

Institut für Ländliche Räume



Wirkung von Wasserschutzmaßnahmen auf den mineralischen Stickstoffgehalt von Böden

Ergebnisse der Arbeiten im vTI zum Projekt WAgriCo2

Thomas Schmidt und Bernhard Osterburg

Braunschweig, im Februar 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	3
2	Zielsetzung	4
3	Vorgehensweise	4
3.1	Überlegungen zum Indikator	4
3.2	Material	5
3.3	Methode	7
4	Ergebnisse	9
5	Diskussion	15
6	Ausblick	16
	Literatur	18
	Anhang	19

1 Problemstellung

Für die Maßnahmenplanung gemäß Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) werden Erkenntnisse über die Maßnahmenwirksamkeit benötigt. Für „ergänzende“ Maßnahmen auf freiwilliger Basis ist ein Wirkungsnachweis auch erforderlich, um Entgeltzahlungen an die Landwirtschaft zu rechtfertigen. Angesichts knapper öffentlicher Mittel für Wasserschutzmaßnahmen sollten geförderte Maßnahmen zu gesicherten Verbesserungen führen und eine angemessene Kostenwirksamkeit aufweisen. Auf diese Weise kann ein möglichst effizienter Einsatz öffentlicher Mittel gewährleistet werden.

Ein umweltbezogenes Wirkungsmonitoring wird auch seitens der EU-Kommission als Bestandteil des gemeinsamen Monitoring- und Evaluationsrahmens zur Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der ELER-Verordnung gefordert (Verordnung (EG) 1698/2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäi-

schen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums). Da Wasserschutzmaßnahmen zur Umsetzung der WRRL mehrheitlich mit EU-Kofinanzierung umgesetzt werden, sind Wirkungsnachweise wichtig, um auch künftig die Verwendung von EU-Mitteln rechtfertigen zu können. Die Anstrengungen der deutschen Bundesländer für das Wirkungsmonitoring sollten gebündelt werden, um für wichtige Wasserschutzmaßnahmen systematische, überregional geltende Wirkungsnachweise führen zu können und den dafür notwendigen Aufwand zu minimieren (Osterburg und Runge, 2007).

2 Zielsetzung

Die vorliegende Analyse soll dazu beitragen, auf der Basis umfangreicher Monitoringdaten der Herbst- N_{\min} -Werte, statistisch abgesicherte Nachweise über die Wirkungen freiwilliger Wasserschutzmaßnahmen auf die potentielle Gewässerbelastung durch die Landwirtschaft vorzulegen. Mit Hilfe der Ergebnisse sollen vorliegende Experteneinschätzungen (Schmidt et al., 2007b) und auf einer schmaleren Datenbasis fußende Wirkungsabschätzungen (Schmidt et al., 2007a) überprüft und durch objektive, statistische basierte Nachweise unterlegt werden.

3 Vorgehensweise

3.1 Überlegungen zum Indikator

Bei der Evaluierung von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) ist die Zielgröße festzulegen, die durch die Maßnahmen verbessert werden soll. Für den Bereich Grundwasser ist dies in Niedersachsen insbesondere der Stickstoffgehalt des Grundwassers, der in weiten Teilen des Landes sehr hoch liegt (vgl. Nitratbericht BMU/BMELV, 2008; Bewirtschaftungsplan FGG Weser, 2008). Da die zeitliche Abfolge zwischen der Umsetzung einer Maßnahme und dem Auftreten des positiven Effektes im Grundwasser mehrere Jahre dauern kann, ist es hilfreich, einen Indikator zu nutzen, der sowohl in engem Zusammenhang mit der Grundwasserqualität steht, als auch zeitlich sehr nahe an der Maßnahmenumsetzung zu ermitteln ist.

Die Messung der Sickerwasserkonzentration erfüllt diese Voraussetzung, ist aber sehr kostenintensiv und stellt daher einen unverhältnismäßig hohen Aufwand dar. Für das Sickerwasser stehen deshalb keine umfangreichen Datensätze zur Verfügung. Eine mehrjährige Stickstoffbilanzierung auf Betriebs- und/oder regionaler Ebene ist eine wichtige Kenngröße für die Gesamtbewertung des Systems und lässt Schlüsse über eine nachhaltige Bewirtschaftung zu. Ein Problem stellt die begrenzte Datenverfügbarkeit und die eingeschränkte Belastbarkeit der betrieblichen Ausgangsdaten dar. Als kalkulatorische Grö-

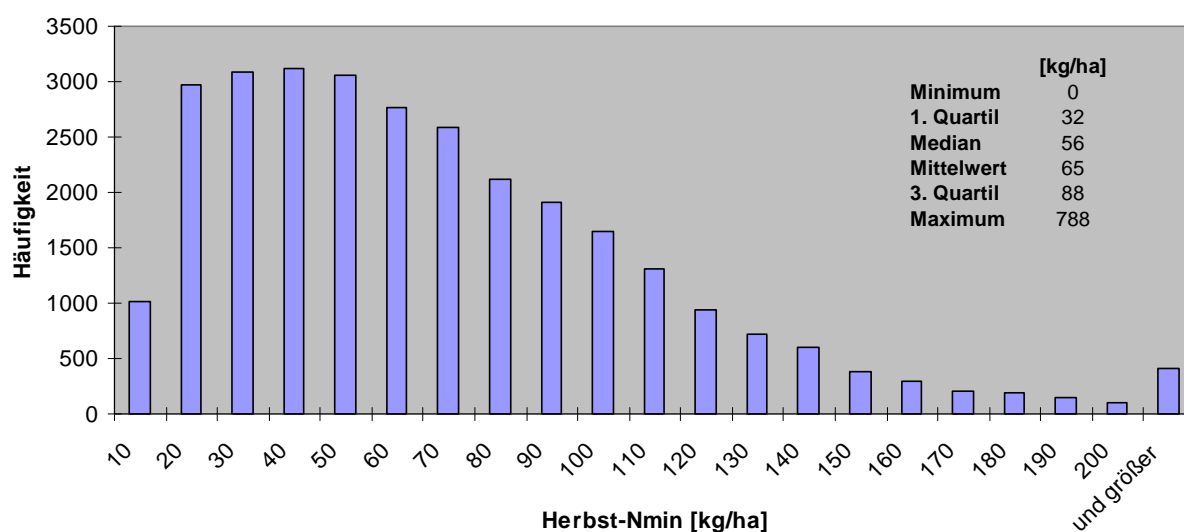
ße bleibt die Stickstoffbilanz aufgrund vieler Annahmen vergleichsweise ungenau. Bei Maßnahmen auf Einzelflächen sind Wirkungen auf die betrieblichen N-Salden nur eingeschränkt nachweisbar.

Die Herbst- N_{\min} -Werte sind ein Indiz dafür, wie viel Nitrat während der Wintermonate potenziell auswaschungsgefährdet ist. Dabei ist der Zeitpunkt der Probenahme besonders wichtig, da möglichst der gesamte mineralische Stickstoffgehalt des Bodens gemessen werden soll, d.h. der Rest- N_{\min} aus der Düngung und der im Herbst mineralisierte N-Anteil aus dem Boden. Als objektive und flächenbezogene erhobene Messgröße sind Herbst- N_{\min} -Werte gut geeignet, Maßnahmenwirkungen von Maßnahmen auf Einzelflächen zu analysieren.

3.2 Material

Der niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) untersucht routinemäßig landwirtschaftlich genutzte Böden in Wasserschutzgebieten. In den Jahren 2000 bis 2006 wurden insgesamt 22.716 Bodenproben gezogen, analysiert und ausgewertet. Davon sind 8.681 Beprobungen auf Flächen mit Maßnahmen durchgeführt worden und 14.035 ohne Maßnahmen. Erwartungsgemäß zeigt die Wertübersicht in einem Histogramm (Abbildung 1) eine rechtsschiefe Verteilung, d. h. dass relativ wenige Werte im Bereich 0 bis 10 kg/ha liegen, die Anzahl der gemessenen Werte zwischen 20 und 60 kg/ha etwa gleich verteilt sind und darüber kontinuierlich abnehmen.

Abbildung 1: Histogramm aller Beprobungen



Quelle: Eigene Darstellung

Der gesamte Stichprobenumfang wurde um einige Datensätze reduziert, die wegen unterschiedlichster Gründe nicht in die Auswertung aufgenommen wurden:

- (1) Beprobungstiefe: 90 cm (92 % der Proben enthält N_{\min} aus 0-90cm). 8 % der Proben mit geringerer Mächtigkeit des beprobten Bodenkörpers werden verworfen. Aus den vorliegenden Daten konnte kein Zusammenhang zwischen N_{\min} -Gehalt und Beprobungstiefe festgestellt und somit auch kein Korrekturwert berechnet werden. Einige Proben (11 ohne Maßnahme und 23 mit Maßnahme) aus 0 bis 150 cm wurden berücksichtigt, da kurz vor der Probenahme ein Starkregeneignis den N_{\min} aus 0-90 cm in tiefere Schichten verlagerte.
- (2) Datum der Probenahme: 15. September bis 31. Dezember (96 % der Proben wurden im Oktober und November gezogen). Der Zeitpunkt für die Probennahme soll gewährleisten, dass das Gesamtpotenzial des Herbst- N_{\min} gemessen wird. Eine frühe Probenziehung im September kann die Ergebnisse verzerren, da der Boden noch größere Mengen leicht mineralisierbarer organischer Stickstoff enthalten kann, die vor Ende der Vegetationsperiode mineralisiert werden. Je nach Niederschlagsverhältnissen kann bei später Probenziehung ein Teil des mineralischen Stickstoffs bereits ausgewaschen sein. Aufgrund der geringen Anzahl von Proben im September und Dezember hat der Zeitpunkt der Probennahme kaum Einfluss auf die vorgestellten Ergebnisse.
- (3) Des Weiteren wurden Beprobungen von Schlägen, die sich im Quellen- oder Senken-Stadium befinden, nicht berücksichtigt (ca. 1 % der Proben).

Tabelle 1 fasst die berücksichtigten Maßnahmen und korrespondierender Stichprobenumfänge (Beprobungen) zusammen und listet in den ersten zwei Spalten die Originalcodes mit den verwendeten Gruppennummern, die zusammen analysiert wurden. Insgesamt wurden 19.901 Proben (ca. 90 % aller beprobten Flächen) in die Auswertung aufgenommen.

Tabelle 1: Erfasste Maßnahmen und Beprobungen in den Jahren 2000 bis 2006

Gruppe	Code	Langtext	Beprobungen
0	-	Ohne Maßnahme	12.421
1	I. A	Zeitliche Beschränkung der Wirtschaftsdüngerbringung	52
2	I. B	Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	3
3	I. C1	Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern (Gülle)	684
	I. C2	Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern (Festmist)	
4	I. D	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	24
5	I. E0	Zwischenfrucht	3.282
	I. E1	Zwischenfrucht (nicht winterhart / unbekannt)	
	I. E2	Winterharte Zwischenfrucht	
	I. E3	Untersaaten	
	ZF	Zwischenfrucht	
6	I. E4	Brachebegrünung	212
7	I. F0	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	414
	I. F1	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung konventionell	
8	I. F2	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung Öko	77
9	I. G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	71
10	I. H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	31
11	I. I	Reduzierte N-Düngung	701
12	I. J	Reduzierte Bodenbearbeitung	421
13	I. K	Maisensaat	313
14	I. M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	17
15	I. N	Reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen	27
16	I. O	Erstellung schlagbezogener Nährstoffbilanzen	112
17	II.	Umwandlung Acker in extensives Grünland	59
18	Sonstige	Sonstige Maßnahmen	64
19	-	Kombination der Maßnahmen 5 und 3	374
20	-	Kombination der Maßnahmen 5 und 11	288
21	-	Kombination der Maßnahmen 5 und 13	125
22	-	Kombination der Maßnahmen 11 und 12	129

3.3 Methode

Die analysierten Bodenproben stammen von unterschiedlichsten Schlägen, die sowohl eine regionale als auch eine temporäre Verteilung aufweisen. Ein optimaler Mit-Ohne-Vergleich, d.h. identische Schläge mit vernachlässigbaren Bodenunterschieden und gleicher Bewirtschaftungshistorie, konnte nicht hergestellt werden. Die Ergebnisse sind aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit der untersuchten Messwerte mit Vorsicht zu interpretieren. Dem Problem der begrenzten Vergleichbarkeit wird in dieser Studie dadurch begegnet, dass für jede Beprobung mit Maßnahme eine zufällige Auswahl von drei Beobachtungen ohne Maßnahme mit identischer Charakterisierung (Fruchtart, Nitrataustragsgefährdung, Wirtschaftsdüngerzufuhr, Jahr)¹ herangezogen wird. Betriebliche N-

¹ Fruchtarten - zusammengefasst nach 20 verschiedenen Gruppen; Nitrataustragsgefährdungen (NAG-) Klasse – 1 bis 5 für die Bodeneigenschaft; Klasse der Wirtschaftsdünger-Zufuhr – 0 bis 8 auf Betriebsebene; Jahr – 2003/andere Jahre (in Voruntersuchungen zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten im Jahr 2003 und anderen Jahren).

Bilanzsalden lagen nur für einen kleinen Teil der Proben vor und wurden daher nicht in den Auswertungen berücksichtigt.

Auf Basis der so gebildeten Paare (1:3) von Beobachtungen kann ein Mit-Ohne-Vergleich durchgeführt werden. Die Merkmale dieser beprobten Schläge ohne Maßnahmen entsprechen zwar nur näherungsweise den Vergleichsflächen mit Maßnahme, etwa aufgrund der Klassenbildung für wichtige Bestimmungsgrößen, oder fehlenden Einzelschlaginformationen über die Wirtschaftsdüngerzufuhr, jedoch gibt die Vielzahl der Analysewerte und die dahinterliegende Verteilung ein realistisches Bild der Verhältnisse wieder.

Auf Basis dieser Stichprobenauswahl wurden zwei statistische Auswertungen durchgeführt:

- (1) Ein Paarvergleich (Multipler paarweiser Vergleich mithilfe des Kruskal-Wallis-(Rangsummen-)Tests) prüft, ob eine Maßnahme einen signifikanten Beitrag zur Verringerung des Herbst- N_{\min} -Wertes bewirkt, oder nicht. In der hier vorliegenden Anwendung werden die Stichproben mit Maßnahme der korrespondierenden Stichproben ohne Maßnahme gegenübergestellt. Zusätzlich berechnet die deskriptive Statistik u. a. die Mediane der Stichprobenauswahl und liefert den absoluten Maßnahmeneffekt in [kg N/ha]. Hierbei wurde der Median und nicht der Mittelwert verwendet, um Extremwerte („Ausreißer“) zu vernachlässigen. In der Ergebnisdarstellung werden die Statistiken zusammengeführt, so dass zu jedem signifikanten Paarvergleich eine Median-Differenz abzulesen ist. Paare, die sich nicht signifikant unterscheiden werden dagegen verworfen. Das Signifikanzniveau liegt bei 5 %.
- (2) Zur Kontrolle dieser Distanzmaße wurden Regressionsanalysen durchgeführt. Diese Auswertung dient üblicherweise zur Schätzung eines Modells zur Erklärung einer abhängigen Variablen mithilfe einer oder mehrerer unabhängiger Variablen. In dieser Analyse werden die Regressionskoeffizienten für quantitative Vergleiche mit den Ergebnissen des Paarvergleich (Median-Differenzen) herangezogen. Voruntersuchungen zeigten, dass die Erklärungsgehalte der erstellten Regressionsmodelle sehr gering sind (Bestimmtheitsmaß $< 10\%$), die Koeffizienten für die verschiedenen Maßnahmen (Maßnahmendummies) in verschiedenen Modellvarianten jedoch sehr stabil bleiben. In der hier vorliegenden Auswertung wurde der Achsenabschnitt für die Regressionsschätzung entsprechend dem mittleren Herbst- N_{\min} -Wert ohne Maßnahme auf 71 kg/ha festgelegt.

Zur Auswertung kamen zunächst Stichproben, die nur nach Maßnahmengruppen differenziert wurden. In einer weiteren, verfeinerten Analyse wurden diese Gruppen nochmals unterteilt und getrennt analysiert. Die Schichtungskriterien waren dabei das Kalenderjahr, der Betriebstyp, die Nitrataustragsgefährdung und der mittlere Jahresniederschlag des Standortes. Gruppen unter 10 Beprobungen mit Maßnahme blieben unberücksichtigt.

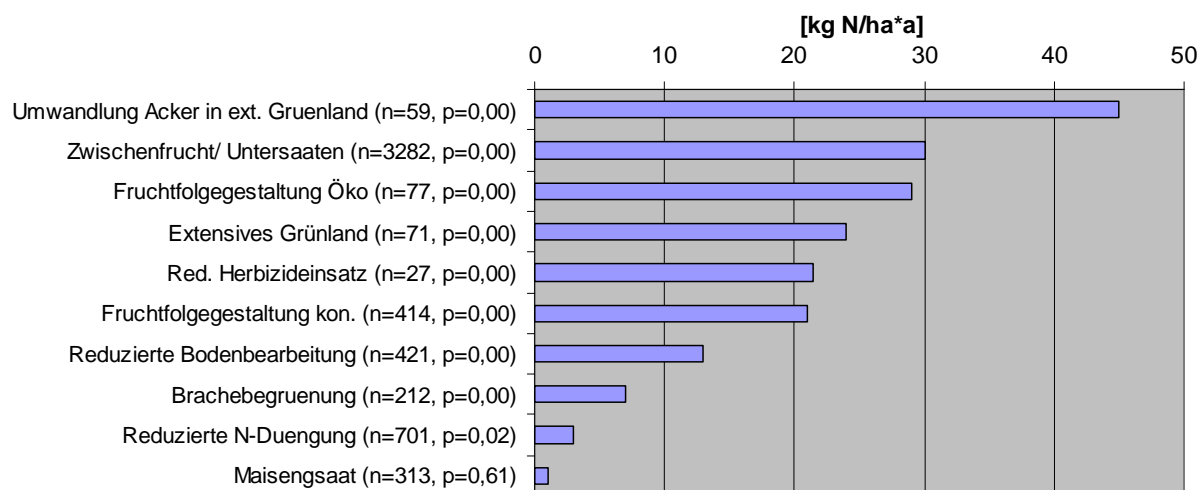
4 Ergebnisse

Insgesamt konnten 11 Maßnahmen (vgl. Abbildung 2) und 470 Paare bzw. Untergruppen der Maßnahmen identifiziert werden, die signifikante Effekte ausweisen (s. Anhang 4). Die Referenzsituation, mit der die jeweilige Maßnahme verglichen wird, ist für die Interpretation der Wirkung entscheidend. Die jeweils zugrunde liegenden Referenzen werden in Anhang 2 dargestellt. Zu berücksichtigen ist, dass aufgrund der Auswahl vergleichbarer Paare mit gleichen Fruchtarten und vergleichbarer Wirtschaftsdünger-Zufuhr die Wirkung von Fruchtfolgeumstellungen und Viehbestandsabstockungen nicht bewertet werden. Maßnahmen, die wie der ökologische Landbau mit einer Veränderung der Betriebsstruktur einhergehen, werden deshalb hinsichtlich ihrer Wirkung nicht vollständig erfasst.

Die mittleren Maßnahmewirkungen liegen zwischen 1 kg N/ha bei *Maisengsaat* (im Vergleich zu Mais in Standard-Reihenweite) und 45 kg N/ha bei der *Umwandlung von Acker in extensives Grünland* (im Vergleich zu Winterweizenanbau als Referenz). Erwartungsgemäß zeigte der *Zwischenfruchtanbau* einen deutlichen Minderungseffekt auf den Herbst- N_{\min} von 30 kg N/ha*a. Das Minderungspotenzial der *gewässerschonenden Fruchtfolgegestaltung im Ökolandbau* ist auf den systembedingten Unterschied im Düngungs- und Bodenmanagement zwischen konventionellem und ökologischem Landbau zurück zu führen, enthält aber wie erläutert keine Bewertung der Fruchtfolgeumstellung. Die *extensive Bewirtschaftung von Grünland* wurde mit einer mittleren Grünlandnutzung verglichen und weist ebenfalls ein hohes Reduktionspotenzial (24 kg N/ha) aus. Ein *reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen* deutet auf eine extensivere Wirtschaftsweise hin, die mit geringeren N-Gaben einhergeht und dadurch geringere Rest- N_{\min} -Gehalte im Boden hinterlässt. Für diese Maßnahme ergibt sich eine mittlere N_{\min} -Reduktion im Herbst von ca. 21 kg N/ha, vergleichbar die mit der Wirkung der *gewässerschonenden Fruchtfolgegestaltung im konventionellen Landbau*.

Die Mineralisation von Stickstoff durch Belüftung des Bodens kann durch eine *reduzierte Bodenbearbeitung* vermindert werden (im Mittel um 13 kg N/ha*a). Die aktive *Brachebegrünung* führt zu einer Verbesserung der Herbst- N_{\min} -Gehalte von durchschnittlich 7 kg/ha*a verglichen zu Brache ohne bzw. mit Selbstbegrünung. Eine *reduzierte N-Düngung* soll die Effizienz des Nährstoffeinsatzes erhöhen, verringert den im Boden verbleibenden mineralischen Rest-N im Herbst um nur 3 kg N/ha*a. Trotz eines relativ hohen Stichprobenumfangs von über 600 Beprobungen auf Flächen mit *Maisengsaat* ist nur ein sehr geringer und nicht signifikanter Effekt zu beobachten (1 kg N/ha*a).

Abbildung 2: Herbst- N_{\min} -Reduktion durch Agrarumweltmaßnahmen (Vergleich der Mediane mit und ohne Maßnahme, n =[Proben mit Maßnahme], p =[Signifikanzniveau])



Langtext der Maßnahmen und weitere Zahlenwerte s. Anhang 1 und Anhang 4.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Auswertung weiterer Maßnahmengruppen (*Zeitliche Beschränkung der bzw. Verzicht auf Wirtschaftsdüngeraufbringung, gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdünger, Boden- und Wirtschaftsdüngeruntersuchung*) ergab negative oder nicht signifikante Werte. Für diese Maßnahmen sind weitere Untersuchungen zur Klärung der Sachverhalte notwendig. Für einige Maßnahmen sind die Stichprobenumfänge möglicherweise zu gering, um Wirkungen nachweisen zu können (*Einsatz stabilisierter N-Dünger, Schlagbezogene Nährstoffbilanzen*). Nicht erklärt werden kann, warum sich für *schlagbezogene Nährstoffbilanzen* im statistischen Vergleich negative Wirkungen (erhöhte Herbst- N_{\min} -Werte) ergeben. Dies kann damit zusammenhängen, dass Nährstoffbilanzen gezielt in Betrieben mit potentiell erhöhten Herbst- N_{\min} -Werten erstellt werden. Der Paarvergleich findet dann nicht auf Basis einer Zufallsauswahl statt. Besser wäre es in diesen Fällen, Zeitreihen der Bilanzsalden und Herbst- N_{\min} -Werte in teilnehmenden Betrieben (Vorher-Nachher-Vergleich) zu analysieren oder die Auswahl der Vergleichspaare z. B. anhand von betriebs- oder schlagbezogenen N-Salden zu verbessern.

Für die Maßnahme *gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdünger* sind die tatsächlichen Ausbringmengen des Aktuelljahres und der Vorjahre auf den beprobten Schlägen relevant, im Datensatz enthalten sind aber nur Angaben auf Betriebsebene für das jeweilige Jahr. Die Eignung von Herbst- N_{\min} -Werten zur Bewertung von Maßnahmen zur (gas-) emissionsarmen Ausbringung von Wirtschaftsdünger ist eingeschränkt, da in erster Linie gasförmige Ammoniakemissionen vermindert werden. Die Minderung gasförmiger N-Verluste und auch der Lenkungseffekt der Förderung, der zu einer erhöhten Wirtschaftsdüngeraufbringung auf geförderten Schlägen führen kann, können eine höhere N-Zufuhr in den Boden zur Folge haben. Die Wirkung der Maßnahme kann in diesem Fall

auf Basis der Herbst- N_{\min} -Werte nicht erfasst werden, notwendig wäre vielmehr eine Bewertung der gasförmigen N-Verluste sowie eine Analyse der N-Salden und der N-Ausnutzungsgrade. Für die Maßnahme *umbruchlose Grünlanderneuerung* war keine sachgerechte Referenz (Grünlanderneuerung mit Umbruch) im Datensatz enthalten.

Weitergehende Untersuchungen sollten über die Wirkung dieser Maßnahmen in spezifischen Situationen (z. B. Einzeljahre, Betriebstypen) Aufschluss geben. Für weitere Differenzierungen ist eine große Probenanzahl je Maßnahme erforderlich. Während der *Zwischenfruchtanbau* relativ häufig beprobt wurde (3.282) und entsprechend viele Differenzierungen nach Standorten, Betrieben und Vorfruchtarten erlaubt, basiert das Ergebnis für den *Einsatz stabilisierter N-Dünger* nur auf 17 Beprobungen mit Maßnahme. Die Ergebnisse der detaillierten Paarvergleiche sind in Anhang 4 enthalten (nur statistisch signifikante Ergebnisse).

Wie oben bereits angemerkt, konnten 470 Untergruppen identifiziert werden, die ein detaillierteres Bild über signifikante Wirkungen aufzeigen (vgl. Anhang 4). Die Auswertung weiterer ca. 3.000 Untergruppen blieb ohne abgesicherte Effekte und wurde daher nicht berücksichtigt (und im Anhang 4 nicht aufgeführt). Die Signifikanz ist neben der Rangfolge der Ergebnisse auch vom Stichprobenumfang abhängig, so dass intensiv beprobte Maßnahmen (z. B. Zwischenfrucht) mit höherer Wahrscheinlichkeit die Signifikanzgrenze erreichen, als z. B. der Einsatz stabilisierter N-Dünger (n=17). Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse beschrieben:

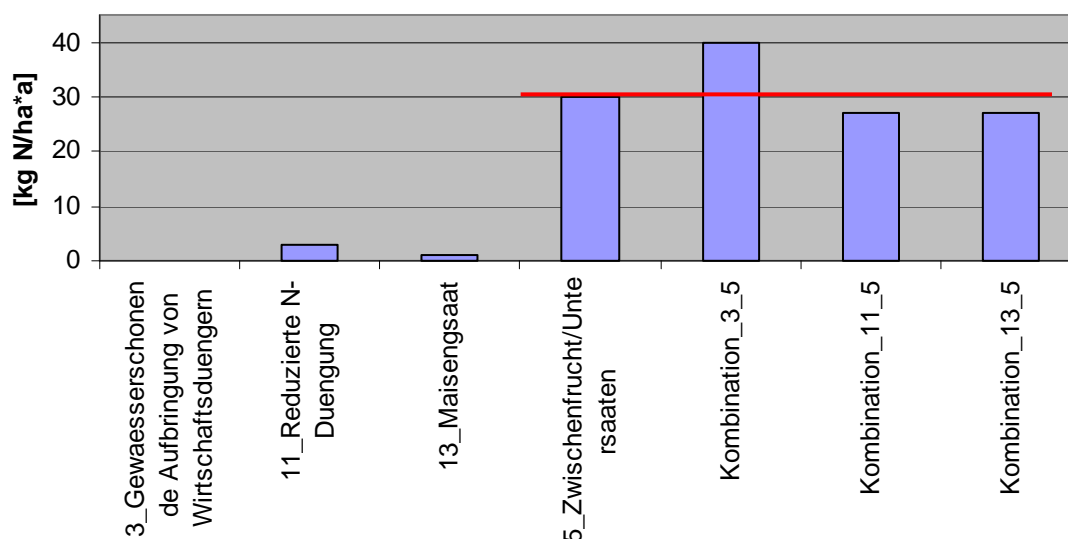
- Schichtungskriterium Kalenderjahr: Im Jahr 2003 sind die höchsten Minderungsraten festzustellen. Der Grund dafür liegt in der Sommertrockenheit, die zu geringen Ernteentzügen führte und somit zu hohen Herbst- N_{\min} -Werten. Das Reduktionspotenzial von Maßnahmen lag in diesem Jahr besonders hoch. Die Unterschiede zwischen den anderen Jahren können nicht (alleine) durch die hier getesteten Niederschläge im September und Oktober erklärt werden. Weitere auswertbare Informationen lagen nicht vor.
- Die Fruchtarten Raps und Winterweizen zeigten in vielen Fällen hohe Reduktionsraten, was auf erhöhte Herbst- N_{\min} -Werte ohne Maßnahme zurückgeführt werden kann.
- In den Betriebsgruppen gibt es keine eindeutigen Differenzen der Maßnahmenwirkungen, d.h. weder in den Betriebskategorien noch in bei den Betriebstypen ist eine Systematik der Reduktionspotenziale zu erkennen.
- Die unteren Klassen organischer Düngung (< 50 kg/ha) zeigen häufiger signifikante Ergebnisse als die Klassen mit hoher organischer Düngung (> 50 kg/ha), da im unteren Bereich größere Stichprobenumfänge ausgewertet werden konnten. Eine Empfehlung auf eine Maßnahmenlenkung ist daraus nicht abzuleiten.
- Dasselbe gilt für die Nitrat-Austragsgefährdung (NAG-Klasse).

Zusammenhänge zwischen der Verteilung signifikanter und nicht signifikanter Ergebnisse und dem Stichprobenumfang werden in Anhang 5 graphisch dargestellt und kommentiert. Für Maßnahmen mit gesicherter Wirkung liegen nur bei geringen Stichprobenumfängen nicht signifikante Ergebnisse vor, bei höheren Stichprobenumfängen stabilisiert sich die Wirkungshöhe, und die Probenwerte mit Maßnahme sind signifikant von Werten ohne Maßnahme verschieden.

Wirkungen von Maßnahmenkombinationen

Neben Einzelmaßnahmen wurden auch Maßnahmenkombinationen auf einem Schlag innerhalb einer Vegetationsperiode durchgeführt. Maßnahmenkombinationen mit einer Beprobungshäufigkeit > 50 wurden in die Auswertung aufgenommen. Dazu zählen drei Maßnahmen, die neben Zwischenfruchtanbau bzw. Untersaat durchgeführt wurden: 3_Gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, 11_Reduzierte N-Düngung und 13_Maisengsaat (Abbildung 3). Für diese drei Maßnahmen konnten in den Paarvergleichen keine relevanten Reduktionspotenziale festgestellt werden. Die Zwischenfrucht in Kombination mit gewässerschonender Wirtschaftsdüngerausbringung erhöht das Reduktionspotenzial deutlich. Die weiteren Kombinationen zeigen in dieser Auswertung keine positiven Effekte und müssen mit mehr Hintergrundinformationen und einem größeren Stichprobenumfang weiter untersucht werden.

Abbildung 3: Reduktion des Herbst- N_{\min} (Medianvergleich mit und ohne Maßnahme) von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen



Quelle: Eigene Darstellung.

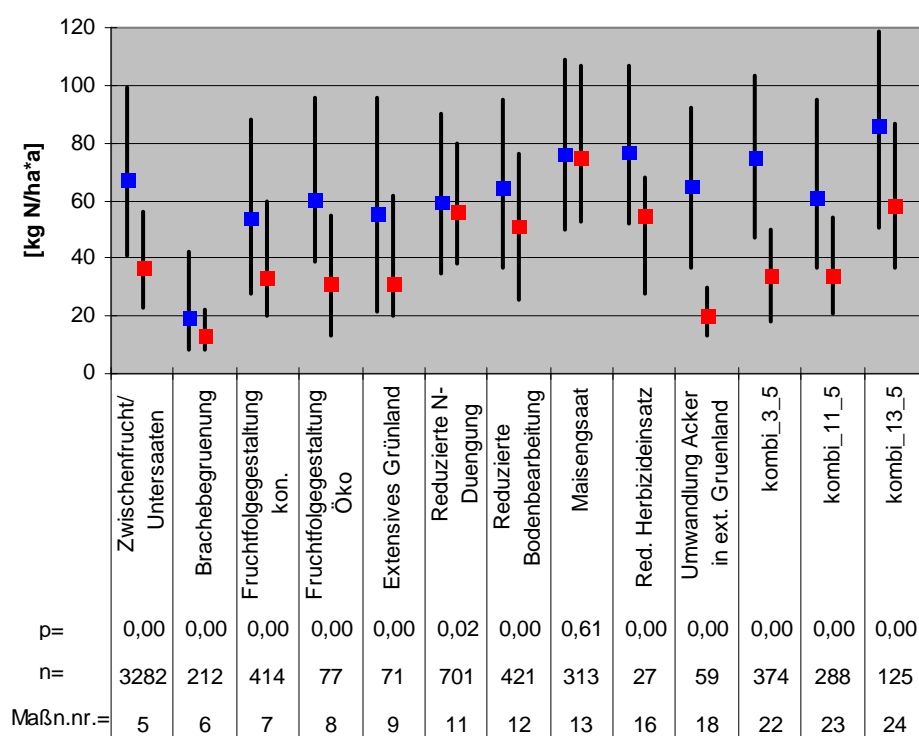
Die Maßnahmenkombination *reduzierte N-Düngung* mit *reduzierter Bodenbearbeitung* zeigte gegenüber konventioneller Ackernutzung einen signifikanten Effekt von

14 kg/ha*a. Weiter Kombinationen wurden wegen zu geringer Stichprobenumfänge nicht ausgewertet.

Exkurs zur Notwendigkeit statistischer Vergleiche

Eine Signifikanzprüfung ist aufgrund überlappender Stichproben notwendig, um statistisch nachweisbare Unterschiede zwischen zwei Gruppen (hier: mit und ohne Maßnahme) dokumentieren zu können. Abbildung 4 zeigt paarweise den Median und die 25- bzw. 75%-Quartile der jeweiligen Vergleichsgruppen. Das Signifikanzniveau (p) und der Stichprobenumfang (n) der Gruppe mit Maßnahme werden ebenfalls ausgewiesen.

Abbildung 4: Median und Quartile der Herbst-N_{min}-Stichproben (mit und ohne Maßnahme)



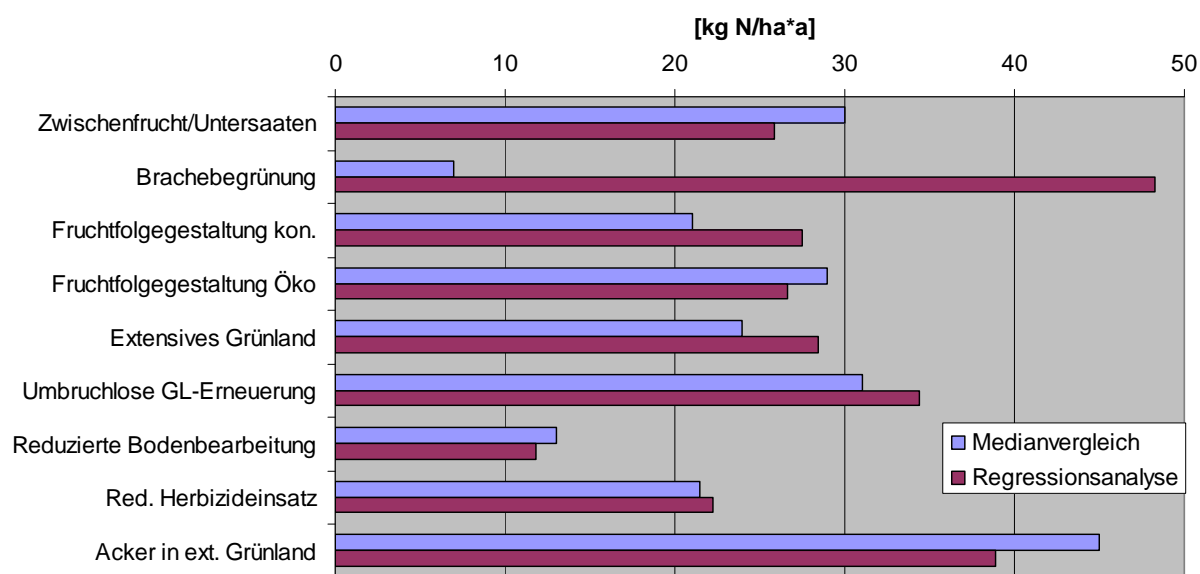
Quelle: Eigene Berechnungen.

Vergleich mit Ergebnissen der Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse bestätigt im Wesentlichen die ermittelten Wirkungen des Medianvergleichs (s. Abbildung 5). Große Differenzen treten bei Brachebegrüenung auf, da sich in diesen Fällen die Referenzen unterscheiden. Während der Paarvergleich die Fruchtart berücksichtigt, vergleicht die Regressionsanalyse alle Werte ohne Maßnahme mit den Werten einer bestimmten Maßnahme. Dies führt dazu, dass die Brachebegrüenung in der Regressionsanalyse mit allen landwirtschaftlichen Nutzungsformen verglichen wird und

dadurch einen sehr großen Effekt aufweist. Im Paarvergleich wird Brachebegrünung hingegen mit Bracheflächen ohne aktive Begrünung verglichen.

Abbildung 5: Ergebnisse des Medianvergleichs und der Regressionsanalyse

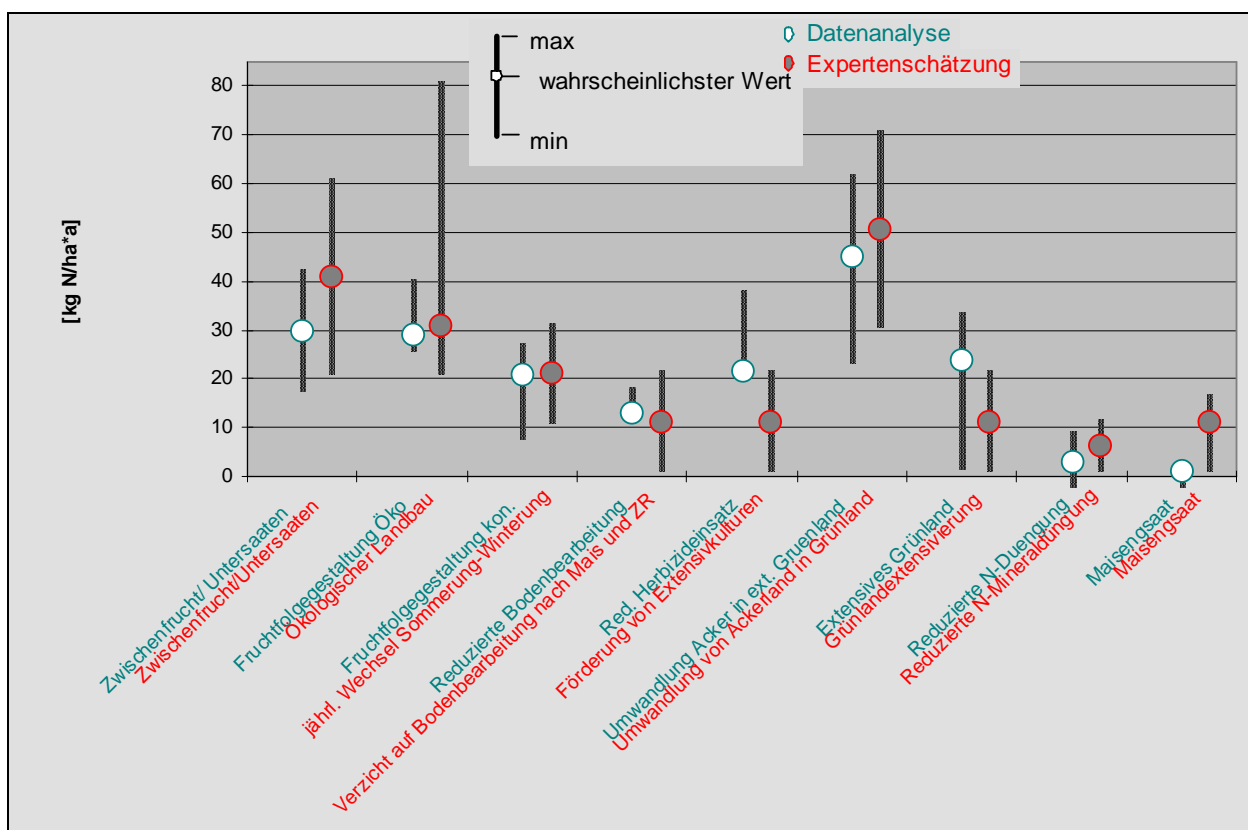


Quelle: Eigene Berechnungen.

Vergleich der Ergebnisse der statistischen Analyse mit Expertenschätzungen

Ein Vergleich der Datenanalyse mit einer Expertenschätzung (in Osterburg und Runge, 2007) zur Wirkung von Wasserschutzmaßnahmen auf den Herbst- N_{\min} -Wert hat gezeigt, dass die Expertenschätzung größtenteils mit den Ergebnissen der statistischen Analyse übereinstimmt (vgl. Abbildung 6). Die Abweichungen liegen meist unter 10 kg/ha. In drei Fällen (3_Gülleausbringungstechnik, 8_Fruchtfolgegestaltung Öko, 9_Extensives Grünland) sind größere Abweichungen festzustellen, die auf unterschiedliche Referenzsituationen zurückzuführen sind. Das Potenzial der Grünlandextensivierung scheint nach dieser Auswertung größer zu sein als von den Experten eingeschätzt.

Abbildung 6: Vergleich der Datenanalyse mit einer Expertenschätzung zur Wirkung von Wasserschutzmaßnahmen auf den Herbst- N_{\min} -Wert



Quelle: Darstellung nach Osterburg und Runge, 2007 und eigene Berechnungen.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit werden die Auswertung von Herbst- N_{\min} -Daten mithilfe massenstatistischer Methoden beschrieben und die Ergebnisse vorgestellt. Voraussetzung für diese Analyse ist die Verfügbarkeit von Messdaten für einen großen Stichprobenumfang und die Möglichkeit eines Mit-Ohne-Vergleichs, also der Einbeziehung von Flächen ohne Maßnahmenumsetzung. Der Mit-ohne-Vergleich wurde in der vorliegenden Arbeit anhand von Proben mit ähnlichen Bewirtschaftungs- und Standortcharakteristika erzeugt. Der Nachweis wurde über eine Signifikanzgrenze von 5 % geführt, d.h. wenn die Null-Hypothese mit 95 % Wahrscheinlichkeit abgelehnt werden kann, gilt die alternative Hypothese, dass sich die Stichproben mit und ohne Maßnahme bezüglich der Herbst- N_{\min} -Werte unterscheiden, als bestätigt. Für die Bestimmung der zu erwartenden, mittleren Maßnahmenwirkung wurde die Differenz der Medianwerte herangezogen, die weniger von Extremwerten in den Stichproben beeinflusst wird. Die Witterungsverhältnisse wurden pauschal hinsichtlich des Herbstniederschlags (September, Oktober) untersucht. Eine genauere Standortanalyse war aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit nicht möglich.

Die großflächige Förderung von Zwischenfrucht-Maßnahmen hat nach vorliegenden Ergebnissen ihre Berechtigung, da deutliche und statistische abgesicherte, positive Maßnahmenwirkungen nachgewiesen werden können. Unsicherheiten bestehen allerdings bezüglich der Anrechnung zusätzlicher Düngung zur Etablierung eines guten Pflanzenbestandes im Herbst in den Folgejahren, und damit bezüglich der langfristigen Wirkung in der Fruchtfolge. Auch für eine Reihe weiterer Maßnahmen (*Umwandlung von Acker in extensives Grünland, Fruchtfolgegestaltung Öko, extensives Grünland, Reduzierung des Herbizideinsatzes, Fruchtfolgegestaltung konventionell, reduzierte Bodenbearbeitung und Brachebegrünung*) konnten signifikante positive Maßnahmenwirkungen nachgewiesen werden.

Vermutlich aufgrund geringer Stichprobenumfänge konnte für eine Reihe von Maßnahmen keine Wirkung nachgewiesen werden (*Einsatz stabilisierter N-Dünger, Zeitliche Beschränkung der bzw. Verzicht auf Wirtschaftsdüngeraufbringung, Boden- und Wirtschaftsdüngeruntersuchung*). Für *schlagbezogene Nährstoffbilanzen* und die *gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdünger* wurden keine oder negative Wirkungen gefunden. Für diese Maßnahmen sind weiterführende Analysen notwendig, die auf genauere Angaben zur schlagbezogenen Düngung und Bewirtschaftungshistorie aufbauen sollten. Weiterhin sollte die Wirkung dieser Maßnahmen auf den N-Bilanzsaldo untersucht werden.

Für die bessere Lenkung von Maßnahmen hinsichtlich Betriebs- und Regionsauswahl lassen sich nur wenige, eindeutige Schlussfolgerungen ziehen. Grundsätzlich entfalten Maßnahmen eine besonders hohe Wirksamkeit, wenn in der Referenzsituation ohne Maßnahme hohe Herbst- N_{\min} -Werte anfallen würden. Die deutlich höhere Wirksamkeit der Zwischenfrucht auf Flächen, auf denen auch eine gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdünger gefördert wurde (also in Betrieben mit hohem Wirtschaftsdüngereinsatz), und die höhere Wirksamkeit von Maßnahmen im Jahr 2003 mit trockenheitsbedingt überdurchschnittlich hohen N-Resten nach der Ernte ist hierfür ein Hinweis.

6 Ausblick

Die vorliegende Analyse hat gezeigt, dass durch konsequente Zusammenführung und statistische Auswertung von Monitoringdaten ein sehr differenzierter Nachweis für die positive, statistisch signifikante Wirkung von Wasserschutzmaßnahmen geführt werden kann. Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit vorliegenden Expertenschätzungen überein. Der Mehrwert der Analysen ergibt sich aus der Bestätigung der Einschätzungen auf massenstatistischer Grundlage. Aufbauend auf den Ergebnissen kann eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse zur Unterstützung der Maßnahmenplanung folgen. Die sehr hohe Varianz der Einzelwerte kann anhand von Modellen nicht hinreichend erklärt werden. Bei den ausgewiesenen, durchschnittlichen Wirkungen handelt es sich um zu erwartende Werte, von

denen es in den Einzelfällen sehr hohe Abweichungen geben kann. Aufgrund der hohen Varianz werden für die statistische Analyse viele Messergebnisse (mindestens 100 Werte „mit Maßnahme“, bei Maßnahmen mit hohen Wirkungen ggf. auch 50) benötigt. Aufgrund der hohen Varianz und der Überlappung der Stichprobenwerte mit und ohne Maßnahme ist eine Überprüfung der korrekten Maßnahmenumsetzung allein anhand der Messergebnisse für die Herbst- N_{\min} -Gehalte i.d.R. nicht zweifelsfrei möglich, die Werte sollten daher Monitoring- und Beratungszwecken, nicht aber Kontrollzwecken dienen.

Trotz einer hohen Sicherheit bei der hier vorgestellten Wirkungsabschätzung können durch eine systematischere Beprobung und Standards bei der Probenauswahl das Ergebnis und die Aussagekraft zukünftiger Analysen noch verbessert werden: So wäre z.B. wünschenswert, wenn die Bewirtschaftungshistorie (Fruchtfolgen, Wirtschaftsdüngereinsatz) und der Standort (Hoch- und Rechtswert, Bodeneigenschaften) besser dokumentiert werden würden, um die Bewertung zu festigen. Zur Unterstützung der Aussagekraft könnten (auf derselben Fläche) gemessene Konzentrationen im Sicker- bzw. Grundwasser oder betriebliche und regionale Stickstoffbilanzierung dienen. Der Aufbau einer Zeitreihe ist ebenfalls wichtig, um den Verlauf innerhalb der praktizierten Fruchtfolgen nachvollziehen zu können.

In der vorliegenden Studie konnten keine signifikanten Effekte der Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsdüngermanagement und Schlagbilanzierung festgestellt werden. Hierfür sind genauere Angaben zur Historie der beprobten Flächen notwendig (Bodentyp, Zeitreihe der organischen Düngung, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Witterung vor Probenahme), sinnvoll erscheint für diese Maßnahmen ein Wirkungsnachweis anhand der N-Salden. Für einige andere Maßnahmen sind für einen Wirkungsnachweis größere Stichproben notwendig. Bei begrenzten Mitteln für das Monitoring könnte dafür die Probenanzahl für Maßnahmen mit regelmäßig eintretender, gesicherter Wirkung wie z. B. der Zwischenfruchtanbau reduziert werden.

Neben dem Nachweis einer positiven Wirkung der Wasserschutzmaßnahmen auf den Herbst- N_{\min} -Wert ist auch die Absicherung des Langzeiteffekts (N_{\min} -Werte in Folgejahren, N-Überschussminderung) zu berücksichtigen. Daher sollte in zukünftigen Studien und Monitoringprogrammen darauf geachtet werden, dass parallel geführte Bilanzdaten und soweit möglich Zeitreihen erhoben und ausgewertet werden.

Literatur

- BMU/BMELV - Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2008): Nitratbericht 2008. BMU, (http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nitratbericht_2008.pdf) Bonn.
- FGG Weser - Flussgebietsgemeinschaft Weser (2008): EG-Wasserrahmenrichtlinie - Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Weser (Entwurf). Hildesheim.
- Osterburg, B. und Runge, T. (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer - eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 307, Braunschweig.
- Schmidt, T.G., Gödecke, B. und Antony, F. (2007a): Wasserschutzwirkung von Agrarumweltmaßnahmen - Statistische Auswertung von Herbst-Nmin-Werten aus niedersächsischen Wassergewinnungsgebieten. In: Osterburg, B. und Runge, T. [Hrsg.]: Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer - eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 307, S. 229-251. Braunschweig.
- Schmidt, T.G., Runge, T. und Osterburg, B. (2007b): Action recommendations for priority cost-effective planning of measures. (Deliverable 4.2) - 07/2007, EU-LIFE-Project Number 'LIFE05 ENV/D/000182'. Hannover.

Anhang

Anhang 1: Herbst-N _{min} -Reduktion durch Agrarumweltmaßnahmen.....	19
Anhang 2: Maßnahme und Referenz für den Paarvergleich	20
Anhang 3: Maßnahmenaggregation	20
Anhang 4: Gesamttabelle der signifikanten Maßnahmenwirkungen.....	21
Anhang 5: Verteilung signifikanter und nicht signifikanter Ergebnisse in Abhängigkeit von der Stichprobengröße.....	33

Anhang 1: Herbst-N_{min}-Reduktion durch Agrarumweltmaßnahmen

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Maßnahme	Nr.	Reduktion Herbst- N _{min} [kg N/ha]*	Anzahl Beprob- ungen mit Maßnahme	Mittel- wert	1. Quartil (25 %)	Median 2. Quartil	3. Quartil (75 %)	Signi- fikanz- niveau (p-Wert)
					[kg N/ha]			
Acker in ext. Grünland	18	45	59	33	13,5	20	30	0,0000
Zwischenfrucht/ Untersaaten	5	30	3282	46	23	37	56	0,0000
Fruchtfolgegestal- tung Öko	8	29	77	39	13	31	55	0,0000
Extensives Grün- land	9	24	71	44	20	31	62	0,0001
Red. Herbizidein- satz	16	21,5	27	51	28	55	68	0,0000
Fruchtfolgegestal- tung kon.	7	21	414	44	20	33	60	0,0000
Reduzierte Bo- denbearbeitung	12	13	421	56	26	51	76	0,0000
Brachebegrünung	6	7	212	23	8	13	22	0,0000
Reduzierte N- Düngung	11	3	313	61	38	56	80	0,0232
Maisensaat	13	1	59	86	53	75	107	0,6123

Reduktion = Median-Differenz zwischen mit und ohne Maßnahme

Anhang 2: Maßnahme und Referenz für den Paarvergleich

Maßnahme	Referenz*
Fruchtfolgegestaltung Öko	Konventionelle Landnutzung
Zwischenfrucht / Untersaaten	Ackerbau ohne Zwischenfruchtanbau
Umbruchlose GL-Erneuerung	Konventionelle Landnutzung
Fruchtfolgegestaltung kon.	Konventionelle Landnutzung
Extensives Grünland	Grünland
Reduzierte Bodenbearbeitung	Konventionelle Landnutzung
Red. Herbizideinsatz	Konventionelle Landnutzung
Brachebegrünung	Brache ohne aktive Begrünung
Acker in ext. Grünland	Winterweizen
Maisensaat	Mais
Reduzierte N-Düngung	Konventionelle Landnutzung
Gülleausbringungstechnik	Konventionelle Landnutzung
Beschränkung Gülleausbringung	Konventionelle Landnutzung

*Referenz: zu jedem Analysewert mit Maßnahme werden drei Werte ohne Maßnahme mit denselben Rahmenbedingungen (Wirtschaftsdüngerinput, NAG-Klasse, Vorfrucht und Kalenderjahr) zufällig ausgewählt.

Anhang 3: Maßnahmenaggregation

Code	Nr.	Kat.	Beschreibung	Kürzel
I. A	1	A	Zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger	orgDg
I. B	2	B	Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	orgDg
I. C1	3	C	Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern (Gülle)	orgDg
I. C2	3	C	Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern (Festmist)	orgDg
I. D	4	D	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	orgDg
I. E0	5	E	Zwischenfrucht	gruen
I. E1	5	E	Zwischenfrucht (nicht winterhart / unbekannt)	gruen
I. E2	5	E	Winterharte Zwischenfrucht	gruen
I. E3	5	E	Untersaaten	gruen
I. E4	6	E2	Brachebegrünung	brach
I. F0	7	F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	FF
I. F1	7	F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung konventionell	FFkon
I. F2	8	F2	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung Öko	FFoeko
I. G	9	G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	extGL
I. H	10	H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	umbGL
I. I	11	I	Reduzierte N-Düngung	redDg
I. J	12	J	Reduzierte Bodenbearbeitung	redBb
I. K	13	K	Maisensaat	mais
I. L	14	L	Unterfußdüngung	unterDg
I. M	15	M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	stabDg
I. N	16	N	Reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen	redPSM
I. O	17	O	Erstellung schlagbezogener Nährstoffbilanzen	Nbil
II.	18	P	Umwandlung Acker in ext. Grünland	ALGL
III.	19	Q	Erosionsschutz Forst	forst
IV.	20	R	Waldumbau	forst
sonst	21	S	Sonstige Maßnahmen	sonst
ZF	5	E	Zwischenfrucht	gruen

Anhang 4: Gesamttabelle der signifikanten Maßnahmenwirkungen

Nr.	Maßnahme	Kurztitel
1	Zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsd.	Beschränkung Gülleausbringung
2	Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	Verzicht Wirtschaftsdünger
3	Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern	Gülleausbringungstechnik
4	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	Gülle- und Bodenanalysen
5	Zwischenfrucht/Untersaaten	Zwischenfrucht/Untersaaten
6	Brachebegrünung	Brachebegrünung
7	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung konventioneller Landb.	Fruchtfolgegestaltung kon
8	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung Ökolandbau	Fruchtfolgegestaltung Öko
9	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	Extensives Grünland
10	Umbruchlose Grünlanderneuerung	Umbruchlose GL-Erneuerung
11	Reduzierte N-Düngung	Reduzierte N-Düngung
12	Reduzierte Bodenbearbeitung	Reduzierte Bodenbearbeitung
13	Maisengsaat	Maisengsaat
15	Einsatz stabilisierter N-Dünger	Stabilisierter N-Dünger
16	Reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen	Red. Herbizideinsatz
17	Erstellung schlagbezogener Nährstoffbilanzen	Nährstoffbilanzen
18	Umwandlung Acker in extensives Grünland	Acker in ext. Grünland
22	Kombination aus Maßnahmen 5 und 3	kombi_5_3
23	Kombination aus Maßnahmen 5 und 11	kombi_5_11
24	Kombination aus Maßnahmen 5 und 13	kombi_5_13

Betriebskategorien:

Marktfrucht	MF
Futterbau	FB
Veredlung	VE
Milchvieh	MV
Alle anderen Betriebskategorien	AB

Betriebstypen:

Landwirtschaft	LA	Schweinebetriebe	VSW
Marktfruchtbetriebe	M	Geflügelbetriebe	VGE
Marktfrucht-Spezialbetriebe	M1	Veredlungs-Verbundbetriebe	V2
Intensivfruchtbetriebe	MIN	Veredlungs-Marktfruchtbetriebe	V-M
Extensivfruchtbetriebe	MEX	Veredlungs-Futterbaubetriebe	V-F
Marktfrucht-Verbundbetriebe	M2	Veredlungs-Dauerkulturbetriebe	V-D
Marktfrucht-Futterbaubetriebe	M-F	Dauerkulturbetriebe	D
Marktfrucht-Veredlungsbetriebe	M-V	Obstbaubetriebe	DOB
Marktfrucht-Dauerkulturbetriebe	M-D	Weinbaubetriebe	DWE
Futterbaubetriebe	F	Hopfenbaubetriebe	DHO
Futterbau-Spezialbetriebe	F1	Dauerkultur-Verbundbetriebe	D2
Milchviehbetriebe	FMI	Dauerkultur-Marktfruchtbetriebe	D-M
Rindermastbetriebe	FRI	Dauerkultur-Futterbaubetriebe	D-F
Futterbau-Verbundbetriebe	F2	Dauerkultur-Verbundbetriebe	D-V
Futterbau-Marktfruchtbetriebe	F-M	Landw. Gemischtbetriebe	XLA
Futterbau-Veredlungsbetriebe	F-V	Landwirtschaft mit Marktfrucht	XML
Futterbau-Dauerkulturbetriebe	F-D	Landwirtschaft mit Futterbau	XLF
Veredlungsbetriebe	V	Landwirtschaft mit Veredlung	XLV
Veredlungs-Spezialbetriebe	V1	Landwirtschaft mit Dauerkultu- ren	XLD

Fruchtarten:

Acker	A	Linse	LI
Acker-/Puffbohne z. Körnergewinnung	AB	Stüßlupine z. Körnergewinnung	LP
Dauerbrache	BD	Legum. auf Stillleg. zur Gründüngung	LS
einjährige Brache	BE	Luzerne	LZ
mehnjährige Brache	BU	Mais	MA
Buchweizen	BW	Nachwachsende Rohstoffe	NR
Getreide, unbestimmt	CE	Obst	OB
Weichweizen als Feldfutter	CEgp	Ödland	ÖD
Dinkel	DI	Öllein z. Körnergewinnung	ÖL
Futtererbsen zur Körnergewinnung	ER	Ölrettich	ÖR
Feldgras/Ackergras	FG	Ölfrüchte als Ölsaart	ÖS
Flachs z. Fasergewinnung	FL	Phacelia	PH
Futterrübe	FR	Winterraps z. Körnergewinnung	RA
Gartenbau	GA	Weinreben	REB
Gemüse	GE	Sonnenblume z. Körnergewinnung	SB
Grünland	GL	Sommergerste	SG
Grünland extensiv	GLex	sonstige Handelsgewächse	SO
Grünland, intensiv	GLin	Sommerroggen	SR
Mähweide	GLMW	Sommerweizen	SW
Streuobst	GLOB	Tabak	TA
Wiese allgemein	GLWI	Topinambur	TO
Grünroggen	GR	Triticale	TR
Gelbsenf	GS	Sommertriticale	TRso
Sommerhafer	HA	Futterwicke (Ganzpflanzenverwertung)	WCgp
Hanf z. Fasergewinnung	HN	Wicke zur Körnergewinnung	WCK
Hopfen	HO	Wintergerste	WG
Kartoffel	KA	Winterroggen	WR
Kichererbsen z. Körnergewinnung	KE	Winterweizen	WW
Klee gras	KG	Zwischenfrucht	ZF
Klee	KL	Zuckerrübe	ZR
Leguminosen-Feldgras-Mischungen	LG		

NAG = potenzielle Nitrataustragsgefährdung (1 = sehr gering, ..., 5 = sehr hoch)

Norg = Einsatz Wirtschaftsdünger (0 = 0 kg/ha, 1 = >0-25 kg/ha, 2 = >25-50 kg/ha, ..., 8 = >200 kg/ha)

Nied-Kl. = Niederschlagsklasse (1 = <700mm, 2 = 700-800mm, 3 = 800-900mm, 4 = >900mm)

n = Umfang der Stichprobe mit Maßnahme

Mittelwert = Mittelwert der Stichprobe mit Maßnahme [in kg N/ha*a]

25-%-Quartil = 25 %-Quartil der Stichprobe mit Maßnahme [in kg N/ha*a]

Median = Median der Stichprobe mit Maßnahme [in kg N/ha*a]

75-%-Quartil = 75 %-Quartil der Stichprobe mit Maßnahme [in kg N/ha*a]

P-Wert = Signifikanzniveau des Paarvergleichs mit/ohne Maßnahme (Tabelle enthält nur Angaben mit P-Werten <0,05)

Wirkung = Median der Stichprobe ohne Maßnahme minus Median der Stichprobe mit Maßnahme

Maßnahmemembr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied.Kl.	Betriebs-kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %-Quartil	Median	75 %-Quartil	P-Wert	Wirkung
3					2			62	61	21	55,5	79	0,021963	9,5
3			WG					117	53	27	44	71	0,007683	11
3			WW					147	70	48	66	90	0,000830	11
3						Marktfrucht		80	62	30	59,5	85,5	0,016815	9,5
3			RA			Marktfrucht		12	40	15,5	18,5	70,5	0,000644	65,5
3			WG			Futterbau		18	37	22	27	43	0,000101	60
3			WW					16	54	34,5	52	71	0,000069	37,5
3			WW			Milchvieh		17	60	41	60	67	0,019583	12
3							FV	44	54	25	48	71	0,010021	24
3							ohne	28	53	23	52	75	0,001261	29
3		1						86	54	28	49	71	0,000014	20
3		8						42	71	53	71	88	0,000026	45
3	3							39	54	22	55	76	0,000061	31
3		1						65	57	32	53	79	0,000476	16
3		3						26	63	47	57	91	0,003316	45,5
3	2	4						12	48	36	49	60,5	0,020791	25
3	3	1						11	29	14	18	55	0,000358	52
3	4	8						16	75	68	76	88	0,000001	40
5				2000				635	43	22	40	55	0,000000	36
5				2001				397	49	25	42	62	0,000000	23
5				2002				936	35	22	30	40,5	0,000000	24
5				2003				971	55	26	45	70	0,000000	34
5				2004				978	41	20	36	52	0,000000	25
5				2005				922	48	23	38	61	0,000000	25
5				2006				1297	48	26	38	58	0,000000	36
5					1			1089	42	18	31	54	0,000000	31
5					2			1561	48	21	35	61	0,000000	33
5					4			139	50	17	38	72	0,000138	21
5			ER					23	38	5	34	54	0,000922	46
5			HA					130	36	26	33,5	43	0,000000	37,5
5			KA					127	53	29	51	72	0,000000	24
5			MA					2594	56	36	47	64	0,000000	29
5			RA					82	43	19	23	59	0,000000	54
5			SG					303	39	18	32	51	0,000000	21
5			SW					17	57	27	48	83	0,027232	23
5			TR					448	31	18	25,5	39	0,000000	32,5
5			WG					954	35	16	26	41	0,000000	24
5			WR					530	29	15	23	34	0,000000	24,5
5			WW					646	44	21	32	58	0,000000	41
5						Futterbau		328	49	24	37	66	0,000000	32
5						Marktfrucht		908	40	17	28	50	0,000000	35
5						Milchvieh		293	49	23	36	61	0,000000	27
5						Sonstige		325	41	21	33	54	0,000000	23
5						Veredlung		87	47	22	35	54	0,000000	27
5			ER					14	17	4	9	34	0,000195	71
5			HA					98	35	24	34	44	0,000000	36
5			KA					64	57	33,5	59	73,5	0,000000	23

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs- typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
5			KA			Marktfrucht		49	41	28	32	55	0,000000	43
5			MA					2264	54	35	46	62	0,000000	33
5			MA			Futterbau		97	73	42	65	92	0,017507	11
5			MA			Milchvieh		93	61	33	48	75	0,000012	20
5			RA					44	48	20	26	74	0,000304	42,5
5			RA			Marktfrucht		33	38	18	21	40	0,000000	60
5			SG					132	45	24	39	58	0,015331	8
5			SG			Futterbau		23	30	13	18	36	0,000000	44,5
5			SG			Marktfrucht		63	25	11	21	36	0,000000	25
5			SG			Milchvieh		25	61	27	40	64	0,036543	61
5			SG			Sonstige		52	35	19	24,5	54	0,000000	63
5			SW			Marktfrucht		12	38	20,5	27	50,5	0,012479	31
5			TR					340	32	18	26	40	0,000000	34
5			TR			Futterbau		26	26	20	24	28	0,000000	37,5
5			TR			Marktfrucht		33	22	16	20	25	0,000000	28
5			TR			Sonstige		17	39	23	32	61	0,000159	33
5			WG					549	31	16	25	39	0,000000	26
5			WG			Futterbau		72	40	17	33	48	0,011208	12
5			WG			Marktfrucht		240	38	15	24,5	49	0,000000	17,5
5			WG			Sonstige		29	23	16	19	28	0,000000	61
5			WG			Veredlung		32	49	26	36,5	57,5	0,002861	21,5
5			WR					328	30	14	23	36,5	0,000000	22
5			WR			Futterbau		36	31	20,5	25	36	0,000688	28
5			WR			Marktfrucht		54	29	17	21,5	34	0,000000	23,5
5			WR			Milchvieh		28	26	16	26,5	34	0,019358	17,5
5			WR			Sonstige		79	24	15	22	30	0,000000	35
5			WW					234	43	21	31	58	0,000000	40
5			WW			Futterbau		42	45	28	36	60	0,000000	36,5
5			WW			Marktfrucht		291	44	18	31	55	0,000000	43
5			WW			Milchvieh		45	53	26	38	76	0,000153	34
5			WW			Veredlung		20	58	22	47	101	0,033487	22
5							F	115	48	26	41	69	0,000000	29
5							FM	139	43	19	32	46	0,000000	27
5							FMI	251	48	23	36	59	0,000000	27
5							FV	70	61	27	51	92	0,001032	29,5
5							LA	265	40	22	34	54	0,000000	23
5							M	295	35	15	26	42	0,000000	42
5							MEX	256	43	19	30	54	0,000000	42
5							MF	102	45	17	32	55	0,000000	23,5
5							MIN	27	31	11	23	36	0,002300	23
5							MV	110	44	18	26	53	0,000000	32,5
5							V	28	45	19	27	58,5	0,000077	36
5							VM	35	43	23	29	44	0,000000	33
5							XLA	35	36	14	20	34	0,000039	26,5
5							eins	80	44	17	34	62	0,000008	21
5		1						173	49	19	32	75	0,000000	38
5		2						135	44	19	32	55	0,000000	29

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
5		3						88	47	20	33,5	57,5	0,000000	37
5		4						76	49	24	35	64	0,000000	39
5		5						85	38	25	33	44	0,000000	21
5		6						42	48	27	34	70	0,000001	42
5		7						53	56	28	50	76	0,002501	19
5	1							237	44	20	30	56	0,000000	44
5	2							164	47	18,5	33	55	0,000000	44
5	3							204	43	19	31	58	0,000000	33
5	4							429	42	18	32	51	0,0000	28
5	5							197	37	19	27	54	0,000000	28
5		2						31	46	21	41	64	0,008803	16
5		3						29	42	21	24	41	0,000000	72,5
5		4						25	33	17	23	51	0,000002	57,5
5		5						32	48	34	39,5	54	0,042911	11,5
5		6						12	59	27	49	93	0,014592	36
5		7						26	53	21	37	71	0,002056	32
5	1	0						149	43	20	30	52	0,000000	46
5	1	1						36	38	16	27	55,5	0,000003	43,5
5	1	2						21	47	21	31	50	0,000060	44
5	2	0						101	49	20	38	55	0,000000	37
5	2	1						28	44	13,5	30,5	73,5	0,000030	52,5
5	2	2						17	27	16	18	26	0,000000	64
5	3	0						140	43	19	31,5	54	0,000000	32,5
5	3	1						32	32	15	19	34,5	0,000000	67
5	4	0						248	40	17	31	50	0,000000	24
5	4	1						19	41	26	30	40	0,000216	36
5	4	2						46	44	16	24	42	0,001187	22
5	4	3						29	44	17	23	34	0,000048	48
5	4	5						31	37	26	29	51	0,000401	27
5	4	6						18	38	33	34	48	0,002278	35,5
5	5	0						147	36	18	25	54	0,000000	31
5	5	5						14	27	21	25,5	37	0,000109	30,5
6								347	23	8	13	22	0,000000	7
6				2002				52	13	7	11,5	15	0,001258	3,5
6				2003				57	40	11	18	40	0,000244	28
6				2004				56	16	7	11	22,5	0,000108	8
6					1			250	21	7	14	24	0,000011	6
6					3			28	13	8	13	15	0,003926	4
6			BE					25	31	11	17	42	0,039754	11
6			BU					268	17	7	11	18	0,000000	6,5
6						Marktfrucht		165	21	8	13	21	0,000007	10
6						Sonstige		26	18	9	11	13	0,006945	7
6			BE			Marktfrucht		15	36	7	16	82	0,017781	38
6			BU					38	22	5	8	28	0,001232	9
6			BU			Marktfrucht		122	15	7	12	17	0,000105	7
6			BU			Sonstige		24	11	9	11	12,5	0,008788	2
6			BU			Veredlung		48	18	8,5	14,5	22,5	0,006379	1,5

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs- typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
6							F	34	15	11	12	18	0,000293	5
6							LA	16	11	8	11	12,5	0,000365	7
6							M	49	13	11	13	16	0,038045	7
6							MEX	72	17	5,5	10	21	0,000732	11
6							MF	21	31	14	18	40	0,004548	10
6							VM	12	14	3	6	9	0,003970	6
6							ohne	40	24	6	8,5	28,5	0,002736	10,5
6		0						273	19	7	12	20	0,000001	5
6		1						20	38	7	12,5	27	0,003013	20,5
6	1							28	27	11	17	28	0,006826	24
6	2							20	14	6	9	17	0,011401	18
6	3							64	17	11	16	21	0,003596	9
6	4							119	24	5	10	22	0,011705	2
6		0						68	21	9	13	20	0,000182	7,5
6	1	0						26	28	11	19	28	0,011446	22
6	3	5						14	25	11	28	35	0,000020	17
6	4	0						107	19	5	9	18	0,008693	1
7								805	44	20	33	60	0,000000	21
7				2000				74	39	15	32	55	0,000000	32
7				2001				124	41	14	36	66	0,000000	16
7				2002				96	38	20,5	28,5	47	0,000008	18,5
7				2003				106	47	26	36	69	0,000001	26
7				2005				202	46	19	32	66	0,003257	20
7				2006				121	45	23	34	50	0,000000	21
7					1			279	46	20	37	63	0,000001	14
7					2			396	40	19	32	51	0,000000	22
7					3			122	51	23	33	71	0,000570	24
7			FG					58	29	10	16	33	0,0112	10
7			HA					16	41	24	36,5	48,5	0,0004	36,5
7			RA					76	28	13	18,5	33	0,000000	56,5
7			SG					240	47	22	35	63,5	0,000005	18
7			TR					56	49	25	41,5	75,5	0,001471	25,5
7			WG					64	42	20,5	33	61	0,000086	19
7			WR					104	40	19,5	37,5	51	0,000645	10,5
7			WW					54	50	23	42	66	0,000001	29
7						Futterbau		106	39	17	26	60	0,000000	34
7						Marktfrucht		215	47	19	34	65	0,000000	20
7						Milchvieh		24	29	9,5	18	41	0,000025	42
7						Veredlung		56	46	21,5	39,5	70	0,000082	24,5
7			FG			Marktfrucht		26	33	8	11	33	0,004156	15
7			RA			Futterbau		30	23	13	18	26	0,000007	52
7			RA			Marktfrucht		20	38	14	20,5	43	0,000001	53,5
7			SG					186	47	22	34	61	0,0008	16
7			SG			Futterbau		16	46	15	52,5	66,5	0,004842	18,5
7			TR					38	44	22	36	58	0,0071	20
7			WG					22	32	15	28	41	0,022225	12
7			WR			Futterbau		12	28	10	29,5	37	0,000546	20,5

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs- typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
7			WW			Marktfrucht		30	54	28	38	92	0,002706	32
7			WW			Veredlung		12	46	20	35,5	77	0,003901	51,5
7							F	12	36	17	20,5	48	0,001545	39,5
7							FM	88	41	18,5	27	62	0,000003	32
7							FMI	24	29	9,5	18	41	0,000024	42
7							M	67	45	15	33	62	0,000023	25
7							MEX	62	51	16	46	81	0,006965	10
7							VM	30	43	20	39	74	0,000575	27
7							ohne	390	44	20	33	53	0,000000	14
7		0						623	45	20	33	60	0,000000	19
7		1						48	42	19,5	31,5	52	0,000004	26,5
7		2						50	36	21	31	57	0,000029	27
7		4						40	39	20,5	28	41	0,000003	54,5
7		5						18	31	12	16	41	0,002636	44
7	2							26	53	17	42	87	0,045750	22
7	3							116	45	20	36	64	0,000000	29
7	4							159	46	22	35	66	0,000066	17
7		0						440	42	20	33	51,5	0,000000	18
7		5						12	21	11	13,5	16	0,001665	8,5
7	3	2						32	36	20	30	54,5	0,000378	28,5
7	3	4						26	36	20	26	40	0,001880	40
7	4	0						87	45	19	37	63	0,020301	11
8								119	39	13	31	55	0,000000	29
8				2002				24	33	14	24	43	0,003348	32,5
8				2003				14	45	23	40	72	0,004319	41
8				2004				22	26	6	14	53	0,000000	86
8				2005				21	37	14	29	55	0,016147	20,5
8					1			79	39	14	31	54	0,000001	26
8					3			38	41	9	25	61	0,000103	35
8			GL					16	19	6	13	35,5	0,016778	16
8			HA					13	22	9	13	42	0,000222	41
8			KA					11	38	20	23	73	0,000239	59
8						Marktfrucht		103	37	13	25	53	0,000000	31
8			HA			Marktfrucht		13	22	9	13	42	0,004720	32
8			KA			Marktfrucht		11	38	20	23	73	0,0008	64
8			WR			Marktfrucht		13	29	4	25	31	0,0107	23,5
8							MEX	31	26	6	17	31	0,000000	37
8							MV	24	21	8	16	30	0,001777	40
8		0						103	36	12	29	53	0,000000	29
8	1							36	40	20	38	53	0,002083	16
8	2							18	41	17	36	48	0,000162	43
8	3							22	32	9	19	38	0,000002	45
8	4							36	42	13	33	69	0,017368	21
8	1	0						35	39	17	35	53	0,0025	19
8	2	0						14	47	6	44	86	0,005394	35
8	3	0						18	17	9	13	20	0,000000	48
8	4	0						34	39	13	31	64	0,011061	20,5

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
9								135	44	20	31	62	0,000052	24
9				2002				11	25	18	22	35	0,020886	35
9				2003				36	47	23	29	66	0,011469	36
9				2006				38	47	25	32	60	0,034249	21
9					1			50	44	21	26	49	0,016650	26
9					3			52	44	19	32	62	0,0078	23
9						Marktfrucht		15	53	5	49	97	0,022649	26
9							F	32	38	18,5	24	37	0,0316	26
9		0						105	44	20	31	62	0,002920	22
9	3							20	31	19	24	34	0,000233	46,5
9	3	0						12	34	19	24	35	0,020745	33,5
10								40	44	14,5	28	58	0,005808	31
11								1226	61	38	56	80	0,023152	3
11				2006				194	52	25	47	65	0,000171	9
11					2			75	47	22	39	72	0,001065	19
11					3			268	58	38	56,5	79	0,000029	8,5
11			GL					24	21	10	12,5	33	0,015793	7,5
11						Futterbau		264	63	45	57	79	0,042759	6
11						Veredlung		156	60	37	57	75	0,000015	11,5
11			GL					24	21	10	12,5	33	0,045857	3,5
11			RA			Marktfrucht		86	68	45	59	87	0,001790	21
11			SG			Futterbau		14	37	5	46	55	0,003621	18
11			TR			Veredlung		15	60	47	59	61	0,014662	13
11			WG			Veredlung		24	53	35,5	51	71	0,000622	27
11			WR					22	40	18	45	56	0,024454	7
11							M	160	62	38	56	83	0,038552	8
11							V	78	54	35	45	71	0,000850	19
11							VM	34	62	48	59	76	0,0099	19
11							ohne	116	43	18	41	60	0,000640	8
11							vier	20	53	19	61	80	0,028047	30
11		0						725	58	35	53	75	0,002066	4
11		6						18	46	42	43	47	0,017527	20
11	2							63	61	45	55	87	0,008837	18
11	3							244	65	41,5	61	86	0,016331	6
11		0						178	51	19	48	66	0,013825	4
11	2	0						44	53	37	50	62	0,000701	24,5
11	3	0						117	64	40	58	86	0,019555	9
11	5	6						14	43	42	43	47	0,022023	20
12								705	56	26	51	76	0,000000	13
12				2000				42	38	17	31	51	0,000001	34,5
12				2001				52	52	25	46,5	76	0,000302	18,5
12				2002				76	51	26	54	72	0,000745	8
12				2003				88	60	25	56	80	0,001251	18
12				2004				121	55	25	43	69	0,033045	8
12				2006				159	60	38	54	75	0,001480	14
12					1			259	48	20	39	68	0,000000	14
12					2			241	57	30	54	76	0,000000	18

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs- typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
12					3			112	56	22	41,5	86,5	0,000003	27,5
12			KA					11	41	16	25	73	0,002497	55
12			MA					159	66	42	61	79	0,011380	5
12			RA					198	68	40	66,5	90	0,000104	11,5
12			WG					86	44	17	30	60	0,000696	26
12			WW					107	47	19	36	67	0,000000	44
12			ZR					77	30	18	20	31	0,000354	14
12						Futterbau		99	61	31	52	75	0,002119	10
12						Marktfrucht		336	47	19	32	68	0,000000	33
12			MA			Sonstige		33	52	41	47	56	0,008644	16
12			RA					38	63	38	65	91	0,008897	16
12			RA			Marktfrucht		83	62	28	59	83	0,000151	18
12			RA			Milchvieh		18	62	28	60	78	0,032997	21
12			WG			Marktfrucht		71	42	16	30	61	0,005213	21
12			WW			Marktfrucht		88	43	17,5	28	52	0,000000	52
12			ZR			Futterbau		20	30	18	20	35	0,021438	31
12			ZR			Marktfrucht		39	25	16	20	26	0,000000	17
12							FM	48	52	23,5	44	73,5	0,003514	13
12							LA	31	48	39	45	56	0,004717	13
12							M	112	43	17	28	53	0,000000	44,5
12							MEX	156	41	19	30	60	0,0000	35
12							vier	16	68	37,5	60	84,5	0,010365	29,5
12		0						419	52	23	46	72	0,000000	15
12		1						109	57	27	50	77	0,000011	21
12		2						62	61	29	46,5	79	0,000302	28,5
12		3						25	48	25	46	52	0,025937	11
12	1							132	47	20	32	69	0,000000	45
12	2							61	47	17	30	68	0,000004	34
12	3							80	49	20	38,5	74	0,000002	30,5
12	5							60	44	26,5	42	54	0,003889	10
12		2						29	63	38	52	91	0,017695	36
12	1	0						93	45	17	30	70	0,0000	49
12	1	1						20	41	22,5	32	46	0,002815	32
12	2	1						22	33	14	19	47	0,000136	46,5
12	3	0						47	45	18	35	69	0,000027	30
12	4	1						17	43	29	39	56	0,025113	16,5
12	5	0						52	41	25	40,5	52	0,000292	11,5
13				2000				18	62	52	64	84	0,019274	22
13				2001				43	60	44	52	66	0,040099	16
13						Milchvieh		36	66	32	64	99	0,014792	10
13			MA			Milchvieh		36	66	32	64	99	0,014701	10
13							FMI	36	66	32	64	99	0,027045	8,5
13							LA	47	50	34	50	58	0,031519	2
16								52	51	28	55	68	0,000001	21,5
16			KA					42	48	28	44	63	0,000000	36
16							ohne	42	48	25	43	68	0,000000	44
16		0						51	51	28	55	68	0,000002	21

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
18								112	33	13,5	20	30	0,000000	45
18				2002				14	24	8	14	17	0,000022	58
18				2004				14	14	10	15	18	0,000001	62
18				2005				24	17	12,5	15	21,5	0,000000	48
18				2006				54	49	23	29	57	0,001139	26
18					1			64	20	13	17,5	24,5	0,000000	52
18					3			48	50	16	27	58,5	0,000004	41,5
18			WW					112	33	13,5	20	30	0,000000	56
18						Futterbau		20	22	18	22,5	27	0,000001	55,5
18						Marktfrucht		30	13	8	14	18	0,000000	49
18			WW					46	52	17	27	60	0,000207	50,5
18			WW			Futterbau		20	22	18	22,5	27	0,000353	60,5
18			WW			Marktfrucht		30	13	8	14	18	0,000000	57
18							F	18	23	18	23	27	0,000010	55
18							M	12	12	3	9	12	0,000000	68
18							MEX	16	14	11	15,5	18,5	0,000000	47,5
18							ohne	46	52	17	27	60	0,000096	38
18		0						88	36	12	20	31	0,000000	50
18		4						14	19	15	18	24	0,007576	17
18	3							18	12	8	10	13	0,000000	69,5
18	4							40	21	14,5	18	24,5	0,000000	39,5
18	5							12	19	12	15	31	0,000007	48
18		0						36	63	21	32,5	68	0,011756	32,5
18	3	0						16	12	5,5	9	20	0,000000	71,5
18	4	0						24	22	10	16,5	28,5	0,000000	46
22								115	41	18	34	50	0,000000	40
22				2003				20	45	14	30,5	67	0,000002	66,5
22				2005				44	27	14,5	22	36	0,000000	59
22				2006				25	45	21	38	65	0,002338	34
22					1			63	35	14	27	45	0,000000	52,5
22					2			12	31	21	25	48	0,000047	53
22					4			40	53	21	39	68	0,004256	20
22			WG					32	29	19,5	25	37	0,000000	42,5
22			WR					13	36	15	38	51	0,001249	34
22			WW					34	51	18	40,5	67	0,000002	37,5
22						Futterbau		31	27	14	21	37	0,000000	56
22						Marktfrucht		13	35	19	36	39	0,000076	32
22						Milchvieh		25	35	18	35	48	0,000436	22,5
22						Sonstige		16	63	33,5	55	86	0,047072	19
22						Veredlung		24	56	19,5	29,5	75,5	0,001387	52,5
22			WG			Futterbau		14	25	14	21	37	0,000128	34
22			WW			Milchvieh		15	33	18	36	48	0,000248	38
22							FM	11	23	10	14	45	0,000061	63,5
22							vier	19	34	18	35	46	0,000079	36
22		2						24	53	23	46	65,5	0,004597	22
22		3						18	40	21	39	65	0,000278	43,5
22		4						23	22	18	21	35	0,000013	34

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
22		6						18	38	21	27	45	0,000016	59
22	1							16	23	13	21,5	27	0,000000	57
22	4							39	42	14	37	57	0,000000	37
22	4	6						12	47	27	37	80	0,001949	49
23								559	40	21	34	54	0,000000	27
23				2001				22	42	30	42	57	0,000590	19
23				2002				54	34	18	27	44	0,000000	17
23				2003				64	41	24	31,5	53	0,000000	33
23				2004				104	29	14	23,5	40,5	0,000000	37,5
23				2005				145	51	22	43	65	0,000000	44
23				2006				161	41	27	36	49	0,000002	17,5
23					1			351	31	16	25	40	0,000000	35
23					3			198	57	39	48	67	0,001219	13
23			MA					190	59	40	49	67	0,042161	7
23			RA					15	36	17	22	34	0,000114	64,5
23			SG					40	20	11	15,5	25,5	0,000000	34,5
23			TR					22	38	19	42	57	0,001256	20
23			WG					116	32	18	25,5	39	0,000000	32,5
23			WR					144	29	15,5	25,5	38,5	0,000000	26,5
23			WW					24	47	33	45,5	60	0,000023	24,5
23						Futterbau		282	45	28	40	55	0,000000	13
23						Marktfrucht		107	29	12	19	44	0,000000	39
23						Sonstige		26	45	27	30	56	0,000879	37
23						Veredlung		106	29	18	24	34	0,000000	53
23			SG			Futterbau		14	30	15	27	39	0,000053	32
23			SG			Marktfrucht		22	16	10	14	19	0,000003	31,5
23			WG			Futterbau		43	27	17	24	36	0,000415	19
23			WG			Marktfrucht		23	35	11	25	62	0,000451	29
23			WG			Veredlung		28	26	21	25	27	0,000000	83
23			WR			Futterbau		38	30	18	27	40	0,001542	21
23			WR			Marktfrucht		38	27	12	20	42	0,000006	30
23			WR			Veredlung		60	30	16	22,5	39	0,000000	45,5
23			WW			Marktfrucht		14	50	22	59	69	0,014173	8
23						F		252	47	29	42	56	0,000000	9
23						FM		30	29	15	27	39	0,000000	31
23						M		66	27	12	20	38	0,000000	44
23						V		106	29	18	24	34	0,000000	49
23						XLA		26	45	27	30	56	0,006985	39,5
23		0						190	32	14	25,5	42	0,000000	33,5
23		3						20	25	14	17,5	39	0,000008	32
23		4						42	31	21	28	36	0,000000	30,5
23		5						86	40	21	36	52	0,000002	28
23		6						146	50	32	44	62	0,000000	20,5
23	2							12	28	15	23	40	0,000006	64
23	3							130	34	19	27	43	0,000000	43,5
23	4							162	34	17	30	43	0,000000	25
23	5							208	50	29	46	62	0,000000	11

Maßnah- menr.	NAG-Klasse	Norg-Klasse	Frucht-art	Jahr	Nied-KL.	Betriebs- kategorie	Betriebs-typ	n	Mittelwert	25 %- Quartil	Median	75 %- Quartil	P-Wert	Wirkung
23		0						20	50	9	36	75	0,022052	26,5
23	3	0						58	36	16	28	50	0,000000	35,5
23	3	4						14	30	21	25	34	0,004520	37
23	3	5						16	30	18,5	31,5	39	0,023415	46
23	3	6						14	31	22	26	32	0,000001	89
23	4	0						76	24	11	20	31	0,000000	33
23	4	5						28	37	21	32,5	52	0,019242	24,5
23	5	0						26	30	19	29	38	0,000028	27
23	5	4						14	27	18	26	34	0,009943	17
23	5	5						32	46	23,5	44	56	0,000392	37
23	5	6						104	54	33,5	47,5	65	0,000229	13,5
24								204	67	37	58	87	0,000000	27
24				2002				16	33	25	28,5	42	0,000823	15,5
24				2004				28	63	26	57	92	0,000781	44
24				2006				76	65	37	54	77,5	0,000000	50,5
24					2			128	71	41	59	97	0,000018	27
24					3			56	65	36,5	58	89,5	0,000171	27
24			MA					174	70	42	59,5	87	0,000000	25,5
24						Futterbau		36	67	42	56,5	82	0,007422	28,5
24						Marktfrucht		14	44	17	26	68	0,000243	73
24						Milchvieh		86	76	44	65,5	107	0,000204	59,5
24			MA					58	63	35	56	70	0,000071	24
24			MA			Futterbau		34	69	44	57	82	0,005377	28
24			MA			Milchvieh		82	76	46	65,5	107	0,000157	59,5
24							FMI	86	76	44	65,5	107	0,000233	59,5
24							ohne	68	62	35	57	70	0,000062	21,5
24		0						86	63	36	56	81	0,000034	19,5
24		1						14	44	17	26	68	0,000827	56
25								218	63	28	51	80	0,000032	14
25				2000				14	37	14	25	61	0,000526	45
25				2002				24	37	18,5	29	48	0,000653	20
25				2004				46	52	21	41	51	0,034746	9,5
25					1			186	61	24	49	85	0,002378	11
25			WG					34	43	19	29	47	0,003520	19
25			WR					34	31	10	18	39	0,000007	31
25						Futterbau		70	61	31	49	88	0,000513	23
25						Marktfrucht		80	57	20	41,5	70,5	0,000034	23,5
25			WR			Marktfrucht		14	19	10	15	28	0,000023	30
25							FM	14	47	18	24	96	0,002745	53
25							M	20	34	14	23,5	60	0,000000	58
25							MEX	34	48	21	39	60	0,001917	26,5
25		0						78	49	18	35	73	0,000017	26
25		1						18	42	21	42	60	0,001469	21
25	3							54	60	20	35	103	0,000016	40
25	4							100	57	25	56	73	0,015258	2
25	3	0						14	38	20	27	35	0,000531	37
25	4	0						48	38	16,5	34,5	56,5	0,000003	23,5

Anhang 5: Verteilung signifikanter und nicht signifikanter Ergebnisse in Abhängigkeit von der Stichprobengröße

In den folgenden Abbildungen werden für die Paarvergleiche die Zusammenhänge zwischen signifikanter und nicht signifikanter Ergebnisse in Abhängigkeit von der Stichprobengröße dargestellt. Dabei werden Maßnahmen mit einer Stichprobengröße von mindestens 100 Proben mit Maßnahme dargestellt, für die einzelnen Paarvergleiche müssen mindestens 10 Proben mit Maßnahme vorliegen. Jeder Punkt in den Diagrammen entspricht dem Ergebnis eines Paarvergleichs mit unterschiedlicher Kombination der Probenmerkmale (Fruchtart, Jahr, ...).

In der Regel finden sich bei geringer Stichprobengröße mehr nicht signifikante Ergebnisse, bei höherem Stichprobenumfang stabilisieren sich i.d.R. die Werte für die Maßnahmenwirkung, und die Proben mit Maßnahme sind signifikant von Proben ohne Maßnahme zu unterscheiden. Im Fall der Maßnahmen *Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern*, *Maisensaat* und *Erstellung schlagbezogener Nährstoffbilanzen* können die Paare dagegen auch bei größeren Stichproben nicht signifikant unterschieden werden, und/oder erreichen nur eine geringe Wirkungshöhe.

Abbildung A5_1: Wirkungen der Maßnahme „Gewässerschonende Aufbringung von Wirtschaftsdüngern“

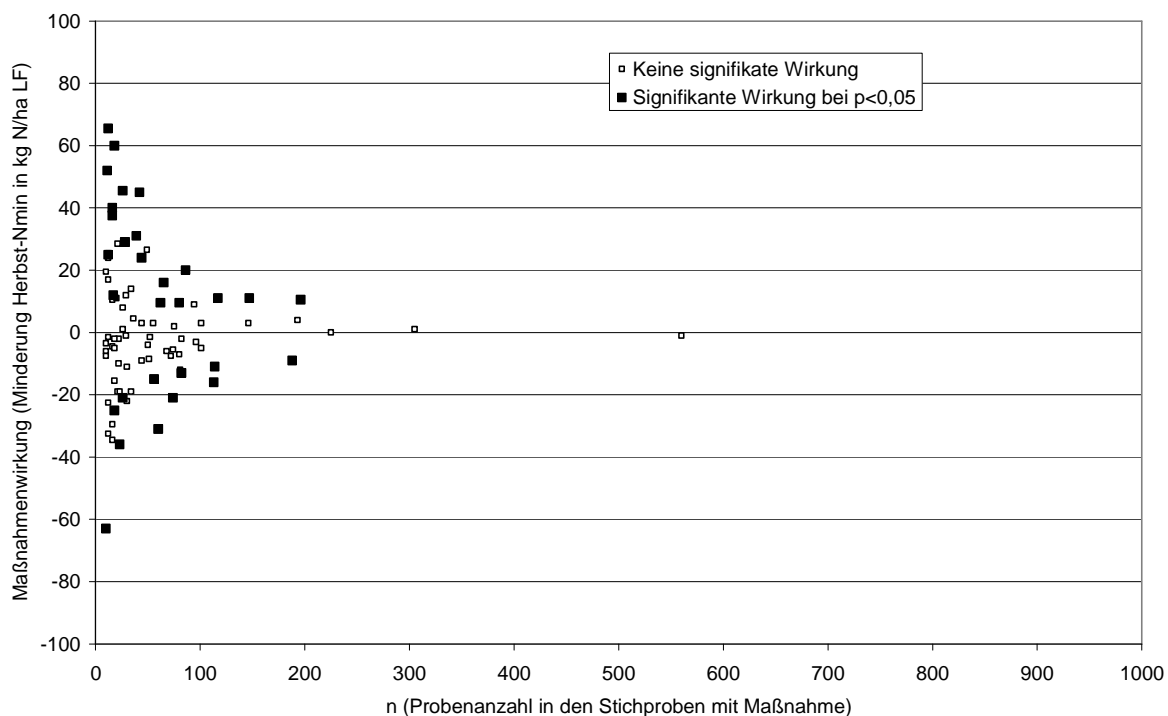


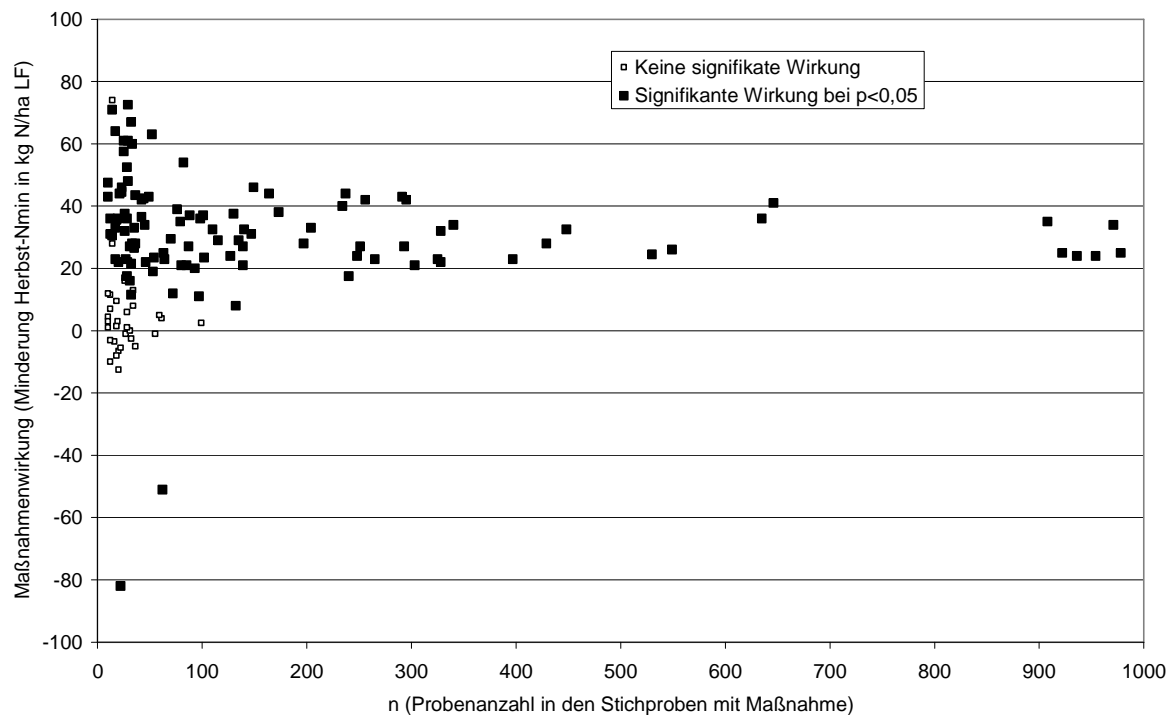
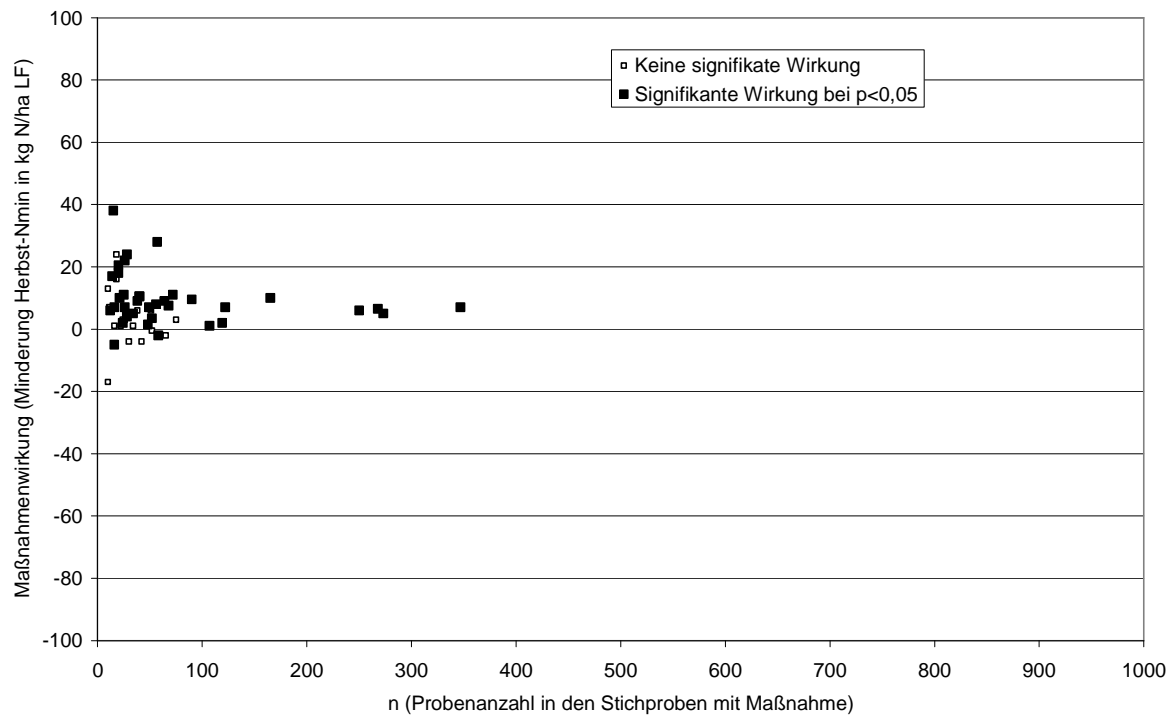
Abbildung A5_2: Wirkungen der Maßnahme „Zwischenfrucht/Untersaaten“**Abbildung A5_3: Wirkungen der Maßnahme „Brachebegrünung“**

Abbildung A5_4: Wirkungen der Maßnahme „Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung konventionell“

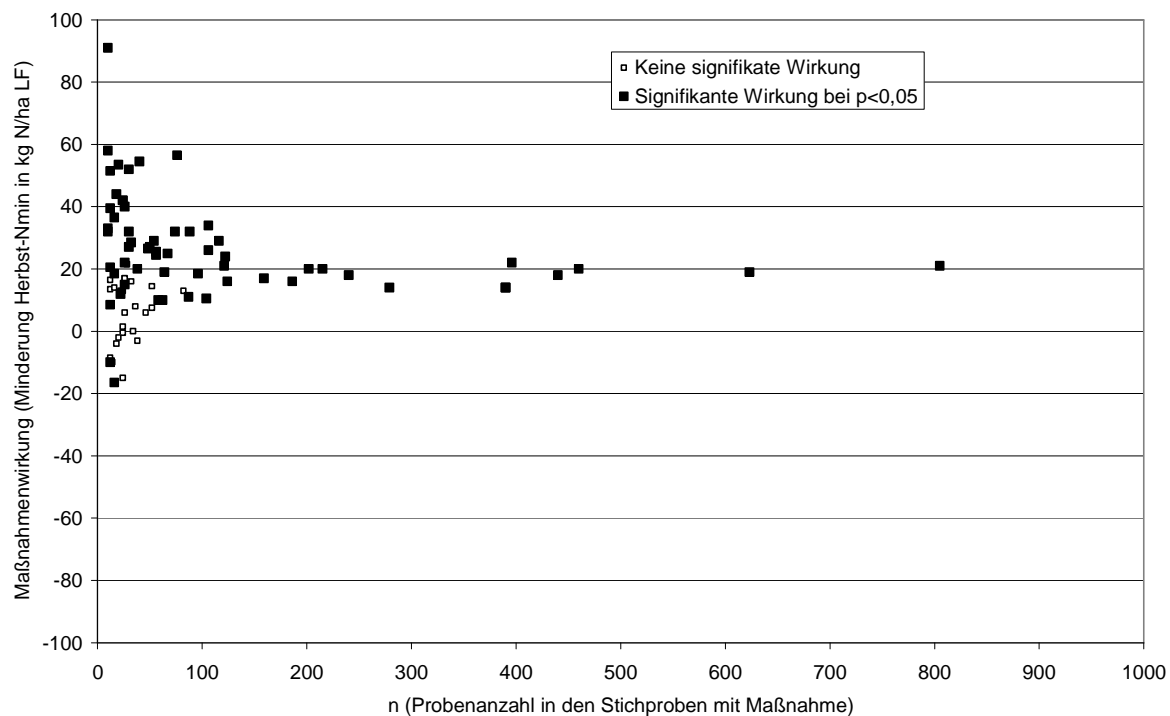


Abbildung A5_5: Wirkungen der Maßnahme „Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung Öko“

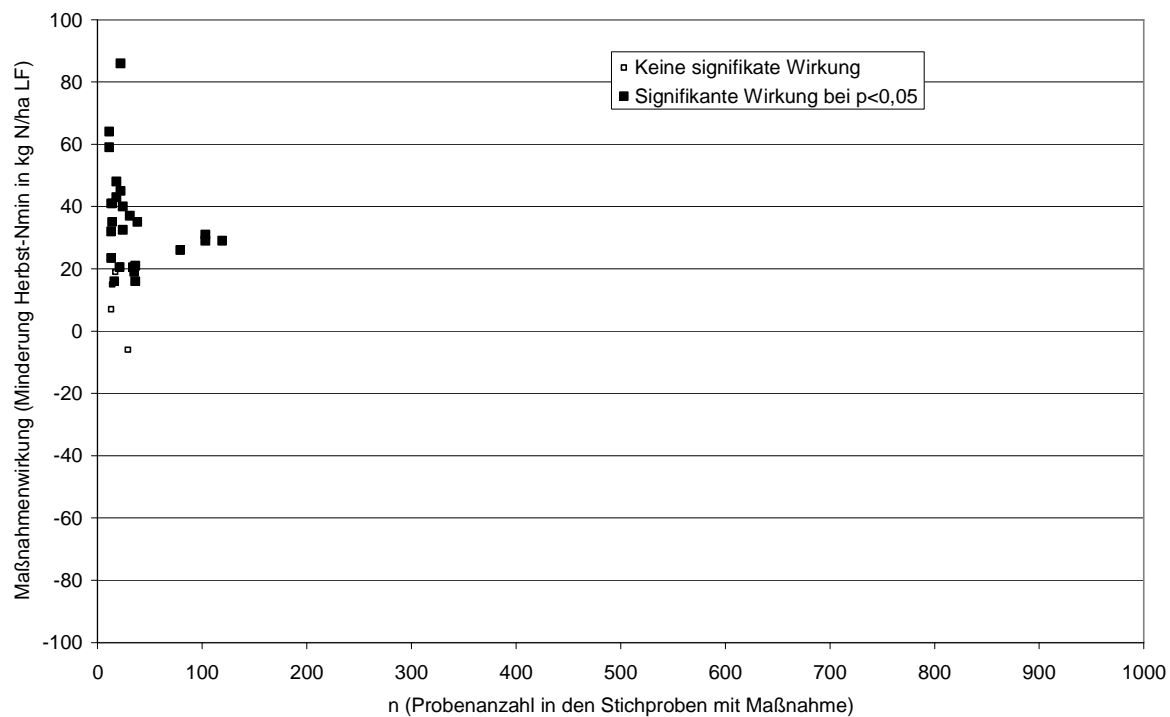


Abbildung A5_6: Wirkungen der Maßnahme „Extensive Bewirtschaftung von Grünland“

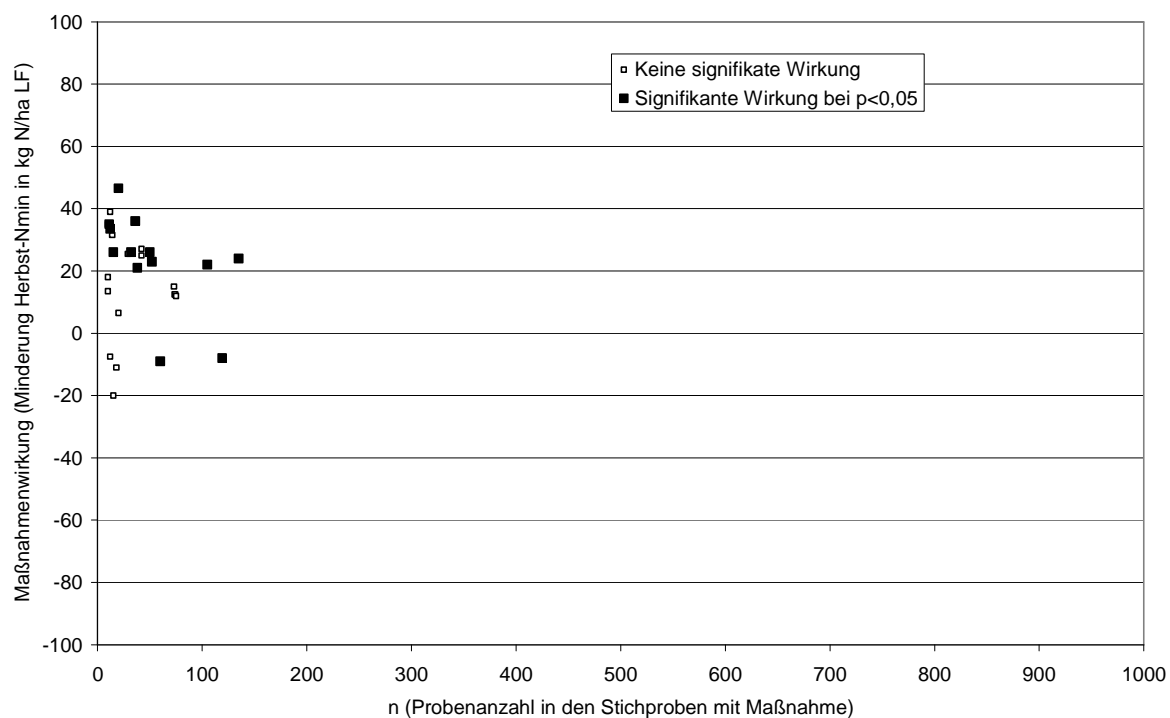


Abbildung A5_7: Wirkungen der Maßnahme „Reduzierte N-Düngung“

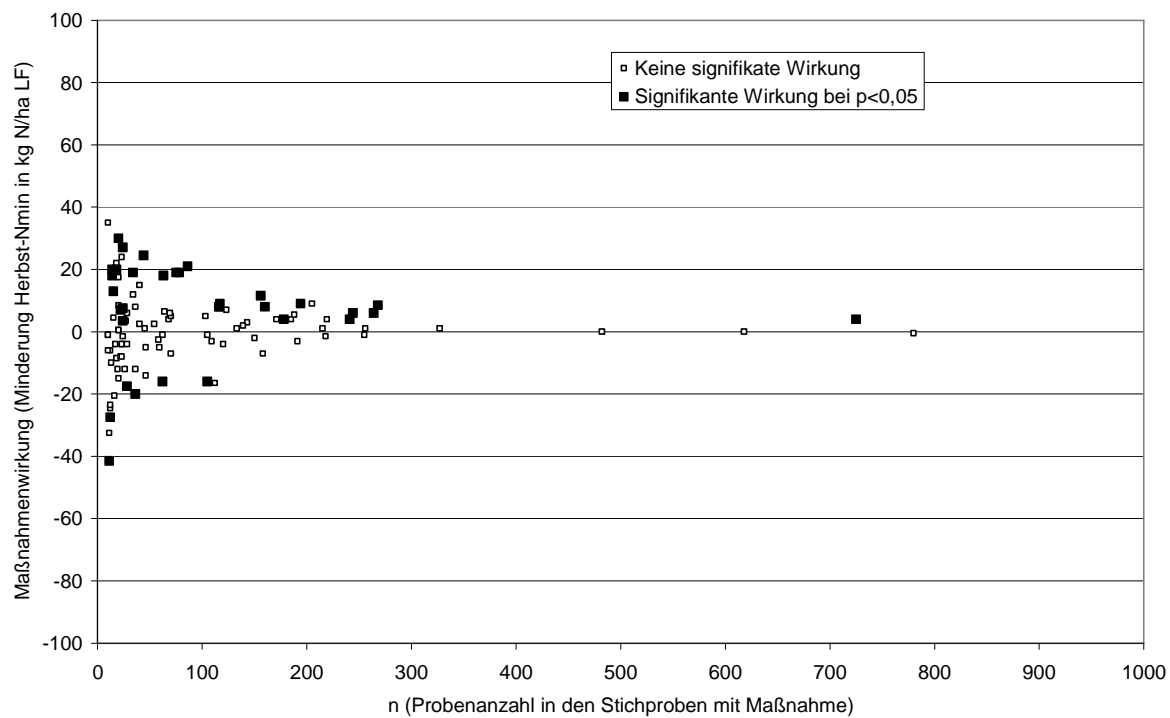


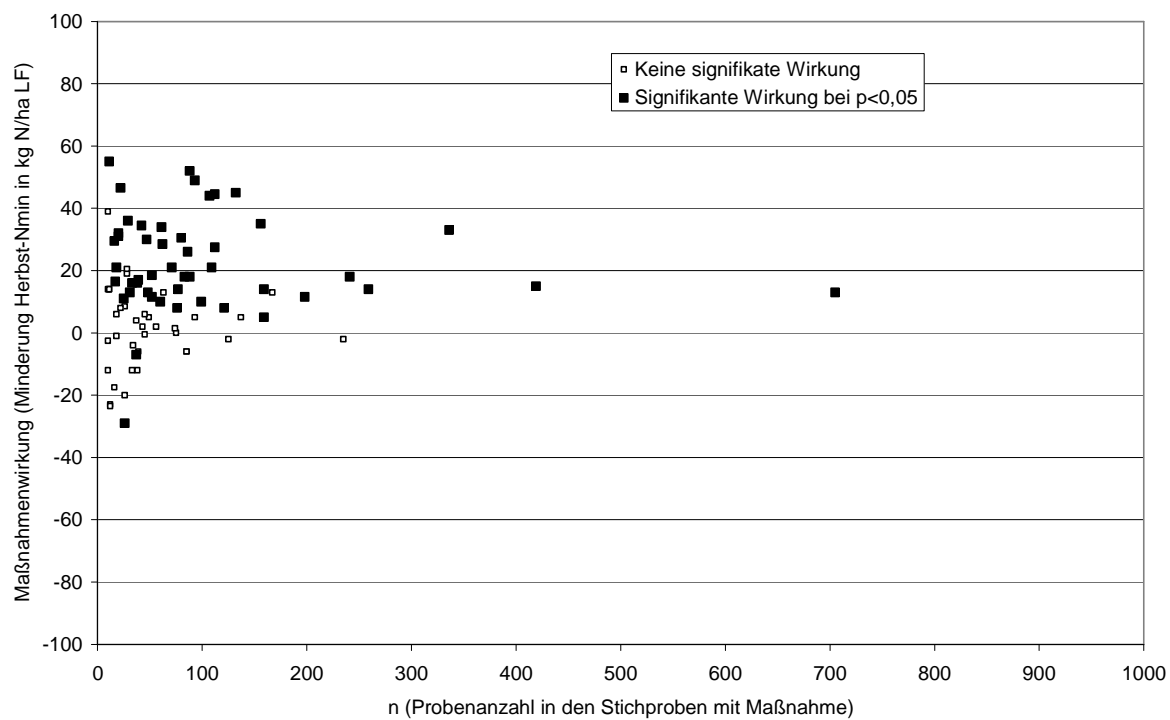
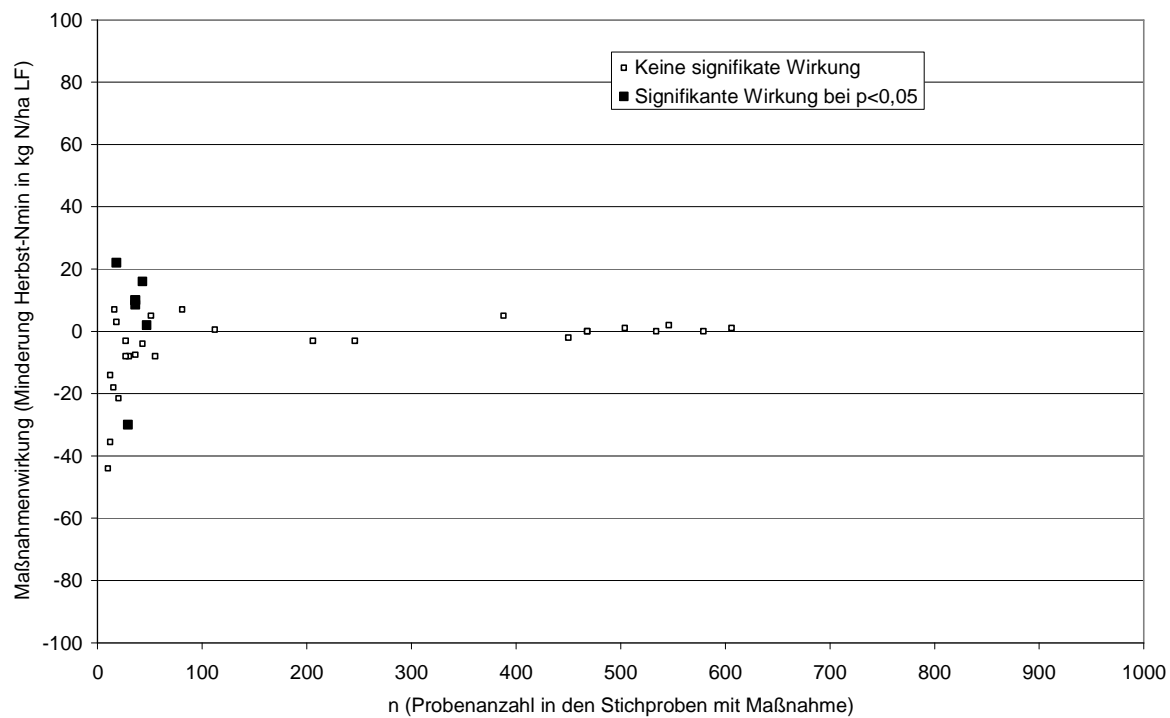
Abbildung A5_8: Wirkungen der Maßnahme „Reduzierte Bodenbearbeitung“**Abbildung A5_9: Wirkungen der Maßnahme „Maisensaat“**

Abbildung A5_10: Wirkungen der Maßnahme „Erstellung schlagbezogener Nährstoffbilanzen“

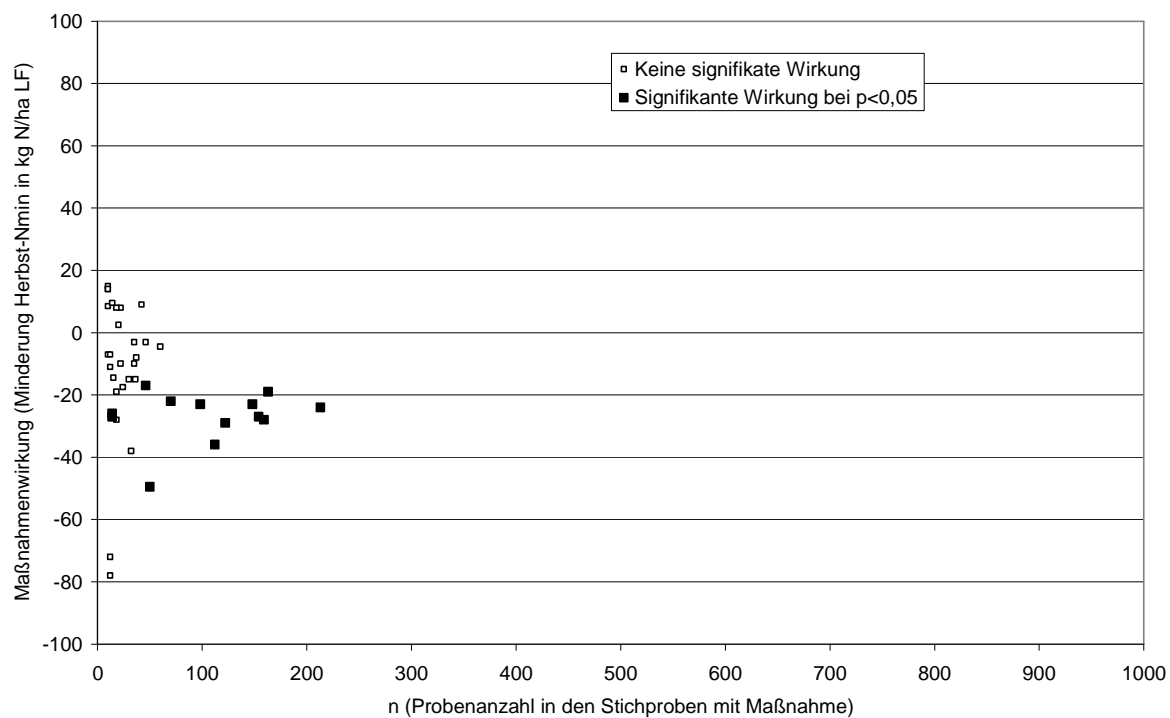


Abbildung A5_11: Wirkungen der Maßnahme „Umwandlung Acker in extensives Grünland“

