

Auswirkungen biodiversitätsfördernder Maßnahmen auf andere Umweltgüter

Nataliya Stupak und Jörn Sanders

F.R.A.N.Z.-Bericht

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des Forschungs- und Demonstrationsprojektes F.R.A.N.Z. (Für Ressourcen, Agrarwirtschaft & Naturschutz mit Zukunft) erstellt. Ziel des Projektes ist es, praxistaugliche und wirtschaftlich tragfähige Maßnahmen für mehr Biodiversität in der Agrarlandschaft zu entwickeln und zu erproben. Der Bericht geht in diesem Zusammenhang der Frage nach, welche Auswirkungen biodiversitätsfördernde Maßnahmen auf andere Umweltgüter haben.



Projektleitung durch



Wissenschaftlich begleitet durch



1

Gefördert durch



Nataliya Stupak und Jürn Sanders

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft

Bundesallee 63

38118 Braunschweig

E-Mail: bw@thuenen.de

Braunschweig, Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen	ii
Verzeichnis der Abkürzungen	iii
1 Einleitung	3
2 Methodisches Vorgehen	3
2.1 Auswahl von Umweltindikatoren	3
2.2 Ermittlung von Umweltindikatoren	7
2.3 Biodiversitätsschutzmaßnahmen und Betriebe	7
3 Umweltwirkungen der F.R.A.N.Z.-Maßnahmen	10
3.1 Veränderung im Verbrauch von Dünger	10
3.2 Veränderung im Verbrauch von Pestiziden	13
3.3 Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung und Pflanzenschutz	16
3.4 Bodenbearbeitung	17
3.5 Bodenerosion	17
3.6 Veränderung im Energieverbrauch	20
3.7 Veränderung der Treibhausgasemissionen	20
4 Fazit	23
Literaturverzeichnis	24
Anhang	A1
Anhang 1: Biodiversitätsschutzmaßnahmen	A1
Anhang 2: Demonstrationsbetriebe	A2
Anhang 3a: Haupt-Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern (in kg/m ³ bzw. kg/t Frischmasse)	A3
Anhang 3b: Haupt-Nährstoffgehalte in mineralischem Dünger (%)	A4
Anhang 3c: Gehalt von Nährstoffen in der Elementform in den Oxidformen	A5
Anhang 4: Einsparung einzelner Pflanzenschutzmittel durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen	A6
Anhang 5: Wasserbedarf für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	A9

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1.1:	Agrarumweltindikatoren	4
Tabelle 1.2:	Ausgewählte Umweltindikatoren	5
Tabelle 1.3:	Der durch Umweltindikatoren ermittelte Einfluss auf Umweltgüter	6
Tabelle 1.4:	Relevanz einzelner Umweltindikatoren für einzelne Biodiversitätsmaßnahmen	7
Tabelle 1.5:	Anbau von Biodiversitätsmaßnahmen bei einzelnen Betrieben	9
Tabelle 2.1:	Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen durch F.R.A.N.Z.-Demonstrationsbetriebe Betriebe	10
Tabelle 2.2:	Einsparung von organischem und mineralischem Dünger durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen	11
Tabelle 2.3:	Einsparung einzelner Nährstoffe durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen	12
Tabelle 2.4:	Pflanzenschutzmitteleinsparung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen	13
Tabelle 2.5:	Einsparung einzelner aktiven Substanzen durch reduzierten Einsatz von Pestiziden	14
Tabelle 2.6:	Wassereinsparung	16
Tabelle 2.7a:	Minderung der Bodenbearbeitungsbelastung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Betrieb)	18
Tabelle 2.6b:	Minderung der Bodenbearbeitungsbelastung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme)	18
Tabelle 2.8:	Energieeinsparung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen	21
Tabelle 2.9a:	Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Betrieb)	21
Tabelle 2.9b:	Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme und Betrieb)	22
Tabelle 2.9c:	Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme und Hektar)	22
Tabelle 2.10:	Der durch Umweltindikatoren ermittelte Einfluss der Biodiversitätsmaßnahmen auf Umweltgüter	23

Verzeichnis der Abkürzungen

AG	Ackergras
BA	Bodenbearbeitung
BE	Bodenerosion
BF	Anteil von bewässerten Ackerflächen
BG	Winterbraugerste
BM	Blumen
DN	Dinkel
DV	Veränderung im Verbrauch vom Dünger
EB	Erbsen
EV	Veränderung im Energieverbrauch
GL	Grünland
GV	Grasvermehrung
HF	Hafer
KF	Kartoffeln
Kg	Kilogramm
KM	Körnermais
LD	Leindotter
MJ	Megajoule
RP	Raps
PSM	Pflanzenschutzmittel
PZ	Veränderung im Verbrauch von Pestiziden
SG	Sommergerste
SM	Silomais
T	Ton
TC	Triticale
THG	Treibhausgas
WG	Wintergerste
WR	Winterroggen
WV	Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung, Düngung und PSM
WW	Winterweizen
ZF	Zwischenfrucht
ZR	Zuckerrüben

1 Einleitung

Die im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes entwickelten und erprobten Maßnahmen sollen die Lebensbedingungen ausgewählter Zielarten verbessern (d.h., Feldhasen, Vögel, Amphibien, Bienen, Schmetterlinge und Ackerflora). Zur Beurteilung der ökologischen Vorzüglichkeit dieser Maßnahmen ist es wichtig, nicht nur ihre Auswirkungen auf die genannten Zielarten bzw. die Biodiversität abzuschätzen, sondern dabei auch mögliche Effekte auf andere Umweltgüter zu berücksichtigen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Auswirkungen auf den Stickstoffeinsatz bzw. -saldo, die Ammoniak-Emissionen, die Humusbilanz, die Erosionsdisposition, den Pflanzenschutzsinsatz sowie den Energieverbrauch.

Ziel der vorliegenden Arbeit bestand deshalb darin, mithilfe ausgewählter Agrarumweltindikatoren die Umwelteffekte der F.R.A.N.Z.-Maßnahmen zu erfassen und zu bewerten. Die Informationen sollen zu einem späteren Zeitpunkt für eine umfassende Kosten-Wirksamkeitsanalyse genutzt werden.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Auswahl von Umweltindikatoren

Die Indikatoren wurden auf der Grundlage der von Eurostat entwickelten Liste der Agrarumweltindikatoren (Eurostat 2011) unter der Berücksichtigung folgender Kriterien ausgewählt:

1. Alle wichtigen Ressourcen (Wasser, Luft, Boden, Energie, Klima) und die entsprechenden Umweltgüter (Wasserqualität, Luftqualität, Bodenfruchtbarkeit, Klimaschutz, Energieeinsparung) sollen einbezogen werden.
2. Die Erhebung von zusätzlichen Daten sollte vermieden werden. Die für die Berechnung von Agrarumweltindikatoren benötigten Informationen sollten aus den schon erhobenen betriebswirtschaftlichen Daten und der Fachliteratur bezogen werden.

Die ausgewählten Einzelindikatoren, die im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes herangezogen wurden, ist in der Tabelle 1.1 dargestellt. Einige der Eurostat-Indikatoren (Eurostat 2011) wurden etwas modifiziert, um die Effekte der im Rahmen des Projektes umgesetzten Maßnahmen besser ermitteln zu können.

Tabelle 2.1: Agrarumweltindikatoren

Indikator	Einheit	Beschreibung
Verbrauch von mineralischem Dünger	kg/ha/J	Anwendung von Stickstoff und Phosphor via mineralischem Dünger
Verbrauch von Pestiziden	kg/ha	Anwendungsraten von unterschiedlichen Pestizidkategorien
Bewässerung	%	Anteil von bewässerten Ackerflächen
Energieverbrauch	GJ/ha/J	Gesamter Energieverbrauch auf Betriebsebene
Bodenbedeckung	%	Anteil des Kalenderjahres, wenn Ackerfläche mit Kulturen oder Pflanzenresten bedeckt ist
Bodenbearbeitung	%	Anteil der Ackerfläche unter Bodenschutz oder Nullbodenbearbeitung
Bruttostickstoffbilanz	kg/ha/J	Potenzieller Stickstoffüberschuss auf Agrarflächen
Phosphorverunreinigungsrisiko	kg/ha/J	Potenzieller Phosphorüberschuss auf Agrarflächen
Treibhausgasemissionen	kg/J	Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft (CO ₂ Äquivalent)
Bodenqualität	Index	Index der Bodenqualität
Pestizidrisiko	Index	Index des Verunreinigungsrisikos von Pestizidtoxizität und -belastung
Bodenerosion	t/ha/J	Bodenerosion

Quelle: Eurostat 2011.

Tabelle 2.2: Ausgewählte Umweltindikatoren

Nr.	Umweltindikator	Umweltgut	Ermittlung		Kommentar
			quantitativ (Einheit)	qualitativ (Wirkung)	
1	Veränderung im Verbrauch von Dünger	Wasserqualität Klimaschutz	kg/Betrieb/a kg/ha/a	-	Sowohl mineralischer als auch organischer Dünger werden berücksichtigt
2	Veränderung im Verbrauch von Pestiziden	Wasserqualität	kg/Betrieb/a kg/ha/a	-	Unterschiedliche Pestizide (Herbizide, Insektizide und Fungizide) werden berücksichtigt
3	Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung und Pflanzenschutz	Wassereinsparung	l/ha/a	-	Reduzierter Wasserverbrauch für Beregnung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln
4	Bodenerosion	Bodenfruchtbarkeit Luftqualität Wasserqualität	t/ha/a	Erwartete Zunahme bzw. Minderung der Bodenerosion	Der Indikator wird auf der Grundlage von regionalen, Landschafts-, Bodenbedeckungs- und klimabedingten Erosionswerten qualitativ ermittelt
5	Bodenbearbeitung	Bodenfruchtbarkeit Klimaschutz Wasserqualität Luftqualität	%	-	Anteil der Ackerfläche unter Bodenschutz oder Nullbodenbearbeitung
6	Veränderung in THG-Emissionen	Klimaschutz	kg/a	-	Nur die durch die Umsetzung von Biodiversitätsschutzmaßnahmen verursachte Minderung bzw. Erhöhung der THG-Emissionen wird ermittelt
7	Veränderung im Energieverbrauch	Energieeinsparung	MJ/ha/a	-	Nur die durch die Umsetzung von Biodiversitätsschutzmaßnahmen verursachte Energieeinsparung bzw. Erhöhung des Energieverbrauchs wird ermittelt

PSM=Pflanzenschutzmittel; THG=Treibhausgas

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Eurostat 2011.

Zum Beispiel bei der Analyse solcher Indikatoren wie Dünger-, Pflanzenschutzmittel- und Wasserverbrauch, Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch werden in diesem Bericht nicht die aktuellen Werte, sondern ihre Veränderung infolge der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen ermittelt. Der Bewässerungsindikator von Eurostat wird im Projekt durch den Indikator ‚Veränderung des Wasserverbrauchs für Bewässerung und Pflanzenschutz‘ ersetzt. Obwohl es das Ziel ist, die Umweltindikatoren quantitativ zu erfassen, kann ein Indikator – Bodenerosion (BE) – im Rahmen des Projektes nur qualitativ ermittelt werden. Die Bewertung der Bodenerosion sowie ihre Veränderung infolge der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen ist ebenso aufwändig wie kostenintensiv und kann im Rahmen des Projektes nicht vollständig durchgeführt werden. Zwar können die Erosionswerte des Ausgangszustands in der wissenschaftlichen und fachlichen Literatur gefunden werden, die Erfassung der Veränderung der Bodenerosionsraten infolge der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen kann jedoch nur qualitativ ermittelt werden.

Tabelle 2.3 stellt den anhand von Umweltindikatoren ermittelten Einfluss auf verschiedene Umweltgüter dar. Drei der ausgewählten Umweltindikatoren (Veränderung im Wasserverbrauch, Veränderung im Energieverbrauch und Veränderung der THG-Emissionen) sind jeweils für nur ein Umweltgut relevant. Die restlichen vier Indikatoren können einen Einfluss auf mehrere Umweltgüter haben. Der durch Umweltindikatoren ermittelte Einfluss einzelner Biodiversitätsmaßnahmen auf die sechs Umweltgüter wird in diesem Bericht nur qualitativ erfasst.

Tabelle 2.3: Einfluss von Umweltindikatoren auf Umweltgüter

Umweltindikator	Umweltgüter					
	Wasserqualität	Wasser-einsparung	Bodenfrucht-barkeit	Luftqualität	Energie-verbrauch	Klimaschutz
Veränderung im Verbrauch von Dünger (DV)	x		x			x
Veränderung im Verbrauch von Pestiziden (PZ)	x			x		
Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung und PSM (WV)		x				
Bodenbearbeitung (BA)			x	x		x
Bodenerosion (BE)	x		x	x		
Veränderung im Energieverbrauch (EV)					x	x
Veränderung der THG-Emissionen (THG)						x

Quelle: Eigene Darstellung.

2.2 Ermittlung von Umweltindikatoren

Die Ermittlung der Umweltindikatoren verläuft in mehreren Schritten. Im ersten Schritt werden die Indikatoren für jede Maßnahme für jeden Betrieb erfasst. Auf dieser Grundlage werden im zweiten Schritt die Auswirkungen aller Maßnahmen auf die sechs Umweltgüter (Wasserqualität, Wassereinsparung, Luftqualität, Bodenfruchtbarkeit, Klimaschutz, Energieeinsparung) für alle im Bericht berücksichtigten Demonstrationsbetriebe ermittelt.

2.3 Biodiversitätsschutzmaßnahmen und Betriebe

Biodiversitätsschutzmaßnahmen

Die Umweltindikatoren werden für die in der Tabelle 2.4 aufgelisteten Biodiversitätsschutzmaßnahmen und sieben von zehn Demonstrationsbetrieben erfasst. Für die Demonstrationsbetriebe 08, 09 und 10 liegen die für die Ermittlung der Umweltindikatoren notwendigen Informationen nicht bzw. nicht vollständig vor.

Tabelle 2.4: Relevanz einzelner Umweltindikatoren für einzelne Biodiversitätsmaßnahmen

Maßnahmen	Umweltindikatoren						
	DV	PZ	WV	BA	BE	EV	THG
1a Überjährige, 'struktureiche' Blühstreifen	x	x	x	x	x	x	x
1b Mehrjährige Blühstreifen	(x)	x	x	x	x	x	x
2a Extensivgetreide	x	x	x	x	x	x	x
2b Extensivgetreide mit Untersaat	x	x	(x)	x	x	x	x
3a Brache	x	x	x	x	x	x	x
3b Blühendes Vorgewende	(x)	(x)	(x)	x	x	(x)	(x)
4a Feldlerchenfenster							
4b Erbsenfenster	x	x	x	x	x	x	x
5 Feldvogelinsel	x	x	x	x	x	x	x
6a Altgrasstreifen	x	x	(x)			(x)	x
6b Grünlandextensivierung	x	x	(x)			(x)	x

(x) = geringfügige Werte werden erwartet

DV=Veränderung im Verbrauch vom Dünger; PZ=Veränderung im Verbrauch von Pestiziden; WV= Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung und PSM; BF=Anteil von bewässerten Ackerflächen; BA=Bodenbearbeitung; BE= Bodenerosion; EV=Veränderung im Energieverbrauch; THG=Veränderung in THG-Emissionen

Quelle: Eigene Darstellung.

Die kurzen Beschreibungen der Biodiversitätsmaßnahmen entsprechend des durch ökologische Begleitforschung erstellten Maßnahmenkatalogs sind im Anhang 1 zu finden. Die Maßnahmen

unterscheiden sich in ihren Zielen sowie den erwarteten Biodiversitätswirkungen. So wurden die Maßnahmen der Kategorie 2 und 6 mit dem Ziel, pflanzliche Biodiversität zu erhöhen, konzipiert. Die Maßnahmen 4a, 4b, 5 und 5a wurden explizit für den Schutz der Feldvögel – vor allem Feldlerchen und Kiebitze – entwickelt. Bei den Maßnahmen 1a, 1b sowie 3a und 3b war die Förderung sowohl pflanzlicher als auch tierischer Vielfalt als Ziel gesetzt.

Tabelle 2.4 zeigt die Relevanz der sieben ausgewählten Agrarumweltindikatoren für einzelne, im Rahmen des F.R.A.N.Z-Projekts entwickelte Maßnahmen. Im Fall der Maßnahme 4a ‚Feldlerchenfenster‘ wird kein anderer Einfluss auf die sechs Umweltgüter als in der Referenzsituation erwartet und werden keine Agrarumweltindikatoren ermittelt, da die Arbeitsschritte für die Umsetzung dieser Maßnahme dem Anbau von Ackerkulturen identisch sind. Im Fall der Maßnahme 1b ‚Mehrjährige Blühstreifen‘ ist die Veränderung im Düngerverbrauch eher auf den Flächen zu erwarten, die mit einer Blühmischung bestellt sind, die nicht für Biogas verwertbar ist. Im Fall der Maßnahme 3b ‚Blühendes Vorgewende‘ ist die Erfassung solcher Indikatoren wie ‚Veränderung im Düngerverbrauch‘, ‚Veränderung im Verbrauch von Pestiziden‘ und ‚Veränderung im Wasserverbrauch‘ nur dann relevant, wenn das Vorgewende üblicherweise mit Kulturpflanzen bestellt wird. Die Maßnahmen 6a ‚Altgrasstreifen‘ und 6b ‚Grünlandextensivierung‘ sind nur für Grünlandflächen relevant, was die Ermittlung der Indikatoren ‚Bodenbearbeitung‘ und ‚Bodenerosion‘ ausschließt.

Demonstrationsbetriebe

Die Bezeichnungen der zehn Demonstrationsbetriebe, die Biodiversitätsmaßnahmen auf ihren Flächen erproben, sind in diesem Bericht wegen des Datenschutzes verschlüsselt. Die Anonymität der Betriebe wurde durch die Vergabe von Code-Nummern eingehalten.

Die Demonstrationsbetriebe befinden sich in zehn Regionen Deutschlands und unterscheiden sich sowohl in den naturbezogenen als auch wirtschaftlichen Aspekten (siehe Anhang 2 für mehr Details). Die naturbezogenen Aspekte erfassen die umgebende Landschaft, die natürliche regionale Artenvielfalt, den durchschnittlichen Jahresniederschlag, die Bodenfruchtbarkeit usw., und bestimmen sowohl die Auswahl als auch den Erfolg einzelner Biodiversitätsmaßnahmen mit. Zum Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit, eine höhere Artenvielfalt durch Biodiversitätsmaßnahmen zu erreichen, bei Betrieben artenreicher Regionen größer, als bei Betrieben, die in etwas artenärmeren Regionen liegen; oder die Entscheidung, eine Kiebitzinsel einzurichten, hängt von der Verfügbarkeit tiefliegender feuchter Stellen innerhalb des Betriebes ab.

Tabelle 2.5 stellt dar, welche Biodiversitätsmaßnahmen bei welchem Betrieb angebaut werden. Eine der Voraussetzungen bei der Maßnahmenplanung war, dass mindestens drei Maßnahmen bei jedem Betrieb angebaut werden. Die Tabelle 2.5 weist nach, dass im Anbaujahr 2017-2018 diese Voraussetzung bei allen außer zwei Betrieben eingehalten wurde.

Die natürlichen Gegebenheiten beeinflussen weiterhin die folgenden betriebswirtschaftlichen Aspekte: Betriebsform, Bewässerungsbedarf, Düngungs- und Pflanzenschutzbedarf, Ertragspotenzial sowie notwendige Arbeitsschritte sowohl für den Anbau von Ackerkulturen als auch für die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen. Was die Betriebsform angeht,

spezialisieren sich viele Betriebe im Süden Deutschlands auf Tierhaltung; im Südwesten und im Westen gibt es größere Flächen unter Dauerkulturen. Die Niederschlagsverteilung zwischen einzelnen Regionen Deutschlands ist ungleichmäßig. Je nach angebauten Kulturen, müssen die Betriebe in den trockeneren Gebieten (z.B. die Betriebe 02 und 05) ihre Ackerflächen bewässern. Der Düngungs- und Pflanzenschutzbedarf sind vor allem durch Bodenqualität und Bodenfruchtbarkeit definiert, die sich zwischen einzelnen Regionen aber auch innerhalb einer Region oder sogar eines Betriebs stark unterscheiden. Einerseits benötigen fruchtbare Böden weniger Dünger, andererseits ist Pflanzenvielfalt auf solchen Böden höher, was die Anwendung von höheren Mengen von und/oder anderer als auf mageren Böden Pflanzenschutzmitteln bestimmt. Bodenqualität bzw. -fruchtbarkeit sowie durchschnittlicher Jahresniederschlag und dessen Verteilung bestimmen das Ertragspotenzial einzelner Kulturen mit. Dies ist im Süden und Westen Deutschlands viel höher als im Nordosten des Landes. Die obengenannten betriebswirtschaftlichen Aspekte bestimmen weiterhin die einzelnen Arbeitsschritte sowie ihre Wiederholungen, die für den Anbau einzelner Kulturpflanzen notwendig sind.

Tabelle 2.5: Anbau von Biodiversitätsmaßnahmen bei einzelnen Betrieben in 2017-2018

Maßnahmen*	Betriebe									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
1a	x	x				x	x	x	x	
1b	x		x	x	x		x	x		
2a			x				x	x	x	
2b			x	x		x	x		x	
3a		x								
3b				x						
4a		x	x			x	x	x	x	
4b					x					
5		x	x		x		x	x		
6a			x					x		x
6b										x

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

3 Umweltwirkungen der F.R.A.N.Z.-Maßnahmen

In diesem Kapitel werden die Umweltindikatoren quantitativ und qualitativ für sieben F.R.A.N.Z.-Betriebe erfasst. Diese Betriebe sowie die von ihnen umgesetzten Maßnahmen sind in der Tabelle 3.1 dargestellt. Im ersten Jahr der Teilnahme am F.R.A.N.Z.-Projekt wurden die Biodiversität fördernden Maßnahmen bei den sieben Demonstrationsbetrieben auf einer Fläche von fast 60 Hektar umgesetzt. Mehrjährige Blühstreifen und Extensivgetreide mit Untersaat waren die beliebtesten Maßnahmen, die jeweils auf einer Fläche von 14,7 ha (auf sechs Betrieben) und 11,9 ha (auf fünf Betrieben) umgesetzt wurden. Die Betriebe 03 und 07 hatten die größte Maßnahmenfläche gefolgt von den Betrieben 02 und 05.

Tabelle 3.1: Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen durch F.R.A.N.Z.-Demonstrationsbetriebe

Maßnahmen	Maßnahmenfläche pro Betrieb, ha							Gesamt, ha
	01	02	03	04	05	06	07	
1a	0,69	3,25	3,08				4,56	11,58
1b	1,28		0,25	1,00	3,05	3,43	5,73	14,73
2a			1,29	4,45			1,09	6,84
2b			3,33	0,90	4,05	3,31	0,32	11,92
3a		4,01						4,01
3b				0,35				0,35
4a		0,28	0,02				0,29	0,58
4b					0,64	0,04	0,16	0,84
5		2,50	5,36				0,60	8,46
6a			0,64					0,64
Gesamt, ha	1,97	10,04	13,97	6,70	7,74	6,78	12,75	59,95

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

3.1 Veränderung im Verbrauch von Dünger

Insgesamt 29 verschiedene mineralische und fünf verschiedene organische Dünger wurden von den sieben Demonstrationsbetrieben infolge der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen eingespart (siehe Tabelle 3.2). Die höchste Einsparung von Rinder- und Hähnchendung betrug jeweils 65,5 t und 14,9 t. Beim mineralischen Dünger wurde vor allem die Anwendung von N-haltigen Düngern wie NPK, KAS, AHL, Yarasulfan und Piasan reduziert. Die größte Einsparung fand

bei den Betrieben 02 und 05 statt, wo die Anwendung von größeren Düngermengen vor allem durch niedrige Bodenfruchtbarkeit bestimmt ist (siehe Bodenpunkte im Anhang 2).

Durch Verzicht auf den Düngereinsatz auf den Maßnahmenflächen wurden insgesamt 12,7 t Stickstoff, 5,6 t Kalium, 2,3 t Phosphor, 1,3 t Calcium sowie 1,2 t Magnesium eingespart (siehe Tabelle 3.3). Die Einsparung der Nährstoffe bei einzelnen Demonstrationbetrieben hängt nicht nur von der Düngerart und dem Düngermiteinsatz pro Hektar, sondern auch von der Fläche der beim Betrieb umgesetzten Maßnahmen ab. Bei den größeren Demonstrationbetrieben 02, 04 und 07 sind die größten Nährstoffeinsparungen infolge der Maßnahmenumsetzung zu beobachten.

Tabelle 3.2: Einsparung von organischem und mineralischem Dünger durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen

Dünger, Einheit	Betriebe							Gesamt, l bzw. kg
	01	02	03	04	05	06	07	
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL), l			870,55		1.796,65			2.667,20
Alzon 28 flüssig (AHL), l				152,28				152,28
Ammoniumsulfat, l			487,24					487,24
Ammoniumthiosulfat (ATS), l				42,30				42,30
Ammonsulfatsalpeter (ASS), kg	269,54			465,97				735,51
Bittersalz			4,61					4,61
Carolon Kaliphosphat+Mg, kg			2.650,90					2.650,90
Cigo K-Express, l							10,00	10,00
Diammonphosphat, kg		60,00	56,60					116,60
Epso Combitop, kg				6,71				6,71
Granukal, kg			32,00					32,00
Harnstoff 46, kg	335,00	31,50					624,94	991,44
Kalkammonsalpeter (KAS), kg		628,77	64,90	722,37		1.379,64		2.795,68
Korn-Kali, kg			72,60			578,25		650,85
Magnosit, kg					929,23			929,23
Mangan-Nitrat 235, l				1,27				1,27
N'Fert Energy 18-18, kg		6,30						6,30
NPK 9+7+16+6+13, kg			480,26					480,26
NPK 15+15+15, kg		2.394,00				902,07		3.296,07
NPK 21+6+12 (+3,6), kg		132,00						132,00
Patentkali, kg			162,25					162,25
Piamon 33-S, kg		49,80						49,80
Piasan S 25/6, l		1.247,40						1.247,40
Piasan 28, l							100,00	100,00
Schwefelsauerer Ammoniak (SSA), kg	1,20							1,20
Söka 3, kg			908,00					908,00
Ureas, kg			1.720,40					1.720,40
Yarasulfan, kg		1.146,60	856,50					2.003,10
Wigor S, kg					128,69			128,69
Biogassubstrat, m ³	12,23	439,40	3,20	391,09	20,18		144,17	1.010,27
Hähnchendung, kg		14.940,00						14.940,00
Mastschweingülle (5% TS), m ³				12,82	112,14		313,31	438,27
Rinderdung, kg		65.520,00						65.520,00
Rindergülle m ³							16,80	16,80

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Tabelle 3.3: Einsparung einzelner Nährstoffe durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen

Betrieb	N				P, kg	K, kg	S, kg	Mg, kg	Ca, kg	Na, kg
	Gesamt N, kg	Nitrat, kg	Ammonium, kg	Carbamid, kg						
01	286,81	19,09	51,84	154,10	11,21	54,83	11,77	5,90		
02	5.023,43	2.916,32	1.944,16	162,96	1.160,89	1.648,16	154,37	456,46	458,12	
03	1.287,76	8,76	122,80	540,21	179,35	164,67	94,97	148,84	321,61	
04	2.419,07	50,32	306,36	40,78	367,92	1.778,80	21,10	193,89	85,98	
05	1.045,62	134,75	507,26	269,50	101,69	313,92	236,62	142,81	120,22	
06	507,81	240,38	267,44		59,05	304,36	46,95	89,89		17,16
07	2.181,15	259,52	446,94	287,49	375,56	1.329,24	172,17	355,10		
Gesamt, kg	12.751,65	3.629,14	3.646,80	1.455,04	2.255,67	5.593,98	565,78	1.209,96	1.341,03	17,16

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Einsparung von Nährstoffen entspricht etwa dem Flächenanteil der umgesetzten F.R.A.N.Z.-Maßnahmen. Zum Beispiel, beträgt die Einsparung von Stickstoff, Phosphor und Kalium auf dem Betrieb 01 jeweils 2,4%, 1,55% und 1,55% der üblichen Nährstoffzufuhr bei einer Maßnahmenfläche von ca. 2% seiner landwirtschaftlichen Fläche.

Der Rückgang in der Anwendung vom Stickstoffdünger trägt zur Minderung des Stickstoffüberschusses bei und kann positive Effekte auf die Qualität von Grundwasser und Oberflächenwasser erzielen. Die Stickstoffeinsparung trägt auch zu einer Verringerung von THG-Emissionen und zum Klimaschutz bei.

3.2 Veränderung im Verbrauch von Pestiziden

Die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen führt auch zur reduzierten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM). Am meisten wurden Herbizide eingespart, gefolgt von Fungiziden und Insektiziden (siehe Tabelle 3.4). Die Einsparung einzelner PSM-Arten ist im Anhang 4 dargestellt.

Tabelle 3.4: Pflanzenschutzmitteleinsparung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen

PSM	Betrieb							Gesamt, l bzw. kg
	01	02	03	04	05	06	07	
Herbizid, l	6,09	108,51	17,59	20,31	9,97	16,96	43,11	222,54
Herbizid, kg	0,09	0,56			0,19	0,47		1,31
Fungizid, l	4,08	11,69	15,02	5,35	15,4	9,16	8,16	68,86
Fungizid, kg			6,85					6,85
Insektizid, l	0,01	1,81	4,84		1,07		0,87	8,6
Insektizid, kg		0,38			0,15			0,53
Wachstumsregler, l	0,97	6,02	2,13	1,42	7,53	0,25	1,36	19,68

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Von den in den Pflanzenschutzmitteln enthaltenen aktiven Substanzen (siehe Tabelle 3.5) wurde am stärksten – über 29 kg – die Anwendung von Glyphosat reduziert, das in einer Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als gesundheitsschädlich und krebserregend eingestuft wurde (IARC 2017). Weiterhin wurde 9,8 kg Metamitron, 8,7 kg Terbutylazin, 5,4 kg S-Metolachlor, 5,3 kg Pethoxamid, 4,5 kg Chlormequat, 4,1 kg Chlortalonil und 3,4 kg Prosulfocarb eingespart (siehe Tabelle 3.5).

Tabelle 3.5: Einsparung einzelner aktiver Substanzen durch reduzierten Einsatz von Pestiziden

Aktive Substanz, g								Gesamt, g
	01	02	03	04	05	06	07	
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure						8		8
Aclonifen			972					972
alpha-Cypermethrin					9			9
Azoxystrobin							55	55
Benzovindiflupyr			24					24
beta-Cyfluthrin			3					3
Bixafen	47		309		395	231	86	1.068
Boscalid							246	246
Bromoxynil	168	649						817
Chloridazon					112			112
Chlormequat	212			475	3.677	141		4.505
Chlorthalonil	475		2.935	670				4.080
Chlortoluron				820	2.225			3.045
Clomazone							296	296
Clopyralid				102	47	252		401
Cyazofamid			104				35	139
Cyflufenamid	12	26		17				55
Cymoxanil			112				47	159
Cypermethrin		80						80
Cyproconazol	12							12
Deiquat							216	216
Desmedipham		135	34		61	356		586
Difenoconazol			195			208	130	533
Diflufenican	118			279	356			753
Dimethachlor							1.851	1.851
Dimethenamid-P	904		98		202		1.234	2.438
Dimethoat		600	172					772
Dimethomorph			130					130
Dimoxystrobin							246	246
Doflufenican							72	72
Epoxiconazol	101	329	76	163	653	285	80	1.687
Ethephon					152			152
Ethofumesat		538	134		244	629		1.545
Fenpropidin						780		780
Fenpropimorph			130	254	1.813		292	2.489
Florasulam	4			3		1		8
Fluazinam			613				300	913
Flufenacet				296			1.918	2.214
Flumioxazin		80						80
Fluopicolide							81	81
Fluoxastrobin							39	39
Flupyrsulfuron		18						18
Fluroxypyr			515	127	482			1.124
Flurtamone							72	72
Flutolanil							41	41
Fluxapyroxad	90			84				174
Foramsulfuron							277	277
Glyphosat	1.080	28.080			97	10		29.267
Imazamox			26					26

Iodosulfuron		797		54	8	859		
Isoproturon			3.399			3.399		
Kresoxim-methyl			44	285		329		
Kupferhydroxid					27	27		
lambda-Cyhalothrin	1	19	49			69		
Lenacil				205		205		
Mandipropamid		260			195	455		
Mepiquat	119	37				156		
Mesotrione			389			389		
Metalaxyl-M		62				62		
Metamitron		2.158	462	1.295	5.915	9.830		
Metazachlor			98		1.234	1.332		
Metconazol		199	7			206		
Metobromuron					540	540		
Metrafenone		49	95			144		
Metribuzin					86	86		
Metsulfuron		10				10		
Napropamid					1.851	1.851		
Nicosulfuron		146	156			302		
Pendimethalin			984	2.670		3.654		
Penoxsulam	18					18		
Pethoxamid		5.310				5.310		
Phenmedipham		404	101	183	515	1.203		
Picoxystrobin	76		587	134		797		
Pirimicarb				335		335		
Prochloraz	41					41		
Prohexadion	22		72			94		
Propamocarb			436		676	1.112		
Proquinazid				26		26		
Proquinazid				134		134		
Prosulfocarb			1.296		2.072	3.368		
Prothioconazol	118		1.234	118	789	441	210	2.910
Pyraclostrobin						72	72	
Pyraflufen						4	4	
Pyroxulam	1				3		4	
Quinmerac			59	14		617	690	
Quizalofop-P		28		13		143	184	
Rimsulfuron			5				5	
S-Metolachlor	75			5.338			5.413	
Spiroxamine	235		1.065		1.003		2.303	
Tebuconazol	24	788		118	468	140	220	1.758
Terbuthylazin	465	3.319		1.835			3.074	8.693
Tetraconazole		14						14
Thiacloprid			46			209	255	
Thiencarbazone						90	90	
Thifensulfuron		129					129	
Thiophanatmethyl			59				59	
Topramezone	54						54	
Tribenuron				77			77	
Triflusulfuron		19		10	34		63	
Trinexapac	55		150	127	111		443	
Tritosulfuron	43						43	

Quelle: Eigene Darstellung.

Die negative Wirkung von Terbutylazin auf die Grundwasserqualität wird z.B. in Bayern anerkannt, wo auch ein Terbutylazin-Verzichtsprogramm im hydrogeologischen Gebiet Jura-Karst initiiert wurde (LfL 2019). Metolachlor wird vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) als sehr giftig für Wasserorganismen eingestuft. Chlortoluron, dessen Anwendung in Deutschland im Zeitraum von 2001 bis 2008 verboten war, steht im Verdacht, krebserregend zu sein. Die infolge der Durchführung von Biodiversitätsmaßnahmen reduzierte Anwendung von oben genannten Substanzen wirkt sich positiv auf Wasserlebewesen und die menschliche Gesundheit aus. Nach einem Bericht der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) hat Chlormequat eine negative Wirkung auf Tiere, insbesondere auf die Fortpflanzung von Säugetieren (FAO et al. 1998). Chlorthalonil wird im Abschnitt III der Liste der Maximalen Arbeitsplatz-Konzentration (MAK) als allergisierender und krebserregender Stoff geführt. Bezüglich Prosulfocarb gab es in den Jahren 2015 und 2016 eine Diskussion, inwieweit der Stoff zur Luftverschmutzung beiträgt. In diesem Zusammenhang wurden für dieses Pflanzenschutzmittel neue Anwendungsbestimmungen vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) festgelegt.

Ähnlich zur Einsparung der Nährstoffe infolge der reduzierten Düngieranwendung, verhält es sich beim Verhältnis von Einsparung aktiver Substanzen und dem Anteil der Maßnahmenfläche im Betrieb. So beträgt beim Betrieb 01 mit ca. 2% der Fläche unter der F.R.A.N.Z.-Maßnahmen die Einsparung von Glyphosat, Terbutylazin, Metolachlor und Chlormequat jeweils 2,44%, 2,44%, 2,44% und 1,99% der üblichen Anwendung dieser aktiven Substanzen.

Der reduzierte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und einzelnen aktiven Substanzen hat eine positive Wirkung auf die Wasserressourcen und trägt als Nebeneffekt zur Wassereinsparung und zu besserer Luftqualität bei.

3.3 Veränderung im Wasserverbrauch für Bewässerung und Pflanzenschutz

Infolge der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen wurden insgesamt 6.438 m³ Wasser eingespart (siehe Tabelle 3.6). Die Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln führt zu einem um 57,5 m³ niedrigerem Wasserverbrauch. Weitere Wassereinsparungen in Höhe von fast 9.360 m³ wurden durch Verzicht der Bewässerung auf den Maßnahmenflächen bei den drei Betrieben 02, 05 und 07 erreicht.

Tabelle 3.6: Wassereinsparung

Wassereinsparung, l	Betriebe							Gesamt, m ³
	01	02	03	04	05	06	07	
Pflanzenschutzmittel, l	2.220,00	17.040,00	9.260,00	3.638,00	9.935,00	7.093,00	8.320,00	57,51
Bewässerung, m ³		2.925,00	5.623,00				754,25	9.302,25
Gesamt, m ³	2,22	2.942,04	5.632,26	3,64	9,94	7,09	762,57	9.359,76

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Bis vor kurzem wurde Wassereinsparung als nicht relevantes Thema im Kontext deutscher Landwirtschaft gesehen. Die Dürre 2018 hat allerdings gezeigt, dass man mit zunehmender Klimavariabilität und Klimaextremen, als Form des Klimawandels, auch in Deutschland mit Wasserknappheit und Konflikten um Wasser rechnen könnte. In dem Zusammenhang gewinnt der Agrarumweltindikator „Wassereinsparung“ an Bedeutung. Die Umsetzung von F.R.A.N.Z.-Maßnahmen trägt zu Einsparungen sowohl beim Beregnungswasser als auch beim zur Ausbringung der PSM gebrauchten Wassers bei. Zum Beispiel beträgt die Wassereinsparung beim Betrieb 01 ca. 3,3% seines üblichen Wasserverbrauchs im Ackerbau.

3.4 Bodenbearbeitung

Bodenbearbeitung findet sowohl beim Anbau von Kulturpflanzen als auch bei der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen statt. Allerdings unterscheiden sich jeweils Anzahl und Häufigkeit einzelner Bodenbearbeitungsschritte. Bei den meisten der sieben Demonstrationsbetrieben ist die Anzahl der Bodenbearbeitungsschritte – Grubbern, Pflügen, Eggen und Walzen – niedriger bei der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen als beim Anbau von Kulturpflanzen. Dadurch ist die Bodenbearbeitung bei den Maßnahmenflächen ab dem zweiten Jahr der Maßnahmenumsetzung um den Faktor 1,4 niedriger als beim Anbau von Ackerkulturen.

Die Anlage von Blühstreifen und einer Brache mit Einsaat erfordert zunächst eine intensivere Bodenbearbeitung, was dazu führt, dass im ersten Jahr der Maßnahmenumsetzung die Bodenbearbeitung auf der Maßnahmenflächen intensiver ist als auf der Kulturpflanzenfläche (siehe Tabelle 3.7a und Tabelle 2.7b). In den Folgejahren reduziert sich der Bodenbearbeitungsaufwand bei diesen mehrjährigen Maßnahmen allerdings deutlich, so dass sie sich langfristig bodenschonend auswirken.

Der Anbau von Extensivgetreide mit Untersaat bei den Betrieben in den Regionen 04 und 05 ist intensiver als der Anbau von Kulturpflanzen. Allerdings hat die bessere Bodenbedeckung eine positive Wirkung auf Bodenschutz gegen Erosion (siehe Kapitel 0).

Die langfristig reduzierte Bodenbearbeitung bei der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen, vor allem von mehrjährigen Maßnahmen, hat eine positive Wirkung auf mehrere Umweltgüter. So werden die Bodenverdichtung und das Erosionsrisiko gemindert, was zum Erhalt und langfristig zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit führt. Außerdem wirken die Maßnahmen 1a ‚Überjährige strukturreiche Blühstreifen‘, 1b ‚Mehrjährige Blühstreifen‘, 3a ‚Brache‘ und 5 ‚Feldvogelinsel‘ klimaschonend und haben eine positive Wirkung auf Wasser- und Luftqualität.

3.5 Bodenerosion

Bodenerosion ist der einzige Indikator in diesem Bericht, der qualitativ ermittelt wird. Die Art und die Intensität der Erosion werden sowohl von natürlichen Gegebenheiten als auch von ackerbaulichen Faktoren beeinflusst. Die meisten im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes umgesetzten Biodiversitätsmaßnahmen haben eine erosionsmindernde Wirkung.

Tabelle 3.7a: Minderung der Bodenbearbeitungsbelastung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Betrieb)

Bodenbearbeitung	Betriebe														Gesamt, ha	
	01		02		03		04		05		06		07		1. Jahr	2.-5. Jahr
	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr		
Striegeln									-5,15	-5,15					-5,15	-5,15
Pflügen	0,00	-1,63	-	-	2,40	-0,65	-9,29	-9,29			-	-	-	-	-6,89	-11,57
Grubbern	-1,97	-1,97	-0,6	-16,85	0,65	-2,40	-5,77	-9,10	4,35	2,85	-1,39	-6,53	2,04	-16,26	-2,69	-50,26
Eggen	-0,60	-2,22	-2,5	-8,12	2,49	2,49	-2,43	-5,76	0,10	-0,90	-5,05	-6,76	9,86	-0,43	1,87	-21,70
Walzen	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	5,70	-	-	7,82	-0,19	14,52	5,51
Gesamt, ha	-2,57	-5,82	-3,10	-24,97	5,54	-0,56	-17,49	-24,15	6,00	2,50	-6,44	-13,29	19,72	-16,88	1,66	-83,17

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Tabelle 3.7b: Minderung der Bodenbearbeitungsbelastung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme)

Maßnahme	Betriebe														Gesamt, ha	
	01		02		03		04		05		06		07		1. Jahr	2.-5. Jahr
	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr		
1a	-1,09	-1,78	0,00	-4,87			-6,74	-12,90			-6,44	-13,29	9,11	-4,57	-5,16	-37,41
1b	-1,48	-4,04			1,17	-4,93	-0,75	-1,25	3,50	0,00			10,61	-12,31	13,05	-22,53
2a					-	-	0,00	0,00	2,23	2,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,23	2,23
2b					4,05	4,05	-10,00	-10,00	0,45	0,45					-5,50	-5,50
3a			0,00	-12,00											0,00	-12,00
3b									-0,18	-0,18					-0,18	-0,18
4b					0,32	0,32							0,00	0,00	0,32	0,32
5			-3,10	-8,10									0,00	0,00	-3,10	-8,10
6a															0,00	0,00
Gesamt, ha	-2,57	-5,82	-3,10	-24,97	5,54	-0,56	-17,49	-24,15	6,00	2,50	-6,44	-13,29	19,72	-16,88	1,66	-83,17

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Dies bezieht sich vor allem auf die Maßnahmen ‚Überjährige strukturreiche Blühstreifen‘, ‚Mehrjährige Blühstreifen‘ und ‚Brache‘, die sich im Vergleich zum Anbau von Kulturpflanzen durch eine weniger intensive Bodenbearbeitung und gleichzeitig eine längere Bodenbedeckung auszeichnen. Das Wasserrückhaltevermögen des Bodens und seine Fähigkeit zur Wasserinfiltration werden verbessert, und flächenhafte Bodenerosion wird dadurch verhindert. Dies verbessert wiederum die Struktur des Bodens und seine Bodenqualität, und wirkt sich schonend auf die Wasserressourcen aus.

Für den Betrieb 01 ist die Gefahr der Bodenerosion durch Wasser als sehr hoch eingestuft; der jährliche Bodenabtrag auf Ackerflächen kann bis zu 10 t/ha erreichen. Neben der hügeligen Landschaft, dem intensiven Niederschlag und der intensiven Bodenbearbeitung sind auch der zunehmende Anbau von Mais und die Verschlechterung der Bodenstruktur für die hohe Erosionsrate in der Region verantwortlich. Es wird erwartet, dass die beim Demonstrationsbetrieb im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes umgesetzten Biodiversitätsmaßnahmen erosionsmindernd wirken.

Die landwirtschaftlichen Flächen im Landkreis, in dem der Demonstrationsbetrieb 02 liegt, sind vor allem durch starke Winderosion charakterisiert, die in den nächsten Jahren durch ein erhöhtes Risiko der Frühjahr- und Sommertrockenheit weiter zunehmen kann. Vor allem die Flächen unter Reihenkulturen wie Silomais und Zuckerrüben sind gefährdet. Die im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes umgesetzten Maßnahmen ‚Überjährige strukturreiche Blühstreifen‘, ‚Brache mit Einsaat‘ und ‚Feldvogelinsel‘ sind durch weniger intensive Bodenbearbeitung sowie eine bessere und längere Bodenbedeckung charakterisiert und wirken dadurch erosionsmindernd.

Bei den Betrieben 03 und 04 wird das Bodenerosionsrisiko als niedrig eingestuft. Die erosionsmindernd wirkenden F.R.A.N.Z.-Maßnahmen tragen dazu bei, das Erosionsrisiko weiterhin auf einem niedrigen Niveau zu halten.

Beim Betrieb 05 wird das Risiko der Bodenerosion durch Wasser als eher niedrig eingeschätzt. Bodenerosion durch Wind hat eine stärkere Bedeutung. Obwohl das Erosionsrisiko sowohl durch Wasser als auch durch Wind als gering eingeschätzt wird, weisen einige Autoren darauf hin, dass mit zunehmendem Klimawandel vor allem die Gefahr von Winderosion steigt (Urban 2014). In diesem Zusammenhang wird erwartet, dass dieses Risiko zukünftig durch die im Betrieb umgesetzten Maßnahmen ‚Mehrjährige Blühstreifen‘ und ‚Extensivgetreide mit Unstersaat‘ reduziert werden kann.

Beim Betrieb 06 unterscheidet sich das Risiko der Bodenerosion durch Wasser zwischen einzelnen Ackerschlägen stark, obwohl die Flächen überwiegend als nicht gefährdet bis gering gefährdet klassifiziert sind. Die im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes umgesetzte Biodiversitätsmaßnahme ‚Überjährige strukturreiche Blühstreifen‘ zeichnet sich durch eine weniger intensive Bodenbearbeitung und gleichzeitig eine längere Bodenbedeckung aus. Dadurch wird ein positiver Effekt der Maßnahme hinsichtlich der Reduzierung der Bodenerosion erwartet.

Beim Betrieb 07 wird das Bodenerosionsrisiko durch Wasser trotz intensiver Landnutzung in der Region eher als niedrig eingeschätzt, vor allem wegen geringer Hangneigung sowie des Vorkommens von Schwarzerden mit günstiger Gefügeentwicklung, die nur wenig erodierbar sind (Fohrer et al. 2003). Andere Quellen weisen dagegen darauf hin, dass das Wassererosionsrisiko in

der Zukunft zunehmen wird, nicht zuletzt im Kontext des Klimawandels. Im Zusammenhang mit letzterem werden die meisten im Rahmen des F.R.A.N.Z.-Projektes umgesetzten Biodiversitätsmaßnahmen diesem Erosionsrisiko entgegenwirken.

3.6 Veränderung im Energieverbrauch

Die niedrigere Anzahl der Arbeitsschritte (Bodenbearbeitung, Düngung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln) bei der Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen im Vergleich zum Anbau von Kulturpflanzen führt zu einem niedrigeren Dieserverbrauch. Die dadurch entstehende Energieeinsparung beträgt ca. 210,865 MJ im ersten Jahr der Maßnahmenumsetzung (siehe Tabelle 3.8). Am meisten wurde Diesel bei den Betrieben 02, 03 und 07 eingespart, die auch die größten Maßnahmen-Flächen haben (siehe Tabelle 3.1). Die Energieeinsparung trägt zur Reduzierung der THG-Emissionen und zum Klimaschutz bei.

3.7 Veränderung der Treibhausgasemissionen

Die Veränderung der Treibhausgasemissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen wurde mittels der vom IPCC vorgeschlagenen Methodik (De Klein et al. 2006) ermittelt. Dabei wurden sowohl direkte als auch indirekte Emissionen durch Düngung, Dieserverbrauch und Bodenbearbeitung berücksichtigt.

Im ersten Jahr der Maßnahmenumsetzung konnten die THG-Emissionen bei den sieben Demonstrationsbetrieben um ca. 233,6 ton CO₂-Äquivalent reduziert werden (siehe Tabelle 3.9a). Dabei lag die höchste THG-Minderung bei den Betrieben 02, 03 und 07, die die größten Maßnahmenflächen (siehe Tabelle 3.1), die höchsten Einsparungen von Stickstoff, Phosphor und Kalium (siehe Tabelle 3.3) sowie die höchsten Energieeinsparungen aufwiesen (siehe Tabelle 3.8).

Bei der Minderung der THG-Emissionen spielen der Verzicht auf Düngung und ein niedrigerer Dieserverbrauch durch die reduzierte Anzahl von Arbeitsschritten eine entscheidende Rolle. Auch der N-Gehalt in den Ernterückständen von Blühstreifen ist im Vergleich zu den Kulturpflanzen niedriger. Vorausgesetzt, dass die Biodiversitätsmaßnahmen mindestens fünf Jahre lang auf eine Fläche bleiben, können ab dem 2. Anbaujahr jährlich 238,5 t CO₂-Äquivalent eingespart werden (siehe Tabelle 3.9b).

Hinsichtlich der Minderung von THG-Emissionen pro Hektar der Maßnahmenfläche, haben die Blühstreifen, Feldvogelinsel und Brache das höchste Potenzial, zum Klimaschutz beizutragen (siehe Tabelle 2.9c). Das von einem Betrieb umgesetzte Maßnahmenbündel bestimmt das Klimaschutz-Potenzial dieses Betriebes.

Tabelle 3.8: Energieeinsparung durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen

Energieverbrauch, MJ	Betriebe							Gesamt, MJ
	01	02	03	04	05	06	07	
Energieverbrauch Kulturpflanzen, MJ	14.272,09	73.131,38	40.752,22	77.616,05	24.580,31	41.468,81	83.520,93	355.341,79
Energieverbrauch Maßnahmen, MJ	8.476,85	17.581,54	21.898,97	32.120,52	11.542,05	17.803,84	35.052,83	144.476,60
Energieeinsparung, MJ	5.795,24	55.549,84	18.853,25	45.495,53	13.038,26	23.664,97	48.468,10	210.865,19

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Tabelle 3.9a: Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Betrieb)

THG-Emissionen, kg CO ₂ -Äq	Betriebe							Gesamt, kg CO ₂ -Äq
	01	02	03	04	05	06	07	
THG-Emissionen Kulturpflanzen, kg CO ₂ -Äq	5.282,68	121.643,17	19.992,28	40.195,87	17.124,23	11.716,00	37.492,17	253.446,40
THG-Emissionen Maßnahmen, kg CO ₂ -Äq	721,30	4.466,47	2.848,67	4.029,97	2.381,59	2.142,69	3.276,43	19.867,12
Einsparung von THG-Emissionen, kg CO₂-Äq	4.561,38	117.176,70	17.143,61	36.165,90	14.742,64	9.573,31	34.215,74	233.579,28

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Tabelle 3.9b: Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme und Betrieb)

Maßnahme	Betriebe														Gesamt, kg CO ₂ -Äq	
	01		02		03		04		05		06		07		1. Jahr	2.-5. Jahr
	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr	1. Jahr	2.-5. Jahr				
1a	1.653,32	1.758,20	57.239,88	57.446,55	-	-	14.141,59	14.771,38			6.415,79	6.807,66	9.714,09	10.325,31	89.164,67	91.109,10
1b	2.908,06	3.297,20	-	-	7.248,13	7.885,29	1.023,58	1.071,78	-138,36	-39,80	-	-	19.465,55	20.555,25	30.506,96	32.769,72
2a	-	-	-	-	-	-	5.777,65	5.777,65	12.114,41	12.114,41	3.157,52	3.157,52	2.764,33	2.764,33	23.813,91	23.813,91
2b	-	-	-	-	8.323,56	8.324,25	12.274,42	12.274,42	1.581,75	1.581,75	-	-	-	-	22.179,73	22.180,42
3a	-	-	26.404,12	27.073,47	-	-	-	-			-	-	-	-	26.404,12	27.073,47
3b									1.184,84	1.184,85					1.184,84	1.184,85
4a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
4b	-	-	-	-	1.571,92	1.571,95	-	-	-	-	-	-	445,92	445,92	2.017,84	2.017,87
5	-	-	33.532,70	33.551,63	-	-	-	-	-	-	-	-	1.825,85	1.825,85	35.358,55	35.377,48
5b	-	-	-	-	-	-	2.948,66	2.948,66	-	-	-	-	-	-	2.948,66	2.948,66
Gesamt, kg CO₂-Äq	4.561,38	5.055,40	117.176,70	118.071,65	17.143,61	17.781,49	36.165,90	36.843,89	14.742,64	14.841,21	9.573,31	9.965,18	34.215,74	35.916,66	233.579,28	238.475,48

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 2.9c: Minderung der THG-Emissionen durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen (pro Maßnahme und Hektar)

Maßnahme	Minderung der THG-Emissionen, kg CO ₂ -Äq			
	1. Jahr		2.-5. Jahr	
	Gesamt	kg CO ₂ -Äq/ha	Gesamt	kg CO ₂ -Äq/ha
1a	89164,67	1487,32	91109,1	1519,75
1b	30506,96	508,87	32769,72	546,62
2a	23813,91	397,23	23813,91	397,23
2b	22179,73	369,97	22180,42	369,98
3a	26404,12	440,44	27073,47	451,60
3b	1184,84	19,76	1184,85	19,76
4b	2017,84	33,66	2017,87	33,66
5	35358,55	589,80	35377,48	590,12
5b	2948,66	49,19	2948,66	49,19
Gesamt, kg CO₂-Äq	233.579,28	-	238.475,48	-

Quelle: Eigene Darstellung.

4 Fazit

Die verschiedenen FRANZ-Maßnahmen, die im Rahmen des Projektes entwickelt wurden, wirken sich grundsätzlich positiv auf andere Umweltgüter aus (Tabelle 4.1). Ob ein positiver Effekt tatsächlich erzielt wird, hängt stark von dem Umsetzungsverfahren bei einzelnen Betrieben sowie von der alternativen Nutzung der Fläche ab. So kann die Anlage von Blühstreifen auf einer Brache auch einen eher ungünstigen Effekt auf Bodenfruchtbarkeit, Energieverbrauch und Klimaschutz haben; Oder kann die Anlage von Blühstreifen bzw. der Anbau von Extensivgetreide eine intensivere Bodenbearbeitung benötigen, und dadurch die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen.

Nur im Fall der Maßnahme 4a kann man ausschließlich auf die Biodiversität und keinen Effekt auf weitere Umweltgüter erwarten, da bei der Umsetzung dieser Maßnahme alle Arbeitsschritte sowie die Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln dem Verfahren beim Anbau von Kulturpflanzen entsprechen. Die Umsetzung aller anderen Maßnahmen führt zum reduzierten Verbrauch von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, was eine positive Wirkung auf Wasser- und Luftqualität, Energieverbrauch und Klimaschutz hat. Die meisten Maßnahmen wirken der Verdichtung und Erosionsgefährdung des Bodens entgegen und verbessern die Bodenstruktur sowie das Wasserrückhaltevermögen. Inwiefern Düngereinsparung die Bodenfruchtbarkeit beeinflusst, muss genauer untersucht werden. Der Verzicht auf PSM-Anwendungen auf den Maßnahmenflächen trägt auch zur Wassereinsparung bei, obwohl der Verzicht auf die Bewässerung dieser Fläche eine größere Rolle dabei spielt.

Tabelle 4.1: Der durch Umweltindikatoren ermittelte Einfluss der Biodiversitätsmaßnahmen auf Umweltgüter

Maßnahme	Umweltgüter					
	Wasserqualität	Wasser-einsparung	Bodenfrucht-barkeit	Luftqualität	Energie-verbrauch	Klimaschutz
1a	↗	↗	?	↗	↗	↗
1b	↗	↗	?	↗	(↗)	↗
2a	↗	(↗)	?	(↗)	(↗)	↗
2b	↗	(↗)	?	(↗)	(↗)	↗
3a	↗	↗	?	↗	↗	↗
3b	↗	↗	?	↗	↗	↗
4a	-	-	-	-	-	-
4b	↗	(↗)	?	↗	(↗)	↗
5	↗	↗	?	↗	↗	↗
6a	↗	(↗)	?	↗	↗	↗

Quelle: Eigene Darstellung.

Literaturverzeichnis

- De Klein, Cecile; Novoa, Rafael S.A.; Ogle, Stephen; Smith, Keith A.; Rochette, Philippe; Wirth, Thomas C. et al. (2006): Chapter 11. N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. Hg. v. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. Kanagawa, Japan. Online verfügbar unter http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf, zuletzt geprüft am 25.08.2017.
- Eurostat (2011): Data requirements, availability and gaps in agri-environmental indicators (AEIs) in Europe. 2011 ed. Luxembourg: Publications Office (Methodologies and working papers).
- FAO; Weltgesundheitsorganisation; Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues (1998): Pesticide residues in food - 1997. Report of the joint meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Lyons, France 22 September - 1 October 1997. Rome: FAO (FAO plant production and protection paper, 145).
- IARC (2017): Some organophosphate insecticides and herbicides. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, World Health Organization (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 112).
- LfL (2019): Vorsorgender Gewässerschutz: Terbutylazin-Verzichtsprogramm Jura-Karst in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Augsburg (LfL Merkblatt). Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ips/pflanzenschutz/072301/>, zuletzt geprüft am 19.08.2019.

Anhang

Anhang 1: Biodiversitätsschutzmaßnahmen

Kode	Name	Definition
1a	Überjährige, ‚struktureiche‘ Blühstreifen	Lagetreue Maßnahme (Zieldauer 5 Jahre), Herbst- oder Frühljahrsaussaat (bis 31.05), Verzicht auf Pflanzenschutz und Düngung auf dem gesamten Streifen. Das Befahren der Maßnahmenfläche ist nicht erlaubt. Der Streifen wird in zwei Teile quer geteilt, welche abwechselnd mit Blühmischung bestellt, umgebrochen und neueingesät werden.
1b	Mehrjährige Blühstreifen	Lagetreue Maßnahme (Zieldauer 5 Jahre), Herbst- oder Frühljahrsaussaat (bis 31.05). Verzicht auf Pflanzenschutz und Düngung auf dem gesamten Streifen. Sollte der Streifen mit Biogas-Mischung bestellt werden, ist organische Düngung zugelassen.
2a	Extensivgetreide Streifen/Flächen	Verzicht auf mineralische Düngung/Kalkung und Pflanzenschutzmittel, doppelter Saatreihenabstand und 50 % der sonst im Betrieb verwendeten Saatstärke, Verschiedene Optionen zur Ernte: (i) Normale Ernte und Umbruch, (ii) Normale Ernte und Stoppelbrache über Winter stehenlassen, (iii) Extensivgetreide-Bestand über Winter stehenlassen
2b	Sommergetreide/ Untersaat/ Stoppelbrache	Untersaat von mindestens 4 blühenden Arten, Getreide in doppeltem Saatreihenabstand und mit 50 % Saatstärke, Verzicht auf mineralische Düngung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln ab dem Aussaatzeitpunkt, Getreide wird normal geerntet, Nutzung des Untersaat-Aufwuchses ist erlaubt
3a	Begrünte oder schwarze Brache	Stillgelegte Ackerstreifen mit jährlicher Bodenbearbeitung, im ersten Jahr optional Begrünungseinsaat im Herbst, keine PSM, keine Düngung, Mahd und Abtransport des Pflanzenmaterials im Herbst
3b	Blühendes Vorgewende	Bestellung mit kleinkörniger Leguminosen-Mischung mit mind. 4 Arten, Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmittel, Befahrbarkeit der Fläche bleibt gewährleistet, Mulchen oder Mahd und Nutzung des Aufwuchses ist erlaubt, Umbruch ab dem 31.8. möglich
4a	Feldlerchenfenster	Einjährige Maßnahme, zwei 20 m ² -große Fenster pro Hektar, Anlage durch kurzes Ausheben der Drillmaschine, normale Düngung und Pflanzenschutz
4b	Erbsenfenster	Einjährige Maßnahme, ein 40x40 m (ca. 1600 m ²) Fenster pro 5 Hektar, Einsaat mit Erbsen im Frühjahr, Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmittel, Fenster müssen bis zum 15.08. ungestört bleiben, danach ist Mulchen und/oder Grubbern möglich
5	Feldvogelinsel	Einjährige Brache vorzugsweise an Feuchtstellen im Acker, ggf. mit Einsaat wenn hoher Unkrautdruck vorhanden, Bodenbearbeitung bis zum 20.3., ein Befahren der Maßnahmenfläche ist nicht erlaubt (außer bei anstehenden Pflegemaßnahmen), Mahd oder Mulchen und Bodenbearbeitung ab dem 31.07. bzw. mit Ernte der angrenzenden Hauptfrucht
6a	Altgrasstreifen	Lagetreue Grünlandstreifen werden quer geteilt und ein Mal pro Jahr abwechselnd zum ersten oder zum letzten Mahd gemäht mit Entfernung des Mahdgutes oder Gründüngung
6b	Grünland-extensivierung	Lagetreue Maßnahme (Zieldauer: 10 Jahre), Verzicht auf Düngung und PSM, 1 bis 2 Schnitte/Jahr mit Entfernung des Mahdgutes, 8 Wochen Bearbeitungsruhe (keine Mahd, kein Walzen oder Schleppen) zwischen 10.05. und 05.07.

Quelle: F.R.A.N.Z. Maßnahmenkataloge 2016-2017 und 2017-2018.

Anhang 2: Demonstrationbetriebe

Kode	Rechtsform	Landschaft	Betriebsform	Fläche, ha	Ø Ackerschlag, ha	Bodenpunkte	Jahresniederschlag	Hauptkulturen
01	EU	Hügelig	Ackerbau, Rindermast, Schweinehaltung, Biogas, Wald	94	4	23-70	800	SM, WW, WG
02	GmbH	Flach	Ackerbau	528	35	26-35	570	RP, ZR, SM, WW, WG
03	EU	Flach	Ackerbau, Milchvieh, Biogas	255	2,2	36-65	700	SM, ZR, KF, WW, WG, TC, GL
04	EU	Flach	Ackerbau, Dauerkultur, Biogas	386	10	>65	550	KF, ZR, WW, SG, RP
05	EU	Flach	Ackerbau, Geflügel, Windkraft, Wald	235	7,5	26-35	640	KF, ZR, RP, WW, WG, SG, HF, EB, AG
06	GbR	Hügelig	Ackerbau, Dauerkultur	240	2,5	15-90	600	ZR, SG, WG, BG, RP, WW, WR, EB
07	GbR	Flach	Ackerbau	1715	25	36-70	500	KF, ZR, WW, WG, WR, RP, DN
08	GbR	Flach	Ackerbau, Milchvieh	948	8	18-48	512	RP, WR, WW, WG, SM, KM, GV, BM, AG, GL
09	EU	Hügelig	Ackerbau, Milchvieh, Schweinehaltung, Geflügelhaltung, Dienstleistungen	204	3,5	36-50	840	ZR, WW, WG, TC, GL
10	EV	Hügelig	Ackerbau, Milchvieh	85	3	51-65	1350	GL

AG=Ackergras, BG=Winterbraugerste, BM=Blumen, DN=Dinkel, EB=Erbsen, GL=Grünland, GV=Grasvermehrung, HF=Hafer, KF=Kartoffeln, KM=Körnermais, RP=Raps, SG=Sommergerste, SM=Silomais, TC=Triticale, WG=Wintergerste, WR=Winterroggen, WW=Winterweizen, ZR=Zuckerrüben

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Anhang 3a: Haupt-Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern (in kg/m³ bzw. kg/t Frischmasse)

Wirtschaftsdünger	TS, %	Stickstoff, kg/m ³		P ₂ O ₅ , kg/m ³ bzw. kg/t	K ₂ O, kg/m ³ bzw. kg/t	MgO, kg/m ³ bzw. kg/t	CaO, kg/m ³ bzw. kg/t
		gesamt	NH ₄ -N				
Rindergülle normal	7	3,5	2	1,5	3,9	0,8	1,6
Rinderdung (kg/kg)		20		30	20	0,8	1,6
Schweinegülle normal	3	3,6	2,8	1,7	2,4	0,6	1,5
Hühnergülle	14	9,2	6,5	7	5	1,8	15
Hähnchendung (kg/kg)		25		20	20	6	30
Biogassubstrat	7,2	5,1	2,9	2,1	5,4	0,8	

Quelle: http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Pflanze/Teaser/Duengung/Naehrstoffgehalte_organischer_Duenger.pdf.

Anhang 3b: Haupt-Nährstoffgehalte in mineralischem Dünger (%)

Mineralischer Dünger	Nährstoffgehalt %/kg										
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Mg	SO ₃	SO ₄	S	CaO	Ca	Na ₂ O
Alzon	46										
Alzon 28	28										
Ammonnitrat-Harnstofflösung (AHL), kg	28										
Ammonnitrat-Harnstofflösung (AHL), l	36										
Ammoniumsulfat	10										
Ammoniumthiosulfat (ATS)											
Ammonsulfatsalpeter (ASS)	26						13				
Carolon Kaliphosphat + Mg		13	1	5					3		
Diammonphosphat	18	46									
Epsco Combitop				13		34					
Granukal				2,39					44,8		
Harnstoff 46	46										
Kalkammonsalpeter (KAS)	27									10	
Kalkammonsalpeter 27/4 mit MG	27				4						
Korn-Kali			40		6			5			4
Korn-Kali / Kamex			40					6			
Mangan-Nitrat 235	8										
N'Fert Energy	18	18	18	2							
NPK 9/7/16/6/13	9	7	16	6				13			
NPK 15/15/15/2	15	15	15					2			
NPK 21/6/12 (+3,6)	21	6	12					4			
Patentkali			30	10				17			
Piamon 33-S	33							12			
Piasan 28	28										
Piasan S 25/6	25										
Schwefelsaueres Ammoniak (SSA)	21						24				
SÖKA III				7,17					39,2		
Ureas	38										
Yarasulfan	24										

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten und Dünger-Broschüren.

Anhang 3c: Gehalt von Nährstoffen in der Elementform in den Oxidformen

Chemisches Element	Chemische Verbindung	Gehaltsfaktor
P	P ₂ O ₅	0,4364
K	K ₂ O	0,8302
Ca	CaO	0,7147
Mg	MgO	0,6032
Na	Na ₂ O	0,7419
S	SO ₃	0,4
S	SO ₄	0,3333

Quelle: Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Nord-West.

Anhang 4: Einsparung einzelner Pflanzenschutzmittel durch die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen

PSM	Art des PSM	Betrieb							Gesamt, l bzw. kg
		01	02	03	04	05	06	07	
Adexar, l	Fungizid	1,44			1,34				2,78
Alto240 EC, l/ha	Fungizid	0,05							0,05
Arcade, l	Herbizid							1,08	1,08
Arelon, l	Herbizid					2,26			2,26
Ariane C, l	Herbizid				1,27				1,27
Aspect, l	Herbizid							9,23	9,23
Aviator Xpro, l	Fungizid					5,26		1,14	6,40
Aviator, l	Insektizid			4,12					4,12
Bacara Forte, l	Herbizid							0,60	0,60
Bandur, l	Herbizid			1,62					1,62
Banjo Forte, l	Fungizid			0,65					0,65
Belvedere Extra, l	Herbizid		2,69	0,67		1,23			4,59
Betanal MAXXPRO, l	Herbizid						7,58		7,58
Biathlon 4D, kg	Herbizid	0,06							0,06
Biscaya, l	Insektizid			0,19				0,87	1,06
Bolero, l	Herbizid			0,65					0,65
Boxer, l	Herbizid			1,62				1,51	3,13
Bravo 500, l/ha	Fungizid	0,19							0,19
BROADWAY, kg/ha	Herbizid	0,02					0,06		0,08
Bromoxynil 235, l	Herbizid		2,76						2,76
Bulldock, l	Insektizid			0,10					0,10
Butisan Gold, l	Herbizid			0,49				6,17	6,66
Calaris, l	Herbizid				5,56				5,56
CALMA, l	Wachstumsregler	0,35				0,71			1,06
Camposan-Extra, l	Wachstumsregler							0,30	0,30
Cantus Gold, l	Fungizid							1,23	1,23
Capalo, l	Fungizid			0,74	1,27				2,01
Carax, l	Wachstumsregler			0,23					0,23
Carial Flex, l	Fungizid			0,26				0,26	0,52
Cato, kg	Herbizid			0,02					0,02
CCC 720, l/ha	Wachstumsregler	0,10	3,15		0,85		0,25	0,62	4,97
Cerone 660, l	Wachstumsregler						0,23		0,23
Clio BMX Pack, l/ha	Herbizid	1,68							1,68
Colzor Trio, l	Herbizid							9,87	9,87
Credo, l	Fungizid	0,76		5,87	1,34				7,97
Cuprozin progress, l	Fungizid							0,07	0,07
Cycocel, l	Wachstumsregler					6,59			6,59
CythrIn 250 EC, l	Insektizid		0,32						0,32
Danadim Progress,l	Insektizid		1,50						1,50
DEBUT, kg	Herbizid		0,04			0,03	0,07		0,14
Diamant, l	Fungizid							0,63	0,63

DOMARK 10 EC, l	Fungizid		0,14			0,14
DOMINATOR ULTRA, l	Herbizid		54,00			54,00
Dual Gold, l	Herbizid			5,56		5,56
Duett Ultra, l	Fungizid			0,19		0,19
DURANO TF, l	Herbizid		24,00			24,00
Elatus Era, l	Herbizid			0,37		0,37
Eleando, l/ha	Fungizid	0,27				0,27
Epok, l	Fungizid			0,32		0,32
FALKON, l	Herbizid	1,18				1,18
Fandango, l	Fungizid				0,39	0,39
Fastac SC, l	Insektizid				0,09	0,09
Finish SX, kg	Herbizid		0,16			0,16
Folicur	Fungizid				0,40	0,88
Gardo Gold, l/ha	Herbizid	0,24				0,24
Glyphosat, l/ha	Herbizid	3,00				3,00
Goltix	Herbizid			0,16		0,16
Goltix Gold	Herbizid			0,32	8,45	8,77
Goltix Titan	Herbizid			0,24		0,24
Herold SC, l	Herbizid				0,74	0,74
Hortisan, kg	Fungizid			6,85		6,85
Hunter, kg	Insektizid		0,38			0,38
Husar, l	Herbizid			8,57	0,58	9,15
Infinito, l	Fungizid					1,29
Input Classic, l	Fungizid			3,55		3,55
Input Xpro, l	Fungizid	0,94			4,01	4,95
Jaguar, l	Insektizid			0,43		0,43
Juwel, l	Fungizid				0,35	2,28
Karate Zeon, l	Insektizid	0,02				0,02
Kyleo	Herbizid				0,04	0,04
Lodin, l	Herbizid				2,68	2,68
LONTREL 720 SG, kg	Herbizid				0,35	0,35
MaisTer power, l	Herbizid					9,23
Medax Top, l	Wachstumsregler	0,52	1,29			1,81
Metafol 700 SC, l	Herbizid				1,87	1,87
Metafol SC, l	Herbizid		3,10			3,10
Mission 200 SL	Herbizid					1,08
Moddus, l	Wachstumsregler			0,18	0,57	0,44
Moncut, l	Fungizid					0,09
NICOGAN, l	Herbizid		3,66			3,66
Opus Top, l	Fungizid				7,25	0,63
Ortiva, l	Fungizid					0,22
Osiris, l	Fungizid		7,25			7,25
Powertwin plus, l	Herbizid					0,30
Primor, kg	Insektizid				0,67	0,67
Prodax, l	Wachstumsregler			1,71		1,71
Proman, l	Herbizid					1,08
Prosaro, l	Fungizid	0,19			0,94	1,13
Proxanil, l	Fungizid			1,30		1,30

Quickdown, l	Herbizid			0,17	0,17
Quiqui (Targa S), l	Herbizid		0,28		0,28
Ranmann TOP, l	Fungizid	0,65		0,22	0,87
Rebell, l	Herbizid		0,28		0,28
Revus TOP, l	Fungizid	0,78		0,52	1,30
Rubric, l	Fungizid	0,46			0,46
Samson 4SC, l	Herbizid		3,89		3,89
Shirlan, l	Fungizid	0,45			0,45
Shock Down, l	Insektizid		0,98		0,98
Shortcut, l	Wachstumsregler	1,58			1,58
Skyway Xpro	Fungizid			0,40	0,40
Spectrum, l	Herbizid		0,28		0,28
SPYRALE, l	Fungizid			2,08	2,08
Successor T, l	Herbizid	17,70			17,70
Sumimax, kg	Herbizid	0,16			0,16
Taifun Forte, l	Herbizid		0,27		0,27
TALIUS, l	Fungizid		0,13	0,67	0,80
TARGA SUPER, l	Herbizid	0,60		3,08	3,68
Tebu Super 25D, l	Fungizid	3,15			3,15
Tebuconazol, l	Fungizid		1,87		1,87
Terminus, l	Fungizid			0,60	0,60
Tomigan, l	Herbizid	2,86			2,86
Trimmer SX, kg	Herbizid		0,16		0,16
Trinity, l	Herbizid		3,28		3,28
Vegas, l	Fungizid	0,24	0,50	0,33	1,07
Vertex, kg	Herbizid	0,20			0,20
Vivendi 100, l	Herbizid		0,47		0,47
Winby, l	Fungizid	0,20	0,26		0,46

Quelle: Eigene Darstellung auf der Grundlage von Betriebsdaten.

Anhang 5: Wasserbedarf für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

PSM	Art des PSM	Wasserbedarf, l/ha	PSM	Art des PSM	Wasserbedarf, l/ha
Adexar	Fungizid	250	Glyphosat	Herbizid	250
Alto240 EC	Fungizid	200	Herold SC	Herbizid	300
Arcade	Herbizid	300	Hortisan	Fungizid	300
Arelon	Herbizid	300	Hunter	Insektizid	300
Ariane	Herbizid	300	Husar OD	Herbizid	300
Aspect	Herbizid	300	Infito	Herbizid	300
Aviator	Insektizid	250	Input Classic	Fungizid	300
Aviator Xpro	Fungizid	300	Input Xpro	Fungizid	300
Bacara Forte	Fungizid	300	IPU	Herbizid	3
Bandur	Herbizid	300	Jaguar	Insektizid	400
Banjo Forte	Fungizid	400	Juwel	Fungizid	300
Belvedere Extra	Herbizid	250	Karate Zeon	Insektizid	300
Biathlon 4D	Herbizid	250	Kyleo	Herbizid	300
Betanal MAXXPRO	Herbizid	200	Lodin	Herbizid	300
Biscaya	Insektizid	300	LONTREL 720 SG	Herbizid	300
Bolero	Herbizid	300	MaisTer power	Herbizid	300
Bor	Blattdünger	300	Medax Top	Wachstumsregler	300
Boxer	Herbizid	300	Metafol SC	Herbizid	300
Bravo 500	Fungizid	300	Mission 200 SL	Fungizid	600
BROADWAY	Herbizid	400	Moddus	Wachstumsregler	300
Bromoxynil 235	Herbizid	400	Moncut	Fungizid	70
Bulldock	Insektizid	500	Nicogan	Herbizid	300
Butisan Gold	Herbizid	350	Opus Top	Wachstumsregler	300
Calaris	Herbizid	300	Ortiva	Fungizid	300
CALMA	Wachstumsregler	300	Osiris	Fungizid	300
Camposan-Extra	Fungizid	200	Powertwin plus	Herbizid	250
Cantus Gold	Fungizid	300	Primor	Insektizid	500
Capalo	Fungizid	300	Prodax	Wachstumsregler	250
Carax	Wachstumsregler	300	Proman	Herbizid	300
Carial flex	Fungizid	400	Prosaro	Fungizid	300
Cato	Herbizid	300	Proxanil	Fungizid	300
CCC 720	Wachstumsregler	400	Ranman Top	Fungizid	300
Cerone 660	Wachstumsregler	200	Revus Top	Fungizid	400
Clio BMX Pack	Herbizid	300	Quickdown	Zusatzstoff	400
Colzot Trio	Herbizid	350	Rebell	Herbizid	300
Credo	Fungizid	300	Rubric	Fungizid	300
Cuprozin progress	Fungizid	750	Samson 4SC	Herbizid	300
Cyocel	Wachstumsregler	300	Shirlan	Fungizid	300
Cythrín 250 EC	Insektizid	275	Shock Down	Insektizid	300
Danadim Progress	Insektizid	300	Shortcut	Wachstumsregler	300
DEBUT	Herbizid	300	Skyway Xpro	Fungizid	300
Diamant	Fungizid	300	Spectrum	Herbizid	300
DOMARK 10 EC	Fungizid	300	SPYRALE	Fungizid	300
DOMINATOR ULTRA	Herbizid	200	Successor T	Herbizid	300
Dual Gold	Herbizid	300	Sumimax	Herbizid	400
Duett Ultra	Fungizid	300	Taifun Forte	Herbizid	250
DURANO TF	Herbizid	250	TALIUS	Fungizid	300
Elatus Era	Herbizid	250	TARGA SUPER	Herbizid	300
Eleando	Fungizid	200	Tebuconazol	Fungizid	300
Epok	Fungizid	500	Tebu Super 25D	Fungizid	300
FALKON	Herbizid	300	Terminus	Fungizid	350
Fandango	Herbizid	300	Tomigan	Herbizid	300
Fastac SC	Insektizid	300	Trimmer SX	Herbizid	300
Finish SX	Herbizid	300	Trinity	Herbizid	300
Folicur	Fungizid	250	Vegas	Fungizid	300
Gardo Gold	Herbizid	300	Vertex	Herbizid	300
Goltix	Herbizid	300	Vivendi 100	Herbizid	300
Goltix Gold	Herbizid	300	Winby	Fungizid	300
Goltix Titan	Herbizid	300			

Quelle: <http://www.raiffeisen.com/php/pflanzenschutzmittel>.



THÜNEN

F.R.A.N.Z.-Bericht

Auswirkungen biodiversitätsfördernder Maßnahmen auf andere Umweltgüter

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
Bundesallee 50
DE-38116 Braunschweig