

Ex-post-Bewertung des Plans des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums

Treffgenauigkeits- und Kosten-Wirksamkeitsanalysen der Agrarumweltmaßnahmen im Boden- und Wasserschutz in Hamburg

(Modulbericht Ökoeffizienz)

Beitrag zum Kapitel 6

**Agrarumweltmaßnahmen –
Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999**

Bearbeitung

Wolfgang Roggendorf, Karin Reiter
vTI, Johann Heinrich von Thünen-Institut

Achim Sander
entera, Umweltplanung & IT

Hannover • Braunschweig



November 2008

Inhaltsverzeichnis	Seite
Abbildungsverzeichnis	4
Kartenverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Einführung und Zielsetzung	7
2 Methodik und Datengrundlagen	8
2.1 Datengrundlagen	9
2.2 Methodik	14
2.2.1 Definition der Problemlagen	14
2.2.2 Kosten-Wirksamkeitsanalyse	16
2.2.2.1 Theoretische Grundlagen	16
2.2.2.2 Umsetzung in der Untersuchung	19
3 Ökoeffizienz der Maßnahmen	31
3.1 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in das Grundwasser	32
3.1.1 Problemlage in Hamburg	32
3.1.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen	34
3.1.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen	35
3.1.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen	39
3.2 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in das Oberflächenwasser	45
3.2.1 Problemlage in Hamburg	45
3.2.2 Schutzbeitrag (Wirkung) der Maßnahmen	47
3.2.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen	48
3.2.4 Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Ökoeffizienz) der Maßnahmen	52
Literaturverzeichnis	57
Anhang	60

Abbildungsverzeichnis		Seite
Abbildung 1:	Verschneidung von räumlichen Daten und Bildung der kleinsten gemeinsamen Geometrie	8
Abbildung 2:	Bausteine der Kosten-Wirksamkeitsanalyse	19
Abbildung 3:	Schematisiertes Vorgehen zur Beschreibung von Umweltdaten auf Flurstücksebene	21
Abbildung 4:	Durch eine Pufferfläche entlang von Gewässern angeschnittene Feldblöcke bzw. Flurstücke	24
Abbildung 5:	Gegenüberstellung der Nitratauswaschungsgefährdung auf Flurstücksbasis und auf Rasterbasis (Kunkel, 2006)	32
Abbildung 6:	Verteilung von Nutzungstypen auf nitratauswaschungsgefährdeten Flurstücken in Hamburg	33
Abbildung 7:	Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen	36
Abbildung 8:	Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit an Oberflächengewässern	49

Kartenverzeichnis

Karte A-1:	Landwirtschaftlich genutzte Flurstücke im Distanzpuffer 250 m um Oberflächengewässer (vgl. Kapitel 3.2)	60
------------	---	----

Tabellenverzeichnis		Seite
Tabelle 1:	Datengrundlagen	9
Tabelle 2:	Abweichungen zwischen Förderdaten und Einzelflächendaten	11
Tabelle 3:	Objektarten zur Beschreibung von Oberflächengewässern	12
Tabelle 4:	Ermittlung der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge	13
Tabelle 5:	Betrachtete Indikatoren im Modul „Ökoeffizienz“	14
Tabelle 6:	Beispiel für eine eindeutige Präferenzstruktur	17
Tabelle 7:	Beispiel für mehrdeutige Präferenzstrukturen	18
Tabelle 8:	Bewertungsskala für den Schutzbeitrag (Ressourcenschutzwirkung) der AUM	20
Tabelle 9:	Schematische Darstellung der Wirksamkeit	26
Tabelle 10:	Schematische Darstellung der Input-Outputrelation am Beispiel von Maßnahmen mit Boden-/Erosionsschutzwirkung	27
Tabelle 11:	Ergebnisdarstellung der Kosten-Wirksamkeitsanalyse	29
Tabelle 12:	Beispiel für Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte	30
Tabelle 13:	Grundwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen	34
Tabelle 14:	Wirksamkeit der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung auf nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen	37
Tabelle 15:	Flächenanteile der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung in nitrat austragsgefährdeten Gebieten	38
Tabelle 16:	Zusatznutzen und durchschnittliche Beihilföhe der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung	40
Tabelle 17:	Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung auf nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen	41
Tabelle 18:	Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte auf nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen	42
Tabelle 19:	Ranking der Kostenwirksamkeit von Maßnahmen des LAWA-Projektes, denen hamburgischen AUM zugeordnet werden können	44
Tabelle 20:	Flächenumfang der Flurstücke in Gewässernähe	47
Tabelle 21:	Landnutzungstypen auf Flurstücken in Gewässernähe	47
Tabelle 22:	Oberflächenwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen	48
Tabelle 23:	Wirksamkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung	50
Tabelle 24:	Flächenanteile der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung auf Feldblöcken in Gewässernähe	51

Tabelle 25:	Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfeshöhe der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung	53
Tabelle 26:	Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung	54
Tabelle 27:	Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte	55

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 von 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? ¹
- 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?

¹ Auf dieses Vertiefungsthema wird mangels fachlicher Relevanz in Hamburg verzichtet.

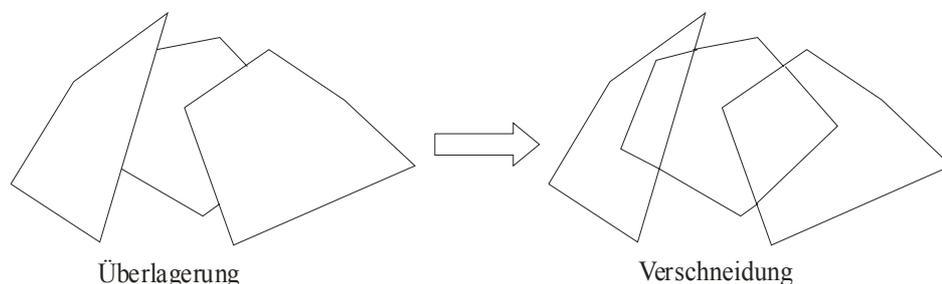
Der Fokus der Untersuchungen geht dabei jedoch über die Fragestellungen der EU-KOM hinaus, indem nicht nur die (flächenhaften) Beiträge der Maßnahmen zum Ressourcenschutz errechnet werden. Vielmehr wird durch einen Perspektivwechsel der Frage nachgegangen, in welchem Umfang die überwiegend hoch und sehr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

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



Quelle: Eigene Darstellung.

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 Abbildung 1 soll dies verdeutlichen. Durch diesen Vorgang gehen keine Informationen verloren. Vielmehr resultiert aus dem Zusammenspielen von räumlichen Informationen und entsprechender Auswertung ein Informationsgewinn.

Im Folgenden werden zunächst die Datengrundlagen vorgestellt, bevor die Methoden weiter erläutert werden (Kapitel 2.1, Tabelle 1).

2.1 Datengrundlagen

Tabelle 1: Datengrundlagen

Thema	Datensatzbeschreibung	Maßstab	Quelle
InVeKoS/ Förderdaten	Fördertabellen des Landes Hamburg mit Angaben zu geförderten Betrieben und Einzelflächen sowie MSL-Bewilligungsbescheide.	—	Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Gewässer aus Digitalen Stadtgrundkarte (DSGK)	Für die Abgrenzung der Oberflächengewässer wurden die HOSKA ² -Objektarten 0274, 8030, 8033, 8070, 8500, 9210 verwendet.	1:1.000	(Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001)
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 und Daten zur Förderung der AUM

Allen zur Ex-post-Analyse durchgeführten Arbeitsschritten liegen als zentrale Datenbestände Antrags- und Bewilligungsdaten zu den MSL- und Vertragsnaturschutzmaßnahmen und ein Auszug aus dem Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) des Landes Hamburg zu Grunde. Förderdaten für MSL-Maßnahmen und Daten des InVeKoS werden in der Wirtschaftsbehörde geführt, alle Daten zu den Vertragsnaturschutzmaßnahmen und den Ausgleichszahlungen für Gebiete mit umweltspezifischen Einschränkungen stellt die Behörde für Umwelt und Stadtentwicklung zur Verfügung. Zur Ex-post-Analyse wurde ergänzend zu Förderdaten der Jahre 2000 bis 2004 Datenbankauszüge für 2005 und 2006 erstellt. Die Daten sind der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft ausschließ-

² Hamburger Objektschlüsselkatalog.

lich zur Evaluierung des Hamburger Entwicklungsplanes unter der Gewährleistung umfassender Datenschutz- und Datensicherheitsvorkehrungen zur Verfügung gestellt worden.

Der Datenauszug 2005 enthält im Einzelnen:

- ausgewählte Angaben aus dem Sammelantrag aller Betriebe in Hamburg, die in 2005 Direktzahlungen beantragt haben (Teilnehmer und Nichtteilnehmer) inklusive der Angaben zum Tierbestand,
- die Angaben des Flächen- und Nutzungsnachweises 2005 (FNN) aller Betriebe mit Antrag auf Direktzahlungen inklusive der Angaben zu Landschaftselementen (in Hamburg sind Teilnehmer an den Agrarumweltmaßnahmen nicht verpflichtet, einen FNN zu führen, wenn keine Direktzahlungen beantragt werden),
- für alle Agrarumweltmaßnahmen Tabellen mit Angaben zur Förderfläche auf Betriebsebene (in Hektar), die der Berechnung der Auszahlung zu Grunde liegen, sowie für die Vertragsnaturschutzmaßnahmen und Ausgleichszahlungen für Gebiete mit umweltspezifischen Einschränkungen auch Einzelflächen-bezogene Angaben.

Zur Ermittlung der Ökologischen Effizienz wurden weitere Daten herangezogen, die mit Auszügen der gelisteten Daten zu einem auswertbaren Datensatz aufbereitet wurden. Das genaue Vorgehen bei der Aufbereitung wird unten beschrieben. Ziel der Aufbereitung war, eine Tabelle mit Einzelflächen der verschiedenen Fördermaßnahmen auf Ebene von Flurstücken zu erzeugen, die dann mit Daten der digitalen Flurstückskarte (siehe dazu nächsten Absatz) verknüpfbar ist. Über die Geometrien der digitalen Flurstückskarte wurden im nächsten Schritt die Informationen zur Lage von Förderflächen mittels eines GIS mit Daten zur Sensibilität einzelner Umweltgüter verschnitten. Dieses Verfahren bildet die Grundlage für einen der zentralen Auswertungsschritte zur Berechnung der Ökologischen Effizienz, der Ermittlung der Treffgenauigkeit.

Die Aufbereitung der Förderdaten umfasste im Einzelnen folgende Schritte:

- (1) MSL inklusive Modulationsmaßnahmen: Als zentrale Datengrundlage wurden die einzelnen Förderflächen von den Evaluatoren anhand von Bewilligungsbescheiden der Wirtschaftsbehörde in einer Datenbank erfasst. Es konnten allerdings nicht für alle Förderfälle Bescheide innerhalb des vorgesehenen Bearbeitungszeitraums zur Verfügung gestellt werden. Fehlende Angaben zu Einzelflächen eines Teilnehmers der Grünlandextensivierung wurden ergänzend den FNN-Daten dieses Betriebes entnommen. In die Auswertung wurden nur Förderflächen in Hamburg einbezogen (bei MSL werden z. T. auch Flächen außerhalb Hamburgs gefördert).
- (2) Die aufbereitete Tabelle für MSL-Maßnahmen wurde um Einzelflächenangaben aus der Fördertabelle des Vertragsnaturschutzes ergänzt. Bei Flächen, die einer kombinierten Förderung MSL/VNS unterliegen, können die Förderflächenangaben der beiden Maßnahmenbereiche voneinander abweichen.

Die sich aus den zur Ermittlung der Ökoeffizienz aufbereiteten Einzelflächendaten ergebenden Flächensummen für einzelne Fördermaßnahmen entsprechen aus den dargelegten Gründen nicht den Flächensummen in den Modulen „Flächennutzung“ und „Akzeptanz“. MSL-Maßnahmen werden im Modul Ökoeffizienz folglich weniger genau abgebildet als Vertragsnaturschutzmaßnahmen. Die Abweichungen sind in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 2: Abweichungen zwischen Förderdaten und Einzelflächendaten

Maßnahme	Förderdaten		Einzelflächendaten	
	Anzahl Betriebe	Fläche (ha)	Anzahl Betriebe	Fläche (ha)
Grünlandextensivierung	45	1.920	41	1.657
Ökologischer Landbau	22	623	18	466
MDM-Verfahren	5	94	4	81
Winterbegrünung	6	100	6	98

Quelle: Eigene Darstellung.

Die FNN der Betriebe wurde im Modul auch zur Auswertung der aktuellen Flächennutzung in den empfindlichen Gebieten genutzt. Diese bildet die Referenz zur Einschätzung der Relevanz von AUM in diesen Gebieten. Dabei ist zu bedenken, dass in Hamburg nur ein Teil der Landwirtschaft über das System der ersten Säule erfasst ist. Insgesamt werden 393 Betriebe mit 11.930 ha erfasst. Während im Vergleich zu Werten des statistischen Landesamtes 99 % der Ackerflächen und 96 % der Grünlandflächen im InVeKoS erfasst werden, sind Flächen mit Dauerkulturen dort nur zu gut 5 % enthalten.

Daten aus der Digitalen Stadtgrundkarte (DSGK)

Die Digitale Stadtgrundkarte (DSGK) wird im Maßstab 1:1.000 erfasst und gibt eine grundrisstreue Abbildung des hamburgischen Staatsgebietes mit allen Liegenschaften wieder. Dies umfasst im Wesentlichen die Flurstücksgrenzen mit den zugehörigen Flurstücksnummern, die Topographie (Gewässer, Böschungen etc.), Nutzungsarten u. a (Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001)³. Zwei Inhalte der DSGK finden zur Berechnung der Ökoeffizienz Verwendung:

- a) Die Geometrien der Flurstücke werden zur Verschneidung von Förderdaten mit Daten zur Gefährdung/Empfindlichkeit der Schutzgüter in sensiblen Gebieten genutzt. Dazu werden die aufbereiteten Einzelflächen-Informationen aus den Fördertabellen der MSL- und Vertragsnaturschutzmaßnahmen über die Flurstücksnummer mit den Flächengeometrien verknüpft.

³ Jetzt Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung.

- b) Über den Hamburger Objektschlüsselkatalog (HOSKA) ist es möglich, die Begrenzungslinien der Oberflächengewässer zu selektieren (Tabelle 3). Dieser Datensatz wurde im Folgenden verwendet, um das hamburgische Oberflächengewässernetz zu beschreiben und mit den Förderflächen zu verschneiden.

Tabelle 3: Objektarten zur Beschreibung von Oberflächengewässern

Geometrie	Objektart	Bezeichnung
linienhaft	0274	Gewässerlinie (1,60 m über NN)
	8030	Gewässerabgrenzung
	8033	Buhne
	8070	Gewässerdurchlass
	8500	Graben
	9210	Hochwasserschutzmauer

Quelle: Eigene Angaben nach DSGK (Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001).

Bundesweite Karte der potenziellen Grundwassergefährdung durch diffuse Stickstoffeinträge

Im Forschungszentrum Jülich (FZJ) 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 Standortigenschaften 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 zu Grunde (vgl. Tabelle 4). 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 Flurstücke des InVeKoS-GIS zur Deckung mit (herausselektierten) Gehölzbeständen der Corine-Landnutzungsklassifizierung kommen. In einem solchen Fall ist dort aufgrund der Methodik (Tabelle 4) eine ‚potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge‘ nicht

nachweisbar, obwohl es sich de facto um LF handelt, und eine Grundwassergefährdung zumindest potenziell möglich wäre.

Tabelle 4: 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. Syrosemi, 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).

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 Hamburg nur zu undifferenzierten Aussagen führen.

2.2 Methodik

2.2.1 Definition der Problemlagen

Die Analyseschritte im Kapitel 3 zeigen zunächst in kurzer Übersicht die Problemlage in Hamburg 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 ‚Nitrat- auswaschung in das Grundwasser‘ und ‚Stoffeinträge in Oberflächengewässer‘. Die Ermittlung der Bodenerosion durch Wasser spielt in Hamburg eine zu vernachlässigende Rolle und wird nicht in das Untersuchungsdesign aufgenommen. 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 5) in Beziehung setzen.

Tabelle 5: Betrachtete Indikatoren im Modul „Ökoeffizienz“

Leitfragen der Untersuchung	Fragen, Kriterien, Indikatoren der EU-KOM		
	Fragen	Kriterien	Indikatoren
Welche Maßnahmen tragen zum Schutz des Grundwassers vor Nitratreinträgen 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 Habitate 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 Habitate verringern/ unterbinden. Mit den Teilindikatoren a), b), c). VI.2.B-3.2. Angrenzende wertvolle Feuchtgebiete oder aquatische Habitate, die aufgrund von Fördermaßnahmen geschützt werden. Mit den Teilindikatoren a), b)

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

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

Nitratauswaschungsgefährdete Flächen

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

Durch Stoffeintrag gefährdete Oberflächengewässer

An Oberflächengewässer angrenzende Flächen, die ein Stoffeintragsgefährdungspotenzial aufweisen, werden folgendermaßen definiert: Landwirtschaftlich genutzte Flächen, die in räumlicher Nähe zu Oberflächengewässern (gemäß Digitaler Stadtgrundkarte) 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 5): Wertvolle Feuchtgebiete oder aquatischer Habitate, 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 Feuchtgrünländer 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 der Bestandsaufnahme zur WRRL).

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 Ziel⁴ 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.

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 6). Als Bezugsgrößen dienen entweder physische Einheiten (z. B. Flächenangaben in ha) oder ordinal skalierte Qualitäten (z. B. Wirkungen in mittel, hoch, sehr hoch).

⁴ „... 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).

Tabelle 6: 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 2000-2006 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. ‚Abiotischer Ressourcenschutz‘. Hieraus lässt sich nicht ableiten, welche Schutzgüter gemeint sind. Auch die deutlich konkretere Formulierung ‚Bodenschutz‘ lässt immer noch offen, ob alle Aspekte des Bodenschutzes als Ziel gesehen werden oder nur ausgesuchte, wie z. B. den Schutz vor stofflichen Belastungen, den Schutz vor Schadverdichtungen oder den Schutz vor Substanzverlusten. 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 Grundwasserschutz 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 könnten⁵.

Auch innerhalb eines Zielbereiches bietet das Verfahren dann keine eindeutigen Präferenzergebnisse mehr, wenn zwei oder mehr Alternativen dominieren (Beispiel Tabelle 7). 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.

Tabelle 7: 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.

⁵ Dieser Schritt wird voraussichtlich in Zukunft möglich sein: So arbeitet z. B. die FAL/vTI im Auftrag der LAWA an einer Quantifizierung von Stickstoffreduktionspotenzialen verschiedener Maßnahmen.

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.⁶ 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 (Boden, Wasser, Luft, Biodiversität, Landschaft) ausgelöst wird. Je mehr Schutzgüter positiv beeinflusst bzw. geschützt werden, desto höher fällt der Korrekturfaktor aus und desto niedriger die je Hektar anzusetzenden Beihilfesätze. Multifunktionale Maßnahmen schneiden damit beim Kriterium der Input-Outputrelation günstiger ab. Die Output-Seite wird durch die erreichte Fläche beschrieben. Die Input-Outputbetrachtung lässt sich somit durch die Größe Euro pro Hektar beschreiben.

⁶ 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.

Die Treffgenauigkeit aus der Wirksamkeitsanalyse wird 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**⁷ bezeichnet.

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.

Die Bewertung erfolgt anhand einer vierstufigen Skala (Tabelle 8). 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 LAWA-Projektes (Osterburg und Runge, 2007) bei den Wirkungseinschätzungen für die Fragestellungen zum Schutzgut Wasser verglichen werden.

Tabelle 8: Bewertungsskala für den Schutzbeitrag (Ressourcenschutzwirkung) der AUM

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

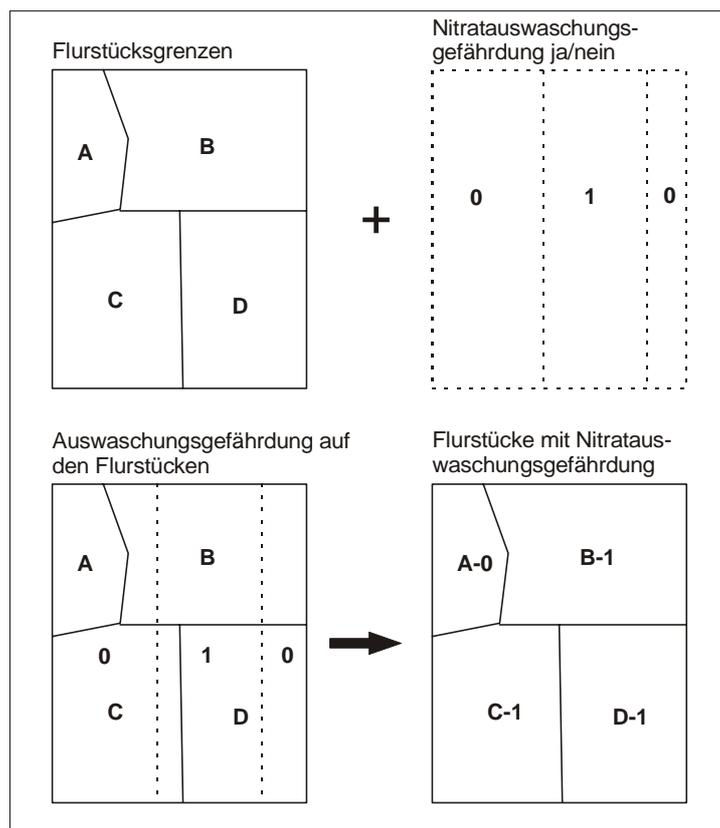
Quelle: Eigene Darstellung.

⁷ 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).

Ermittlung der Treffgenauigkeit

Durch die Verknüpfungsmöglichkeiten der Förderdaten mit der digitalen Flurstückskarte Hamburgs besteht die Möglichkeit einer räumlichen Verortung der AUM. 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.

Abbildung 3: Schematisiertes Vorgehen zur Beschreibung von Umweltdaten auf Flurstücksebene



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Grenze der räumlichen Auflösung/Genauigkeit wird dabei durch die Erfassungstiefe der InVeKoS- und/oder Umweltdaten begrenzt (vgl. Kapitel 2.1). Die Lagegenauigkeit von Maßnahmenflächen kann somit bis auf die Ebene der zugeordneten Flurstücke be-

stimmt werden. Damit ist in Hamburg eine sehr hohe räumliche Auflösung erreicht. Umgekehrt bedeutet das auch, dass die Umweltdaten auf Flurstücksebene beschrieben werden müssen. Die Abbildung 3 soll dieses Vorgehen verdeutlichen.

Bei den Fragestellungen müssen zwei methodische Ansätze unterschieden werden.

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 Flurstücken liegen, so wird für das gesamte Flurstück eine Nitratauswaschungsgefährdung angenommen. Diese Flächen werden 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 Flurstücken liegen, die ganz oder teilweise eine Nitratauswaschungsgefährdung aufweisen.

Stoffeintragsgefährdete Oberflächengewässer

Die Ermittlung von Flurstücken, die an Oberflächengewässer angrenzen, erfolgt mittels eines Distanzpuffers, der um die Gewässer gelegt wird. Für alle Flurstücke, 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);
- 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 mit der durchgeführten Analyse auch Stickstoffeintragspfade über den Zwischenabfluss (Interflow) sowie Einträge über ein Dränagesystem erfasst werden. 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 Bodenabtragsgleichung (ABAG) hingewiesen (z. B. Erdmann, 1998). Oberflächenabfluss kann durchaus Strecken von mehreren hundert Metern zurücklegen. Zusammenfassende Auswertungen des LUA (1996) zeigen folgende Ergebnisse (S. 26):

- „Im statistischen Mittel kann bei Gewässerrandstreifen von 5 m Breite davon ausgegangen werden, dass die Nitratkonzentrationen 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 Nitrateinträge 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).

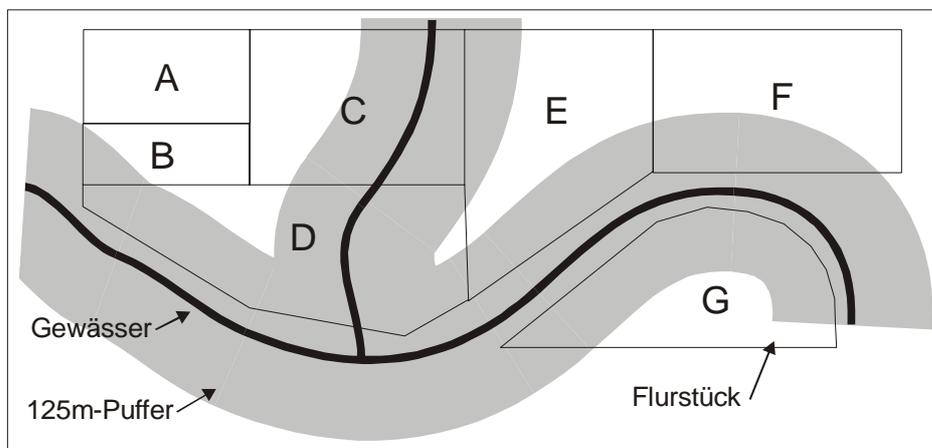
Darüber hinaus müssen GIS-technische Unwägbarkeiten in Betracht gezogen werden, die ebenfalls Bedeutung für die Wahl des Distanzpuffers haben. Die meisten Gewässer sind nur linienhaft (also ohne räumliche Ausdehnung) erfasst worden, sodass in einer geografischen Projektion nicht unbedingt eine direkte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

schiedlichen 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 betroffenen Flurstücke 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 Flurstücke A bis G durch den Gewässerpuffer erfasst werden. Bei linearen Strukturen (Gewässern) tritt sehr häufig der Fall auf, dass nur geringe Flurstücksanteile de facto für die Analyse relevant wären. Im Rahmen der Untersuchung wurde jedoch grundsätzlich die vollständige Fläche eines Flurstücks angerechnet. Dadurch ist z. B. tendenziell eine Überschätzung der Treffgenauigkeit zu erwarten.

Abbildung 4: Durch eine Pufferfläche entlang von Gewässern angeschnittene Flurstücke



Quelle: Eigene Darstellung.

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 landwirtschaftlich genutzten Flurstücke aus der DSGK (Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001). Die so ermittelte Fläche entspricht daher nicht den Werten der LF der offiziellen Agrar- oder Landesstatistik. Die Berechnung der Landnutzungstypen innerhalb der sensiblen Gebiete wiederum erfolgt durch Auswertung der alphanumerischen Daten des Flächen- und Nutzungsnachweises (FNN). Auch dabei kann es Abweichungen zum Gesamtflächenumfang im Vergleich zum InVeKoS-GIS und der offiziellen Statistik geben. Der wichtigste Grund für Abweichungen besteht darin, dass zu einzelnen Flurstücken keine entsprechenden Flächennachweise 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 Einschätzung, 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 Hamburg bestehen Kulissen z. B. 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 (Biodiversität). 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 Fruchtfolgewechsel eingebunden und damit nicht fest für die Vertragsdauer an einen Schlag/an ein Flurstück gebunden. Für diese Maßnahmen kann die Analyse der Treffgenauigkeit nur eine Momentaufnahme des gewählten Förderjahres darstellen. In Hamburg betrifft das z. B. die MDM-Verfahren oder die Winterbegrünung, die in die Fruchtfolge eingebunden sind.

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 (Tabelle 9). 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 [EUR/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 (Tabelle 10). 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 EUR/ha	Berücksichtigung d. Korrekturfaktors EUR/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 Maßnahmen des Vertragsmusters ‚Pflege‘ (C3) zielt auf einen Beitrag zur Erhaltung und Entwicklung der Biodiversität. Die Ausgestaltung der Maßnahme lässt einen Wirkbeitrag zur Erhaltung extensiver Nutzungsformen und daran angepasster Tier- und Pflanzenarten 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 neutralen⁸ 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 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. Anders herum – aus ‚Schutzgutsicht‘ betrachtet – müssen die Beihilfen, die für nicht-sensible Gebiete verausgabt werden als Fehlallokation betrachtet werden, die aufgrund der Maßnahmenausgestaltung (fehlende Förderkulisse) in Kauf genommen werden müssen.

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 Bausteine der Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung vorbereitet. Sie werden hier analytisch zu-

⁸ Theoretisch mögliche negative Wirkungen kommen nicht vor.

sammengeführt. 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.

mit:

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

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 theoretische Beispiel zeigt, dass die Maßnahme M2 die günstigste Kosten-Wirksamkeitsrelation aufweist, obwohl sie keine gute (= 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 der Tabelle 11) kann nicht definiert werden. Der Wert der Kosten-Wirksamkeitsrela-

tion 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 beeinflusst aber die Wirkungseinschätzung entscheidend 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. nicht mit einem Ziel belegte Wirkungen eher eine neutrale bis 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 Schläge, 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 und 3.2 befassen sich mit den zwei für Hamburg relevanten 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 Darstellung methodischer Aspekte sei an dieser Stelle noch einmal auf das Kapitel 2.2 verwiesen.

3.1 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in das Grundwasser

3.1.1 Problemlage in Hamburg

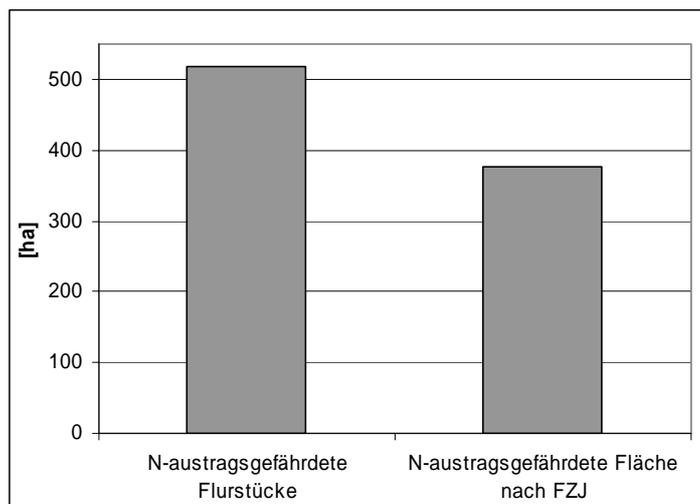
Zielsetzung des Entwicklungsplanes

Im EPLR ist für den Maßnahmenbereich C2 (MSL) das allgemeine Förderziel ‚Schutz der abiotischen Ressourcen Luft, Wasser, Boden über die Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landwirtschaft hinaus‘ enthalten. Wesentliches Kriterium ist, den Einsatz chemisch-synthetischer Produktionsmittel zu verringern. Im Bereich Wasserschutz werden von den Maßnahmen speziell Wirkungen auf Grund- und Trinkwasser erwartet. Auch mit der Einführung der Modulationsmaßnahmen (MDM-Verfahren und Winterbegrünung) ist das Ziel verbunden worden, den Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer vor Nährstoffeinträgen zu erreichen. Die Vertragsnaturschutzmaßnahmen setzen Auflagen zur Verringerung von Produktionsmitteln ein, um biotische Ziele zu erreichen.

Nitratauswaschungsgefährdete Flächen

Die nitratauswaschungsgefährdeten Flächen Hamburgs werden anhand der Auswertungen des Forschungszentrums Jülich (FZJ) beschrieben (Kunkel, 2006) (Karte A-1). Es erfolgt eine einheitliche Wertzuweisung je Flurstück, 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 5 veranschaulicht.

Abbildung 5: Gegenüberstellung der Nitratauswaschungsgefährdung auf Flurstücksbasis und auf Rasterbasis (Kunkel, 2006)



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Forschungszentrum Jülich (FZJ) (Kunkel, 2006) und DSGK (Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001).

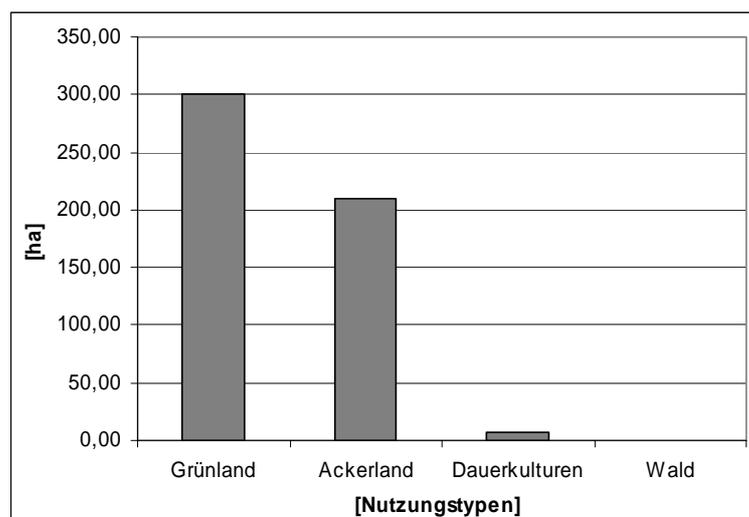
Der Vergleich der beiden Darstellungsmöglichkeiten zeigt, dass durch einheitliche Wertbildung auf Flurstücksebene deutlich mehr Fläche als nitratauswaschungsgefährdet ausgewiesen wird, als durch die Originalquelle nach Kunkel (2006). Auf Hamburg betrachtet ergibt sich eine Differenz von 142 ha oder 27 Prozentpunkten. Methodisch bedingt wird somit die Treffgenauigkeit der Maßnahmen überschätzt.

Im Folgenden wird die Verteilung nitratauswaschungsgefährdeter Flächen auf Flurstücksebene in Hamburg näher beschrieben. Die 518 ha auswaschungsgefährdeten Flurstücke haben einen Anteil von ca. 4,4 % an der LF Hamburgs. Nitratauswaschungsgefährdete Flächen in der hier vorliegenden Definition spielen somit auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen Hamburgs eine sehr untergeordnete Rolle.

Wird die Nutzungsverteilung nach FNN auf den auswaschungsgefährdeten Flächen analysiert (Abbildung 6), so zeigt sich, dass mit Abstand die meisten nitratauswaschungsgefährdeten Flächen unter Grünlandnutzung liegen (58 % aller Nutzungstypen). Ackerland nimmt 40,5 % der nitratauswaschungsgefährdeten Flurstücke ein, andere Nutzungen spielen mit zusammen knapp 8 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. Daher liegt ein besonderes Augenmerk auf den rund 210 ha Ackerflächen, die in nitratauswaschungsgefährdeten Gebieten liegen.

Abbildung 6: Verteilung von Nutzungstypen auf nitratauswaschungsgefährdeten Flurstücken in Hamburg



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DSGK, FNN und Kunkel (2006).

Insgesamt ist jedoch festzuhalten, dass die Nitratauswaschungsgefährdung auf der LF in Hamburg eine sehr untergeordnete Rolle spielt. So trifft auch die weitergehende Beschreibung der Bestandserfassung zur WRRL keinerlei Aussagen zu einer diffusen Schadstoffbelastung der Grundwasserkörper durch die Landwirtschaft (Amt für Umweltschutz, 2005)⁹. Auch entsprechend der Ergebnisse des Untersuchungsprogramms oberflächennahes Grundwasser (UPOG) der Umweltbehörde weisen mehr als 80 % der Nitratmessstellen Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser auf, die unter dem Richtwert der EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (25 mg/l) liegen (WB, 2000). Lediglich eine Messstelle erreicht Werte über dem zulässigen Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l (Expertengespräche, 2005).

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 13 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. Wie in Kapitel 3.2.1 geschildert kann jedoch nicht immer eindeutig unterschieden werden, ob es sich um Grundwasserschutzziele oder andere Wasserschutzziele handelt. Auch müssen an dieser Stelle Zielangaben aufgeführt werden, die globaler gehalten sind („abiotischer Ressourcenschutz“).

Für die im Rahmen der Modulation eingeführten Maßnahmen MDM-Verfahren (C2-D) und Winterbegrünung (C2-C) wurden explizit Grundwasserschutzziele formuliert, während sich die Ziele der anderen drei Maßnahmen allgemein auf den abiotischen Ressourcenschutz erstrecken.

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 nur eine von 14 Maßnahmen. Eine weitere Vertragsvariante (Stallmistgedüngte Wiese mit Nachweide, GG) hat zwar Grundwasserschutzwirkung aber keine Teilnehmer, sodass sie ebenfalls nicht betrachtet wird.

⁹ Allerdings werden anderweitige Belastungen festgestellt (Versalzung, urbane Nutzung).

Tabelle 13: Grundwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen

Maßnahme	Code	Maßnahmen die zum Schutz vor Nitrateinträgen in das Grundwasser beitragen	
		Ziel	Wirkung
Grünlandextensivierung	C2-A	●	+
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	●	++
Ökolandbau	C2-B	●	++
Winterbegrünung	C2-C	●	++
MDM-Verfahren	C2-D	●	+
Gedüngte Mähweide	GA	—	+
Stallmistgedüngte Mähweide	GB	—	+
Ungedüngte Mähweide	GC	—	++
Ungedüngte Wiese	GD	—	++
Grünlandbrache	GE	—	++
Stallmistgedüngte Wiese	GF	—	+
Obstbau ohne PSM ¹⁾	OA	—	++

1) Neben der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist auch der Einsatz von Mineraldünger verboten.

Ziele:

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

Wirkungen:

- 0 keine oder neutrale Wirkung
- + positive Wirkung
- ++ sehr positive Wirkung

Quelle: Eigene Darstellung.

3.1.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen

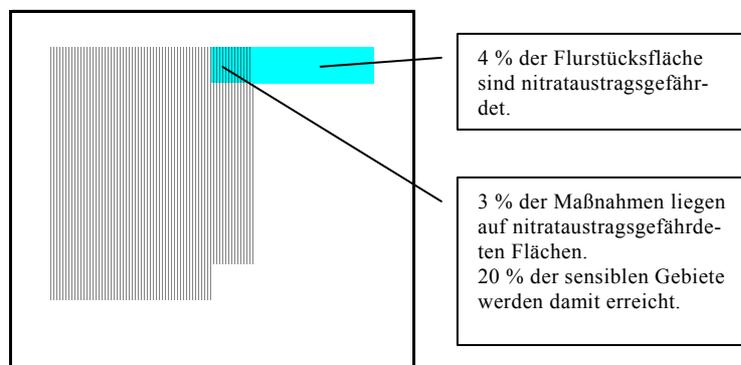
Die Wirksamkeit oder Effektivität der Maßnahmen ergibt sich einerseits aus ihrem Wirkungsbeitrag, andererseits aus ihrer Treffgenauigkeit. Beide Aspekte werden daher hier in einem Kapitel gemeinsam betrachtet (Tabelle 14 und Abbildung 7).

Treffgenauigkeit und Wirkungsbeitrag der Maßnahmen

Die Abbildung 7 vermittelt einen Überblick über die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Wirkung gegen Nitratauswaschung: Lediglich 4 % der landwirtschaftlich genutzten Flurstücksfläche Hamburgs sind als nitratauswaschungsgefährdete sensible Gebiete einzuschätzen. Von den knapp 4.000 ha Maßnahmenfläche mit Wirkung gegen Nitratauswaschung liegen 3 % innerhalb der sensiblen Gebiete und sind damit als treffgenau¹⁰ zu bewerten. Sie decken 20 % der nitratauswaschungsgefährdeten Flurstücksfläche ab.

¹⁰ Die Treffgenauigkeit liegt damit in etwa in der statistisch zu erwartenden Größenordnung.

Abbildung 7: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 14 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.

Für den Grundwasserschutz sind keine speziellen Förderkulissen vorgesehen, die sich auf die Treffgenauigkeit der Maßnahmen auswirken könnten. Die Vertragsnaturschutzmaßnahmen sind grundsätzlich an fachlich definierte Kulissen gebunden, die sich – verkürzt formuliert – auf Fragestellungen der Erhaltung der Biodiversität konzentrieren. Ihre Treffgenauigkeit kann daher nicht direkt mit der anderer Maßnahmen verglichen werden.

Die tabellarische Übersicht (Tabelle 14) bestätigt das sehr geringe Treffgenauigkeitsniveau der Maßnahmen. Nur 106 ha Maßnahmenfläche sind als treffgenau einzustufen. Es wird deutlich, dass die Maßnahmen unabhängig von ihrer Zielsetzung sehr unterschiedliche Treffgenauigkeiten aufweisen. Die Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen umfassen zusammen knapp zwei Drittel der Trefferflächen, darunter solche mit 10 % Treffgenauigkeit, aber auch solche ganz ohne Flächenanteile in sensiblen Gebieten.

Tendenziell schneiden die flächenstarken Maßnahmen dabei besser ab, was vor dem Hintergrund des geringen Umfangs sensibler Zielgebiete zu erklären ist; allerdings gibt es mit der Maßnahme Grünlandbrache (GE) auch eine prominente Ausnahme. Die flächenstarken Maßnahmen nehmen 94 % der Trefferflächen ein (C2-B, GC, GD, C2-A); ihre Treffgenauigkeit liegt mit rund 3 % im Gesamtdurchschnitt der Maßnahmen und innerhalb der statistisch zu erwartenden Größenordnung. Die Ergebnisse zeigen eine zu erwartende Verteilung, wenn keine gezielte Lenkung der Maßnahmen mittels Kulissenausweisung für den Grundwasserschutz erfolgt.

Tabelle 14: Wirksamkeit der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung auf nitrat-
auswaschungsgefährdeten Flächen

Maßnahmen	Code	Ziel	Wirkung	Treffer- fläche ¹⁾	Nicht- Trefferfläche ²⁾	Treff- genauigkeit ³⁾
			[+, ++]	[ha]	[ha]	[%]
mit ++ Wirkung						
Grünlandbrache	GE		++	4	14	21
Ökolandbau	C2-B	•	++	44	422	10
Ungedüngte Mähweide	GC		++	26	1.086	2
Ungedüngte Wiese	GD		++	8	402	2
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	++	0	67	0
Winterbegrünung	C2-C	•	++	0	75	0
Obstbau ohne PSM	OA		++	0	5	0
Summe/Durchschnitt				82	2.071	4
mit + Wirkung						
Stallmistgedüngte Wiese	GF		+	2	13	16
Grünlandextensivierung	C2-A	•	+	22	1.635	1
MDM-Verfahren	C2-D	•	+	0	76	0
Gedüngte Mähweide	GA		+	0	8	0
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		+	0	76	0
Summe/Durchschnitt				22	1.795	1
Summe/Durchschnitt gesamt				103	3.866	3

1) Maßnahmen auf nitrat-
auswaschungsgefährdeten Flächen.

2) Maßnahmen außerhalb nitrat-
auswaschungsgefährdeter Flächen.

3) Anteil der Maßnahmenfläche auf Trefferflächen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Treffgenauigkeitsunterschiede zwischen den Maßnahmen sehr positiver [++] und einfach positiver [+] Wirkung dürfen vor dem Hintergrund der insgesamt geringen Treffgenauigkeit nicht überinterpretiert werden. Sie liegen in annähernd gleichen Größenordnungen.

Die beiden Maßnahmen mit expliziten Grundwasserschutzzielen (C2-C, C2-D) schneiden hingegen unterdurchschnittlich bzw. schlecht ab und haben beide keine Maßnahmenflächen innerhalb der sensiblen Gebiete.

Die Maßnahmen, die auf auswaschungssensiblen **Ackerflächen** durchgeführt werden umfassen 219 ha¹¹, haben aber keine Treffgenauigkeit (0 %). Zwei erzielen einen sehr positiven [++] (C2-A(U), C2-C) und eine Maßnahme (C2-D) einen positiven [+] Wirkungsbeitrag. Die derzeitige Förderfläche der Maßnahmen würde theoretisch genügen die 210 ha

¹¹ Es wurden nur eindeutig zuordenbare Maßnahmen angerechnet: C2-A(U), C2-C, C2-D.

Ackerflächen innerhalb von sensiblen Gebieten abzudecken. Das Erreichen prioritärer Gebiete kann offensichtlich nur über eine gezielte Steuerung der Maßnahmenflächen (z. B. Förderkulisse oder Einzelflächenbegutachtung) erreicht werden.

Es lässt sich als Resümee festhalten, dass die Maßnahmen mit Grundwasserschutzzielen keine bessere Wirksamkeit entfalten als die Maßnahmen ohne Ziele. Die Treffgenauigkeit aller Maßnahmen ist äußerst gering, allerdings ist die Problemlage in Hamburg auch nicht sonderlich ausgeprägt. Die ackerbaulichen Maßnahmen schneiden trotz größerer Relevanz besonders schlecht ab.

Flächenanteile der Maßnahmen in sensiblen Gebieten

Die Aussagen zur Treffgenauigkeit werden durch die Berechnung der Flächenanteile¹² der Maßnahmen in den sensiblen Gebieten bestätigt (Tabelle 15). Aus der Darstellung der Flächenanteile in den nitratstragsgefährdeten Gebieten lässt sich der Beitrag einzelner Maßnahmen aus dem Gesamtmix der grundwasserschutzwirksamen Maßnahmen ablesen.

Tabelle 15: Flächenanteile der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung in nitratstragsgefährdeten Gebieten

Maßnahme	Code	Ziel	Flächenanteile im nitratstragsgefährdeten Gebiet [%]
Ökolandbau	C2-B	•	42,07
Ungedüngte Mähweide	GC		24,49
Grünlandextensivierung	C2-A	•	20,46
Ungedüngte Wiese	GD		7,29
Grünlandbrache	GE		3,44
Stallmistgedüngte Wiese	GF		2,25
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	0,00
Winterbegrünung	C2-C	•	0,00
MDM-Verfahren	C2-D	•	0,00
Gedüngte Mähweide	GA		0,00
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		0,00
Obstbau ohne PSM	OA		0,00
Durchschnitt			8,33

Quelle: Eigene Darstellung.

¹² Flächenanteile der Maßnahmen werden folgendermaßen berechnet: [Fläche der Einzelmaßnahme im sensiblen Gebiet] / [Fläche aller Maßnahmen im sensiblen Gebiet] * [100].

Nur drei der 12 Maßnahmen haben überdurchschnittliche Flächenanteile in den sensiblen Gebieten; zwei davon haben ein Wasserschutzziel. Der Ökolandbau (C2-B) nimmt mit über 42 % den weitaus größten Anteil der Trefferflächen ein. Absolut betrachtet sind aber auch das nur 44 ha in den sensiblen Gebieten. Die Maßnahmen Ungedüngte Mähweide (GC) und Grünlandextensivierung (C2-A) folgen mit 24 bzw. 20 % Flächenanteilen.

3.1.4 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 16 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 EUR/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 der Ökolandbau, der bei Berücksichtigung des Korrekturfaktors mit einer der günstigsten Maßnahmen ist, beim Prämiendurchschnitt im Ranking jedoch auf Platz sechs liegt.

Tabelle 16: Zusatznutzen und durchschnittliche Beihilfehöhe der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung

Maßnahme	Code	Ziel	Wirkung bei Schutzgut ...				Beihilfesatz	
			Boden	Luft	Biodiversität	Landschaft	Durchschnitt [EUR/ha]	Berücksichtigung d. Korrekturfaktors [EUR/ha]
MDM-Verfahren	C2-D	•	x				70	70
Ökolandbau	C2-B	•	x	x	x	x	287	72
Gedüngte Mähweide	GA		x		x	x	221	74
Grünlandextensivierung	C2-A	•	x			x	158	79
Winterbegrünung	C2-C	•	x				85	85
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		x		x	x	269	90
Ungedüngte Mähweide	GC		x		x	x	307	102
Stallmistgedüngte Wiese	GF		x		x	x	310	103
Ungedüngte Wiese	GD		x		x	x	345	115
Grünlandbrache	GE		x		x	x	409	136
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	x			x	368	184
Obstbau ohne PSM	OA		x		x	x	759	253
Anzahl/Durchschnitt			12	1	8	10	299	114

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Der im Vergleich zu anderen Bundesländern recht hohe Mittelwert von 114 EUR/ha lässt sich überwiegend an den beiden Maßnahmen OA und C2-A(U) festmachen. Daher liegen sehr viele, nämlich acht der 12 Maßnahmen unter dem Mittelwert von 114 EUR/ha. Sie haben somit eine überdurchschnittlich gute Input-Outputrelation. Darunter sind vier Maßnahmen mit Wasserschutzzielen. Tendenziell zählen die Maßnahmen mit Förderkulissen bzw. Auswahlkriterien zu den Maßnahmen mit ungünstigerem Input-Outputverhältnis (Vertragsnaturschutzmaßnahmen). Die horizontalen Maßnahmen zeigen tendenziell ein günstigeres Input-Outputverhältnis (MSL- und Modulationsmaßnahmen).

Insgesamt betrachtet hat die Berücksichtigung der Multifunktionalität durchaus Einfluss auf das Ranking der Maßnahmen. Es ist daher auch ein Einfluss auf die Beschreibung der Kosten-Wirksamkeit zu erwarten.

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 17 sind die Kosten-Wirksamkeitsrelationen 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 17).

Es zeigt sich, dass drei Maßnahmen ein überdurchschnittliches Kosten-Wirksamkeitsverhältnis aufweisen; die übrigen Maßnahmen liegen sehr deutlich unter dem Durchschnitt von 1,32. Darunter hat nur eine der fünf Maßnahmen ein Wasserschutzziel, nämlich der Ökolandbau. Drei der Maßnahmen mit Wasserschutzzielen haben mit die schlechtesten Kosten-Wirksamkeitsrelationen (da keinerlei Treffgenauigkeit) und die Grünlandextensivierung schneidet deutlich unterdurchschnittlich ab. Die beiden Vertragsnaturschutzmaßnahmen Grünlandbrache mit sehr positiver [++] Wirkung und Stallmistgedüngte Wiese mit positiver Wirkung [+] schneiden mit einem Kosten-Wirksamkeitsverhältnis von jeweils 4,98 am besten ab, obwohl sie keine Ziele für den Grundwasserschutz haben.

Tabelle 17: Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Grundwasserschutzwirkung auf nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen

Maßnahme	Code	Ziel	Kosten-Wirksamkeitsrelation ¹⁾	Ranking	Wirkung [+, ++]
Grünlandbrache	GE		4,98	1	++
Stallmistgedüngte Wiese	GF		4,98	2	+
Ökolandbau	C2-B	•	4,06	3	++
Ungedüngte Mähweide	GC		0,74	4	++
Grünlandextensivierung	C2-A	•	0,61	5	+
Ungedüngte Wiese	GD		0,53	6	++
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	0,00	7	++
Winterbegrünung	C2-C	•	0,00	7	++
MDM-Verfahren	C2-D	•	0,00	7	+
Gedüngte Mähweide	GA		0,00	7	+
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		0,00	7	+
Obstbau ohne PSM	OA		0,00	7	++
Durchschnitt	alle Maßnahmen		1,32		
	++ Maßnahmen		1,47		
	+ Maßnahmen		1,12		

1) Flächenanteile/Kostenanteile.

Quelle: Eigene Berechnung.

Die Maßnahmen mit sehr positiver [++] Wirkung haben zusammen betrachtet ein überdurchschnittliches Kosten-Wirksamkeitsverhältnis, darunter sind allerdings auch Maßnahmen, die keine Treffgenauigkeit haben. Insbesondere sind hier die potenziell hoch wirksamen Maßnahmen auf Ackerflächen Umwandlung von Acker in Grünland (C2-A(U)) und Winterbegrünung (C2-C) zu nennen, die die letzten Plätze im Ranking einnehmen.

Die Maßnahmen mit positiver [+] Wirkung haben im Gegensatz zu den Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung in der Summe ein leicht unterdurchschnittliches Kosten-Wirksamkeitsverhältnis. Lediglich die Maßnahme Stallmistgedüngte Wiese (GF) erreicht mit 4,98 eine sehr gute Kosten-Wirksamkeitsrelation. Die Grünlandextensivierung (C2-A) erlangt nur unterdurchschnittliche Ergebnisse, die übrigen Maßnahmen haben keinerlei

Wirksamkeit, darunter auch die ackerbauliche Maßnahme MDM-Verfahren (C2-D), die ein Wasserschutzziel formuliert.

Die Übersicht über die **Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte** (Tabelle 18) hilft die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse weiter einzuordnen.

Der Ökolandbau (C2-B) zeigt sich als einzige Maßnahme mit sehr positiver [++] Wirkung, überdurchschnittlicher Treffgenauigkeit, hohen Flächenanteilen in sensiblen Gebieten und überdurchschnittlicher Gesamtbewertung des Kosten-Wirksamkeitsverhältnisses. Die Maßnahme weist mit 72 EUR/ha zudem ein günstiges Input-Outputverhältnis auf. Innerhalb des bestehenden Maßnahmenspektrums und Vergleichsrahmens kann daher der Ökolandbau für Grundwasserschutzzielsetzungen empfohlen werden.

Tabelle 18: Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte auf nitratauswaschungsgefährdeten Flächen

Ranking	Wirkung [++]	Treffgenauigkeit [>= 2,7 %]	Flächenanteile [>= 8,33 %]	Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= 114 EUR/ha]	Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= 1,32]
1	• C2-A(U)	GE	• C2-B	• C2-D	GE
2	• C2-B	GF	GC	• C2-B	GF
3	• C2-C	• C2-B	• C2-A	GA	• C2-B
4	GC			• C2-A	
5	GD			• C2-C	
6	GE			GB	
7	OA			GC	
8				GF	

• 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.

Von den beiden Vertragsnaturschutzmaßnahmen Grünlandbrache (GE) und Stallmistgedüngte Wiese (GF) hat nur die Grünlandbrache eine sehr positive [++] Wirkungseinschätzung. Hinsichtlich der Treffgenauigkeit schneiden beide Maßnahmen gut ab, während sie bei dem Kriterium Flächenanteile in sensiblen Gebieten unterdurchschnittliche Werte haben. Summa summarum sind beide Maßnahmen nicht vorrangig für den gezielten Einsatz im Grundwasserschutz zu empfehlen, wohl aber entfalten sie einen nennenswerten ökologischen Zusatznutzen in diesem Bereich.

Die Grünlandextensivierung erreicht zwar überdurchschnittliche Flächenanteile in den sensiblen Gebieten und hat ein günstiges Input-Outputverhältnis, bei nur einfach positiver

[+] Wirkung und schlechter Treffgenauigkeit, kann ihr jedoch keine gute Kosten-Wirksamkeitsrelation bescheinigt werden.

Ähnliche Aussagen gelten auch für die Modulationsmaßnahmen C2-C und C2-D, die Grundwasserschutzziele nennen. Sie erreichen keinerlei sensible Gebiete und können ihre potenziell gute Wirkung daher nicht gezielt entfalten.

Vergleich mit Ergebnissen des LAWA-Projekts¹³

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 hamburgischen AUM vergleichen. Nachfolgend wird das Ranking dieser Maßnahmen wiedergegeben (Tabelle 19). 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 vergleichende Aussagen für den Ökolandbau (C2-B) getroffen werden können. Er erreicht in der Ökoeffizienz deutlich überdurchschnittliche Werte, wird in der LAWA-Studie aber nur hinsichtlich der Reduzierung des „N-Saldos“ mit einer Spitzenposition eingeschätzt. Hinsichtlich der „Herbst-Nmin-Werte“ werden deutlich schlechtere Werte erreicht. Die Grünlandextensivierung (C2-A) erreicht in beiden Fällen eine dem Ökolandbau vergleichbare Einstufung, wird in dieser Studie allerdings mit deutlich unterdurchschnittlicher Ökoeffizienz bewertet. Die Umwandlung von Acker- in Grünland (C2-A(U)) schneidet in beiden Studien eher schlechter ab. Insbesondere für die Winterbergrünung (C2-C) gibt es in der LAWA-Studie sehr gute Werte; mittlere bis schlechtere Einschätzungen für die MDM-Verfahren (C2-D). Beide Maßnahmen erreichen in dieser Studie aufgrund ihrer fehlenden Treffgenauigkeit in den auswaschungssensiblen Gebieten keine gute Ökoeffizienz.

¹³ „Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft“, finanziert von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Osterburg und Runge, 2007).

Vorbehaltlich der eingeschränkten Vergleichbarkeit der beiden Studien, lassen sich ähnliche Tendenzen der Kosten-Wirksamkeitseinschätzungen bei den Maßnahmen Ökolandbau und Grünlandextensivierung erkennen, allerdings nur hinsichtlich der Bewertung der N-Salden. Die Ergebnisse zu Winterbegrünung und MDM-Verfahren lassen sich aufgrund fehlender tatsächlicher Wirkung (keine Treffgenauigkeit) hier nicht vergleichen; die potenzielle Wirkungseinschätzung wird jedoch tendenziell bestätigt.

Tabelle 19: Ranking der Kostenwirksamkeit von Maßnahmen des LAWA-Projektes, denen hamburgischen AUM zugeordnet werden können

Mittlere Kostenwirksamkeit					
Reduzierung des N-Saldo			Reduzierung von Herbst-Nmin-Werten		
Maßnahme des LAWA-Projekts	[EUR/kg N]	vergleichbare AUM des EPLR	Maßnahme des LAWA-Projekts	[EUR/kg N]	vergleichbare AUM des EPLR
M45	2,8	C2-B	M1	1,8	C2-C
M21	3,3	C2-A	M3	2	C2-C
M1	3,5	C2-C	M2	2,3	C2-C
M18	4	C2-C	M4	2,5	C2-C
M2	4,5	C2-C	M20	2,5	C2-D
M4	5	C2-C	M11	3	C2-C
M20	5	C2-D	M13	3,3	C2-C
M11, M12	7,5	C2-C	M12	3,8	C2-C
M39	8	C2-A(U)	M18	4	C2-D
M13	10	C2-C	M5	4	C2-C
M10	15	C2-C	M45	5,7	C2-B
M17	16	C2-D	M10	7,5	C2-C
			M39	8	C2-A(U)
			M17	8	C2-D
			M16	8	C2-D
			M21	10	C2-A

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

Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

- nitratenauswaschungsgefährdete Flächen in Hamburg mit 4,4 % der LF eine sehr untergeordnete Rolle spielen; auch die Ermittlung der Belastungen aus diffusen Schadstoffquellen im Rahmen der Bestandserfassung zur WRRL sehen keine Gefährdungen aus dem Bereich der Landwirtschaft,
- die Maßnahmen mit potenzieller Grundwasserschutzwirkung auf den nitratenauswaschungsgefährdeten Flächen überwiegend eine sehr schlechte Treffgenauigkeit aufweisen,
- die beiden ackerbaulichen Maßnahmen mit expliziten Grundwasserschutzzielen (MDM-Verfahren und Winterbegrünung) überhaupt nicht die sensiblen Gebiete erreichen,

- der geförderte Flächenumfang ackerbaulicher Maßnahmen theoretisch ausreicht, um alle sensiblen Ackerflächen zu erreichen,
- der Ökolandbau auf Ackerflächen mit sehr positiver [++] Grundwasserschutzwirkung und den höchsten Treffgenauigkeiten als die derzeit wirksamste Maßnahme herausgestellt werden kann; das gilt auch für ihre Kosten-Wirksamkeitsrelation,
- keine der Maßnahmen eine Förderkulisse im Hinblick auf den Grundwasserschutz hat und die schlechten Treffgenauigkeiten zumindest teilweise durch fehlende Lenkung erklärt werden können. Die Grundwasserschutzwirkung der Maßnahmen scheint im Programm eher als ökologischer Zusatznutzen einkalkuliert zu sein, obwohl diesbezüglich Ziele angegeben wurden.

3.2 Maßnahmen mit Schutzwirkung vor Stoffeinträgen in das Oberflächenwasser

3.2.1 Problemlage in Hamburg

Zielsetzung des Entwicklungsplanes

Als relevante Zielaussage im EPLR zum Schutz der Gewässerqualität kann wiederum nur die allgemeine Zielsetzung ‚Schutz der abiotischen Ressourcen Luft, Wasser, Boden über die Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landwirtschaft hinaus‘ angeführt werden. Die Modulationsmaßnahmen MDM-Verfahren und Winterbegrünung verfolgen explizite Schutzziele für Oberflächengewässer. Die Vertragsnaturschutzmaßnahmen setzen Auflagen zur Verringerung von Produktionsmitteln ein, um biotische Ziele zu erreichen.

Eintragsursachen

Zur Diskussion der Eintragsursachen von Dünge- und Pflanzenschutzmittel sei auf die grundsätzlichen Erörterungen in Kapitel 2.2.2.2 verwiesen. Belastungen der Oberflächengewässer resultieren vorrangig aus den überwiegend stark städtisch (Kanalisation, Kläranlagen) und durch Industrie/Häfen geprägten Bereichen, sowie für die Klein- und Kleinstgewässer der Feldflur aus der Landwirtschaft.

Für Hamburg wurden u. a. Pflanzenschutzmitteleinträge in Oberflächengewässer untersucht. Modellhaft ermittelte Ergebnisse zu Einträgen von PSM in Oberflächengewässer durch **Abschwemmung** zeigen eine mittlere Gefährdung im Bereich des Alten Landes (Bach et al., 2000).

Der Bericht zur Umsetzung der WRRL stellt für die überwiegende Zahl der 34 Oberflächenwasserkörper (OWK) Mehrfachbelastungen für die verschiedenen Qualitätskomponenten fest. In 22 OWK weisen zu hohe Saprobiewerte auf eine Belastung mit biologisch

leicht abbaubaren Substanzen hin. Bezüglich der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten sind bei 25 OWK zu hohe Nährstoffgehalte („Allgemeine Bedingungen“) und bei 16 OWK das Vorhandensein spezifischer Schadstoffe festzustellen (Amt für Umweltschutz, 2005).

Nicht erfasst innerhalb der WRRL-Umsetzung werden die Gräben und Gruppen, über die die Vier- und Marschlande und das gesamte Alte Land entwässert werden. Diese Bereiche sind von hoher Sensibilität im Hinblick auf die Gewässerverschmutzung, weil dort landwirtschaftliche Nutzung unmittelbar an das dichte Gewässernetz angrenzt. Stoffliche Belastungen sind in den Gräben mehrfach nachgewiesen worden (Geier et al., 1998; NLWKN, 2005). Im Hinblick auf den PSM-Eintrag ist aus diesem Grund im Alten Land ein pflanzenschutzrechtliches Sondergebiet geschaffen worden (BWA 2002: Gesonderte Abstandsregelung zu wasserführenden Gräben, spezielle Ausbringungstechniken, hohe Kontrolldichte, intensive Beratung).

Flurstücke an Oberflächengewässern

Die gesamte oberirdische Wasserfläche Hamburgs beträgt 6.103 ha, das entspricht 8,1 % der Landesfläche (Statistikamt Nord, 2007).

Das hamburgische Gewässernetz wird in dieser Studie auf Grundlage der Digitalen Stadtgrundkarte (DSGK) beschrieben und für die GIS-Analysen verwendet.

Die Auswertung mittels Distanzpuffer zeigt, dass über drei Viertel der Flurstücksfläche Hamburgs an oder in unmittelbarer Nähe zu Gewässern liegt (Tabelle 20). Es wurden dabei Wirkdistanzen (unter Berücksichtigung verschiedener Eintragswege; vgl. Kapitel 2.2) von 125 m angenommen und auf dieser Grundlage relevante Flurstücke ausgewählt. Mit den selektierten Flurstücken werden 12 % der Landesfläche und gut drei Viertel der LF Hamburgs abgedeckt. Aufgrund der in Kapitel 2.2 beschriebenen Dateninkompatibilitäten konnten dabei nicht alle Flurstücke abgebildet werden. Dadurch könnten die Aussagen zur Treffgenauigkeit unterschätzt werden. Andererseits können methodisch bedingt nicht nur Teilflächen eines Flurstücks berücksichtigt werden, sodass die als sensibel zu betrachtende Fläche größer sein kann, als die tatsächlich durch den Puffer abgedeckte Fläche. Dadurch werden die Aussagen zur Treffgenauigkeit von Maßnahmen vermutlich positiv beeinflusst.

Tabelle 20: Flächenumfang der Flurstücke in Gewässernähe

	Fläche [ha]	Anteile an der LF ¹⁾ [%]	Anteile an der Landesfläche [%]
Gesamte Fläche der Flurstücke, die durch den 125 m-Puffer berührt werden	9.291	78,4	12,3

1) Die LF entspricht der digitalisierten Flurstücksfläche der DSGK.

Quelle: Eigene Auswertung.

Eine besondere Bedeutung kommt den Maßnahmen auf Ackerflächen in Gewässernähe zu, da von ihnen häufig die höchsten Belastungen für Gewässer im Vergleich zu anderen Nutzungstypen ausgehen. Die selektierten Ackerflächen umfassen 4.000 ha, das entspricht gut einem Drittel der LF und 75 % der Ackerfläche Hamburgs (Tabelle 21). Während andere Nutzungen auf der LF eine nur marginale Rolle spielen, kommt der Grünlandnutzung insbesondere im Hinblick auf die Erhaltung bestehender Gewässerschutzfunktionen eine sehr wichtige Bedeutung zu. Sie hat entlang der Gewässer einen Anteil von 43 % an der LF.

Tabelle 21: Landnutzungstypen auf Flurstücken in Gewässernähe

Grünland		Ackerland		Dauerkulturen		Wald ¹⁾		Gesamt	
[ha]	[% der LF]	[ha]	[% der LF]	[ha]	[% der LF]	[ha]	[% der LF]	[ha]	[% der LF]
5.138	43,3	4.003	33,8	75	0,6	4	0,0	9.221	77,8

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 Flurstücksfläche der DSGK.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FNN und DSGK (Amt für Geoinformation und Vermessung, 2001).

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 22 gibt eine Übersicht über die Ressourcenschutzbeiträge (Wirkungen) der Maßnahmen zum Schutz von Oberflächengewässern.

Tabelle 22: Oberflächenwasserschutzbeitrag der Agrarumweltmaßnahmen

Maßnahme	Code	Maßnahmen die zum Schutz vor Stoffeinträgen in Oberflächengewässer beitragen	
		Ziel	Wirkung
Grünlandextensivierung	C2-A	●	+
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	●	++
Ökolandbau	C2-B	●	++
Winterbegrünung	C2-C	●	++
MDM-Verfahren	C2-D	●	+
Gedüngte Mähweide	GA	—	+
Stallmistgedüngte Mähweide	GB	—	+
Ungedüngte Mähweide	GC	—	++
Ungedüngte Wiese	GD	—	++
Grünlandbrache	GE	—	++
Stallmistgedüngte Wiese	GF	—	+
Obstbau ohne PSM	OA	—	++

Ziele:

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

Wirkungen:

- 0 keine oder neutrale Wirkung
- + positive Wirkung
- ++ sehr positive Wirkung

Quelle: Eigene Darstellung.

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 22 sind die Maßnahmen mit Wasserschutzzielen mit einem Punkt markiert. Von den 12 Maßnahmen haben fünf ein Wasserschutzziel; zwei davon ein explizites Schutzziel für Oberflächengewässer (C2-C, C2-D).

Die Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung teilen sich in Maßnahmen mit sehr positiver [++], mit positiver [+] und ohne bzw. neutraler Wirkung [0]. Die Maßnahmen ohne Oberflächenwasserschutzwirkung werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Sie umfassen nur eine von 14 Maßnahmen. Eine weitere Vertragsvariante (Stallmistgedüngte Wiese mit Nachweide, GG) hat zwar Wasserschutzwirkung aber keine Teilnehmer, sodass sie nicht weiter betrachtet wird.

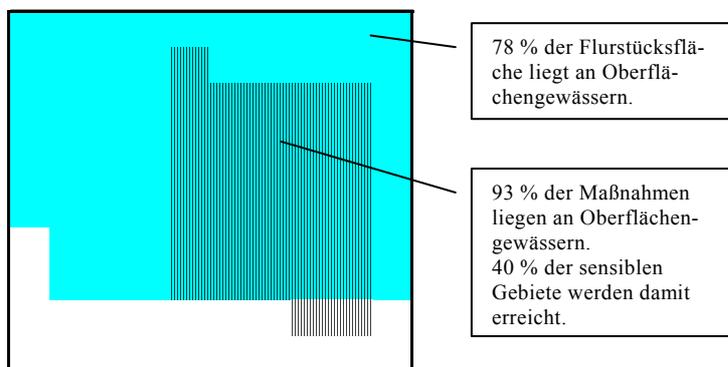
3.2.3 Wirksamkeit (Effektivität) der Maßnahmen

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 (Abbildung 8 und Tabelle 23).

Treffgenauigkeit und Wirkungsbeitrag der Maßnahmen

Die Abbildung 8 vermittelt einen Überblick über die Treffgenauigkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung: 78 % der Flurstücksfläche Hamburgs (als LF) sind als sensible Gebiete im Hinblick auf ihren Schutzbeitrag für Oberflächengewässer einzuschätzen. Sie liegen an oder in unmittelbarer Nähe zu Oberflächengewässern. Von den knapp 4.000 ha Maßnahmenfläche mit Oberflächenwasserschutzwirkung liegen 93 % innerhalb der sensiblen Gebiete und sind damit als treffgenau zu bewerten. Sie decken 40 % der sensiblen, oberflächenwassernahen landwirtschaftlich genutzten Flurstücksfläche ab.

Abbildung 8: Grafische Darstellung der Treffgenauigkeit an Oberflächengewässern



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Tabelle 23 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.

Von den 12 relevanten Maßnahmen haben fünf Maßnahmen eine Zielsetzung im Bereich des abiotischen Ressourcenschutzes, zwei davon explizite Ziele für den Oberflächenwasserschutz. Keine der Maßnahmen weist eine Gebietskulisse auf, die im Hinblick auf den Oberflächenwasserschutz ausgewiesen wurde.

Tabelle 23: Wirksamkeit der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

Maßnahmen	Code	Ziel	Wirkung	Treffer- fläche ¹⁾	Nicht- Trefferfläche ²⁾	Treff- genauigkeit ³⁾
			[+, ++]	[ha]	[ha]	[%]
mit ++ Wirkung						
Obstbau ohne PSM	OA		++	5	0	100
Ungedüngte Wiese	GD		++	405	5	99
Grünlandbrache	GE		++	17	1	97
Ungedüngte Mähweide	GC		++	1.066	45	96
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	++	64	3	95
Ökolandbau	C2-B	•	++	418	48	90
Winterbegrünung	C2-C	•	++	65	10	86
Summe/Durchschnitt				2.041	111	95
mit + Wirkung						
Stallmistgedüngte Wiese	GF		+	15	0	100
Gedüngte Mähweide	GA		+	8	0	100
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		+	71	5	93
Grünlandextensivierung	C2-A	•	+	1.506	151	91
MDM-Verfahren	C2-D	•	+	63	13	82
Summe/Durchschnitt				1.662	170	96
Summe/Durchschnitt gesamt				3.703	281	93

1) Maßnahmen auf Flächen an Oberflächengewässern.

2) Maßnahmen außerhalb von Flächen an Oberflächengewässern.

3) Anteil der Maßnahmenfläche auf Trefferflächen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Treffgenauigkeit aller Maßnahmen liegt im Schnitt bei 93 % und damit 15 Prozentpunkte über der statistisch zu erwartenden Größenordnung und insgesamt sehr hoch. Die Gesamttreffgenauigkeit ist damit deutlich positiv zu bewerten. Die vier flächenstärksten Maßnahmen nehmen zusammen 92 % der Trefferfläche ein, die Maßnahmen mit Wasserschutzzielen kommen auf 59 % der Trefferflächen. Ihre Treffgenauigkeit liegt mit 90 % im Bereich des Durchschnitts.

Gemessen am Durchschnitt von 93 % Treffgenauigkeit haben lediglich vier Maßnahmen eine unterdurchschnittliche Treffgenauigkeit. Drei Maßnahmen (OA, GF, GA) weisen sogar eine vollständige Treffgenauigkeit auf, die Maßnahme GD liegt mit 99 % nur knapp darunter. Die besten Werte erreichen durchgängig die Vertragsnaturschutzmaßnahmen, während die MSL- und Modulationsmaßnahmen, die gleichzeitig die Wasserschutzziele aufweisen, die hinteren Ränge belegen. Alle Maßnahmen haben eine Treffgenauigkeit auf sehr hohem Niveau, die über der statistisch zu erwartenden Größenordnung von 78 % liegt. Die Vertragsnaturschutzmaßnahmen formulieren zwar keine Wasserschutzziele, allerdings stehen ihre Maßnahmen in sehr engem Bezug zum Oberflächenwassernetz Hamburgs, da dort auch hohe biotische Werte zu schützen und zu entwickeln sind. So zielt

z. B. die Maßnahme Obstanbau ohne PSM-Einsatz (OA) sogar vorrangig auf Gewässer als Lebensräume für Pflanzen und Tiere.

Die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++] weisen zusammen eine leicht höhere Treffgenauigkeit auf, als die Maßnahmen mit einfach positiver [+] Wirkung.

Die ackerbaulichen Maßnahmen (C2-C, C2-D) haben mit die schlechtesten Treffgenauigkeiten, lediglich die Umwandlung von Acker in Grünland (f2-A(U)) weist auch überdurchschnittliche Treffgenauigkeiten auf. Diese Maßnahmen umfassen zusammen nur 5 % der Trefferflächen von insgesamt 3.700 ha. Die ackerbaulichen Maßnahmen haben zusammen nur 219 ha Förderfläche und können damit bei weitem nicht die 4.000 ha Ackerflächen an Oberflächengewässern abdecken.

Flächenanteile der Maßnahmen in sensiblen Gebieten

Die Aussagen zur Treffgenauigkeit werden durch die Berechnung der Flächenanteile¹⁴ der Maßnahmen in den sensiblen Gebieten an Oberflächengewässern bestätigt (Tabelle 24). Aus der Darstellung der Flächenanteile in den sensiblen Gebieten lässt sich der Beitrag einzelner Maßnahmen aus dem Gesamtmix der Oberflächenwasserschutz wirksamen Maßnahmen ablesen.

Tabelle 24: Flächenanteile der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung auf Feldblöcken in Gewässernähe

Maßnahme	Code	Ziel	Flächenanteile auf Flurstücken an Oberflächengewässern [%]
Grünlandextensivierung	C2-A	•	40,66
Ungedüngte Mähweide	GC		28,79
Ökolandbau	C2-B	•	11,30
Ungedüngte Wiese	GD		10,93
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		1,91
Winterbegrünung	C2-C	•	1,76
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	1,73
MDM-Verfahren	C2-D	•	1,70
Grünlandbrache	GE		0,46
Stallmistgedüngte Wiese	GF		0,41
Gedüngte Mähweide	GA		0,21
Obstbau ohne PSM	OA		0,15
Durchschnitt			8,33

Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁴ Flächenanteile der Maßnahmen werden folgendermaßen berechnet: [Fläche der Einzelmaßnahme im erosionsgefährdeten Gebiet] / [Fläche aller Maßnahmen im erosionsgefährdeten Gebiet] * [100].

Vier Maßnahmen haben überdurchschnittliche Flächenanteile, davon zwei mit einem Wasserschutzziel. Die übrigen acht Maßnahmen tragen nur in sehr untergeordnetem Flächenumfang zum Gewässerschutz bei. Unter der Maßgabe möglichst großflächig Oberflächengewässer vor unerwünschten Stoffeinträgen zu schützen, wären demnach die Maßnahmen C2-A, GC, C2-B und GD zu präferieren.

3.2.4 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 EUR/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 25).

Tabelle 25: Multifunktionalität und durchschnittliche Beihilfeshöhe der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

Maßnahme	Code	Ziel	Wirkung bei Schutzgut ...				Beihilfesatz	
			Boden	Luft	Biodiversität	Landschaft	Durchschnitt EUR/ha	Berücksichtigung d. Korrekturfaktors EUR/ha
MDM-Verfahren	C2-D	•	x				70	70
Ökolandbau	C2-B	•	x	x	x	x	287	72
Gedüngte Mähweide	GA		x		x	x	221	74
Grünlandextensivierung	C2-A	•	x			x	158	79
Winterbegrünung	C2-C	•	x				85	85
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		x		x	x	269	90
Ungedüngte Mähweide	GC		x		x	x	307	102
Ungedüngte Wiese	GD		x		x	x	345	115
Stallmistgedüngte Wiese	GF		x		x	x	310	103
Grünlandbrache	GE		x		x	x	408	136
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	x			x	368	184
Obstbau ohne PSM	OA		x		x	x	759	253
Anzahl/Durchschnitt			12	1	8	10	299	114

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die Tabelle 25 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 doch deutlich verschiebt. Die Berücksichtigung der Multifunktionalität hat somit Auswirkungen auf die Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung.

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 26 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 26).

Es wird deutlich, dass fünf der 12 Maßnahmen ein überdurchschnittlich gutes Kosten-Wirksamkeitsverhältnis aufweisen. Vier davon haben Wasserschutzziele. Eine Maßnahme mit Wasserschutzzielen hat ein deutlich unterdurchschnittliches Kosten-Wirksamkeitsverhältnis (Umwandlung von Acker in Grünland). Abgesehen von dieser Maßnahme haben alle MSL- bzw. Modulationsmaßnahmen einen überdurchschnittlich guten Wert, während die Vertragsnaturschutzmaßnahmen mit ebenfalls einer Ausnahme unterdurchschnittlich abschneiden. Dies ist bei ebenfalls guten Treffgenauigkeiten der Vertragsnaturschutzmaß-

nahmen auf geringere Flächenanteile in den sensiblen Gebieten und insbesondere auf das ungünstigere Input-Outputverhältnis (EUR/ha) zurückzuführen.

Besonders gut schneiden die beiden ackerbaulichen Maßnahmen MDM-Verfahren (C2-D) und Winterbegrünung ab (C2-C). Auch der Ökolandbau (C2-B) mit ackerbaulichen Flächenanteilen hat mit 1,09 noch eine überdurchschnittliche Kosten-Wirksamkeitsrelation aufzuweisen. Besonders schlecht schneidet hingegen die Maßnahme Obstbau ohne Pflanzenschutzmittel (OA) ab, was ausschließlich durch das vergleichsweise ungünstigste Input-Outputverhältnis zu erklären ist.

Tabelle 26: Kosten-Wirksamkeitsrelation der Maßnahmen mit Oberflächenwasserschutzwirkung

Maßnahme	Code	Ziel	Kosten-Wirksamkeitsrelation ¹⁾	Ranking	Wirkung [+, ++]
MDM-Verfahren	C2-D	•	1,64	1	+
Winterbegrünung	C2-C	•	1,42	2	++
Gedüngte Mähweide	GA		1,26	3	+
Grünlandextensivierung	C2-A	•	1,20	4	+
Ökolandbau	C2-B	•	1,09	5	++
Stallmistgedüngte Mähweide	GB		0,96	6	+
Stallmistgedüngte Wiese	GF		0,90	7	+
Ungedüngte Mähweide	GC		0,87	8	++
Ungedüngte Wiese	GD		0,80	9	++
Grünlandbrache	GE		0,66	10	++
Umwandlung Acker-Grünland	C2-A(U)	•	0,54	11	++
Obstbau ohne PSM	OA		0,37	12	++
Durchschnitt	alle Maßnahmen		0,98		
	++ Maßnahmen		0,82		
	+ Maßnahmen		1,19		

1) Flächenanteile/Kostenanteile.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Betrachtet man nur die Maßnahmen mit sehr positiver Wirkung [++], so zeigt sich eine Kosten-Wirksamkeitsrelation von 0,82, die unter dem Gesamtschnitt von 0,98 liegt. Wie bereits erwähnt zählen dazu auch alle Vertragsnaturschutzmaßnahmen, die den Schnitt senken. Positiv herauszuheben sind die Winterbegrünung und der Ökolandbau.

Die fünf Maßnahmen mit einfach positiver Wirkung [+] liegen hingegen mit 1,19 über dem Gesamtschnitt. Besonders gute Werte erzielen die MDM-Verfahren, die Gedüngte Mähweide und die Grünlandextensivierung.

Die Übersicht über die **Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte** (Tabelle 27) hilft nur bedingt die Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeitsanalyse weiter einzuord-

nen. Es zeigt sich insgesamt ein sehr heterogenes Bild: Während die Vertragsnaturschutzmaßnahmen eine sehr gute Treffgenauigkeit in den sensiblen Gebieten aufweisen, haben sie geringere Flächenanteile in diesen Gebieten und überwiegend auch ein ungünstigeres Input-Outputverhältnis. Andersherum weisen die MSL- bzw. Modulationsmaßnahmen i. d. R. eine günstigere Input-Outputrelation auf, erreichen aber nicht die Treffgenauigkeitswerte der Vertragsnaturschutzmaßnahmen. Es lässt sich daher schwer ein Gesamturteil fällen. Die nachfolgenden Ausführungen sind auch vor dem Hintergrund der insgesamt sehr hohen Treffgenauigkeiten zu sehen, die für alle Maßnahmen gelten. Die schlechteste Treffgenauigkeit liegt bei 82,4 % und ist damit immer noch gut einzustufen (bei 78,4 % Flächenanteil der sensiblen Gebiete an der LF).

Die MDM-Verfahren (C2-D) haben zwar die beste Kosten-Wirksamkeitsrelation aufzuweisen, was aber ausschließlich auf das günstigste Input-Outputverhältnis zurückzuführen ist. Die Maßnahme hat ansonsten nur eine einfach positive [+] Wirkungseinschätzung, bei unterdurchschnittlichen Treffgenauigkeiten und Flächenanteilen in den sensiblen Gebieten. Als eine der wenigen ackerbaulichen Maßnahmen muss ihr jedoch eine besondere Bedeutung zugesprochen werden.

Eine ähnliche Aussage gilt auch für die Winterbegrünung (C2-C). Sie hat jedoch eine sehr positive [++] Wirkungseinschätzung bei nur leicht ungünstigerem Input-Outputverhältnis (85 statt 70 EUR/ha). Unter den ackerbaulichen Maßnahmen wäre daher die Winterbegrünung im Hinblick auf den Oberflächenwasserschutz zu bevorzugen. Von den Flächenanteilen her schneiden beide Maßnahmen vergleichbar ab.

Tabelle 27: Übersicht der Präferenzergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte

Ranking	Wirkung [++]	Treffgenauigkeit [>= 92,9 %]	Flächenanteile [>= 8,33 %]	Beihilfesatz mit Korrekturfaktor [<= 114 EUR/ha]	Kosten- Wirksamkeitsrelation [>= 0,98]
1	• C2-A(U)	OA	• C2-A	• C2-D	• C2-D
2	• C2-B	GF	GC	• C2-B	• C2-C
3	• C2-C	GA	• C2-B	GA	GA
4	GC	GD	GD	• C2-A	• C2-A
5	GD	GE		• C2-C	• C2-B
6	GE	GC		GB	
7	OA	• C2-A(U)		GC	
8		GB		GF	

- 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.

Mit der Maßnahme Gedüngte Mähweide (GA) bietet der Vertragsnaturschutz (ohne entsprechende Ziele aufzustellen) eine sehr treffgenaue Maßnahme zum Gewässerschutz, bei allerdings nur einfach positiver [+] Wirkungseinschätzung und äußerst geringem Flächenumfang (8 ha). Für einen großflächigen Einsatz kann diese Maßnahme daher offensichtlich nicht empfohlen werden.

Die Grünlandextensivierung (C2-A) ist mit insgesamt über 1.650 ha die flächenstärkste Maßnahme in Hamburg. Sie hat vor diesem Hintergrund eine besondere Bedeutung für den Schutz der Oberflächengewässer. Ihre Treffgenauigkeit ist zwar unterdurchschnittlich, aber mit 91 % dennoch sehr hoch.

Der Ökolandbau (C2-B) erreicht Grünland- und Ackerflächen an Gewässern. Auch er ist mit vergleichsweise hohen Flächenanteilen in den sensiblen Gewässerrandbereichen vertreten.

Im Hinblick auf die Flächenanteile in sensiblen Gebieten, kommt den beiden Vertragsnaturschutzmaßnahmen Ungedüngte Mähweide (GC) und Ungedüngte Wiese (GD) eine besondere Bedeutung zu. Beide Maßnahmen haben zudem eine sehr positive [++] Wirkungseinschätzung und überdurchschnittliche Treffgenauigkeiten. Ihre Kosten-Wirksamkeitsrelation wird lediglich aufgrund des ungünstigeren Input-Outputverhältnisses gedrückt.

Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass

- in Hamburg aufgrund des sehr dichten Gewässernetzes auf der LF auch ohne Förderkulissen für den Oberflächengewässerschutz sehr hohe Treffgenauigkeiten erreicht werden,
- alle Maßnahmen einen wichtigen Beitrag zum Gewässerschutz leisten,
- aufgrund der hohen Flächenrelevanz der Stoffeintragsgefährdung die flächenstarken Maßnahmen (Grünlandextensivierung, Ungedüngte Mähweide, Ökolandbau und Ungedüngte Wiese) eine besondere Bedeutung erlangen,
- die fünf Maßnahmen mit Wasserschutzzielen zwar auch einen Beitrag zur Minderung des Stoffeintrags leisten, aber hinsichtlich ihrer Treffgenauigkeit nicht positiv auffallen.

Literaturverzeichnis

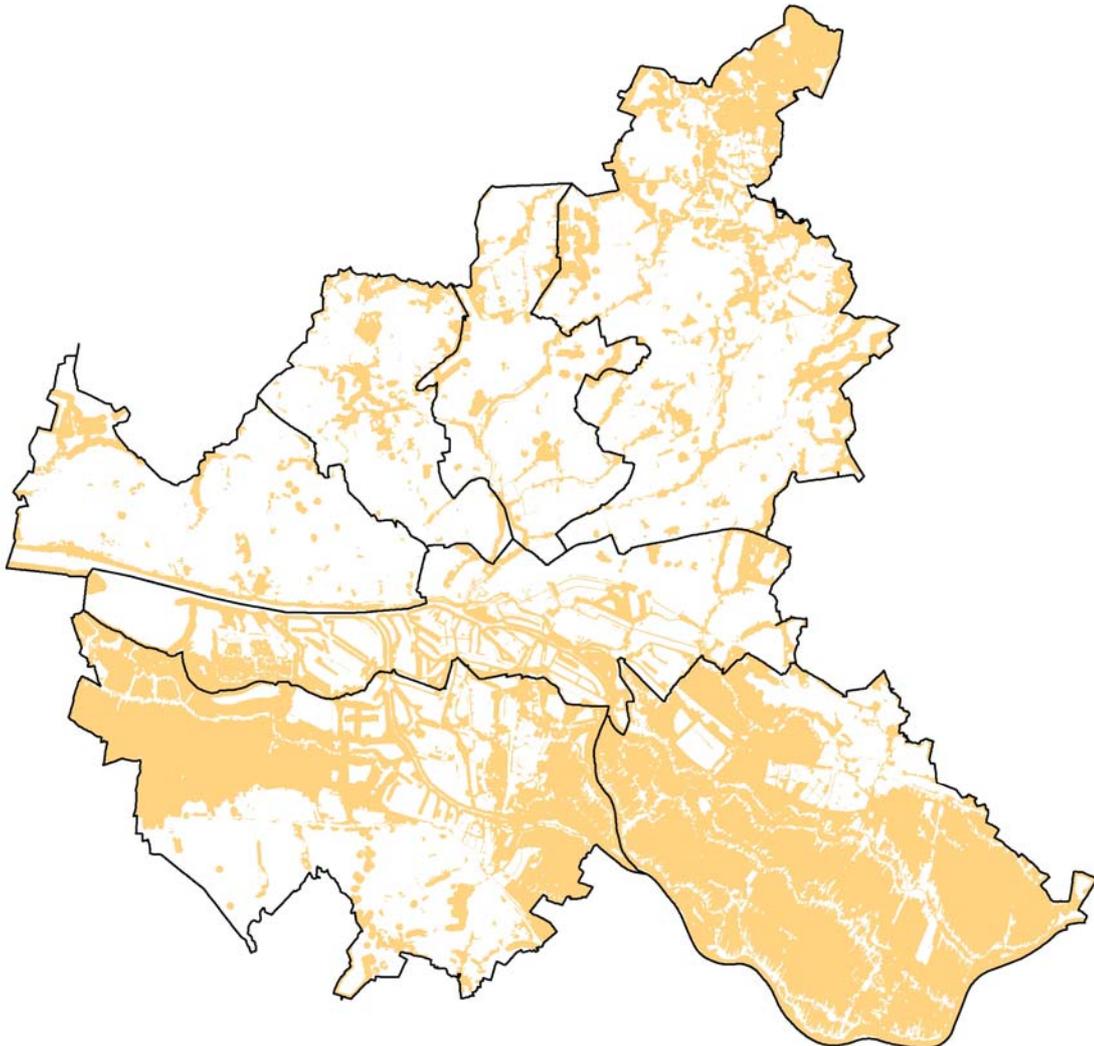
- WRRL, Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe. Europäisches Komitee für Normung, Europäische Norm ISO 9000:2005, Ersatz für EN ISO 9000:2000, Brüssel.
- Amt für Geoinformation und Vermessung, Freie und Hansestadt Hamburg (2001): Datenabgabe aus der abgeleiteten Digitalen Stadtgrundkarte 1:1000 - DSGK Stand 2001. Hamburg.
- Amt für Umweltschutz, Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (2005): Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Zusammenfassender Bericht über die Hamburger Bearbeitungsgebiete. Hamburg.
- 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. Berichte des Umweltbundesamtes, H. 3/00. Berlin.
- Erdmann, K. H. (1998): Untersuchungen zur Bodenerosion im südlichen Nordrhein-Westfalen. MAB-Mitteilungen, H. 43. Bonn.
- 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.
- Expertengespräche (2005): Leitfadengestützte Befragung zu Agrarumweltmaßnahmen durch FAL, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft.
- Forschungszentrum Jülich, Institut Agrosphäre (2007): Potenzielle Grundwassergefährdung durch diffuse N-Einträge. Email 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.
- Geier, U.; Friebe, B.; Haas, G.; Molkenhain, V. und Köpke, U. (1998): Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft. Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen, Handlungsfelder Hamburger Umweltpolitik. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, H. 8. Berlin.
- Hanusch, H. (1994): Nutzen-Kosten-Analyse. 2. überarbeitete Auflage, Verlag Franz Vahlen, München.
- 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.
- LUNG, Landesamt für Umwelt Naturschutz und Geologie (2002): Bodenerosion. Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern, H. 2. überarbeitete Auflage. Güstrow.
- 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.

- NLWKN, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft Küsten und Naturschutz (2005): Gewässermonitoring Altes Land - Ergebnisse 2004 -. 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.
- 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.
- Reiter, K.; Roggendorf, W.; Essmann, S.; Preising, A.; Pufahl, A.; Horlitz, T. und Sander, A. (2003): Halbzeitbewertung des Plans des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums, Kapitel 6, Agrarumweltmaßnahmen - Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. In: LR, Institut für Ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Halbzeitbewertung des Plans des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums gem. Verordnung (EG) Nr. 1257/199. Braunschweig, Hannover. S. 1-67.
- Reiter, K.; Roggendorf, W.; Runge, T.; Schnaut, G.; Horlitz, T. und Leiner, C. (2005): Aktualisierung der Halbzeitbewertung des Plans des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums, Kapitel 6, Agrarumweltmaßnahmen - Kapitel VI der VO (EG) Nr. 1257/1999. In: LR, Institut für Ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Aktualisierung der Halbzeitbewertung des Plans des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raums gem. Verordnung (EG) Nr. 1257/199. Braunschweig, Hannover. S. 1-120.
- Statistikamt Nord, Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2007): Statistisches Jahrbuch Hamburg 2006/2007. Hamburg.
- WB, Wirtschaftsbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg (2000): Plan des Landes Hamburg zur Entwicklung des ländlichen Raumes nach der VO (EG) Nr. 1257/1999. Hamburg.

Anhang

Karte A-1: Landwirtschaftlich genutzte Flurstücke im Distanzpuffer 250 m um Oberflächengewässer (vgl. Kapitel 3.2)



**Flurstücke im Abstand
von 125 m zu Gewässern**

 landwirtschaftl. genutzte Flurstücke

Quelle:

Digitale Stadtgrundkarte 2001

Förderdaten Behörde für Wirtschaft und Arbeit 2005

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