

Effekte auf Wasser- und Klimaschutz – Eine Analyse betrieblicher Nährstoffvergleiche für ausgewählte Flächenmaßnahmen

NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020

Wolfgang Roggendorf, Stefan Schwarze

5-Länder-Evaluation

14/2020

Finanziell unterstützt durch:



EUROPÄISCHE UNION

**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Publiziert:

DOI: 10.3220/5LE1603786123000

www.eler-evaluierung.de

Impressum:

Thünen-Institut für Ländliche Räume
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 64, 38116 Braunschweig
Fax: 0531 596-5599

Dipl.-Ing. agr. Wolfgang Roggendorf
E-Mail: wolfgang.roggendorf@thuenen.de
Tel.: 0531 596-5217

Dr. Stefan Schwarze
E-Mail: stefan.schwarze@thuenen.de
Tel.: 0531 596-5146

Braunschweig, im Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	II
0 Zusammenfassung	1
1 Einführung	1
2 Daten und Methoden	2
2.1 Daten	2
2.2 Methode	4
3 Ergebnisse	5
3.1 Ökologischer Landbau	5
3.2 Extensive Grünlandnutzung	8
3.3 Vertragsnaturschutz	10
3.4 Zwischenfruchtanbau	12
3.5 Vielfältige Kulturen im Ackerbau	15
4 Schlussfolgerungen	15
Literaturverzeichnis	18
Anhang	19
Verzeichnis der Anhänge	20
Verzeichnis der Anhang-Tabellen	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterschiede in den Auswahlvariablen zwischen Teilnehmer*innen am Ökolandbau und der Kontrollgruppe vor und nach dem Matching	6
Tabelle 2:	Vergleich von ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit der Kontrollgruppe	7

0 Zusammenfassung

Flächenmaßnahmen wie die Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) und der Ökologische Landbau stellen innerhalb des NRW-Programms Ländlicher Raum ein wichtiges Mittel zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen aus der Landwirtschaft in das Grundwasser bzw. in Gewässer überhaupt dar. Trotz des langen Bestehens dieser Maßnahmen gibt es wenig empirische Evidenz zu ihrer Wirkung, da betriebliche Daten kaum verfügbar sind und die Analyse durch die potenzielle Stichprobenverzerrung („selection bias“) erschwert wird. Ziel dieser Studie ist es nun, durch die Anwendung von Matching-Verfahren die Wirkung der Teilnahme an Flächenmaßnahmen auf die einzelbetriebliche Stickstoffbilanz zu schätzen. Dabei konnten wir auf Daten aus Nährstoffvergleichen laut Düngeverordnung zurückgreifen, die im Rahmen der Fachrechtskontrollen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen erhoben wurden. Neben dem Ökologischen Landbau betrachten wir unter den verschiedenen AUKM die extensive Grünlandnutzung, den Vertragsnaturschutz sowie den Zwischenfruchtanbau. Signifikante Unterschiede in den N-Bilanzen konnten für den Ökolandbau, die extensive Grünlandnutzung und mit Einschränkungen auch für den Vertragsnaturschutz und den Zwischenfruchtanbau festgestellt werden. Die geschätzten Unterschiede in den N-Bilanzsalden liegen tendenziell in Größenordnungen, die auch in der Literatur überwiegend als Ergebnis von Feldversuchen zu finden sind. Für die extensive Grünlandnutzung fallen sie sogar höher aus als in der Literatur dargestellt.

1 Einführung

Für die Evaluation der Wasserschutzwirkungen von ELER-Maßnahmen ist im gemeinsamen Bewertungsrahmen der EU-KOM (CMEF) unter anderem der Indikator ‚Nährstoffbilanzüberschuss‘ als Schätzwert für eine potenzielle Wasserverschmutzung vorgegeben (EU-KOM, GD AGRI, 2018). Er ist für Stickstoff (N) und Phosphor (P) zu erfassen. Daran anknüpfend wurde im Rahmen der Erstellung des Feinkonzeptes zum Bewertungsplan der laufenden Förderperiode vereinbart, ähnlich wie zur Ex-post-Evaluation der letzten Förderperiode (Bormann et al., 2015) durch Analyse betrieblicher Nährstoffbilanzsalden (Hoftor-/Flächenbilanz) die Wirkung einzelner Maßnahmen zu belegen. Als relevante ELER-Flächenmaßnahmen mit Wasserschutzzielen sind entsprechende Analysen für die Einführung oder Beibehaltung des Ökologischen Landbaus (OEK) sowie die folgenden Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) vorgesehen, die einen Einfluss auf betriebliche Nährstoffbilanzen erwarten lassen: Extensive Grünlandnutzung (EXG), Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Grünland (VNS), die Förderung des Zwischenfruchtanbaus (ZWF) sowie des Anbaus vielfältiger Kulturen im Ackerbau (VK). Streifenmaßnahmen wie die Anlage von Uferrand- und Erosionsschutzstreifen, von Blüh- und Schonstreifen sowie von Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Ackerflächen begrenzen bzw. vermeiden zwar auflagenbedingt ebenfalls den Nährstoffeintrag auf den jeweiligen Förderflächen, allerdings sind aufgrund der meist geringen Betriebsflächenanteile dieser Art von Maßnahmen betriebliche Nährstoffbilanzen zum Wirkungsnachweis nicht geeignet.

Wenn infolge von Förderauflagen der Einsatz von Stickstoff reduziert wird, hat dies eine Verringerung von Treibhausgasemissionen zur Folge – konkret von Lachgasemissionen (N_2O). Die Verringerung von Lachgasemissionen wurde laut CMEF als Teilindikator zum Nachweis von Klimaschutzeffekten des ELER festgelegt. Zur Abschätzung solcher Klimaschutzeffekte von AUKM (M10.1) und Ökolandbau (M11.1/2) war im Feinkonzept der laufenden Förderperiode vereinbart worden, ebenfalls Methodik und Datenbasis der Auswertung von Nährstoffbilanzen zu nutzen (vgl. Bathke et al., 2018). Aus diesem Grund werden im Folgenden neben den Indikatoren der Nährstoffbilanzen stets auch die Parameter für den Stickstoffeinsatz (Mineraldünger, organische Dünger und N-Input gesamt) betrachtet.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut: Nach einer Beschreibung der verwendeten Daten und Methoden (Kapitel 2) erfolgt eine nach Maßnahmen differenzierte Darstellung der Untersuchungsergebnisse (Kapitel 3). Im abschließenden Kapitel 4 werden Schlussfolgerungen gezogen.

2 Daten und Methoden

2.1 Daten

Betriebliche Daten standen aus Nährstoffvergleichen laut Düngeverordnung (DüV) zur Verfügung, die größtenteils im Rahmen der Fachrechtskontrolle der Landwirtschaftskammer NRW (LWK NRW) erhoben wurden.¹ Die Daten wurden teilanonymisiert geliefert, wobei eine Kennung über die Betriebsnummer nur für Teilnehmer*innen der oben aufgeführten Fördermaßnahmen freigegeben wurde. Dadurch ist eine Verknüpfung mit anderen Datenquellen nicht möglich, wodurch die Analyse auf die im Datensatz enthaltenen Parameter beschränkt ist. Die Kontrolldaten stammen aus den Wirtschaftsjahren 2014/2015 und 2015/2016. Gemäß den Vorgaben der in diesem Zeitraum gültigen Düngeverordnung ist der Bilanzierungsansatz der Nährstoffvergleiche als Feld-Stall-Bilanz einzuordnen. Der Bilanzsaldo für Stickstoff und Phosphor wird im Datensample einmal für das aktuelle Düngejahr angegeben und zusätzlich unter Einbeziehung zurückliegender Düngejahre als gleitendes mehrjähriges Mittel.

Neben den Salden wurden die meisten der laut Kammervorgaben zu erstellenden Bilanzparameter mitgeliefert. Einige Parameter fehlen jedoch (z. B. die N-Bindung durch Leguminosen, Nährstoffe aus eigenen Biogasanlagen, vor allem aber die in Anrechnung gebrachten Ausbringungsverluste), sodass mit den zur Verfügung stehenden Werten die Bilanzsalden nicht vollständig nachvollzogen werden können. Außer um die Bilanzparameter wurde der Datensatz durch die LWK auch um Informationen zur Teilnahme an den einzelnen ELER-Maßnahmen, Angaben zu Tierhaltung (Anzahl Stallplätze für die Haupttierarten, Wirtschaftsdüngerform) sowie um wenige betriebsstrukturelle

¹ Das Datensample umfasst neben Angaben zu Betrieben, die für die Fachrechtskontrollen ausgewählt wurden, zusätzlich Angaben von rund 370 Betrieben, die ihre Daten freiwillig für wissenschaftliche Analysen zur Verfügung gestellt haben.

Parameter (die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) und die Acker-, Grünland- und Dauerkulturfäche) ergänzt. Ausgehend vom Betriebssitz wurde von der LWK NRW als regionale Variable jeweils die Nummer des Kreises oder der kreisfreien Stadt zugeordnet.

Vor Beginn der eigentlichen Analyse wurden die Daten bereinigt und auf Plausibilität getestet.² Datensätze mit fehlenden Werten, wenig plausiblen Angaben (N-Abfuhr > 0) oder Extremwerten bei einzelnen Bilanzpositionen (besonders bei denen, die die Wirtschaftsdünger betreffen) blieben bei der Auswertung unberücksichtigt. Außerdem wurden Betriebe, die sich auf Dauerkulturen oder Gemüseanbau spezialisiert haben, für weitergehende Analysen ausgeschlossen, weil für diese Betriebe Nährstoffvergleiche nach DüV weniger aussagekräftig sind und anzunehmen ist, dass für solche Spezialbetriebe zu wenig geeignete Matchingpartner im Datensatz zu finden sind. Als Kriterium hierfür diente ein Anteil von Dauerkulturen bzw. Gemüse an der LF von mehr als 50 %.³ Für das spätere Matching blieben zudem Betriebe unberücksichtigt, die in vorhergehenden Jahren an einer Maßnahme teilgenommen hatten, diese aber in den analysierten Düngejahren laut Förderdaten nicht mehr in Anspruch nahmen.

Zur Frage der generellen Verwendbarkeit des Datensamples wurden von Seiten der Evaluation stichprobenartig die Angaben einzelner Betriebe überprüft. Diese konnten jedoch nur für AUKM-Teilnehmer*innen durch Verknüpfung mit Daten aus dem InVeKoS durchgeführt werden (Anbauflächen, Tierzahlen).⁴ Vergleicht man die Angaben zur LF und zu Ackerflächen im InVeKoS mit den Daten der Fachrechtskontrolle, ergeben sich für die LF Abweichungen von mehr als 10 % bei 8 % der Betriebe. In Bezug auf die Ackerfläche lag dieser Wert bei 10 % der Betriebe. Für Nichtteilnehmer*innen sind Plausibilitätsanalysen ohnehin nicht möglich.

In der Stichprobe sind nach Bereinigung insgesamt 3.015 Datensätze, d. h. vermutlich 3.015 Betriebe, enthalten, von denen 993 an AUKM teilnahmen. 2.022 Betriebe nahmen an keinen Flächenmaßnahmen teil und stehen somit als potenzielle Vergleichsgruppe für das Matching zur Verfügung. Von den 3.015 Betrieben wurden 22 % nach Zufall ausgewählt oder haben freiwillige Angaben gemacht, der Rest wurde nach unterschiedlichen Risikoaspekten für die Stichprobe gezogen. Die durchschnittliche Betriebsgröße im Datensample beträgt 68 ha bei einem Ackeranteil von 76 %. Damit unterscheidet sich die Stichprobe erheblich von der Grundgesamtheit aller Betriebe in Nordrhein-Westfalen, die 2016 eine mittlere Betriebsgröße von 36 ha und einen Ackeranteil von 53 % aufweist. Bemerkenswert ist, dass sich der aktuelle N-Bilanzüberschuss aller Betriebe in der Stichprobe mit durchschnittlich 6,6 kg N/ha auf einem sehr niedrigen Niveau befindet. Das fünfjährige Mittel liegt etwas höher bei 7,5 kg N/ha. Vergleichbare Datensätze aus anderen Bundesländern

² Zum Beispiel wurde bei Prüffällen, die doppelt erfasst waren, aber z. T. unterschiedliche Angaben bei den Bilanzparametern enthielten, nur der Datensatz mit den plausibelsten Angaben für die Auswertungen herangezogen.

³ Durch dieses Selektionskriterium wurden insgesamt 73 Betriebe ausgeschlossen, darunter auch fünf ökologisch wirtschaftende Betriebe, drei Teilnehmer*innen am Vertragsnaturschutz und zwei mit Förderung des Zwischenfruchtanbaus.

⁴ Für eine echte Plausibilitätsprüfung einzelner Bilanzpositionen der Nährstoffvergleiche sind InVeKoS-Daten nicht geeignet. Es fehlen zu viele bilanzrelevante Informationen, z. B. differenzierte Angaben zu den Tierbeständen.

(z. B. aus Niedersachsen) weisen z. T. ein deutlich höheres Durchschnittsniveau auf, was teilweise auf die von den Düngehörden der Länder vorgegebenen Bilanzierungsverfahren zurückzuführen ist (vgl. auch Machmüller und Sundrum, 2014). In Bezug auf Phosphor ist die Bilanz mit - 6,5 kg P₂O₅/ha sogar leicht negativ. Das fünfjährige Mittel liegt auch hier etwas höher bei - 5,5 kg P₂O₅/ha.

2.2 Methode

Im Sinne der EU-Forderung nach rigorosen Methoden in der Evaluation wird ein kontrafaktischer Ansatz verwendet. Dabei werden für Betriebe, die an einer Maßnahme teilnehmen (die sogenannte Treatmentgruppe), Betriebe gesucht, die in allen relevanten Faktoren außer der Programmteilnahme identisch sind (Vergleichs- oder Kontrollgruppe). Letztere stellen somit die Situation ohne Teilnahme für die teilnehmenden Betriebe dar (kontrafaktische Situation). Bei den vorliegenden Daten, die nicht randomisiert erhoben wurden, ist kein direkter Vergleich von Teilnehmer*innen mit Nicht-Teilnehmer*innen sinnvoll. Die Gruppen unterscheiden sich in einigen Parametern, die auch einen Einfluss auf die untersuchten Zielgrößen haben. Es wird daher versucht, über Matching-Verfahren zu den maßnahmenbezogenen Teilnehmer*innen anhand spezifischer Auswahlvariablen im Datensample möglichst ähnliche Betriebe zu selektieren, die nicht an AUKM oder Ökolandbau teilnehmen. Die Auswahlvariablen werden aus dem bestimmenden Wirkungsansatz der Maßnahme abgeleitet. Bei Maßnahmen, die z. B. darauf abzielen, den Mineraldüngereinsatz zu senken, wird das Nährstoffaufkommen über Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung neben Betriebsgrößenvariablen (LF sowie der Anteil der Ackerfläche an der LF) für die Selektion vergleichbarer Betriebe herangezogen. Diese Parameter sind stark mit den übrigen im Datensatz enthaltenen Variablen korreliert, sodass deren Einbeziehung als Auswahlvariablen nicht nötig ist. Verglichen wurden außerdem stets Bilanzergebnisse aus dem gleichen Düngjahr. Weitere Details zur Datenaufbereitung und den verwendeten Auswahlvariablen sind in den Abschnitten zu den Ergebnissen der einzelnen Maßnahmen zu finden.

Die „Ähnlichkeit“ der Betriebe wird über eine gewichtete Funktion der oben genannten Auswahlvariablen für jeden Betrieb bestimmt. Zur Messung der „Ähnlichkeit“ wird die Mahalanobis-Distanz verwendet, bei der die Gewichtung auf der inversen Varianz-Kovarianz-Matrix der Auswahlvariablen basiert (StataCorp, 2019).⁵ Dem teilnehmenden Betrieb wird der am wenigsten entfernte Betrieb aus der Gruppe der Nichtteilnehmer*innen zugeordnet. Dieser Vorgang wird allgemein als Matching bezeichnet. Zur Vermeidung von Verzerrungen in der Schätzung des Effektes können Betriebe aus der Vergleichsgruppe mehreren teilnehmenden Betrieben zugewiesen werden.

Zur Überprüfung der Güte des Matchingverfahrens werden der Unterschied in den standardisierten Mittelwerten und das Varianzverhältnis nach dem Matching herangezogen. Die beiden

⁵ Es wurden zusätzlich die Euklidische Distanz und Propensity Scores getestet.

Gruppen stimmen vollkommen überein, wenn der Unterschied in den standardisierten Mittelwerten null und das Varianzverhältnis gleich eins ist. Es gibt keinen formalen Test für diese Statistiken, und es können daher keine formalen Rückschlüsse gezogen werden. Es gibt in der Literatur auch keinen Konsens über die Höhe der Abweichungen, die noch als akzeptabel gelten. In den folgenden Analysen wird davon ausgegangen, dass eine Abweichung von weniger als 10 % auf gut vergleichbare Gruppen schließen lässt (s. Normand et al., 2001). Abschließend wird der Effekt einer Maßnahme als durchschnittliche Differenz der Zielgrößen (N-Bilanzsaldo, mineralische Stickstoffdüngermenge und P-Bilanzsaldo) bei Teilnehmer*innen und den jeweils zugeordneten Betrieben aus der Vergleichsgruppe berechnet. Für die Datenanalyse wurde Stata 15 und speziell der Befehl „tfects nmatch“ benutzt.

3 Ergebnisse

3.1 Ökologischer Landbau

Der Ökologische Landbau unterscheidet sich im Hinblick auf Nährstoffflüsse grundsätzlich von der konventionellen Wirtschaftsweise. Systembedingt zeichnet er sich durch wesentlich geringere Inputs pro Flächeneinheit und entsprechend geringere Nährstoffoutputs über pflanzliche und tierische Produkte aus. Um dies nachzuweisen, kommen folglich nur wenige der Variablen im Datensample für die Bildung einer Vergleichsgruppe in Frage. Zum Beispiel wurde auf eine Einbeziehung des Nährstoffaufkommens über Wirtschaftsdünger aus der eigenen Tierhaltung als Auswahlvariable verzichtet, da dieser Parameter im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden Betrieben systembedingt niedriger ausfallen muss. Als Auswahlvariablen werden daher neben dem Wirtschaftsjahr nur die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) als Maß für die Betriebsgröße und der Grünlandanteil genutzt. Außerdem wurde im Matching festgelegt, dass nur Rinder haltende Betriebe bzw. nicht Rinder haltende Betriebe sowie Betriebe einer Region⁶ zusammengeführt werden.

Nach dem Bereinigen befinden sich 48 ökologisch wirtschaftende Betriebe in der Stichprobe, von denen 26 auch an anderen Fördermaßnahmen teilnehmen. Um den Effekt des Ökolandbaus von den Effekten anderer Maßnahmen zu isolieren, wurden in der folgenden Analyse 14 Betriebe, die auch am Vertragsnaturschutz oder dem Zwischenfruchtanbau teilnehmen, ausgeschlossen. Unter den ökologisch wirtschaftenden Betrieben befinden sich vier Betriebe mit einer LF von mehr als 120 ha, für die kein geeigneter Partner zu finden war. Nach dem Matchen verbleiben 30 Betriebe, deren Abweichung in den standardisierten Mittelwerten und im Varianzverhältnis unter 10 % liegt, sodass man von gut vergleichbaren Gruppen ausgehen kann (siehe Tabelle 1).

⁶ Zur regionalen Zuordnung wurden den Teilnehmer*innen Kontrollbetriebe aus dem gleichen Kreis oder – um genügend Matchingpartner zu finden – auch aus Nachbarkreisen zugeordnet.

Tabelle 1: Unterschiede in den Auswahlvariablen zwischen Teilnehmer*innen am Ökolandbau und der Kontrollgruppe vor und nach dem Matching

Parameter	Standardisierte Mittelwerte		Varianzverhältnis	
	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher
LF (ha)	0,005	-0,006	1,192	0,971
Anteil der Ackerfläche an der LF (%)	-0,861	0,005	1,741	0,980
Wirtschaftsjahr	0,229	0,0	1,025	1,0
Rinderhaltung (0=nein, 1=ja)	0,172	0,0	0,969	1,0

Quelle: Eigene Berechnungen.

Dies lässt sich auch durch einen Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen der Kontrollvariablen illustrieren (siehe Tabelle 2). Außerdem verdeutlicht Tabelle 2, wie auch andere Parameter über eine Korrelation mit den Kontrollvariablen angeglichen wurden. Dies gilt besonders für die Acker- und Grünlandfläche. Für die Dauerkulturen- und Gemüseanbaufläche gilt dies weniger, da konventionell wirtschaftende Betriebe in der Regel ein deutlich engeres Anbauspektrum aufweisen als ökologisch wirtschaftende Betriebe. Die höhere Zahl an Stallplätzen in der Kontrollgruppe spiegelt die höhere Intensität in der Tierproduktion auf konventionellen Betrieben wider. Unter den ökologisch wirtschaftenden Betrieben finden sich 17 Rinderhalter*innen (elf Milchviehhalter*innen), zwei Betriebe mit Schweinehaltung und zwei mit gemischtem Tierbestand.

Die verbliebenen 30 Teilnehmer*innen haben einen Ackerflächenanteil von 47 % bei einer mittleren Betriebsgröße von knapp 52 ha. Der Stickstoffanfall aus der eigenen Tierhaltung liegt im Schnitt bei 79 kg N/ha. Damit unterscheiden sich diese Betriebe hinsichtlich der LF und des Ackerflächenanteils deutlich von allen im Jahr 2016 geförderten Ökobetrieben, die nicht gleichzeitig am Vertragsnaturschutz bzw. Zwischenfruchtanbau teilnehmen (vgl. Tabelle A3 im Anhang). Der Ackerflächenanteil dieser Gruppe liegt bei 28 % mit einer durchschnittlichen LF von rund 30 ha. Die regionale Verteilung der Stichprobe ist mit der aller geförderten Betriebe in NRW annähernd vergleichbar, allerdings sind vor allem die Regierungsbezirke Düsseldorf und Münster leicht über- und der Regierungsbezirk Arnsberg deutlich unterrepräsentiert. Zwar weist die Grundgesamtheit aller Ökolandbau-Teilnehmer*innen in 2016, also einschließlich der Betriebe, die auch an anderen Maßnahmen teilnehmen, im Mittel eine etwas größere Betriebsfläche auf als die zuletzt skizzierte Gruppe, jedoch fällt der Ackerflächenanteil mit rund 25 % noch niedriger aus. Es handelt sich bei Ökolandbau-Teilnehmer*innen in NRW also überwiegend um grünlandbetonte Betriebe mit Raufutterverwertern, zumeist in Form der Rinderhaltung.

Tabelle 2: Vergleich von ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit der Kontrollgruppe

Parameter	Treatmentgruppe (N=30)		Kontrollgruppe (N=30)	
	Mittelwert	Standardfehler	Mittelwert	Standardfehler
LF (ha)	51,6	26,7	51,7	27,1
Anteil der Ackerfläche an der LF (%)	46,8	37,0	46,6	37,4
Ackerfläche (ha)	26,3	26,9	26,5	28,1
Grünlandfläche (ha)	24,3	22,4	24,7	22,7
Dauerkulturen (ha)	0,9	5,2	0,5	2,7
Gemüseanbaufläche (ha)	1,8	5,5	0,3	1,8
Anzahl der Stallplätze für Rinder, wenn vorhanden	59	52	101	89
Anzahl der Stallplätze für Schweine, wenn vorhanden	147	109	539	499
Anzahl der Stallplätze für Geflügel, wenn vorhanden	410	384	448	1058

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ergebnis des Gruppenvergleichs

Bei der ökologischen Wirtschaftsweise fällt die N-Bilanz der Stichprobenbetriebe um 41 kg N/ha geringer aus als in der Vergleichsgruppe. Der geschätzte Effekt ist hoch signifikant, das 95 %-Konfidenzintervall liegt zwischen -64 und -19 kg N/ha (vgl. Tabelle A1 im Anhang). Im mehrjährigen Mittel fällt der N-Saldo um 35 kg N/ha niedriger aus (95 %-Konfidenzintervall zwischen -58 und -12 kg N/ha). Die Ökolandbaubetriebe weisen somit in der Feld-Stall-Bilanz deutlich negativere Werte auf als konventionelle Vergleichsbetriebe. Auch auf den P-Bilanzsaldo hat die ökologische Wirtschaftsweise einen signifikanten Einfluss. Der Saldo liegt im Mittel um gut 14 kg P₂O₅/ha (95 %-Konfidenzintervall zwischen -16 und 9 kg P₂O₅/ha) niedriger als in der Kontrollgruppe.

Die Unterschiede in der N-Bilanz ergeben sich durch einen wesentlich geringeren N-Input im Ökolandbau (mittlere Differenz 168 kg N/ha). Neben der i. d. R. nicht verbuchten N-Mineraldüngung weisen ökologisch wirtschaftende Betriebe erwartungsgemäß einen geringeren Anfall organischen Stickstoffs aus der eigenen Tierhaltung auf (vgl. Tabelle A2 im Anhang). Auf der anderen Seite fällt auch die N-Abfuhr über die Ernte im Ökologischen Landbau mit im Mittel -154 kg N/ha geringer aus als auf den Vergleichsbetrieben (-203 kg N/ha), allerdings weniger deutlich als erwartet. Dabei können die erheblich geringeren Zufuhren die geringeren Abfuhr nicht ausgleichen, wodurch sich deutlich negative Bilanzsalden von -56 kg N/ha ergeben. Insgesamt ist aber die N-Effizienz pro Hektar (Verhältnis Output zu Input) im Ökolandbau deutlich besser.

Der mittlere N-Bilanzsaldo der Ökobetriebe in der Stichprobe liegt zwar im Bereich der untersten 15 % aller Betriebe im Datensample; er fällt aber weniger extrem aus als bei Teilnehmer*innen der betrieblichen Grünlandextensivierung (s. 3.2 Extensive Grünlandnutzung). Bemerkenswert ist die große Spannweite der Salden bei teilnehmenden Betrieben. Wie hoch der Saldo ausfällt, wird wesentlich von der Produktionsweise beeinflusst. Als bestimmender Parameter konnte im Datenset der Grünlandanteil ermittelt werden. Ökobetriebe mit einem Grünlandanteil von > 80 % weisen einen mittleren Saldo von -95 kg/ha N auf, also 40 kg N/ha niedriger als das Stichprobenmittel. Die Differenz zum Saldo der Kontrollgruppe steigt in dieser Gruppe auf 62 kg N/ha. Hingegen liegt bei Betrieben mit einem Grünlandanteil von < 50 % der aktuelle N-Bilanzsaldo bei -23,5 kg N/ha, die Differenz zum Saldo der Kontrollgruppe beträgt 42 kg N/ha. Bei Betrieben mit einem Grünlandanteil von 50 bis 80 % fällt die Differenz hingegen geringer aus.

Der berechnete Unterschied im Bilanzsaldo ist – wie dargestellt – durch die vorgegebene Methodik der zum Erhebungszeitpunkt geltenden DüV als Resultat einer Feld-Stall-Bilanz einzuordnen. Er ist damit nur begrenzt vergleichbar mit Ergebnissen aus der Literatur, wo zumeist Hoftorbilanzsalden dargestellt sind, z. B. von Bach et al. (2012) oder Hülsbergen und Rahmann (2013). Anhand von Daten aus Pilotbetrieben konnte in der Evaluation des Ökolandbaus in Schleswig-Holstein wiederholt gezeigt werden (z. B. Roggendorf, 2019), dass Unterschiede im Gruppenvergleich bei Hoftorbilanzsalden im Mittel weit höher ausfallen als bei Feld-Stall-Bilanzen⁷ (vgl. auch Taube et al., 2007). Überträgt man diesen Befund auf die hier durchgeführten Berechnungen, werden auch mit den dargestellten Auswertungsergebnissen aus NRW die Literaturwerte mindestens bestätigt, wahrscheinlich sogar deutlich übertroffen. Dies gilt insbesondere angesichts der insgesamt hohen Zahl von Ökolandbau-Teilnehmer*innen in NRW, die grünlandbetont wirtschaften. Daraus wird abgeleitet, dass die Schätzwerte aus der Literatur wie zur Ex-post-Bewertung 2016 auch weiterhin als valide Grundlage für Wirkungsabschätzungen des Ökolandbaus auf Stickstoffbilanzen herangezogen werden können. Im Gegensatz zur Ex-post-Bewertung konnte auch für den P-Bilanzsaldo nunmehr ein hoch signifikanter Effekt nachgewiesen werden.

3.2 Extensive Grünlandnutzung

Bei der extensiven Grünlandnutzung interessiert, in welchem Umfang der Mineraldüngerverzicht auf die Nährstoffbilanz des Betriebes insgesamt wirkt. Letztlich steht dahinter die Frage nach dem Extensivierungsniveau geförderter Betriebe unterhalb des Referenzsystems der guten landwirtschaftlichen Praxis. Daher wurde – wie bei der Analyse des Ökolandbaus – auf eine Einbeziehung des Nährstoffaufkommens über Wirtschaftsdünger aus der eigenen Tierhaltung als Kontrollvariable verzichtet. Als Auswahlvariablen werden somit neben dem Wirtschaftsjahr nur die Betriebsgröße (LF) und der Grünlandanteil genutzt.

⁷ Unterschied in den Bilanzwerten der Förderperiode 2007 bis 2013 bei 40 kg/ha, in den Daten 2015 bis 2017 sogar bei 55 kg N/ha.

In der Stichprobe befinden sich nach der Bereinigung 37 Betriebe, die an der betrieblichen Grünlandextensivierung teilnehmen. Von diesen Betrieben nehmen 16 allerdings auch an anderen Fördermaßnahmen teil und für einen Betrieb lagen keine Daten zu Raufutterverwertern vor, sodass die Analyse auf die verbliebenen 20 Betriebe beschränkt wurde, was statistisch gerade noch als vertretbar gilt. Auf 17 der verbliebenen Betriebe werden Rinder gehalten. Nach dem Matchen lag die Abweichung in den standardisierten Mittelwerten und im Varianzverhältnis unter 10 % und man kann von gut vergleichbaren Gruppen ausgehen.

Die Teilnehmer*innen in der Stichprobe haben einen Ackerflächenanteil von 13 % und eine mittlere Betriebsgröße von 49 ha. Damit unterscheiden sie sich deutlich von der Grundgesamtheit aller vergleichbaren Teilnehmer*innen in 2016, die im Durchschnitt wesentlich kleinere Betriebe (LF von 36 ha) mit einem geringeren Ackerflächenanteil (7 %) bewirtschaften (vgl. Tabelle B3 im Anhang)⁸. Allerdings ist der Unterschied zur Grundgesamtheit aller Betriebe, die im Jahr 2016 extensive Grünlandbewirtschaftung betrieben haben, deutlich geringer (im Mittel 45 ha LF, Ackeranteil 8 %).

Ergebnis des Gruppenvergleichs

Bilanzsalden und Bilanzparameter der Teilnehmer*innen und der Kontrollgruppe sind in Tabelle B2 im Anhang zusammengefasst. Die Teilnahme an der extensiven Grünlandnutzung führt zu Bilanzsalden, die bei der aktuellen N-Bilanz im Schnitt um 60 kg N/ha (95 %-Konfidenzintervall zwischen -95 und -24 kg N/ha) und beim fünfjährigen Mittel um 59 kg N/ha (95 %-Konfidenzintervall zwischen -92 und -25 kg N/ha) niedriger ausfallen als in der Kontrollgruppe. Ein Grund für diese Ergebnisse ist zum einen der auflagenbedingt verringerte Einsatz an mineralischem Stickstoffdünger, welcher um 55 kg N/ha sinkt. Das 95 %-Konfidenzintervall für diesen Effekt liegt zwischen -78 und -32 kg N/ha. Wie erwartet ist zum anderen der Tierbesatz (in den zur Verfügung stehenden Daten Kopffzahl je ha) und das damit verbundene Aufkommen betriebseigener Wirtschaftsdünger mit 66 kg N/ha erheblich niedriger als in der Kontrollgruppe. Zusammengefasst liegt der N-Input um knapp 100 kg N/ha unter dem von Betrieben vergleichbarer Flächenausstattung (vgl. Tabelle B2 im Anhang). Alle Effekte sind hochsignifikant. Im Gegensatz dazu ist beim P-Bilanzsaldo der berechnete Effekt von knapp -6 kg P₂O₅/ha nicht signifikant, was vor allem auf die große Streuung zurückzuführen ist. Das 95 %-Konfidenzintervall liegt hier zwischen -18 und 6 kg P₂O₅/ha. Die Ergebnisse decken sich mit den Resultaten aus der letzten Ex-post-Bewertung (Bormann et al., 2015). Auch für die Förderperiode 2007 bis 2013 wurden hoch signifikante negative Effekte auf den Stickstoffbilanzsaldo errechnet.

An der extensiven Grünlandnutzung teilnehmende Betriebe weisen extrem negative N-Salden auf. Der Mittelwert der Teilnehmer*innen im Datensample liegt bei fast -70 kg N/ha und fällt damit deutlich unter die Grenze des untersten Quantils (-62 kg N/ha). Die Teilnehmer*innen der betrieblichen Grünlandextensivierung im Datensample gehören damit zu den besonders extensiv

⁸ Im Jahr 2016 waren in den InVeKoS-Daten 1.034 Teilnehmer*innen an der extensiven Grünlandnutzung zu finden. 730 davon haben nicht an der Förderung von Vertragsnaturschutzmaßnahmen teilgenommen.

wirtschaftenden Betrieben. Die zum Gruppenvergleich ausgewählten 20 teilnehmenden Betriebe liegen mit einer N-Bilanz von im Mittel -80 kg N/ha sogar nochmals deutlich unter diesen Werten. Die Ergebnisse sind also auch aus diesem Grund nur eingeschränkt auf die Grundgesamtheit übertragbar. Bemerkenswert ist dabei, dass die an der betrieblichen Grünlandextensivierung teilnehmenden Betriebe in der Stichprobe ebenfalls wesentlich N-effizienter wirtschaften als die Betriebe in der Kontrollgruppe.

3.3 Vertragsnaturschutz

Der Vertragsnaturschutz ist neben dem primären Biodiversitätsziel ebenfalls mit Wasser- und Klimaschutzzielen verbunden. Es handelt sich aber um eine Maßnahme mit sehr heterogener Teilnehmerstruktur und sehr unterschiedlichen Aufstufungsniveaus in den diversen Teilmaßnahmen. Die Formulierung einer geeigneten Prüfhypothese und damit verbunden die Auswahl geeigneter Variablen zur Vergleichsgruppenbildung für das gesamte Maßnahmenbündel sind daher schwierig. Da die Maßnahme überwiegend auf Schutzgebiete konzentriert ist, wären als Referenz Betriebe heranzuziehen, die in dieser Kulisse wirtschaften und nicht an der Förderung teilnehmen. Es fehlen aber die entsprechenden Angaben, um Partnerbetriebe auf vergleichbaren Standorten im Datensample selektieren zu können. Daher werden lediglich die oben im Abschnitt „Methode“ genannten Kontrollvariablen verwendet.

In der Stichprobe befinden sich 273 Betriebe, die am Vertragsnaturschutz teilnehmen. Von diesen nehmen 107 Betriebe allerdings auch an anderen Fördermaßnahmen teil. Die folgende Analyse wurde wieder auf die Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen, beschränkt (N=166). Das Matching hat für diese vergleichsweise große Treatmentgruppe zu einer gut vergleichbaren Kontrollgruppe geführt; die Abweichung in den standardisierten Mittelwerten und im Varianzverhältnis der Matchingparameter liegt wieder unter 10 %. Die teilnehmenden Betriebe haben einen Ackerflächenanteil von 58 % bei einer mittleren Betriebsgröße von 86 ha. Sie bewirtschaften daher deutlich mehr Fläche und einen höheren Ackeranteil als die zuvor besprochenen Teilnehmer*innen am Ökolandbau und an der betrieblichen Grünlandextensivierung.

Zudem unterscheiden sich diese Betriebe hinsichtlich der LF und des Ackerflächenanteils deutlich von der Grundgesamtheit aller im Jahr 2016 am Vertragsnaturschutz teilnehmenden Betriebe, die an keiner weiteren AUKM und nicht am Ökolandbau teilnehmen (vgl. Tabelle C3 im Anhang). Der Ackerlandanteil dieser Gruppe liegt im Mittel bei 32 % mit einer durchschnittlichen LF von 42 ha. Auch beim Anteil der Vertragsfläche an der Betriebsfläche (LF) weicht die Stichprobe mit im Mittel 8 % sehr deutlich von der Grundgesamtheit ab, bei der dieser Anteil bei etwa 33 % liegt.

Um die Wirkung des Vertragsnaturschutzes besser im gesamtbetrieblichen Saldo ablesen zu können, wird daher in einem zweiten Schritt die Treatmentgruppe auf Betriebe mit einem Anteil der Maßnahmenfläche an der LF von über 10 % eingengt. Es verbleiben dann 47 Teilnehmer*innen mit einer mittleren LF von 57 ha, einem Ackerflächenanteil von 52 % und einem Vertragsflächen-

anteil von im Mittel 20 %. Erhöht man den Vertragsflächenanteil noch mehr auf ein Mittel von über 30 %, umfasst die Treatmentgruppe nur noch 18 Observationen, was aus statistischer Sicht als zu gering einzuschätzen ist. Die Ergebnisse dieser dritten Variante sind im Anhang zwar dargestellt, sind aus den genannten Gründen jedoch mit Vorbehalten zu interpretieren.

Ergebnis des Gruppenvergleichs

Bei Teilnahme am Vertragsnaturschutz fällt der N-Bilanzsaldo signifikant um gut 9 kg N/ha niedriger aus als in der Kontrollgruppe. Das 95 %-Konfidenzintervall für diesen geschätzten Effekt liegt zwischen -19 und 0,5 kg N/ha. Im mehrjährigen Mittel sinkt der N-Saldo durch die Teilnahme am Vertragsnaturschutz – ebenfalls signifikant – um 8 kg N/ha (95 %-Konfidenzintervall zwischen -18 und 1 kg N/ha). Im Unterschied dazu hat die Teilnahme am Vertragsnaturschutz keinen signifikanten Einfluss auf den P-Bilanzsaldo (95 %-Konfidenzintervall zwischen -6 und 6 kg P₂O₅/ha) bzw. die Phosphatdüngermenge (vgl. Tabelle C1 im Anhang).

Die Unterschiede im N-Saldo ergeben sich zum Teil durch eine geringere N-Mineraldüngung. Betriebe, die am Vertragsnaturschutz teilnehmen, reduzieren ihren Stickstoffdüngereinsatz im Schnitt um knapp 8 kg N/ha (95 %-Konfidenzintervall zwischen -17 und 2 kg N/ha). Vor allem haben aber die maßnahmenbezogenen Auflagen wie bei der gesamtbetrieblichen Grünlandextensivierung Einfluss auf den Tierbesatz und damit auf das Aufkommen betriebseigener Wirtschaftsdünger. Der Stickstoffanfall aus der eigenen Tierhaltung liegt auf teilnehmenden Betrieben im Schnitt bei 143 kg N/ha und damit um rund 21 kg N/ha unter dem der Kontrollgruppe. Zusammen ergibt dies einen geringeren N-Input von rund 27 kg N/ha auf Betrieben mit Vertragsnaturschutz (vgl. Tabelle C2 im Anhang). Da gleichzeitig die N-Abfuhr über die Ernte nur um 8 kg N/ha geringer ausfällt, ist auch bei den Teilnehmer*innen am Vertragsnaturschutz eine bessere N-Effizienz als in der Kontrollgruppe gegeben. Wird auch die regionale Zuordnung kontrolliert und werden nur Betriebe aus den gleichen Kreisen gematcht, verschieben sich die Ergebnisse je nach Parameter geringfügig in die ein oder andere Richtung, bleiben aber in der Tendenz unverändert.

Die Effekte des Vertragsnaturschutzes auf den N-Bilanzsaldo werden verstärkt, wenn die Gruppe der Teilnehmer*innen auf Betriebe mit einem Anteil der Maßnahmenfläche an der LF von über 10 % eingeeengt wird (vgl. Tabelle C4 im Anhang). Diese Betriebe haben im Schnitt einen um 22 kg N/ha niedrigeren Bilanzsaldo (95 %-Konfidenzintervall zwischen -41 und -3 kg N/ha) und einen um 18 kg N/ha niedrigeren N-Mineraldüngereinsatz (95 %-Konfidenzintervall zwischen -33 und -3 kg N/ha). Der N-Anfall aus der eigenen Tierhaltung liegt um 51 kg N/ha und der N-Input insgesamt sogar um 66 kg N/ha niedriger als in der Kontrollgruppe (vgl. Tabelle C5 im Anhang). Die Teilnahme am Vertragsnaturschutz hat auch weiterhin keinen signifikanten Einfluss auf den P-Bilanzsaldo bzw. die Phosphatdüngermenge. Wird die Treatmentgruppe noch stärker eingeeengt auf Fälle mit einem Anteil > 30 % an der LF, werden die Gruppendifferenzen erwartungsgemäß noch größer (vgl. Tabellen C7 bis C9 im Anhang).

Geht man davon aus, dass die gesamtbetrieblich festgestellten Effekte in den N-Bilanzen nur auf die Auflagen für die Vertragsflächen zurückzuführen sind, kann über eine Verhältnisrechnung der

Effekt theoretisch auf den Hektar Förderfläche umgerechnet werden. Daraus resultieren mit 100-110 kg N/ha beim N-Saldo und 320-330 kg N/ha beim N-Input Werte, die weit über den Schätzungen liegen, die für extensive Grünlandbewirtschaftung in der Literatur zu finden sind (vgl. Osterburg und Runge, 2007) oder im Rahmen der vorliegenden Studie für Teilnehmer*innen an der extensiven Grünlandnutzung berechnet wurden. Ob dieses Vorgehen allein den Förderauflagen geschuldet ist oder auch weitere Ursachen das Ergebnis beeinflussen, kann auf Basis der vorhandenen Daten nicht geklärt werden.

Es sei aber an dieser Stelle erneut darauf verwiesen, dass das Referenzsystem für einen echten Mit-Ohne-Vergleich fehlt, da die Kontrollbetriebe vermutlich in den meisten Fällen keine Flächen in Schutzgebieten bewirtschaften dürften. Die Ergebnisse sind also nur eingeschränkt als Effekt der Fördermaßnahmen zu interpretieren. Viel eher stellen sich hier Unterschiede der Grünlandwirtschaft in Schutzgebieten und außerhalb dar, die neben Bewirtschaftungsauflagen teilweise auch auf Standortunterschiede zurückzuführen sind.

Außerdem können die berechneten Ergebnisse aufgrund der großen strukturellen Unterschiede zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit nicht ohne Weiteres auf alle Teilnehmer*innen am Vertragsnaturschutz übertragen werden. Anders als bei der 2016 durchgeführten Analyse handelt es sich bei der zur Verfügung stehenden Stichprobe mit den im Mittel vergleichsweise geringen Vertragsflächenanteilen nicht um gesamtbetrieblich extensiv wirtschaftende Betriebe. Im Vergleich zum Gesamtmittel und den Medianen aller Betriebe im Datenset weist die Stichprobe der ausgewerteten Vertragsnaturschutzteilnehmer*innen in etwa durchschnittliche Ernteentzüge und gleichzeitig deutlich geringere Nährstoffinputs auf, zeigt also auch im Gesamtvergleich eine überdurchschnittliche Stickstoffeffizienz.

3.4 Zwischenfruchtanbau

Für den Zwischenfruchtanbau ist ein belastbarer Gruppenvergleich nicht möglich, da für die Nichtteilnehmer*innen keine Informationen darüber vorliegen, ob und in welchem Umfang Zwischenfruchtanbau im Rahmen des Greening durchgeführt wird. In den Antragsjahren 2015 und 2016 haben rund 14.100 Betriebe in NRW Zwischenfrucht als ökologische Vorrangfläche angegeben; bei den Teilnehmer*innen an der AUKM Zwischenfruchtanbau sind dies sogar rund 82 %. Eine Auswertung wurde dennoch versuchsweise mit der Erwartung durchgeführt, dass eine Kontrollgruppe eine ausreichend hohe Zahl an Betrieben ohne Zwischenfruchtanbau enthält.

Im Datensample befinden sich 206 Betriebe, die an der Förderung des Zwischenfruchtanbaus teilnehmen. Von diesen Betrieben nehmen 94 Betriebe allerdings auch an anderen Fördermaßnahmen teil und die Analyse wurde zunächst wieder auf die Betriebe beschränkt, die an keiner anderen

Maßnahme teilnehmen.⁹ Es ergibt sich eine Treatmentgruppe von 111 Betrieben. Diese Betriebe haben einen Ackerflächenanteil von 87 % bei einer mittleren Betriebsgröße von 62 ha. Der Anteil der Maßnahmenfläche an der LF beträgt rund 30 %. Mit diesen Parametern stimmt die Stichprobe sehr gut mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen an der Förderung des Zwischenfruchtanbaus überein (vgl. Tabelle D3 im Anhang). Um analysieren zu können, ob Betriebe den über den Zwischenfruchtanbau gebundenen Stickstoff in der Düngeplanung anrechnen, wurde zur Bildung der Vergleichsgruppe das N-Aufkommen über die eigene Tierhaltung kontrolliert. Dabei wird angenommen, dass Änderungen in der Düngeplanung am ehesten beim Mineraldüngereinsatz abzulesen sind. Der Stickstoffanfall aus der eigenen Tierhaltung liegt in der Treatmentgruppe im Schnitt bei 178 kg N/ha (vgl. Tabelle D2 im Anhang).

In einem zweiten Schritt wird die Treatmentgruppe auf Betriebe mit einem Anteil der Maßnahmenfläche an der LF von > 30 % eingeeengt, um die Wirkung des Zwischenfruchtanbaus noch besser im gesamtbetrieblichen Saldo ablesen zu können. Es verbleiben dann 46 Teilnehmer*innen mit einer mittleren LF von 52 ha und einem Ackerflächenanteil von 90 %, bei denen der Zwischenfruchtanbau im Mittel auf 41,5 % der LF durchgeführt wird.

Da die Förderung des Zwischenfruchtanbaus im Datensample wie auch in der Grundgesamtheit sehr häufig in Kombination mit anderen Maßnahmen zu finden ist, wird diese Konstellation in einem dritten Matchingdurchgang zugelassen, auch um über eine größere Zahl von Observationen die Wahrscheinlichkeit der Signifikanz zu erhöhen. Ausgenommen wurden allerdings weiterhin Teilnehmer*innen an Maßnahmen mit gesamtbetrieblichem oder betriebszweigbezogenem Ansatz (Ökolandbau, vielfältige Kulturen im Ackerbau, extensive Grünlandnutzung). Die entsprechende Treatmentgruppe umfasst dann 175 Betriebe mit einer mittleren LF von 66 ha und einem Ackeranteil von rund 89 %. Der Anteil der Förderfläche an der LF beträgt im Mittel gut 28 %.

Bei den drei genannten Stichproben von Teilnehmer*innen bewegt sich der N-Saldo um 14 kg N/ha und damit leicht oberhalb des Medianwertes aller Betriebe im Datensample. Hingegen weicht der gesamte N-Input stärker vom Median nach oben ab, sodass bei den Teilnehmer*innen im Verhältnis zur Gesamtstichprobe von einer geringfügig besseren N-Verwertung auszugehen ist.

Ergebnis des Gruppenvergleichs

Die Teilnahme an der Maßnahme Zwischenfruchtanbau hat in der zuerst gebildeten Stichprobe keinen signifikanten Einfluss auf den Bilanzsaldo. Auch konnte kein signifikanter Effekt auf das mehrjährige Mittel der N-Bilanz festgestellt werden. Die teilnehmenden Betriebe setzen zwar knapp 5 kg N/ha weniger N-Mineraldünger und 6,4 kg N/ha weniger Stickstoff insgesamt ein, jedoch sind diese Gruppenunterschiede nicht signifikant (vgl. Tabellen D1 und D2 im Anhang). Bei Einschränkung der Treatmentgruppe auf Betriebe mit einem noch höheren Anteil der

⁹ Um die Abweichung in den standardisierten Mittelwerten und im Varianzverhältnis unter 10 % zu halten, mussten zudem Betriebe mit einer LF größer 300 ha ausgeschlossen werden.

Maßnahmenfläche an der LF konnte allerdings ein signifikanter Effekt festgestellt werden. Diese Betriebe haben einen um 13 kg N/ha niedrigeren N-Mineraldüngereinsatz (95 %-Konfidenzintervall zwischen -26 und -0,3 kg N/ha). Bezieht man dieses Ergebnis über eine Verhältnisrechnung allein auf die Förderfläche, resultiert daraus ein Effekt von gut 32 kg N/ha, der vergleichbar ist mit dem Befund aus der letzten Förderperiode und wieder im oberen Bereich der von Osterburg und Runge (2007) angegebenen Wirkungsspanne einzuordnen ist. Der N-Saldo hingegen fällt zwar um 5,5 kg N/ha niedriger aus als in der Kontrollgruppe, aber dieser Effekt ist wieder nicht signifikant (vgl. Tabelle D4 im Anhang). Im dritten Gruppenvergleich fallen die berechneten Effekte geringfügig höher aus (15,5 kg N/ha beim Mineraldünger, knapp 6 kg N/ha beim N-Saldo, 5 kg N/ha beim N-Input), zudem wird dann der Effekt beim N-Saldo signifikant (vgl. Tabellen D7 und D8 im Anhang). Auch die N-Effizienz, die sich in den beiden ersten Analyseschritten nicht unterscheidet, wird bei den Teilnehmer*innen geringfügig besser als in der Kontrollgruppe.

Allerdings unterscheiden sich die drei Analysen hinsichtlich des Wirtschaftsdüngeraufkommens in den Vergleichsgruppen. Während beim ersten Durchgang dies noch bei beiden Gruppen im Mittel auf etwa gleichem Niveau lag, liegt im zweiten und dritten Durchgang das Wirtschaftsdüngeraufkommen bei den Teilnehmer*innen um rund 10 kg N/ha höher als in der Vergleichsgruppe.¹⁰ Genau in dieser Situation ‚reagieren‘ teilnehmende Betriebe mit signifikant geringerem Mineraldüngereinsatz, der dann auch saldowirksam wird (vgl. Tabellen D2, D5 und D8 im Anhang.)

Bei allen drei Analysen konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass teilnehmende Betriebe eine signifikant höhere Aufnahme an organischem N aufweisen, aber im Schnitt auch signifikant mehr organischen N wieder abgeben, im dritten Rechengang sogar deutlich mehr als zugeführt wird. Teilnehmer*innen am Zwischenfruchtanbau sind also stärker als Betriebe der Kontrollgruppe bemüht, ihr Nährstoffmanagement gerade im Bereich organischer Dünger durch Im- und Exporte zu optimieren. Ob dabei auch ein Effekt der maßnahmenbegleitenden Beratung zum Tragen kommt, kann nur vermutet werden.

Im Datensample unterscheiden sich also die Teilnehmer*innen am Zwischenfruchtanbau bzgl. der betrieblichen Nährstoffflüsse recht deutlich von potenziellen Vergleichsbetrieben. Selbst unter Anwendung eines Matchingverfahrens konnten keine wirklich gut vergleichbaren Gruppen gebildet werden. Der theoretische Effekt des Zwischenfruchtanbaus war, anders als bei den Analysen zur Ex-Post-Bewertung 2016, anhand der zur Verfügung stehenden Daten also nur sehr eingeschränkt nachweisbar. Problematisch ist in diesem Zusammenhang besonders, dass für die Gruppe der Kontrollbetriebe keine Informationen im Datensample zur Verfügung stehen, die zeigen, ob diese den Zwischenfruchtanbau im Rahmen des Greening oder ohne Förderbezug durchführen. Möglich wäre auch, dass die Kontrollbetriebe ebenfalls in der Zielkulisse des Grund- oder Trinkwasserschutzes wirtschaften und ggf. entsprechende Beratungsangebote wahrnehmen konnten.

¹⁰ Hierzu passt, dass der P-Bilanzsaldo im zweiten und dritten Analyseschritt in der Treatmentgruppe signifikant höher ausfiel als in der Kontrollgruppe.

3.5 Vielfältige Kulturen im Ackerbau

Auch für die Betriebe im Datensample, die an der Förderung vielfältiger Kulturen im Ackerbau (VK) teilnehmen, wurden Vergleichsanalysen mit Bildung einer Kontrollgruppe über Matchingverfahren durchgeführt. Als Treatmentgruppe wurden wieder nur Betriebe ausgewählt, die ausschließlich diese Maßnahme umsetzen. Ökolandbauteilnehmer*innen mit gleichzeitiger Förderung der VK wurden gezielt bei den Analysen ausgeschlossen. Als Auswahlvariable wird neben dem Wirtschaftsjahr, der LF als Maß für die Betriebsgröße und dem Ackeranteil auch das Nährstoffaufkommen über Wirtschaftsdünger eingesetzt.

Das Ergebnis ist unerwartet. Die Teilnehmer*innen weisen neben wesentlich höheren N-Salden auch einen deutlich höheren N-Einsatz über chemisch-synthetische Dünger auf. Beide Unterschiede sind hoch signifikant. Während ersteres Ergebnis ggf. noch über den erhöhten Leguminosenanteil erklärt werden kann, ist der Unterschied im Düngereinsatz vermutlich allein durch das jeweilige Kulturartenspektrum bedingt. Da die angebauten Kulturen aber nur für die Treatmentgruppe bekannt sind, bei diesen Parametern also keine Ähnlichkeit zwischen den Vergleichsgruppen hergestellt werden kann, ist ein valider Gruppenvergleich nicht möglich. Das Ergebnis wird daher als nicht belastbar eingeschätzt, auf eine differenzierte Darstellung wird verzichtet.

Um in Zukunft einen Wirkungsnachweis über gut vergleichbare Gruppen zu ermöglichen, sind differenziertere Informationen zu den angebauten Kulturen bzw. Kulturartengruppen aller Teilnehmer*innen unerlässlich. Diese können z. B. dadurch gewährleistet werden, dass die InVeKoS-Nummer für alle Betriebe im Datensample zugänglich gemacht würde.

4 Schlussfolgerungen

In den Daten der Fachrechtskontrolle sind trotz aller Unzulänglichkeiten der Bilanzierungsmethodik und fehlender Repräsentativität der Stichprobe Unterschiede zwischen Teilnehmer*innen ausgewählter AUKM bzw. dem Ökolandbau und vergleichbar strukturierten Nichtteilnehmer*innen feststellbar. Ungenügend ist nach wie vor die Zahl der für das Matching zur Verfügung stehenden Variablen, weil für die Nichtteilnehmer*innen die Informationen aus dem InVeKoS nicht genutzt werden können und von der LWK nur eine eng begrenzte Zahl von Betriebsparametern mitgeliefert werden konnte. Daher war die Bildung valider Vergleichsgruppen eingeschränkt. Besonders gilt dies für den Vertragsnaturschutz, die Förderung des Zwischenfruchtanbaus und der vielfältigen Kulturen. In den durchgeführten Analysen konnten dennoch die Ergebnisse ähnlicher Analysen zur Ex-post-Bewertung 2016 weitgehend bestätigt werden. Die Unterschiede in den Bilanzsalden liegen tendenziell in der Größenordnung, die auch in der Literatur angegeben ist. Für die extensive Grünlandnutzung fallen sie sogar höher aus als in der Literatur dargestellte Mittelwerte.

Abgesehen von den im letzten Absatz herausgestellten Beschränkungen durch die Zahl der zu Verfügung stehenden Variablen ist es über die verwendete Matchingmethode gelungen, bezogen auf

die vorliegenden Parameter weitgehend ähnliche Vergleichsgruppen zu erzeugen. Dabei fielen die Matchingergebnisse bei Verwendung von Distanzmaßen wie Mahalanobis und Euklidische Distanz besser aus als beim Propensity-Score-Matching. Die mit dieser Methodik durchgeführten quantitativen Wirkungsnachweise über massenstatistische Verfahren kommen den Anforderungen der EU-KOM sehr nahe. Anders als in der Ex-post-Bewertung wurde der Unterschied im Bilanzsaldo nun – soweit möglich – über ein regionales Matching ermittelt, sodass Standortunterschiede als mögliche Erklärende der Saldendifferenzen weniger zum Tragen kommen.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass die im Datensample erfassten Stichproben für die AUKM durchweg nicht repräsentativ für die jeweiligen Grundgesamtheiten sind. Zudem wurden zur Ableitung eindeutiger Maßnahmeneffekte die in der Grundgesamtheit häufig vorkommenden Betriebe, die an mehreren Maßnahmen teilnehmen, weitgehend von den Auswertungen ausgeschlossen. Daher können die Ergebnisse nur bedingt auf alle Teilnehmer*innen in NRW übertragen werden. Es wurde daher im erweiterten Durchführungsbericht 2018 für den Wirkungsindikator N-Saldo nach wie vor mit Literaturwerten gearbeitet. Für die Ableitung von Klimaschutzeffekten, die auf verminderte Stickstoffdüngung zurückzuführen sind, wurden allerdings die vorliegenden Analyseergebnisse verwendet, weil keine Literaturwerte oder sonstige ggf. besser geeignete Datenquellen vorliegen (Roggendorf, 2020). Gleiches gilt für Phosphatbilanzen.

Teilnehmende Betriebe an den betrieblichen Maßnahmen Ökolandbau und extensive Grünlandnutzung liegen sowohl bezogen auf N-Überschüsse als auch auf den N-Input am untersten Ende der vorzufindenden Wertespanne, sind also als sehr extensiv wirtschaftende Betriebe einzuordnen. Für den VNS trifft dies auch auf Betriebe mit hohen Anteilen der Förderflächen an der LF zu. Bei vielen VNS-Teilnehmer*innen ist aber neben den extensiv bewirtschafteten Vertragsflächen oft eine intensive Landwirtschaft mit hohem Nährstoffniveau zu finden. Teilnehmer*innen aller drei genannten Maßnahmen weisen neben den signifikant geringeren N-Überschüssen gleichzeitig eine bessere N-Effizienz auf als die Betriebe in den jeweiligen Vergleichsgruppen. Über den Zwischenfruchtanbau (ggf. auch über die gekoppelte Beratung) sind vor allem Betriebe mit einem überdurchschnittlichen Aufkommen von organischem N aus Wirtschaftsdüngern in der Lage, den innerbetrieblichen Nährstoffeinsatz besser zu steuern und dadurch Überschüsse zu mindern.

Außerdem bleibt festzuhalten, dass eine Wirkungsabschätzung für Vertragsnaturschutzflächen und teilweise auch für den Zwischenfruchtanbau auch in diesem Bericht nicht abschließend vorgenommen werden kann. Dies ist u. a. darin begründet, dass bei diesen auf Zielkulissen ausgerichteten Maßnahmen aus den Daten nicht das passende Referenzsystem gebildet werden kann. Für die Förderung vielfältiger Kulturen im Ackerbau können über die zur Verfügung gestellten Daten ebenfalls keine systematisch vergleichbaren Gruppen gebildet werden.

Die Auswertungen haben außerdem gezeigt, dass zwar deutliche Unterschiede beim Nährstoffmanagement und beim Nährstoffinput zwischen unterschiedlichen Bewirtschaftungspraktiken und -intensitäten abgeleitet werden konnten. Allerdings bieten die Daten der Nährstoffvergleiche nur unzureichende Informationen über die tatsächlichen betrieblichen Nährstoffflüsse, insbesondere

bei tierhaltenden Betrieben. Zukünftig stehen aufgrund der im Rahmen der DüV-Reform eingeführten Änderungen in den Aufzeichnungspflichten, vor allem in Form der Stoffstrombilanzen, deutlich bessere Daten für betriebliche Vergleiche zur Verfügung. Es wäre daher wünschenswert, wenn ab 2020 solche verbesserten Datensamples für folgende Evaluationen wieder zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist angeraten, das Variablenset ggf. durch Kopplung mit InVeKoS-Daten zu erweitern. Damit ließen sich passgenauere Vergleichsgruppen finden und weitere Schichtungen der Teilnehmer*innengruppen durchführen.

Literaturverzeichnis

- Bach M, Michl R, Schuck B (2012) Berechnung und Regionalisierung der Stickstoff-Überschüsse einzelbetrieblicher Hoftor-Bilanzen in Hessen. Giessen
- Bathke M, Bergschmidt A, Ebers H, Eberhardt W, Fähmann B, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Pollermann K, Pufahl A, Raue P, Reiter K, Roggendorf W, Sander A (2018) Feinkonzept zum Bewertungsplan: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Version 3, Stand 12/2018 (unveröffentlicht). Braunschweig, 237 p
- Bormann K, Forstner B, Grajewski R, Horlitz T (2015) Bericht 2015 zur laufenden Bewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum 2007-2013 im Rahmen der 7-Länder-Bewertung, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2015/Bewertungsbericht_2015_Nordrhein-Westfalen.pdf> [zitiert am 22.4.2020]
- EU-KOM, GD AGRI [Europäische Kommission, GD Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung] (2018) Impact indicators, zu finden in <https://ec.europa.eu/info/files/impact-indicator-fiches_en> [zitiert am 22.4.2020]
- Hülsbergen KJ, Rahmann G (2013) Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Thünen Report, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_08.pdf> [zitiert am 26.10.2020]
- Machmüller A, Sundrum A (2014) Der Einfluss länderspezifischer Berechnungsverfahren auf den betrieblichen Nährstoffvergleich gemäß Düngeverordnung. Landbauforschung Applied Agricultural and Forestry Research 64(1):17-30, zu finden in <http://literatur.ti.bund.de/digbib_external/bitv/dn053880.pdf> [zitiert am 15.4.2020]
- Normand S-LT, Landrum MB, Guadagnoli E, Ayanian JZ, Ryan TJ, Cleary PD, McNeil BJ (2001) Validating recommendations for coronary angiography following acute myocardial infarction in the elderly. Journal of Clinical Epidemiology 54(4):387-398. doi: 10.1016/S0895-4356(00)00321-8
- Osterburg B, Runge T (2007) Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer - eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, 302 p. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft
- Roggendorf W (2019) Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen – Fördereffekte im Schwerpunktbereich 5D – Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020, Thünen-Institut (TI). 5-Länder-Evaluation, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/15_2019-SH_SPB5D_Modulbericht_final.pdf> [zitiert am 19.2.2020]
- Roggendorf W (2020) Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen – Fördereffekte im Schwerpunktbereich 5D: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020, Thünen-Institut (TI). 5-Länder-Evaluation
- StataCorp (2019) Stata 16 Treatment-Effects Reference Manual. College Station, TX: Stata Press, zu finden in <<https://www.stata.com/manuals/te.pdf>> [zitiert am 8.7.2020]
- Taube F, Kelm M, Verreet JA (2007) Wissen wo man steht, Landwirtschaftliche Produktionssysteme in Schleswig Holstein: Leistungen und Ökologische Effekte: Ergebnisse des Projektes COMPASS, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Christian-Albrechts-Universität Kiel

Anhang

Verzeichnis der Anhänge

A	Ökologischer Landbau (OEK)	23
B	Extensive Grünlandnutzung	25
C	Vertragsnaturschutz auf Grünland	27
C.1	VNS – Erste Auswertungsvariante	27
C.2	VNS – Zweite Auswertungsvariante	28
C.3	VNS – Dritte Auswertungsvariante	30
D	Anbau von Zwischenfrüchten	33
D.1	ZWF – Erste Auswertungsvariante	33
D.2	ZWF – Zweite Auswertungsvariante	34
D.3	ZWF – Dritte Auswertungsvariante	36

Verzeichnis der Anhang-Tabellen

Tabelle A1:	Wirkung der Teilnahme am Ökologischen Landbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	23
Tabelle A2:	Ökologischer Landbau – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	23
Tabelle A3:	Ökologischer Landbau – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016 (InVeKoS-Daten)	24
Tabelle B1:	Wirkung der Teilnahme an extensiver Grünlandnutzung auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	25
Tabelle B2:	Extensive Grünlandnutzung – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	25
Tabelle B3:	Extensive Grünlandnutzung – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016 (InVeKoS-Daten)	26
Tabelle C1:	Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	27
Tabelle C2:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	27
Tabelle C3:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	28
Tabelle C4:	Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	29
Tabelle C5:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	29
Tabelle C6:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	30
Tabelle C7:	Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	31

Tabelle C8:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	31
Tabelle C9:	Vertragsnaturschutzmaßnahmen (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	32
Tabelle D1:	Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	33
Tabelle D2:	Zwischenfruchtanbau (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	33
Tabelle D3:	Zwischenfruchtanbau (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	34
Tabelle D4:	Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	35
Tabelle D5:	Zwischenfruchtanbau (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	35
Tabelle D6:	Zwischenfruchtanbau (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	36
Tabelle D7:	Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz	37
Tabelle D8:	Zwischenfruchtanbau (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter	37
Tabelle D9:	Zwischenfruchtanbau (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016	38

A Ökologischer Landbau (OEK)

- Treatmentgruppe: Betriebe, die am Ökologischen Landbau, aber nicht an Vertragsnaturschutzmaßnahmen und der Förderung des Zwischenfruchtanbaus teilnehmen (T=30),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=1.867),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ), Rinderhaltung (Exakt-Matching),
- weitere Einschränkungen: Betriebe mit LF > 120 ha wurden nicht einbezogen.
- InVeKoS: Teilnehmende Betriebe laut InVeKoS 2016, die nicht am Vertragsnaturschutz oder an der Förderung des Zwischenfruchtanbaus teilnehmen (N=983).

Tabelle A1: Wirkung der Teilnahme am Ökologischen Landbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz	kg N/ha	-41,43	***	-63,53	-19,33
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-34,69	***	-57,71	-11,66
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-82,14	***	-100,03	-64,25
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	-14,44	**	-26,28	-2,60

T=30, C=1.867, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle A2: Ökologischer Landbau – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	-55,5	-14,4	60,3	74,3
N als Mineraldünger	kg N/ha	1,2	83,2	6,6	49,3
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	79,4	160,7	60,4	97,3
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	20,5	70,3	42,4	117,8
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-5,5	-50,9	15,9	102,1
N-Input insgesamt	kg N/ha	95,6	263,3	53,2	84,5
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-154,2	-203,2	55,1	65,1

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle A3: Ökologischer Landbau – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016 (InVeKoS-Daten)

Betriebscharakteristika	Einheit	Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	48,8	28,3	20,5	**
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	94,5	96,4	-1,8	
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	51,6	29,4	22,1	**
Ackerfläche	ha	26,3	10,2	16,1	**
Grünlandfläche	ha	24,3	19,1	5,2	
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	46,8	27,5	19,3	**
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	66,7	68,5	-1,8	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	60	37	23	*
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	16,7	10,0	6,7	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	390	182	208	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	20,0	20,3	-0,3	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	133	48	84	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	13,3	7,2	6,1	
Köln	%	26,7	21,6	5,1	
Münster	%	16,7	9,8	6,9	
Detmold	%	23,3	22,4	1,0	
Arnsberg	%	20,0	39,1	-19,1	

NV=30 Betriebe, InVeKoS=983 Betriebe

*, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

B Extensive Grünlandnutzung

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur an extensiver Grünlandnutzung teilnehmen (T=20),
- Kontrollgruppe: Betriebe mit Grünlandflächen, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=1.240),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- Weitere Einschränkungen: nur Betriebe mit Raufutterverwertern einbezogen.

Tabelle B1: Wirkung der Teilnahme an extensiver Grünlandnutzung auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz	kg N/ha	-59,75	***	-95,13	-24,38
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-58,79	***	-92,31	-25,26
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-55,01	***	-78,44	-31,58
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	-5,90		-17,71	5,92

T=20, C=1.240, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle B2: Extensive Grünlandnutzung – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	-79,7	-20,2	43,3	64,3
N als Mineraldünger	kg N/ha	21,4	76,5	35,5	55,9
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	103,0	169,3	42,4	59,5
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	23,8	18,6	33,9	25,4
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-6,9	-24,9	16,9	34,2
N-Input insgesamt	kg N/ha	141,3	239,5	54,0	88,6
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-175,6	-197,8	28,2	31,3

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle B3: Extensive Grünlandnutzung – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016 (InVeKoS-Daten)

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	41,7	30,6	11,0	*
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	85,8	90,0	-4,2	
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	48,7	35,6	13,1	*
Ackerfläche	ha	6,5	3,3	3,2	
Grünlandfläche	ha	42,3	32,4	9,9	*
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	13,5	5,9	7,6	*
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	85,7	79,6	6,1	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	59	47	12,0	
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	4,8	5,9	-1,1	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	611	108	na	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	9,5	16,7	-7,2	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	406	111	na	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	0,0	3,1	-3,1	
Köln	%	42,9	41,4	1,5	
Münster	%	0,0	0,7	-0,7	
Detmold	%	9,5	7,9	1,6	
Arnsberg	%	47,6	47,0	0,6	

NV=20 Betriebe, InVeKoS=711 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

na: Aufgrund geringer Fallzahlen (N < 3) werden keine Werte ausgewiesen.

Quelle: Eigene Berechnungen.

C Vertragsnaturschutz auf Grünland

C.1 VNS – Erste Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur am Vertragsnaturschutz teilnehmen (T=166),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.022),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: keine.

Tabelle C1: Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz	kg N/ha	-9,31	*	-19,11	0,48
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-8,36	*	-17,87	1,15
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-7,82		-17,35	1,70
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	-1,14		-6,72	4,44

T=166, C=2.022, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C2: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	-16,0	-6,7	54,3	52,0
N als Mineraldünger	kg N/ha	85,4	93,8	45,9	50,2
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	143,2	164,0	112,8	108,3
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	46,1	49,2	71,6	80,5
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-30,9	-36,2	73,1	78,1
N-Input insgesamt	kg N/ha	243,7	270,8	86,8	84,9
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-201,3	-209,6	46,9	47,1

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C3: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	5,0	5,0	0,0	
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	8,0	33,3	-25,3	**
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	85,6	42,4	43,3	**
Ackerfläche	ha	50,9	21,7	29,2	**
Grünlandfläche	ha	34,5	20,6	13,9	**
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	57,9	31,6	26,3	**
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	67,5	44,7	22,7	**
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	213	111	102,3	**
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	16,3	10,2	6,1	*
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	548	564	-16,0	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	6,0	12,8	-6,8	*
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	33	48	-15,4	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					**
Düsseldorf	%	24,7	12,0	12,7	
Köln	%	19,3	19,5	-0,2	
Münster	%	16,3	14,1	2,2	
Detmold	%	21,7	25,5	-3,8	
Arnsberg	%	18,1	28,9	-10,9	

NV=166 Betriebe, InVeKoS=3.137 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

C.2 VNS – Zweite Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur am Vertragsnaturschutz teilnehmen und deren Anteil der Maßnahmenfläche an der LF > 10 % ist (T=47),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.022),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: keine.

Tabelle C4: Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz	kg N/ha	-21,90	**	-41,12	-2,69
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-15,03		-35,38	5,32
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-18,25	**	-33,25	-3,25
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	-3,43		-14,13	7,28

T=47, C=2.022, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C5: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	-35,2	-14,0	50,8	57,2
N als Mineraldünger	kg N/ha	75,7	95,6	44,5	42,9
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	109,2	160,5	82,6	92,5
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	36,0	43,9	43,1	54,2
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-13,7	-26,7	32,3	52,0
N-Input insgesamt	kg N/ha	207,2	273,2	90,5	61,7
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-190,9	-219,0	47,7	37,1

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C6: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	11,1	6,3	4,8	**
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	20,2	50,6	-30,4	**
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	56,8	20,3	36,5	**
Ackerfläche	ha	31,7	6,8	24,9	**
Grünlandfläche	ha	25,1	13,4	11,6	**
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	52,0	18,0	34,0	**
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	61,7	33,0	28,7	**
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	104	50	54,4	**
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	14,9	5,2	9,7	**
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	529	222	307,2	*
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	4,3	15,1	-10,9	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	128	51	77,0	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	12,8	8,7	4,0	
Köln	%	19,1	18,8	0,4	
Münster	%	23,4	15,1	8,3	
Detmold	%	19,1	26,1	-6,9	
Arnsberg	%	25,5	31,4	-5,9	

NV=47 Betriebe, InVeKoS=1.972 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

C.3 VNS – Dritte Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur am Vertragsnaturschutz teilnehmen und deren Anteil der Maßnahmenfläche an der LF > 20 % ist (T=18),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.022),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: keine.

Tabelle C7: Wirkung der Teilnahme an grünlandbezogenen Vertragsnaturschutzmaßnahmen auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz	kg N/ha	-43,87	***	-70,13	-17,60
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-24,91		-58,04	8,21
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-38,40	***	-61,05	-15,76
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	-6,35		-23,31	10,61

T=18, C=2.022, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C8: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	-63,2	-19,7	55,2	57,1
N als Mineraldünger	kg N/ha	54,5	92,8	43,5	47,6
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	100,2	146,6	72,8	86,6
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	42,5	52,3	45,9	58,6
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-26,9	-23,5	46,0	34,0
N-Input insgesamt	kg N/ha	170,2	268,2	100,7	67,4
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-187,2	-224,8	60,7	32,6

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle C9: Vertragsnaturschutzmaßnahmen (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	16,6	6,4	10,2	**
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	30,2	61,1	-30,9	**
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	60,1	13,4	46,7	**
Ackerfläche	ha	30,1	3,3	26,8	*
Grünlandfläche	ha	30,0	10,2	19,8	**
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	40,5	12,0	28,5	**
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	44,4	28,7	15,8	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	123	31	91,2	**
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	11,1	3,9	7,2	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	233	120	112,0	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	5,6	15,9	-10,3	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	19	46	-27,2	**
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	16,7	8,2	8,5	
Köln	%	5,6	19,1	-13,6	
Münster	%	27,8	15,6	12,2	
Detmold	%	22,2	25,6	-3,4	
Arnsberg	%	27,8	31,5	-3,8	

NV=18 Betriebe, InVeKoS=1.528 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

D Anbau von Zwischenfrüchten

D.1 ZWF – Erste Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur am Zwischenfruchtanbau teilnehmen (T=111),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.018),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: Betriebe mit einer LF > 300 ha wurden nicht einbezogen.

Tabelle D1: Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz (aktuell)	kg N/ha	-0,50		-13,34	12,34
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-4,74		-13,93	4,46
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	2,84		-4,53	10,21

T=111, C=2.018, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D2: Zwischenfruchtanbau (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	12,9	13,8	42,0	49,4
N als Mineraldünger	kg N/ha	93,2	97,9	39,1	43,3
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	178,5	179,5	120,8	120,1
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	64,3	51,4	97,2	67,5
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-54,5	-41,0	96,1	61,8
N-Input insgesamt	kg N/ha	281,4	287,8	65,9	74,3
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-201,2	-205,7	47,0	51,2

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D3: Zwischenfruchtanbau (erste Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	17,2	16,9	0,4	
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	31,0	29,3	1,7	
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	62,1	64,5	-2,5	
Ackerfläche	ha	54,7	56,9	-2,2	
Grünlandfläche	ha	7,1	7,5	-0,3	
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	86,8	88,4	-1,6	
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	45,9	45,1	0,9	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	163	161	2	
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	47,4	53,0	-5,6	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	920	988	-68	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	1,8	2,7	-0,9	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	4	6	-1,3	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	14,4	12,3	2,1	
Köln	%	14,4	8,8	5,6	
Münster	%	50,5	55,7	-5,3	
Detmold	%	20,7	22,1	-1,4	
Arnsberg	%	0,0	1,0	-1,0	

NV=111 Betriebe, InVeKoS=479 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

D.2 ZWF – Zweite Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die nur am Zwischenfruchtanbau teilnehmen und einen Förderflächenanteil an der LF von > 30 % aufweisen (T=46),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.018),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: Betriebe mit einer LF > 300 ha wurden nicht einbezogen.

Tabelle D4: Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz (aktuell)	kg N/ha	-4,63		-24,03	14,78
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-13,38	*	-26,47	-0,29
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	4,11		-7,28	15,51

T=46, C=2.018, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D5: Zwischenfruchtanbau (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	14,4	20,0	48,9	46,2
N als Mineraldünger	kg N/ha	81,6	95,2	31,4	48,8
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	191,4	190,4	140,9	139,9
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	90,1	45,6	126,3	65,4
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-78,1	-44,0	131,8	70,9
N-Input insgesamt	kg N/ha	285,0	287,3	67,5	86,6
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-196,5	-195,3	47,3	50,7

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D6: Zwischenfruchtanbau (zweite Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	21,3	18,9	2,3	
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	41,5	40,9	0,6	
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	52,1	48,8	3,3	
Ackerfläche	ha	48,4	45,7	2,7	
Grünlandfläche	ha	3,6	3,0	0,5	
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	90,2	93,4	-3,2	
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	39,1	35,3	3,8	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	128	124	4	
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	50,0	50,2	-0,2	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	962	997	-35	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	2,2	3,5	-1,3	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	4	3	0,9	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					
Düsseldorf	%	15,2	8,0	7,3	
Köln	%	8,7	5,5	3,2	
Münster	%	52,2	63,7	-11,5	
Detmold	%	23,9	21,9	2,0	
Arnsberg	%	0,0	1,0	-1,0	

NV=46 Betriebe, InVeKoS=201 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.

D.3 ZWF – Dritte Auswertungsvariante

- Treatmentgruppe: Betriebe, die am Zwischenfruchtanbau und ggf. weiteren AUKM teilnehmen, aber nicht an der Förderung vielfältiger Kulturen im Ackerbau, an der extensiven Grünlandnutzung oder am Ökologischen Landbau (T=175),
- Kontrollgruppe: Betriebe, die an keiner anderen Maßnahme teilnehmen (C=2.018),
- Kontrollvariablen: Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF), Anteil der Ackerfläche an der LF (Ant_AL_LF), Wirtschaftsjahr (WJ),
- weitere Einschränkungen: Betriebe mit einer LF > 300 ha wurden nicht einbezogen.

Tabelle D7: Wirkung der Teilnahme am Zwischenfruchtanbau auf Stickstoffbilanz, Stickstoffdüngermenge und Phosphatbilanz

Zielgröße		Effekt	Signifikanz	95% - Konfidenzintervall	
Stickstoffbilanz (aktuell)	kg N/ha	-5,75	*	-18,68	-0,02
Stickstoffbilanz (dreijähriges Mittel)	kg N/ha	-3,66		-14,64	0,55
Stickstoffdüngermenge	kg N/ha	-15,49	***	-25,92	-5,06
Phosphatbilanz	kg P ₂ O ₅ /ha	7,40	***	1,19	13,20

T=175, C=2.018, *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D8: Zwischenfruchtanbau (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Treatment- mit der Kontrollgruppe hinsichtlich der Bilanzparameter

Bilanzparameter		Mittelwert		Standardabweichung	
		Teilnehmer-	Kontrollgruppe	Teilnehmer-	Kontrollgruppe
Stickstoffbilanzsaldo	kg N/ha	14,5	20,3	40,7	40,5
N als Mineraldünger	kg N/ha	88,6	104,1	38,2	43,3
N aus eigener Tierhaltung	kg N/ha	185,1	168,3	115,1	150,2
Import organ. Stickstoff	kg N/ha	57,8	49,4	87,5	68,2
Abgabe organ. Stickstoff	kg N/ha	-50,0	-35,4	83,6	77,9
N-Input insgesamt	kg N/ha	281,4	286,4	62,6	75,3
N-Abfuhr über die Ernte	kg N/ha	-196,6	-197,0	46,1	38,4

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle D9: Zwischenfruchtanbau (dritte Auswertungsvariante) – Vergleich der Stichprobe (NV-Datenset) mit der Grundgesamtheit aller Teilnehmer*innen 2016

Betriebscharakteristika		Mittelwert		Differenz	Signifikanz
		NV	InVeKoS		
Maßnahmenfläche	ha	17,8	17,7	0,1	
Anteil der Maßnahmenfläche an der LF	%	30,0	28,7	1,3	
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	ha	66,3	68,6	-2,3	
Ackerfläche	ha	59,5	61,5	-2,0	
Grünlandfläche	ha	6,6	6,9	-0,3	
Anteil der Ackerfläche an der LF	%	88,9	89,5	-0,6	
Anteil der Betriebe mit Rinderhaltung	%	43,4	43,7	-0,3	
Bestandsgröße, wenn Rinder gehalten werden	Anzahl	176	162	14	
Anteil der Betriebe mit Schweinehaltung	%	55,4	55,2	0,2	
Bestandsgröße, wenn Schweine gehalten werden	Anzahl	1.061	1.059	2	
Anteil der Betriebe mit Schaf-/Ziegenhaltung	%	1,7	3,0	-1,3	
Bestandsgröße, wenn Schafe/Ziegen gehalten werden	Anzahl	4	5	-0,4	
Anteil der Betriebe im Regierungsbezirk					**
Düsseldorf	%	15,4	9,3	6,1	
Köln	%	10,3	7,7	2,6	
Münster	%	56,6	60,4	-3,8	
Detmold	%	17,7	21,9	-4,2	
Arnsberg	%	0,0	0,8	-0,8	

NV=175 Betriebe, InVeKoS=636 Betriebe; *, **: signifikant auf dem 5 %- bzw. 1 %-Niveau.

Quelle: Eigene Berechnungen.