturfaktors das Ranking der Maßnahmen untereinander verschiebt. Ein Beispiel dafür ist die Erosionsschutzmaßnahme, die bei Betrachtung des durchschnittlichen Beihilfesatzes die zweitgünstigste Maßnahme ist, bei Berücksichtigung des Korrekturfaktors jedoch auf den fünften Platz rutscht. Allerdings sind die absoluten Unterschiede in diesem Beispiel zwischen der Maßnahme mit dem günstigsten Input-Outputverhältnis mit 13 Euro/ha und der Erosionsschutzmaßnahme mit 35 Euro/ha gering.

Tabelle 26: Zusatznutzen und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung bei Schutzgut ... | | | | Beihilfesatz | |
|------------------------------|----------|------|---------------------------|----------|--------------------|-----------------|--------------------------------|--|
| | | | Boden | Luft | Biodi- versität | Land- schaft | Durch- schnitt [Euro/ha] | Berücksichtigung d. Korrekturfaktors [Euro/ha] |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | x | x | | x | 50 | 13 |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | • | x | x | x | x | 130 | 26 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | x | x | x | x | 138 | 28 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | x | x | x | x | 172 | 34 |
| Erosionsschutz | f3 | | x | | x | | 104 | 35 |
| Ökolandbau | f1-C | • | x | x | x | x | 225 | 45 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | x | | x | x | 204 | 51 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | x | | x | x | 305 | 76 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | x | | x | x | 429 | 107 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | x | | x | x | 434 | 109 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | x | x | x | x | 574 | 115 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | x | x | x | x | 681 | 136 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | | | x | x | 482 | 161 |
| Uferrandstreifen | f2 | | x | x | x | x | 818 | 164 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | x | | x | x | 836 | 209 |
| Anzahl/Durchschnitt | | | 14 | 8 | 14 | 14 | 372 | 87 |

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die hier betrachteten Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung haben umfangreiche weitere Wirkungen auf die Schutzgüter Boden, Biodiversität und Landschaft. Die Berücksichtigung des Korrekturfaktors ‚Multifunktionalität‘ zeigt daher deutlich niedrigere Beihilfesätze je Hektar Förderfläche als der durchschnittliche Beihilfesatz ohne Korrekturfaktor.

Acht der 15 Maßnahmen liegen unter dem Mittelwert von 87 Euro/ha. Sie haben somit eine überdurchschnittlich gute Input-Outputrelation. Darunter sind sechs Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen. Tendenziell zählen die Maßnahmen mit Förderkulissen bzw. fachlichen Auswahlkriterien zu den Maßnahmen mit ungünstigerem Input-Outputverhältnis, so z. B. die Vertragsnaturschutzmaßnahmen und die Uferrandstreifen. Die großen horizontalen Maßnahmen zeigen tendenziell ein günstigeres Input-Outputverhältnis (z. B. Vielfältige Fruchtfolge, Extensive Produktionsverfahren).

Insgesamt betrachtet hat die Berücksichtigung der Multifunktionalität wenig Einfluss auf das Ranking der Maßnahmen. Der Einfluss auf die Kosten-Wirksamkeit dürfte daher ebenfalls eher untergeordnet sein.

Kosten-Wirksamkeitsrelation

Die Kosten-Wirksamkeitsrelation stellt das Verhältnis der durch die Maßnahmen erreichten nitratustragsgefährdeten Flächen und der dafür aufgewendeten Finanzmittel dar (vgl. Kapitel 2.2). In der Tabelle sind die Kosten-Wirksamkeitsrelation als dimensionsloser Quotient und das daraus resultierende Ranking der Maßnahmen dargestellt. Die Ergebnisse sind jedoch ausschließlich unter Hinzuziehung der Wirkungseinschätzung zu interpretieren (letzte Spalte der Tabelle).

Tabelle 27: Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Kosten-Wirksamkeitsrelation¹⁾ | Ranking | Wirkung [+, ++] |
|------------------------------|-----------------------|-------------|---|----------------|----------------------------|
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | 4,13 | 1 | + |
| Erosionsschutz | f3 | | 1,46 | 2 | + |
| Grünlandextensivierung, E | f2-Be | • | 1,41 | 3 | ++ |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | 1,17 | 4 | ++ |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | 1,03 | 5 | ++ |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 0,98 | 6 | ++ |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | 0,87 | 7 | ++ |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | 0,81 | 8 | + |
| Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | 0,56 | 9 | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 0,51 | 10 | ++ |
| Ackerrandstreifen | f6-A | | 0,48 | 11 | ++ |
| Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | 0,38 | 12 | + |
| Schonstreifen | f1-A2 | | 0,34 | 13 | ++ |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,31 | 14 | ++ |
| Streuobstwiesen | f6-C | | 0,21 | 15 | + |
| Uferrandstreifen | f2 | | 0,15 | 16 | ++ |
| Durchschnitt | alle Maßnahmen | | 0,93 | | |
| | ++ Maßnahmen | | 0,71 | | |
| | + Maßnahmen | | 1,40 | | |

1) Flächenanteile/Kostenanteile.

Quelle: Eigene Berechnung.

Es wird deutlich, dass sechs der 16 Maßnahmen ein überdurchschnittlich gutes Kosten-Wirksamkeitsverhältnis aufweisen, davon fünf Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen. Eine deutlich überdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitsrelation weist nur die Maßnahme Vielfältige Fruchtfolge (f1-A3) auf, bei jedoch nur einfach positiver [+] Wirkung, gefolgt von der Erosionsschutzmaßnahme (f3), ebenfalls mit einfach positiver Wirkung und der Grünlandextensivierung auf Einzelflächen (f1-Be) mit sehr positiver [++] Wirkung. Die weiteren drei Maßnahmen haben nur eine leicht überdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitsrelation, bei allerdings sehr positiven Wirkungseinschätzungen. In der Gruppe der Maßnahmen mit überdurchschnittlicher Kosten-Wirksamkeit befinden sich

die flächenstarken Maßnahmen f1-Bb, f1-C (darunter der Ökolandbau auf Grünland leicht unterdurchschnittlich bewertet), f3 und f1-A3.

Die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++] haben zusammen betrachtet eine unterdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitseinschätzung von 0,71, während der Durchschnittswert der einfach positiv [+] bewerteten Maßnahmen mit 1,40 deutlich über dem Schnitt aller Maßnahmen liegt. Letzteres ist insbesondere auf das besonders gute Abschneiden der flächenstarken und kostengünstigen Maßnahme f1-A3 zurückzuführen. Der Durchschnitt aller Maßnahmen mit Grundwasserschutzziel liegt mit 1,13 leicht über dem Gesamtschnitt. In dieser Gruppe überwiegen sieben AUM mit sehr positiver [++] Wirkung die drei (Teil-)Maßnahmen mit einfach positiver [+] Wirkung.

Die Übersicht über die **Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte** (Tabelle 28) hilft die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse weiter einzuordnen. Jedoch fällt die Interpretation der Ergebnisse deutlich schwerer als bei den Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung, da einerseits die Maßnahmen zwar Wasserschutzziele aber kein explizites Grundwasserschutzziel haben, andererseits für eine sehr große Maßnahmenzahl pauschale abiotische Zielsetzungen bestehen. Auch das Maßnahmenspektrum mit sehr positiven [++] Wirkungseinschätzungen ist mit elf Maßnahmen sehr groß.

Tabelle 28: Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte

| Ranking | Wirkung [++] | Treffgenauigkeit [>= 29 %] | Flächenanteile [>= 6,25 %] | Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= 87 Euro/ha] | Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= 0,93] |
|---------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 1 | ● f1-A1 | f6-A | f3 | ● f1-A3 | ● f1-A3 |
| 2 | f1-A2 | ● f1-Bb(U) | ● f1-Bb | ● f1-Be | f3 |
| 3 | ● f1-Bb | ● f1-A3 | ● f1-A3 | ● f1-A1 | ● f1-Be |
| 4 | ● f1-Bb(U) | f3 | ● f1-C | ● f1-Bb | ● f1-A1 |
| 5 | ● f1-Be | f1-A2 | ● f6-B2.2 | f3 | ● f1-C |
| 6 | ● f1-C | ● f1-C | | ● f1-C | ● f1-Bb |
| 7 | f2 | f6-C | | ● f6-B1 | |
| 8 | ● f4 | ● f6-B1 | | ● f6-B2.1 | |
| 9 | f6-A | ● f6-B2.1 | | | |
| 10 | ● f6-B1 | | | | |
| 11 | ● f6-B2.1 | | | | |

- Maßnahmen mit Wasserschutzziel.

Es wurden Maßnahmen aufgeführt, die bei den Einzelergebnissen über dem Durchschnitt aller Maßnahmen liegen.

Bei dem Kriterium Wirkung wurden nur Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung gelistet.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Als einzige Maßnahme erreicht der Ökolandbau (f1-C) in allen Einzelauswertungen überdurchschnittliche Ergebnisse. Dies betrifft vorrangig den Ökolandbau auf Ackerflächen. Er erreicht bei sehr positiver Wirkung eine hohe Treffgenauigkeit und hohe Flächenanteile.

le in den sensiblen Gebieten bei gleichzeitig guter Kostenrelation. Der Ökolandbau schneidet daher trotz vergleichsweise etwas schlechterer Kosten-Wirksamkeitsrelation sehr gut ab.

Ebenfalls mit guter Kosten-Wirksamkeitsrelation eingestuft sind die Grünlandextensivierungsmaßnahmen (f1-Bb und f1-Be). Sie haben beide sehr positive Wirkungseinschätzungen bei geringen Beihilfesätzen. Die lang eingeführte Betriebszweigbezogene Grünlandextensivierung hat die höchsten Flächenanteile in den sensiblen Gebieten, während die Neumaßnahme Einzelflächenbezogene Grünlandextensivierung noch keine hohe Flächenrelevanz erreicht. Allerdings haben beide Maßnahmen schlechte Treffgenauigkeiten von nur ca. 25 %.

Die Maßnahme Vielfältige Fruchtfolge (f1-A3) wird insbesondere aufgrund ihres niedrigen Beihilfesatzes mit einer sehr guten Kosten-Wirksamkeitsrelation bewertet. Sie hat hohe Flächenanteile in den sensiblen Gebieten mit mittlerer Treffgenauigkeit, bei nur einfach positiver Wirkung. Die Ökoeffizienz dieser Maßnahme ist daher unter Wirkungsgesichtspunkten schlechter, aber unter Flächenrelevanz und Kostengesichtspunkten besser einzuschätzen.

Die Erosionsschutzmaßnahme (f3) hat als einzige der Maßnahmen mit überdurchschnittlich guter Kosten-Wirksamkeitsrelation kein Grundwasserschutzziel. Die Maßnahme ist in ihrer Ausgestaltung vielfältig (Mulch-, Direktsaatverfahren, Untersaaten, Feldgrasanbau etc.), jedoch mit einem Schwerpunkt im Bereich Getreideanbau mit Mulchsaatverfahren. Sie nimmt die meisten Flächenanteile in den sensiblen Gebieten ein und hat eine überdurchschnittliche Treffgenauigkeit, bei jedoch nur einfach positiver Wirkungseinschätzung. Bei Bevorzugung besonders Grundwasser schonender Bewirtschaftungsvarianten kann die Maßnahme sehr gut für einen großflächig anzulegenden Grundwasserschutzes empfohlen werden und ihre Schutzwirkung weiter gesteigert werden.

Insgesamt zeichnet sich eine sehr gemischte Bewertungslage ab, die darauf hinweist, dass keine Maßnahme für einen großflächigen, effizienten Grundwasserschutz zu präferieren ist. Diese Einschätzung spiegelt sich jedoch auch in den fehlenden Zielsetzungen und fehlenden Kulissenbildungen²³ für die Maßnahmen wider. Der Grundwasserschutz ist als Wirkung im Maßnahmenspektrum eher als Zusatznutzen einzuschätzen.

²³ Das Land NRW verfolgt bzgl. des Grundwasserschutzes eine andere Förderphilosophie. Zusammen mit den Wasserversorgern wird in den Wasserschutzgebieten seit vielen Jahren außerhalb des NRW-Programms auf einen Beratungsansatz gesetzt, der in den meisten Schutzgebieten zu einer Verbesserung des Status quo geführt hat.

Vergleich mit Ergebnissen des LAWA-Projekts²⁴

Im LAWA-Projekt wurde ebenfalls eine Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung durchgeführt, die allerdings ausschließlich auf den Parametern Entgelt/Prämie und realisierbare Nitratreduzierung (entweder als N-Saldo oder bei den Herbst-Nmin-Werten) beruht. Auf Basis der benannten Entgelte und der Minderungspotenziale wurde die Kostenwirksamkeit als Maximal- und Minimalspanne sowie als Mittelwert berechnet (Osterburg und Runge, 2007). Ein kleinerer Teil der im LAWA-Projekt berücksichtigten Maßnahmen lassen sich mit den nordrhein-westfälischen AUM vergleichen. Nachfolgend wird das Ranking dieser Maßnahme wiedergegeben (Tabelle 29). Die Wirkungsbewertung erfolgte im LAWA-Projekt wesentlich differenzierter, für unterschiedliche Betriebs-, Standort- und Nutzungstypen, sodass kein direkter Vergleich mit den hier vorliegenden Wirkungseinschätzungen möglich ist. Auf ihre Darstellung wird daher hier verzichtet, gleichwohl müssen sie wesentliches Interpretationselement einer vollständigen Kosten-Wirksamkeitseinschätzung sein. Die nachfolgende Listung dient daher vor allem der Verifizierung der relativen Vorzüglichkeitseinschätzung der Maßnahmen.

Es zeigt sich, dass das Ranking der Maßnahmen in dieser Studie (Ökoeffizienz) durch die Ergebnisse des LAWA-Projekts teilweise bestätigt wird. So wird hinsichtlich der N-Salden das Ranking von der Grünlandextensivierung auf Einzelflächen (f1-Be) und der Erosionsschutzmaßnahme (f3) bestätigt; allerdings schneidet der Ökolandbau (f1-C) in der LAWA-Studie deutlich besser ab. Im Hinblick auf die Herbst-Nmin-Werte wird das Ranking der Ökoeffizienzstudie gestützt. Lediglich die Grünlandextensivierung auf Einzelflächen (f1-Be) schneidet in der Ökoeffizienz besser ab (wobei eine klar getrennte Zuordnung von f1-Bb und f1-Be zur LAWA-Maßnahme M21 nicht möglich ist).

Vorbehaltlich der eingeschränkten Vergleichbarkeit der beiden Studien, lassen sich folglich ähnliche Tendenzen der Kosten-Wirksamkeitseinschätzungen der Maßnahmen mit Wirkung gegen Nitratauswaschung erkennen.

²⁴ „Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft“, finanziert von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Osterburg und Runge, 2007).

Tabelle 29: Ranking der Kostenwirksamkeit von Maßnahmen des LAWA-Projekts, denen nordrhein-westfälische AUM zugeordnet werden können²⁵

| Mittlere Kostenwirksamkeit | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|----------------------------|---|-------------|----------------------------|
| Reduzierung des N-Saldo | | | Reduzierung von Herbst-Nmin-Werten | | |
| Maßnahme des LAWA-Projekts | [Euro/kg N] | vergleichbare AUM des EPLR | Maßnahme des LAWA-Projekts | [Euro/kg N] | vergleichbare AUM des EPLR |
| M45 | 2,8 | f1-C | M1 | 1,8 | f3 |
| M21 | 3,3 | f1-Be, (f1-Bb) | M3 | 2 | f3 |
| M1 | 3,5 | f3 | M2 | 2,3 | f3 |
| M18 | 4 | f3 | M4 | 2,5 | f3 |
| M2 | 4,5 | f3 | M20 | 2,5 | f3 |
| M4 | 5 | f3 | M11 | 3 | f3 |
| M20 | 5 | f3 | M13 | 3,3 | f3 |
| M11, M12 | 7,5 | f3 | M12 | 3,8 | f3 |
| M39 | 8 | f1-Bb/Be(U) | M18 | 4 | f3 |
| M13 | 10 | f3 | M5 | 4 | f3 |
| M10 | 15 | f3 | M45 | 5,7 | f1-C |
| M17 | 16 | f3 | M10 | 7,5 | f3 |
| | | | M39 | 8 | f1-Bb/Be(U) |
| | | | M17 | 8 | f3 |
| | | | M16 | 8 | f3 |
| | | | M21 | 10 | f1-Be, (f1-Bb) |

Anmerkung: Die Maßnahme „Schaffung von (Ufer)Randstreifen“ M40, korrespondierend mit f2, erhielt hinsichtlich N-Saldo und Nmin-Wert keine Angaben.

Quelle: LAWA-Projekt (Osterburg und Runge, 2007).

Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

- die 16 Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung mit 29 % insgesamt nur eine geringe Treffgenauigkeit erreichen,
- die Maßnahmen mit Wasserschutzzielen im Durchschnitt keine bessere Treffgenauigkeit erreichen, als Maßnahmen ohne Wasserschutzziele,
- nur der Ökolandbau (f1-C) in allen Bewertungspunkten überdurchschnittliche Ergebnisse erzielt und auch als vergleichsweise kosteneffiziente Maßnahme zu empfehlen ist,
- die ackerbaulichen Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung zwar eine überdurchschnittliche Treffgenauigkeit erreichen, die jedoch mit 35 % immer noch als gering einzustufen ist,

²⁵ Die Mulch-, Mulchpflanz- und Direktsaatverfahren sowie der Zwischenfruchtanbau werden hier den Erosionsschutzmaßnahmen (f3) zugeordnet.

- der Flächenumfang ackerbaulicher Maßnahmen zwar potenziell bei vollständiger Treffgenauigkeit ca. 42 % der sensiblen Flächen erreichen kann, aber aktuell nur 14,6 % der sensiblen Ackerflächen durch treffgenaue Maßnahmen tatsächlich erreicht werden,
- keine der Maßnahmen eine Förderkulisse im Hinblick auf Grundwasserschutzziele hat und die schlechten Treffgenauigkeiten zumindest teilweise durch fehlende Steuerung erklärt werden können. Außerhalb des hier untersuchten Maßnahmenspektrums ist dabei jedoch der gezielte Beratungsansatz des Landes NRW in den Wasserschutzgebieten zu berücksichtigen, der dort überwiegend zu einer Verbesserung des Status quo geführt hat.

3.3 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in Oberflächengewässer

3.3.1 Problemlage in Nordrhein-Westfalen

Zielsetzung des Entwicklungsplanes

Die Erosionsschutzmaßnahmen, die Stilllegung und die Uferrandstreifen sollen explizit zur Verringerung des Eintrags von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln in Gewässer beitragen. Geförderte Uferrandstreifen beinhalten ein generelles Verbot des Einsatzes landwirtschaftlicher Produktionsmittel. Im Rahmen der Modulationsmaßnahme Einzelflächenbezogene Grünlandextensivierung ist die Teilmaßnahme Umwandlung von Ackerland zu extensiven Grünland in Überschwemmungsgebieten eingeführt worden, die sich ausdrücklich auf die Verhinderung von Abschwemmungen in Fließgewässer bezieht.

Eintragsursachen

Zur Diskussion der Eintragsursachen von Dünge- und Pflanzenschutzmittel sei auf die grundsätzlichen Erörterungen in Kapitel 2.2.2.2 verwiesen. Für Nordrhein-Westfalen wurden u. a. Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer untersucht (Bach et al., 2000). Die modellhaft ermittelten Ergebnisse liegen für verschiedene Eintragspfade vor: Hohe Gefährdungsstufen werden durch Abschwemmung für vereinzelte Bereiche rechtsseitig der Rur (Eifel) ausgewiesen. Das Kern- und Ostmünsterland verfügen über eine relativ hohe Dränagedichte. In Verbindung mit hohen Anteilen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen im Sickerwasser weist dieses Gebiet bundesweit die höchsten modellierten Stoffeinträge in Oberflächengewässer durch Dränageabfluss auf (ebd.). Felduntersuchungen in NRW bestätigen eine gute Filterwirkung von ungenutzten, bewachsenen Feldrandstreifen für an Bodenpartikel absorbierte oder im Abflusswasser gelöste PSM. Grasbewachsene Filterstreifen reduzieren nicht nur die absolute Höhe des Oberflächenwasserabflusses, sondern auch die Konzentration mitgeführter Stoffe. Für Wasserläufe ergibt sich

daraus eine doppelte Schutzwirkung (Pätzold, Klein und Brümmer, 2007). Diese Wirkung wurde auch für Phosphor und Stickstoff nachgewiesen. Es wurden Nährstoffrückhalte von bis zu 95 % ermittelt (Amelung et al., 2006).

Das Gewässernetz

Das nordrhein-westfälische Gewässernetz wird auf Grundlage der Gewässerstationierungskarte (LUA, 2002) beschrieben und für die GIS-Analysen verwendet. Insgesamt wird durch die vorliegenden Daten eine Gewässerlänge von über 32.000 km erfasst. Für die Fragestellung nicht relevant sind die (durchweg durch Verrohrung) unterirdisch verlaufenden Gewässerabschnitte. Die linear erfassten Gewässerabschnitte werden durch flächige Gewässertypen ergänzt. Sie nehmen zusammen einen Umfang von über 24.000 ha ein, darunter 1.818 Seen und 74 Talsperren.

Tabelle 30: Ausdehnung des zur Analyse verwendeten linearen und flächenhaften Gewässernetzes

| linear erfasstes Gewässernetz | | flächenhaft erfasstes Gewässernetz | |
|--------------------------------------|-----------------------|---|------------------------|
| Gewässertyp [Breit in m] | Gewässerlänge [km] | Gewässertyp | Gewässerfläche [ha] |
| 0 - 3 | 25.966 | Fluss | 14.576 |
| 3 - 6 | 2.762 | Regenwasserrück- | |
| 6 - 12 | 1.096 | haltebecken | 0,38 |
| Gewässerfläche ¹⁾ | 2.409 | See | 3.479 |
| unterirdisch | 2.174 | Talsperre | 6.184 |
| Summe | 34.408 | | 24.240 |

1) Im Datensatz der linearen Gewässertypen enthalten und als Längenabschnitt angegeben.

Quelle: Eigene Auswertung nach (LUA, 2002).

Die Auswertung mittels Distanzpuffer zeigt, dass über die Hälfte der Feldblöcke Nordrhein-Westfalens an oder in unmittelbarer Nähe zu Gewässern liegen. Es wurden dabei unmittelbare Wirkdistanzen (unter Berücksichtigung verschiedener Eintragswege; vgl. Kapitel 2.2) von 125 m angenommen und auf dieser Grundlage relevante Feldblöcke ausgewählt. Mit den selektierten Feldblöcken wird über die Hälfte der LF Nordrhein-Westfalens abgedeckt. Der Flächenumfang der sensiblen Gebiete steht dabei in unmittelbarem Zusammenhang mit der Dichte des erfassten Gewässernetzes: Je mehr (auch kleinere) Gewässer erfasst werden, desto mehr sensible Fläche wird selektiert und desto höher wird (allein schon aus statistischen Gründen) die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Schutzwirkung für Oberflächengewässer.

Tabelle 31: Flächenumfang der Feldblöcke in Gewässernähe

| | | |
|--------------------------------|------|---------|
| Feldblockfläche an Gewässern | [ha] | 880.860 |
| Anteil an der LF ¹⁾ | [%] | 54 |
| Anteil an der Landesfläche | [%] | 26 |

1) Die LF entspricht der digitalisierten Feldblockfläche des InVeKoS-GIS.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von InVeKoS-GIS und (LUA, 2002).

Besondere Bedeutung kommt dabei den Maßnahmen auf Ackerflächen zu, da von diesen häufig die höchsten Belastungen für Gewässer im Vergleich zu anderen Nutzungstypen ausgehen. Die selektierten Ackerflächen umfassen ca. 567.000 ha, das entspricht gut der Hälfte der Ackerfläche NRWs oder über einem Drittel der LF und 66 % der landwirtschaftlichen Nutzungstypen in den sensiblen Gebieten. Während Waldbestände (hier überwiegend Erstaufforstung) und Dauerkulturen landesweit betrachtet auf der LF eine nur marginale Rolle spielen, kommt der Grünlandnutzung insbesondere im Hinblick auf die Erhaltung bestehender Gewässerschutzfunktionen eine sehr wichtige Bedeutung zu.

Tabelle 32: Landnutzungstypen auf Feldblöcken in Gewässernähe

| Grünland | | Ackerland | | Dauerkulturen | | Wald ¹⁾ | | Gesamt | |
|----------|------------|-----------|------------|---------------|------------|--------------------|------------|---------|------------|
| [ha] | [% der LF] | [ha] | [% der LF] | [ha] | [% der LF] | [ha] | [% der LF] | [ha] | [% der LF] |
| 275.778 | 18 | 556.715 | 36 | 2.076 | 0 | 1.035 | 0 | 835.605 | 55 |

1) Es handelt sich ausschließlich um den im FNN als förderrelevant erfassten Wald, i. d. R. Erstaufforstung.

Die Fläche der Nutzungstypen wurde dem FNN entnommen, die LF entspricht der digitalisierten Feldblockfläche des InVeKoS-GIS.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FNN, InVeKoS-GIS und (LUA, 2002).

3.3.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen

Der Ressourcenschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen wird aus den Ergebnissen der Aktualisierung der Halbzeitbewertung übernommen (vgl. Kap. 2.2.2.2). Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ressourcenschutzbeiträge (Wirkungen) der Maßnahmen zum Schutz von Oberflächengewässern.

Eine Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung muss die Zielsetzungen der Maßnahmen berücksichtigen. Die Problematik nicht vorhandener oder unscharfer Zielformulierungen wurde ausführlich im Kapitel 2.2 thematisiert. In der Tabelle sind die Maßnahmen mit Wasser-schutzzielen mit einem Punkt markiert. Von den 21 Maßnahmen und Teilmaßnahmen haben 12 ein Wasser- oder Oberflächenwasserschutzziel und 16 Maßnahmen eine Wasserschutzwirkung.

Tabelle 33: Oberflächenwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen

| Maßnahme | Code | Maßnahmen, die zum Schutz vor Stoffeinträgen in Oberflächengewässer beitragen | |
|--|----------|---|---------|
| | | Ziel | Wirkung |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | ● | ++ |
| Schonstreifen | f1-A2 | — | ++ |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | ● | + |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | ● | ++ |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | ● | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | ● | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, E in Ü. ¹⁾ | f1-Be(U) | ● | ++ |
| Ökolandbau | f1-C | ● | ++A +G |
| Festmistwirtschaft | f1-D | — | 0 |
| Weidehaltung v. Milchvieh | f1-E | — | 0 |
| Uferrandstreifen | f2 | ● | ++ |
| Erosionsschutz | f3 | ● | ++ |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | ● | ++ |
| Haustierrassen | f5 | — | 0 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | — | ++ |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | — | ++ |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | ● | ++ |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | ● | + |
| VNS Naturschutzgerechte Nutzung | f6-B3 | — | 0 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | — | + |
| VNS Biotopanlage | f6-D | — | 0 |

1) Diese Maßnahme wird im Folgenden mit f1-Bb(U) zusammengefasst.

Ziele:

- Ziele für das Schutzgut angegeben
- keine Ziele für das Schutzgut angegeben

Wirkungen:

- 0 keine oder neutrale Wirkung
- + positive Wirkung
- ++ sehr positive Wirkung
- A auf Ackerland
- G auf Grünland

Quelle: Eigene Darstellung.

3.3.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen

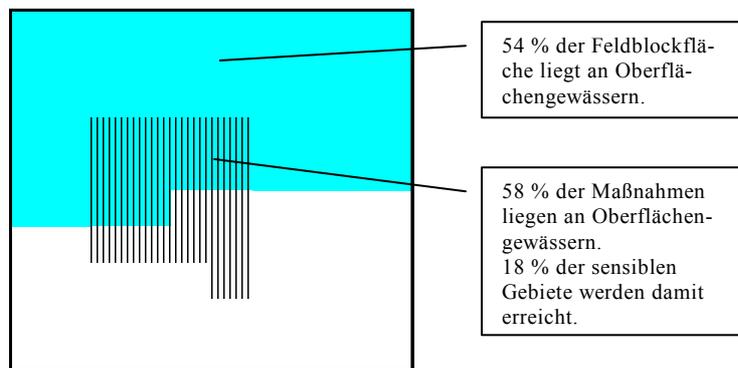
Die Wirksamkeit oder Effektivität der Maßnahmen ergibt sich einerseits aus ihrem Wirkungsbeitrag, andererseits aus ihrer Treffgenauigkeit. Beide Aspekte werden daher hier in einem Kapitel gemeinsam betrachtet (Tabelle 34 und Abbildung 11).

Treffgenauigkeit und Wirkungsbeitrag der Maßnahmen

Die Abbildung vermittelt einen Schnellüberblick über die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung: 54 % der Feldblockfläche NRWs sind als sensible Gebiete im Hinblick auf ihren Schutzbeitrag für Oberflächengewässer einzuschätzen. Sie liegen an oder in unmittelbarer Nähe zu Oberflächengewässern. Von den gut

271.000 ha Maßnahmenfläche mit Oberflächenwasserschutzwirkung liegen 58 % innerhalb der sensiblen Gebiete und sind damit als treffgenau zu bewerten²⁶. Sie decken damit 18 % der sensiblen, oberflächenwassernahen Feldblockfläche ab.

Abbildung 11: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit an Oberflächengewässern



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 34 ermöglicht eine differenziertere Darstellung unter Berücksichtigung der Wirkung. Dargestellt sind einerseits die absolute Maßnahmenfläche in Hektar, die innerhalb sensibler Gebiete gefördert wird, andererseits der Anteil der Maßnahmenfläche, der innerhalb oberflächenwassernaher Gebiete liegt in Prozent. Maßnahmen für die ein Wasserschutzziel vorgegeben ist, sind durch einen Punkt markiert.

Die Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung teilen sich in Maßnahmen mit sehr positiver [++], mit positiver [+] und ohne bzw. neutraler Wirkung [0]. Die Maßnahmen ohne Wasserschutzwirkung werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Sie umfassen insgesamt fünf von 21 Maßnahmen.

Von den 16 relevanten Maßnahmen haben nur vier keine Zielsetzung im Bereich des abiotischen Ressourcenschutzes. Es werden explizite Ziele für den Schutz von Oberflächengewässern bei den Maßnahmen f2, f1-Be und f4 genannt. Die Maßnahmen Uferrandstreifen (f2) hat darüber hinaus als einzige eine explizite Gebietskulisse zum Schutz von Oberflächengewässern.

²⁶ Die Treffgenauigkeit liegt damit ziemlich genau im statistisch zu erwartenden Bereich; sie kann damit nicht als gut bezeichnet werden.

Tabelle 34: Wirksamkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung [+, ++] | Treffer- fläche ¹⁾ [ha] | Nicht- Trefferfläche ²⁾ [ha] | Treff- genauigkeit ³⁾ [%] |
|----------------------------------|----------|------|--------------------|--|---|--|
| mit ++ Wirkung | | | | | | |
| Uferrandstreifen | f2 | • | ++ | 3.119 | 315 | 91 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | ++ | 299 | 79 | 79 |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | • | ++ | 4.130 | 1.694 | 71 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | ++ | 443 | 186 | 70 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | ++ | 51.185 | 29.284 | 64 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | ++ | 302 | 216 | 58 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | ++ | 362 | 261 | 58 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | ++ | 1.157 | 906 | 56 |
| Erosionsschutz | f3 | • | ++ | 37.483 | 39.005 | 49 |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | ++ | 7.518 | 8.028 | 48 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | ++ | 1.620 | 2.087 | 44 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | ++ | 98 | 209 | 32 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 107.717 | 82.271 | 57 |
| mit + Wirkung | | | | | | |
| VNS Extensivierung m.z.E. | f6-B2.2 | • | + | 14.856 | 4.657 | 76 |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | + | 17.497 | 10.057 | 64 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | + | 353 | 376 | 48 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | + | 15.887 | 17.710 | 47 |
| Summe/Durchschnitt | | | | 48.593 | 32.800 | 60 |
| Summe/Durchschnitt gesamt | | | | 156.309 | 115.071 | 58 |

1) Maßnahmen an Oberflächengewässern.

2) Maßnahmen nicht an Oberflächengewässern.

3) Anteil der Maßnahmenfläche auf Trefferflächen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Exkurs: Grenzen der GIS-Auswertung

Anhand des Beispiels der Uferrandstreifen wird eine Grenze der Aussagefähigkeit der GIS-Analysen an Oberflächengewässern deutlich: Wie im Kapitel 2.1 dargelegt, deckt das vorliegende digitale Gewässernetz nicht alle Fließgewässer NRW ab. Aufgrund der Förderbestimmungen für Uferrandstreifen ist jedoch davon auszugehen, dass alle Förderflächen direkt an Gewässern liegen. Die fehlenden 9 % Treffgenauigkeit sind folglich auf die bisher nicht vollständig digital erfassten Gewässerstrecken zurückzuführen. In welchem Umfang dieser Aspekt Auswirkungen auf die Treffgenauigkeitsaussagen zu den übrigen Maßnahmen hat, lässt sich jedoch nicht feststellen.

Während die Uferrandstreifenmaßnahme mit Gewässerkulisse somit de facto eine 100-prozentige Treffgenauigkeit erlangt, ist das für die anderen beiden Maßnahmen mit expli-

ziten Gewässerschutzzielen nicht in diesem hohen Umfang festzustellen. Das ist damit zu erklären, dass parallel weitere (z. B. biotische) Ziele verfolgt werden.

Im Schnitt aller Maßnahmen liegt die Treffgenauigkeit²⁷ mit 58 % deutlich unter der der Maßnahmen mit Erosionsschutzwirkung. Die fünf flächenstärksten Maßnamen nehmen zusammen 92 % der Trefferfläche ein, die Maßnahmen mit Wasserschutzzielen sogar 99 %; ihre Treffgenauigkeit liegt daher auch recht genau im Schnitt aller Maßnahmen.

Die Treffgenauigkeit schwankt zwischen 32 und 91 (100) Prozent. Gemessen am Durchschnitt von 58 % Treffgenauigkeit liegen neun Maßnahmen auf bzw. über dem Schnitt und sieben darunter. Zu den letzteren zählen allerdings auch die flächenstarken Maßnahmen Erosionsschutz und Vielfältige Fruchtfolge mit zusammen 34 % der Trefferflächen und zusammen 48 % Treffgenauigkeit.

Die Steuerung der Maßnahme Uferrandstreifen über eine Kulissenbindung (Gewässer) sorgt für eine 100-prozentige Treffgenauigkeit. Aber auch andere Maßnahmen ohne gewässergebundene Kulissen haben hohe Treffgenauigkeiten, darunter insbesondere die Vertragsnaturschutz-Grünlandextensivierung, aber auch die MSL-Grünlandextensivierung.

Die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++] umfassen gut zwei Drittel der Trefferflächen; die Maßnahmen mit einfach positiver Wirkung [+] ein weiteres knappes Drittel. Beide Maßnahmengruppen liegen nahe dem Durchschnitt aller Maßnahmen. Auch wenn man die Betrachtung auf die Maßnahmen mit Wasserschutzzielen einschränkt, ergeben sich ähnliche Ergebnisse.

Insgesamt sind mittlere bis hohe Treffgenauigkeiten unabhängig von den Zielsetzungen und Wirkungsgraden zu verzeichnen, was natürlich auch auf den großen Flächenumfang der sensiblen Gebiete zurückzuführen ist. Allerdings verteilen sich die höchsten Treffgenauigkeiten auf die eher flächenschwächeren Maßnahmen. Dennoch ist den AUM ein wichtiger Beitrag zu Schutz der Oberflächengewässer beizumessen.

Die Maßnahmen, die auf oberflächenwassernahen **Ackerflächen**²⁸ durchgeführt werden umfassen mit 63.000 ha gut 40 % der Trefferflächen, haben aber nur eine unterdurchschnittliche Treffgenauigkeit von 48 %. Sie haben mit einer Ausnahme (f1-A3) einen sehr

²⁷ Wird die für die Treffgenauigkeit anstelle des hier verwendeten arithmetischen Mittels der Median oder ein flächengewichtetes Mittel betrachtet, so ergeben sich Abweichungen, die lediglich bei ca. einem Prozentpunkt liegen.

²⁸ Es wurden nur eindeutig zuordenbare Maßnahmen angerechnet: f1-A2, f1-A3, f1-Bb(U), f1-C (auf Acker), f3, f6-A, f6-B1.

positiven [++] Wirkungsbeitrag. Der Anteil treffgenauer Maßnahmen in sensiblen Ackerbaugebieten weicht mit 48 % deutlich vom Ackerflächenanteil von 67 % in den sensiblen Gebieten ab und liegt damit unter der statistisch wahrscheinlichen Größenordnung. Vor diesem Hintergrund muss den Maßnahmen auf Ackerland im Hinblick auf ihre Oberflächenwasserschutzwirkung (Reduzierung von Stoffeinträgen)

- erstens eine ungenügende Flächendeckung bescheinigt werden (potenziell könnten ca. 131.000 ha Maßnahmen für den Oberflächenwasserschutz auf Ackerflächen wirksam werden, es sind jedoch 567.000 ha Ackerfläche als sensible Gebiete einzustufen; das entspricht einem maximalen Deckungsgrad von 23,5 %);
- zweitens eine ungenügende Treffgenauigkeit bescheinigt werden (die Treffgenauigkeit der Ackermaßnahmen liegt mit 48 % zehn Prozentpunkte unter dem Durchschnitt aller Maßnahmen);
- drittens angelastet werden, dass nur eine Maßnahme mit geringem Flächenanteil eine Förderkulisse für den Oberflächenwasserschutz vorsieht (die Uferrandstreifenmaßnahme erreicht nur 0,4 % der sensiblen Gebiete und ist nicht nur auf Ackerflächen ausgerichtet).

Flächenanteile der Maßnahmen in sensiblen Gebieten

Die Aussagen zur Treffgenauigkeit werden durch die Berechnung der Flächenanteile²⁹ der Maßnahmen in den sensiblen Gebieten an Oberflächengewässern bestätigt. Aus der Darstellung der Flächenanteile in den sensiblen Gebieten lässt sich der Beitrag einzelner Maßnahmen aus dem Gesamtmix der Oberflächenwasserschutz wirksamen Maßnahmen ablesen.

Fünf Maßnahmen haben überdurchschnittliche Flächenanteile, alle davon haben ein Wasserschutzziel. Die meisten anderen Maßnahmen tragen nur in sehr untergeordnetem Flächenumfang zum Gewässerschutz bei, darunter auch einige mit entsprechenden Schutzzielen. Unter der Maßgabe möglichst großflächig Oberflächengewässer von unerwünschten Stoffeinträgen zu schützen, wären demnach die Maßnahmen f1-Bb, f3, f1-C, f1-A3 und f6-B2.2 zu präferieren. Der Ökolandbau f1-C nimmt mit Acker- und Grünlandflächen zusammen 16 % Flächenanteile ein und ist damit im Ranking die drittgrößte Maßnahme in den sensiblen Gebieten.

²⁹ Flächenanteile der Maßnahmen werden folgendermaßen berechnet: [Fläche der Einzelmaßnahme im erosionsgefährdeten Gebiet] / [Fläche aller Maßnahmen im erosionsgefährdeten Gebiet] * [100].

Tabelle 35: Flächenanteile der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung auf Feldblöcken in Gewässernähe

| Maßnahme | Code | Ziel | Flächenanteile auf Feldblöcken an Oberflächengewässern [%] |
|------------------------------|----------|------|--|
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 32,75 |
| Erosionsschutz | f3 | • | 23,98 |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | 11,19 |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | 10,16 |
| VNS Extensivierung m.z.E. | f6-B2.2 | • | 9,50 |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | 4,81 |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | • | 2,64 |
| Uferrandstreifen | f2 | • | 2,00 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 1,04 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,74 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | 0,28 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | 0,23 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | 0,23 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | 0,19 |
| VNS Extensivierung o.z.E. | f6-B2.1 | • | 0,19 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | 0,06 |
| Durchschnitt | | | 6,25 |

Quelle: Eigene Darstellung.

Die speziell für den Oberflächenwasserschutz vorgesehenen Maßnahmen Uferrandstreifen kann nur geringe Flächenanteile zur Gesamtschutzwirkung beisteuern. Dafür kommt sie vollständig ohne „Streuverluste“ aus (100-prozentige Treffgenauigkeit). Die Wirkung dieser Maßnahme – wie auch anderer „Grünlandmaßnahmen“ – erstreckt sich nicht nur auf die Förderflächen selbst, sondern mindert die Gewässer belastenden Einflüsse (je nach lokaler Situation) aus einem weiteren Umfeld. Bei ackerbaulichen Maßnahmen werden die Wirkungen hingegen i. d. R. nur auf der Förderfläche selbst wirksam (Reduzierung von Emissionen).

3.3.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen

Das Kosten-Wirksamkeitsverhältnis lässt sich über die Wirksamkeit (Kapitel 3.3.3) und die Input-Outputrelation einer Maßnahme beschreiben.

Input-Outputrelation der Maßnahmen

Wie bereits im Kapitel 2.2 dargelegt wird bei der Input-Outputrelation die Multifunktionalität der Maßnahmen als Korrekturfaktor berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle zeigt

die Multifunktionalität der Maßnahmen und die Beihilfesätze ohne und mit Berücksichtigung des Korrekturfaktors.

Der Vergleich von ‚durchschnittlichem Beihilfesatz‘ und ‚Beihilfesatz unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors‘ zeigt einerseits veränderte Input-Outputrelationen in Euro/ha, die sich durch die Höhe des Beihilfesatzes und die Größe des Korrekturfaktors ergeben. Je mehr unterschiedliche Schutzgutwirkungen eine Maßnahme hat, desto günstiger wird ihr Input-Outputverhältnis.

Tabelle 36: Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Wirkung bei Schutzgut ... | | | | Beihilfesatz | |
|------------------------------|----------|------|---------------------------|----------|---------------|------------|------------------------|--|
| | | | Boden | Luft | Biodiversität | Landschaft | Durchschnitt [Euro/ha] | Berücksichtigung d. Korrekturfaktors [Euro/ha] |
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | x | x | | x | 50 | 13 |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | • | x | x | x | x | 130 | 26 |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | x | x | x | x | 138 | 28 |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | x | x | x | x | 172 | 34 |
| Erosionsschutz | f3 | | x | | x | | 104 | 35 |
| Ökolandbau | f1-C | • | x | x | x | x | 225 | 45 |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | | x | | x | x | 204 | 51 |
| VNS Extensivierung o. z. E. | f6-B2.1 | • | x | | x | x | 305 | 76 |
| VNS Extensivierung m. z. E. | f6-B2.2 | • | x | | x | x | 429 | 107 |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | x | | x | x | 434 | 109 |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | x | x | x | x | 574 | 115 |
| Schonstreifen | f1-A2 | | x | x | x | x | 681 | 136 |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | | | | x | x | 482 | 161 |
| Uferrandstreifen | f2 | | x | x | x | x | 818 | 164 |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | | x | | x | x | 836 | 209 |
| Anzahl/Durchschnitt | | | 14 | 8 | 14 | 14 | 372 | 87 |

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die Tabelle zeigt ein identisches Bild, wie die Auswertung zu den Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung. Daher sei an dieser Stelle auf die dortigen Ausführungen verwiesen (Kapitel 3.2.3). Festzuhalten ist, dass sich das Ranking der Maßnahmen unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors nur wenig verschiebt. Die Berücksichtigung der Multifunktionalität hat somit keine großen Auswirkungen auf die Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung. Ebenfalls wird deutlich, dass die Maßnahme Uferrandstreifen mit expliziten Oberflächenwasserschutzzielen eine der ‚teuersten‘ Maßnahmen (mit dem größten Input) ist, die jedoch im Vergleich zu anderen Maßnahmen ein großes „Wirkungsumfeld“ erzeugen kann (vgl. oben).

Kosten-Wirksamkeitsrelation

Die Kosten-Wirksamkeitsrelation stellt das Verhältnis der durch die Maßnahmen erreichten sensiblen Flächen und der dafür aufgewendeten Finanzmittel dar (vgl. Kapitel 2.2). In der Tabelle sind die Kosten-Wirksamkeitsrelation als dimensionsloser Quotient und das daraus resultierende Ranking der Maßnahmen dargestellt. Die Ergebnisse sind jedoch ausschließlich unter Hinzuziehung der Wirkungseinschätzung zu interpretieren (letzte Spalte der Tabelle).

Tabelle 37: Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

| Maßnahme | Code | Ziel | Kosten-Wirksamkeitsrelation ¹⁾ | Ranking | Wirkung [+, ++] |
|------------------------------|-----------------------|------|---|---------|--------------------|
| Vielfältige Fruchtfolge | f1-A3 | • | 2,80 | 1 | + |
| Grünlandextensivierung, E | f1-Be | • | 2,02 | 2 | ++ |
| Ext. Produktionsverfahren | f1-A1 | • | 1,56 | 3 | ++ |
| Grünlandextensivierung, B | f1-Bb | • | 1,37 | 4 | ++ |
| Erosionsschutz | f3 | • | 1,05 | 5 | ++ |
| Ökolandbau Grünland | f1-C | • | 1,05 | 6 | + |
| VNS Ackerumwandlung | f6-B1 | • | 1,02 | 7 | ++ |
| Ökolandbau Acker | f1-C | • | 0,80 | 8 | ++ |
| VNS Extensivierung o.z.E. | f6-B2.1 | • | 0,77 | 9 | ++ |
| VNS Extensivierung m.z.E. | f6-B2.2 | • | 0,53 | 10 | + |
| Uferrandstreifen | f2 | • | 0,41 | 11 | ++ |
| Langj. Flächenstilllegung | f4 | • | 0,38 | 12 | ++ |
| Schonstreifen | f1-A2 | • | 0,32 | 13 | ++ |
| Umwandlung Acker-Grünland, B | f1-Bb(U) | • | 0,28 | 14 | ++ |
| VNS Streuobstwiesen | f6-C | • | 0,17 | 15 | + |
| VNS Ackerrandstreifen | f6-A | • | 0,15 | 16 | ++ |
| Durchschnitt | alle Maßnahmen | | 0,92 | | |
| | ++ Maßnahmen | | 0,84 | | |
| | + Maßnahmen | | 1,14 | | |

1) Flächenanteile/Kostenanteile.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Es wird deutlich, dass sieben der 16 Maßnahmen ein überdurchschnittlich gutes Kosten-Wirksamkeitsverhältnis aufweisen, bis auf eine (f6-B1) alle davon mit Wasserschutzzielen. Damit ist fast die Hälfte der Maßnahmen mit einem überdurchschnittlich guten Kosten-Wirksamkeitsverhältnis vertreten. Sehr deutlich überdurchschnittlich sind die vier Maßnahmen Vielfältige Fruchtfolge, Einzelflächen bezogene Grünlandextensivierung, Extensive Produktionsverfahren und Betriebliche Grünlandextensivierung bewertet, davon erstere jedoch nur mit einfach positiver [+] Wirkung. Fünf der sieben überdurchschnittlich bewerteten Maßnahmen haben eine sehr positive [++] Wirkungseinschätzung.

Unter den am besten bewerteten Maßnahmen sind auch die flächenstarken Maßnahmen f1-A3, f1-Bb und f1-C.

Die Maßnahmen mit Wasserschutzziel haben zusammen betrachtet eine Kosten-Wirksamkeitsrelation, die im Bereich des Gesamtdurchschnitts liegt.

Von den vier Maßnahmen ohne Wasserschutzzielen weisen drei mit die schlechtesten Kosten-Wirksamkeitsverhältnisse auf (Schonstreifen, Streuobstwiesen, Ackerrandstreifen); lediglich die Umwandlung von Acker- in Grünland im Vertragsnaturschutz liegt im Mittelfeld der Bewertung.

Betrachtet man nur die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++], so zeigt sich eine Kosten-Wirksamkeitsrelation von 0,84, die leicht unter dem Gesamtschnitt von 0,92 liegt. Auffällig ist das schlechte Abschneiden der Gewässerschutzmaßnahme f2 (Uferrandstreifen). Sie hat trotz ihrer hohen Wirksamkeit und Treffgenauigkeit nur ein sehr unterdurchschnittliches Kosten-Wirksamkeitsverhältnis. Ursache sind geringe (absolute) Flächenanteile und hohe Beihilfesätze. Im methodischen Ansatz konnten dabei nicht die (ggf. flächenmäßig zu berücksichtigenden) Wirkungen der Uferrandstreifen berücksichtigt werden, die ggf. negative Einflüsse von benachbarten Flächen auffangen (klassischer Fall: Uferrandstreifen zwischen Gewässer und Ackerfläche). Bei der Interpretation der Ergebnisse, muss dieser primär intendierte Effekt der Uferrandstreifen aber immer mit berücksichtigt werden.

Die vier Maßnahmen mit einfach positiver Wirkung [+] liegen zusammen ebenfalls im Bereich des Gesamtschnitts. Im Ranking verteilen sie sich über die gesamte Bandbreite der Einstufungen. Darunter sind mit f1-A3 und f1-C (Grünland) zwei flächenstarke Maßnahmen.

Die Übersicht über die **Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte** (Tabelle 37) hilft die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse weiter einzuordnen. Aufgrund der Vielzahl von Maßnahmen mit allgemein gehaltenen abiotischen Ressourcenschutzzielen fällt die Interpretation nicht leicht. Ein explizites Ziel zum Schutz von Fließgewässern hat nur die Maßnahme f2. Auch ist das Maßnahmenspektrum mit sehr positiven Wirkungseinschätzungen mit 12 Maßnahmen sehr groß.

Zwei Maßnahmen stechen aus der Präferenzübersicht heraus, da sie in allen Rubriken überdurchschnittliche Ergebnisse verzeichnen können: Die Betriebliche Grünlandextensivierung (f1-Bb) und der Ökolandbau (f1-C). Beim Ökolandbau führt insbesondere die ökologische Bewirtschaftung von Grünlandflächen zu besonders positiven Einschätzungen, z. B. hinsichtlich der Flächenanteile und des Kosten-Wirksamkeitsverhältnisses. Bei-

de Maßnahmen sind besonders flächenstark und erreichen große Teile der sensiblen Gebiete.

Die vergleichsweise neue Maßnahme der Einzelflächenbezogenen Grünlandextensivierung (f1-Be) erreicht bislang nicht die Flächenanteile der Maßnahme f1-Bb, hat ansonsten aber sogar bessere Treffgenauigkeits- und günstigere Kosteneinschätzungen. Es ist zu vermuten, dass sie in Zukunft die Rolle der Betrieblichen Grünlandextensivierung mindestens ebenbürtig übernimmt.

Der Erosionsschutzmaßnahme (f3) kommt ebenfalls eine hohe Flächenbedeutung zu, bei gutem Kosten-Wirksamkeitsverhältnis. Nur im Bereich der Treffgenauigkeit sind unterdurchschnittliche Werte zu verzeichnen. Es handelt sich insgesamt um eine multifunktionale Maßnahme mit sehr positiver Wirkung und vergleichsweise günstigem Kostensatz. Dieses gute Ergebnis wird erzielt, obwohl für die Maßnahme eine auf erosionsgefährdete Gebiete zugeschnittene Förderkulisse besteht. Darauf sind u. U. auch die vergleichsweise schlechteren Treffgenauigkeitswerte zurückzuführen.

Tabelle 38: Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte

| Ranking | Wirkung [++] | Treffgenauigkeit [>= 58,0 %] | Flächenanteile [>= 6,25 %] | Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= 87 Euro/ha] | Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= 0,92] |
|---------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 1 | ● f1-A1 | ● f2 | ● f1-Bb | ● f1-A3 | ● f1-A3 |
| 2 | f1-A2 | ● fb-B2.1 | ● f3 | ● f1-Be | ● f1-Be |
| 3 | ● f1-Bb | ● f6-B2.2 | ● f1-C | ● f1-A1 | ● f1-A1 |
| 4 | ● f1-Bb(U) | ● f1-Be | ● f1-A3 | ● f1-Bb | ● f1-Bb |
| 5 | ● f1-Be | f6-B1 | ● f6-B2.2 | ● f3 | ● f3 |
| 6 | ● f1-C | ● f1-Bb | | ● f1-C | ● f1-C |
| 7 | ● f2 | ● f1-C | | f6-B1 | f6-B1 |
| 8 | ● f3 | f1-A2 | | ● f6-B2.1 | |
| 9 | ● f4 | ● f1-A1 | | | |
| 10 | f6-A | | | | |
| 11 | f6-B1 | | | | |
| 12 | ● f6-B2.1 | | | | |

- Maßnahmen mit Wasserschutzziel.

Es wurden Maßnahmen aufgeführt, die bei den Einzelergebnissen über dem Durchschnitt aller Maßnahmen liegen.

Bei dem Kriterium Wirkung wurden nur Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung gelistet.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die beiden Maßnahmen Extensive Produktionsverfahren (f1-A1) und VNS Ackerumwandlung (f6-B1) haben ebenfalls sehr positive Wirkungseinschätzungen bei überdurchschnittlicher Treffgenauigkeit und Kosten-Wirksamkeit. Sie zählen allerdings zu den flächenschwachen Maßnahmen und können daher in einem flächenhaften Ansatz zum Gewässerschutz eher eine Nischenrolle spielen. Gleichwohl kann insbesondere die Umwand-

lung von Acker in Grünland (hier im Vertragsnaturschutz) überdurchschnittlich positive Wirkungen für viele Schutzgüter entfalten. Diese Wirkungsaussage gilt auch für die Maßnahmen f1-Bb(U) und f4, die allerdings in der Gesamtbewertung keine Rolle spielen.

Dem Anbau vielfältiger Fruchtfolgen (f1-A3) kommt nur eine einfach positive [+] Gewässerschutzwirkung zu, er wird deshalb trotz einer besonders guten Kosten-Wirksamkeitsrelation im Gesamtmaßnahmenmix nicht so positiv eingestuft. Darüber hinaus ist bei dieser Maßnahme mit unter 50 % keine besonders gute Treffgenauigkeit gegeben.

Die Uferrandstreifenmaßnahme (f2) verdient eine gesonderte Betrachtung. Aufgrund ihrer Zielkulisse und inhaltlichen Ausgestaltung erreicht sie die beste Wirksamkeit und Treffgenauigkeit aller Maßnahmen. Durch die obligatorische Bindung an den unmittelbaren Gewässerrand für ausgesuchte Gewässer bei einer maximalen Randstreifenbreite von 30 m, wird gleichzeitig der förderfähige Flächenumfang im Vergleich zu anderen Maßnahmen stark eingeschränkt. Die Maßnahme schneidet u. a. deshalb hinsichtlich ihrer Flächenanteile in sensiblen Gebieten im Rahmen der gewählten Selektionsmethode schlecht ab. Davon abgesehen handelt es sich jedoch um eine der kostenintensivsten Maßnahmen im gesamten Maßnahmenspektrum, sodass auch aus diesen Gründen keine gute Kosten-Wirksamkeitsrelation festgestellt werden kann. Gleichwohl puffert die vergleichsweise geringe Förderfläche der Maßnahme die negativen Gewässereinflüsse wesentlich umfanglicherer angrenzender Flächen ab, die hier nicht näher quantifiziert werden können. Die Berücksichtigung dieser Flächen, lässt die Kosteneffizienz der Uferrandstreifen wesentlich günstiger erscheinen, als mit der eingesetzten Methodik darstellbar.

Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

- die 16 Maßnahmen mit Wasserschutzwirkung mit 58 % insgesamt nur eine mittlere Treffgenauigkeit erreichen,
- der Maßnahme Uferrandstreifen (f2) als einzige eine explizite Gewässerschutzkulisse aufweist und ihr daher eine vollkommene Treffgenauigkeit und sehr positive Wirksamkeit bescheinigt werden kann; ihre Wirkungen erstrecken sich nicht nur auf die geförderte Fläche selbst, sondern essentiell auch auf die Abmilderung Gewässer belastender Einflüsse angrenzender landwirtschaftlicher Flächen; vor diesem Hintergrund muss ihre ihr berechnete, ungünstige Kostenwirksamkeit interpretiert werden,
- die ackerbaulichen Maßnahmen mit Gewässerschutzwirkung nur eine unterdurchschnittliche Treffgenauigkeit von 48 % aufweisen; sie erreichen damit derzeit nur 11 % der sensiblen Ackerfläche an Oberflächengewässern erreicht,
- der geförderte Flächenumfang ackerbaulicher Maßnahmen auch theoretisch nicht ausreicht, um alle sensiblen Gebiete zu erreichen,

-
- die Maßnahmen Betriebliche Grünlandextensivierung (f1-Bb) und Ökolandbau (f1-C) in der Gesamtbetrachtung am besten abschneiden; sie sind besonders flächenstark und erreichen große Teile der sensiblen Gebiete, haben sehr positive Wirkungseinschätzungen und überdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitsverhältnisse,
 - das Ziel des Oberflächenwasserschutzes zwar formuliert, aber nicht stringent verfolgt wird,
 - die Effizienz der Maßnahmen durch die Einführung von weiteren Förderkulissen und gezielt ausgerichteten Maßnahmen gesteigert werden kann.

Literaturverzeichnis

- Amelung, W., Klein, C., Pätzold, S. und Brümmer, G. W. (2006): Pflanzenschutzmittel- und Nährstoffeinträge in Gewässer: Fallbeispiele und Perspektiven aus der bodenkundlichen Forschung. In: Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Hrsg.): Tagungsband "Wasserwirtschaft und Landwirtschaft - Auf dem Wege zu einer guten Partnerschaft" und "Landwirtschaft und Grundwasser - Stoffeinträge analysieren, bewerten und vermeiden". Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, H. 139. S. 39-51.
- Bach, M., Fabis, J. und Frede, H.-G. (1997): Filterwirkung von Uferstreifen für Stoffeinträge in Gewässer in unterschiedlichen Landschaftsräumen. DVWK-Mitteilungen, H. 28. Bonn.
- Bach, M., Huber, A., Frede, H.-G., Mohaupt, V. und Zullei-Seibert, N. (2000): Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. Berlin.
- Erdmann, K. H. (1998): Untersuchungen zur Bodenerosion im südlichen Nordrhein-Westfalen. MAB-Mitteilungen, H. 43. Bonn.
- Erhard, M., Everink, C., Julius, Ch. und Kreins, P. (2002): Bundesweite Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Agrarstatistikdaten und aktuellen Daten zur Bodennutzung. UBA-Texte, H. 71/02. Berlin.
- EU-KOM, Europäische Kommission Generaldirektion Regionalpolitik (2006): Indikatoren für Begleitung und Bewertung, Arbeitsdokument 2. In: EU-KOM, Europäische Kommission Generaldirektion Regio (Hrsg.): Der neue Programmplanungszeitraum 2007-2013: Indikative Leitlinien zu Bewertungsverfahren. S. 1-39.
- EU-KOM, Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000): Gemeinsame Bewertungsfragen mit Kriterien und Indikatoren - Bewertung von Programmen zur Entwicklung des ländlichen Raums, die von 2000 bis 2006 durchgeführt und durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds gefördert werden (Dokument VI/12004/00 Endg.). Brüssel.
- Feldwisch, N. und Frick, H. (2002): Abschlussbericht zum Vorhaben "Wissenschaftliche Auswertung und Zusammenfassung des Verbundvorhabens Boden- und Stoffabtrag von Ackerflächen", Teilprojekt 1. Auftraggeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA), unveröffentlicht.
- Forschungszentrum Jülich, Institut Agrosphäre (2007): Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge. E-Mail vom 22.01.2007.

- Freiberg, S., Rasper, M. und Sellheim, P. (1996): Abgrenzung der Auen niedersächsischer Fließgewässer auf Grundlage von Bodenübersichtskarten 1:50.000 (BÜK 50). Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Beiträge zum Fließgewässerschutz in Niedersachsen 1996, H. 5, S. 209-212.
- Gehrt, S. und Michalczyk, R. (9-3-2006): Zeile für Zeile: Das Flächenverzeichnis. In: Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland (Hrsg.): LZ Rheinland, Ratgeber Förderung 2006. Bonn. S. 8-15.
- GLA, Geologischer Dienst NRW (2000): Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung in Nordrhein-Westfalen. CD-ROM. Krefeld.
- Hanusch, H. (1994): Nutzen-Kosten-Analyse. 2., überarbeitete Auflage, Verlag Franz Vahlen, München.
- Hennings, V. (1994): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. Geologisches Jahrbuch Reihe F, H. 31. Stuttgart.
- Knauer, N. und Mander, Ü. (1989): Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope an Gewässern in Schleswig-Holstein. 1. Mitteilung: Filterung von Stickstoff und Phosphor. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, H. 30. Berlin und Hamburg, S. 365-376.
- Krems, B. (2004): Effektivität, Effizienz. Internetseite Online-Verwaltungslexikon: www.olev.de. Stand 27.3.2007.
- Kunkel, R. (2006): Karte Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge. Jülich, 21.11.2006 (unveröffentlicht).
- Kunkel, R. und Wendland, F. (2002): The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins. Journal of Hydrology H. 259, S. 152-162.
- LBEG, Landesamt für Bergbau Energie und Geologie (2007): Hochwassergefährdung in Niedersachsen 1:500.000. Internetseite Kartenserver des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie: <http://memas01.lbeg.de/lucidamap/index.asp?THEMEGROUP=GEO&THEMELIST=GHG>. Stand 2.2.2007.
- Londong, J., Geiger, W. F., Meusel, S., Meyer, P., Werbeck, N., Hecht, D. und Karl, H. (2006): Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmenkombinationen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung zur Erfüllung der EG-Wasserrahmenrichtlinie - Beispiel Lippe. Essen.
- LUA, Landesumweltamt Brandenburg (1996): Ausweisung von Gewässerrandstreifen. Studien- und Tagungsberichte, H. 10. Potsdam.
- LUA, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2002): Digitale Gewässerkarte des Landes Nordrhein-Westfalen. 3. Auflage der Gewässerstationierungskarte des Landes NRW.

- LUNG, Landesamt für Umwelt Naturschutz und Geologie (2002): Bodenerosion. Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern, H. 2. überarbeitete Auflage. Güstrow.
- Lütke-Entrup, N., Barth, H.-K., Gröblichhoff, F.-F., Erlach, F. und Dagan, S. (2001): Vorläufiger Abschlussbericht über das Forschungsvorhaben "Boden und Stoffabtrag von ackerbaulich genutzten Flächen - Ausmaß und Minderungsstrategien", Teilprojekt 2: "Konservierende Bodenbearbeitung als ackerbauliche Maßnahme zur Verringerung des diffusen Eintrags von Pflanzenbehandlungsmitteln (PBM) und Nährstoffen in Oberflächengewässer". im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) - Aktenzeichen II A 5 - 2038/06.06.01 - unveröffentlicht.
- MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2003): Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung im Rahmen der Modulation. RdErl.d.Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz II-6 - 72.50.32 v.16.7.2003.
- MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, LUA und (Hrsg.) (2004): Maßnahmen zur Minderung von Bodenerosion und Stoffabtrag von Ackerflächen - Abschlussbericht des NRW-Verbundvorhabens "Boden- und Stoffabtrag von Ackerflächen - Ausmaß und Minderungsstrategien". Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, H. 19. Essen.
- NLfB, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, NLÖ, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie und Bezirksregierung Hannover (2004): EG-WRRL Bericht 2005, Grundwasser, Stand 15.07.2004, Methodenbeschreibung. Hannover.
- Osterburg, B. und Runge, T. (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer - eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Landbauforschung Völkenrode, H. Sonderheft 307. Braunschweig.
- Pätzold, S., Klein, C. und Brümmer, G. W. (2007): Run-off transport of herbicides during natural and simulated rainfall and its reduction by vegetated filter strips. Soil Use and Management 23, H. 09, S. 294-305.
- Peter, M. und Wohlrab, B. (1990): Auswirkungen landwirtschaftlicher Bodennutzung und kulturtechnischer Maßnahmen. In: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) (Hrsg.): Uferstreifen an Fließgewässern. DVWK Schriften, H. 90. Berlin, S. 55-133.
- Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. Europäisches Komitee für Normung, Europäische Norm ISO 9000:2005, Ersatz für EN ISO 9000:2000, Brüssel.

- Reiter, K., Roggendorf, W., Horlitz, T., Essmann, S., Preising, A., Pufahl, A. und Sander, A. (2003): Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum, Kapitel 6, Agrarumweltmaßnahmen - Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. In: FAL, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Institut für Ländliche Räume (Hrsg.): Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum gem. Verordnung (EG) Nr. 1257/1999. Braunschweig.
- Reiter, K., Roggendorf, W., Runge, T., Schnaut, G., Horlitz, T. und Leiner, C. (2005): Aktualisierung der Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum, Kapitel 6, Agrarumweltmaßnahmen - Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. In: FAL, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Institut für Ländliche Räume (Hrsg.): Aktualisierung der Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum gem. Verordnung (EG) Nr. 1257/1999. Braunschweig.
- Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (DirektZahlVerpflV).
- Verordnung (EG) Nr. 1593/2000 des Rates vom 17. Juli 2000 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3508/92 zur Einführung eines integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems für bestimmte gemeinschaftliche Beihilferegelungen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 182/4 vom 21.07.2000.
- WRRL, Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

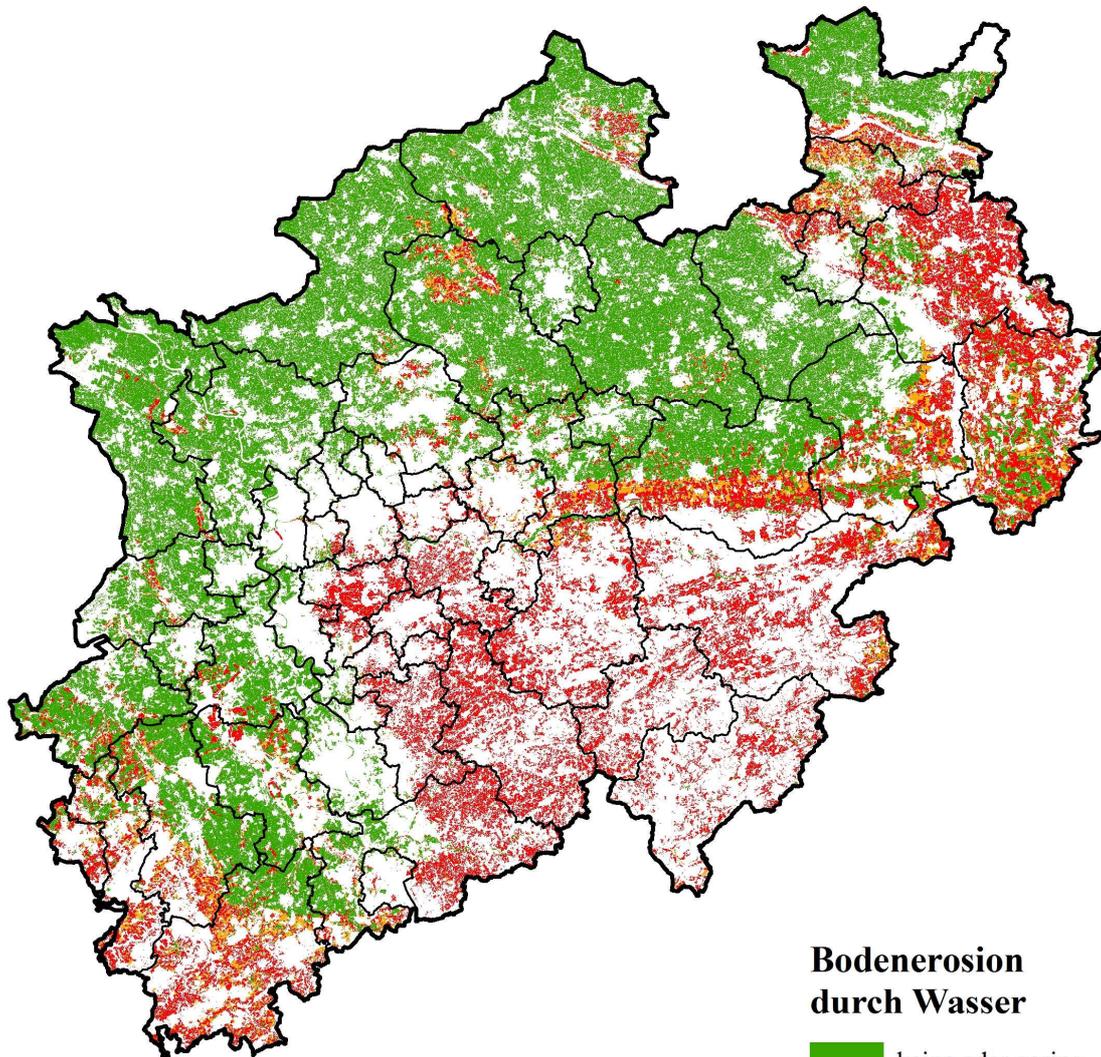
Anhang

Modulbericht Ökoeffizienz

– Nordrhein-Westfalen –

| Inhaltsverzeichnis des Anhangs | | Seite |
|---------------------------------------|--|--------------|
| Karte A-1: | Potenzielles Bodenerosionsrisiko durch Wasser auf den Feldblöcken | 137 |
| Karte A-2: | Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge | 138 |

Karte A-1: Potenzielles Bodenerosionsrisiko durch Wasser auf den Feldblöcken



**Bodenerosion
durch Wasser**

- keine oder gering
- mittel
- hoch
- sehr hoch

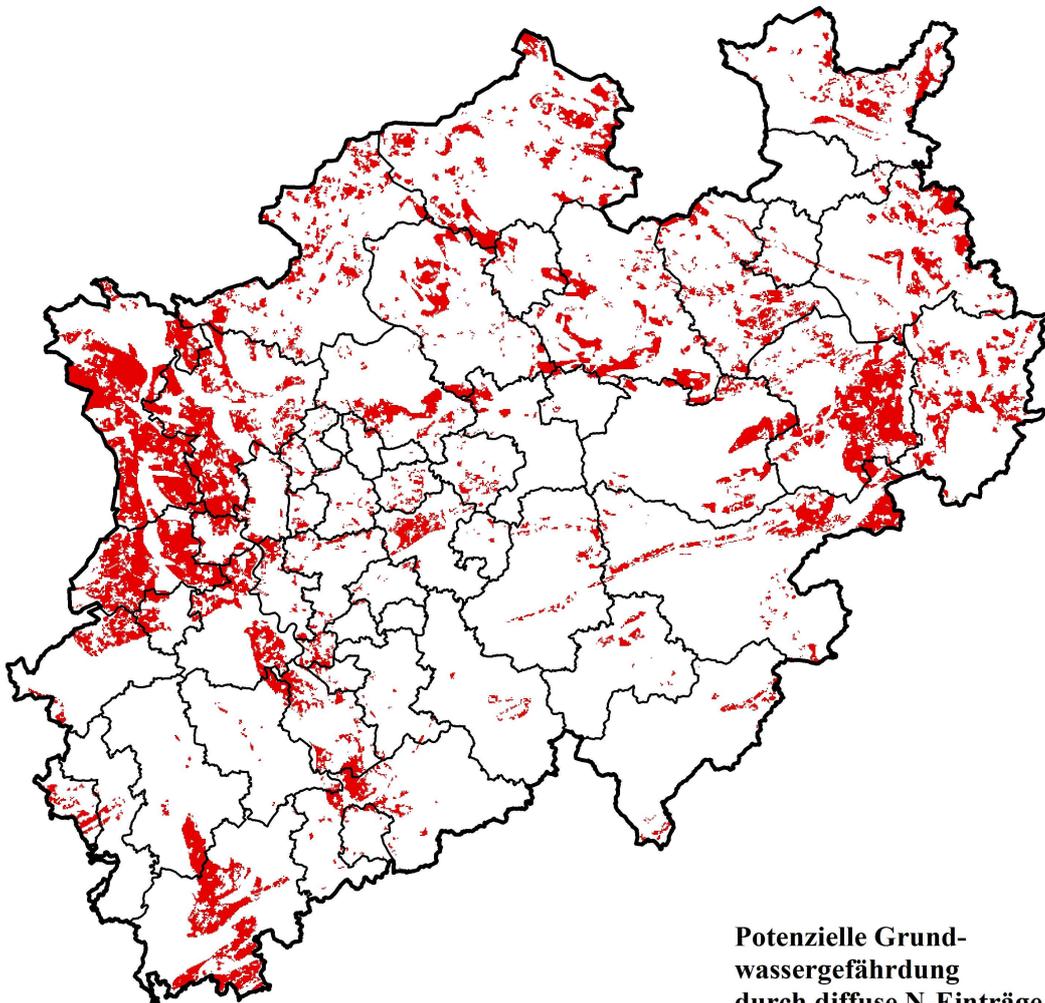
Quelle:

GLA, Geologischer Dienst NRW: Daten zur Karte der Erosions- und Verschlammungsgefährdung in Nordrhein-Westfalen (2003/2006)

Eigene Berechnungen auf Basis von Förderdaten / InVeKoS 2005

Verwaltungsgrenzen 1 : 250.000, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie © 2006

Institut für Ländliche Räume des vTI
6-Länder-Ex-post-Bewertung
gemäß VO (EG) Nr. 1257/1999

Karte A-2: Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge

Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge

 hohe Gefährdung

Quelle:

Berechnungen des Forschungszentrum Jülich, FZI-ICG IV,
Kunkel (2006)

Eigene Berechnungen auf Basis von Förderdaten / InVeKoS 2005

Verwaltungsgrenzen 1 : 250.000, Bundesamt für Kartographie
und Geodäsie © 2006

Institut für Ländliche Räume des vTI
6-Länder-Ex-post-Bewertung
gemäß VO (EG) Nr. 1257/1999