

Langfassung

# Kursbuch Agrarwende 2050

Ökologisierte Landwirtschaft in Deutschland



# Kursbuch Agrarwende 2050 – ökologisierte Landwirtschaft in Deutschland

**Autoren: Axel Wirz, Nadja Kasperczyk, Dr. Frieder Thomas**

**Erstellt im Auftrag von Greenpeace durch:**



Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL),  
Postfach 90 01 63, 60441 Frankfurt am Main  
Tel. +49 69 7137699-0, Fax +49 69 7137699-9  
info.deutschland@fibl.org, www.fibl.org

## ➔ **Kein Geld von Industrie und Staat**

**Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie.  
Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Rund 580.000  
Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit  
zum Schutz der Umwelt.**

# Kursbuch Agrarwende 2050 – ökologisierte Landwirtschaft in Deutschland

## Executive Summary

### Landwirtschaft in der Krise

Die Ausrichtung auf maximale Erträge bei niedrigsten Erzeugungskosten hat die Landwirtschaft in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten in eine anhaltende ökologische und zunehmend auch ökonomische Krise schlittern lassen. Mit den niedrigen Weltmarktpreisen können Europas Landwirte kaum mithalten, zugleich überanspruchen sie Böden, Luft und Wasser. Und beim Klimawandel sind sie zugleich Täter, als auch Opfer der extremeren Wetterereignisse: Die deutsche Landwirtschaft trägt zu etwa elf Prozent zu den nationalen Klimagasemissionen bei, gleichzeitig beeinträchtigen zunehmende Extremwetterereignisse wie Dürren, Stürme und Überschwemmungen die landwirtschaftlichen Erträge. Intensive Landnutzung und der hohe Einsatz chemischer Produktionsmittel (Pestizide) setzen der Artenvielfalt entscheidend zu, unsere Böden und Gewässer werden durch Agrargifte und überschüssige Nährstoffe verschmutzt. Die Förderung sauberen Trinkwassers wird zu einer immer größeren Herausforderung. Darüber hinaus verstören die Öffentlichkeit schockierende Bilder aus der intensiven Tierhaltung, die in den vergangenen Jahren massiv ausgebaut wurde.

### Die Agrarwende: ökologische und „ökologisierte“ Landwirtschaft

Vor diesem Hintergrund ist ein Kurswechsel absolut überfällig. Der Trend zu ökologischer Landwirtschaft ist ein guter und notwendiger Schritt in die richtige Richtung, doch „Bio“ befindet sich immer noch in der Nische und wird mittelfristig alleine die gravierenden Probleme nicht lösen können. Von entscheidender Bedeutung ist daher, die konventionelle Landwirtschaft sukzessive ökologischer auszurichten. Beide Produktionsformen, ökologisch und konventionell, müssen ihren Beitrag dazu leisten, Klima und Artenvielfalt zu schützen, Boden und Wasser als Ressourcen zu schonen, Tiere artgerecht zu halten – und dabei ausreichend hochwertige Lebensmittel zu erzeugen. Greenpeace verfolgt genau dieses Ziel: Innerhalb eines realistischen Zeitraumes soll die Landwirtschaft in Deutschland komplett an ökologischen Maßstäben ausgerichtet sein. 30 Prozent ökologische und 70 Prozent „ökologisierte“ konventionelle Landwirtschaft, beide konsequent an umwelt- und tierwohlrelevanten Produktionsstandards orientiert, sind das erklärte und realistische Ziel; die Machbarkeit, die nötigen Voraussetzungen und das erforderliche politische Vorgehen versucht die vorliegende Studie zu skizzieren.

### Was bedeutet „Ökologisierung“ konkret?

Aus Klimaschutzgründen ist es unerlässlich, Flächen, die einen erheblichen Beitrag zum Ausstoß von Treibhausgasen leisten (etwa Moore), aus der Nutzung zur Produktion von Lebensmitteln herauszunehmen. Auch die Überdüngung, unter anderem durch zu große Mengen an Gülle, erhöht den Ausstoß von Klimagasen, gleichzeitig verschmutzt sie Oberflächen- und Grundwasser. Die Reduktion der Menge ausgebrachten Stickstoffdüngers gehört daher zwingend zu einer „Ökologisierung“ der Landwirtschaft. Sie kann in Deutschland praktisch nur mit einer Verringerung der Tierzahlen einhergehen, denn ein Großteil der Nährstoffüberschüsse stammt aus der Tierhaltung oder aus der Ausbringung des dort entstandenen Wirtschaftsdüngers (insbesondere Gülle). Kein originäres Umweltziel ist eine am Tierwohl ausgerichtete, artgerechte Tierhaltung – sie bedeutet aber unbedingt eine Reduktion der heutigen Tierzahlen und hat damit direkten Einfluss auf die gesteckten Umweltziele. Die Haltung von Zweinutzungsrassen (zum Beispiel Hühner, die zur Produktion von Eiern und Fleisch genutzt werden) und eine auf Lebensleistung ausgerichtete Haltung von Milchkühen stärken das Tierwohlziel und senken die Maximalproduktion.

Perspektivisch gesehen ist nur der komplette Verzicht auf chemisch-synthetischen Pflanzenschutz in der Lage, das Problem der schwindenden Artenvielfalt in unserer Kulturlandschaft zu lösen. Die auf Kosten der Biodiversität erzielten heutigen Höchsterträge im Ackerbau werden sich in Deutschland unter „ökologisierten“ Bedingungen nicht weiter realisieren lassen. In dieser Studie wird durch die „Ökologisierung“ mit einem unschätzbaren Gewinn für die Artenvielfalt gerechnet, aber auch angenommen, dass dadurch um bis zu 40 Prozent niedrigere Erträge zu erwarten sind. Technische und züchterische Weiterentwicklungen werden ebenso berücksichtigt, und sie können bis 2050 die Mindererträge zum Teil abfedern.

### Wie kann die „Ökologisierung“ gelingen?

Eine Umstellung auf 100 Prozent „ökologisierte“ Landwirtschaft bis 2050 ist möglich, den erforderlichen politischen Willen vorausgesetzt. Von entscheidender Bedeutung ist aber auch, inwieweit eine derartige veränderte Landwirtschaft in der Lage ist, ausreichend Nahrungsmittel für die Bevölkerung in 2050 bereitzustellen. Diese Frage beantwortet das „Kursbuch Agrarwende 2050“. Besonders wichtig ist dabei der künftige Umfang der Produktion an Fleisch und Milch, da die Nutztierhaltung viele Ackerflächen und andere Ressourcen beansprucht. Will man auf den Import von Futtermitteln verzichten, insbesondere auf Eiweißfuttermittel aus Übersee, kann die heute praktizierte, zunehmend exportorientierte Tierproduktion so nicht weiter betrieben werden. Das gilt gleichermaßen für die angestrebte artgerechte Nutztierhaltung, die in den aktuell praktizierten Dimensionen nicht denkbar ist. Generell ist zudem eine Abkehr von der heutigen Verschwendung von Lebensmitteln unumgänglich. Ein bis 2050 um 50 Prozent reduzierter „Abfallfaktor“ (Lebensmittelverluste von nur noch 17 statt der heutigen 34 Prozent) wurde in der Studie daher vorausgesetzt.

## Schlüsselemente der Agrarwende: Ernährung und Tierproduktion

Zentraler Bestandteil der Studie ist - neben der Berechnung der „ökologisiert“ realisierbaren Produktionsmengen - die Kalkulation des Lebensmittelbedarfs der deutschen Bevölkerung. Sie zeigt eindeutig: wesentlicher Faktor ist die Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel, insbesondere Fleisch. Um Deutschland komplett mit Lebensmitteln aus ökologischer und „ökologisierter“ Erzeugung versorgen zu können, muss im Durchschnitt etwa 50 Prozent weniger Fleisch verzehrt werden. Ein völliger Verzicht ist also nicht notwendig. Für die „große Ernährungswende“ wurde für einen Teil der Bevölkerung sogar ein Fleischkonsum auf heutigem, hohem Niveau angenommen. Mit einer „Ernährung as usual“, wie sie heute mit einem durchschnittlichen Fleischverzehr von etwa 60 Kilogramm praktiziert wird, werden wir das Ziel aber sicher verfehlen. Dem sinkenden Verzehr muss auch die Produktion folgen: Tierhaltung darf nicht mehr exportorientiert erfolgen. Nur mit Produktionsmengen, die den heimischen Bedarf decken, kann die Wende funktionieren.

## 100 Prozent „ökologisierte“ Standards in Erzeugung und Ernährung – es kann gelingen

Das Ergebnis der Studie vermag (positiv) zu überraschen: Deutschland kann komplett auf eine Landwirtschaft setzen, die ökologischen Prinzipien folgt. Und dies obwohl 2050 weniger Flächen beackert werden können als heute, vor allem da aus Gründen des Klima- und Artenschutzes Standorte aus der Nutzung genommen werden müssen. Gelingt die Ernährungswende, reichen die Flächen dennoch aus, um den Grundbedarf der deutschen Bevölkerung an Lebensmitteln zu decken. Auch die Hälfte des Bedarfs an Obst und Gemüse, ein Wert der weit über dem heutigen liegt, kann in Deutschland „ökologisiert“ erzeugt werden. In den Berechnungen übrig bleibende Restflächen können zudem dazu dienen, unseren verbleibenden Importbedarf durch Produktion von Exportware auszugleichen. Verwendet werden können die Flächen auch, um mehr heimische Eiweißfuttermittel und Ölsaaten anzubauen.

Entscheidend gefordert beim Umbau unserer Landwirtschaft ist die Politik. Ohne konsequente Lenkungsmaßnahmen, die heute noch eine destruktive industrielle Massenproduktion mit den bekannten ökologischen Negativeffekten begünstigen, sind kaum Veränderungen zu erwarten. Bei der Stromerzeugung befindet sich Deutschland mitten in der Energiewende, die noch vor zehn Jahren nahezu unmöglich schien. Die Agrarwende ist ebenso wichtig – und bis 2050 absolut machbar.

**Dr. Dirk Zimmermann**  
**Greenpeace e.V.**  
**Hamburg, Januar 2017**

# Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Zielsetzung und Methodik	11
2.1	Zielsetzung der Studie	11
2.2	Methodik	12
3	Umwelt: Status quo und Problemlage	14
3.1	Boden	15
3.2	Klima	16
3.3	Biologische Vielfalt	18
3.4	Wasser	19
3.5	Tierwohl	21
4	Zukünftige Rahmenbedingungen	22
4.1	Bevölkerung	22
4.2	Gesellschaft, Wertewandel und Konsum in Deutschland	23
4.3	Flächennutzung	24
4.4	Klimawandel	25
4.5	Sozioökonomie	26
4.6	Agrarhandel	28
4.7	Technischer Fortschritt	29
5	Landwirtschaft in 2050	30
5.1	Die Business-As-Usual (BAU)-Landwirtschaft	30
5.2	Das Greenpeace-Zukunftsmodell 2050	32
5.2.1	Die Greenpeace-Ziele	34
6	Ernährung, Erträge und Flächenbedarf einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft	37
6.1	Datengrundlage und Annahmen	39
6.1.1	Bevölkerung und Ernährung	39
6.1.2	Landwirtschaftliche Produktion	41
6.1.3	Greenpeace-Grundsätze einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft	44
6.2	Ernährungsmodelle und Flächenbedarf	48
6.2.1	Modellierung am Beispiel „große Ernährungswende“	48
6.2.2	Ergebnisse für alle Modelle	57
7	Weitere Effekte	60
7.1	Auswirkungen auf den Flächenbedarf	60
7.2	Bedarf an Futtermitteln	62

7.3	Fruchtfolgen	63
7.4	THG-Emissionen aus der Landwirtschaft	64
7.5	Einfluss einzelner Faktoren auf die Modellrechnung	66
7.6	Produktion von pflanzlichen Ölen	67
8	Der Weg zum Greenpeace-Zukunftsmodell – die Roadmap	69
8.1	Ziel: Klima	70
8.1.1	Indikatoren und Zielwerte	70
8.1.2	Politikansätze und Handlungsfelder	70
8.1.3	Maßnahmen und Instrumente	70
8.2	Ziel: Biologische Vielfalt	75
8.2.1	Indikatoren und Zielwerte	75
8.2.2	Politikansätze und Handlungsfelder	75
8.2.3	Maßnahmen und Instrumente	76
8.3	Ziel: Regionale Nährstoffkreisläufe	80
8.3.1	Indikatoren und Zielwerte	80
8.3.2	Politikansätze und Handlungsfelder	80
8.3.3	Maßnahmen und Instrumente	81
8.4	Ziel: Schadstoffeinträge	84
8.4.1	Indikatoren und Zielwerte	84
8.4.2	Politikansätze und Handlungsfelder	84
8.4.3	Maßnahmen und Instrumente	84
8.5	Ziel: Tierwohl	88
8.5.1	Indikatoren und Zielwerte	88
8.5.2	Politikansätze und Handlungsfelder	88
8.5.3	Maßnahmen und Instrumente	89
8.6	Ziel: Reduzierung des Flächenbedarfs	90
8.7	Synergien zwischen Zielen und Maßnahmen	91
9	Fazit	93
10	Literatur- und Quellenverzeichnis	95

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Angenommene Verteilung der Bevölkerung nach Ernährungstypen 2050	40
Tabelle 2: Empfohlener und tatsächlicher Verzehr pro Kopf in kg (Stk.) in 2013/14	40

Tabelle 3: Verzehr pro Kopf nach Ernährungstyp in g pro Tag (2013/14)	40
Tabelle 4: Fleischverbrauch und -verzehr pro Kopf und Tierart in kg/Jahr (2013/14)	41
Tabelle 5: Ertragssteigerungen im konventionellen und ökologischen Landbau nach Kulturpflanzen; Wachstumsfaktor nach Thünen-Institut (2013)	43
Tabelle 6: Hochrechnung des Verzehrs von 76 Millionen Einwohnern in Deutschland bei großer Ernährungswende (EW)	50
Tabelle 7: Verzehr und Verbrauch nach Tierarten in 2013 und bei großer Ernährungswende 2050	51
Tabelle 8: Umrechnung der Verbrauchsmenge Fleisch in Anzahl Tiere	51
Tabelle 9: Umrechnung des Milchbedarfs in Anzahl Kühe	52
Tabelle 10: Ausgewählter Tierbestand im Jahr 2013 und 2050 bei einer großen Ernährungswende	52
Tabelle 11: Übersicht Erträge 2014 und 2050 für Ökolandbau und konventioneller Landwirtschaft, bzw. ökologisierte konventioneller Landwirtschaft	54
Tabelle 12: Flächenberechnung zur Deckung des Bedarfs an Futtermitteln und Lebensmitteln in 2050	56
Tabelle 13: Übersicht Verzehrsmengen in den verschiedenen Modellen	57
Tabelle 14: Verzehr an tierischen Erzeugnissen und entsprechenden Tierzahlen für alle Modelle	58
Tabelle 15: Flächenbedarf der unterschiedlichen Modelle bei Inlandserzeugung (ohne Import)	59
Tabelle 16: Umsetzung des Greenpeace – Zukunftsmodells bei unterschiedlichem Ernährungsverhalten	60
Tabelle 17: Inlands-Flächenbedarf der unterschiedlichen Modelle (ohne Importanteile von Obst/Gemüse und Futtermitteln)	61
Tabelle 18: Flächenbedarf für ausgewählte tierische Erzeugnisse (inkl. Importfläche)	61
Tabelle 19: Vergleich des generellen Flächenbedarfs für ausgewählte tierische Erzeugnisse nach Ernährungswende (s. Tab. 18)	62
Tabelle 20: Veränderung des Futtereinsatzes von Sojaschrot	62
Tabelle 21: Flächenüberschuss/Flächenbedarf bei gleich bleibender Fruchtfolge	63
Tabelle 22: THG-Emissionen aus der Tierhaltung 2010 und 2050 (große Ernährungswende) im Vergleich	64
Tabelle 23: Minderungspotenzial einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft in 2050	66
Tabelle 24: unterschiedlicher Flächenbedarf bei verschiedenen Ertragseinbußen beim Verbot von PSM	66
Tabelle 25: Effekte unterschiedlicher Abfallquoten auf die Produktionsmenge und den Flächenbedarf	67
Tabelle 26: Synergien zwischen Zielen und Maßnahmen	91



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grenzen des Wachstums (Rockström et al, 2009)	14
Abbildung 2: Veränderung der potenziellen Erosionsgefährdung in Deutschland	15
Abbildung 3: Agrarstrukturelle Entwicklung in Deutschland seit 1950	27
Abbildung 4: Berechnungsweg des Flächenbedarfs für die drei Ernährungsmodelle	38
Abbildung 5: Verfügbare landwirtschaftliche Fläche nach Abzug des Flächenverbrauchs durch Siedlungs-, Verkehrsflächen etc. bis 2050, eigene Darstellung	42
Abbildung 6: Zusammensetzung der ökol. Vorrangfläche	45
Abbildung 7: Einflussfaktoren auf die Modellierung des Greenpeace-Zukunftmodells 2050	48
Abbildung 8: Veränderung des Getreideflächenanteils für Futter- und Lebensmittelproduktion	61
Abbildung 9: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziels: Klima	74
Abbildung 10: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Biologische Vielfalt	79
Abbildung 11: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Nährstoffkreisläufe	83
Abbildung 12: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Schadstoffeinträge	87
Abbildung 13: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Tierwohl	90

## An die Leserinnen und Leser !

Mit dieser Studie betreten wir bewusst inhaltliches und methodisches Neuland. Wir beschreiben für Deutschland eine umfassende Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft bis zum Jahr 2050.

Dabei haben wir uns auf wesentliche ökologische Bereiche konzentriert, um die komplexe Realität „handhabbar“ zu machen, und andere Aspekte außen vor gelassen. Welche Annahmen wir treffen, legen wir transparent dar (s. Kapitel 6). Sie beruhen auf einer sorgfältigen Recherche und auf Expertenbefragungen. Trotzdem bleiben aufgrund der komplexen Materie und der weit in die Zukunft reichenden Betrachtungen Unsicherheiten bestehen.

Es sind im Wesentlichen sozioökonomische Aspekte (betrieblich + volkswirtschaftlich), die in dieser Studie nicht modelliert und beschrieben wurden. Hierzu gehören: die Kosteneffekte bzw. Einsparungen eines Systemwandels der Landwirtschaft, die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen auf den Einzelbetrieb, Fruchtfolge-Änderungen durch die Erhöhung des Leguminosen-Anteils zur Produktion heimischer Eiweißfuttermittel oder eine Exportorientierung als wirtschaftliches Betriebsstandbein.

Mit dem Bild einer ökologisierten Landwirtschaft in 2050 beschreiben wir ein neues, zukunftsfähiges Agrarsystem in Deutschland, das natürliche Ressourcen nachhaltig nutzt und einen substanziellen Beitrag zu Umwelt-/Natur- und Klimaschutz leistet. Unsere Modellierungen zeigen, dass die beschriebenen Entwicklungsprozesse möglich sind, wenn konsequent und zielgerichtet gehandelt wird. Hierbei muss die Einführung neuer landwirtschaftlicher Wirtschaftsformen Hand in Hand gehen mit einer Veränderung des Ernährungsverhaltens. Wir wollen mit dieser Studie einen Beitrag zu der Debatte einer überfälligen Agrar- und Ernährungswende leisten und laden Kritiker und Mitstreiter zur Diskussion darüber ein.

Axel Wirz, Nadja Kasperczyk, Frieder Thomas

Januar 2017

# 1 Kurzfassung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine Diskussionsgrundlage für die Entwicklung einer zukunftsfähigen und ökologisierten Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2050 zu erarbeiten. Diese ökologisierte konventionelle Landwirtschaft zeichnet sich aus durch eine weitgehend klimaschonende Bewirtschaftung, eine deutlichen Erhöhung der Biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft, signifikant verringerte Schadstoffeinträge, eine verbesserte Nutztierhaltung und eine gentechnikfreie und schadstofffreie Erzeugung von hochwertigen Lebensmitteln, Futtermitteln und – falls erforderlich und möglich - von Biomasse.

Mit dem Ökolandbau liegt bereits eine gut geeignete Bewirtschaftungsform vor. Es erscheint aber unrealistisch, dass der zertifizierte Ökolandbau bis 2050 die konventionelle Landwirtschaft abgelöst hat. Daher liegt der Schwerpunkt dieser Studie auf der schrittweisen qualitativen Verbesserung der konventionellen Landwirtschaft in den kommenden 35 Jahren bis 2050. Folgende Fragen bilden die Leitlinien dieser Studie:

- › Wie sieht eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft in Deutschland 2050 aus?
- › Ist diese ökologisierte Landwirtschaft in der Lage, die deutsche Bevölkerung in 2050 mit ausreichenden Lebensmitteln zu ernähren?
- › Mit welchen politischen, wirtschaftlichen und weiteren Instrumenten und Maßnahmen gestalten wir die deutsche Landwirtschaft bis 2050 umwelt- und klimafreundlich?

Auf Basis einer umfangreichen Literaturlauswertung und ergänzenden Expertengesprächen wurden in einem ersten Schritt die Situation der Umweltmedien Boden, Klima, Biologische Vielfalt und Wasser, ergänzt um das Thema Tierwohl, in einer Bestandsanalyse erfasst. Diese beinhaltet jeweils den internationalen und nationalen Status quo, den Bezug zur Landwirtschaft sowie politische Zielsetzungen und ihren Stand der Umsetzung.

Für die Modellierung einer Landwirtschaft bis zum Jahr 2050 ist es wichtig, eine Vorstellung davon zu haben, wie sich gleichzeitig relevante Rahmenbedingungen entwickeln könnten. Hierzu haben wir sieben Themen ausgewählt, deren Einfluss für die Entwicklung der Landwirtschaft von besonderer Bedeutung ist: Bevölkerung, Gesellschaft (Werte und Konsum), Flächennutzung, Klima, Sozioökonomie, Agrarhandel und Technischer Fortschritt. Auf Basis vorliegender Studien haben wir Annahmen für diese Rahmenbedingungen getroffen.

Auf Grundlage dieser beschriebenen Rahmenbedingungen wurden zwei Zukunftsmodelle beschrieben: eine Business-As-Usual/B.A.U.-Landwirtschaft und das Greenpeace-Zukunftsmodell 2050 einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft. Die B.A.U.-Landwirtschaft basiert auf der Annahme, dass sich die aktuelle Politikausrichtung in absehbarer Zeit nicht wesentlich verändert und eine konsequente Umsetzung vorhandener Ansätze, z. B. zur Erreichung politischer Ziele im Umweltbereich, nicht stattfindet. Das Greenpeace-Zukunftsmodell beschreibt dagegen eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft, die ihre Umweltziele erfüllt und auf gesellschaftlichen Veränderungen sowie auf konsequenten und Richtung weisenden politischen Entscheidungen beruht. Sechs konkrete Ziele in den Bereichen Klima, Biologische Vielfalt, Nährstoffkreisläufe, Schadstoffeinträge sowie Tierwohl und Flächenbedarf stehen für diese ökologische Ausrichtung der Landwirtschaft.

Die Greenpeace-Ziele orientieren sich an wissenschaftlich fundierten Zielen und politischen Zielsetzungen. Sie beruhen auf bestehenden Indikatoren, deren regelmäßige Erhebung überwiegend sichergestellt ist. Zudem gibt es so genannte Meilensteine, anhand derer der Umsetzungsgrad bis 2030 verfolgt werden kann.

### ›Klima

Die THG-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft sollen um 50 Prozent (Referenzjahr 2010) reduziert werden; dies entspricht 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

Im Quellbereich Landnutzung/Landnutzungsänderung müssen die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Landnutzung um rund 18 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zurückgehen.

### ›Biologische Vielfalt

Die Arten- und Biotopvielfalt in der Agrarlandschaft wird sich bis 2050 deutlich verbessern. Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ erreicht einen Zielwert von 100 Prozent und der Indikator High-Nature-Value/HNV-Farmland erreicht einen Wert von 25 Prozent an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in 2050.

### ›Nährstoffkreisläufe

Die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor werden in regionalen Kreisläufen geführt. Der betriebliche Stickstoffüberschuss liegt bei maximal 30 kg je Hektar. 100 Prozent der Grundwasser-, Oberflächenwasser- und Küstenwasserkörper haben den guten ökologischen/chemischen Zustand entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie erreicht.

### ›Schadstoffeinträge

Umwelt und Lebensmittel werden in 2050 nicht mehr durch chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika), Stickstoffüberschüsse oder Phosphatauswaschungen belastet. Es sind keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel mehr für den Einsatz zugelassen.

### ›Tierwohl

Nutztiere werden artgerecht gehalten. Das Tierwohl ist verbindlicher Standard der Tierhaltung.

### ›Flächenbedarf

Bei einer ausreichenden Versorgung mit unbelasteten Lebensmitteln gelingt es bis 2050, den Flächenbedarf (pro Kopf) zu verringern.

Die Umsetzung der Greenpeace-Ziele hat deutliche Auswirkungen auf die für die Produktion von Lebensmitteln verfügbare Fläche und auf den landwirtschaftlichen Ertrag. Besonders flächenrelevant sind die Bereitstellung von 15 Prozent ökologischer Vorrangfläche auf Acker und der vollständige Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika).

Eine wichtige Fragestellung dieser Studie ist daher, ob eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft, welche die Greenpeace-Ziele in 2050 erfüllt, die Bevölkerung in Deutschland ernähren kann. Und wenn ja, unter welchen Bedingungen? Hierfür ist es notwendig, Flächenbedarf und Flächenverfügbarkeit für die landwirtschaftliche Produktion in 2050 näherungsweise zu ermitteln. Ausgehend von dem aktuellen Ernährungsverhalten der deutschen Bevölkerung werden drei mögliche Entwicklungspfade für 2050 skizziert: eine große Ernährungswende mit einem deutlich reduzierten Fleischverzehr (mind. 50 Prozent), eine kleine Ernährungswende mit reduziertem Fleischverzehr (< 25 Prozent) und ein weitgehend konstantes Ernährungsverhalten „as usual“ mit leicht verringertem Fleischverzehr (< 10 Prozent).

Für die Berechnung des Flächenbedarfs und der Flächenverfügbarkeit wurden Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung (76/80 Millionen Einwohner) und zu den Verzehrsgewohnheiten

(vegan, vegetarisch, flexitarisch und fleischbetont) getroffen. Eine wesentliche Einflussgröße ist die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche in 2050, welche 9,36 Millionen Hektar Ackerland und 5,28 Millionen Hektar Grünland umfasst. Diese Größenordnung ergibt sich aus einem angenommenen Agrarflächenverlust von 970.000 Hektar bis 2050 durch Siedlungsbau, Verkehr etc. und der Umnutzung von 15 Prozent der Ackerflächen, die besonderen ökologischen Zielen und Klimazielen dienen sollen. Weitere Einflussgrößen sind: ein angenommenes Anbauverhältnis von 30 Prozent Öko-Anbau zu 70 Prozent ökologisierte konventioneller Landwirtschaft und ein Stickstoffsaldo von 30 kg pro Hektar bei reduziertem Einsatz mineralischer N-Dünger. Hinzu kommt das Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Xenobiotika), welches zu einem geschätzten Ertragsverlust von 40 Prozent (über alle Kulturarten gemittelt) führt. Im Bereich der tierischen Produktion wurden eine Milchleistung von 7.400 kg pro Kuh, 230 Eier pro Legehennen (Zweinutzungshuhn) und 20 Ferkel pro Jahr und Sau festgelegt. Weitere Annahmen sind die Halbierung des aktuellen Abfallfaktors und ein Selbstversorgungsgrad von 100 Prozent bei den wichtigsten Ernährungsgütern, bzw. 50 Prozent bei Obst und Gemüse, der nicht überschritten wird.

Zur Beurteilung, ob für die Umsetzung des Greenpeace-Zukunftsmodells 2050 einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft ausreichend Acker- und Grünlandfläche zur Verfügung stehen, wurden rund 900.000 Hektar der Ackerfläche abgezogen, um ein Restflächenpotenzial für Ungenauigkeiten der Modellierung oder weitere Produktionsoptionen, z.B. von Biomasse, zur Verfügung zu haben.

Fazit: Bei dem Modell einer großen Ernährungswende können 76 und auch 80 Millionen Einwohner von einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft ernährt werden (einschließlich des Restflächenpotenzials). So werden für die Ernährung von 80 Millionen Einwohnern rund 8,5 Millionen Hektar Ackerland benötigt. Dagegen verbleiben bei einer kleinen Ernährungswende und einer Ernährung „as usual“ nicht ausreichend Restflächen, so dass wir unter diesen Umständen die vollständige Umsetzung einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft ohne zusätzliche Flächeninanspruchnahme im Ausland nicht für möglich halten.

In einem weiteren Schritt werden in einer Roadmap Maßnahmen und Instrumente vorgestellt, wie die Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft schrittweise bis 2050 umgesetzt werden kann. Die Roadmap konzentriert sich hierbei auf die wesentlichen „Stellschrauben“. Dabei trägt ein Großteil der vorgestellten Maßnahmen und Instrumente dazu bei, mehr als nur eines der genannten Greenpeace-Ziele zu erreichen. Die Bereitstellung ausreichender Finanzmittel und die konsequente Anwendung des vorhandenen Ordnungsrechts sind wesentliche Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen und damit für die Zielerreichung.

Wesentliche Ansatzpunkte der Roadmap sind:

- der Abbau der Tierbestände insgesamt und in Intensivregionen (+ Umbau zu tiergerechteren Haltungsverfahren);
- die Reduzierung der N-Einträge durch eine effizientere Düngung;
- die Bereitstellung von Flächen zum Zwecke des Schutzes der Biologischen Vielfalt (ökologische Vorrangflächen) und des Klimaschutzes (Renaturierung von Ackerflächen auf Moorstandorten);
- eine Reduzierung der THG-Emissionen durch gezielte N-Düngung, Schutz von Humus/Kohlenstoff im Boden;
- der vollständige Verzicht auf chemisch-synthetischen Pflanzenschutz (Xenobiotika).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft bei einem Selbstversorgungsgrad von rund 100 Prozent dann die deutsche Bevölkerung in 2050 ernähren kann, wenn sich der Fleischverzehr markant verringert (große Ernährungswende) und gleichzeitig Lebensmittelabfälle um 50 Prozent reduziert werden.

Wie eine große Ernährungswende eingeleitet werden kann und sich Lebensmittelabfälle entlang der gesamten Wertschöpfungskette halbieren lassen, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie nicht näher untersucht.

## 2 Zielsetzung und Methodik

### 2.1 Zielsetzung der Studie

Diese Studie wurde im Auftrag von Greenpeace durchgeführt.

Fokus der Studie ist die Entwicklung einer zukunftsfähigen Landwirtschaft in Deutschland, welche bis 2050 die vollständige landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland mit ökologisch-nachhaltigen Anbaumethoden bewirtschaftet. Die Ziele dieser Umstellung bzw. Ökologisierung sind: eine weitgehend klimaschonende Landbewirtschaftung, eine deutliche Erhöhung der Biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft, signifikant verringerte Emissionen, eine verbesserte Nutztierhaltung und eine gentechnikfreie und schadstofffreie Erzeugung von hochwertigen Lebensmitteln, Futtermitteln und – falls erforderlich und möglich - von Biomasse.

Auf den ersten Blick steht mit dem Ökolandbau bereits eine gut geeignete Bewirtschaftungsform bereit. Es erscheint aber unrealistisch, dass der zertifizierte Ökolandbau bis 2050 die konventionelle Landwirtschaft abgelöst hat. Die Probleme, die mit der jetzigen intensiven, konventionellen Landwirtschaft verbunden, lassen keinen weiteren Aufschub zu. Daher liegt der Schwerpunkt dieser Studie auf der schrittweisen qualitativen Verbesserung der konventionellen Landwirtschaft in den kommenden 35 Jahren bis 2050.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich im Wesentlichen mit drei zentralen Fragen:

- › Wie sieht eine ökologisierte, klimaschonende konventionelle Landwirtschaft in Deutschland 2050 aus?
- › Ist diese ökologisierte konventionelle Landwirtschaft in der Lage, die deutsche Bevölkerung 2050 mit ausreichenden Lebensmitteln zu ernähren?
- › Mit welchen politischen, wirtschaftlichen und anderen Instrumenten und Maßnahmen gestalten wir die deutsche Landwirtschaft bis 2050 umwelt- und klimafreundlich?

Angesichts der internationalen Verflechtung der Agrarwarenströme, eines freien europäischen Binnenmarktes für Agrarprodukte und einer in weiten Teilen von Brüssel bestimmten Agrarpolitik stellt sich die Frage, wie eine flächendeckende Ökologisierung der Landbewirtschaftung in Deutschland erzielt werden kann, und welche Maßnahmen hierfür auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene getroffen werden müssen.

Eine ökologisch positive Entwicklung in Deutschland soll nicht auf Kosten anderer Länder gehen, indem die hiesige Ökologisierung und damit eventuell einhergehende Mindererträge zu höheren Nettoimporten und steigender Flächeninanspruchnahme jenseits der deutschen Grenzen führen (Leakage-Effekte). Vielmehr soll die Belegung der Agrarfläche im Ausland für die Versorgung der deutschen Bevölkerung zurückgehen, damit der Bevölkerung vor Ort mehr Flächen für die eigene Lebensmittelerzeugung zur Verfügung stehen. Es bedarf daher komplexer Maßnahmen und Überlegungen, welche nicht nur auf der Produktionsseite ansetzen, sondern auch die Konsumseite berücksichtigen.

Der Schwerpunkt der hier vorliegenden Arbeit soll dafür konkrete Handreichungen liefern. Sie setzt bei der heimischen Produktion an und soll zeigen, mit welchen konkreten, wie auch strategischen Maßnahmen, ein Umbau der konventionellen Landwirtschaft hin zu mehr Artenvielfalt, Klimaschutz, sauberen Gewässern und einer besseren Nutztierhaltung gelingen kann.

## 2.2 Methodik

### Umwelt-Faktenblätter (Factsheets)

Die Studie basiert auf einer umfangreichen Literaturlauswertung und ergänzenden Expertengesprächen. In einem ersten Schritt wird die Situation verschiedener Umweltmedien (Boden, Klima, Biologische Vielfalt und Wasser) in einer Bestandsanalyse erfasst. Diese beinhaltet jeweils den internationalen und nationalen ökologischen Status quo, den Bezug zur Landwirtschaft sowie politische Zielsetzungen und ihren Stand der Umsetzung. Die aufgeführten Umweltthemen werden um das Thema Tierwohl ergänzt. Die Bestandsanalyse wird in so genannten Faktenblättern zusammengefasst und findet sich als Kurzform in **Kapitel 3** bzw. als Langfassung im Materialband wieder.

### Zukünftige Rahmenbedingungen

Der Zeithorizont 2050 wird gewählt, weil ein grundlegender ökologischer Wandel der Landwirtschaft nur schrittweise funktionieren kann und einen ausreichenden Zeitraum benötigt. Gleichzeitig ist die Entwicklung der für die Landwirtschaft relevanten Rahmenbedingungen bis 2050 mit vielen Unsicherheiten behaftet. Als relevante Rahmenbedingungen werden betrachtet: Bevölkerungsentwicklung und -struktur, Gesellschaft (Werte und Konsum), Flächennutzung, Klimawandel, Sozioökonomie, Agrarhandel und technischer Fortschritt. **Kapitel 4** umfasst die Kurzfassung der Rahmenbedingungen und ihrer prognostizierten Entwicklungen; die Langfassung ist Teil des Materialbands.

### Die BAU-Landwirtschaft und das Greenpeace-Zukunftsmodell

Auf der Grundlage der beschriebenen Rahmenbedingungen leiten wir eine Business-As-Usual (B.A.U)-Landwirtschaft in 2050 her. Sie basiert auf der Annahme, dass sich die aktuelle Politikausrichtung in absehbarer Zeit nicht wesentlich verändert und eine konsequente Umsetzung vorhandener Ansätze, z. B. zur Erreichung politischer Ziele im Umweltbereich, nicht stattfindet. Demgegenüber steht das Greenpeace-Zukunftsmodell 2050 einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft, die ihre Umweltziele erfüllt und auf gesellschaftlichen Veränderungen sowie auf konsequenten und Richtung weisenden, politischen Entscheidungen basiert.

Als Maßstab für die notwendige Ökologisierung stehen sechs konkrete Ziele in den Bereichen Klima, Biologische Vielfalt, Nährstoffkreisläufe, Schadstoffeinträge sowie Tierwohl und Flächenbedarf (s. **Kapitel 5.2.1**). Eine umweltfreundliche Landwirtschaft in 2050 soll diese Ziele soweit wie möglich gleichberechtigt erfüllen.

### Flächenbedarf einer ökologisierten Landwirtschaft in 2050

Die Umsetzung der ökologischen Ziele ist von erheblicher Flächenrelevanz, weil sie u. a. vorsieht, die landwirtschaftliche Nutzung auf einem Teil der Flächen aus Gründen des Klimaschutzes und des Naturschutzes zu extensivieren oder ganz zurückzunehmen. Hinzu kommen voraussichtliche Ertragsminderungen durch produktionstechnische Auflagen. Daher ist es eine wichtige Fragestellung dieser Studie, ob bzw. unter welchen Bedingungen eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft die Bevölkerung in Deutschland ausreichend mit den wichtigsten Nahrungsmitteln versorgen kann, ohne auf weitere zusätzliche Agrarflächen aus dem Ausland zurückgreifen zu müssen. Hierfür werden drei mögliche Entwicklungen modelliert; zwei basieren auf einer Ernährungswende in einem großen und kleinen Umfang, ein Modell basiert auf dem aktuellen Ernährungsverhalten (Ernährung as usual). Unter der



Verwendung zahlreicher statistischer Daten und ihrer Extrapolation sowie weiterer literatur- und expertengestützter Annahmen wird der jeweilige Flächenbedarf für die drei Modelle kalkuliert. Die ausführliche Beschreibung der Datengrundlage und die Vorgehensweise bei der Kalkulation werden in **Kapitel 6** dargestellt.

### **Wege zu einer ökologisierten Landwirtschaft in 2050 – die Roadmap**

Kann eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft bei gleichzeitiger Ernährungswende die Bevölkerung in Deutschland ausreichend ernähren, rückt die Umsetzung in den Fokus. Konkrete Instrumente für die Erreichung der Greenpeace-Ziele in 2050 werden benannt. Als zentrales Ergebnis dieser Studie folgt die Ableitung einer Roadmap. Sie bildet die Basis für konkrete Empfehlungen und Forderungen an die Politik (**Kapitel 8**). Die Roadmap beschreibt die zeitliche Abfolge, wie die Instrumente einzusetzen sind, nennt mögliche Synergien und notwendige Kombinationen von verschiedenen Instrumenten, die für eine effektive Politik erforderlich sind.

### 3 Umwelt: Status quo und Problemlage

Das folgende Kapitel stellt die ökologische Ausgangssituation und Problemlage anhand der Umweltmedien Boden, Klima, Biologische Vielfalt und Wasser dar. Zwischen den einzelnen Umweltmedien bestehen zahlreiche Wechselwirkungen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Landwirtschaft als wesentlicher Einflussfaktor auf die betrachteten Umweltmedien. Unterkapitel 3.5 widmet sich darüber hinaus dem Tierwohl, das in der aktuellen Ernährungsdiskussion eine Schlüsselstellung einnimmt und diese auch längerfristig beibehalten wird. Die ausführliche Darstellung der ökologischen Bestandsanalyse findet sich in den Faktenblättern im Materialband.

Rockström et al. (2009) haben in einem neuartigen Ansatz so genannte planetarische Grenzen für neun globale Umweltrisiken definiert. Die These ist: eine globale nachhaltige Entwicklung ist nur möglich, wenn sich die Menschheit innerhalb dieser Grenzen bewegt. Schon das Überschreiten einzelner planetarischer Grenzen kann schädliche/katastrophale Folgen haben, weil dadurch non-lineare, abrupte Umweltänderungen ausgelöst werden können. Von den neun festgelegten planetarischen Grenzen wurden sieben nach dem Stand der Wissenschaft quantifiziert. Wie die nachfolgende Grafik zeigt, haben Rockström et al. (2009) berechnet, dass die planetarischen Grenzen für den Verlust der Biologischen Vielfalt, den Klimawandel und den Stickstoff-Kreislauf bereits überschritten, im Fall der Biodiversität sogar dramatisch überschritten werden.

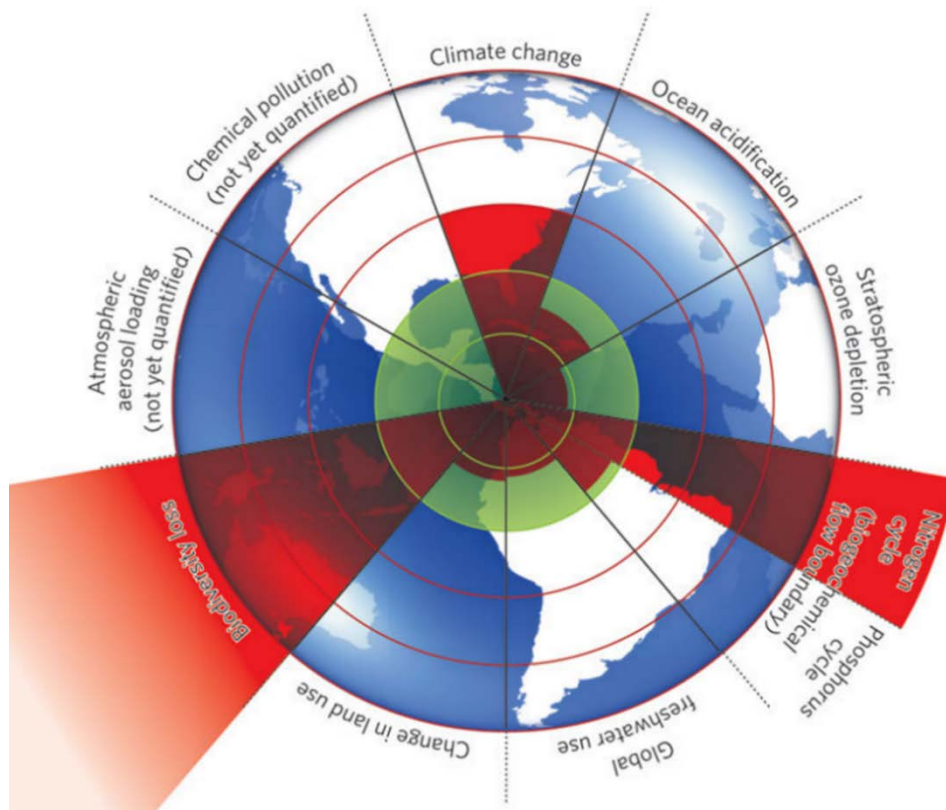


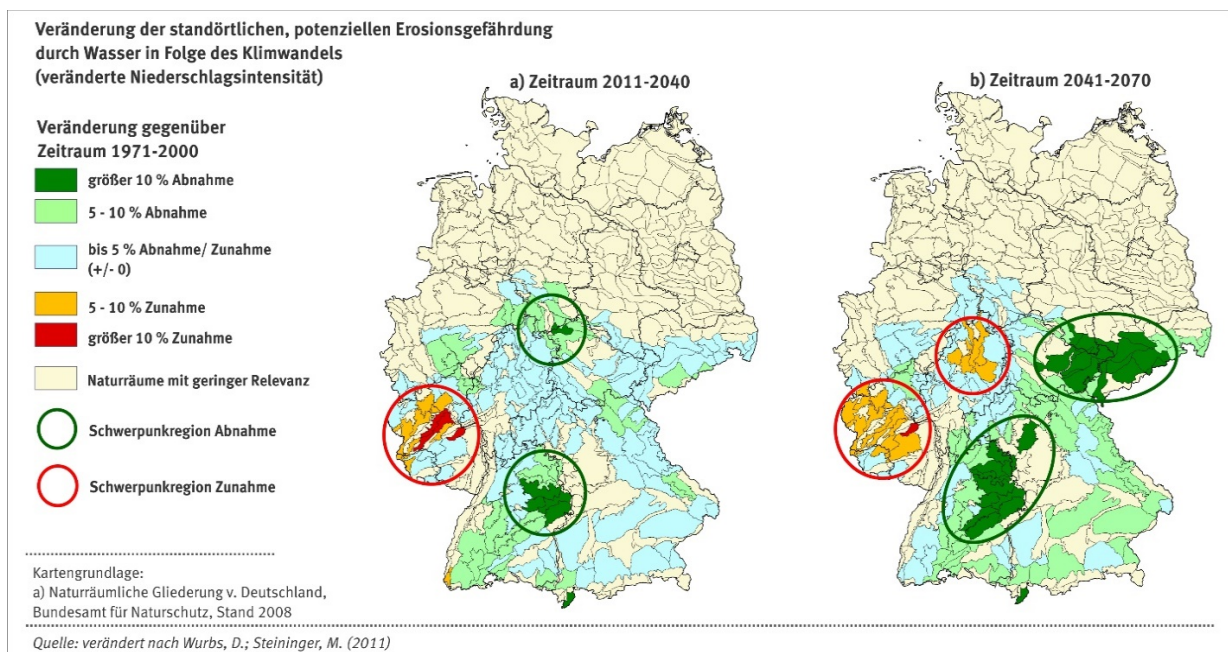
Abbildung 1: Grenzen des Wachstums (Rockström et al, 2009)

### 3.1 Boden

Rund ein Drittel der Landoberfläche der Erde wird landwirtschaftlich genutzt. Von den globalen Nutzflächen sind zwischen 15 Prozent (KBU, 2014a, b) und 23 Prozent (IAASTD, 2009a, b) bereits degradiert, und praktisch alle Länder sind davon betroffen.

Zu den Gefährdungsursachen für landwirtschaftliche Böden zählen Erosion (durch Wasser und Wind), Humusverlust, Versalzung und Versauerung, Verdichtung, Nährstoffverluste sowie Schadstoffeinträge (Rat für Nachhaltige Entwicklung, 2014). Die meisten dieser Gefährdungen schränken die Ertragsfähigkeit der Böden ein oder beeinträchtigen die Nutzung der Erträge.

In Deutschland gehören zu den zentralen Risiken für Böden die Bodenerosion durch Wind und Wasser, der Humusverlust, die Verdichtung durch Landmaschinen, der Verlust des Bodenlebens, Schadstoffeinträge sowie die Versiegelung (Marahrens und Glante, 2013). Allein 14 Prozent der Ackerflächen in Deutschland sind stark erosionsgefährdet, auf weiteren 36 Prozent ist die Bodenfruchtbarkeit langfristig bedroht (Umweltbundesamt, 2011).



**Abbildung 2: Veränderung der potenziellen Erosionsgefährdung in Deutschland**

Durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung haben Böden zum Teil deutliche Verluste an organischer Substanz (Humusgehalt) erlitten (Lal, 2004). Dieser Humusabbau gefährdet mittel- und langfristig die Bodenfruchtbarkeit und trägt durch erhöhte CO<sub>2</sub>-Emissionen zum Klimawandel bei (Schader et al., 2013). Das Umweltbundesamt (2011) geht davon aus, dass auf 50 Prozent der bundesdeutschen Ackerfläche eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit durch Bodenverdichtung vorliegt.

Der Schutz der Ressource Boden wird durch das Bundes-Bodenschutzgesetz geregelt. Es zielt darauf, die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen. Hinsichtlich des Zustands landwirtschaftlicher Böden wurden jedoch keine genauen Grenz- und Zielwerte formuliert, nur für stoffliche Einträge aus Klärschlamm und Kompost (Gay et al., 2004). Zur Bekämpfung von anderen Gefahren als der Schadstoffabwehr ist das Gesetz ein stumpfes Schwert.

Auch bei den sogenannten Cross Compliance-Vorgaben, die eingehalten werden müssen, um die Förderung aus dem europäischen Fond für Direktzahlungen zu erhalten, spielt der Bodenschutz nur eine geringe Rolle: Die Verpflichtung zur Erstellung einer Humusbilanz besteht seit 2015 nicht mehr. Die einzige Vorgabe, die in Deutschland zum Erhalt des Anteils der organischen Substanz noch gilt, ist das Verbot des Abbrennens von Stoppelfeldern. Für die Bewirtschaftung von wasser- und erosionsgefährdeten Flächen, die bundesweit in einem Erosionskataster erfasst worden sind, bestehen differenzierte Vorgaben. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass im Rahmen von Cross-Compliance allenfalls Mindeststandards gesetzt werden, die hinter den allgemeinen Anforderungen des Bundesbodenschutzgesetzes zurückfallen (UBA, 2016).

Zusätzlich zur konkreten Beeinträchtigung der Bodenqualität durch unterschiedliche landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen, sind auch Nutzungsänderungen von Bedeutung. International führt vor allem der steigende Flächenbedarf für die landwirtschaftliche Produktion zur Umwandlung von natürlichen oder naturnahen Flächen in Acker- und Grünland und zur Abholzung von Primärwäldern.

In Deutschland steht hingegen die Versiegelung von landwirtschaftlichen Flächen durch Umnutzung zu Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen im Vordergrund. Obwohl die Bundesregierung das Ziel gesetzt hat, den Flächenverbrauch bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren (BMUB, 2014e), lag der Verbrauch in 2014 bei rund 73 Hektar und wird Projektionen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung zufolge bis 2030 nur auf rund 45 Hektar pro Tag zurückgehen (BBSR, 2012, 2014).

## 3.2 Klima

Klimaszenarien gehen davon aus, dass sich die Erdoberfläche bis zum Ende des 21. Jahrhunderts um mehr als 1,5 Grad erwärmen wird (IPCC, 2013). Der Klimawandel wird wahrscheinlich in allen Regionen erhebliche Auswirkungen auf die Nahrungsmittelproduktion und forstliche Erzeugung sowie die Ernährungssicherheit haben. Er birgt ein erhebliches Konfliktpotenzial im Hinblick auf künftige Auseinandersetzungen um bewohnbares und landwirtschaftlich nutzbares Land sowie um natürliche Ressourcen wie Süßwasser.

Der Weltklimarat IPCC schreibt rund 31 Prozent der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen, gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) direkt der Landwirtschaft und mit ihr in Verbindung stehender veränderter Landnutzung zu. Addiert man die THG-Emissionen aus Verarbeitung, Transport und Entsorgung von Lebensmitteln hinzu, hängen über 40 Prozent aller THG-Emissionen weltweit davon ab, wie sich die Menschheit ernährt und Landwirtschaft betreibt (Zukunftsstiftung Landwirtschaft, 2013).

Bei der landwirtschaftlichen Nutzung sind folgende Emissionsquellen besonders klimarelevant: Landnutzungsänderungen wie die Rodung von Wäldern und die Umwandlung von Grünland in Ackerland, der Ausstoß von Lachgas insbesondere bei der Düngung sowie der Methanausstoß von Wiederkäuern und durch den Nassreisanbau (Zukunftsstiftung Landwirtschaft, 2013). Rund 18 Prozent der weltweiten THG-Emissionen sind direkt der Tierhaltung zuzuordnen (ohne Futterbau) (IAASTD, 2009a, b). Der Großteil der weltweiten Landnutzungsänderungen geht auf das Konto der Landwirtschaft und verursacht ca. 12 Prozent des THG-Ausstoßes (Noleppa, 2012; Sonesson et al., 2010).

Nach Angaben des Umweltministeriums war die Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2012 für die Emission von 68,9 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten verantwortlich. Das sind rund

8 Prozent der gesamten THG-Emissionen dieses Jahres (BMUB, 2014b). Osterburg et al. (2013) kommen aufgrund der vom IPCC definierten Quellgruppen 4 (Landwirtschaft) und 5 (Landnutzung, LULUCF) für das Jahr 2010 auf der Landwirtschaft zuzurechnende THG-Emissionen in Höhe von ca. 105 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Das entspricht 11 Prozent der gesamten THG-Emissionen in Deutschland.

In Deutschland entstehen rund 76 Prozent der von der Landwirtschaft verursachten Treibhausgase durch die Folgen unsachgemäßer Bodennutzung wie Humusverlust, Bodenabtrag, zu hoher Stickstoffdüngereinsatz und Bodenbehandlungen mit zu viel Kalk. Knapp 20 Prozent der klimarelevanten Gase stammen direkt aus der Tierhaltung. Die Gase entstehen durch die Verdauungsprozesse von Wiederkäuern und bei der Lagerung und Ausbringung von organischen Düngern (Gülle, Stallmist, Jauche).

Neben diesen direkten Freisetzungen sind auch die Emissionen aus der Produktion von Futtermitteln der Tierhaltung zuzuordnen. In Deutschland werden auf mehr als 60 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche Futterpflanzen angebaut (Deutscher Bundestag, 2007). Unter Berücksichtigung der deutschen Futtermittelherstellung, sind rund 70 Prozent der direkten Emissionen der landwirtschaftlichen Betriebe der Tierproduktion zuzurechnen (Osterburg et al., 2009). Die Klimarelevanz tierischer Erzeugnisse steigt weiter, wenn man den Anbau von Importfuttermitteln, die oft damit einhergehenden Landnutzungsänderungen sowie den Transport hinzurechnet.

In ihrer heute betriebenen Form ist die Landwirtschaft von fossiler Energie abhängig. Der direkte Energieverbrauch macht allerdings nur 5,1 Prozent des gesamten THG-Ausstoßes der deutschen Landwirtschaft aus (Bioland, 2009). Im vorgelagerten Bereich ist die Herstellung von mineralischen Düngemitteln, vor allem Stickstoffdünger, besonders energieaufwendig. Der Energiebedarf der deutschen Agrarwirtschaft sank in den letzten Jahren um durchschnittlich 0,5 Prozent pro Jahr (Klepper, 2011). Im Rahmen der deutschen Energiepolitik spielt die Landwirtschaft kaum eine Rolle, da auf sie nur 1,3 Prozent des gesamten Energieverbrauchs entfallen.

Unabhängig von den Emissionen aus dem konkreten Produktionsprozess entstehen Treibhausgase durch Änderungen der Landnutzung, bei denen Kohlenstoffspeicher abgebaut werden. Für Deutschland sind die organischen Moorböden von besonderer Bedeutung. Die landwirtschaftliche Nutzung der Moorböden als Acker- und Grünland verursachte im Jahr 2010 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 36,3 Millionen Tonnen. Der nationale Emissionsbericht geht außerdem davon aus, dass bei der Zersetzung landwirtschaftlich genutzter Moorböden zusätzlich N<sub>2</sub>O-Emissionen in Höhe von 4,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten entstehen (Osterburg et al., 2013).

Die Auswertungen der Nationalen Emissionsberichterstattung von 2008 (Osterburg et al., 2013) ergaben, dass fast alle landwirtschaftlichen Emissionen aus Böden, Wirtschaftsdünger oder Fermentation Anfang der 1990er Jahre erheblich gesunken sind. Seitdem ist eine Minderung nur noch sehr begrenzt oder gar nicht erfolgt. Da andere Branchen mit ihren Minderungsstrategien erfolgreicher sind, steigt der relative Beitrag der Landwirtschaft an den nationalen THG-Emissionen.

Der Weltklimarat IPCC hat in seinem Sachstandsbericht von 2013 ausdrücklich unterstrichen, dass bis Mitte des Jahrhunderts die gesamte globale Energieversorgung weitgehend klimaneutral sein muss, um die Erderwärmung auf 2 Grad gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Für alle (auch nicht energiebedingte) Treibhausgase bedeutet das 2-Grad-Ziel eine Reduktion der Emissionen um mindestens 70 Prozent bis 2050 bezogen auf den Wert von 1990 (Meinshausen et al., 2009). Das Ziel der EU ist es, bis 2030 die Treibhausgasemissionen um

40 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zu verringern (BMUB, 2014b). Für die Landwirtschaft gibt es bis jetzt noch keine konkreten Minderungsvorgaben (Flessa, 2012). Es ist jedoch klar, dass auch die deutsche Landwirtschaft sich erheblich an der Reduzierung der Treibhausgase beteiligen muss, wenn die Ende 2015 in Paris vereinbarten Klimaziele erreicht werden sollen.

Für Deutschland hat das Umweltministerium eine Studie vorgestellt, welche die Machbarkeit einer Treibhausgasreduzierung in Höhe von 95 Prozent bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 aufzeigt. Dabei sind die Potenziale der Landwirtschaft unterdurchschnittlich. Dies liegt an der engen Einbindung in natürliche Prozesse, so dass THG-Emissionen nicht vollständig zu vermeiden sind. Bei den Emissionen der Quellgruppe Landwirtschaft (d.h. im direkten Produktionsprozess) soll ein Zielwert von jährlich 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erreicht werden. Dieser Wert entspricht einer Reduktion um knapp 50 Prozent gegenüber dem Jahr 2010 (Umweltbundesamt, 2013c). Zusätzlich soll eine erhebliche Reduktion durch die Extensivierung bzw. die Nutzungsaufgabe von Moorböden bewirkt werden (Osterburg et al., 2013).

### 3.3 Biologische Vielfalt

Neben dem Klimawandel ist der Verlust der biologischen Vielfalt und die Beeinträchtigung der Ökosysteme und ihrer Leistungen eine der großen globalen Umweltherausforderungen (OECD, 2012; SCBD, 2010a, b; TEEB, 2010; OECD, 2011; EU-KOM, 2011b). Bisher sind Umstellungen in der Landnutzung und Landbewirtschaftung (z.B. Umwidmung natürlicher Ökosysteme in Nutzflächen zur Erzeugung von Nahrungsmitteln, Energiepflanzen und Nutztieren) die Hauptursachen für den weltweiten Verlust der terrestrischen Artenvielfalt. Nach dem Global Biodiversity Outlook (BMUB, 2014c; SCBD, 2014) wird sich die Lage der biologischen Vielfalt bis mindestens 2020 weiter verschlechtern. Die mit der Landwirtschaft zusammenhängenden Ursachen werden für 70 Prozent des prognostizierten Rückgangs der terrestrischen Biodiversität verantwortlich sein. Biodiversität in der Agrarlandschaft ist kein Selbstzweck, sondern im Sinne des Vorsorgeprinzips die Grundlage für viele wichtige Ökosystemleistungen, von denen insbesondere auch die Ertragssicherheit in der Landwirtschaft abhängt. So ist der drastische Rückgang an Insekten und Bestäubern als Folge von Intensivierungen in der Agrarnutzung für die Landwirtschaft von enormer wirtschaftlicher Bedeutung und eine große Gefahr.

In Deutschland stellt die landwirtschaftliche Nutzung mit einem Flächenanteil von 52,3 Prozent die wichtigste Bodennutzung dar. Durch Intensivierung und Nutzungsaufgabe von Grenzertragsstandorten verschwanden vor allem extensiv genutzte Agrarökosysteme und mit ihnen die an sie angepassten genutzten und wildlebenden Tier- und Pflanzenarten. In der deutschen Agrarlandschaft haben sich bspw. die Bestände repräsentativer Vogelarten über die letzten 30 Jahre halbiert und dieser Trend setzt sich fort. Wesentliche Gründe für den Rückgang der Biodiversität in der Agrarlandschaft sind der quantitative und qualitative Verlust von Dauergrünland sowie die Abnahme von extensiven Äckern, Hecken, Säumen und Brachflächen (BfN, 2014a; BfN, 2014b; Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen, 2013). Weitere Faktoren sind das Überangebot an Stickstoff in naturnahen terrestrischen Ökosystemen und der hohe Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (UBA, 2011a, b).

Gerade Pflanzenschutzmittel sind durch ihr hohes Schädigungspotenzial und ihre großflächige Ausbringung eine wesentliche Ursache für die anhaltende Gefährdung der Biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft (UBA, 2010). Neben den direkten toxischen Effekten wirken sie auch

indirekt auf Agrarökosysteme und die dort lebenden Arten, indem sie Nahrungsverfügbarkeit und Lebensraumqualität verändern (Boatman et al., 2004; Geiger et al., 2010). Für Feldvögel werden große Teile der Nahrungsgrundlage, Insekten und Sämereien der Ackerbegleitflora, stark dezimiert. Zusätzlich wird die Deckung beseitigt, die zur Tarnung der Nester notwendig ist (Hötker & Leuschner, 2014). Ein Beispiel für die toxischen Auswirkungen auch auf Nutzinsekten ist das massive Bienensterben in Baden-Württemberg in 2008. Es wurde verursacht durch den Kontakt der Bienen mit Saatgut-Beizstäuben, die das Pestizid Clothianidin enthielten (Pistorius et al., 2009). Die Schädigung wichtiger Bodenorganismen durch Schadstoffeinträge kann die Bodenfruchtbarkeit landwirtschaftlicher Flächen beeinträchtigen (UBA, 2010).

Über alle Organismengruppen hinweg gilt, dass Gefährdungsursachen aus dem Bereich der Landwirtschaft sowohl hinsichtlich der Nennungshäufigkeiten als auch bezüglich der Anzahl betroffener Arten in Deutschland am bedeutsamsten sind (BfN, 2015a). Darüber hinaus ist die früher in der Landwirtschaft bestehende regionale Vielfalt an Nutzpflanzenarten, -sorten und Nutztierassen stark im Rückgang begriffen. Mit dem Verlust dieser genetischen Vielfalt gehen Optionen für zukünftige Züchtungsarbeit unwiederbringlich verloren und damit Anpassungsmöglichkeiten z. B. an veränderte Umweltbedingungen wie den Klimawandel (BfN, 2015b).

Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS) (BMUB, 2007) enthält konkrete Ziele für den Bereich Landwirtschaft: Bis 2015 sollten die Populationen der meisten wildlebenden Arten, die für Agrarkulturlandschaften typisch sind, gesichert sein und wieder zunehmen. Der Anteil naturschutzfachlich wertvoller Agrarbiotope sollte bis um mindestens 10 Prozent und für Landschaftselemente um mindestens 5 Prozent gegenüber 2005 zunehmen. Bis 2020 soll die Biodiversität in Agrarökosystemen deutlich erhöht sein.

Die Umsetzung der NBS wird anhand verschiedener Indikatoren verfolgt. So basiert der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ auf der Entwicklung der Bestände von 59 Vogelarten, welche die wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen in Deutschland repräsentieren. Der aktuelle Wert des Indikators für Agrarland liegt mit 56 Prozent nicht nur weit vom Zielwert 100 für 2015 entfernt, sondern verschlechtert sich weiter und ist aktuell auf seinen tiefsten Wert gesunken (BMUB, 2014a). Das Gleiche gilt für den Indikator „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (High Nature Value-Farmland)“, der den Anteil relativ extensiv genutzter und artenreicher Landwirtschaftsflächen an der Gesamtwirtschaftsfläche anzeigt. Er fiel deutschlandweit von 13,1 Prozent in 2009 auf 11,8 Prozent in 2013; der Zielwert für 2015 war 19 Prozent. Fazit: Bei gleichbleibender Entwicklung und ohne besondere zusätzliche Anstrengungen konnten und können die für 2015 und 2020 aufgestellten Zielwerte nicht erreicht werden.

## 3.4 Wasser

### Quantität

Die Landwirtschaft ist global der wichtigste Verbraucher des verfügbaren Süßwassers. Rund 40 Prozent aller Lebensmittel werden weltweit auf künstlich bewässerten Flächen angebaut (FAO, 2012a). Bis 2050 soll der Wasserbedarf der Landwirtschaft um weitere 19 Prozent wachsen (UNEP, 2012; IAASTD, 2009a ,b). In der Europäischen Union wird in 2030 ungefähr die Hälfte aller Einzugsgebiete von Wassermangel betroffen sein.

Die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland wird überwiegend durch Niederschläge versorgt. In Deutschland treten Versorgungsgengpässe höchstens regional bei längeren

Trocken- und Hitzeperioden auf. Eine gravierende Verstärkung dieser Extremereignisse durch den Klimawandel kann für die zweite Hälfte des Jahrhunderts nicht ausgeschlossen werden (Bundesregierung, 2012).

### **Qualität**

Grundwasser ist weltweit bedroht durch Verunreinigungen aus Quellen wie der Landwirtschaft, den Städten sowie der Öl- und Gasgewinnung. Die Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser steigen, insbesondere wegen der schnellen Urbanisierung und der inadäquaten Nutzung von landwirtschaftlichen Düngern. Bisher wurden kaum Fortschritte erzielt, Nährstoffeinträge über diffuse Quellen zu reduzieren (UNEP, 2012). Trotz einiger Fortschritte sind in der EU 90 Prozent der Flusseinzugsgebiete, 50 Prozent der Oberflächengewässer und 33 Prozent der Grundwasserspeicher von diffusen Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft betroffen (Agrar-Europa, 2015).

Die Trinkwasserversorgung wird in Deutschland zu rund 70 Prozent aus Grund- und Quellwasser gedeckt. Die Landwirtschaft ist mit Abstand die bedeutendste Quelle für die hohen Nitratkonzentrationen in Oberflächengewässern und oberflächennahem Grundwasser. Diese stammen vorwiegend als Nitrat- und Ammoniumauswaschungen aus dem Boden. Von den Grundwasserkörpern in Deutschland weisen 27 Prozent zu hohe Nitratgehalte auf, teilweise mit einem stagnierenden oder gar zunehmenden Trend (SRU, 2015; UBA, 2014a). Auch Phosphor, erodierte Bodenpartikel sowie Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite gelangen von landwirtschaftlich genutzten Flächen in das Grundwasser und die Oberflächengewässer. Phosphor ist vor allem in Binnengewässern und Stickstoff überwiegend in marinen Systemen für die Eutrophierung verantwortlich (LAWA, 2014).

Die Belastung von Gewässern mit PSM ist auf Eintragspfade wie Abdrift aus landwirtschaftlichen Flächen, Abschwemmung nach Niederschlagsereignissen und Drainagen (diffuse Einträge) zurückzuführen (Bundesregierung, 2013). Eine tendenziell abnehmende Gesamtbelastung des Grundwassers mit PSM ist fast ausschließlich auf den Rückgang von Fundzahlen zu bereits seit Jahrzehnten verbotenen Wirkstoffen wie Atrazin zurückzuführen. Aktuell zugelassene Wirkstoffe werden seit Jahren mit hoher Stetigkeit im Grundwasser gefunden. Derzeit müssen rund 5% aller Grundwasserkörper aufgrund von PSM-Belastungen in einen schlechten chemischen Zustand eingestuft werden (LAWA, 2010; Weynand, 2015). Ähnlich ist die Situation der Oberflächengewässer, insbesondere kleiner Fließgewässer in der Agrarlandschaft, in denen bestimmte Wirkstoffe immer wieder mit Konzentrationen oberhalb der Qualitätsnorm nachgewiesen werden (LAWA, 2010; Weynand, 2015).

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bildet das Fundament des europäischen Gewässerschutzes und verfolgt(e) das Ziel, bis 2015 den guten (ökologischen/chemischen sowie mengenmäßigen) Zustand aller Gewässer sicher zu stellen. Zudem ist es zentrales Ziel der EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), bis 2020 einen guten Zustand der Meeresumwelt zu erreichen und zu erhalten. In Deutschland wurden für 80 Prozent aller Oberflächenwasserkörper und für 32 Prozent aller Grundwasserkörper Fristverlängerungen in Anspruch genommen. Bis 2015 sollten 18 Prozent der Oberflächen- und 64 Prozent der Grundwasserkörper in Deutschland die Ziele der WRRL erreichen (BMUB, 2013b). Von den 28 Übergangs- und Küstenwasserkörpern der Nord- und Ostsee verfehlen alle den guten ökologischen Zustand aufgrund von Eutrophierung (Voß et al., 2010). Damit werden die Vorgaben der WRRL ebenso verfehlt wie die Vorgaben der MSRL (UBA, 2014a). Darüber hinaus hat die EU-KOM gegen Deutschland ein Vertragsverletzungsverfahren eingeleitet, weil Deutschland trotz zunehmender Nitratbelastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer sowie der Eutrophierung der Ostsee keine Sofortmaßnahmen ergriffen



hat, wie es die EU-Nitratrictlinie vorsieht (EU-KOM, 2014). Seit einiger Zeit läuft die Änderung der Düngeverordnung, über welche die EU-Nitratrictlinie in Deutschland umgesetzt wird. Diese Novellierung erfolgt in Abstimmung mit der EU-KOM, um das Vertragsverletzungsverfahren abzuschließen und eine weitere Eskalationsstufe zu vermeiden (mündliche Mitteilung BMUB, Fr. Grimm, am 07.04.2016).

### 3.5 Tierwohl

Die Nutztierhaltung gehört global zu den am schnellsten wachsenden landwirtschaftlichen Sektoren. Treibende Kräfte sind: Bevölkerungswachstum, steigende Einkommen, Urbanisierung und Änderungen im Konsumverhalten, wie vor allem ein verstärkter Fleischverzehr (OECD & FAO, 2013). Prognosen der FAO zufolge wird die Fleischnachfrage global bis 2050 um 52 Prozent steigen, allerdings überwiegend in den Entwicklungs- und Schwellenländern. In den Industrieländern wird die Nachfrage, ausgehend von einem hohen Pro-Kopf-Verbrauch, nur gering zunehmen (WBA, 2015; FAO, 2014).

Die EU gehört zu den weltweit bedeutenden Regionen für die Fleischerzeugung. Deutschland hat sich in den letzten zehn Jahren zum größten Schweinefleischexporteur in der EU entwickelt und spielt inzwischen auch global eine wichtige Rolle.

Für die deutsche Landwirtschaft ist die Nutztierhaltung von herausragender Bedeutung. Über 70 Prozent aller Betriebe haben Nutztiere, mehr als 60 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden für die Erzeugung von Futter genutzt, und fast die Hälfte der landwirtschaftlichen Wertschöpfung wird mit tierischen Erzeugnissen erwirtschaftet. Die Produktion von Schweinefleisch stieg seit 1999 um 26 Prozent und die Geflügelproduktion hat sich fast verdoppelt. Dagegen sank die Rindfleischproduktion um 21 Prozent. Bei fast allen wichtigen Tierprodukten hat Deutschland einen Selbstversorgungsgrad von über 100 Prozent erreicht (Statistisches Bundesamt, 2014a). Der Strukturwandel in der landwirtschaftlichen Tierhaltung verläuft seit Jahrzehnten in Richtung größerer Betriebe und Bestandsgrößen. Die starke regionale Konzentration der Nutztierhaltung hat sich weiter fortgesetzt, die Zentren der deutschen Schweinemast und Geflügelhaltung liegen im Nordwesten Deutschlands.

Auf Grundlage verschiedener wissenschaftlicher Berichte muss von einer Vielzahl von Tierschutzproblemen in allen Bereichen der Nutztierhaltung und Zucht sowie bei Transport und Schlachtung ausgegangen werden. Vorliegende Daten zu Mortalitäten, Erkrankungsraten und Behandlungsfrequenzen machen deutlich, dass auf den Betrieben im Durchschnitt tiergesundheitschädliche Bedingungen vorherrschen (WBA, 2015).

Vor allem in den gängigen Tierhaltungssystemen der Schweine- und Geflügelhaltung, der intensiven Rindermast sowie in Teilen der Milchviehhaltung besteht ein hohes Risiko für das Auftreten von Schmerzen und Schäden für die Tiere. Das ungestörte Funktionieren dieser Systeme setzt häufig schmerzhaftes Eingriffe am Tier voraus oder führt zu einem hohen Ausmaß an Verhaltens- und Gesundheitsstörungen, weil die Tiere sich nicht artgerecht verhalten können. Wünschenswerte Eigenschaften bezüglich Tiergesundheit und Tierverhalten haben kaum Bedeutung in der Tierzucht. Nicht kurative Eingriffe (Schwanz- und Schnabelkürzen) dienen dazu, Kannibalismus und Tierverletzungen zu vermeiden, die durch nicht tiergerechte Haltungssysteme und schlechtes Management entstehen. Im Tierschutzbereich gibt es wenig ordnungsrechtliche Vorgaben, die zudem kaum kontrolliert und bei Verstößen mit niedrigen Sanktionen geahndet werden (WBA, 2015).

In den letzten Jahrzehnten sind die gesellschaftlichen Anforderungen an die Tierhaltung in vielen Industriestaaten, insbesondere in Nordwesteuropa, deutlich gestiegen. Kritikpunkte der Debatte sind Haltungsformen, Arzneimitteleinsatz, der Fleischkonsum mit seinen Folgen für die menschliche Gesundheit, die Welternährung, indirekte Landnutzungseffekte, Fleischexporte, die räumliche Konzentration der Tierhaltung, Tierbestandsgrößen und Klimarelevanz der Tierhaltung. Es besteht ein großer Kontrast zwischen der Realität der Tierhaltung und den gesellschaftlichen Erwartungen (WBA, 2015).

2002 wurde der Tierschutz als Staatsziel im Grundgesetz verankert. Das Tierschutzgesetz bildet die rechtliche Basis u. a. für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung (BMEL, 2011). In der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung sind Anforderungen formuliert, die entsprechende europäische Vorgaben/Richtlinien umsetzen. Seit dem 1. Januar 2010 dürfen in Deutschland keine Legehennen mehr zu Erwerbszwecken in konventionellen Käfigen gehalten werden. Gemäß Europäischer Erklärung soll die chirurgische Kastration von männlichen Ferkeln ab 1. Januar 2012 nur noch unter Anwendung von Schmerzmitteln durchgeführt und bis zum 1. Januar 2018 ganz eingestellt werden (BMEL, 2011). Im Dezember 2014 haben die Agrarminister aus Deutschland, Dänemark und den Niederlanden in einer gemeinsamen Erklärung die EU-KOM aufgerufen, dem Tierschutz in ihrer Prioritätensetzung einen hohen Stellenwert einzuräumen (BMEL, 2014b).

## 4 Zukünftige Rahmenbedingungen

Für die Modellierung einer Landwirtschaft bis zum Jahr 2050 ist es wichtig, eine Vorstellung davon zu haben, wie sich gleichzeitig relevante Rahmenbedingungen entwickeln könnten. Wir haben sieben Themen ausgewählt, deren Einfluss für die Entwicklung der Landwirtschaft von besonderer Bedeutung ist: Bevölkerung, Gesellschaft (Werte und Konsum), Flächennutzung, Klima, Sozioökonomie, Agrarhandel und Technischer Fortschritt. Hierfür wurden vorhandene Prognosen recherchiert und ausgewertet. Die ausgewerteten Studien beziehen sich auf unterschiedliche Zeithorizonte, was die Ableitung von möglichen Entwicklungen bis 2050 erschwert. Darüber hinaus sind die Aussagen naturgemäß mit vielen Unsicherheiten behaftet.

In den folgenden Unterkapiteln wird die Entwicklung der einzelnen Rahmenbedingungen bis 2030 und, soweit möglich, darüber hinaus skizziert. Da die Landwirtschaft in Deutschland nicht losgelöst vom internationalen Kontext betrachtet werden kann, enthält die Darstellung einzelner Bereiche auch einen globalen Ausblick, bevor die nationalen Ausprägungen beschrieben werden. Die Langfassung der Rahmenbedingungen findet sich im Materialband.

### 4.1 Bevölkerung

#### Global

Nach den aktuellen Bevölkerungsprojektionen der UN-Bevölkerungsabteilung werden 2050 rund 9,5 Milliarden Menschen auf der Erde leben. Der Anteil der Personen über 60 Jahre wird sich voraussichtlich auf rund 2 Milliarden erhöhen, in den Industrieländern wird der Anteil dieser Altersgruppe rund ein Drittel ausmachen (DGVN, 2015).

## **Deutschland**

Das Statistische Bundesamt geht in seiner Bevölkerungsvorausberechnung von einem Rückgang in Deutschland aus, wobei das Ausmaß von den Faktoren Nettozuwanderung, Geburtenrate und Lebenserwartung abhängt. Auf Basis eines durchschnittlichen Wanderungssaldos von 200.000 pro Jahr, würde in 2050 die Bevölkerung 76 Millionen Menschen umfassen. Dies entspricht einem mittleren Szenario. Ausgehend von einem jährlichen Wanderungssaldo in Höhe von 300.000 würde die Bevölkerung bei rund 80 Millionen Menschen liegen (Statistisches Bundesamt, 2015a).

Die Bevölkerungswanderung zu den Ballungszentren wird sich in den nächsten Jahrzehnten fortsetzen. In der Folge nimmt die Bevölkerungsdichte in ländlichen Räumen, insbesondere in den neuen Bundesländern, in Nord-Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Nordrhein-Westfalen deutlich ab (BBSR, 2012a und 2012b; ZALF, 2012).

## **4.2 Gesellschaft, Wertewandel und Konsum in Deutschland**

### **Demografischer Wandel**

Die klassische Kernfamilie wird bis 2030 weiter an Bedeutung verlieren und von alternativen, instabileren Lebensformen abgelöst. Der demografische Wandel stellt das vorherrschende kulturelle Jugendparadigma auf den gesellschaftlichen Prüfstand. Anstelle des gesellschaftlichen Jugendwahns können Ideale und Werte treten, die dem Selbstverständnis der Best Ager (über 50) oder der Generation Silber (über 60) besser entsprechen. Bürgerproteste gehen neuerdings von älteren, sehr aktiven und oft gut situierten Menschen aus. Die globale Kommunikation und Mobilität zusammen mit weltanschaulichen Veränderungen führen zu einer Verbreitung global empathischer Wertemuster in der deutschen Gesellschaft und insbesondere bei jüngeren Menschen (VDI & ISI, 2014).

### **Die Rolle der Frauen**

Ein zentraler Megatrend sind Frauen, die global als Beschleunigerinnen und Pionierinnen in Schlüsselbereichen der Daseinsvorsorge auftreten (VDI & ISI, 2014). Frauen dringen zunehmend in männlich dominierte Arbeitsbereiche und Führungspositionen vor, wobei sie stärkeren Wert auf sozial-ökologisches Wirtschaften legen (Röhr, 2013). Mit steigenden Beschäftigungszahlen und höheren Einkommen spielen Kaufentscheidungen von Frauen eine immer größere Rolle. Sie zeigen ein anderes Mobilitäts- und Energiekonsumverhalten als Männer (UBA, 2014b; Zukunftsinstitut, 2015). Auch der Ernährungs- und Gesundheitsbereich wird durch den „female shift“ beeinflusst: Frauen fragen häufiger ökologische und regionale Nahrungsmittel nach, kaufen mehr Obst und Gemüse und sind zudem häufiger Vegetarierinnen (GfK, 2012).

### **Ernährungstrends**

Nach der Zukunftsstudie von Nestlé (2015) wird es 2030 in Deutschland mehrere parallele Entwicklungen im Bereich Ernährung geben: Die Menschen kochen seltener zu Hause, kochen wird zum gemeinschaftlichen Event und das Essen in der Gemeinschaft wird wichtiger. Zukünftige Ernährungsgewohnheiten werden von gut ausgebildeten und überwiegend berufstätigen Frauen gestaltet (Alter 40 bis 59). Das Thema Gesundheit wird unsere Ernährung maßgeblich beeinflussen. Neue Technologien machen es möglich, dass Essen personalisiert und individuell auf das eigene Gesundheitsprofil zugeschnitten wird. 2030 können Insekten und Algen als Proteinlieferanten hierzulande gegessen werden, allerdings in Form bekannter

Speisen. Während Lebensmittel überwiegend online gekauft werden, profiliert sich der Einzelhandel durch Spezialisierung und Beratung.

Für die nächsten zehn Jahre identifiziert das Zukunftsinstitut (2015) folgende Ernährungstrends: Den Flexitariern gehört die Zukunft. Sie essen deutlich weniger Fleisch und Wurst, dafür mehr Gemüse und Getreideprodukte. Urbanes Gärtnern als starker Food-Trend hat viel Potenzial für den Lebensmittelhandel, die Gastronomie, städtische Architektur und Privathaushalte (z.B. supermarkintegrierte Gemüsegewächshäuser, Aquaponik auf Dächern). Immer mehr Supermärkte öffnen ihr Sortiment für „Misfits“ (Obst und Gemüse mit Schönheitsfehlern). Neue Ratgeber und Kochbücher animieren zu einem anderen Umgang mit Essensresten und jenen Teilen von Fleisch und Gemüse, die bisher im Abfall landeten.

### **Konsumverhalten**

Lebensqualität, qualitatives Wachstum und nachhaltiger Wohlstand sind global wichtige normative, zivilgesellschaftliche und wissenschaftliche Trends bis 2030. Der Diskurs über Wachstumsalternativen wird weiter an Bedeutung gewinnen (VDI & ISI, 2014). Mit den negativen Folgen des Massenkonsums in westlichen Industrieländern hinterfragen immer mehr Menschen den ökologischen und auch den sozialen „Fußabdruck“ ihrer Aktivitäten. Konsumkritik und konsumleichtere Lebensstile nehmen zu, eine Suffizienzdebatte wird geführt (VDI & ISI, 2014). Werbung wird noch stärker als bisher mit „Sinn“ aufgeladen durch eine Verknüpfung des Produkts mit Sozial- oder Umweltversprechen, Vorbildern oder durch die Suggestion eines „einzig wahren“ Lebensstils. Konsum hat einen zunehmend Status gebenden Einfluss. Werbung wird digitalisiert und personalisiert; die Konsumbedürfnisse werden immer häufiger online befriedigt (UBA, 2014b).

### **Ländlicher Raum**

Einerseits sind zahlreiche deutsche Dörfer in ihrem Bestehen bedroht und viele werden bis 2030 von der Landkarte verschwinden. Andererseits haben Dörfer das Potenzial zu Pilot-Orten, z. B. für kostengünstige, dezentrale Abwassersysteme, kleine Schulen mit neuen Lernformen oder für eine Mischung aus mobilen und zentralen Gesundheitsdienstleistungen. Dörfer könnten zu Vorreitern für die Gestaltung der Post-Wachstumsgesellschaft werden (VDI & ISI, 2014).

## **4.3 Flächennutzung**

Der tägliche Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsflächen betrug in 2014 rund 73 Hektar. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2020 den Flächenverbrauch auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren (BMUB, 2014e). Projektionen mit dem Modell Panta Rhei Regio zeigen jedoch, dass der tägliche Flächenverbrauch bis 2030 nur auf rund 45 Hektar pro Tag zurückgehen und damit das gesetzte Nachhaltigkeitsziel nicht erreicht werden wird (BBSR, 2012; 2014).

Der Siedlungszuwachs geht zu Lasten von Landwirtschaftsflächen. Böden mit hoher Ertragsfähigkeit sind von Umwidmungen überproportional betroffen (Goetzke & Hoymann, 2014). Dies geschieht sowohl in Wachstumsregionen als auch in strukturschwächeren Regionen (BBSR, 2014).

Der Bevölkerungsrückgang in ländlichen Regionen führt nicht dazu, dass Flächen aus der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung fallen. Die prägenden Landnutzungen Land- und Forstwirtschaft werden wesentlich von agrar- und energiepolitischen bzw. ökonomischen Rahmenbedingungen bestimmt, weniger von demografischen Faktoren. Die Nutzungsintensität

in der Land- und Forstwirtschaft wird vor allem in Schrumpfräumen eher zu- als abnehmen (Behrens et al., 2012).

In 2014 wurden in Deutschland 16,7 Millionen Hektar landwirtschaftlich genutzt. Davon waren 11,9 Millionen Hektar Ackerland und 4,7 Millionen Hektar Dauergrünland (Statistisches Bundesamt, 2015a). Im Landnutzungsszenario 2030 (Land Use Scanner Simulationsmodell) wird die Waldfläche bis 2030 bundesweit um rund 300.000 Hektar bzw. um drei Prozent zunehmen (BBSR, 2014). Aufforstungen auf Landwirtschaftsflächen sowie weitere Siedlungs- und Verkehrsflächen führen künftig dazu, dass die verfügbare Landwirtschaftsfläche von 2010 bis 2030 um zwei Prozent der Landesfläche oder rund 700.000 Hektar abnimmt.

Die Förderung der Bioenergie wird in naher Zukunft weiterhin einen großen Einfluss auf die Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Flächen haben. Offermann et al. (2014) schätzen in der Thünen-Baseline, dass in 2023 auf etwa 1,2 Millionen Hektar Energiemais angebaut werden wird (in 2010 waren es 0,8 Millionen Hektar).

## 4.4 Klimawandel

### Global

Der Klimawandel findet statt, und es ist Stand des Wissens, dass er die regionalen Temperatur- und Niederschlagsmuster überwiegend negativ beeinflussen wird (IAASTD, 2009a,b). Mit deutlichen Ernteverlusten ist vor allem in tropischen Ländern zu rechnen. Wenig entwickelte Länder werden überproportional unter den Auswirkungen des Klimawandels leiden. Der Weltagrarbericht konstatiert ein beunruhigendes Potenzial für künftige Konflikte um landwirtschaftlich nutzbares Land sowie um sauberes Wasser (IAASTD, 2009a,b). In den bisher gemäßigten Klimazonen könnten die Erträge zunächst steigen, mittel- bis langfristig ist die Landwirtschaft auch hier von den negativen Folgen betroffen. Aufgrund von zunehmender Trockenheit könnten ganze Regionen für die Landwirtschaft unbrauchbar werden – etwa Teile des Mittelmeerraums oder der Westen der USA (WWF, 2014).

Weltweit werden temperatur- und niederschlagsbedingte Wetterextreme zunehmen. Dazu zählen Wirbelstürme, Hitzewellen, Unwetter mit Überflutungen und andere Extreme wie Hagel und Starkregen. Sie werden häufiger und mit größerer Intensität auftreten (IAASTD, 2009a,b).

### In Deutschland

Für Deutschland rechnen Klimaforscher mit trockeneren Sommern und feuchteren Herbsten bzw. Wintern (WWF, 2014). Eine weitere Abnahme der Sommerniederschläge und eine erhöhte Verdunstung als Folge steigender Temperaturen könnten zu Wassermangel in der Vegetationsperiode führen. Betroffen wären vor allem zentrale Teile Ostdeutschlands, das nordostdeutsche Tiefland und das südostdeutsche Becken (Bundesregierung, 2008).

Für Deutschland gibt es Prognosen, nach denen sich die Anzahl an Sommertagen ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ) bis zum Ende des Jahrhunderts verdoppelt und die Anzahl heißer Tage ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) sogar verdreifacht. Erste Analysen lassen erwarten, dass auch die Intensität von Starkniederschlägen ansteigt. Die Küstenregionen von Nord- und Ostsee könnten in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts zunehmend durch den Meeresspiegelanstieg und eine Änderung des Sturmklimas gefährdet werden (Bundesregierung, 2008).

## Folgen für die Landwirtschaft in Deutschland

Der Berufsverband Agrar, Ernährung und Umwelt (2010) rechnet unter anderem mit folgenden Auswirkungen für die deutsche Landwirtschaft:

- › Zunahme der Fotosyntheserate und Förderung des Pflanzenwachstums durch ansteigende CO<sub>2</sub>-Gehalte in der Atmosphäre und moderaten Temperaturanstieg bei ausreichender Wasserversorgung;
- › Verlängerung der Vegetationsperiode und Verkürzung/Verschiebung des pflanzlichen Entwicklungsverlaufs;
- › Zunahme des Früh- und Spätfrosttrisikos;
- › Sinkende Ertragssicherheit landwirtschaftlicher Kulturen infolge zunehmender Extremereignisse, wie z. B. Wasser- und Winderosion, Überschwemmungen, Hitze- und Dürreperioden sowie Sturm und Hagel;
- › Höhere Luft- und Bodentemperaturen verstärken die N-Mineralisation aus organischer Substanz und fördern das Risiko gasförmiger Ammoniak(NH<sub>3</sub>)-Verluste bei der Düngung;
- › Zunahme des NO<sub>3</sub>-Auswaschungs-Risikos auf leichten und flachgründigen Böden in Jahren mit erhöhten Winterniederschlägen; verstärkter Phosphatverlust durch Erosion;
- › Beeinträchtigung der Pflanzengesundheit durch zu hohe Temperaturen, längere Trockenperioden und unausgeglichene Wasserversorgung.

Während sich infolge des Klimawandels das Kulturpflanzenpektrum zu Gunsten Wärme liebender Arten und Sorten (UBA, 2015a) verschieben wird, ist auch mit der Ausbreitung und Einwanderung neuer Schadorganismen, Beikräuter und Krankheitserreger zu rechnen (IAASTD, 2009a,b; WWF, 2014; Bundesregierung, 2008).

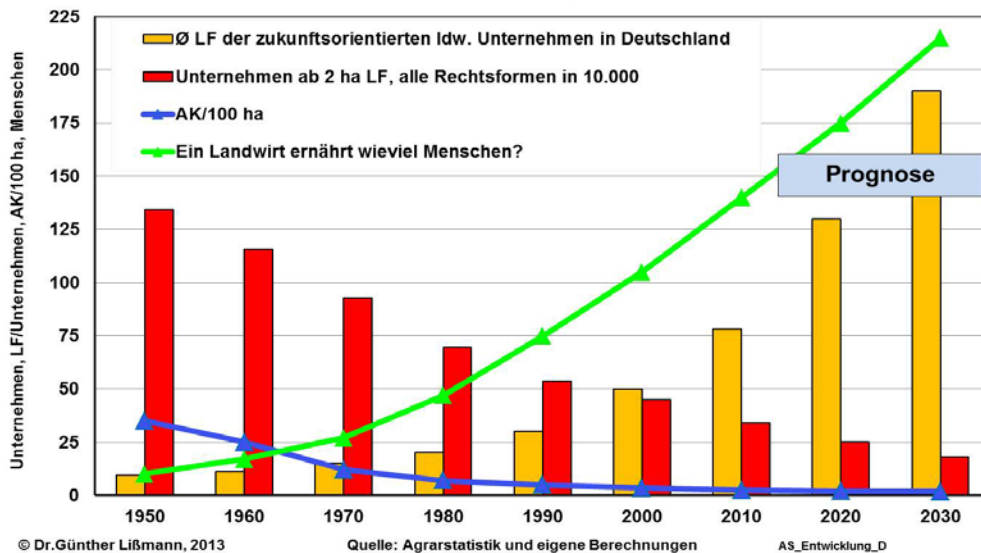
Auch die Tierhaltung wird vom Klimawandel betroffen sein. Diskutiert werden:

- › Produktionseinbußen durch höhere Sommertemperaturen (z.B. nachlassende Milchleistung von Kühen) (Bundesregierung, 2008);
- › Einbußen in der Fleisch-, Eier- und Milchproduktion infolge von Hitzewellen (UBA, 2015a);
- › Erhöhte Risiken bei Tiertransporten (UBA, 2015a) sowie
- › Beeinträchtigungen der Tiergesundheit (IAASTD, 2009).

## 4.5 Sozioökonomie

### Strukturwandel

Der Strukturwandel der deutschen Landwirtschaft ist durch einen Rückgang der Betriebe und eine steigende Flächenausstattung der verbleibenden Betriebe gekennzeichnet.



**Abbildung 3: Agrarstrukturelle Entwicklung in Deutschland seit 1950 (Quelle: Lißmann, 2012)**

Je Flächeneinheit wird der Arbeitskräftebesatz weiter abnehmen und damit auch die Zahl der insgesamt in der Landwirtschaft Beschäftigten. Der Strukturwandel wird jedoch nicht allein von der steigenden Produktivität befördert, auch der kulturelle Wandel spielt eine Rolle. So übernehmen immer weniger Landwirtskinder den Betrieb ihrer Eltern. Es gibt noch zu wenige Ansätze dafür, einstiegswillige Menschen und wirtschaftlich gesunde Betriebe ohne Nachfolger zusammenzubringen. (Statistisches Bundesamt, 2011b; Vieth und Thomas, 2013).

Aber nicht nur die Anzahl der Betriebe nimmt ab, auch die Strukturen verändern sich. Der Grad der Spezialisierung und Rationalisierung innerhalb vieler Betriebe, aber auch die „Arbeitsteilung“ ganzer Regionen nimmt weiter zu. So geht beispielsweise aus einer Erhebung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen hervor, dass die regionale Differenzierung der Wirtschaftssektoren bereits stark fortgeschritten und der Trend zur Spezialisierung in der niedersächsischen Landwirtschaft ungebrochen ist. Viehhaltung und Ackerbau finden zunehmend in weit voneinander entfernten Landesteilen statt (agrarheute, 2011).

Ein treibender Faktor ist das im Vergleich zu anderen Branchen hohe Investitionsvolumen pro Arbeitsplatz (Maschinen, Stallbauten etc.). Eine Verringerung von Betriebszweigen in der traditionell vielfältig organisierten Landwirtschaft reduziert Kosten (aid, 2015). Höhere Kosten sind auch in Zukunft zu erwarten: durch den Anstieg der Betriebsmittelpreise, die reale Senkung der meisten Erzeugerpreise und die Reduzierung der Direktzahlungen. Damit bleiben die treibenden Kräfte für eine weitere Spezialisierung und Rationalisierung unvermindert bestehen.

### Einkommen

Voraussagen zu der Entwicklung der Einkommen sind äußerst schwierig und stark von den zu erzielenden Erzeugerpreisen, den Kosten für Betriebsmittel (Agrartechnik, Boden, Treibstoffe, Dünger etc.), der Agrarpolitik und der Entwicklung der globalen Agrarmärkte abhängig. Eine weitere Betrachtung entfällt daher an dieser Stelle.

### Rechtsformen

In Deutschland waren 2013 mehr als 90 Prozent aller Höfe Einzelunternehmen (Familienbetriebe) (Statistisches Bundesamt, 2014d; DBV, 2014). Davon je eine Hälfte im Haupterwerb und im Nebenerwerb. Die verbleibenden 10 Prozent sind juristische Personen oder Personengesellschaften, die aber ein Drittel der gesamten Fläche bewirtschaften. Im Westen überwiegen die Familienbetriebe (über 90 Prozent der Betriebe, 84 Prozent der

Fläche), im Osten bewirtschaftet ein hoher Anteil an Personengesellschaften und juristischen Personen (29 Prozent) einen Flächenanteil von 73 Prozent. Die Anzahl der Personengesellschaften nimmt im Westen zu, ohne dass die Flächenausstattung der Betriebe die Größenordnung Ostdeutschlands erreicht.

Der Trend zur Zunahme landwirtschaftlicher Unternehmensverbände, die durch Teilungen, Fusionen oder Neugründungen im Rahmen von Familien oder Unternehmenspartnern entstehen, wird sich weiter fortsetzen. Auch Unternehmensstrukturen werden, z.B. durch steuerliche Regelungen, komplexer (Stecher und Forstner, 2015).

### **Eigentum und Pachtflächen**

Die große Mehrheit der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland wirtschaftet mit Pachtflächen. Ihr Anteil macht rund 63 Prozent aus (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2011). Während in Westdeutschland das betriebliche Wachstum zu gleichen Anteilen durch Zupacht und Zukauf erfolgt, basiert in Ostdeutschland, wo der Pachtanteil bereits überdurchschnittlich hoch ist, das betriebliche Wachstum vor allem durch Zukauf.

Es gibt ein zunehmendes Interesse außerlandwirtschaftlicher Investoren an landwirtschaftlichen Flächen. Ursachen sind die verbesserten Rahmenbedingungen in der Agrarwirtschaft, die anhaltend problematische Situation auf den Finanzmärkten (Forstner und Tietz, 2011) und die - inzwischen sinkende - Förderung der Erzeugung von Energie aus Biomasse in Deutschland. Dies führt zu steigenden Bodenpreisen für zum Kauf angebotene Flächen und zu steigenden Pachtpreisen.

### **Strukturen und Machtverhältnisse in landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten**

In der Land- und Lebensmittelwirtschaft trifft eine große Zahl von Anbietern (Landwirte) auf eine kleine Zahl von Abnehmern. Für die Agrar- und Ernährungsbranche ergibt sich daraus ein Wettbewerb zwischen sehr ungleichen Partnern. Trotz des Strukturwandels in der Landwirtschaft wird sich diese Ungleichheit weiter verstärken. Die land- und ernährungswirtschaftliche Wertschöpfung ist zunehmend in globalen Ketten organisiert, bei denen wenige transnationale Akteure (z.B. Saatgut, Geflügelgenetik, Pflanzenschutz) die Märkte beherrschen.

## **4.6 Agrarhandel**

### **Global**

Der internationale Agrarhandel wächst schneller als die Produktion von Nahrungsmitteln. Vor allem in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie findet eine zunehmende internationale Arbeitsteilung statt, die erheblich zum Wachstum des Handels mit Agrarrohstoffen beiträgt (WTO, 2013).

Die Flächenpotenziale und großen Produktivitätsreserven liegen in Asien, Südamerika und Afrika (Stockinger, 2015). Die dortigen Entwicklungs- und Schwellenländer werden nach Einschätzung der Welternährungsorganisation (FAO) ihr Produktionspotenzial von einem relativ niedrigen Niveau aus gegenüber den Industrieländern stärker ausweiten können, so dass ihr Anteil an der Erzeugung und am Weltagrarhandel künftig wachsen wird (FAO, 2014).

Angesichts stagnierender heimischer Bevölkerung und weitgehend gesättigter Nahrungsmittelmärkte erwarten viele Ökonomen, dass sich die europäische Land- und Ernährungswirtschaft zunehmend auf den Export ausrichten wird. Die EU-Exporte in die meisten Regionen der Welt werden leicht ansteigen (Offermann et al., 2014). Im internationalen



Vergleich wird die europäische Landwirtschaft jedoch Produktions- und Marktanteile verlieren, weil die Produktivitätsreserven bereits weitgehend ausgeschöpft sind und die Nutzflächen tendenziell abnehmen (Stockinger, 2015).

### **National**

Derzeit ist Deutschland weltweit der drittgrößte Exporteur von Agrarprodukten, insbesondere von Milch und Milchprodukten sowie Fleisch und Fleischwaren (DBV, 2014). Der Exportanteil der deutschen Landwirtschaft beträgt 25 Prozent bzw. 31 Prozent der deutschen Ernährungswirtschaft. Die wichtigste Exportregion ist Europa (77 Prozent aller Exporte), gefolgt vom asiatischen Raum (8,3 Prozent) und dem amerikanischen Kontinent (3,5 Prozent) (DBV, 2014).

Schwerpunkt des Imports sind Ölsaaten und Ölprodukte (Futtermittel) mit deutlichem Abstand vor Milch- und Milcherzeugnissen sowie Fleisch und -waren. Dann folgen Frischobst und Gemüse (DBV, 2014). 70 Prozent der deutschen Agrarimporte kommen aus EU-Staaten. Gemessen am deutschen Außenhandel hatten die Agrareinfuhren einen Anteil von 8,3 Prozent (DBV, 2014).

Bei einer stagnierenden Zahl an Einwohnern bekommt das Exportgeschäft für die deutsche Lebensmittelwirtschaft eine immer größere Relevanz. Die Agrarexporte Deutschlands zu außereuropäischen Handelspartnern werden jedoch nicht so stark steigen wie die Exporte im europäischen Durchschnitt. Grund dafür sind intensive weltweite Handelsbeziehungen, die viele europäische Länder im Gegensatz zu Deutschland bereits haben. Trotz neuer Handelsabkommen werden andere europäische Länder von diesem Vorsprung weiter profitieren (Offermann et al., 2014).

## **4.7 Technischer Fortschritt**

Wesentliche Antriebskräfte für den technischen Fortschritt in der deutschen Landwirtschaft sind der internationale Wettbewerb, die gesellschaftliche Ernährungsdiskussion und das tatsächliche Verbraucherverhalten. Dabei wird sich die zukünftige Entwicklung in Deutschland stärker auf tier- und umweltschutzorientierte Lösungen konzentrieren und weniger auf Produktivitätszuwachs in der pflanzlichen und tierischen Produktion.

Eine zunehmende Digitalisierung und Automatisierung prägt die Landwirtschaft. Mit Hilfe von Sensortechnologie, Maschinensteuerung und Datenmanagement erfolgt eine laufende Effizienzsteigerung. Weitere Beispiele sind das so genannte Precision Farming und der Einsatz von Robotern zur Unkrautregulierung.

### **Pflanzen- und Tierzüchtung**

In der Pflanzenzüchtung orientieren sich die Zuchtziele u.a. an einer verbesserten Resistenz gegenüber Schadorganismen, der Produktion bestimmter Inhaltsstoffe und der Erzeugung von „Low-Input-Pflanzen“, die trotz geringer Ansprüche an Nährstoffe und Boden gute Erträge bringen (BDP, 2015).

Aufgrund gesellschaftlicher Kritik an der Nutztierhaltung und Hochleistungstieren wird die zukünftige Tierzüchtung sich stärker an Merkmalen ausrichten wie Tiergesundheit, Tierverhalten und Anpassungsfähigkeit sowie der Reduktion von Umwelteinträgen. Zudem werden auch funktionale Eigenschaften wie Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit und Stoffwechselstabilität stärker in den Fokus rücken (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR), Swalve, H. H., 2013; Götz, K.-U., 2013).

Neben der klassischen Selektionszüchtung gewinnen neue biotechnologische Entwicklungen an Bedeutung. Zu den neuesten Techniken gehören u.a. die markergestützte Selektion, das Tilling, die Protoplastenfusion und neue gentechnische Verfahren, darunter Cis- und Intragenese sowie verschiedene Methoden des „Genome Editing“ (z.B. Oligonukleotid-gesteuerte Mutagenese und Nuklease-Techniken oder CRISPR-Cas9).

### **Pflanzenschutz**

Der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Herbizide, Insektizide, Fungizide) diente in den letzten 20 Jahren in erster Linie der Ertragssicherung und -steigerung. Neue Wirkstoffgruppen wurden bisher nicht zur Marktreife entwickelt und Innovationen beschränken sich auf neue Kombinationen bewährter Wirkstoffe oder auf hoch konzentrierte Wirkstoffe, die eine geringere Ausbringungsmenge erfordern. Gleichzeitig nimmt die Resistenzbildung in allen Bereichen zu. Ein Beispiel hierfür ist die Entstehung von sogenannten „Superweeds“ durch den Einsatz von Glyphosat (Then, 2015). Erfolg versprechende Pflanzenschutzmittel werden aus dem Bereich Biologika (Bayer, 2014) erwartet. Die Wirkstoffe stammen aus natürlichen Materialien wie Bakterien, Pilzen oder Pflanzen. Der weltweite Markt für solche biologischen Pflanzenschutzmittel wird auch nach Meinungen der Produzenten (Bayer, 2014) schneller wachsen als für chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel und dient als neuer Baustein eines integrierten Pflanzenbaumanagements.

### **Weitere Entwicklungen**

Es werden zunehmend Verfahren entwickelt, welche die Lebensmittelproduktion vom Produktionsfaktor Boden/Erde loslösen. Beispiele hierfür sind die Aquaponik, eine Kombination aus Aquakultur und Hydrokultur von Nutzpflanzen auf engstem Raum. Das Vertical Farming ermöglicht die landwirtschaftliche Produktion in mehrstöckigen Gebäuden und kann damit Fläche sparen, z. B. in Ballungsräumen und Mega-Städten.

Mit der Entwicklung moderner Agroforstsysteme im letzten Jahrzehnt, beispielsweise in Frankreich und England, wurde gezeigt, dass sich Bäume auf landwirtschaftlichen Nutzflächen produktiv in die heutige europäische Landwirtschaft integrieren lassen (Institut für Waldwachstum, 2009).

## **5 Landwirtschaft in 2050**

### **5.1 Die Business-As-Usual (BAU)-Landwirtschaft**

Die BAU-Landwirtschaft ist ein Modell, das auf der Fortschreibung der bereits bestehenden Trends (Rahmenbedingungen) bis zum Jahr 2050 basiert. Sie dient als Vergleich zum Greenpeace-Zukunftsmodell (s. 5.2) und soll das Ergebnis verschiedener möglicher Entwicklungspfade der Landwirtschaft in Deutschland bis 2050 veranschaulichen.

Für dieses Modell gehen wir davon aus, dass sich die aktuelle Politikausrichtung in absehbarer Zeit nicht wesentlich verändert und eine konsequente Umsetzung vorhandener Ansätze, z. B. zur Erreichung politischer Ziele im Umweltbereich, nicht erfolgt. In der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP) ist mit einer Reduzierung der Direktzahlungen aus der 1. Säule und einem weiteren Ausgleich für „gesellschaftliche Leistungen“ über die 2. Säule zu rechnen. Die Politik reagiert unzureichend mit ordnungsrechtlichen Maßnahmen auf

gesellschaftliche Forderungen (z. B. beim Tierschutz oder bei für Umwelt oder/und Mensch schädlichen Substanzen); es bestehen aber Vollzugsdefizite und Verstöße werden nicht ausreichend sanktioniert (z.B. Natura 2000-Verschlechterungsgebot, WRRL etc.). Die Marktliberalisierung wird weltweit und innerhalb der EU weiter zunehmen (WTO, GAP, bilaterale Abkommen etc.). Anstöße für Veränderungen kommen verstärkt aus Lebensmittelhandel und -verarbeitung.

In dem BAU-Modell wird die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe weiter abnehmen und die Größe der verbleibenden Betriebe steigen. Während die Familienbetriebe zurückgehen, nimmt der Anteil an Personengesellschaften und juristischen Personen (GmbHs, Aktiengesellschaften, Kapitalgesellschaften etc.) zu. Der Grad der Spezialisierung auf einzelne Produktionsbereiche wird weiter steigen und die Konzentration von Produktionsschwerpunkten (z. B. Veredlung, Milchviehhaltung) in Deutschland verstärkt sich.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird 2050 zu mindestens 70 Prozent von konventionellen und zu maximal 30 Prozent von ökologischen Betrieben (gemäß EU-VO) bewirtschaftet.

Für die konventionellen Betriebe, insbesondere solche mit einem hohen Pachtanteil, besteht wenig Anreiz zum Bodenschutz, da die negativen Auswirkungen der Degradation nur sehr langsam fortschreiten. Ertragsdepressionen können kurz- bis mittelfristig durch den technologischen Fortschritt, Düngung, Pflanzenschutz, Beregnung/Wassermanagement, Züchtung u.a.m. ausgeglichen werden. Die Risiken für Böden durch Bodenerosion, den Verlust von Humus und die Verdichtung durch Landmaschinen nehmen weiter zu. Die Fruchtfolge wird im Schnitt 2- bis 4-gliedrig und damit eng bleiben; das Ertragsmaximum im konventionellen Anbau wird in den kommenden Jahren überwiegend erreicht.

Der Ausstoß der Treibhausgase aus der Landwirtschaft bleibt bei steigender Intensivierung und gleichzeitig erhöhter Ressourceneffizienz auf hohem Niveau. Im Verhältnis zu den anderen Klimagas-Emittenten (Energie, Verkehr), deren Emissionen abnehmen werden, steigt damit der prozentuale Anteil aus der Landwirtschaft. Die Klimaziele der Bundesregierung drohen dadurch verfehlt zu werden.

Angesichts begrenzter gesetzlicher Vorgaben und mangelnder Kontrolle der Umsetzung werden bei der extensiven Grünlandnutzung auf sensiblen Standorten (Mooren, Auen etc.) und bei der Einrichtung von natürlichen Retentionsflächen kaum Fortschritte erzielt.

Zur Anbau- und Ernteoptimierung wird die Schlaggröße zunehmen, zusätzliche Landschaftsstrukturen (Hecken, Ackerrandstreifen etc.) werden nur angelegt, wenn sie gesetzlich gefordert und kontrolliert werden. Bereits bestehende Landschaftselemente verschwinden schleichend und der Anteil an extensiv genutzten und artenreichen Landwirtschaftsflächen geht weiter zurück. Durch das Verschwinden von Lebensräumen und Nahrungsquellen sowie den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und Stickstoff setzt sich der Verlust der Biologischen Vielfalt in den Agrarökosystemen fort.

Der Einsatz von Stickstoffdünger und chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln wird durch zielgenauere Ausbringung (z. B. Precision Farming) optimiert. Die engen, intensiven Fruchtfolgen mit hohem Pestizideinsatz führen aber zu immer neuen Schadensereignissen und Resistenzen. Durch den Klimawandel wandern neue Schaderreger ein und bisher unbekannte Befallssituationen entstehen, so dass prophylaktische Behandlungen zunehmen. Zudem werden weniger neue Wirkstoffe entwickelt und aktive Substanzen aufgrund neuer Erkenntnisse hinsichtlich ihrer humantoxischen oder umweltgefährlichen Eigenschaften zunehmend verboten bzw. nicht wieder zugelassen

Zwischen den Regionen in Deutschland findet ein umfangreicher und gut organisierter Handel und Transport mit Gülle statt. Weiterhin werden viele Grund- und Oberflächenwasserkörper sowie die Küstenwasserkörper der Nord- und Ostsee den guten ökologischen und chemischen Zustand (nach Wasserrahmenrichtlinie) verfehlen. Gründe hierfür sind die Eutrophierung durch Stickstoff- und Phosphorüberschüsse sowie der Eintrag von Pflanzenschutzmitteln.

Die Vielfalt an Kulturpflanzen (Sorten und Arten) bleibt aufgrund der hohen Spezialisierung beschränkt. Angebaut werden Arten und Sorten, die hohe Erlöse erzielen und durch die Züchtung an die jeweiligen Standorte angepasst sind. Wenige, global agierende Konzerne dominieren die Pflanzenzüchtung und das Angebot an Saatgut.

Durch den Druck der Bürgerinnen und Bürger (zivilgesellschaftliches Engagement), aber auch durch Kaufentscheidungen (Verbrauchernachfrage), werden sich die Tierhaltungsbedingungen in der konventionellen Landwirtschaft bis 2050 verbessern. Größere Tierbestände und höhere Hygienestandards in der Tierhaltung nehmen durch geschlossene Systeme zu. In der Folge findet ein langsamer Rückgang des Antibiotikaeinsatzes statt. Die Umsetzung von mehr Tierschutz ist jedoch weitgehend auf die Ausgestaltung der Ställe begrenzt. In der Milchviehhaltung findet Weidehaltung aufgrund des hohen Aufwands, insbesondere bei großen Beständen kaum statt. Hornlose Rinder (verstärkt durch Züchtung, aber weiterhin durch operative Eingriffe) und die ganzjährige Laufstallhaltung bleiben die Regel. Der Anteil der Futtermittelimporte aus Übersee geht zurück zugunsten europäischen Sojas. Trotz züchterischer Bearbeitung von Leguminosen ist der heimische Anbau nicht in der Lage, die Proteinversorgung des großen Tierbestandes vollständig sicher zu stellen. In der Tierernährung wird die Verfütterung von tierischem Eiweiß wieder eingeführt.

Durch einen höheren Anteil an älteren Menschen in der Bevölkerung verändert sich die Ernährungsweise. Sie wird gesundheitsbewusster und der Fleischkonsum sinkt leicht. Der globale Handel nimmt zu und wird von wenigen, globalen Handelskonzernen dominiert. Als Gegentrend spielt Regionalität eine zunehmende Rolle beim Einkauf. Die Lebensmittelindustrie wird großen Einfluss auf die Ernährungsgewohnheiten nehmen, der Verbrauch von Convenience-Produkten und funktionalen Lebensmitteln steigt weiter. Handel und Industrie werden, um Lebensmittelverluste zu reduzieren, die Verwertungsmöglichkeiten von bisher nicht marktfähigen Rohwaren vorantreiben.

## 5.2 Das Greenpeace-Zukunftsmodell 2050

In dem Greenpeace-Zukunftsmodell kann der Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche für Siedlungs- und Verkehrsflächen bis 2050 deutlich gemindert werden. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe hat sich stabilisiert, wobei bäuerliche Betriebe und Kooperativen dominieren. Die Betriebsstrukturen sind diversifiziert und damit resilienter gegenüber Marktschwankungen, Kalamitäten u.a.m. Eine schonende Bodenbewirtschaftung führt zu einem langjährigen Humusaufbau und vermindert Bodenverdichtung und Erosion. In der Folge sind die Böden fruchtbar und kohlenstoffreich. Ihr Bodenleben hat sich deutlich verbessert und die Wasseraufnahmekapazität steigt.

Eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft leistet ihren Beitrag zum Klimaschutz, in dem sie ihre Treibhausgas-Emissionen bis 2050 (Referenz 2010) mehr als halbiert. Dies gelingt durch eine Vielzahl an Maßnahmen, von denen die Reduktion der Stickstoffüberschüsse durch eine verringerte Tierhaltung, der Schutz des Grünlands als CO<sub>2</sub>-Speicher und die Umwandlung der intensiven Ackernutzung auf Moorböden in eine extensive Grünlandnutzung oder

Paludikultur besonders bedeutend sind. Überschüssiges Klee gras, Grün- und Heckenschnitt sowie Gülle werden zur Biogasgewinnung verwendet.

In 2050 durchzieht die Agrarlandschaft ein Mosaik aus Landschaftsstrukturen, vielfältigen Biotopen und Lebensräumen. Die Agrobiodiversität hat sich insgesamt deutlich verbessert. In den Roten Listen werden weniger gefährdete Arten geführt, die Bestände von Wildbienen und Hummeln und von vielen bedrohten Feldvogelarten haben zugenommen. Auf Flächen, die eine extensive Nutzung und Pflege benötigen, ist diese langfristig gesichert. Schädliche Stoffeinträge durch chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel oder Eutrophierung werden verhindert. Eine große Vielfalt an Kulturpflanzenarten und –sorten wird angebaut. In Flussauen wird Ackerland in Grünlandnutzung überführt und natürliche Retentionsflächen werden für zukünftige Überschwemmungen bereitgestellt.

Bis 2050 werden die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in regionalen Kreisläufen geführt. Als Folge werden die Nitratgehalte im Grundwasser und die Einträge von Phosphor in Oberflächengewässer deutlich zurückgehen, der gute ökologische und chemische Zustand von Grundwasser, Oberflächengewässern und Küstengewässern wird erreicht. Dies hat auch positive Auswirkungen auf Klima und Biodiversität.

Umwelt und Lebensmittel werden in 2050 nicht mehr durch den Eintrag schädlicher Stoffe gefährdet und belastet. Dazu tragen die regionalen Stoffkreisläufe für Stickstoff und Phosphor, vor allem aber der Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika) bei. Dies hat weitreichende Konsequenzen für den Ackerbau: die Fruchtfolgen verändern sich und werden vielgliedriger. Verbesserte Anbaumethoden, gegen Schaderreger resistente Pflanzensorten und biologischer Pflanzenschutz einschließlich der Förderung von Nützlingen – u.a. durch eine vielfältig strukturierte Agrarlandschaft mit einem hohen Anteil ökologischer Vorrangflächen - führen dazu, dass Ertragseinbußen auf ein tolerierbares Maß reduziert werden können. Diese Entwicklung wird durch den technischen Fortschritt (Züchtungen, Anbautechniken, alternativer Pflanzenschutz) unterstützt. Die Pflanzenzüchtung liegt in den Händen vieler regionaler Pflanzenzüchter und findet mit der Beteiligung der Landwirte statt. Klassische und moderne Züchtungsmethoden wie die markergestützte Selektion (SMART Breeding) haben zu stabilen und gesunden Nutzpflanzenarten und Beständen geführt. Gentechnische Verfahren, eingeschlossen die neuen Techniken des „Genome Editings“, Cis- und Intragenese, werden nicht eingesetzt.

Bis 2050 hat sich die Tierhaltung grundsätzlich gewandelt. Die Nutztiere werden ihren Bedürfnissen entsprechend artgerecht gehalten, der Zugang zu Freiland ist selbstverständlich. Nicht kurative Eingriffe sind verboten und der Einsatz von Antibiotika ist stark reglementiert, insbesondere ihr systematischer Einsatz ist verboten. Zuchtziele spiegeln diesen Wandel wider und setzen auf Robustheit, Lebensleistung und Mehrnutzungsformen.

Der Fleischkonsum der Bevölkerung hat sich bis 2050 mehr als halbiert. Dies ermöglicht eine ausreichende und gesunde Lebensmittelproduktion auf den für die Landwirtschaft verfügbaren Flächen. Bei Fleisch, Milchprodukten und Getreide erreicht Deutschland einen Selbstversorgungsgrad von 100 Prozent, bei Obst und Gemüse von 50 Prozent. Lebensmittelverluste werden um 50 Prozent (Referenz 2015) reduziert. Dies wird durch intelligente Techniken, veränderte Ess- und Kochgewohnheiten, angepasste Anbaumethoden und die Verwendung von Lebensmittelresten in der Tiernahrung erreicht. Palmöl in der Lebensmittelherstellung wird vollständig durch Öle aus heimischem Anbau ersetzt. Die Flächeninanspruchnahme für die Erzeugung von Lebensmitteln innerhalb und außerhalb von Deutschland sowie der virtuelle Nettoimport von Wasser sinken unter den Stand von 2015.

## 5.2.1 Die Greenpeace-Ziele

Um das Greenpeace-Zukunftsmodell einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft in Deutschland zu erreichen, wurden sechs konkrete Ziele für 2050 formuliert. Sie setzen an den wesentlichen Defiziten der derzeitigen Landwirtschaft an: Klima, Biologische Vielfalt, Nährstoffe, Schadstoffeinträge, Tierwohl und virtueller Flächenbedarf. Für jedes dieser sechs Ziele wurde mindestens ein messbarer Zielwert für das Jahr 2050 festgelegt. Diese Zielwerte orientieren sich an wissenschaftlich fundierten Zielen und politischen Zielsetzungen. Sie beruhen auf bestehenden Indikatoren, deren regelmäßige Erhebung überwiegend sichergestellt ist. Zudem gibt es so genannte Meilensteine, anhand derer der Umsetzungsgrad bis 2030 verfolgt werden kann.

### ›Klima

Bis 2050 werden die Treibhausgasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft um 50 Prozent gegenüber 2010 reduziert. Dies entspricht einem Zielwert von 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr für den Quellbereich Landwirtschaft. Ansatzpunkte sind insbesondere die Reduktion von Lachgas aus der Düngung und Methan- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung.

Im Quellbereich Landnutzung/Landnutzungsänderung wird zusammen mit der Waldwirtschaft eine schwarze Null erreicht. Hierfür müssen die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Landnutzung um rund 18 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zurückgehen. Wenn die Potenziale des Waldes als Senke abnehmen, müssten noch größere Mengen an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten eingespart werden.

Durch die Einstellung der Ackernutzung auf organischen Böden (500.000 Hektar Moorböden werden bis zum Jahr 2050 renaturiert) reduzieren sich die Emissionen aus dem Quellbereich Landnutzung um rund 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr.

#### **Meilensteine 2030**

Die Treibhausgasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft sinken im Vergleich zu 2010 um 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Quellgruppe Landwirtschaft und um 7,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Quellgruppe LULUCF.

### ›Biologische Vielfalt

Die Arten- und Biotopvielfalt in der Agrarlandschaft wird sich bis 2050 deutlich verbessern. Von der als Acker genutzten Fläche werden 15 Prozent als Fläche zur Förderung der Biodiversität (ökologische Vorrangfläche) bereitgestellt. Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ erreicht einen Zielwert von mindestens 100 Prozent und die Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (High-Nature-Value/HNV-Farmland) einen Anteil von 25 Prozent an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in 2050.

#### **Meilensteine 2030**

Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“, Teilindex Agrarland, erhöht sich von 67 auf 90 Prozent bis 2030.

Der HNV-Farmland-Index steigt von 11,8 (2013) auf 18 Prozent in 2030.

Der Umfang der ökologischen Vorrangflächen auf dem Acker beträgt mindestens 10 Prozent.

### › Nährstoffkreisläufe

Bis zum Jahr 2050 gelingt es, die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor in regionalen Kreisläufen zu führen. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung in den Bereichen Wasserqualität, Klima und Biodiversität. Der betriebliche Stickstoffüberschuss liegt bei maximal 30 kg je Hektar. 100 Prozent der Grundwasser-, Oberflächenwasser- und Küstenwasserkörper haben den guten ökologischen/chemischen Zustand entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie erreicht.

#### **Meilensteine 2030**

Der N-Bilanzüberschuss bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands liegt unter 40 kg N/ha.

Auf Basis der Hoftorbilanz entsteht ein maximaler betrieblicher N-Überschuss von 50 kg je Hektar.

Die Phosphatfracht in Oberflächengewässern ist um 40 Prozent zurückgegangen.

Der Ammoniakausstoß aus der Landwirtschaft hat im Vergleich zu 2013 um 30 Prozent abgenommen.

70 Prozent der Grundwasser-, Oberflächenwasser- und Küstenwasserkörper haben den guten ökologischen/chemischen Zustand entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie erreicht.

### › Schadstoffeinträge

Umwelt und Lebensmittel werden in 2050 nicht mehr durch chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika), Stickstoffüberschüsse oder Phosphatauswaschungen belastet. Es sind keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel mehr für den Einsatz zugelassen.

#### **Meilensteine 2030**

Der gesamte Pestizidabsatz (in Tonnen) geht um 50 Prozent (Referenz 2013) zurück.

Hormonell wirksame Chemikalien (Endocrine Disrupting Chemicals / EDC) sowie cancerogene, mutagene und reproduktionstoxische Pflanzenschutzmittel sind verboten.

Die Zulassung bienengefährdender Pestizide ist endgültig ausgelaufen.

### › Tierwohl

Nutztiere werden artgerecht gehalten. Das Tierwohl ist verbindlicher Standard der Tierhaltung.

#### **Meilensteine 2030**

Verbindlicher Tier-TÜV für Stallneubauten/Umbauten ist eingeführt.

Nicht kurative Eingriffe (Schnabel-, Schwanzkürzen) finden nicht mehr statt.

Kritische Haltungsformen (z.B. ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen, Kastenstand für Sauen) sind verboten.

### ›Flächenbedarf

Bei einer ausreichenden Versorgung mit unbelasteten Lebensmitteln gelingt es bis 2050, den Flächenbedarf für die Ernährung zu verringern.

### Meilensteine 2030

Der Verzehr an Fleisch und Wurst ist in Deutschland im Vergleich zu 2014 um 25 Prozent zurückgegangen. Der Umfang der Tierhaltung sinkt entsprechend.

Zudem reduziert sich der Umfang der Tierhaltung auf 100 Prozent des deutschen Selbstversorgungsgrades. Die Futtermittel stammen zu 100 Prozent aus europäischem/heimischem Anbau.



## 6 Ernährung, Erträge und Flächenbedarf einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft

Die Umsetzung der Greenpeace-Ziele hat Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Nutzflächen und den landwirtschaftlichen Ertrag. Auf einem Teil der Flächen soll die Nutzung aus Klimaschutz- und Naturschutzgründen extensiviert oder ganz zurückgenommen werden. Darüber hinaus führt die Reduzierung (bis zum Verzicht) von Betriebsmitteln, von Düngemitteln und chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Xenobiotika), zu Mindererträgen. Eine zentrale Fragestellung dieser Studie ist daher, ob das Greenpeace-Zukunftsmodell in 2050 die Bevölkerung in Deutschland ernähren kann. Und wenn ja, unter welchen Bedingungen?

Hierfür ist es notwendig, Flächenbedarf und Flächenverfügbarkeit für die landwirtschaftliche Produktion in 2050 näherungsweise zu ermitteln. Ausgehend von dem aktuellen Ernährungsverhalten der deutschen Bevölkerung skizzieren wir drei mögliche Entwicklungspfade für 2050: eine große Ernährungswende mit einem deutlich reduzierten Fleischkonsum, eine kleine Ernährungswende mit reduziertem Fleischverzehr und ein weitgehend konstantes Ernährungsverhalten „as usual“.

Diese drei Modelle werden jeweils auf zwei unterschiedliche Bevölkerungszahlen (76 und 80 Millionen) bezogen. Der daraus folgende Lebensmittelbedarf und die notwendige landwirtschaftliche Fläche für die Produktion dieser Lebensmittel werden modelliert und verglichen.

Die folgende Grafik veranschaulicht die einzelnen Schritte der Modellierung, die berücksichtigten Faktoren und zugrunde liegenden Annahmen. Im Materialband werden die einzelnen Berechnungsschritte detailliert dargestellt.

## Einflussgrößen (neu)

Ernährungswende mit reduziertem Fleischkonsum bis 2050

Halbierung des Abfallfaktors von 34% (2013) auf 17% bei Lebensmitteln bis 2050

Selbstversorgungsgrad bei Fleisch, Getreide, MoPro = 100%, Obst und Gemüse = 50%;

Jahresleistung Tier: 7.400 kg Milch/Kuh, 230 Eier/Henne, 20 Ferkel/Sau

Halbierung des Ernte-/Nachernteverlustes von 4 % (2013) auf 2 % in 2050

Grundfutter/Leistungsfutter aus Deutschland + Deckung des Proteinbedarfs aus heimischem und europäischem Anbau

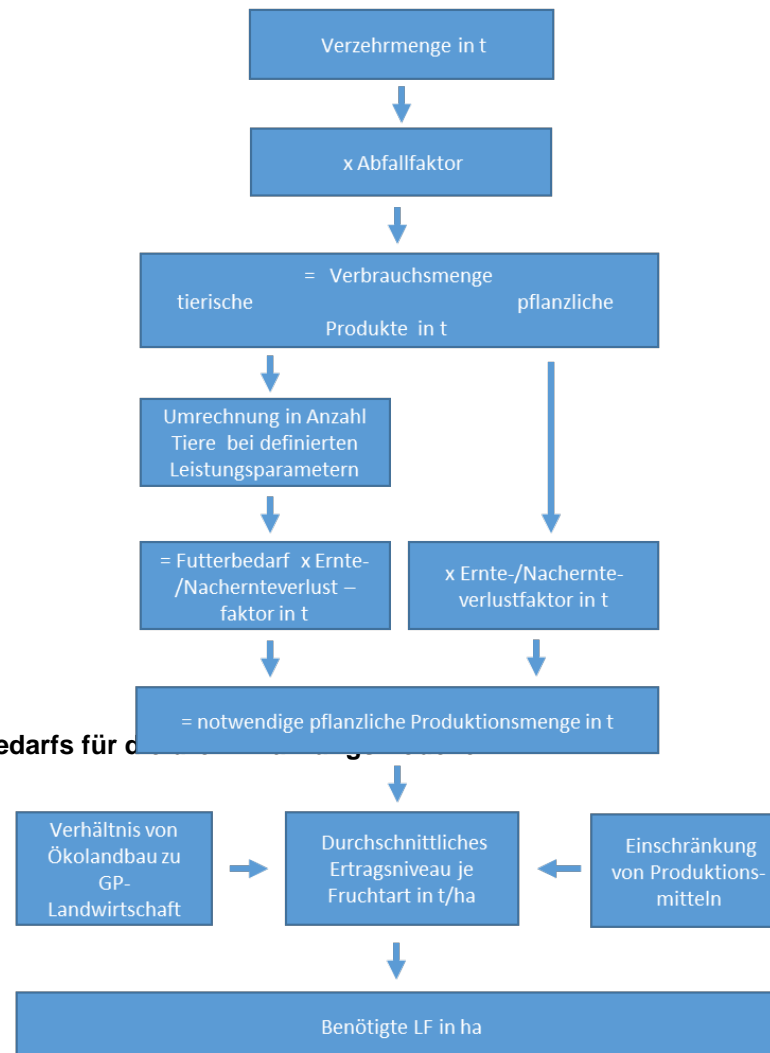
Ertragssteigerung durch technischen Fortschritt; kein Einsatz von Gentechnik

**Abbildung 4: Berechnungsweg des Flächenbedarfs für die Produktion von Fleisch**  
40% Ertragsverlust

Betriebliches Stickstoffsaldo 30 kg N/ ha  
Kein Anbau von Biomasse; stattdessen energetische Verwertung von Reststoffen

LF = 15,73 Mio. ha: 9,36 Mio. ha Ackerland, 5,28 Mio. ha Grünland, davon 30% Ökolandbau und 70% GP-Landwirtschaft

## Modellierungsweg



## Einflussgrößen (unverändert)

Gleichbleibendes Verhältnis der Fleischarten am Gesamtfleischkonsum

Gleichbleibendes Verhältnis Acker : Grünland (70:30)

Gleichbleibendes Verhältnis der Fruchtarten zueinander

Gleichbleibender Leguminosenanteil in der Fruchtfolge

Gleichbleibendes Verhältnis der Nutztierarten

Gleichbleibende Fütterungsstrategie

Bestehende agrarpolitischen Maßnahmen der EU

Gleichbleibende sozioökonomische Bedingungen

## 6.1 Datengrundlage und Annahmen

Grundlage für die Modellierungen sind die aktuell verfügbaren statistischen Daten für Landwirtschaft und Ernährung in Deutschland 2013/14. Die Fortschreibung und Extrapolation der Daten bis 2050 beruht auf wissenschaftlichen Studien und Gutachten sowie Annahmen, die im Rahmen dieses Projektes getroffen und nachvollziehbar begründet werden.

### 6.1.1 Bevölkerung und Ernährung

Für die Ableitung der Modelle ist die Ausgangsgröße der deutschen Bevölkerung in 2050 entscheidend. Angesichts aktueller Ereignisse, wie dem vermehrten Zuzug von Flüchtlingen seit 2015, haben wir uns entschieden, mit zwei Varianten, einem mittleren und einem hohen Nettozuzug, zu rechnen (Statistisches Bundesamt, 2015a):

➤ 76 Millionen Menschen (mit jährlichem Wanderungssaldo von plus 200.000 Menschen)

➤ 80 Millionen Menschen (mit jährlichem Wanderungssaldo von plus 300.000 Menschen)

#### Verzehrgewohnheiten

Ausschlaggebend für die Produktion von Lebensmitteln ist die Ernährungsweise der Bevölkerung. Aktuell (2013/2014) lassen sich in Deutschland folgende Ernährungstypen unterscheiden: Von den rund 80 Millionen Einwohnern ernähren sich 1 Prozent (0,8 Millionen) vegan, 9 Prozent (7,2 Millionen) vegetarisch und rund 15 Prozent (12 Millionen) sind Flexitarier, die sich entsprechend den Regeln der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) ernähren. Der größte Teil der Bevölkerung mit 75 Prozent (60 Millionen) ernährt sich fleischbetont und verzehrt deutlich mehr Fleisch als nach DGE „als gesund“ empfohlen (VEBU, 2013; BMEL, 2013).

Es ist schwer vorherzusagen, wie sich die Verzehrgewohnheiten bis 2050 entwickeln werden. Angesichts einer zunehmenden Diskussion über die Tierhaltung, den Fleischkonsum sowie weiterer gesundheitlicher und ethischer Aspekte der Ernährung, ist davon auszugehen, dass dies Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Erzeugung haben wird. Ziel dieser Studie ist es daher auch zu untersuchen, welche Relevanz ein verändertes Ernährungsverhalten für die Umsetzung des Zukunftsmodells einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft und die mit ihr angestrebten Ziele hat.

Wir haben daher drei verschiedene Varianten angenommen:

1. **Große Ernährungswende:** Der Anteil der Menschen mit überdurchschnittlich hohem Fleischverzehr geht massiv zurück auf einen Anteil von 25 Prozent der Bevölkerung. Dafür steigt der Anteil der Flexitarier, Vegetarier und Veganer deutlich an.
2. **Kleine Ernährungswende:** Hierbei erhöht sich jeweils der Anteil der Veganer, Vegetarier und Flexitarier leicht; der Bevölkerungsteil mit hohem Fleischverzehr geht um 20 Prozent zurück.
3. **Ernährung „as usual“:** Der Anteil der jeweiligen Ernährungstypen bleibt weitgehend konstant, nur der Großteil der Bevölkerung mit hohem Fleischkonsum geht leicht (-5 Prozent) zurück.

Aus den getroffenen Annahmen folgen unterschiedliche Verteilungen der Bevölkerung nach Ernährungstypen.

**Tabelle 1: Angenommene Verteilung der Bevölkerung nach Ernährungstypen 2050**

Ernährungstypen 2050	Vegan	Vegetarisch	Flexitarisch	Fleischbetont
Große Ernährungswende	8%	22%	45%	25%
Kleine Ernährungswende	3%	16%	31%	50%
Ernährung „as usual“	2%	10%	18%	70%

In einem nächsten Schritt werden die durchschnittlichen Verzehrsmengen pro Kopf und nach Ernährungstyp differenziert berechnet. Als Grundlage hierfür dienen die Regeln der DGE, Angaben des Vegetarierbunds Deutschland (VEBU, 2013) und der tatsächliche Pro-Kopf-Verzehr laut Versorgungsbilanzen des BMEL (2013). Die anschließenden Tabellen (2-4) stellen die Ausgangsdaten dar, die benötigt werden, um aus dem aktuellen Verzehr den Lebensmittelbedarf für die deutsche Bevölkerung in 2050 herleiten zu können.

**Tabelle 2: Empfohlener und tatsächlicher Verzehr pro Kopf in kg (Stk.) in 2013/14**

	DGE-Regeln pro Kopf in g/Tag	DGE-Regeln pro Kopf in kg/Jahr	Tatsächlicher Verzehr pro Kopf in kg/Jahr 2014
<b>Gemüse</b>	400	146	96,3
<b>Obst</b>	250	91,25	67,8
<b>Getreide</b>	300	109,5	94,9
<b>Kartoffeln</b>	200	73,0	58,7
<b>Eier (Stk.)</b>	0,4	146	214
<b>Milch</b>	250	91,25	83,2
<b>Käse</b>	60	21,9	23,9
<b>Fleisch/Wurst</b>	65	23,73	59,2
<b>Fette/Öle</b>	30	10,95	19,7

**Tabelle 3: Verzehr pro Kopf nach Ernährungstyp in g pro Tag (2013/14)**

Ernährungstyp	Vegan	Vegetarisch	Flexitarisch	Fleischbetont
	pro Kopf in g/Tag			
Gemüse	450	450	400	264
Obst	300	300	250	185
Getreide	350	300	300	260
Kartoffeln	250	250	200	161
Eier (Stk.)		0,4	0,4	0,6
Milch		200	250	228
Käse		30	60	65
Fleisch/Wurst			65	162
Fette/Öle	30	30	30	54

**Tabelle 4: Fleischverbrauch und -verzehr pro Kopf und Tierart in kg/Jahr (2013/14)**

	Verbrauch (kg/Jahr)	Verzehr (kg/Jahr)
Rind- Kalb	12,9	8,9
Schwein	52,8	38,1
Schaf-/Ziege	0,9	0,6
Geflügel*	19,4	11,6
Sonstiges	1,5	1

In Tabelle 4 wird zwischen Fleischverbrauch und -verzehr unterschieden. Der Verbrauch umfasst auch die Teile des Tieres, die nicht zum Verzehr geeignet sind. Aus dem durchschnittlichen Verbrauch (pro Kopf und Jahr) und einem Umrechnungskoeffizienten von Lebendgewicht (LG) zu Schlachtgewicht (SG) je Tierart (nach KTBL) lässt sich die durchschnittliche Anzahl an Tieren errechnen, die für den Fleischkonsum der gesamten Bevölkerung pro Jahr zur Verfügung stehen muss.

Um den Tierbedarf für die Produktion von Eiern, Milch und Käse zu ermitteln, wird die jeweilige Gesamtmenge (pro Jahr und Bevölkerung) durch die Durchschnittsleistung je Tierart dividiert. Die Milchmenge wird in die Bereiche Frischmilch und Käse aufgeteilt. Für die Käseherstellung wird mit einem Umrechnungsfaktor 1:10 gerechnet. Das heißt, um 1 kg Käse herzustellen, werden 10 kg Milch benötigt (lt. KTBL).

### **Abfallvermeidung / Abfallquote**

Neben einem veränderten Konsum ist die Vermeidung von Lebensmittelabfällen ein wesentlicher Beitrag zur Steigerung der Effizienz der Lebensmittelproduktion. Der Faktor, der hierbei berücksichtigt werden muss, ist die Abfallquote (Wastefaktor), die entlang der Produktionskette bis zum Konsumenten entsteht. Für pflanzliche Lebensmittel beträgt sie 34 Prozent. Bisher wurde nur der tatsächliche Verzehr der Lebensmittel betrachtet. Diese Verzehrmenge plus Abfallquote bilden den Verbrauch. Da wir in 2050 von einer halbierten Abfallquote ausgehen, addieren wir einen Aufschlag von 17 Prozent zu den jeweiligen Verzehrmenge, um den Verbrauch zu erhalten. Im Fall des Fleisches liegen die Verbrauchswerte schon vor (s. Tabelle 4).

Wir gehen davon aus, dass die steigende Sensibilität für dieses Thema den technischen und logistischen Fortschritt in den Verarbeitungsbetrieben und auf den landwirtschaftlichen Betrieben sowie den Umgang mit Lebensmitteln in den Haushalten verändern wird.

## **6.1.2 Landwirtschaftliche Produktion**

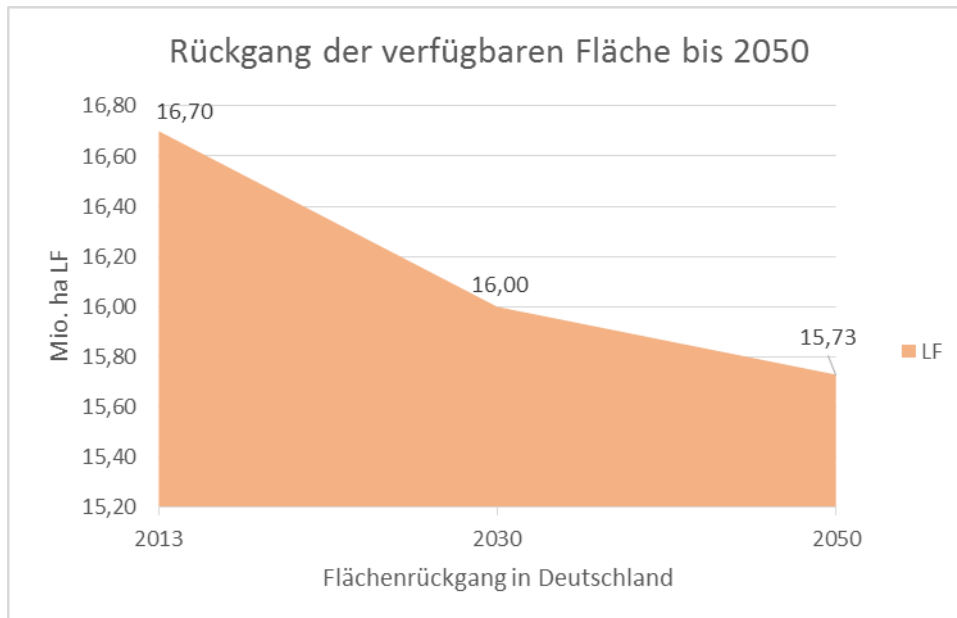
### **› Landwirtschaftliche Nutzfläche**

In 2013 betrug die landwirtschaftliche Nutzfläche rund 16,7 Millionen Hektar und das Verhältnis von Ackerland (11,7 Millionen Hektar) zu Grünland (5,01 Millionen Hektar) 70 zu 30 Prozent. Das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR, 2014) geht davon aus, dass bis 2030 der tägliche Flächenverbrauch auf 45 ha/Tag sinken wird. In der Summe geht die landwirtschaftliche Nutzfläche bis 2030 um 700.000 Hektar auf rund 16 Mio. Hektar zurück. Für unsere Kalkulation gehen wir davon aus, dass der Flächenverbrauch in 2050 bei 30 ha/Tag liegen wird. In den Jahren von 2030 bis 2050 beträgt damit der durchschnittliche, tägliche

Flächenverbrauch 37,5 ha/Tag. In diesem Zeitraum nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche demnach um weitere 273.800 Hektar ab und liegt bei 15,73 Millionen Hektar.

### Verhältnis Acker zu Grünland

Ausgehend von der Annahme, dass sich das Verhältnis von Ackerland zu Grünland (70:30) nicht grundlegend ändern wird, stehen in 2050 rund 11,01 Millionen Hektar Ackerland und 4,71 Millionen Hektar Grünland zur Verfügung.



**Abbildung 5: Verfügbare landwirtschaftliche Fläche nach Abzug des Flächenverbrauchs durch Siedlungs-, Verkehrsflächen etc. bis 2050, eigene Darstellung**

### Konventioneller und ökologischer Landbau

Das Flächenverhältnis von konventionellem zu ökologischem Landbau ist ein Faktor, der für die Berechnung des benötigten Flächenbedarfs herangezogen werden muss. Ausgehend von 6,3 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in 2014 und einer sehr verhaltenen Umstellungsrate, rechnen wir für das Jahr 2050 mit einem Flächenanteil von 30 Prozent für den ökologischen Landbau.

Im Fokus unserer Modellierungen steht die konventionelle Landbewirtschaftung, die bis 2050 schrittweise ökologisiert werden soll. Hier besteht der wesentliche Handlungsbedarf einer Ökologisierung.

### › Landwirtschaftliche Erträge

#### Pflanzenbau / einzelbetriebliche Fruchtfolgen

Grundlage für die von uns verwendete Fruchtartenverteilung im Ackerbau sind die Daten des Statistischen Bundesamtes für 2013/2014 (BMEL, 2014c). Die durchschnittlichen Ertragswerte je Fruchtart pro Hektar wurden über die letzten drei Jahre gemittelt, jeweils für den konventionellen und ökologischen Landbau (BMEL, 2014c).

Die Ökologisierung der Landwirtschaft wird zu signifikanten Änderungen der innerbetrieblichen Fruchtfolge führen. Verschiedene Faktoren beeinflussen die jeweils einzelbetriebliche Entscheidung, welche Kulturen angebaut werden und wie vielfältig die Fruchtfolge ist. Das sind beispielsweise neue Züchtungen und der Klimawandel, der Umbau der Tierhaltung mit Konsequenzen für den Futterbau oder drastisch veränderte Vorgaben für den Pflanzenbau (siehe unten).

Ganz unabhängig von der jeweils einzelbetrieblichen Fruchtfolgegestaltung gehen wir davon aus, dass die Verteilung der Kulturarten auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland vor allem durch die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohstoffen bestimmt wird. Eine Veränderung der Nachfrage bei pflanzlichen Lebensmitteln wirkt sich in unseren Berechnungen unmittelbar aus. Der Flächenbedarf sinkt oder steigt. Bei den tierischen Erzeugnissen berechnen wir den Flächenbedarf im Verhältnis zum sinkenden Fleischverzehr aufgrund derzeit typischer Futterrationen. Sich ggf. in Zukunft verändernde Futterzusammensetzungen wurden nicht berücksichtigt.

Konkrete Fruchtfolgen zu modellieren, war nicht Teil dieser Studie. Daher nehmen wir für unsere Modellierungen eine Verteilung der Fruchtarten wie im Referenzjahr 2013/2014 an.

### Technischer und züchterischer Fortschritt

Bis zum Zielhorizont 2050 wird durch Züchtung und den technischen Fortschritt das Ertragsniveau (s. Kapitel 4.7) der einzelnen Kulturpflanzenarten steigen. Auf Basis der Annahmen des Thünen-Reports (2013) ergeben sich folgende Wachstumsfaktoren je Kulturart, wobei eine Ertragsdifferenz zwischen konventionellem und ökologischem Landbau weiterhin bestehen bleibt.

**Tabelle 5: Ertragssteigerungen im konventionellen und ökologischen Landbau nach Kulturpflanzen; Wachstumsfaktor nach Thünen-Institut (2013)**

	konv. Ertrag 2013 in t/ha	öko. Ertrag 2013 in t/ha	Wachstums- faktor bis 2050	konv. Ertrag 2050 in t/ha	öko. Ertrag 2050 in t/ha
<b>Wi-Weizen/Dinkel</b>	8,04	4,00	1,20	9,65	4,80
<b>So-Weizen</b>	6,16	3,10	1,20	7,39	3,72
<b>Roggen</b>	5,86	4,00	1,20	7,03	4,80
<b>Wi-Gerste</b>	7,05	3,70	1,20	8,46	4,44
<b>So-Gerste</b>	5,68	3,00	1,10	6,25	3,30
<b>Hafer/Sommergemenge</b>	4,87	3,00	1,10	5,36	3,30
<b>Körnermais</b>	12,32	7,00	1,20	14,78	8,40
<b>Triticale</b>	6,62	3,30	1,20	7,94	3,96
<b>Körnerleguminosen</b>	3,40	2,50	1,20	4,20	3,00
<b>Kartoffeln</b>	44,00	25,00	1,10	48,40	27,50
<b>Zuckerrüben</b>	66,37	40,00	1,30	86,28	52,00
<b>Raps</b>	4,04	2,50	1,30	5,25	3,25
<b>Sonnenblumen</b>	3,90	3,00	1,00	3,90	3,00

<b>Silomais</b>	44,24	37,00	1,20	53,09	44,40
<b>Feldfutter</b>	6,92	6,00	1,00	6,92	6,00
<b>Getreide- Ganzpflanzenernte</b>	25,45	20,40	1,00	25,45	20,40
<b>Sonderkulturen (Wein, etc.)</b>	8,30	6,60	1,00	8,30	6,60
<b>Obstanlagen</b>	18,80	15,00	1,00	18,80	15,00
<b>Baumobst</b>	24,00	16,00	1,00	24,00	16,00
<b>Möhren</b>	60,00	42,00	1,00	60,00	42,00
<b>Speisezwiebeln</b>	49,00	34,30	1,00	49,00	34,30
<b>Gartenbau (Gemüse/Erdbeeren)</b>	24,20	16,90	1,00	24,20	16,90

## Tierhaltung

Als Grundlage für die Kalkulation der Tierhaltung in Deutschland dient die Agrarstrukturerhebung 2013 mit dem Stichtag 1. Mai 2013. Für die Hochrechnung auf das gesamte Jahr 2013 werden die durchschnittlichen Durchgänge pro Jahr und Tierart (nach KTBL) berücksichtigt. Auf Basis dieser Daten werden die Jahresgesamtzahlen pro Tierart berechnet.

Der Gesamtbedarf an Futtermitteln in der Tierhaltung wird mit Hilfe des Futteraufkommens aus Inlandserzeugung und Einfuhren in 2012/2013 (BMEL, 2014) hergeleitet und in Tonnen Getreideeinheiten (GE) angegeben. (siehe Materialband).

### 6.1.3 Greenpeace-Grundsätze einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft

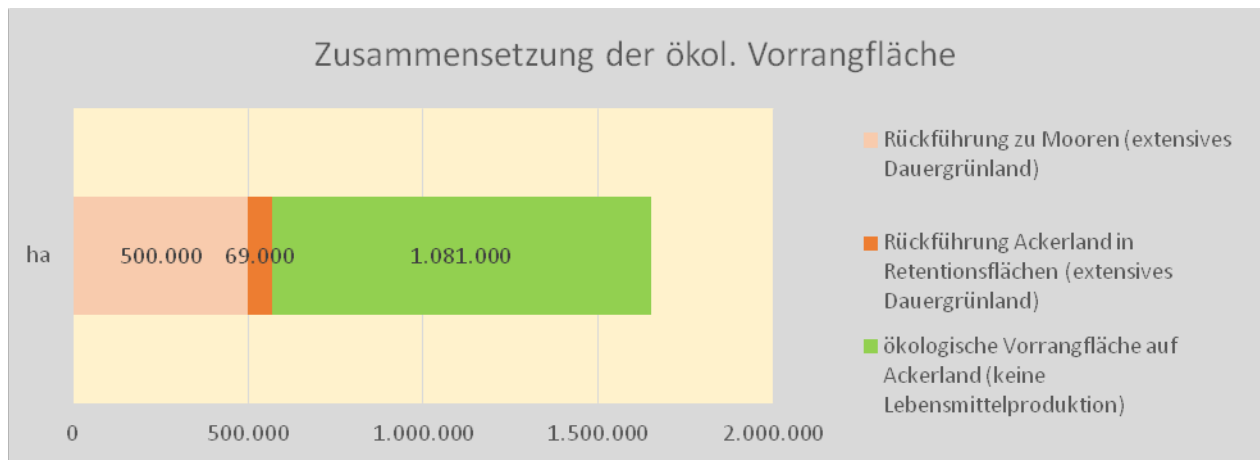
Aus dem Greenpeace-Zukunftsmodell und den aus ihm abgeleiteten Zielen folgen bestimmte Auflagen bzw. Vorgaben für die landwirtschaftliche Produktion. Soweit sich diese auf die Flächennutzung und die landwirtschaftlichen Erträge auswirken, haben wir sie bei unseren Kalkulationen einbezogen.

#### Flächen für Klimaschutz, Biologische Vielfalt und Hochwasserschutz

Für den Klimaschutz sollen 500.000 Hektar Ackerflächen auf Moorböden wiedervernässt und renaturiert werden. Die Flächen können dann als extensives Grünland (mit hohem Wasserstand) und/oder als Paludikultur genutzt werden. Ackerflächen in der rezenten Aue machen ca. 69.000 Hektar aus und sollen in extensive Grünlandnutzung überführt werden. Sie dienen als Retentionsflächen bei Hochwasserereignissen und verhindern den Stoffeintrag (Pflanzenschutz- und Düngemittel) in Oberflächengewässer. Von der gesamten Ackerfläche werden insgesamt 15 Prozent als ökologische Vorrangflächen für die Biologische Vielfalt bereitgestellt. Zu diesen Vorrangflächen zählen u. a. Hecken, Brachflächen, Ackerrand- und Blühstreifen. Da die Umwandlung von Ackerflächen zu Grünland auch positive Auswirkungen auf die Biologische Vielfalt hat, werden die auf Moorböden und in den Auen zu extensivem Grünland umgewandelten Flächen, den ökologischen Vorrangflächen zugerechnet. Damit



verbleiben 1,08 Mio. Hektar Ackerfläche, die als ökologische Vorrangflächen für die Produktion von Lebensmitteln nicht zur Verfügung stehen. Die Ernte dieser Flächen, wie z.B. Schnittmaterial aus Pflegemaßnahmen kann aber als stoffliche oder energetische Biomasse genutzt werden.



Quelle: Eigene Darstellung

### Abbildung 6: Zusammensetzung der ökol. Vorrangfläche

Überträgt man diese Flächenvorgaben auf die landwirtschaftliche Nutzfläche, so stehen im Jahr 2050 9,36 Millionen Hektar Ackerland und 5,28 Millionen Hektar Grünland für die Lebensmittelerzeugung zur Verfügung.

### Einschränkung von Betriebsmitteln

Drei wesentliche Grundsätze gelten für eine ökologisierte Landwirtschaft: der vollständige Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenmittel (Xenobiotika), die Reduzierung des betrieblichen Stickstoffüberschusses auf maximal 30 kg N pro Hektar und der Verzicht auf „grüne Gentechnik“.

#### Exkurs Pflanzenschutz:

Die Ertragseffekte von Pflanzenschutzmitteln werden von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst wie betrachtete Anbaukultur, Düngung, Witterungsverhältnisse, Schädlingsart- und intensität. (Möckel et al, 2015). Eine Literaturrecherche sowie Expertengespräche mit Herrn E.C. Oerke (Universität Bonn) und Frau H. Kehlenbeck (Julius-Kühn-Institut) haben ergeben, dass es derzeit keine verlässliche Datengrundlage gibt, um den Ertragsverlust zu ermitteln, der allein auf den Verzicht von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen ist. Häufig werden in entsprechenden Datenerhebungen nur einzelne Pflanzenschutzmittel (z.B. Fungizide) weggelassen, andere dagegen, wie Herbizide, weiterhin appliziert. Auch wird die Wirkung von vorbeugenden Kulturmaßnahmen und mechanischem Pflanzenschutz nicht differenziert und erfasst.

Daher lässt sich der Ertragsverlust, der durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika) entsteht, unter der gegebenen Datenlage nur näherungsweise schätzen. Wir beziehen uns auf die Veröffentlichung von Witzke & Noleppa (2011), die in ihrer vom Industrieverband Agrar (IVA) beauftragten Studie eine Reihe von Literaturquellen ausgewertet haben, in denen die Ertragswirkung des Pflanzenschutzes geschätzt wurde und nur teilweise auf erhobenen Daten beruht. Es handelt sich auch um internationale Studien, deren Ergebnisse eingeschränkt auf andere Länder oder Regionen übertragbar sind. Von Witzke & Noleppa (2011) kommen zu dem Schluss, dass im

Durchschnitt die Ertragsverluste bei ausbleibendem Pflanzenschutz in der Höhe von 30 bis 40 Prozent liegen. Beikräuter, Insekten und pathogene Keime unterscheiden sich in ihrer Wirkung hierbei nicht substanziell.

Mittlerweile stagnieren die Erträge von Raps und Getreide trotz hohem Pflanzenschutz-aufwand (Top agrar 10/2015). Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln sind für immer mehr Schaderreger flächendeckend nachweisbar. Hiervon ist eine wachsende Zahl von Wirkstoffen und Wirkstoffgruppen betroffen. Die Folge sind verminderte Wirkungsgrade bis hin zum völligen Wirkungsverlust bestimmter Pflanzenschutzmittel. Darüber hinaus ist mittelfristig nicht mit neuen Wirkstoffgruppen und Wirkmechanismen zu rechnen (LfULG, 2014). Die Strategie, Defizite im Pflanzenbau durch chemisch-synthetischen Pflanzenschutz zu ersetzen, zeigt sich als nicht zukunftsfähig (Top agrar 10/2015).

Auf Basis der Recherchen zu Ertragsrückgängen bei Verzicht auf chemisch-synthetischen Pflanzenschutz (s. Kasten) gehen wir für unsere Berechnungen von einem Durchschnittswert (über alle Kulturpflanzen) von 40 Prozent aus. Vor dem Hintergrund der unzureichenden Datengrundlage haben wir uns bewusst für diese konservative Annahme entschieden.

Die Reduzierung der Stickstoffüberschüsse je Hektar auf maximal 30 kg N/ha (einzelbetrieblich; gemessen im Rahmen einer erweiterten Hoftorbilanz) führt bei gutem Düngemanagement nicht zwangsläufig zu Ertragseinbußen, zumal ein reduzierter Einsatz von mineralischem Stickstoff weiterhin möglich ist. Zu dieser Einschätzung sind wir aufgrund der Auswertung der einschlägigen Literatur sowie von Expertengesprächen gekommen. Es muss einschränkend hinzugefügt werden, dass umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem geringen Überschussniveau nicht vorliegen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 2015) erwähnt in seinem Gutachten keine Ertragsrückgänge bezogen auf ein Überschussniveau von 50 kg N/ha.

In der von uns beschriebenen ökologisierten konventionellen Landwirtschaft ist die „grüne Gentechnik“ verboten. Bei unseren Annahmen für die künftige Entwicklung hat dieses grundsätzliche Verbot keine kalkulatorische Berücksichtigung gefunden, weil wir potenzielle Veränderungen der Ist-Situation berechnen. Da derzeit (Stand 2016) die „grüne Gentechnik“ in Deutschland praktisch keine Relevanz hat, muss sie auch nicht einbezogen werden.

## **Tierhaltung**

Die artgerechte Nutztierhaltung einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft richtet sich aus an Lebensleistung und Mehrnutzungsrasse. Für unsere Modellierung treffen wir folgende Annahmen: In der Milchviehhaltung bleibt die durchschnittliche Jahresmilchleistung auch im Jahr 2050 bei 7.400 kg Milch/pro Kuh (entspricht derzeitigem Durchschnittswert). Sauen haben maximal 20 Ferkel pro Jahr und eine Zweinutzungsgeflügelrasse legt durchschnittlich 230 Eier pro Henne und Jahr.

## **Reduktion von Lebensmittelabfällen**

Von wesentlicher Bedeutung für die Ermittlung der notwendigen landwirtschaftlichen Produktionsmengen ist die Abfallquote (Wastefaktor). Sie beschreibt den Verlust von Lebensmitteln entlang der Wertschöpfungskette bis zum Konsumenten. Experten gehen von einer Abfallquote von ca. 34 Prozent bei allen erzeugten Lebensmitteln aus. Im Jahr 2013 wanderten 18 Mio. Tonnen von insgesamt 54,5 Mio. Tonnen erzeugter Lebensmittel in den Abfall (WWF, 2015). In den 18 Mio. Tonnen sind Ernte- und Nachernteverluste von rund 14 Prozent enthalten. Dies entspricht ca. 4 Prozent der gesamten erzeugten Lebensmittel in Deutschland. Ziel von Greenpeace ist es, diese Verluste bis zum Jahr 2050 zu halbieren. Für

unsere Berechnungen gehen wir daher von einem Abfallfaktor in Höhe von 17 Prozent aus für die Herstellung von verarbeiteten Lebensmitteln. Für die Herstellung von Futtermitteln entstehen dagegen nur Ernte- und Nachernteverluste. Eine Halbierung der Abfallquote entspricht hier 2 Prozent.

### **Selbstversorgung mit Lebensmitteln**

In Deutschland liegt für viele Bereiche der Selbstversorgungsgrad der Bevölkerung über 100 Prozent. Wichtige Ausnahmen sind Obst und Gemüse sowie eiweißreiche Kraffutter und Eier. So lag der Selbstversorgungsgrad 2012/2013 (Versorgungsbilanzen BLE, 2013; BMEL, 2013) für Eier bei 74 Prozent, für Gemüse bei 39 Prozent und für Obst nur bei 18 Prozent.

Für unsere Modellierungen gehen wir davon aus, dass der Selbstversorgungsgrad für die wichtigsten Lebensmittel in 2050 100 Prozent beträgt. Das bedeutet: auf der vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzfläche sollten alle notwendigen Lebensmittel erzeugt werden können. Aufgrund der besonderen Situation bei Obst und Gemüse (Importe während des Winterhalbjahres sowie ganzjährig von tropischen und subtropischen Früchten) ist das Ziel, bei Obst und Gemüse einen Selbstversorgungsgrad von 50 Prozent zu erreichen.

### **Agrarexporte und -importe**

Der internationale Handel mit Agrarprodukten und der faire Austausch mit anderen Volkswirtschaften werden grundsätzlich nicht in Frage gestellt. Die Erzeugung von Überschüssen („die Eroberung von Anteilen am Weltmarkt“) ist aber kein agrarpolitisches Ziel, dagegen findet eine starke Orientierung an der Binnennachfrage statt.

Zugleich soll der Import von Agrarprodukten aus ökologisch problematischen Regionen, wie Palmöl und Soja aus Urwaldregionen, eingeschränkt und weitestgehend durch heimische und europäische Produktion ersetzt werden.

### **Biomasse**

Die Produktion eines festgelegten oder angestrebten Anteils von Biomasse für die Energieerzeugung ist keine Vorgabe. Im Rahmen der angestrebten ökologisierten konventionellen Landwirtschaft besteht allerdings ein Potenzial, um organischen Abfall aus der Tierhaltung in Biogasanlagen energetisch zu nutzen. Hinzu kommt der Aufwuchs von Flächen, die aus Gründen des Biodiversitäts- und Klimaschutzes extensiv bewirtschaftet bzw. nur gepflegt werden (Moorflächen, Ökologische Vorrangflächen).

Eine darüber hinaus gehende Erzeugung von Biomasse soll nur im Rahmen von vorhandenen „Restflächen“ erfolgen, die nicht für die Lebensmittelproduktion gebraucht werden.

## Einflussfaktoren auf das Greenpeace-Zukunftsmodell 2050

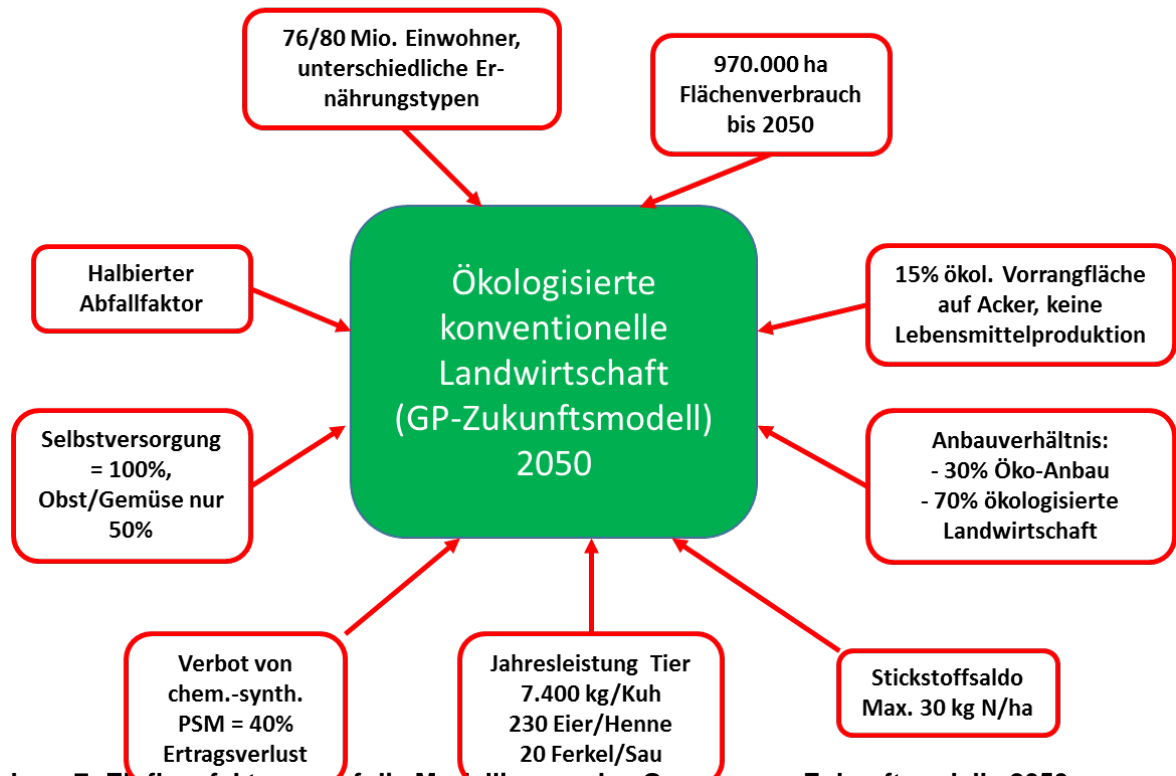


Abbildung 7: Einflussfaktoren auf die Modellierung des Greenpeace-Zukunftsmodells 2050

## 6.2 Ernährungsmodelle und Flächenbedarf

Wir nennen die folgenden drei Modelle „große Ernährungswende“, „kleine Ernährungswende“ und „Ernährung as usual“. Sie unterscheiden sich jeweils in der Verteilung der Bevölkerung nach den Ernährungstypen: vegan, vegetarisch, flexitarisch und fleischbetont (s. auch Tabelle 1). Der Anteil der Einwohner mit fleischbetonter Ernährung ist hierbei der ausschlaggebende Faktor, weil er sich markant auf den Flächenbedarf für die Produktion der benötigten Lebensmittel auswirkt.

Hinweis: Trotz einer „Ernährung as usual“ ist in 2050 mit einem leichten Rückgang an tierischen Produkten zu rechnen. Wesentlicher Treiber hierfür ist der demografische Wandel und eine leichte Zunahme der Flexitarier (s. auch Kapitel 4.2). Darüber hinaus geben wir für alle Modellierungen einen Selbstversorgungsgrad von 100 Prozent (Ausnahme Obst und Gemüse) vor. Gerade die Produktion tierischer Lebensmittel reduziert sich so um rund 20 Prozent, weil hier der Selbstversorgungsgrad in 2013 bei 120 Prozent lag.

Jedes Modell wird jeweils für zwei unterschiedliche Bevölkerungszahlen (76 Millionen und 80 Millionen) kalkuliert. Die einzelnen Berechnungsschritte werden exemplarisch für das Modell „große Ernährungswende“ mit 76 Millionen Einwohnern vorgestellt. Sie sind übertragbar auf die beiden anderen Modelle. Der ausführliche Modellierungsweg mit allen Zwischenschritten wird im Materialband aufgeführt.

### 6.2.1 Modellierung am Beispiel „große Ernährungswende“

## **Große Ernährungswende mit 76 Millionen Einwohnern in 2050**

Bei der großen Ernährungswende verteilen sich die 76 Millionen Einwohner nach Ernährungstypen wie folgt: 6,08 Mio. vegan (8 Prozent), 16,72 Mio. vegetarisch (22 Prozent), 34,2 Mio. flexitarisch (45 Prozent) und 19 Mio. fleischbetont (25 Prozent).

Der Verzehr an Lebensmitteln leitet sich von dem Ernährungsbedarf für Veganer, Vegetarier und Flexitarier aus den Empfehlungen der DGE und des VEBU ab. Für die „Fleischbetonten“ wird der Verzehr aus den tatsächlichen Werten für 2013/14 übernommen.

### **Gesamtverzehr 2050**

Die folgende Tabelle 6 zeigt die Hochrechnung des Gesamtverzehrs für 76 Millionen Einwohner in 2050. Hierbei wird für jeden Ernährungstyp der Pro-Kopf-Verzehr (in Gramm) der einzelnen Lebensmittel mit der Anzahl der Einwohner des jeweiligen Ernährungstyps multipliziert und auf ein Jahr (365 Tage) hochgerechnet. Als Summe ergibt sich ein prognostizierter Gesamtverzehr 2050 (in 1.000 Tonnen), der sich deutlich von dem tatsächlichen Gesamtverzehr in 2013 unterscheidet.

Der Verzehr tierischer Produkte geht erwartungsgemäß signifikant zurück: beim Eiverzehr um 32 Prozent, beim Milchverzehr um 11 Prozent und bei Käse um 28 Prozent. Noch ausgeprägter ist der Rückgang bei Fleisch und Wurstwaren mit 49 Prozent. Auch der Verzehr an Fetten und Ölen sinkt insgesamt um fast 37 Prozent.

Tabelle 6: Hochrechnung des Verzehrs von 76 Millionen Einwohnern in Deutschland bei großer Ernährungswende (EW)

Ernährungstypen	Verzehr 2013		Verzehr 2050 (76 Mio. Einwohner)									
	Alle		Vegan		Vegetarisch		Flexitarisch		Fleischbetont		Gesamtverzehr 2050 in 1.000 t	Veränderung Gesamtverzehr zu 2013 in %
	Verzehr pro Kopf 2013 in kg/Jahr	Gesamtverzehr 2013 in 1.000 t	Verzehr pro Kopf in g/Tag	in 1.000 t Jahr	Verzehr pro Kopf in g/Tag	in 1.000 t Jahr	Verzehr pro Kopf in g/Tag	in 1.000 t Jahr	Verzehr pro Kopf in g/Tag	in 1.000 t Jahr		
Bevölkerung in Mio.	80			6,08		16,72		34,2		19	76	
Gemüse	96,3	7.704	450	998	450	2.746	400	4.993	264	1.830	10.568	37,2
Obst	67,8	5.424	300	665	300	1.830	250	3.120	185	1.282	6.900	27,2
Getreide	94,9	7.592	350	776	300	1.830	300	3.744	260	1.803	8.155	7,4
Kartoffeln	58,7	4.696	250	554	250	1.525	200	2.496	161	1.116	5.693	21,2
Eier (Mio. Stk.)	214	17.120	0	0	0,4	2.441	0,4	4.993	0,6	4.161	11.595	-32,3
Milch	83,2	6.656	0	0	200	1.220	250	3.120	228	1.581	5.922	-11,0
Käse	23,9	1.912	0	0	30	183	60	748	65	450	1.382	-27,7
Fleisch/Wurst	60,3	4.824	0	0	0	0	65	811	162	1.123	1.934	-59,9
Fette/Öle	19,7	1.576	30	66	30	183	30	374	54	374	998	-36,6

## › Fleischverbrauch 2050 in Tierzahlen

Für die weitere Berechnung nehmen wir an, dass sich das Verhältnis der einzelnen Tierarten (Rind, Schwein, Schaf, Geflügel) im Vergleich zu 2013 nicht verändert. In der Kalkulation haben wir daher den Rückgang des Fleischverzehr gleichmäßig über alle Tierarten verteilt. An dieser Stelle muss der Verbrauch an Fleisch berücksichtigt werden. In den Mengenangaben des Gesamtverbrauchs sind auch die Mengen der nicht verzehrbaren Teile der Tiere enthalten (s. Tabelle 7). Nur aus dem Verbrauch lassen sich am Ende die benötigten Tierzahlen ermitteln.

**Tabelle 7: Verzehr und Verbrauch nach Tierarten in 2013 und bei großer Ernährungswende 2050**

	Verbrauch 2013 kg/Kopf/a	Verzehr 2013 kg/Kopf/a	Jahresverzehr 2013 in 1.000 t	Verzehr- rückgang 2050 (59%) kg/Kopf/a	Gesamtverzehr 2050 in 1.000 t	Gesamtverbrauch 2050 in 1.000 t
<b>Rind- Kalb</b>	12,9	8,9	712,0	3,6	271,3	393,2
<b>Schwein</b>	52,8	38,1	3.048,0	15,3	1.161,4	1.609,5
<b>Schaf-/Ziege</b>	0,9	0,6	48,0	0,2	18,3	27,4
<b>Geflügel</b>	19,4	11,6	928,0	4,7	353,6	591,4
<b>Sonstiges</b>	1,5	1	80,0	0,4	30,5	45,7

Über das durchschnittliche Lebendgewicht (LG) je Tierart und einen Umrechnungsfaktor von Lebendgewicht zu Schlachtgewicht (SG) lt. KTBL können die Tierzahlen ermittelt werden (s. folgende Tabelle 8).

**Tabelle 8: Umrechnung der Verbrauchsmenge Fleisch in Anzahl Tiere**

	Verbrauch gesamt in 1.000 t in 2050	LG in t/Tier	Umrechnungsfaktor LG : SG	Tieranzahl in 2050
<b>Rind- Kalb</b>	393,2	0,5000	0,56	<b>1.404.393</b>
<b>Schwein</b>	1.609,5	0,1200	0,77	<b>17.418.827</b>
<b>Schaf-/Ziege</b>	27,4	0,0600	0,48	<b>952.592</b>
<b>Geflügel</b>	591,4	0,0023	0,75	<b>342.822.717</b>
<b>Sonstiges</b>	45,7	0,0030	0,5	<b>30.482.948</b>

## › Bedarf an Milchkühen

Um den berechneten Milch- und Käsebedarf zu decken, gehen wir von einer durchschnittlichen Milchleistung von 7.400 kg pro Kuh und Jahr aus. Für die Produktion der benötigten Milchmenge in Höhe von 20,34 Mio. Tonnen werden pro Jahr rund 2,7 Mio. Kühe benötigt.

**Tabelle 9: Umrechnung des Milchbedarfs in Anzahl Kühe**

	Anzahl Kühe 2013 in 1.000 Tieren	Jahres- leistung 2013 in kg/Tier	Produktions- menge 2013 in 1.000 t	Milchbedarf 2050 in 1.000 t	Jahres- leistung 2050 in kg/Tier	Anzahl Kühe 2050 in 1.000 Tieren
<b>Milchkühe</b>	4.268	7.400	31.324	20.343	7.400	<b>2.749</b>

### › Bedarf an Legehennen

Für die Erzeugung der rund 11,5 Mrd. Eier werden, bei einer ausschließlichen Haltung von Zweinutzungsrasen mit durchschnittlicher Legeleistung von 230 Eiern pro Jahr, rund 50 Mio. Legehennen pro Jahr benötigt. Um die niedrigere Legeleistung der Zweinutzungsrasen auszugleichen, muss der Geflügelbestand um rund 5 Prozent zum Referenzwert von 48 Mio. Legehennen in 2013 aufgestockt werden.

### › Gesamtverbrauch tierischer Lebensmittel 2050 in Anzahl Tiere

Um den gesamten Bedarf an tierischen Lebensmitteln im Jahr 2050 zu decken, werden insgesamt rund 50 Prozent weniger Tiere benötigt. Dieser Rückgang betrifft alle Tierarten bis auf den Bereich der Legehennen (s.o.). Eine genaue Aufschlüsselung aller Tierarten erfolgt auf Basis der Tierzählung 2013 und ist im Materialband zu finden.

**Tabelle 10: Ausgewählter Tierbestand im Jahr 2013 und 2050 bei einer großen Ernährungswende**

	Tierbestand für das Gesamtjahr 2013	Tierbestand für das Gesamtjahr 2050
<b>Milchkühe und andere Kühe</b>	<b>4.868.500</b>	<b>2.749.109</b>
<b>Mastrinder</b>	<b>3.716.100</b>	<b>1.067.339</b>
<b>Mastschweine</b>	<b>49.719.825</b>	<b>17.418.827</b>
<b>Legehennen (einschl. Zuchthähne)</b>	<b>47.986.000</b>	<b>50.414.435</b>
<b>Masthühner und –hähne</b>	<b>709.162.880</b>	<b>335.623.440</b>

Für die Berechnung des notwendigen Futterbedarfs werden neben den Schlachttieren und milch- bzw. eierproduzierenden Tieren auch die weiteren Aufzuchtstiere berücksichtigt. Auf Basis des Futteraufkommens aus Inlandserzeugung und Einfuhr 2012/13 (BMEL, 2014c) und der Annahme einer gleich bleibenden Fütterungsstrategie, wird der Futterbedarf berechnet. Da die Anzahl der Tiere bis 2050 um rund 50 Prozent (49,7 Prozent) abgenommen haben wird, verringert sich der Futterbedarf auch um diesen Faktor. Im Vergleich zu einem Futterbedarf von 79,6 Mio. Tonnen GE in 2013 entspricht dies rund 40 Millionen Tonnen GE in 2050. Der Anteil/Bedarf an importiertem Sojaschrot geht demzufolge von 4,01 auf 2,02 Millionen Tonnen GE in 2050 zurück.



## › Erträge und Flächenbedarf Ackerland

Um den gesamten Ackerflächenbedarf für die Produktion von Lebens- und Futtermitteln in 2050 zu berechnen, gelten die bereits in Kapitel 6.1 genannten Datengrundlagen und Annahmen.

In der folgenden Tabelle 11 werden die zu erwartenden Erträge der Hauptkulturpflanzenarten für das Jahr 2050 berechnet. Die Erträge einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft sowie des Ökolandbaus in 2050 ergeben sich aus dem heutigen Ertragsniveau und einem prognostizierten Wachstumsfaktor für jede Kulturart (Thünen-Report, 2013). Das Ertragsniveau der ökologisierten konventionellen Landwirtschaft wird durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel mit einem über alle Kulturarten gemittelten Ertragsverlust in Höhe von 40 Prozent reduziert. Die Berücksichtigung kulturspezifischer Ertragsverluste ist in unserer Betrachtung nicht vorgesehen. Bei dieser Vorgehensweise kann das Ertragsniveau einzelner Fruchtarten unter dem des ökologischen Landbaus liegen. Der Grund hierfür ist, dass bei einzelnen Fruchtarten die Ertragsunterschiede zwischen dem konventionellen und ökologischen Anbausystem aufgrund von Fruchtfolge, Sortenwahl etc. schon so gering sind, dass eine zusätzliche Ertragsminderung zu Erträgen unter dem ökologischen Ertragsniveau führen kann. In der Praxis würde ein Landwirt andere Sorten und auch Bearbeitungstechniken wählen, um dem entgegen zu wirken. Tabelle 11 liefert die Gesamterträge in Tonnen je Kulturpflanzenart, die auf der gesamten verfügbaren Ackerfläche von 9,36 Mio. Hektar erwirtschaftet werden können.

**Tabelle 11: Übersicht Erträge 2014 und 2050 für Ökolandbau und konventioneller landwirtschaft, bzw. ökologischer konventioneller Landwirtschaft**

	Fläche 2014 in Mio. ha (MW)	Fläche 2050 in Mio. ha	Ökologisierte konv. Fläche 2050 in Mio ha (Anteil 70%)	Öko-Fläche 2050 in Mio ha (Anteil 30%)	Wachstums- faktor (vTi)	Konv. Ertrag 2050 x Wachstums- faktor in t/ha	Öko-Ertrag 2050 x Wachstums- faktor in t/ha	Öko-Gesamt- ertrag 2050 in t	Reduzierter Wachstums- faktor (40% Ertragsver- lust) für ökologisiert- konv. Landbau	Ökol.- konv. Ertrag 2050 In t/ha	Ökologisiert- konv. Gesamtertrag 2050 in t	Gesamtertrag ökologisiert- konv. Landwirtschaft + Ökolandbau 2050 in t
<b>Wi-Weizen/ Dinkel</b>	3,039	2,433	1,703	0,730	1,20	9,65	4,80	3.503.923	0,72	6,43	10.955.599	<b>14.459.521</b>
<b>So-Weizen</b>	0,086	0,069	0,048	0,021	1,20	7,39	3,72	76.846	0,72	4,93	237.536	<b>314.382</b>
<b>Roggen</b>	0,708	0,567	0,397	0,170	1,20	7,03	4,80	816.314	0,72	4,69	1.860.288	<b>2.676.602</b>
<b>Wi-Gerste</b>	1,176	0,942	0,659	0,282	1,20	8,46	4,44	1.254.218	0,72	5,64	3.717.456	<b>4.971.673</b>
<b>So-Gerste</b>	0,431	0,345	0,242	0,104	1,10	6,25	3,30	341.644	0,66	3,98	960.468	<b>1.302.112</b>
<b>Hafer/Sommer- gemenge</b>	0,154	0,123	0,086	0,037	1,10	5,36	3,30	122.072	0,66	3,41	294.244	<b>416.316</b>
<b>Körnermais</b>	0,501	0,401	0,281	0,120	1,20	14,78	8,40	1.010.880	0,72	9,86	2.767.565	<b>3.778.445</b>
<b>Triticale</b>	0,395	0,316	0,221	0,095	1,20	7,94	3,96	375.729	0,72	5,30	1.172.477	<b>1.548.206</b>
<b>Körnerlegu- minosen</b>	0,079	0,063	0,044	0,019	1,20	4,20	3,00	56.929	0,72	2,80	123.978	<b>180.907</b>
<b>Kartoffeln</b>	0,242	0,194	0,136	0,058	1,10	48,40	27,50	1.598.566	0,66	30,80	4.177.587	<b>5.776.153</b>
<b>Zuckerrüben</b>	0,377	0,302	0,211	0,091	1,30	86,28	52,00	4.708.985	0,78	59,73	12.621.619	<b>17.330.603</b>
<b>Raps</b>	1,389	1,112	0,779	0,334	1,30	5,25	3,25	1.084.347	0,78	3,64	2.830.646	<b>3.914.992</b>
<b>Sonnenblumen</b>	0,023	0,018	0,013	0,006	1,00	3,90	3,00	16.574	0,60	2,34	30.165	<b>46.739</b>
<b>Silomais</b>	2,045	1,637	1,146	0,491	1,20	53,09	44,40	21.810.161	0,72	35,39	40.565.590	<b>62.375.751</b>
<b>Feldfutter</b>	0,638	0,511	0,358	0,153	1,00	6,92	6,00	919.506	0,60	4,15	1.484.696	<b>2.404.201</b>

<b>Getreide-Ganzpflanzen-ernte</b>	0,071	0,057	0,040	0,017	1,00	25,45	20,40	347.913	0,60	15,27	607.655	<b>955.568</b>
<b>Sonderkultu-ren (Wein, etc.)</b>	0,105	0,084	0,059	0,025	1,00	8,30	6,60	166.462	0,60	4,98	293.074	<b>459.537</b>
<b>Obstanlagen</b>	0,063	0,050	0,035	0,015	1,00	18,80	15,00	226.994	0,60	11,28	398.299	<b>625.293</b>
<b>Baumobst</b>	0,045	0,036	0,025	0,011	1,00	24,00	16,00	172.948	0,60	14,40	363.190	<b>536.138</b>
<b>Möhren</b>	0,010	0,008	0,006	0,002	1,00	60,00	42,00	100.886	0,60	36,00	201.772	<b>302.659</b>
<b>Speisezwie-beln</b>	0,010	0,008	0,006	0,002	1,00	49,00	34,30	82.390	0,60	29,40	164.781	<b>247.171</b>
<b>Gartenbau (Gemüse/Erd-beeren)</b>	0,103	0,082	0,058	0,025	1,00	24,20	16,90	418.125	0,60	14,52	838.230	<b>1.256.355</b>
<b>Gesamtfläche in Mio. ha in 2050</b>		<b>9,360</b>	<b>6,552</b>	<b>2,808</b>								

Im nächsten Schritt erfolgt die Flächenberechnung zur Deckung des Bedarfs an Futter- und Lebensmitteln. Der Gesamtbedarf ergibt sich hierbei aus den berechneten Verzehrsmengen für dieses Modell und einem halbierten Abfallfaktor. Für diese Gesamtbedarfsmenge wird anhand des Durchschnittsertrags je Fruchtart einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft die benötigte Produktionsfläche errechnet.

**Tabelle 12: Flächenberechnung zur Deckung des Bedarfs an Futtermitteln und Lebensmitteln in 2050**

	Bedarf Futtermittel 2050 in t	Bedarf Lebensmittel 2050 in t	Wastefaktor = 1,17 für Lebensmittel*, = 1,02 für Futtermittel**	Flächen- bedarf 2050 in ha
Speisegetreide allg.		8.155.560	9.542.005*	2.029.316
Futtergetreide (inkl. Körnermais)	12.159.094		12.402.276**	2.453.087
Körnerleguminose	180.907		184.525**	69.266
Kartoffeln	301.243	5.693.635	7014.007*	245.434
Zuckerrüben		15.105.590	15.407.702**	297.228
Raps	3.531.061		3.601.682**	1.132.305
Sonnenblumen	70.000		71.400**	28.132
Feldfutter/Silomais	24.011.436		24.491.664**	870.243
Sonder-, Dauerkulturen, Obst und Gartenbau		19.280.802	23.025.746*	899.581
<b>Ackerfläche in 2050 in ha</b>				<b>8.084.575</b>

### ➤ Ergebnis große Ernährungswende bei 76 Millionen Einwohnern

In dem Modell große Ernährungswende reichen rund 8,08 Millionen Hektar Ackerfläche und 0,95 Millionen Hektar Dauergrünland für die Erzeugung der benötigten Lebensmittel (tierisch und pflanzlich) von 76 Mio. Einwohnern aus. Für den Weidegang und Raufutter der rund 6,8 Millionen Rinder müssen zusätzlich rund 2,2 Millionen Hektar Dauergrünland bereitgestellt werden. (Die Fläche wurde mit Hilfe des KTBL-Wertes von 0,33 Hektar Grünland/Rind/Jahr ermittelt.) Von der zur Verfügung stehenden Ackerfläche (9,36 Millionen Hektar) bleiben 1,27 Millionen Hektar als Restflächenpotenzial übrig.

**Hinweis:** Im Rahmen der Berechnungen haben wir festgelegt, dass eine Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft von uns dann als „umsetzbar“ eingestuft wird, wenn zwischen benötigter Fläche für die Lebensmittelproduktion und der zur Verfügung stehenden Nutzfläche eine Restfläche von rund 900.000 Hektar Ackerfläche verbleibt. Dieses Restflächenpotenzial soll einerseits dazu dienen, bestehende Unsicherheiten in der Modellierung auszugleichen,

andererseits stehen diese Flächen dann auch für Nutzungen zur Verfügung, die wir nicht explizit berücksichtigt haben (z.B. Biomasseproduktion, Export etc.).

## 6.2.2 Ergebnisse für alle Modelle

Im Folgenden werden kurz die wesentlichen Ausgangsdaten und Ergebnisse aus den Berechnungen für alle drei Modelle vorgestellt.

Die folgende Tabelle 13 zeigt den jeweiligen Gesamtverzehr in 2050, der sich in Abhängigkeit vom Grad der Ernährungswende und damit der Verteilung nach Ernährungstypen sowie von der Einwohnerzahl unterscheidet.

**Tabelle 13: Übersicht Verzehrmenngen in den verschiedenen Modellen**

	Gesamt- verzehr 2013 in 1.000 t	Große Ernährungswende 2050 in 1.000 t		Kleine Ernährungswende 2050 in 1.000 t		Ernährung "as usual" 2050 in 1.000 t	
		80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.
<b>Gemüse</b>	7.704	10.569	11.125	9.473	9.972	8.622	9.075
<b>Obst</b>	5.424	6.900	7.263	6.297	6.628	5.839	6.145
<b>Getreide</b>	7.592	8.156	8.585	7.809	8.220	7.573	7.972
<b>Kartoffeln</b>	4.696	5.694	5.993	5.271	5.548	4.957	5.218
<b>Eier (Stk.)</b>	17.120	11.595	12.206	13.537	14.250	14.758	15.534
<b>Milch</b>	6.656	5.922	6.234	6.199	6.526	6.230	6.558
<b>Käse</b>	1.912	1.383	1.456	1.551	1.632	1.645	1.731
<b>Fleisch/Wurst</b>	4.824	1.934	2.037	2.806	2.953	3.470	3.653
<b>Fette/Öle</b>	1.576	999	1.051	1.165	1.226	1.298	1.366

In der folgenden Tabelle 14 werden die für das jeweilige Modell berechneten Bedarfe an tierischen Lebensmitteln und die dafür benötigten Tierzahlen dargestellt.

**Tabelle 14: Verzehr an tierischen Erzeugnissen und entsprechenden Tierzahlen für alle Modelle**

	Tatsächlicher Verzehr/ Anzahl 2013	Große Ernährungswende 2050		kleine Ernährungswende 2050		Ernährung "as usual" 2050	
		76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.
<b>Einwohner</b>	<b>80 Mio.</b>	<b>76 Mio.</b>	<b>80 Mio.</b>	<b>76 Mio.</b>	<b>80 Mio.</b>	<b>76 Mio.</b>	<b>80 Mio.</b>
<b>Fleischverzehr in 1.000 t</b>	4.824	1.934	2.036	2.806	2.954	3.470	3.653
<b>Milchverzehr in 1.000 t</b>	31.324	20.343	21.414	22.357	23.534	23.360	24.590
<b>Eierverzehr in Mio. Stk.</b>	17.120	11.565	12.205	13.537	14.249	14.757	15.534
	<b>Bedarf in Tieranzahl</b>						
<b>Milchkühe in 1.000 Tieren</b>	4.268	2.749	2.893	3.021	3.180	3.156	3.323
<b>Mastschweine in 1.000 Tieren</b>	49.717	17.418	18.335	25.260	26.590	31.242	32.885
<b>Legehennen in 1.000 Tieren</b>	47.986	50.414	53.068	58.857	61.954	64.163	67.541
<b>Masthähnchen in 1.000 Tieren</b>	709.162	335.623	353.287	486.714	512.330	601.957	633.639
<b>Sonstige Nutztiere in 1.000 Tieren</b>	126.693	80.897	85.154	102.082	107.455	117.036	123.196
<b>Tierzahlen gesamt in 1.000 Tieren</b>	<b>937.826</b>	<b>487.101</b>	<b>512.737</b>	<b>675.934</b>	<b>711.511</b>	<b>817.554</b>	<b>860.584</b>

Aus den berechneten Tierzahlen wird der Futtermittelbedarf abgeleitet. Zusammen mit den Flächen, die für die Produktion der pflanzlichen Lebensmittel benötigt werden, ergibt sich der jeweilige Flächenbedarf für die einzelnen Ernährungsmodelle. Er entspricht dem Bedarf an Ackerfläche und Grünlandfläche, die verfügbar sein müssen, um die Ernährung der Bevölkerung je Ernährungsmodell aus heimischer Produktion (ohne Importe) sicher zu stellen. Die Differenz aus verfügbarer Ackerfläche und benötigter Ackerfläche entspricht dem Restflächenpotenzial (s. auch Hinweis S.52). Die in Tabelle 15 aufgeführten Werte für den Grünlandbedarf enthalten auch den Grünlandanteil, der für den Weidegang der Rinder (Anzahl variiert nach Ernährungsmodell) benötigt wird. Dieser wurde nach KTBL errechnet (s. S. 47).

**Tabelle 15: Flächenbedarf der unterschiedlichen Modelle bei Inlandserzeugung (ohne Import)**

	Große Ernährungswende 2050		Kleine Ernährungswende 2050		Ernährung "as usual" 2050	
	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.
<b>Einwohner</b>						
<b>Flächenbedarf Ackerland in Mio. ha</b>	8,08	8,47	8,98	9,39	9,61	10,06
<b>Restflächenpotenzial Ackerland in Mio. ha</b> (von 9,36 Mio. ha Gesamtfläche)	1,28	0,89	0,38	- 0,03	- 0,25	- 0,70
<b>Flächenbedarf Dauergrünland in Mio. ha</b> (von insgesamt 5,28 Mio. ha Grünland)	3,11	3,27	3,70	3,89	4,09	4,30

## › Ergebnisse

In dem Modell „**große Ernährungswende**“ reichen 8,47 Millionen Hektar Ackerfläche und rund 3,3 Millionen Hektar Dauergrünland aus, um die Ernährung von 80 Millionen Einwohnern in 2050 sicher zu stellen. Es verbleibt ein Restflächenpotenzial an Acker von circa 0,89 Millionen Hektar. Diese Restfläche beträgt im Fall von 76 Millionen Einwohnern sogar 1,28 Millionen Hektar.

In dem Modell „**kleine Ernährungswende**“ werden erwartungsgemäß mehr Acker- und Grünlandfläche für die Lebensmittelproduktion benötigt. Für 76 Millionen Einwohner verbleiben demnach rund 0,38 Millionen Hektar Restfläche an Acker und für 80 Millionen Einwohner werden schon 30.000 Hektar mehr benötigt als vorhanden sind. Vor dem Hintergrund unseres selbst gewählten „Grenzwertes“ von rund 900.000 Hektar Restfläche muss konstatiert werden, dass eine ökologisierte konventionelle Landwirtschaft, wie sie in dieser Studie beschrieben wird, die Bevölkerung in Deutschland bei einer kleinen Ernährungswende nicht ohne Importe versorgen kann.

Die Diskrepanz zwischen benötigter und verfügbarer Ackerfläche wächst bei einer nahezu unveränderten **Ernährung („as usual“)** der deutschen Bevölkerung in 2050. Bei 76 Millionen Einwohnern werden circa 250.000 Hektar und bei 80 Millionen Einwohnern rund 700.000 Hektar zusätzlich zu der verfügbaren Ackerfläche (9,36 Millionen Hektar) benötigt.

Demgegenüber reicht die verfügbare Grünlandfläche von 5,28 Millionen Hektar in allen drei Ernährungsmodellen für jeweils 76 und 80 Millionen Einwohner aus.

Die folgende Tabelle 16 verdeutlicht die Konsequenzen aus den Berechnungsergebnissen für die Umsetzbarkeit einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft bei unterschiedlichem Ernährungsverhalten.

**Tabelle 16: Umsetzung des Greenpeace – Zukunftsmodells bei unterschiedlichem Ernährungsverhalten**

	76 Mio. Einwohner	80 Mio. Einwohner
Große Ernährungswende	✓	✓
Kleine Ernährungswende	X	X
Ernährung „as usual“	X	X

**Fazit:** Die erfolgreiche Umsetzung des Greenpeace-Zukunftsmodell 2050 steht und fällt mit dem Ernährungsverhalten der Bevölkerung und der Reduzierung der Lebensmittelabfälle. Unter Berücksichtigung unseres Restflächenpotenzials von rund 900.000 Hektar Ackerfläche haben wir alle drei Modelle in jeweils zwei Varianten kalkuliert.

Bei großer Ernährungswende reicht die verfügbare Ackerfläche aus, um die deutsche Bevölkerung im Jahr 2050 mit 70 Prozent ökologisierte konventioneller Landwirtschaft und 30 Prozent Ökolandbau zu ernähren. Sowohl für eine kleine Ernährungswende wie auch für eine „Ernährung as usual“ trifft dies nicht zu.

## 7 Weitere Effekte

### 7.1 Auswirkungen auf den Flächenbedarf

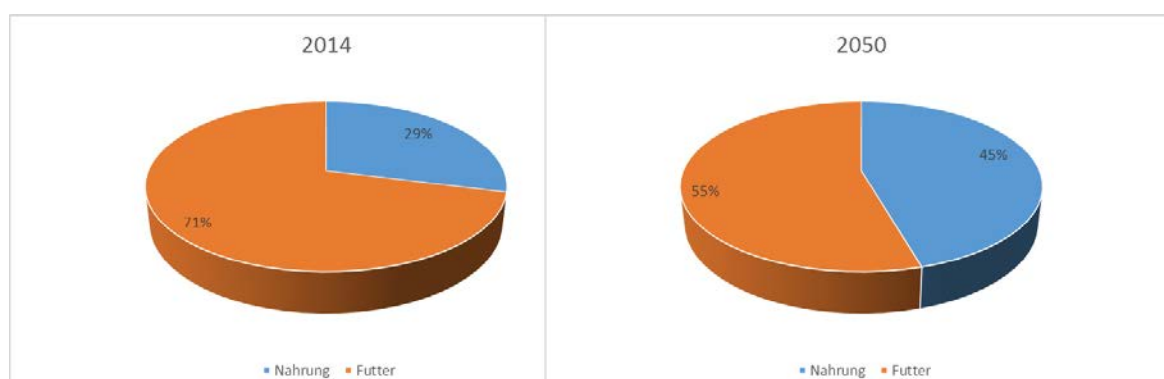
Wie bereits aufgezeigt, hat eine Ernährungswende mit einem stark sinkenden Fleischkonsum einen erheblichen Einfluss auf den Flächenbedarf für die Lebensmittelproduktion in Deutschland. In der nachfolgenden Tabelle 17 wird der Flächenbedarf für die Inlandserzeugung (ohne Importe) als Flächenwert pro Person dargestellt. Ohne Ernährungswende werden bis zu 270 m<sup>2</sup> mehr heimische Ackerfläche pro Person benötigt.



**Tabelle 17: Inlands-Flächenbedarf der unterschiedlichen Modelle (ohne Importanteile von Obst/Gemüse und Futtermitteln)**

	Große Ernährungswende 2050	Kleine Ernährungswende 2050	Ernährung "as usual" 2050
Ackerflächenbedarf pro Person zur Inlands-erzeugung	1.059 m <sup>2</sup>	1.236 m <sup>2</sup>	1.324 m <sup>2</sup>

Durch die Veränderung der Ernährungsgewohnheiten ändert sich auch das Anbauverhältnis z.B. im Getreideanbau. Wurden 2014 noch rund 71 Prozent der Getreidefläche von 5,3 Mio. Hektar für die Fütterung benötigt, sind es 2050 nur noch 55 Prozent oder 2,5 Millionen Hektar. Der Anteil des Getreides für die Lebensmittelproduktion steigt von 29 auf 45 Prozent (s. Abbildung 8).



**Abbildung 8: Veränderung des Getreideflächenanteils für Futter- und Lebensmittelproduktion**

Berücksichtigt man die Importe an Agrarprodukten, lassen sich der deutsche Gesamtflächenbedarf sowie der durchschnittliche Flächenabdruck pro Einwohner ermitteln. Im Modell der großen Ernährungswende reduziert sich der Fleischverbrauch um über 50 Prozent. Die Berechnung des benötigten Flächenbedarfs wurde auf Basis des Verbrauchs für die einzelnen Fleischarten Rind, Schwein, Schaf/Ziege und Huhn durchgeführt (Statistisches Bundesamt, 2015b). Wurden 2013 noch 974 m<sup>2</sup> für den durchschnittlichen Verzehr dieser Fleischarten pro Person benötigt, liegt der Bedarf im Jahr 2050 bei nur noch 411 m<sup>2</sup> (s. Tabelle 18).

**Tabelle 18: Flächenbedarf für ausgewählte tierische Erzeugnisse (inkl. Importfläche)**

Produkt	Flächenbedarf pro Kopf 2013 m <sup>2</sup> /kg*	Ernährung 2013 Flächenbedarf bei 80,4 Mio. Einw.		Große Ernährungswende Flächenbedarf bei 80 Mio. Einw.	
		Verbrauch in kg, 2013 pro Kopf	Flächenbedarf in km <sup>2</sup> 2013	Verbrauch in kg, 2050 pro Kopf	Flächenbedarf in km <sup>2</sup> 2050
Rindfleisch	31,4	12,9	32.579	5,4	13.681

<b>Schweinefleisch</b>	8,4	52,8	<b>35.672</b>	22,3	<b>14.980</b>	
<b>Schafs- /Ziegenfleisch</b>	15,1	0,9	<b>1.093</b>	0,4	<b>459</b>	
<b>Hühnerfleisch</b>	5,8	19,4	<b>9.050</b>	8,2	<b>3.800</b>	
<b>Gesamtbedarf in Mio. ha</b>			<b>7,84 Mio. ha</b>		<b>3,29 Mio. ha</b>	
<b>m<sup>2</sup> pro Person</b>			<b>974 m<sup>2</sup></b>		<b>411 m<sup>2</sup></b>	
*Quelle: Statistisches Bundesamt, 2015b						

Da Rindfleisch einen hohen spezifischen Flächenverbrauch hat, wirkt sich der Produktionsrückgang von Rindfleisch besonders stark aus im Vergleich zum Rückgang von Schweinefleisch.

**Tabelle 19: Vergleich des generellen Flächenbedarfs für ausgewählte tierische Erzeugnisse nach Ernährungswende (s. Tab. 18)**

	<b>Flächenbedarf tierische Erzeugnisse (s. Tab. 18) 2013</b>	<b>Große Ernährungswende 2050 (80 Mio.)</b>	<b>Kleine Ernährungswende 2050 (80 Mio.)</b>	<b>Ernährung "as usual" 2050 (80 Mio.)</b>
<b>Gesamtbedarf in Mio. ha</b>	7,84	3,29	4,53	5,61
<b>m<sup>2</sup> pro Person</b>	974	411	596	738
<b>Reduktion in % gegenüber 2013</b>		<b>-58%</b>	<b>-42%</b>	<b>-28%</b>

## 7.2 Bedarf an Futtermitteln

Verbunden mit der Reduzierung des Fleischverzehr ändert sich auch der Bedarf an Futtermitteln entsprechend. Dabei ist nicht nur ein Rückgang heimischer Futtermittel zu berücksichtigen, sondern auch der von Importware (vor allem eiweißreiches Soja). So wird, bei einer gleich bleibenden Fütterungsstrategie wie in 2013 und einem Selbstversorgungsgrad von 100 Prozent, der Sojaimport bei einer großen Ernährungswende um über 50 Prozent gesenkt.

**Tabelle 20: Veränderung des Futtereinsatzes von Sojaschrot**

	Futtermittelverbrauch Sojaschrot in 2013	Große Ernährungswende 2050		kleine Ernährungswende 2050		Ernährung "as usual" 2050	
		76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.	76 Mio.	80 Mio.
<b>Gesamt- verbrauch in Mio. t</b>	<b>4,01</b>	<b>1,79</b>	<b>1,89</b>	<b>2,27</b>	<b>2,39</b>	<b>2,61</b>	<b>2,75</b>
<b>Reduktion in % gegenüber 2013</b>		<b>-55%</b>	<b>-53%</b>	<b>-43%</b>	<b>-40%</b>	<b>-35%</b>	<b>-31%</b>

Der Rückgang des Bedarfs an Sojaschrot um 2 Millionen Tonnen bedeutet umgerechnet eine Freisetzung von ca. 1 Millionen Hektar Ackerland in Lateinamerika, welches für die Lebensmittelproduktion für die Bevölkerung vor Ort verwendet werden kann. Somit wird der Flächenverbrauch in besonders ökosensiblen Gebieten außerhalb Deutschlands um weitere 125 m<sup>2</sup> je Einwohner reduziert.

Nicht mit berücksichtigt wurden an dieser Stelle die Anstrengungen, den fehlenden Eiweißbedarf durch heimischen Leguminosen-Anbau, bzw. durch Import von Sojaschrot aus Europa, auszugleichen. Durch das Restflächenpotenzial von ca. 1,3 Millionen Hektar im Modell „große Ernährungswende“ ist hier ausreichend Spielraum vorhanden, einen wesentlichen Teil der Eiweißlücke durch heimische Produktion (z.B. Leguminosen-Anbau) zu decken. Dies hätte auch eine positive Auswirkung auf die Fruchtfolgengestaltung im Jahr 2050.

### 7.3 Fruchtfolgen

In allen Modellen sind wir von einem Anbauverhältnis der einzelnen Fruchtarten wie in 2013 ausgegangen. Durch den geringeren Futterbedarf in 2050, insbesondere im Getreidebereich, werden sich die Anbauverhältnisse verschieben. Hack- und Futterpflanzen, wie Zuckerrüben, Feldfutter oder Silomais werden deutlich weniger benötigt. Um die 50 Prozent Selbstversorgungsgrad bei Obst und Gemüse zu erreichen, muss die heutige Anbaufläche von ca. 270.000 Hektar um 630.000 Hektar ausgeweitet werden. Auch die Beschränkung des Ackerbaus auf eine vollständige Selbstversorgung und keinen Export, verändert die Fruchtfolge (s. Tabelle 21).

Bei einer großen Ernährungswende und 76 Millionen Einwohnern bleiben 1,28 Millionen Hektar Restfläche (0,89 Millionen Hektar bei 80 Millionen Einwohnern), die nicht zur Lebensmittelproduktion benötigt werden. Diese Fläche kann für die Produktion von Biomasse und/oder zum Export von Ackerfrüchten zur Verfügung stehen.

**Tabelle 21: Flächenüberschuss/Flächenbedarf bei gleich bleibender Fruchtfolge**

Modell Große Ernährungswende – 76 Mio. Einwohner	

	Fläche ohne Fruchtfolgeänderung in ha (Basis 2013)	Bedarfsfläche in ha in 2050	Flächenüberschuss/ Flächenbedarf in ha in 2050	Gesamtüberschuss/ Gesamtbedarf in ha
<b>Getreidefläche</b>	5.196.000	4.482.403	713.597	1.975.972 <b>-702.547</b>
<b>Körnerleguminosen</b>	63.000	69.266	<b>-6.266</b>	
<b>Kartoffeln</b>	194.000	245.434	<b>-51.434</b>	
<b>Zuckerrüben</b>	302.000	297.228	4.772	
<b>Raps</b>	1.112.000	1.132.305	<b>-20.305</b>	
<b>Sonnenblumen</b>	18.000	28.132	<b>-10.132</b>	
<b>Feldfutter, Silomais</b>	2.205.000	927.092	1.277.908	
<b>Sonderkulturen, Obst, Feldgemüse, Gartenbau</b>	268.000	902.714	<b>-634.714</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	9.358.000	8.084.575		

## 7.4 THG-Emissionen aus der Landwirtschaft

Greenpeace strebt die Halbierung der THG-Emissionen aus der Quellgruppe Landwirtschaft an. Dies entspricht einem Rückgang von derzeit rund 70 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten auf 35 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Im Bereich Landnutzung/Landnutzungsänderung (LULUCF) soll zusammen mit der Waldwirtschaft eine Kohlenstoffsенке entstehen. Auch hier ist eine Reduzierung der Kohlenstoffquellen wichtig, weil nicht sicher ist, ob die Senkenfunktion des Waldes zukünftig in gleichem Umfang erhalten bleibt. Daher sollen die Emissionen aus der Landnutzung (LULUCF) in Zukunft pro Jahr um 18 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente zurückgehen.

Für die Landwirtschaft sind die Tierhaltung und die Düngung die Hauptemissionsquellen von klimarelevanten Gasen. Durch die Tierhaltung wurden 2010 rund 20,2 Mio. Tonnen CH<sub>4</sub> (Verdauung) und aus dem Wirtschaftsdüngemanagement 7,8 Mio. Tonnen (N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>) emittiert. Aus den Böden stammen rund 40,8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Durch eine Reduzierung der Tierhaltung werden bei dem Modell der großen Ernährungswende und 76 Millionen Einwohnern rund 12 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente eingespart (s. hierzu Tabelle 22).

**Tabelle 22: THG-Emissionen aus der Tierhaltung 2010 und 2050 (große Ernährungswende) im Vergleich**

THG-Emissionen aus der Tierhaltung
------------------------------------

Emissionsquellen	Tierbestand 2010 in Mio.	Verdauung	Wirtschaftsdüngermanagement		Summe in Mio. t	CO <sub>2</sub> -Äq - Emission pro Tier in 2010 in t	Tierbestand 2050 bei einer großen EW (76 Mio.)	CO <sub>2</sub> -Äq - Emission in 2050 in Mio t
			CH <sub>4</sub> in Mio. t	CH <sub>4</sub> in Mio. t				
<b>Milchkühe</b>	4,2	10,9	2,32	0,84	<b>14,06</b>	3,34762	<b>2.749.109</b>	<b>9,20</b>
<b>Andere Rinder</b>	8,5	8,29	1,19	0,84	<b>10,32</b>	1,21412	<b>3.816.448</b>	<b>4,63</b>
<b>Schafe/Ziegen</b>	2,1	0,37	0,01	0,02	<b>0,4</b>	0,19048	<b>952.592</b>	<b>0,18</b>
<b>Schweine</b>	95,33	0,55	1,93	0,46	<b>2,94</b>	0,03084	<b>35.882.784</b>	<b>1,11</b>
<b>Geflügel</b>	737,7		0,09	0,05	<b>0,14</b>	0,00019	<b>436.502.724</b>	<b>0,08</b>
					<b>27,86</b>			<b>15,21</b>

Durch die Minderung des betrieblichen Stickstoffsaldos auf 30 kg N/ha in 2050 werden durchschnittlich 60 kg N/ha weniger ausgebracht als in 2013. Laut Thünen-Report (2013) führt die Einsparung von 20 kg N/ha in Deutschland zu einer Abnahme von rund 5,77 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. In der Summe werden bei einer Senkung des Stickstoffsaldos um 60 kg N/ha rund 17 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente eingespart.

Insgesamt können durch die Reduzierung der Tierhaltung (auf Eigenbedarf bei großer Ernährungswende) und die reduzierte Stickstoffdüngung 30 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Quellgruppe Landwirtschaft eingespart werden.

Die Emissionen der Quellgruppe Landnutzung (LULUCF) stammen aus der Bodennutzung sowie der Umwandlung von Wald, Brachen und Grünland in Acker. Hauptquellen der Emissionen sind die Nutzung von Moorstandorten als Ackerland und Intensivgrünland sowie der Umbruch von Grünland in Acker. Insgesamt werden dadurch jährlich 37,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittiert.

Diese Quellen aus der Landnutzung bis 2050 vollständig zu schließen, erscheint unrealistisch. Dafür müssten über 1,13 Millionen Hektar landwirtschaftliche Fläche (Acker- und Grünland) auf Moorstandorten vollständig aufgestaut und wiedervernässt sowie weitgehend aus der bisherigen Nutzung genommen werden. Durch die sukzessive Umwandlung von rund 500.000 Hektar Ackerland auf Moorstandorten in Grünland und deren Wiedervernässung können die Emissionen von 37,5 Millionen Tonnen auf etwa 18,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente halbiert werden.

Unberücksichtigt bleibt die theoretische Möglichkeit, weitere als Grünland genutzte Moorflächen wiederzuvernässen (ca. 630.000 Hektar). Aus reiner Ernährungssicht wäre dies möglich, denn einem Bedarf von rund 3,5 Millionen Hektar Grünland steht im Modell „Große Ernährungswende“ eine verfügbare Grünlandfläche von 5,28 Millionen Hektar gegenüber. Großflächige Vernässungsmaßnahmen haben aber über den Landwirtschaftssektor hinaus weitreichende Auswirkungen auf den Ländlichen Raum als Lebens- und Wohnraum. Zudem besteht Konfliktpotenzial mit bestehendem Gewerbe, Industrie und Infrastrukturen etc. Daher erscheint die fast vollständige Wiedervernässung von Moorböden bis 2050 sehr unwahrscheinlich.

**Tabelle 23: Minderungspotenzial einer ökologisierten konventionellen Landwirtschaft in 2050**

	2010 in Mio. t	2050 Reduktion der CO <sub>2</sub> -Äq. in Mio. t	Reduktion in %
CO <sub>2</sub> -Emissionen Quellgruppe Landwirtschaft	67,5	30	45%
CO <sub>2</sub> -Emissionen Quellgruppe LULUC	37,5	18,8	50%

## 7.5 Einfluss einzelner Faktoren auf die Modellrechnung

Die Auswirkungen einer Ernährungswende unterschiedlichen Ausmaßes auf die Berechnung des Flächenbedarfs haben wir bereits ausführlich dargestellt. Um die Einflussgröße anderer Faktoren abschätzen zu können, haben wir am Beispiel der großen Ernährungswende (76 Millionen Einwohner) mehrere Faktoren variiert. Bezugsgröße ist hierbei immer der Flächenbedarf.

Neben der Änderung des Ernährungsverhaltens als die wichtigste Stellschraube in der Modellberechnung, sind zwei weitere Faktoren von wesentlicher Bedeutung, a) das vollständige Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und b) die Halbierung des Abfallfaktors gegenüber 2013.

### **Ertragsverlust bei Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Xenobiotika)**

In den Modellierungen sind wir von einem über alle betrachteten Fruchtarten gemittelten Ertragsverlust in Höhe von 40 Prozent ausgegangen. Dieser Verlust ist auf das vollständige Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen und entspricht einem bewusst konservativen Wert. Fallen die Ertragsverluste geringer aus, durch z.B. unterstützende Kulturmaßnahmen oder biologischen Pflanzenschutz, reduziert sich der Flächenbedarf für die Lebensmittelerzeugung. In welchem Ausmaß dies geschieht, soll die folgende Tabelle (24) verdeutlichen. Die Ertragsverluste wurden in drei Stufen gestaffelt, die sich jeweils um 10 Prozent unterscheiden. Zwischen dem maximalen Wert von -40 Prozent und dem niedrigsten Wert von -20 Prozent liegt eine Differenz des Flächenbedarfs in Höhe von 1,25 Millionen Hektar. Ertragsverluste durch das Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln beeinflussen den Flächenbedarf signifikant, liegen in ihrem Einfluss aber etwas unter den Auswirkungen einer Ernährungswende. Der Unterschied im Flächenbedarf zwischen einer großen Ernährungswende (76 Mio. Einwohner) und einer Ernährung „as usual“ beträgt rund 1,51 Millionen Hektar. Dies entspricht rund 16 Prozent der verfügbaren Ackerfläche (9,36 Millionen Hektar).

**Tabelle 24: unterschiedlicher Flächenbedarf bei verschiedenen Ertragseinbußen beim Verbot von PSM**

	Große Ernährungswende

Ertragsverlust	- 20 %	-30%	-40%
Flächenbedarf in Mio. ha	6,57	7,34	8,08

### Reduzierung des Abfallfaktors

Einen weiteren Einfluss auf den Flächenbedarf hat der Abfallfaktor, der 2013 ca. 34 Prozent der gesamten erzeugten Lebensmittelmenge betrug. Ziel von Greenpeace ist es, diesen Faktor um die Hälfte zu reduzieren, so dass 2050 nur noch 17 Prozent der erzeugten Lebensmittel entlang der gesamten Wertschöpfungskette als Abfall anfallen.

Ein unverminderter Abfallfaktor von 34 Prozent führt dazu, dass wir schon im Modell „Große Ernährungswende“ mit einem Flächenbedarf von 8,61 Mio. Hektar unsere Restfläche von 900.000 Hektar nicht erreichen und dieses Modell nicht vollständig umsetzbar ist.

Bei einem halbierten Abfallfaktor werden rund 8 Prozent der Lebensmittelmenge und 7 Prozent der Produktionsfläche weniger benötigt. Bei einer weiteren Reduzierung des Abfallfaktors auf 75 Prozent verringert sich der Flächenbedarf zur Produktion der Lebensmittel proportional (um ca. 10 Prozent bzw. 780.000 Hektar).

**Tabelle 25: Effekte unterschiedlicher Abfallquoten auf die Produktionsmenge und den Flächenbedarf**

	Große Ernährungswende 76 Millionen				
	Unveränderte Abfallquote (2013) = 34%	Um 50% reduzierte Abfallquote = 17%	Abweichung gegenüber 2013	Um 75% reduzierte Abfallquote = 8,5%	Abweichung gegenüber 2013
Produktionsmengenbedarf in Mio. t	104,9	96,7	8%	94,4	11%
Flächenbedarf in Mio. ha	8,61	8,08	7%	7,83	10%

## 7.6 Produktion von pflanzlichen Ölen

Mit der Gewinnung von Palmöl sind in der Regel massive Umweltschäden und Beeinträchtigungen der lokalen Bevölkerung verbunden. In Deutschland wurden 2013 rund 1,4 Millionen Tonnen Palmöl und 0,13 Millionen Tonnen Palmkernöl verbraucht. Davon gingen ca. 34 Prozent in die Lebensmittel-, und Futtermittelproduktion. Der Großteil von 66 Prozent wurde als Treibstoff sowie zur Herstellung von Wasch-/Reinigungs- und Körperpflegemitteln verwendet (Forum nachhaltiges Palmöl/MEO Carbon Solution, 2015).

Ein Verzicht auf Palmöl in der Lebensmittelproduktion in 2050 muss durch die entsprechende Menge (0,5 Millionen Tonnen in 2013) an heimischen Ölen, wie z.B. Rapsöl, ersetzt werden.

2014 wurden in Deutschland rund 6,5 Millionen Tonnen (68 %) Raps erzeugt und rund 3 Millionen Tonnen (32 %) für die Verarbeitung importiert (BMEL, 2015). Aus den insgesamt 9,47 Millionen Tonnen Raps wurden rund 4 Millionen Tonnen Rapsöl gewonnen. Der Anteil des Rapsöls aus deutscher Erzeugung liegt dabei bei rund 2,7 Millionen Tonnen. Von den 4 Millionen Tonnen Rapsöl werden 30 Prozent oder 1,2 Millionen Tonnen in der Lebensmittelproduktion (Speiseöl, Lebensmittelindustrie und Futtermittel) verwendet.

Für die Fütterung in 2050 werden rund 2,1 Millionen Tonnen Rapsschrot benötigt. Bei einem Verwertungsgrad von 60 Prozent Rapsschrot zu 40 Prozent Öl entspricht dies rund 3,5 Millionen Tonnen Rapssaat (OVID, 2016). Aus dieser Menge an Rapssaat entstehen rund 1,4 Millionen Tonnen Rapsöl. Bei einer Verbrauchsmenge des Rapsöls in der Lebensmittelindustrie wie in 2013 (1,2 Millionen Tonnen Rapsöl) kann der Ölbedarf bei dem Modell „Große Ernährungswende“ in Deutschland gedeckt werden. Die Restmenge von rund 200.000 Tonnen kann als Ersatz für Palmöl verwendet werden. Um Palmöl vollständig in der Lebensmittelproduktion zu ersetzen, müssen weitere 300.000 Tonnen Rapsöl produziert werden. Hierfür werden 2050 zusätzlich 214.000 Hektar Rapsanbaufläche (Ertrag 3,5 Tonnen pro Hektar) benötigt.



## 8 Der Weg zum Greenpeace-Zukunftsmodell – die Roadmap

Zu jedem Greenpeace-Ziel gibt es eine Vielzahl an Maßnahmenvorschlägen aus Fachliteratur und agrarpolitischem Diskurs. Für die Roadmap haben wir eine Auswahl derjenigen Maßnahmen und Instrumente getroffen, die an den wesentlichen „Stellschrauben“ bzw. Treibern ansetzen und nach unserem Kenntnisstand am effektivsten zur Erreichung der Greenpeace-Ziele beitragen. Mögliche Wechselwirkungen und Synergien zwischen den vorgeschlagenen Maßnahmen und Instrumenten werden berücksichtigt und diskutiert. Um den Umsetzungsgrad und damit die Zielerreichung zu verfolgen, haben wir Meilensteine für 2030 definiert.

Unabhängig von der Maßnahmenauswahl gibt es einige übergreifende Voraussetzungen, die für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen und letztendlich für die Zielerreichung entscheidend sind:

- › Für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen stehen ausreichende **Finanzmittel** zur Verfügung. Die Quellen dieser Finanzmittel können vielfältig sein und werden von uns nicht weiter festgelegt.
- › Das bestehende Agrarumweltrecht weist, im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbereichen, ein geringeres Anforderungs- und Regelungsniveau auf. Für die Landwirtschaft gelten Sonderregelungen und sie ist von den normalen Regelungstatbeständen häufig ausgenommen. Daher müssen für bereits bestehendes **Ordnungsrecht** und noch zu entwickelnde Gesetze und Auflagen messbare Anforderungen und ein konsequenter Vollzug, auch mit Sanktionen, sichergestellt werden (Möckel et al. 2014).
- › Ein Großteil der vorgeschlagenen Maßnahmen ist über einen **Instrumentenmix** umzusetzen. Nur die Kombination der vorgeschlagenen Instrumente führt zur erfolgreichen Umsetzung; einzelne Instrumente dürfen nicht weggelassen oder „herausgepickt“ werden.

## 8.1 Ziel: Klima

Um eine Halbierung der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft bis 2050 zu erreichen (Referenzwert 2010), ist es notwendig, vor allem die Emissionen deutlich zu reduzieren, die bei Düngung, Tierhaltung und durch die Nutzung organischer Böden (insbesondere Moore) entstehen. Solange der Energieverbrauch klimarelevant ist, trägt auch eine Verringerung des Energieeinsatzes zu einer verbesserten Bilanz bei.

### 8.1.1 Indikatoren und Zielwerte

Als Indikator für die Ziele des Klimaschutzes dienen die Werte der Emissionsberichterstattung gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

#### Zielwerte 2050

In der Quellgruppe Landwirtschaft werden die Treibhausgasemissionen um 50 Prozent gegenüber 2010 reduziert. Das entspricht einer Halbierung von 70 auf 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr; insbesondere durch die Reduktion von Lachgas aus der Düngung und von Methan- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung.

Zusätzlich wird die Ackernutzung auf organischen Moorböden eingestellt und 500.000 Hektar werden bis zum Jahr 2050 wiedervernässt und renaturiert. Das entspricht einer Reduktion von rund 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten für die Quellgruppe Landnutzung; insbesondere durch die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf organischen Moorböden.

#### Meilensteine 2030

Die Treibhausgasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft sinken im Vergleich zu 2010 um 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Quellbereich Landwirtschaft und um 7,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Quellbereich Landnutzung (LULUCF).

Bis 2030 werden 150.000 Hektar Ackerfläche auf Moorböden renaturiert.

### 8.1.2 Politikansätze und Handlungsfelder

Die Landwirtschaft emittiert verschiedene Klimagase (Kohlendioxid, Methan, Lachgas, Ammoniak). Deren jeweilige Entstehung hat unterschiedliche Ursachen, aus denen sich verschiedene Handlungsfelder ergeben. Es geht vor allem darum:

1. die Emissionen aus Tierhaltung und Düngung (Methan und Lachgas) erheblich zu verringern,
2. die Freisetzung von bodengebundenem Kohlenstoff zu verhindern sowie
3. den Energieeinsatz, solange er klimarelevant ist, zu reduzieren.

### 8.1.3 Maßnahmen und Instrumente

#### 1. Verringerung von klimarelevanten Emissionen aus Tierhaltung und Düngung

##### Reduktion der Tierhaltung

Die Klimarelevanz der Landwirtschaft ist ganz wesentlich an die Tierhaltung gekoppelt. Direkte Emissionen entstehen über die Tiere selbst und die Emissionen von organischen Düngern.

Indirekt klimarelevant ist die Tierhaltung über enge Verflechtungen mit dem gesamten Düngermanagement und über die Flächeninanspruchnahme für Futtermittel. Eine Reduktion der Tierhaltung ist daher aus Gründen des Klimaschutzes sinnvoll. Folgende Instrumente können eingesetzt werden, um die Tierhaltung zu begrenzen:

#### Kurzfristig

- › Einzelbetriebliche Bodenbindung der Tierhaltung (1,5 GV/ha), zusätzlich enge Grenzen bei der Düngegesetzgebung (max. Menge Stickstoff je Hektar; Differenzierung für leicht und schwer löslichen Stickstoff) sowie Reduktion der Möglichkeiten, organische Dünger in großer Entfernung außerbetrieblich zu „entsorgen“;
- › Beendigung jeglicher Basisförderung für Stallbauten;
- › Die Steigerung der Qualität von Haltungsformen (Tierwohl) verteuert die Tierhaltung. Ein entsprechender Umbau der Tierhaltung wird tendenziell zu weniger Tieren bei gleichzeitig höherem Tierschutz führen (siehe Ziel Tierwohl).

#### Mittelfristig

- › Einführung regionaler Obergrenzen (1,0 GV/ha), aber nicht allein aus Gründen des Klimaschutzes. Weitere Gründe sind z.B. die Optimierung der Flächeninanspruchnahme für verschiedene Nutzungen: Ernährung, Naturschutz, Energie.
- › In Regionen mit bereits hohem Viehbesatz sind keine Bestandsergänzungen mehr möglich und der Ersatz von Altbauten durch Neubauten wird restriktiv gehandhabt, so dass die Gesamtbestände sinken. Es sind klare Vorgaben (Pläne) für den Zeitraum des Ab- und Umbaus zu erstellen. Die Rechte auf Stallplätze können ggf. durch Quoten handelbar gemacht werden.
- › Die Haltung von Wiederkäuern ist grundsätzlich an die Bewirtschaftung von Grünland im eigenen Betrieb zu koppeln.
- › Um die derzeit hohe Binnennachfrage nach Fleisch nicht durch Importe („Externalisierung“) zu ersetzen, ist eine unterstützende Kampagne zur Verringerung des Fleischverzehrs notwendig.
- › Unterstützt werden kann die Veränderung des Konsumverhaltens durch ökonomische Instrumente, die den Fleischkonsum verteuern (Fettsteuer, erhöhte Mehrwertsteuer etc.).
- › Die Verringerung des heimischen Konsums wird für eine Reduktion der Tierhaltung nicht ausreichen, weil die deutsche Fleischindustrie exportorientiert ist und die Liberalisierung der Weltmärkte voranschreitet. Hier sind Instrumente zu entwickeln, um eine gegenläufige Entwicklung in Gang zu bringen.

### **Technische Optimierung von Produktionsprozessen: Ackerbau, Grünland, Tierhaltung**

Landwirtschaftliche Produktionsprozesse gehen zum einen mit vielfältigen Stoffumwandlungen einher, zum anderen erfolgen sie weitgehend naturnah (im Freien, im Stall). Herausforderung für eine moderne Klima schonende Landwirtschaft ist es daher, die Naturnähe zu erhalten und gleichzeitig die in landwirtschaftlichen Prozessen entstehenden Emissionen zu minimieren. Als Beispiel: der Weidegang von Kühen muss möglich sein, auch wenn dabei die Emissionen nicht optimal minimiert werden können.

Folgende Instrumente sollten zur technischen Optimierung eingesetzt werden:

- › Festlegung klarer Mindeststandards und laufende Anpassung an die Weiterentwicklung der Technik. Ansatzpunkte hierfür sind: die Lagerung von Wirtschaftsdünger, der Um- und

Neubau von umweltgerechten Stallgebäuden und Techniken zur Ausbringung von organischem Dünger.

- › Öffentliche Förderprogramme zur Anpassung an klimafreundliche Technologien.
- › Förderung der angewandten Forschung und Entwicklung mit öffentlichen Mitteln.
- › Anpassungen der Qualitätsanforderungen an landwirtschaftliche Rohstoffe, die zu einer intensiven Düngepraxis führen (z.B. „Qualitätsdüngung“, um eine hohe Backqualität bei Weizen zu erzielen).

### **Optimierung des Düngermanagements**

Das wesentliche Ziel einer Optimierung des Düngermanagements ist es, Produktionsprozesse so zu gestalten, dass vorhandene organische Düngemittel und künstlich erzeugte Mineraldünger möglichst effizient eingesetzt werden. Folgende Instrumente sind hierbei von Bedeutung:

- › Zentral ist eine Gesetzgebung (Düngemittelgesetz, Düngeverordnung), die eine Bilanzierung von Stoffströmen ermöglicht (Hoftorbilanz, Einbeziehung aller relevanten Nährstoffträger), wirkungsvolle Begrenzungen vorsieht, klare Sanktionsmechanismen enthält und sich gleichzeitig ökonomischer Instrumente bedient, um (noch) zulässige Überschüsse mittelfristig abzubauen (Überschussabgabe). Aspekte des Klimaschutzes (Emissionen über den Pfad Düngung-Atmosphäre bzw. Stall/Düngelagerung-Atmosphäre) müssen stärker berücksichtigt werden.

Ein zusätzlicher Instrumenten-Mix bestehend aus:

- › Förderung von klimafreundlichen Produktionsverfahren,
- › begleitende Beratung sowie allgemeine Information und Fortbildung und
- › Investitionsförderung (siehe oben, Unterstützung der technischen Entwicklung),
- › Entwicklung von Konzepten zum Ausgleich regionaler (ggf. nationaler) Stickstoffbilanzen (einschließlich Instrumente zur Regulierung von Stickstoff-Stoffströmen, wie z.B. Abgaben auf N-Transporte).

## **2. Verhinderung der Freisetzung von bodengebundenem Kohlenstoff**

### **Ackerbaulich genutzte Moorböden renaturieren**

Rund 90 Prozent der Freisetzung von Kohlenstoff auf deutschen Äckern findet auf organischen Böden (Moorböden) statt. Daher trägt die Wiedervernässung und Renaturierung von Moorböden besonders viel zum Klimaschutz bei. Eine Zentrale Maßnahme für den Klimaschutz ist es, im Rahmen der Ökologisierung der Landwirtschaft 500.000 Hektar Ackerflächen auf Moorböden zu renaturieren und maximal als extensives Grünland oder als Paludikultur zu nutzen. Diese Maßnahme hat auch viele positive Auswirkungen auf die Biodiversität. Folgende Instrumente sollten zur Umsetzung eingesetzt werden:

- › Erstellung von standortspezifischen Moorschutzkonzepten, die örtliche Gegebenheiten (wie Eigentumsrechte) und Entwicklungsmöglichkeiten berücksichtigen.
- › Instrumente zur Umsetzung der Moorschutzkonzepte sind: Flächentausch, Flurbereinigung, gezielter Flächenkauf und finanzieller Ausgleich für stark extensivierte Nutzungsformen.

- › Weiterentwicklung von alternativen Nutzungsmöglichkeiten und Investitionsförderung zur Einführung entsprechender Produktionsverfahren.

### **Schutz von Dauergrünland vor Umbruch**

Beim Grünland liegt die effektivste Maßnahme im Erhalt der Bewirtschaftung. Diese Maßnahme führt zwar rein rechnerisch nicht zu einer Reduktion von Klimagasemissionen. Der Grünlandumbruch hat in der Vergangenheit jedoch kontinuierlich negative Werte zur Bilanz beigetragen. Dem muss entgegen gesteuert werden.

Der Anreiz zum Umbruch resultiert vor allem in der immer noch geringeren Wirtschaftlichkeit von Grünland gegenüber Ackerland. Ansätze dies zu ändern, waren bisher fast wirkungslos. Vor diesem Hintergrund schlagen wir vor, auf das Ordnungsrecht zu setzen. Einige Bundesländer (z.B. Baden-Württemberg) haben damit bisher gute Erfahrungen gemacht.

- › Einführung eines grundsätzlichen Umbruchverbots mit restriktiver Ausnahmeregelung.
- › Verbesserte Förderung der Grünlandnutzung; beispielsweise durch die Unterstützung krautfutterarmer und grundfutterbetonter Weidehaltungssysteme.
- › Ausreichende Förderung von extensiver (Biodiversität erhaltender und schaffender) Grünlandnutzung.

### **3. Verringerung des Energieeinsatzes in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren**

Wie in allen anderen Branchen auch, trägt die Energieeinsparung unter gegenwärtigen Bedingungen zur Reduktion von Kohlendioxid-Emissionen bei. Wenn die Umstellung der Energieträger mittel- bis langfristig voranschreitet, kann sich die Klimarelevanz des Energieverbrauchs aber erheblich verringern. In einem langfristigen Szenario ist die Verringerung des Energieeinsatzes daher vor allem ein kurz- und mittelfristig wirksamer Beitrag zum Klimaschutz.

#### **Technische Optimierung von Maschinen und Anlagen**

Der Energieverbrauch in der Landwirtschaft ist in der Vergangenheit kontinuierlich zurückgegangen, da er direkt kostenwirksam ist; ganz im Unterschied zu Methan- oder Lachgasemissionen. Die Kräfte der Marktwirtschaft bewirken bereits eine stetige Verringerung des Energieeinsatzes. Der allgemeine technische Fortschritt und Investitionen in neue Maschinen und Anlagen sind Treiber des Energiesparens. Es sind daher keine zusätzlichen Instrumente anzuwenden, um hier Fortschritte zu erreichen.

#### **Reduktion des Einsatzes von N-Mineraldünger**

Kurzfristig spielt der reduzierte Einsatz von N-Mineraldünger eine besondere Rolle, weil die Herstellung sehr energieaufwändig ist. Eine Reduktion des N-Mineraldüngereinsatzes passt zu einer Reduzierung der N-Überschüsse und der Tatsache, dass es hohe regionale Überschüsse an leicht löslichen organischen Düngern gibt, die wesentlich effizienter eingesetzt werden müssen.

Mittel- bis langfristig reduziert sich jedoch aufgrund der o.g. Verringerung der Tierhaltung die Menge an organischem Dünger und die Herstellung von N-Mineraldünger wird durch die Zunahme regenerativer Energieträger weniger klimarelevant. Mineraldünger kann auch effizienter eingesetzt werden, als die meisten leicht löslichen organischen Dünger.

Im Rahmen einer Klimaschutzstrategie wäre daher mittel- bis langfristig der Einsatz von N-Mineraldünger aus energetischen Gründen als „unproblematisch“ einzustufen (vorausgesetzt, es wird der Rahmen einer strikten Düngegesetzgebung eingehalten).

Als Instrumente für die kurzfristige Reduktion von Mineraldüngern sind zu nennen:

- Enge Grenzen für betriebliche N-Überschüsse, Überschussabgabe und effizientere Nutzung von organischen Düngern;
- Förderung des Anbaus von Leguminosen z.B. über
  - Verbesserung der Rahmenbedingungen (Saatgut, Verarbeitungsinfrastruktur u.a.m.)
  - gekoppelte Direktzahlungen
  - ordnungsrechtliche Vorgaben (z.B. über Greening, Cross Compliance, Bindung von Tierhaltung an eigenes/heimisches Ackerfutter).

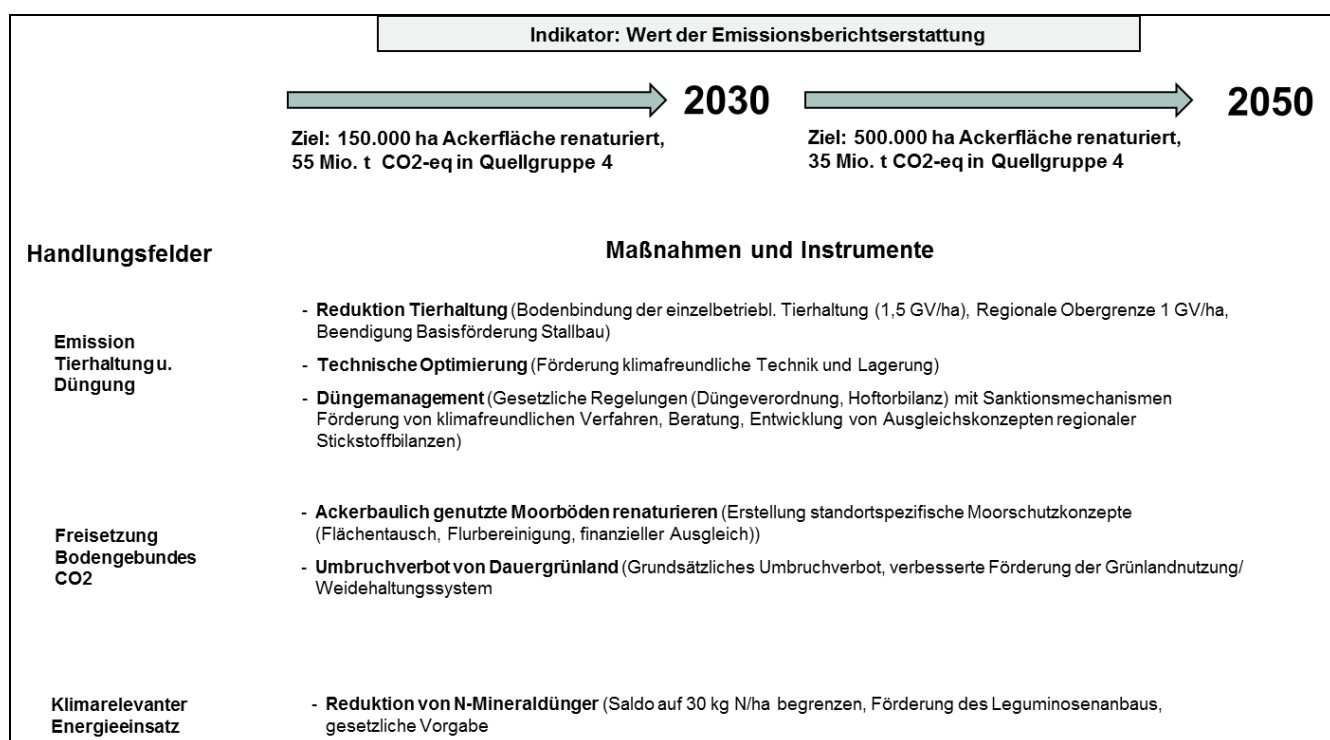


Abbildung 9: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziels: Klima

## 8.2 Ziel: Biologische Vielfalt

Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ der Nationalen Strategie für die Biologische Vielfalt (NBS) hat sich in der Agrarlandschaft weiter verschlechtert und ist auf den bisher tiefsten Wert gesunken (BMUB, 2015). Der sog. High Nature Value (HNV)-Farmland-Indikator, der den Anteil extensiv genutzter und artenreicher Landwirtschaftsflächen an der Gesamtwirtschaftsfläche anzeigt, fiel deutschlandweit von 13,1% in 2009 auf 11,8% in 2013. Dieser Rückgang ist ganz überwiegend auf den Verlust von Dauergrünland, extensiven Äckern und Brachen zurückzuführen. Weitere Ursachen für den Verlust der Agrobiodiversität sind die Eutrophierung terrestrischer und aquatischer Ökosysteme sowie die direkten toxischen und indirekten Wirkungen des chemisch-synthetischen Pflanzenschutzes.

### 8.2.1 Indikatoren und Zielwerte

Um den Grad der Zielerreichung verfolgen zu können, greifen wir auf bereits existierende Indikatoren aus der Nationalen Strategie für Biologische Vielfalt (NBS) zurück:

**Index Artenvielfalt + Landschaftsqualität:** Der Indikator fasst bundesweit Bestandsgrößen 51 repräsentativer Vogelarten der wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen in einer Maßzahl zusammen. Wir beschränken uns auf den Teilindikator „Agrarland“.

**HNV-Farmland:** Dieser Indikator muss im Rahmen von ELER regelmäßig erfasst werden. Er bilanziert den Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergflächen, Brachen und Landschaftselemente).

#### Zielwerte 2050

Die Arten- und Biotopvielfalt in der Agrarlandschaft wird sich bis 2050 deutlich verbessern. Von der als Acker genutzten Fläche sind 15 Prozent ökologische Vorrangflächen.

Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ erreicht einen Zielwert von mindestens 100 Prozent und der Anteil der High-Nature-Fläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche beträgt 25 Prozent in 2050.

#### Meilensteine 2030

Der Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“, Teilindex Agrarland, erhöht sich von 67 auf 90 Prozent bis 2030.

Der HNV-Farmland-Index steigt von 11,8 (2013) auf 18 Prozent in 2030.

Der Umfang der ökologischen Vorrangflächen auf Acker beträgt mindestens 10 Prozent.

### 8.2.2 Politikansätze und Handlungsfelder

Der Landwirtschaft als größtem Landnutzer kommt eine Schlüsselrolle für den Erhalt der Biodiversität in Deutschland zu. Vor dem Hintergrund des voranschreitenden Verlusts der Biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft setzen die vorgeschlagenen Maßnahmen und Instrumente an folgenden Handlungsfeldern an:

- Sicherung und Bereitstellung von Flächen für die Biologische Vielfalt
- Extensive Nutzung und Pflege der „Naturschutzflächen“
- Verminderung schädlicher Stoffeinträge

## 8.2.3 Maßnahmen und Instrumente

### 1. Sicherung und Bereitstellung von Flächen für die Biologische Vielfalt

#### 15 Prozent ökologische Vorrangflächen auf Acker

Die Abnahme von extensiven Äckern, Brachen, Hecken und Säumen ist ein wesentlicher Grund für den Verlust der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Ein ausreichender und dauerhaft gesicherter Anteil an ökologischen Vorrangflächen auf Ackerland wirkt dem entgegen. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass dieser Anteil mindestens 15 Prozent ausmachen muss, um eine Wirkung zu entfalten und den Ansprüchen möglichst vieler Wildtierarten gerecht zu werden.

Für die ökologischen Vorrangflächen auf Acker gelten folgende Mindeststandards: Keine Düngung und kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, späte Nutzung der Flächen (nicht vor August) und später Stoppelumbruch im Spätherbst oder Frühjahr. Ökologisch optimal ist eine gleichmäßige Verteilung und Mischung verschiedenartiger ökologischer Vorrangflächen in der Landschaft.

Folgende Flächen- und Nutzungstypen können als Vorrangflächen anerkannt werden:

- Selbstbegrünte Brachen
- Artenreiche Ackerflächen (durch Kennarten belegt)
- Ackerrandstreifen
- Blühstreifen- und flächen (ein- oder mehrjährig),
- Getreide mit doppeltem Reihenabstand (mind. 25 cm)
- Lichtäcker (Reihenabstand teilweise mind. 40 cm)
- Saumstreifen entlang von Gewässern und Wäldern
- Landschaftselemente, Terrassen
- Extensivkulturen wie Leindotter/Wicke, Lein, Linsen, seltene Kulturpflanzensorten
- Umwandlung von Acker in Grünland auf sensiblen Standorten (Moor-, Anmoorböden, entlang von Gewässern etc.)
- Heckenanlagen
- Vertragsnaturschutzflächen im Acker

- Verpflichtende Einführung von 15 Prozent ökologischer Vorrangflächen auf Acker in allen Betrieben. Die reine Bereitstellung der Fläche kann kurzfristig über das Greening der 1. Säule, wie ansatzweise bereits geschehen, erfolgen. Entscheidend ist die Einhaltung des Flächenanteils, der Mindeststandards, eine restriktive Ausnahmeregelung und der Ausschluss von Flächen, die keine positiven Effekte auf die Biodiversität haben.
- Notwendig ist die dauerhafte Sicherung der ökologischen Vorrangflächen über ordnungsrechtliche Instrumente. Landwirte, die auf Zahlungen aus der 1. Säule verzichten, können sich dieser Auflage entziehen. Eine Möglichkeit der dauerhaften Sicherung ist die Aufnahme einer pauschalen Kompensationspflicht für Landwirte in Form eines extensiven Mindestflächenanteils in das Naturschutzrecht. Damit würden unvermeidbare Beeinträchtigungen ausgeglichen werden, ohne dass die Landwirtschaft im Widerspruch zum Verursacherprinzip wie bisher weitgehend freigestellt werden muss (s. auch Möckel et al., 2014).



- › Ein qualifiziertes und betriebsspezifisches Beratungsangebot sollte bundesweit angeboten werden, um die Umsetzung und Akzeptanz der ökologischen Vorrangflächen zu unterstützen.

## **20 Prozent Extensivgrünland je Betrieb mit Grünlandflächen**

Eine große Zahl heimischer Pflanzen- und Tierarten benötigt Grünlandstandorte, die extensiv und naturschutzgerecht bewirtschaftet werden. Der quantitative und qualitative Verlust an Grünland ist aus Naturschutzsicht gravierend.

Daher sollen Betriebe mit Grünlandflächen 20 Prozent als Extensiv-Grünland bereitstellen. Diese Flächen sollten maximal 2-3 Mal pro Jahr genutzt werden, eine Mahd oder Beweidung aber erst ab dem 01.07. eines Jahres erfolgen. Randstreifen sollten vorhanden sein.

- › Verpflichtende Einführung von 20 Prozent Extensiv-Grünland in allen Betrieben mit Grünlandflächen. Die reine Bereitstellung der Fläche kann kurzfristig über das Greening der 1. Säule erfolgen. Entscheidend sind auch hier die Einhaltung des Flächenanteils, der Mindeststandards und eine restriktive Ausnahmeregelung.
- › Die dauerhafte Bereitstellung der Flächen könnte analog wie bei den ökologischen Vorrangflächen auf Acker (s.o.) erfolgen.

## **Schutz von Dauergrünland (Natura 2000, Flussauen, Moore etc.)**

Der Schutz von Dauergrünland ist eine Maßnahme, die auch für den Klimaschutz relevant ist und unter Ziel 1 bereits aufgeführt wurde.

- › Der Schutz von Dauergrünland sollte über ein grundsätzliches Umbruchverbot mit restriktiver Ausnahmeregelung umgesetzt werden.

## **Renaturierung von Moorstandorten**

Ziel der Moor-Wiedervernässung und Revitalisierung ist die Wiederherstellung der natürlichen Funktionen als Kohlenstoffsенke, Nähr- und Schadstofffilter, Wasserspeicher und Lebensraum. Eine Moor schonende Nutzung orientiert sich an einem hohen Wasserstand, so dass eine Torfzehrung stark reduziert oder ganz verhindert wird. Als Klimaschutzmaßnahme, s. Ziel 1, sollen 500.000 Hektar Ackerfläche auf Moorböden renaturiert werden

- › Konsequente Umsetzung des bestehenden Grünlandumbruchsverbots auf Moorböden, ggf. sind gesetzliche Lücken zu schließen.
- › Umbruchlose Grünlanderneuerung und der Ausschluss von Schnellwuchsplantagen (Kurzumtriebsplantagen) auf Moorstandorten gesetzlich festlegen.
- › Entwicklung von Moorschutzkonzepten. Die Konzepte einschließlich ökologischer und hydrologischer Planungen für die betroffenen Flächen sind notwendig, um eine fachlich fundierte Grundlage für die erfolgreiche Revitalisierung der Moorstandorte zu haben. Nach der Revitalisierung müssen die Flächen rechtlich abgesichert werden.
- › Die Rückführung der Ackernutzung in Dauergrünland auf Moorstandorten sollte im Wesentlichen über Förderinstrumente erfolgen. Finanzmittel werden benötigt für den Flächenkauf, Maßnahmen zum Wasserrückhalt und zur Erhöhung der Wasserstände. Unterstützend kann das Instrument des Flächentauschs eingesetzt werden. Zusätzliche Finanzmittel können über Ausgleichszahlungen aus der Eingriffsregelung genutzt werden.
- › Darüber hinaus lassen sich auch ökonomische Instrumente einsetzen: Die durch Moorwiedervernässung eingesparten CO<sub>2</sub>-Äquivalente können in einem freiwilligen

Kohlenstoffmarkt in Form von Zertifikaten (nicht aus Pflichthandel) gehandelt werden (z.B. MoorFutures).

- Förderung einer naturschutzgerechten Grünlandnutzung bzw. rentabler Nutzungsformen bei hohen Wasserständen (z.B. Paludikultur) durch entsprechende Investitionen in Moor schonende Agrartechnik und Technologien.

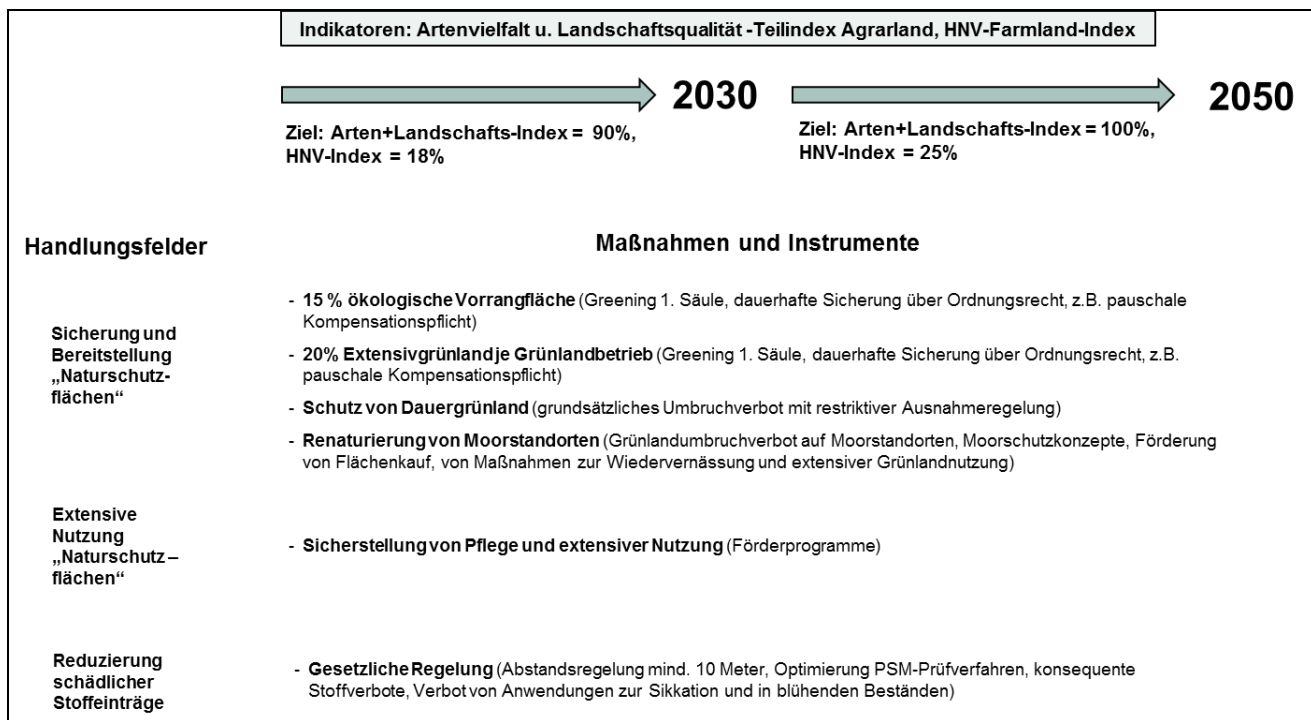
## 2. Extensive Nutzung und Pflege der „Naturschutzflächen“

Die Sicherung der vorhandenen und bereitzustellenden Flächen (ökologische Vorrangflächen) für die Biologische Vielfalt erfordert in den meisten Fällen auch eine extensive Nutzung oder Pflege. Diese Umweltleistungen müssen den Bewirtschaftern (Landwirte, Landschaftspflegeverbände etc.) leistungsgerecht vergütet werden. Im Idealfall bieten sie ihnen ein ökonomisches Standbein und eine Planungssicherheit. Eine zentrale Maßnahme ist daher, die Bereitstellung von ausreichenden Mitteln, um die Bewirtschafter für diese öffentlichen Leistungen zu bezahlen:

## 3. Verminderung schädlicher Stoffeinträge

Um Eutrophierung und den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in die Landschaft und Gewässer zu mindern und zu vermeiden, soll kurzfristig bis langfristig in erster Linie Ordnungsrecht zum Einsatz kommen. Die folgenden Maßnahmen und Instrumente decken sich teilweise mit denen unter Ziel 3 (regionale Nährstoffkreisläufe) und Ziel 4 (Schadstoffeinträge) aufgeführten.

- Kurzfristige Einführung einer gesetzlichen Abstandsregelung von mindestens 10 Metern zum Schutz von Oberflächengewässern und der Nicht-Zielorganismen in benachbarten Biotopen. Innerhalb dieser 10 Meter ist der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und von Düngemitteln komplett untersagt.
- Beseitigung von Bewertungslücken und Bewertungsunsicherheiten im gesetzlich vorgeschriebenen Prüfverfahren für Pflanzenschutzmittel und darauf aufbauend konsequente Stoffverbote auf EU-Ebene.
- Verankerung eines generellen Minimierungsgebots im Pflanzenschutzrecht für konventionellen und ökologischen Landbau. Verstöße gegen dieses Minimierungsgebot müssen mit spürbaren Sanktionen belegt sein.
- Verbot der Verwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln z.B. in blühenden Beständen (Bienenschutz) und zur Sikkation.
- Konsequentes Verbot des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in Naturschutzgebieten.
- In der Düngeverordnung sind die Auflagen im Bereich Düngemittel anspruchsvoll zu gestalten und eine Hoftorbilanz mit engen Grenzen für Überschüsse einzuführen.



**Abbildung 10: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Biologische Vielfalt**

## 8.3 Ziel: Regionale Nährstoffkreisläufe

Die Bilanzierung für Deutschland zeigt, dass etwa zwei Drittel der Verluste reaktiven Stickstoffs in die Umwelt und auch ein großer Teil an Phosphaten aus der Landwirtschaft stammen. Ziel ist es daher, regionale landwirtschaftliche Nährstoffkreisläufe zu schaffen, so dass eine weitere Anreicherung von Nährstoffen (Eutrophierung) und der Eintrag schädlicher Emissionen in Boden, Wasser und Luft verhindert werden.

Bei Phosphor ist zudem zu beachten, dass es mit dem Rückgang von abbaubaren Phosphatvorkommen erforderlich ist, Phosphor als Nährstoff so effizient wie möglich zu nutzen und Techniken zur Wiederaufbereitung, z.B. aus Klärschlamm, zu entwickeln.

### 8.3.1 Indikatoren und Zielwerte

Indikatoren sind eher indirekter Art:

- o Entwicklung der Nitrat- und Phosphatgehalte im Belastungsmessnetz Grundwasser
- o Ökologischer Zustand oberirdischer Gewässer
- o Umfang und Entwicklung Ammoniakemissionen

#### Zielwerte 2050

Der N-Bilanzüberschuss bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands liegt unter 30 kg N/ha.

100 Prozent der Grundwasser-, Oberflächenwasser- und Küstenwasserkörper haben den guten ökologischen und chemischen Zustand entsprechend den Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie erreicht.

#### Meilensteine 2030

Für alle Betriebe ist die Hoftorbilanz verpflichtend und sieht einen maximalen betrieblichen Überschuss von 50 kg je Hektar vor.

Der N-Bilanzüberschuss bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche Deutschlands liegt unter 40kg N/ha.

Der Phosphateintrag aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer ist um 40 Prozent zurückgegangen.

Der Ammoniakausstoß aus der Landwirtschaft hat im Vergleich zu 2005 um 40 Prozent abgenommen.

70 Prozent der Grundwasser-, Oberflächenwasser- und Küstenwasserkörper haben den guten ökologischen und chemischen Zustand entsprechend den Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie erreicht.

### 8.3.2 Politikansätze und Handlungsfelder

Um Nährstoffkreisläufe in einem engeren regionalen Rahmen besser zu steuern und Verluste (Emissionen) zu verringern, gibt es verschiedene Ansätze:

- Einzelbetriebliche Überschüsse reduzieren
- Stoffströme regionalisieren

- Effizienz der Stickstoffnutzung steigern
- Nachhaltige Nutzung knapper Phosphatreserven

### 8.3.3 Maßnahmen und Instrumente

#### 1. Einzelbetriebliche Überschüsse reduzieren

##### Quantifizierung und Steuerung von betrieblichen Stoffströmen

Das wesentliche Ziel einer Optimierung des Düngermanagements ist es, Produktionsprozesse so zu gestalten, dass vorhandene organische Düngemittel sowie künstlich erzeugte Mineraldünger möglichst effizient eingesetzt werden.

Die Reduktion einzelbetrieblicher Überschüsse ist auch für regionale Strategien eine zentrale Maßnahme, da regionale Begrenzungen lokale „hot spots“ nicht verhindern können. Insbesondere für den Schutz von Biodiversität und Wasser ist die Auflösung dieser „hot spots“ von zentraler Bedeutung.

- › Zentral ist eine Gesetzgebung (Düngemittelgesetz, Düngeverordnung), die eine Bilanzierung von Stoffströmen ermöglicht (Hoftorbilanz, Einbeziehung aller relevanten Nährstoffträger), wirkungsvolle Begrenzungen vorsieht, klare Sanktionsmechanismen enthält und sich gleichzeitig ökonomischer Instrumente bedient, um (noch) zulässige Überschüsse mittelfristig abzubauen (Überschussabgabe).

Instrumentenmix bestehend aus:

- › Förderung von Nährstoff-effizienten Produktionsverfahren (z.B. im Rahmen von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen oder in Kooperation mit der Wasserwirtschaft).
- › begleitende Beratung sowie allgemeine Information und Fortbildung und
- › Investitionsförderung zur schnellen Einführung technischer Entwicklungen in die Praxis.
- › Entwicklung von Konzepten zum Ausgleich regionaler (ggf. nationaler) Stickstoffbilanzen (einschließlich fiskalischer Instrumente zur Regulierung von Stickstoff-Stoffströmen, wie z.B. Abgaben auf N-Transporte).

#### 2. Stoffströme regionalisieren

##### Regionalisierung und Verringerung der Intensität von N-Stoffströmen

Eine Regionalisierung von N-Stoffströmen mit regionalen Obergrenzen (1 GV/ha) verringert überregionale und globale N-Transporte und unterstützt den Abbau von Überschüssen im einzelnen Betrieb. Mittelfristig sind daher zusätzlich zum einzelbetrieblichen Düngermanagement Strategien zu entwickeln, die dazu beitragen, regionale Stickstoffbilanzen (ggf. auch die nationale Stickstoffbilanz) in ein Gleichgewicht zu bringen.

Bausteine solcher Strategien sind neben der effizienten Bilanzierung die Anwendung von Instrumenten zur Regulierung von Stickstoff-Stoffströmen. Für die Umsetzung geeignet sind

- › Regionale, handelbare Quoten, um einzelbetriebliche Entwicklungen im Rahmen der regional maximal zulässigen Fleischerzeugung zu ermöglichen,
- › ökonomische Instrumente, die überregionale Stoffströme reduzieren (z.B. Zölle auf Importe, Abgaben auf N-Transporte),

- Aktionspläne mit einem Instrumentenmix, die regionale Kreisläufe unterstützen (z.B. Strategien für die Stärkung des Anbaus heimischer Futtermittel insbesondere Leguminosen; Strategien für engere Kooperationen innerhalb regionaler Wertschöpfungsketten,
- Kopplung der Haltung von Wiederkäuern an regional vorhandenes Grünland über Ordnungsrecht (z.B. Genehmigungsgrundlage beim Stallbau) oder über Förderpolitik (gekoppelte Förderung im Rahmen der 1. Säule).

### 3. Effizienz der Stickstoffnutzung steigern

#### Verknappung, Verteuerung bzw. In-Wert-Setzung von N-Dünger

Ziel einer Verknappung ist es, den Preis von Nährstoffen zu erhöhen, um über das Ordnungsrecht hinaus marktwirtschaftliche Anreize für ihren effizienten Einsatz zu geben. Die Reduktion der Tierhaltung (konkrete Instrumente siehe Ziel 1) und die Regionalisierung von Stoffströmen (siehe oben) tragen zu einer solchen Verknappung bei.

Zusätzlich sind marktwirtschaftliche Instrumente einzusetzen:

- Einsatz einer zielgerichteten Überschussabgabe (in Kombination mit einer flächendeckenden Hoftorbilanz), die auf den tatsächlichen ineffizienten Gebrauch von Nährstoffen abzielt.

#### Optimierung des Düngemanagements

Die Maßnahmen sind identisch mit den bei Ziel 1 (Klimaschutz) beschriebenen Maßnahmen zur Verringerung von klimarelevanten Emissionen aus Tierhaltung und Düngung: Optimierung des Düngemanagements (s. 7.1.1).

#### Technische Optimierung

Die Maßnahmen sind identisch mit den bei Ziel 1 (Klimaschutz) beschriebenen Maßnahmen zur Verringerung von klimarelevanten Emissionen aus Tierhaltung und Düngung: Technische Optimierung von Produktionsprozessen: Ackerbau, Grünland, Tierhaltung (s. 7.1.1).

### 4. Nachhaltige Nutzung knapper Phosphatreserven

Auch der Nährstoff Phosphor gelangt sowohl über die tierische Düngung als auch über Mineraldüngung auf Felder und Grünland. Anders als Stickstoff, der künstlich aus dem prinzipiell „unendlich“ vorhandenen Luftstickstoff hergestellt werden kann, sind die Phosphatvorkommen endlich. Ein Mangel ist absehbar.

#### Abbau von P-Bilanzüberschüssen

Die bisher beschriebenen Instrumente für den Abbau von Stickstoff-Überschüssen und die Regionalisierung von Nährstoff-Kreisläufen und die Reduktion und Dezentralisierung der Tierhaltung führen auch zu einer Verringerung von Phosphat-Überschüssen.

Beim Phosphat wirken zusätzlich marktwirtschaftliche Mechanismen, die mit zunehmender Verknappung noch wirkungsvoller werden. Daher dürften verpflichtende Bodenproben und entsprechende Vorgaben zur Begrenzung der mineralischen Phosphatdüngung (in der Düngemittelverordnung) ausreichen. Mit ihnen wurden bereits Verbesserungen der Phosphat-Bilanzen erzielt.

#### Erosionsschutz

Um den künftigen Mangel-Nährstoff Phosphor im landwirtschaftlichen Kreislauf zu halten und gleichzeitig eine Eutrophierung der Umwelt zu vermeiden, ist der Erosionsschutz zu verbessern. Es sind daher pflanzenbauliche Maßnahmen zum Erosionsschutz notwendig. Im Ackerbau sind dies eine reduzierte Bodenbearbeitung, Boden deckende Kulturen (inkl. Zwischenfrüchte) sowie Verfahren, bei denen Boden stabilisierende Substanzen auf dem Acker verbleiben (Stroh).

Die Pflanzendecke und das Wurzelgeflecht von Grünland schützen den Boden im Verhältnis zu Ackerböden um ein Vielfaches gegenüber Wind- und Wassererosion. Der Erhalt von Grünland oder die Umwandlung von Acker in Grünland sind daher auch aktive Erosionsschutzmaßnahmen.

Die folgenden Instrumente sind für einen wirkungsvollen Erosionsschutz einzusetzen:

- Ordnungsrechtliche Grundlagen zum Bodenschutz wie ein europäisches Boden- und Erosionsschutzgesetz,
- förderpolitische Instrumente wie Greening, Leguminosenanteil in der Fruchtfolge, gekoppelte Zahlung für bestimmte Flächennutzungen (Leguminosen, Weiderinder) und Agrarumweltmaßnahmen mit Ziel Erosionsschutz,
- In der 2. Säule (oder entsprechenden Nachfolgeprogrammen) sind Mittel für Kompensationen in besonders sensiblen Gebieten vorzusehen (Wasserschutz, Erosionsschutz), in denen besondere Maßnahmen auf der Grundlage von Schutzverordnungen vorgegeben werden.

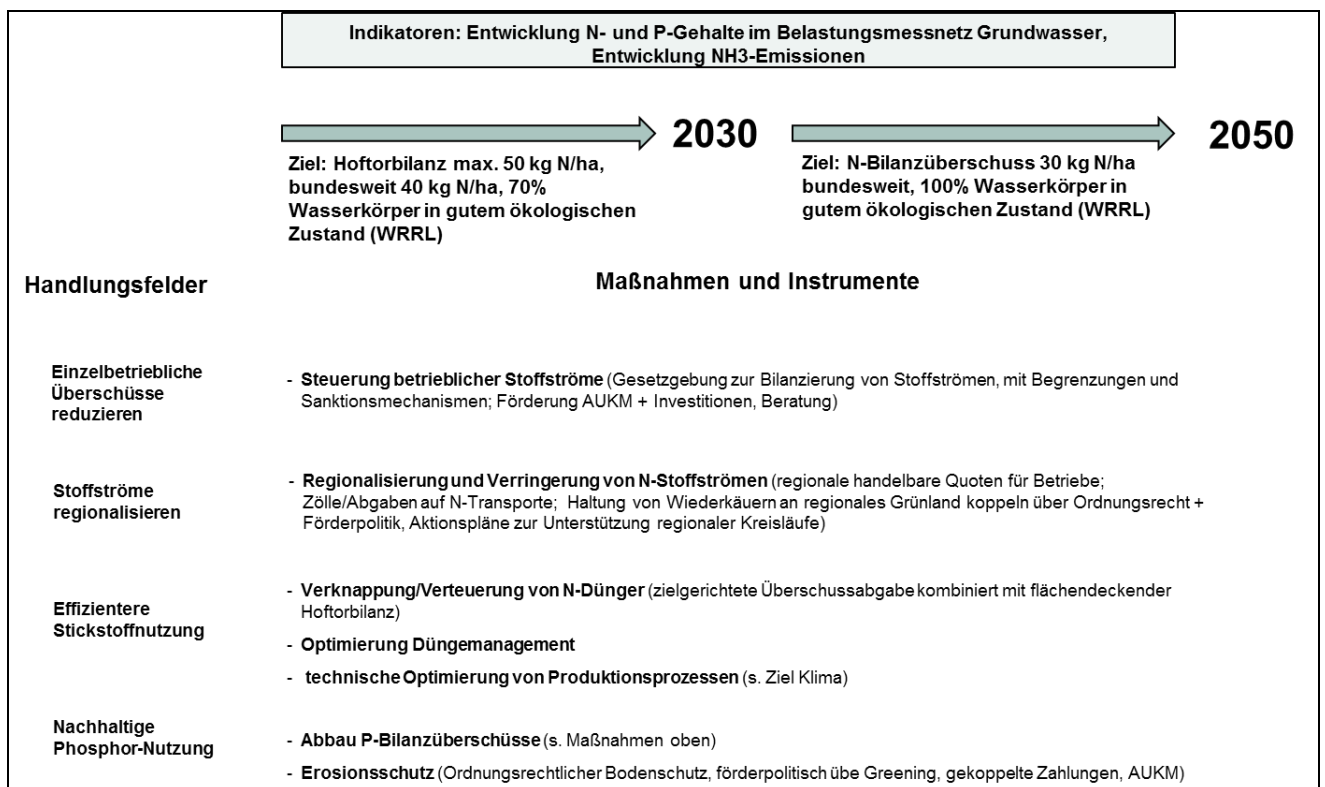


Abbildung 11: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Nährstoffkreisläufe

## 8.4 Ziel: Schadstoffeinträge

Aus der Landwirtschaft stammen eine Reihe von umweltbelastenden Stoffeinträgen wie Pflanzenschutzmittel, Düngemittel mit darin enthaltenen Schwermetallen (z.B. Blei, Cadmium, Quecksilber, Uran), Schadstoffe und Arzneimittelrückstände aus der Intensivtierhaltung (UBA, 2015). Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die übermäßige Freisetzung von reaktiven Stickstoffverbindungen, die zu einer Vielzahl von Umweltproblemen führt und auf den Eintrag von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Xenobiotika). Letzterer steht im Fokus dieses Kapitels, da die Maßnahmen gegen die Stickstoff-Problematik bereits in den Kapiteln 9.1, 9.2 und 9.3 ausführlich behandelt werden.

Obwohl moderne Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe in der Regel mit immer geringeren Mengen die gewünschte Wirkung erzielen und die Landwirtschaftsfläche leicht zurückgeht, ist die Menge der in Deutschland verkauften Wirkstoffe in den letzten 20 Jahren wieder deutlich angestiegen. Nach aktuellen Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA, 2016a und 2016b) werden pro Jahr durchschnittlich 8,8 kg Pflanzenschutzmittel bzw. 2,8 kg Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff je Hektar Anbaufläche eingesetzt.

Die Intensität des chemischen Pflanzenschutzes ist ökologisch nicht nachhaltig und gefährdet das Erreichen wesentlicher Ziele der Umwelt- und Naturschutzpolitik. Eine konsequente Minimierung ist daher erforderlich und das Argument vom „notwendigen Maß“ wird als unangemessene Legitimation für die Abhängigkeit der konventionellen Landwirtschaft vom chemisch-synthetischen Pflanzenschutz zurück gewiesen (UBA, 2016b).

### 8.4.1 Indikatoren und Zielwerte

#### Zielwerte 2050

Umwelt und Lebensmittel werden in 2050 nicht mehr durch chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Xenobiotika), Stickstoffüberschüsse oder Phosphatauswaschungen belastet. Es sind keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel mehr für den Einsatz zugelassen.

#### Meilensteine 2030

Der gesamte Pestizidabsatz (in Tonnen) geht um 50 Prozent (Referenz 2013) zurück.

Hormonell wirksame Chemikalien (Endocrine Disrupting Chemicals / EDC) sowie cancerogene, mutagene und reproduktionstoxische Pflanzenschutzmittel sind verboten.

Die Zulassung bienengefährdender Pestizide ist endgültig ausgelaufen.

### 8.4.2 Politikansätze und Handlungsfelder

Die im nächsten Abschnitt aufgeführten Maßnahmen und Instrumente beziehen sich auf folgende Bereiche:

- Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln
- Schadstoffeinträge minimieren und unterbinden

### 8.4.3 Maßnahmen und Instrumente



## 1. Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln

Bei den zu erwartenden Umweltwirkungen von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln bleiben Restrisiken, weil langfristige Folgen nicht abgeschätzt werden können und die Pflanzenschutzmittel isoliert geprüft werden, obwohl die Kulturpflanzen mehrmalig pro Saison und mit verschiedenen Pflanzenschutzmitteln behandelt werden (Behandlungsregimes). Darüber hinaus werden indirekte Effekte auf die Biodiversität, wie die Reduzierung des Nahrungsangebotes für Wildtiere (z.B. das Rebhuhn), die in der Folge weiter in ihrem Bestand abnehmen, im Prüfverfahren nicht angemessen berücksichtigt (UBA, 2016a). Folgende Maßnahmen sind zu ergreifen:

- Kurzfristig: Beseitigung von Bewertungslücken und Bewertungsunsicherheiten im gesetzlich vorgeschriebenen Prüfverfahren für Pflanzenschutzmittel.
- Mittelfristig: Bewertung gefährlicher Wirkstoffe ausschließlich anhand unerwünschter Stoffeigenschaften und nicht mehr über quantitative Risikobewertungen. Die Ausschlusskriterien der europäischen Zulassungsverordnung (= persistente, toxische, bioakkumulierende oder hormonschädigende Stoffeigenschaften) sollen maßgebend für das Verbot auf europäischer Ebene sein. Eine entsprechende Ausgestaltung der Kriterien muss noch erfolgen.

## 2. Schadstoffeinträge minimieren und unterbinden

Integraler Bestandteil des Greenpeace-Zukunftsmodells ist der fast vollständige Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel bis 2050. Der Weg dorthin verläuft schrittweise und beinhaltet unterschiedliche Maßnahmen und Instrumente, die teilweise aufeinander aufbauen.

Begleitend zu der kontinuierlichen Einschränkung und dem Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel spielen ackerbauliche Anpassungsmaßnahmen eine wichtige Rolle. Stagnierende Erträge und zunehmende Resistenzen verdeutlichen, dass sich Defizite im konventionellen Pflanzenbau nicht durch chemisch-synthetischen Pflanzenschutz ersetzen lassen. Die folgenden, **vorbeugenden Kulturmaßnahmen** können dagegen den Druck durch Schaderreger deutlich reduzieren:

- Auswahl robuster, an örtliche Bedingungen angepasster Sorten (ausgewogenes Verhältnis von Ertrag, Qualitätsmerkmalen, Pflanzengesundheit und Anbauverhalten);
- Saattermine nach phytosanitären Aspekten (Frühsaaten führen zunehmend bspw. zu Virusinfektionen und Pilzbefall);
- Gestaltung vielfältiger Fruchtfolgen, Erweiterung auch durch Zwischenfrüchte;
- Anbaupausen;
- Ausfallsamen-Management (fehlende Brachzeiten in den Stoppeln als Ursache für stark steigende Verunkrautung);
- Stärkerer Wechsel von Winterungen und Sommerungen mit positiven Fruchtfolgeeffekten.

### Minimierung von Schadstoffeinträgen

Zur Reduktion des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln eignen sich überwiegend ordnungsrechtliche Instrumente, die durch weitere Instrumente ergänzt werden:

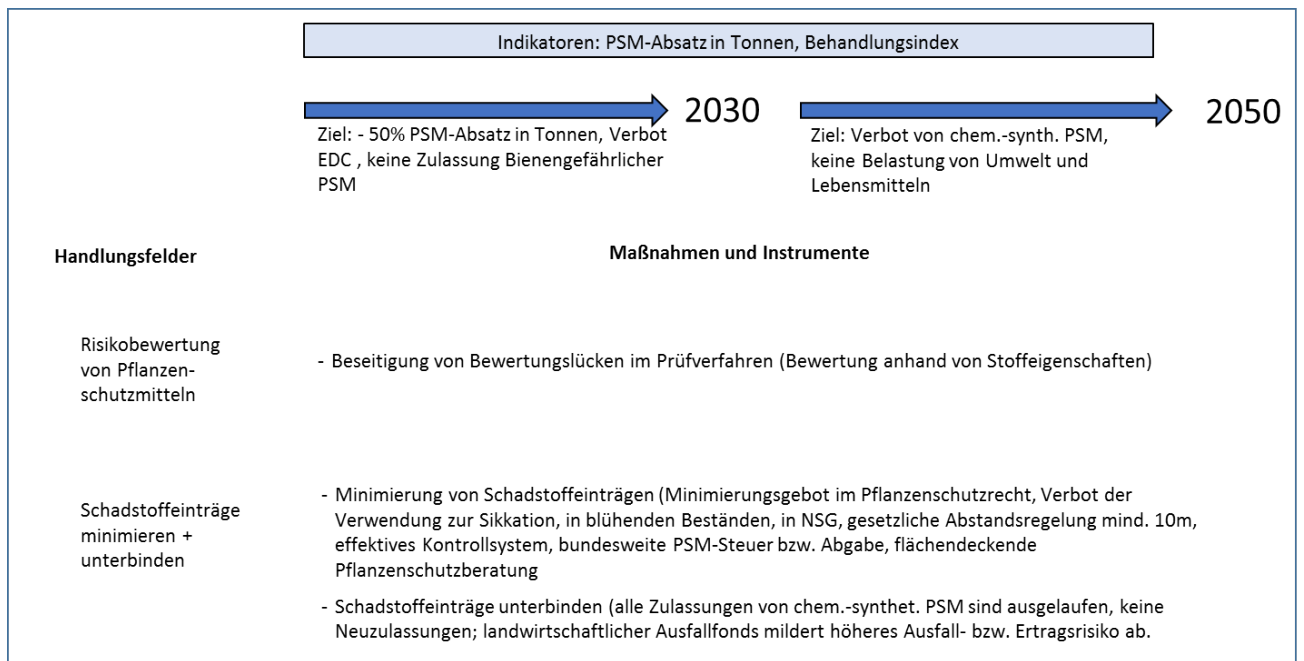
- Verankerung eines generellen Minimierungsgebots im Pflanzenschutzrecht für konventionellen und ökologischen Landbau. Verstöße gegen dieses Minimierungsgebot müssen mit spürbaren Sanktionen belegt sein.
- Beschränkungen der Verwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln z.B. in blühenden Beständen und zur Sikkation sind einzuführen.
- Konsequentes Verbot des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in Naturschutzgebieten und mindestens starke Einschränkung in Trinkwasserschutzgebieten.
- Einführung einer gesetzlichen Abstandsregelung von mindestens 10 Metern zum Schutz sensibler Gebiete wie Gewässer und Biotope.
- Gewährleistung eines wirksamen und unabhängigen Kontrollsystems mit wirksamer Kontrollquote und regelmäßiger - zufälliger und anlassbezogener – Kontrolle der Betriebe.
- Flächendeckende Anlage dauerhaft natürlich bewachsender Rand- und Pufferstreifen.
- Einführung einer bundesweiten Pflanzenschutzmittel-Steuer bzw. -Abgabe, die nach Umwelt- und Gesundheitsrisiko gestaffelt ist. Kurzfristig kann sie zur Substitution bestimmter Pflanzenschutzmittel führen und langfristig den Markt und die Preise so beeinflussen, dass Alternativen zum chemisch-synthetischen Pflanzenschutz kosteneffizient und attraktiv werden. Gleichzeitig beteiligt die Abgabe Hersteller, Händler und Anwender an den durch den Pflanzenschutzmittel-Einsatz verursachten sozialen Folgekosten (Stichwort: Internalisierung).
- Finanzierung von Schutzmaßnahmen, von Forschung und Entwicklung alternativer Pflanzenschutzkonzepte sowie einzelbetriebliche Beratungen zum ökologischen Pflanzenschutz über die Einnahmen aus der Pflanzenschutzmittel-Steuer bzw. -Abgabe.
- Einrichtung einer flächendeckenden, unabhängigen Pflanzenschutzberatung, die Kapazitäten für Initiativberatung hat, Fortbildungen anbietet und besondere Kompetenz im alternativen/biologischen Pflanzenschutz aufweist.

### Schadstoffeinträge unterbinden

Wenn die vorangegangenen Maßnahmen und Instrumente ihre Wirkung entfaltet und zu einer deutlichen Minderung der Schadstoffeinträge geführt haben, soll mittel- bis langfristig der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel fast vollständig untersagt werden.

Als Folge des kompletten Ausstiegs aus dem chemisch-synthetischen Pflanzenschutz müssen die Fruchtfolgen mehrgliedriger und deutlich verändert werden (s. auch vorbeugende Kulturmaßnahmen). Um große Ertragsverluste (ab einer festzulegenden Schadschwelle) für betroffene Landwirte abzufedern, soll eine finanzielle Kompensation gewährleistet werden.

- Bis 2050 sind alle Zulassungen von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln ausgelaufen; Neuzulassungen gibt es nicht.
- Eine landwirtschaftliche Ausfallversicherung soll als flankierende Maßnahme eingerichtet werden. Ziel ist es, das potenziell höhere Ausfall- bzw. Ertragsrisiko für den einzelnen Landwirt abzumildern.



**Abbildung 12: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Schadstoffeinträge**

## 8.5 Ziel: Tierwohl

Das Thema Tierwohl/Tierschutz ist ein aktuelles, emotional beladenes Gesellschaftsthema, das sich mit unterschiedlichen Aspekten auseinandersetzt: von den Haltungformen über nicht-kurative Behandlungen bis hin zum prophylaktischen Medikamenteneinsatz. Dabei befindet sich Deutschland im Bereich Tierschutz in Europa im „gehobenen Mittelfeld“. Dies gilt sowohl für die Vollständigkeit von Detailregelungen im Bereich der Nutztierhaltung, als auch für das Regelungsniveau und die Anzahl freiwilliger Programme für bestimmte Marktsegmente (WBA, 2015).

Das Greenpeace-Ziel sieht eine grundsätzlich veränderte Tierhaltung vor. Die Nutztiere werden ihren Bedürfnissen entsprechend artgerecht gehalten, der Zugang zu Freiland ist selbstverständlich. Kurative Eingriffe sind verboten und der Einsatz von Antibiotika ist stark reglementiert (keine Prophylaxe). Zuchtziele spiegeln diesen Wandel wider und setzen auf Robustheit, Lebensleistung und Mehrnutzungsformen.

### 8.5.1 Indikatoren und Zielwerte

Als Indikatoren, um die Wirksamkeit von Tierschutz-Maßnahmen zu messen, eignen sich bspw. der Anteil der Atemwegserkrankungen, der Schwanz- und Brustverletzungen, Lahmheit sowie der Medikamenteneinsatz. Ein weiterer Indikator ist der Anteil an tierartgerechten Haltungformen bzw. Stallbauten. Diese Indikatoren werden bisher nicht oder nicht systematisch erfasst. Um Fortschritte bei der Umsetzung von Tierschutz-Maßnahmen messen zu können, muss daher ein nationales Tierwohl-Monitoring (WBA, 2015) aufgebaut werden.

#### **Zielwerte 2050**

Nutztiere werden artgerecht gehalten. Das Tierwohl ist verbindlicher Standard der Tierhaltung.

#### **Meilensteine 2030**

Verbindlicher Tier-TÜV für Stallneubauten/Umbauten ist eingeführt.

Kurative Eingriffe (Schnabel-, Schwanzkürzen) finden nicht mehr statt.

Kritische Haltungformen (z.B. ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen, Kastenstand für Sauen) sind verboten.

### 8.5.2 Politikansätze und Handlungsfelder

Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls setzen in der landwirtschaftlichen Tierproduktion an folgenden drei Handlungsfeldern an:

- Haltungformen und tierartgerechter Stallbau
- Tiergesundheit
- Tiermanagement (Bestandgrößen, Managementformen, Zuchtlinien)

## 8.5.3 Maßnahmen und Instrumente

### 1. Haltungsformen und tierartgerechter Stallbau

Für die Umsetzung eines tierartgerechten Stallbaus bis zum Jahr 2050 müssen die aktuellen Erkenntnisse aus der Wissenschaft fortlaufend in der Gestaltung des Platzangebotes, der Stallklimazonen und der Funktionsräume berücksichtigt werden. Folgende Instrumente sind einzusetzen:

- › Festlegung gesetzlicher Mindeststandards (z.B. Verbot von Anbindehaltung und Sauenkastenstand) für eine artgerechte Tierhaltung und Stallbau bis 2030. Für die einzelnen Tierarten werden verbindliche Übergangsfristen definiert.
- › Flankierende Förderprogramme der 2. Säule unterstützen den artgerechten Stallbau (bis 2030).
- › Einrichtung eines verpflichtenden TÜV bis 2030, der die Zulassung von tierartgerechten Serienstalleinrichtungen und Schlachtstätten regelmäßig überwacht.
- › Einrichtung eines Beratungsangebotes zu artgerechten Haltungsformen und Stallbau.
- › Förderung der wissenschaftlichen Forschung zur Weiterentwicklung artgerechter Haltungsformen.

### 2. Tiergesundheit

- › In dem Bereich Tiergesundheit geht es vor allem um den Arzneimitteleinsatz, Amputationen und die Schlachtung. Bei Letzterer steht die stressfreie Gestaltung des Schlachtvorgangs im Vordergrund. Folgende Maßnahmen sind einzusetzen:
- › Ordnungsrechtliche Vorgaben zur Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes bis 2030 mit Übergangsfristen.
- › Ordnungsrechtliches Verbot von nicht-kurativen Eingriffen (wie Schwanz- und Schnabelkürzen) mit Übergangsfristen.
- › Förderung der angewandten Forschung zur Vermeidung des Auftretens von Problemen wie Schwanzbeißen.
- › Als Mindeststandards für die Genehmigung von Schlachtstätten wird das Vorhandensein von stressfreien, artgerechten Warte- und Betäubungseinrichtungen festgelegt. Die Standards werden von dem Stall- und Schlachtungs-TÜV (s. o) regelmäßig kontrolliert.

### 3. Tiermanagement

Das Tierwohl ist neben den räumlichen Gegebenheiten wesentlich von der Qualifikation und dem Management des Tierhalters abhängig. Folgende Maßnahmen und Instrumente setzen hier an:

- › Bereitstellung eines öffentlich geförderten und fortlaufenden Weiterbildungsangebotes zur Verbesserung der Qualifikation von Tierhaltern.
- › Ein Sachkundenachweis „artgerechtes Tiermanagement/Tierhaltung“ wird verbindlich für den Erhalt von öffentlichen Fördergeldern im Bereich Tierhaltung.
- › Einführung einer gesetzlichen Bindung der Tierhaltung (Herdengröße) in Höhe von 1,5 GV/ha je Betrieb bis 2035 sowie einer regionalen Obergrenze von 1 GV/ha und einer maximalen Bestandsobergrenze bis 2050.

- Ein Forschungs- und Innovationsprogramm „Tiermanagement“ wird eingerichtet zur Weiterentwicklung von Mehrnutzungslinien und deren Management.

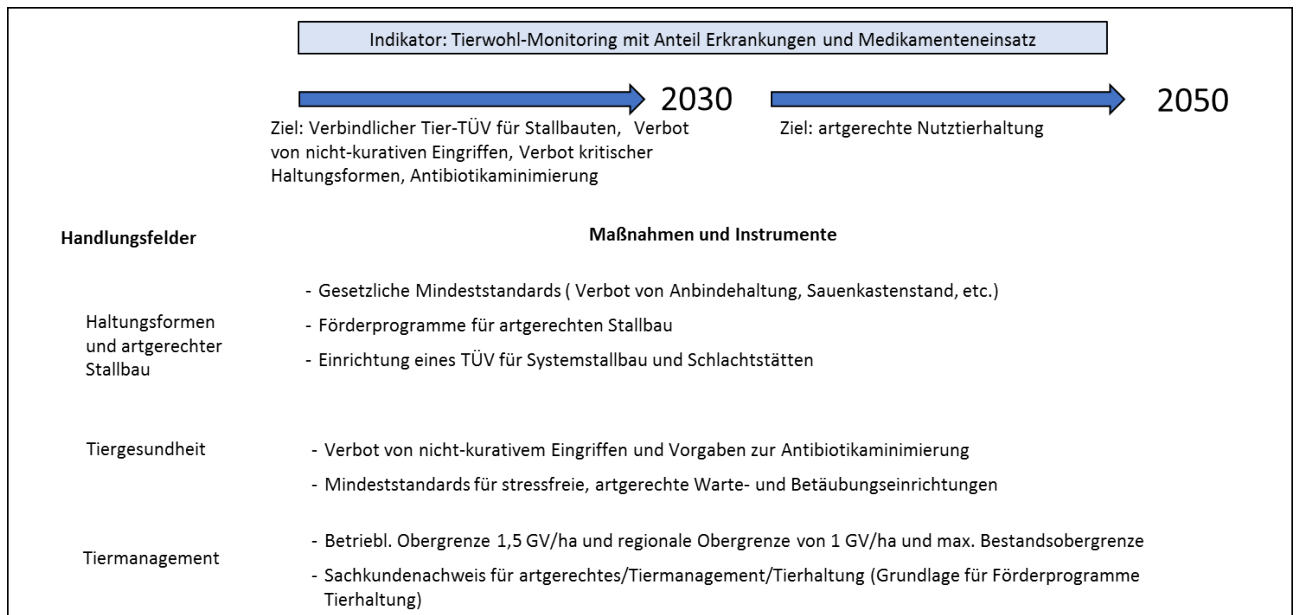


Abbildung 13: Instrumentenmix zur Erreichung des Greenpeace-Ziel: Tierwohl

## 8.6 Ziel: Reduzierung des Flächenbedarfs

Der Flächenverbrauch der Bevölkerung kann über Produktivitätssteigerungen, über eine Veränderung der Ernährung, Reduzierung von Verlusten und einem gezielten Einsatz von Agrarprodukten gesteuert werden.

Der Verbrauch von Ackerflächen zur Erzeugung von Lebensmitteln für die Bevölkerung in Deutschland ist trotz einer hochintensiven Landwirtschaft sehr groß. Gründe dafür sind der massive Ausbau der hiesigen Tierhaltung, die einen sehr hohen Flächenbedarf hat, sowie ungünstige Verzehrgewohnheiten der Bevölkerung. Für die hohen Produktionsmengen an Fleisch und Milch wird nicht nur heimische Fläche, sondern auch umfangreiche Fläche außerhalb Deutschlands benötigt. Dies im Wesentlichen für den Anbau von preiswerten Futtermitteln, wie Soja oder Futtergetreide. Daneben werden Südfrüchte, Kaffee, Tee, Kakao, etc. importiert, deren Flächenbedarf ebenfalls nicht unerheblich ist, die aber hier nicht näher betrachtet werden sollen. Der Nettoimport von Agrargütern, umgerechnet in Fläche, liegt derzeit bei ca. 5,5 Millionen Hektar (WWF, 2015) und soll nicht ansteigen, sondern in Zukunft erheblich sinken.

Das Greenpeace-Ziel 6 sieht vor, dass die Umsetzung aller geplanten Maßnahmen für die Ziele 1-5, auch zu einer Minderung des Flächenverbrauchs führen. Der Flächenbedarf soll vor allem deshalb sinken, um weltweit Ackerfläche für die Ernährung der Bevölkerung vor Ort frei zu geben und damit zur weltweiten Ernährungssicherheit beitragen.

Dies kann durch eine Veränderung des hiesigen Fleischkonsums und der damit verbundenen Reduzierung der Tierhaltung gelingen. Dabei sinkt nicht nur der heimische Flächenbedarf, es werden auch deutlich weniger Futterimporte benötigt. Alle kalkulierten Modelle zeigen auf, dass eine fleischärmere Ernährung und der damit verbundene Rückgang der Tierhaltung zu einer deutlichen Entlastung der Flächeninanspruchnahme führen.

Der Import eiweißreicher Futtermittel geht mit der Reduktion der Tierhaltung drastisch zurück und kann vollständig durch heimische und europäische Quellen ersetzt werden.

Um den tropischen Regenwald auch in Südostasien zu schützen, kann darüber hinaus Palmöl, das in der Ernährung eingesetzt wird, durch heimische Ölpflanzen ersetzt werden. Auch dafür stehen durch eine große Ernährungswende ausreichend Flächen zur Verfügung.

Bei Umsetzung der entscheidenden Schritte (Große Ernährungswende, Reduzierung von Lebensmittelverlusten, überwiegende Beschränkung der Agrarproduktion auf Lebensmittel) ist es möglich, den Flächenverbrauch des Einzelnen entscheidend zu verringern und auch die Importe zu reduzieren. Dies ist selbst dann möglich, wenn ein Teil der heimischen Flächen aus Umwelt- und Klimagründen extensiviert oder ganz aus der Nutzung genommen wird.

## 8.7 Synergien zwischen Zielen und Maßnahmen

Ein Großteil der in der Roadmap vorgestellten Maßnahmen und Instrumente trägt dazu bei, mehr als nur eines der genannten Greenpeace-Ziele zu erreichen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Die folgende Tabelle (26) stellt diese Synergien zwischen verschiedenen Maßnahmen und Zielen als Übersicht dar.

**Tabelle 26: Synergien zwischen Zielen und Maßnahmen**

Ziele: Maßnahmen:	Klima	Biologische Vielfalt	Regionale Nährstoffkreisläufe	Schadstoffeinträge	Tierwohl
<b>Landnutzungsänderungen</b>					
500.000 ha Moorrenaturierung	+++	+++	+	+	
15% ökol. Vorrangfläche auf Acker	+	+++	+	++	
Umbruchverbot Dauergrünland	+	+++	+		
20% Grünlandextensivierung	++	++			
<b>Produktionsmanagement Fläche</b>					
Reduzierung einzelbetrieblicher Nährstoff-Überschüsse	++	++	+++	+++	
Stoffströme regionalisieren	+	+	+++	++	
Verbot von chem.-synth. PSM		+++		+++	
Erosionsschutz	+	++	++	+	
Verringerung Energieeinsatz	++				

<b>Produktionsmanagement Tier</b>					
Haltungsformen		+	+	+	+++
Reduzierung Medikamenteneinsatz				+	++
Reduzierung der Tierhaltung	+++	++	+++	+	++



## 9 Fazit

Ausgangspunkt dieser Studie ist der Handlungsbedarf, der besteht, um Verbesserungen in den Bereichen Treibhausgasemissionen, Verlust Biologischer Vielfalt, Eutrophierung von Gewässern, Schadstoffeinträge in Umwelt und Lebensmittel u. a. zu erreichen. Entsprechende umweltpolitische Zielvorgaben sind nicht ausreichend und werden aktuell nicht erreicht. Die Landwirtschaft, insbesondere die intensive konventionelle Landwirtschaft, ist gefordert, einen deutlichen Beitrag zur Verbesserung ihrer Umweltleistungen und zu einer nachhaltigen Lebensmittelproduktion zu leisten.

Eine Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft, wie sie in dieser Studie beschrieben wird, kann schrittweise bis 2050 erfolgreich umgesetzt werden. Wesentliche Ansatzpunkte sind hierbei:

- › der Abbau der Tierbestände insgesamt und in Intensivregionen (+ Umbau zu tiergerechteren Haltungsverfahren);
- › die Reduzierung insbesondere der N-Einträge durch eine effizientere Düngung;
- › die Bereitstellung von Flächen zum Schutz der Biologischen Vielfalt (ökologische Vorrangflächen) und des Klimaschutzes (Renaturierung von Ackerflächen auf Moorstandorten);
- › eine Reduzierung der THG-Emissionen durch gezielte N-Düngung, Schutz von Humus/Kohlenstoff im Boden;
- › der vollständige Verzicht auf chemisch-synthetischen Pflanzenschutz (Xenobiotika).

Viele der Ziele und Maßnahmen unterstützen sich gegenseitig.

Die Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft bis 2050 ist möglich und eine ausreichende Ernährung der Bevölkerung in Deutschland kann sichergestellt werden. Voraussetzung dafür ist, dass sich der Fleischkonsum der deutschen Bevölkerung bis 2050 mindestens halbiert und sich die Produktion von tierischen Lebensmitteln (Milch, Fleisch) auf den heimischen Markt konzentriert. Darüber hinaus muss die Menge an Lebensmittelabfällen halbiert werden. Dann können 76 oder 80 Millionen Menschen weitgehend aus der heimischen Produktion ernährt und gleichzeitig die gesetzten Umweltziele erreicht werden. Je nach Modell verbleiben Restflächen in unterschiedlichem Umfang, die für andere Nutzungen zur Verfügung stehen. Bei einer Ernährung „wie bisher (as usual)“ reicht die verfügbare Fläche für eine ökologisierte Landwirtschaft nicht aus, um die deutsche Bevölkerung ohne Import erheblicher Nahrungsgüter in 2050 zu ernähren.

Einhergehend mit dem geringeren Fleischverbrauch sinkt vor allem der Flächenbedarf für die Erzeugung von Futtermitteln in Deutschland, wie auch in Übersee (Sojaschrot). So reduziert sich der Flächenbedarf pro Kopf deutlich, auch wenn durch die fleischärmere Ernährung mehr Anbaufläche für andere Lebensmittel, z.B. Obst und Gemüse, benötigt werden.

Die Lebensmittelerzeugung hat Vorrang vor dem Anbau stofflicher und/oder energetischer Biomasse auf Agrarflächen. Als Biomasse können jedoch Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion, Wirtschaftsdünger und Schnittmaterial aus der Landschaftspflege genutzt werden. Zusätzlich kann auf den genannten „Restflächen“ Biomasse angebaut werden, wenn dies gesellschaftlich erwünscht ist.

Deutlich wird auch, dass Maximalziele, wie z.B. die vollständige Minderung der THG-Emission in der Landwirtschaft oder der vollständige Verzicht auf Importe nicht nur unrealistisch, sondern auch kontraproduktiv sein können.

Die für eine konsequente Ökologisierung der konventionellen Lebensmittelproduktion benötigten Maßnahmen und Instrumente (ordnungsrechtlich, ökonomisch etc.) werden aufgezeigt; in vielen Fällen bestehen sie bereits. Es bedarf einer Justierung, einer konsequenten Umsetzung und ausreichender Finanzmittel, um eine Ökologisierung der Landwirtschaft einzuleiten und zu verwirklichen.

Welche möglichen Mehrkosten die Ökologisierung der Landwirtschaft in Deutschland verursacht, aber auch Einsparungen (Umwelt- und Gesundheitskosten) die sie ermöglicht, konnten im Rahmen dieser Studie nicht ermittelt und damit berücksichtigt werden.

Der Umbau der Landwirtschaft in Deutschland kann nicht losgelöst betrachtet werden von Rahmenbedingungen, die durch die internationale Politik (GAP, WTO, SDG u.v.a.m.) vorgegeben werden. Auch ist es wichtig, dass benachbarte EU-Länder vergleichbare Standards bei sich etablieren.

Es ist deutlich geworden, dass eine signifikante Veränderung der Verzehrgewohnheiten, insbesondere die Reduzierung des Fleischkonsums, eine zentrale Voraussetzung dafür ist, dass die Ziele erreicht werden können. Eine weitere wichtige Rolle spielt die Reduzierung der Lebensmittelabfälle entlang der Wertschöpfungskette. Wie Ernährungswende und Abfallreduzierung umgesetzt werden können, war nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

In einem nächsten Schritt ist es daher erforderlich, Maßnahmen und Instrumente zu identifizieren (z.B. Informations- und Bildungsangebote, fiskalische Instrumente etc.), um eine auch aus gesundheitlichen Gründen wünschenswerte Änderung der Verzehrgewohnheiten sowie die Halbierung der Abfallquote zu unterstützen.

## 10 Literatur- und Quellenverzeichnis

### A

2030 Water Resources Group (2009): Charting our Water Future: Economic Frameworks to inform Decision-Making.

[http://www.mckinsey.com/App\\_Media/Reports/Water/Charting\\_Our\\_Water\\_Future\\_Full\\_Report\\_001.pdf](http://www.mckinsey.com/App_Media/Reports/Water/Charting_Our_Water_Future_Full_Report_001.pdf)

Aid (2015): Landwirtschaftlicher Strukturwandel in Zahlen; veröffentlicht unter

<https://www.aid.de/inhalt/landwirtschaft-gestern-und-heute-2660.html>.

ADR - Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (o.J.): Herausforderungen der Rinderzucht aus Sicht der Gesellschaft: Der Weg ist das Ziel. Unter: <http://www.adr-web.de/gut-zu-wissen/herausforderungen-der-rinderzucht-aus-sicht-der-ge.html>, aufgerufen am 19.05.2015

Aid (2014): Tierhaltung im Jahr 2035: Tierwohl zwischen Markt und Moral; Ausgabe Nr. 39/14 vom 24.09.2014

AgrarBündnis (2013a): Wandel und Zukunft der Arbeit in der Landwirtschaft. Am Beispiel milchviehhaltender Betriebe. Protokoll eines Fachgesprächs.

AgrarBündnis (2013b): Wandel und Zukunft der Arbeit in der Landwirtschaft. Ein Thesenpapier.

Agrar-Europe (2015): EU soll Anstrengungen zum Wasserschutz verstärken. Meldung in Agrar-Europe 12/2015.

Agrarheute (2011): Landwirtschaftskammer Niedersachsen zitiert in agrarheute: Landwirte spezialisieren sich immer stärker; veröffentlicht unter: <http://www.agrarheute.com/news/landwirte-spezialisieren-immer-staerker>

Azeez, G. and Helwett, K. (2008): The Comparative Energy Efficiency of Organic Farming, 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008; zitiert in Klepper (2011), S.42.

### B

BAYER (2014): Biologischer Pflanzenschutz. Research - Bayer Forschungsmagazin 25, S.48-53.

BBSR - Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung (Hrsg.) (2012a): Raumordnungsprognose 2030. Bevölkerung, private Haushalte, Erwerbspersonen. BBSR Analysen Bau.Stadt.Raum, Band 9, Bonn.

BBSR (2012b): Trends der Siedlungsflächenentwicklung. Status quo und Projektion 2030. BBSR-Analysen KOMPAKT 09/2012

BBSR (2014): Flächenverbrauch, Flächenpotenziale und Trends 2030. Beiträge zum Siedlungsflächenmonitoring im Bundesgebiet. BBSR-Analysen KOMPAKT 07/2014

BDP - Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (o.J.): Züchtungsziele. Unter: [http://www.bdp-online.de/de/Pflanzenzuechtung/Zuechtung\\_und\\_Forschung/Zuechtungsziele/](http://www.bdp-online.de/de/Pflanzenzuechtung/Zuechtung_und_Forschung/Zuechtungsziele/), aufgerufen am 19.05.2015

Behrens, H., Dehne, P. und Hoffmann, J. (2012): Demografische Entwicklung und Landnutzung. Diskussionspapier Nr. 3 (Oktober 2012) herausgegeben im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ (Modul B) durch das Wissenschaftliche Begleitvorhaben am ZALF e.V.

Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen (2013): Biodiversität im Grünland – unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; veröffentlicht unter: [https://beirat-gr.genres.de/fileadmin/SITE\\_GENRES/downloads/docs/Beirat-GR/Gutachten\\_Stellungnahmen/beirat\\_11\\_2013\\_druck.pdf](https://beirat-gr.genres.de/fileadmin/SITE_GENRES/downloads/docs/Beirat-GR/Gutachten_Stellungnahmen/beirat_11_2013_druck.pdf)

- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. (Greenpeace (Hrsg.) (2008): Cool Farming. Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Campaigning for Sustainable Agriculture. 2008; <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/cool-farming-full-report.pdf>.
- Berger, G., Pfeffer, H., Kalettka, T. (Hrsg.) (2011): Amphibienschutz in kleingewässerreichen Ackerbaugebieten, Rangsdorf, Natur & Text in Brandenburg, 383 S.
- Bhat, M. G., English, B.C., Turhollow, A. F., Nyangito, H. O. (1994): Energy in Synthetic Fertilizers and Pesticides: Revisited, Oak Ridge National Laboratory, Report Nr. ORNL/Sub/90-99732/2, Oak Ridge, Tennessee. [http://www.osti.gov/bridge/product.biblio.jsp?osti\\_id=10120269](http://www.osti.gov/bridge/product.biblio.jsp?osti_id=10120269)
- Bio-Offensive und AgrarBündnis (Hrsg.) (2015): Den Ökologischen Landbau in die landwirtschaftliche Berufsbildung integrieren. Tagungsdokumentation.
- Bioland-Bundesverband (2009): Klimaschutz und Biolandbau in Deutschland. Die Rolle der Landwirtschaft bei der Treibhausgasreduzierung, Mainz
- Blume, H.-P., Horn, R., Thiele-Bruhn, S. (2011): Handbuch des Bodenschutzes, 4. Aufl., Weinheim, Wiley-VCH Verlag, S. 236
- Boatman, N., Brickle, N., Hart, J., Milsom, T., Morris, A., Murray, A., Murray, K. & Robertson, P. (2004): Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146: 131-143
- Bockisch, F.-J., Ahlgrimm, H.-J., Böhme, H., Bramm, A., Dämmgen, U., Flachowsky, G., Heinemeyer, O., Höppner, F., Murphy, D. P. L., Rogasik, J., Röver, M., Sohler, S. (2000): Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 221, 206 S.
- Brandhuber, R., Treisch, M. (2012): Bodenabtrag in Abhängigkeit von der Maisanbaufläche in Bayern: Vergleich 2005 mit 2011, LfL 2012; [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/bodenabtraege\\_brandhuber\\_tagung2012.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/bodenabtraege_brandhuber_tagung2012.pdf)
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2012a): Daten zur Natur 2012
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2012b): 20 Jahre nach Rio: Daten zur Natur ermöglichen Standortbestimmung zu Schutz und Entwicklung der biologischen Vielfalt. Pressehintergrundinformation vom 17. September 2012.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2014a): Die Lage der Natur in Deutschland. Ergebnisse von EU-Vogelschutz- und FFH-Bericht
- BfN - Bundesamt für Naturschutz (2014b): BfN Grünland-Report. Alles im Grünen Bereich?
- BfN (2015a): Artenschutz-Report 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland; veröffentlicht unter: [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2015/Dokumente/Artenschutzreport\\_Download.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2015/Dokumente/Artenschutzreport_Download.pdf)
- BfN (2015b): [www.bfn.de/0313\\_agrobiodiv.html](http://www.bfn.de/0313_agrobiodiv.html); abgerufen am 29.01.2015
- BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2011): Berechnungen zum Kraftstoffbedarf der pflanzlichen Produktion und Abschätzung von Einsparpotentialen unter Berücksichtigung verschiedener Anbauverfahren; zitiert in Klepper, Rainer (2011) S. 40.
- Bundeskartellamt, 2009: Sektoruntersuchung Milch - Zwischenbericht Dezember 2009; [http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/download/pdf/Stellungnahmen/1001\\_Sektoruntersuchung\\_Milch\\_Zwischenbericht\\_2009.pdf](http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/download/pdf/Stellungnahmen/1001_Sektoruntersuchung_Milch_Zwischenbericht_2009.pdf) (Stand 7.6.2010)
- BMBF (2013): Ernährungsforschung – Gesundheit wird durch Ernährung beeinflusst; <http://www.bmbf.de/de/20561.php> (Stand: 11.4.2014)
- BMEL - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen. Eine Strategie des BMELV für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt, für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft.
- BMEL (2011): Tierschutzbericht der Bundesregierung 2011

BMEL (2012): 10 Jahre Staatsziel Tierschutz – Bilanz und Ausblick. Symposium am 24. Juli 2012, im Zoologischen Museum Alexander Koenig in Bonn; Dokumentation.

BMEL (2013): Deutscher Agraraußenhandel 2012. Daten und Fakten. Stand Mai 201.

BMEL (2014a): Eine Frage der Haltung. Neue Wege für mehr Tierwohl. Eckpunkte der Initiative des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Veröffentlicht unter:  
[https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierschutz/Tierwohl/\\_texte/Tierwohl.html](https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierschutz/Tierwohl/_texte/Tierwohl.html).

BMEL (2014b): Agrarminister rufen zu mehr Tierschutz in Europa auf. Pressemitteilung Nr. 327 vom 14.12.2014.

BMEL (2014c): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

BMEL (2015): Deutscher Agraraußenhandel 1960 bis 2014; veröffentlicht unter:

<http://www.etracker.de/lnkcnt.php?et=dQsbmg&url=https://www.etracker.de/lnkcnt.php?et=dQsbmg&url=http://berichte.bmelv-statistik.de/AHG-0041010-0000.pdf&lnkname=http://berichte.bmelv-statistik.de/AHG-0041010-0000.pdf&lnkname=https://www.etracker.de/lnkcnt.php?et=dQsbmg&url=http://berichte.bmelv-statistik.de/AHG-0041010-0000.pdf&lnkname=http://berichte.bmelv-statistik.de/AHG-0041010-0000.pdf>,  
aufgerufen am 02.06.2015

BMUB - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, vom Bundeskabinett am 7. November beschlossen.

BMUB (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (vom Bundeskabinett beschlossen am 17. November 2010)

BMUB (2013a): Gemeinsam für die biologische Vielfalt. Rechenschaftsbericht 2013 zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (vom Bundeskabinett beschlossen am 24. April 2013)

BMUB (2013b): Die Wasserrahmenrichtlinie. Eine Zwischenbilanz zur Umsetzung der Maßnahmenprogramme 2012

BMUB (2014a): Indikatorenbericht 2014 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt

BMUB (2014b): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020.

BMUB (2014c): Die Lage der biologischen Vielfalt: 4. Globaler Ausblick. Halbzeitbewertung der Fortschritte bei der Umsetzung des Strategischen Plans für Biodiversität 2011 – 2020; Zusammenfassung.

BMUB (2014d): Lebensmittel und Klimaschutz; [www.bmub.bund.de/P437/](http://www.bmub.bund.de/P437/) (download 10.6.2014)

BMUB (2014e): Flächenverbrauch – Worum geht's? Stand 18.12.2014; veröffentlicht unter:  
<http://www.bmub.bund.de/themen/strategien-bilanzen-gesetze/nachhaltige-entwicklung/strategie-und-umsetzung/reduzierung-des-flaechenverbrauchs/>.

BMUB (2015): Indikatorenbericht 2014 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt

BMUB und BMEL (2012): Nitratbericht 2012. Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

BMWi/BMU – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung (beschlossen am 28.9.2010 von der Bundesregierung), Berlin, 36 S.

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für ein nachhaltiges Deutschland, Berlin.

Bundesregierung (2007), Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt.

Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen.

Bundesregierung (2009): Zweiter Bodenschutzbericht der Bundesregierung, Berlin, 119 S.

Bundesregierung (2011): Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich, Eckpunktepapier der Bundesregierung zur Energiewende (6.6.2011).

Bundesregierung (2012): Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Fortschrittsbericht 2012

Bundesregierung (2013): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Bundesregierung (2015): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2015. Kabinettfassung vom 20. Mai 2015

## C

Carlsson-Kanyama, A. and Faist, M. (2000): Energy use in the food sector: a data survey, University of Stockholm and ETH Zürich. <http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf>

C.A.R.M.E.N: <http://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/effizienz-und-energieeinsparung/landwirtschaft/337-energieeffizienz-in-der-landwirtschaft>; (2015-01-26)

Chemnitz, C. und Weigelt, J. (2015): Bodenpolitik. Mehr als ein Vehikel. In: Bodenatlas. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde

CBD - Convention on Biological Diversity (2000): COP 5 decision V/5; fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity Nairobi, Kenya 15 - 26 May 2000; veröffentlicht unter <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7147>

## D

DESTATIS (2011): verschiedene Jahrgänge und Ausgaben, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. <https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/sfghome.csp>

DESTATIS (2014): Landwirtschaftlich genutzte Fläche; <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Feldfruechte/Gruenland/AktuellGruenland2.html> (abgerufen am: 24.4.2014)

Demuth, B.; Moorfeld, M. und Heiland, S. (2010): Demografischer Wandel und Naturschutz. Ergebnisse der gleichnamigen Tagungsreihe; Bundesamt für Naturschutz, Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 88. Bonn-Bad Godesberg.

Deutscher Bauernverband (2014): Situationsbericht 2014/15. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Berlin.

Deutscher Bundestag (2007): Landwirtschaft und Klimaschutz. Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Hans Josef Fell, Cornelia Behm, Ulrike Höfken und der Fraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN. Drucksache 16 /5346. Berlin

DGE - Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2013): Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE; <http://www.dge.de/pdf/10-Regeln-der-DGE.pdf> (Stand: 12.4.2014)

DGE - Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2015): Weniger Fleisch auf dem Teller schont Klima. Presseinformation 05/2015 vom 1. April; veröffentlicht unter: <https://www.dge.de/uploads/media/DGE-Pressemeldung-aktuell-05-2015-fleisch.pdf>.

DGVN - Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen e.V. (2015): Bevölkerungsentwicklung, unter <http://menschliche-entwicklung-staerken.dgvn.de/bevoelkerung/bevoelkerungsentwicklung/> abgerufen am 10.5.15

DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2015): Sieben Thesen zur Zukunft. Mitteilungen 2015, Ausgabe Januar.

DOANE (2008): An analysis of the relationship between energy prices and crop production costs, Doane Advisory Services.

[http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Files.View&FileStore\\_id=913e8327-06c5-45be-8ca3-c1d587786b0c](http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Files.View&FileStore_id=913e8327-06c5-45be-8ca3-c1d587786b0c)

Dustmann, H.; Weindlmaier, H. (2010): Der Endverbraucher der Zukunft - Erwartungen und Anforderungen an die Nahrungsmittelindustrie. In: A.H. Meyer (Hrsg.): Lebensmittel heute - Qualität & Recht. Von der Produktidee bis zum Verbraucher. Jubiläumsbuch anlässlich des 175-jährigen Bestehens des BEHR'S Verlages, Hamburg, S. 17-31.

## E

Eckert, H., Breitschuh, G. (2000): Kriterien für eine bodenschonende Landwirtschaft, in: Rosenkranz/Einsele/Harreß, Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Gewässer, Nr. 4050, Berlin, Schmidt.

EEA - European Environment Agency (2010): EU 2010 Biodiversity Baseline. Post-2010 EU biodiversity policy

EEA - European Environment Agency (2012a): European waters – assessment of status and pressures. EEA-Report No 8/2012.

EEA (2012b): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2010 and inventory report 2012. Technical report No 3/2012. Luxembourg: Publications Office of the European Union. In: Noleppa, S. (2012): Klimawandel auf dem Teller, WWF Deutschland, Berlin

EEA - European Environment Agency (2013): The European Grassland Butterfly Indicator: 1990-2011. EEA Technical report No. 11/2013

EEA (2014): Environmental Indicator Report 2014. Environmental impacts of production-consumption systems in Europe

EFSA (2013): EFSA identifiziert Risiken durch Neonicotinoide für Bienen. Pressemitteilung vom 16.01.2013; veröffentlicht unter: <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/130116.htm>

Egger-Danner, C. (2013): Zucht auf Fitness und Robustheit. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2013): Tiere züchten – High Tech und Verantwortung. Tierzuchtsymposium 2013, S. 43-52.

Ehlers, K. (2015): Das unsichtbare Ökosystem. In: Bodenatlas. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde.

Ehlers, K. (2015): Soils and Land in the Post-2015 Development Agenda. PPT-Präsentation anlässlich der Tagung Soils, Food Security and Sustainable Land Management. Tutzing.

Engelmann, K. und Hülsbergen, K.-J. (2012): Energiebilanz und Energieeffizienz. Naturland Nachrichten 02 / April 2012. S. 17-19.

Erklärung von Bern (2014): Agropoly. Wenige Konzerne beherrschen die weltweite Lebensmittelproduktion. EvB-Dokumentation in Kooperation mit Forum Umwelt und Entwicklung und Misereor

EU-KOM (2007): Attitudes of EU citizens towards Animal Welfare. Special Eurobarometer 270 / Wave 66.1 – TNS Opinion & Social

EU-KOM (2008): 20 und 20 bis 2020 – Chancen Europas im Klimawandel, Mitteilungen der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Komm(2008) 30 endgültig, Brüssel.

EU-KOM (2011): Roadmap to a Resource Efficient Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and social Committee and the Committee of the Regions, COM (2011) 571 final; Brussels, 20.9.2011.

EU-KOM (2011a): The EU Biodiversity Strategy to 2020

EU-KOM (2011b): Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen; KOM (2011) 244 endgültig.

EU-KOM (2012): Die EU-Tierschutzstrategie 2012 – 2015

EU-KOM (2012a): Bericht der Kommission an das europäische Parlament und den Rat über die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG); Bewirtschaftungspläne für die Flusseinzugsgebiete. COM(2012) 670 final vom 14.11.2012.

EU-KOM (2012b): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschaft- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen. COM(2012) 673 final vom 14.11.2012.

EU-KOM (2014): Nitratbelastung im Grundwasser: Kommission fordert Deutschland zum Handeln auf. Pressemitteilung vom 10.07.2014 (veröffentlicht unter [http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr\\_releases/12542\\_de.htm](http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr_releases/12542_de.htm))

Eurostat (2014): Agriculture, forestry and fishery statistics; 2014 edition. Veröffentlicht unter: <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-statistical-books/-/KS-FK-14-001>

## F

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2013): Basisdaten Bioenergie 2013

FAO - Food and Agricultural Organization (2012a): Water scarcity. An action framework for agriculture and food security, FAO Water Reports 38.

FAO (2012b): The State of Food Insecurity in the World. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition.

FAO (2014a): The State of Food Insecurity in the World 2014; <http://www.fao.org/home/en/>.

FAO (2014b): Statistical databases, production, livestock primary. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>; abgerufen 15.01.2015.

FAO & PAR/Platform for Agrobiodiversity Research (2011): Biodiversity for Food and Agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world. Outcomes of an expert workshop held by FAO and The Platform on Agrobiodiversity Research from 14-16 April 2010 in Rome, Italy.

FAO & UNEP (2000): World Watch List for domestic animal diversity. 3rd edition.

Feldwisch, N. und Frielinghaus, M. (2015): Bodenschutz ist mehr als nur Altlastenbearbeitung. Der vorsorgende Schutz unserer Böden muss ins Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt werden. In: Ökosystem Boden. Die dünne Haut der Erde. Forum Umwelt und Entwicklung (Hrsg.). Rundbrief 1/2015.

Flessa, H. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. VTI Braunschweig. Institut für angewandte Klimaforschung. PPT-Präsentation. 13. Juli 2012

Flessa, H., Müller, D., Plassmann, K., Osterburg, B., Techen, A-K., Nitsch, H., Nieberg, H., Sanders, J., Meyer zu Hartlage, O., Beckmann, E. & V. Anspach (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Landbauforschung. Sonderheft 361.

Flessa, H. (2013): Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft – Bedeutung und Möglichkeiten zur Emissionsminderung. Text zur gleichnamigen Tagung am 27.2.2013.

Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L., Mäder, P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming, in: Agriculture, Ecosystems and Environment (AGEE), S. 273-284.

Forstner, B. und Tietz, A. (2011): Kapitalbeteiligung nichtlandwirtschaftlicher und überregional ausgerichteter Investoren an landwirtschaftlichen Unternehmen in Deutschland. Thünen-Report 5.

Forum nachhaltiges Palmöl/MEO Carbon Solutions GmbH (2015): Analyse des Palmölsektors in Deutschland, Ergebnispräsentation

## G



Gay, S. H., Osterburg, B., Thomas Schmidt, T. (2004): Szenarien der Agrarpolitik – Untersuchung möglicher agrarstruktureller und ökonomischer Effekte unter Berücksichtigung umweltpolitischer Zielsetzungen. Materialien zur Umweltforschung; herausgegeben vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Nr. 37.

Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Part, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennist, C., Palmer, C., Onate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hanke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W. & Inchausti, P. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11: 97-105.

GfK - Gesellschaft für Konsumforschung Verein (2012): Von Jägern und Sammlern; veröffentlicht unter: <http://www.gfk-compact.de/index>; zitiert in UBA (2014b): Die Zukunft im Blick: Trendbericht für eine vorausschauende Ressourcenpolitik

Glauben, T., Svetlana Renner, S., Hockmann, H. (2014): Zur Flexibilität landwirtschaftlicher Unternehmen: Sind die Kleinen oder die Großen flexibler? Iamo policy brief Ausgabe Nr. 19, September 2014

Goetzke, R. & Hoymann, J. (2014): Flächeninanspruchnahme und Bodenschutz – Projektion für Deutschland. *Bodenschutz* 3/2014; zitiert in BBSR (2014): Flächenverbrauch, Flächenpotenziale und Trends 2030. BBSR-analysen KOMPAKT 07/2014.

Götz, K.-U. (2013): Zuchtziele und gesellschaftliche Verantwortung. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2013): Tiere züchten – High Tech und Verantwortung. Tierzuchtsymposium 2013, S. 43-52

Gomiero, T., Paoletti, M. G., Pimentel, D. (2008): Energy and Environmental Issues in Organic and Conventional Agriculture, in: *Critical Reviews in Plant Sciences*, S. 239-254.

## H

Haccius, Bickenbach, Neuerburg, Düsseldorf, Planer (17.3.2014): Öko-Landbau und Klimaschutz [http://www.aid.de/landwirtschaft/klimawandel\\_oekolandbau\\_klimaschutz.php](http://www.aid.de/landwirtschaft/klimawandel_oekolandbau_klimaschutz.php) (Stand: 9.4.2014)

Hannen, P. (2013): Die vergessene Ressource. In: Magazin der GIZ „Akzente“: Ressource Boden, Ausgabe 02/2013, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, 2013.

Hartmann, K., Lilienthal, H., Abu-Hashim, M., Al-Hassoun, R., Eis, Y., Stöven, K., Schnug, E. (2009): Vergleichende Untersuchungen der Infiltrationseigenschaften von konventionell und ökologisch bewirtschafteten Böden, Eine Fallstudie aus dem Main-Tauber Kreis, Baden-Württemberg, Braunschweig, Julius Kühn-Institut, 63 S.

Heinrich-Böll-Stiftung, BUND und Le Monde Diplomatique (2014): Fleischatlas 2014. Zahlen und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel, Berlin.

Hirschfeld, J., Weiß, J., Preidl, M., Korbun, T. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland; Schriftenreihe des IÖW 186/08, Berlin

Hötker, H. und Leuschner, C. (2014): Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg – Misserfolge, Erfolge, neue Wege. Eine Studie im Auftrag der Michael-Otto-Stiftung.

Hoymann, J.; Goetzke, R. (2014): Die Zukunft der Landnutzung in Deutschland – Darstellung eines methodischen Frameworks. *Raumforschung & Raumordnung* Jg. 72, 3/2014, S. 211-225.

Hülsbergen, K.-J. (2014): Treibhausgas-Bilanzierung im Betriebsumweltplan (BUP). PPT-Präsentation. Arbeitsforum THG-Bilanzen und Klimaschutz in der Landwirtschaft am 06. Oktober 2014 am LfULG in Nossen.

Hülsbergen, K.-J. und Rahmann, G. (2014): Die Zukunft des Systems Ökolandbau. Zusammenfassende Auswertung der Umfrage vom Mai 2014. DAFA .Manuskript.

## I

IFA (2009): Feeding the earth: Energy efficiency and CO<sub>2</sub> emissions in ammonia production, International Fertilizer Industry Association, Dec. 2009. <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/LIBRARY/Publicationdatabase/html/Energy-Efficiency-and-CO2-Emissions-in-Ammonia-Production.html>

IFAB, Zalf & HfR (2012): Gemeinsame Agrarpolitik ab 2014: Perspektiven für mehr Biodiversitäts- und Umweltleistungen der Landwirtschaft? Empfehlungen für die Politik aus dem F&E-Vorhaben „Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele“

IAASTD - International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (2009a): Agriculture at a crossroads. Global Report, S. 519.

IAASTD / International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (2009b): Weltagrarbericht. Synthesebericht. Hamburg University Press.

IPCC (2007): 4. Sachstandsbericht des International Panel of Climate Change (IPCC) Working-Group 1; Summary for Policy-Makers.

IPCC (2013): 5. Weltklimabericht gibt keine Entwarnung; Pressemitteilung vom 27.9.2013

<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-16697-2013-09-27.html> (Stand: 9.4.2014)

IPCC (2014a): Der Fünfte IPCC-Sachstandsbericht. Kernbotschaften des Berichts (deutsch) (herausgegeben vom Bundesumweltministerium (BMUB), vom Bundesforschungsministerium (BMBF), dem Umweltbundesamt (UBA) und der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle (De-IPCC); <http://www.de-ipcc.de/de/200.php>.

IPCC (2014b): Climate Change 2014. Synthesis Report.

Institut für Waldwachstum, Universität Freiburg (2009): Leitfaden Projekt „agroforst – neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung“.

## J

Jahn, T., Hötker, H., Oppermann, R., Bleil, R., Vele, L. (2013): Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides. Project-No. (FKZ) 3710 63 411; Report-No. (UBA-FB) 001830. Available under: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/protection-of-biodiversity-of-free-living-birds>

JRC & EEA – Joint Research Centre and European Environment Agency (2012): The State of Soil in Europe, A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report – SOER 2010, Report EUR 25186 EN, Europäische Kommission, Luxembourg, 80 S.

## K

Klepper, R. (2011): Energie in der Nahrungsmittelkette. Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 06/2011.

KBU - Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2014a): 12 notwendige Schritte auf dem Weg zum Schutz fruchtbarer Böden und zur Reduzierung des Flächenverbrauchs. Position. April 2014. Umweltbundesamt.

KBU - Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2014b): 12 notwendige Schritte auf dem Weg zum Schutz fruchtbarer Böden und zur Reduzierung des Flächenverbrauchs. Ergebnisse der KBU-Veranstaltung „Wie viel Boden brauchen wir?“ am 6. Dezember 2013.

KLU - Kommission Landwirtschaft beim Umweltbundesamt (2013): Biogaserzeugung und -nutzung: Ökologische Leitplanken für die Zukunft; Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

KLU - Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (2014): Kurzstellungnahme der KLU. Positionspapier November 2014.

Korn, H., Bockmühl, K., Piechocki, R. und Stadler, J. (2013): 20 Jahre Übereinkommen über die biologische Vielfalt: Geschichte, Arbeitsweise und Bilanz. In Natur und Landschaft (NuL) Heft 11, S. 441-446

KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2014): Tiergerechtheit bewerten

Kutzker, M. (2015): Fahrlässige Vernachlässigung. Vom Scheitern der EU-Bodenrahmenrichtlinie. In: Ökosystem Boden. Die dünne Haut der Erde. Forum Umwelt und Entwicklung (Hrsg.). Rundbrief 1/2015.

## L

Labussière E., Barzman M., Ricci P. (2007): European Crop Protection in 2030; [www.endure-network.eu](http://www.endure-network.eu).

Lal, R. (2004): Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304, pp. 1623-1627. Zitiert in Schrader et al. (2013): Volkswirtschaftlicher Nutzen der Bio-Landwirtschaft für Österreich. Beitrag der biologischen Landwirtschaft zur Reduktion der externen Kosten der Landwirtschaft Österreichs. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (Hrsg.). Diskussionspapier. S.6

Landesanstalt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) Sachsen (2014): Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Schriftenreihe Heft 5 / 2014.

LAWA - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel - Berichtszeitraum 2001 bis 2008

LAWA - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2014): Gewässerschutz und Landwirtschaft – Anforderungen an eine Gewässer schonende Landbewirtschaftung aus der Sicht der Wasserwirtschaft. Beschlossen auf der 147. LAWA-VV am 27./28. März 2014 in Kiel unter TOP 7.4

Leineweber, P. (2013): Pressekonferenz am 1.9.2013 zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft „Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung“

Liebrich, S. (2013): Spekulation mit Nahrungsmitteln. Die Schuld der Hungermacher, PM vom 22.11.2013, Süddeutsche Zeitung; <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/spekulation-mit-nahrungsmitteln-die-schuld-der-hungermacher-1.1824690> (Stand: 7.6.2014)

Liska, A. J., Yang, H. S., Bremer, V. R., Klopfenstein, T. J., Walters, D. T., Erikson, G. E., Cassmann, K. G. (2009): Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions of Corn-Ethanol, *Journal of Industrial Ecology*, 13: 58–74. doi: 10.1111/j.1530-9290.2008.00105.x; zitiert in Klepper (2011) S.21

Lißmann, G. (2012): Agrarstruktureller Wandel – Ursachen und Konsequenzen für die Zukunft; veröffentlicht unter [http://www.lissmann.eu/\\_agrarstruktur\\_91484566.html](http://www.lissmann.eu/_agrarstruktur_91484566.html)

## M

Marahrens, S. und Glante, F. (2013): Risiken für die Böden in Deutschland. Vortrag auf der KBU-Veranstaltung „Wie viel Boden brauchen wir?“ am 6. Dezember 2013.

Mari, G. R., Changying, J. (2007): Energy Analysis of Various Tillage and Fertilizer Treatments on Corn Production. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2(5), 486-497;

Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S. C. B., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D. J. and Allen, M. (2009): Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2°C, *Nature*, Vol 458, 1158-1163.

Meyer, S., Wesche, K., Krause, B. und Leuschner, C. (2013). Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s – a cross-regional analysis. *Diversity and Distribution* 19: 1175-1187.

Milchindustrie-Verband e. V. (MIV): Außenhandel. Unter: <http://www.milchindustrie.de/marktdaten/aussenhandel/>, aufgerufen am 02.06.2015

Möckel, S, Köck, W., Rutz, C. und Schramek, J. (2014): Rechtliche und andere Instrumente für vermehrten Umweltschutz in der Landwirtschaft. Text 42/2014. Forschungskennzahl 3711 88 101, UBA-

FB 001932; veröffentlicht unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/rechtliche-andere-instrumente-fuer-vermehrten>

Möckel, S., Gawel, E., Kästner, M., Knillmann, S., Liess, M. und Bretschneider, W. (2015): Einführung einer Abgabe auf Pflanzenschutzmittel in Deutschland. Endbericht. Gutachten im Auftrag der Länder Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz.

Mußhoff, O., Tegmeier, A. und Hirschauer, N. (2012): Attraktivität einer landwirtschaftlichen Tätigkeit – Einflussfaktoren und Gestaltungsmöglichkeiten. Universität Göttingen. Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung. Diskussionsbeitrag 1213

## N

NEAA - Netherlands Environmental Assessment Agency (2009): Getting into the Right Lane for 2050

NEAA - Netherlands Environmental Assessment Agency (2010): Rethinking Global Biodiversity Strategies: Exploring Structural Changes in Production and Consumption to Reduce Biodiversity Loss. Available at: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500197001.pdf>

Nestlé (2015): Die Nestlé Zukunftsstudie „Wie is(s)t Deutschland 2030? Veröffentlicht unter: [www.nestle.de/zukunftsstudie/uebersicht](http://www.nestle.de/zukunftsstudie/uebersicht), abgerufen am 21.02.2015.

Nitsch, H., Osterburg, B., Roggendorf, W. (2009): Landwirtschaftliche Flächennutzung im Wandel: Folgen für Natur und Landschaft, Berlin, NABU Naturschutzbund, 39 S.

Noleppa, S. (2012): Klimawandel auf dem Teller; WWF Deutschland, Berlin.

Noleppa, S., von Witzke, H. (2012): Tonnen für die Tonne, WWF Deutschland, Berlin.

## O

Oberholzer, H.-R., Weisskopf, P., Gaillard, G., Weiss, F. und Freiermuth-Knuchel, R. (2006): Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen SALCA-SQ. Hrsg.: Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau.

Öko-Institut und Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (2014): Klimaschutzszenario 2050. Zusammenfassung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

OECD (2011): Towards Green Growth, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing; Paris.

OECD (2012): OECD-Umweltausblick bis 2050. Die Konsequenzen des Nichthandelns.

OECD und FAO (2013): OECD - FAO Agricultural Outlook 2013-2022. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), Landwirtschafts- und Ernährungsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), Paris, Rom. <http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf>

Offermann, F., Deblitz, C., Golla, B., Gömann, H., Haenel, H.-D., Kleinhanß, W., Kreins, P., von Ledebur, O., Osterburg, B., Pelikan, J., Röder, N., Rösemann, C., Salamon, P., Sanders, J., de Witte, T. (2014): Thünen-Baseline 2013–2023: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig; Johann Heinrich von Thünen-Institut; 112 p, Thünen Rep 19.

Oppermann, R., Kasperczyk, N., Matzdorf, B., Reutter, M., Meyer, C., Luick, R., Stein, S., Ameskamp, K., Gelhausen, J. und Bleil, R. (2013): Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 135; Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

Osterburg, B., Nieberg, H., Rüter, S., Isermeyer, F., Haenel, H.-D., Hahne, J., Krentler, J.-G., Paulsen, H. M., Schuchardt, F., Schweinle, J. und Weiland, P. (2009): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, 03/2009, S.24

Osterburg B., Kätsch S., Wolff A. (2013): Szenarioanalysen zur Minderung von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2050. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 132 p, Thünen Report 13

Ottow, J. (2011): Mikroökologie von Böden. Springer.

OVID - Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland. Unter: <http://www.ovid-verband.de/unsere-branchen/daten-und-grafiken/>, abgerufen am 15.01.2016

## P

Pflanzenforschung.de (o.J.): Pflanzenzüchtung (Ziele). Unter: <http://www.pflanzenforschung.de/index.php?CID=8235>, aufgerufen am 19.05.2015

Pimentel, D. (2006): Soil Erosion: A food and environmental threat. *Environment, Development and Sustainability* (2006) 8: 119–137; veröffentlicht unter: <http://www.saveoursoils.com/userfiles/downloads/1368007451-Soil%20Erosion-David%20Pimentel.pdf>

Pistorius, J., Bischoff, G. & Heimbach, U. (2009): Bienenvergiftung durch Wirkstoffabbau von Saatgutbehandlungsmitteln während der Maisaussaat im Frühjahr 2008. *Journal für Kulturpflanzen* 61: 9-14.

Poeplau, C., Don, A., Versterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., Schumacher, J., Gensior, A. (2011): Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* (17): 2415-2427.

Prokop, G., Jobstmann, H. and Schönbauer, A. (Environment Agency Austria) (2011): Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27; veröffentlicht unter <http://ec.europa.eu/environment/soil/sealing.htm>

## Q

## R

RNE - Rat für Nachhaltige Entwicklung (2014): Bodenschutz: Für einen neuen politischen Anlauf zum Nachhaltigkeitsgebot für die Bodennutzung in Europa. Stellungnahme des Rates für Nachhaltige Entwicklung vom 03.04.2014; [https://www.nachhaltigkeitsrat.de/fileadmin/\\_migrated/media/RNE\\_Stellungnahme\\_EU-Bodenschutzpolitik\\_03-04-2014.pdf](https://www.nachhaltigkeitsrat.de/fileadmin/_migrated/media/RNE_Stellungnahme_EU-Bodenschutzpolitik_03-04-2014.pdf)

Reese, M., Möckel, S., Bovet, J., Köck, W. (2010): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente, UBA-Berichte 1/10, Berlin, Erich Schmidt, Umweltbundesamt, 490 S.

Reichert, T. (2014): Entwicklungen & Trends 2014: Internationale Zusammenarbeit im Kriechgang. In *Landwirtschaft 2015. Der kritische Agrarbericht*. S. 75-80.

Rentenbank (2014): Geschäftsbericht 2013; <https://www.rentenbank.de/dokumente/Geschaeftsbericht-2013-deutsch.pdf>.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart, F., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Witt, C., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liveman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. (online): <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

Röhr, Ulrike (2013): FrauenUnternehmen Green Economy. Life e.V. / WeiberWirtschaft eG; zitiert in UBA (2014b): Die Zukunft im Blick: Trendbericht für eine vorausschauende Ressourcenpolitik

## S

SCBD – Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010a): Global Biodiversity Outlook 3, Montreal

SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity/CBD (2010b): COP 10 Decision X/2. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020. (<http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268>)

SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity/CBD (2014): Global Biodiversity Outlook 4 ([www.cbd.int/GB04](http://www.cbd.int/GB04))

SCBD - Secretariat of the CBD:<http://www.cbd.int/agro/whatis.shtml>, abgerufen am 27.01.2015.

Schader, C., Petrasek, R., Lindenthal, T., Weissshaidinger, R., Müller, W., Müller, A., Niggli, U. und Stolze, M. (2013): Volkswirtschaftlicher Nutzen der Bio-Landwirtschaft für Österreich. Beitrag der biologischen Landwirtschaft zur Reduktion der externen Kosten der Landwirtschaft Österreichs. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (Hrsg.). Diskussionspapier.

Scheffer, F., Schachtschabel, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Aufl., Heidelberg, Spektrum, S. 284 ff.

Schinner, F. und Sonnleitner, R. (1996): Bodenökologie II: Mikrobiologie und Enzymatik. Bodenbewirtschaftung, Düngung und Rekultivierung. Springer.

Schramek, J., Osterburg, B., Kasperczyk, N., Nitsch, H., Wolff, A., Weis, M. und Hülemeyer, K. (2012): Vorschläge zur Ausgestaltung von Instrumenten für einen effektiven Schutz von Dauergrünland. BfN-Skripten 323.

Seitzinger, S.P., Mayorga, E., Bouwman, A.F., Kroeze, C., Beusen, A.H.W., Billen, G., Van Drecht, G., Dumont, e., Fekete, B.M., Garnier, J. and Harrison, J.a. (2010): Global river nutrient export: a scenario analysis of past and future trends. Global Biogeochemical Cycles 24, GBOA08.

Sonesson, U.; Davis, J.; Ziegler, F. (2010): Food production and emissions of greenhouse gases. SIK report no. 802 2010. Gothenburg: SIK. In: Noleppa, Steffen (2012): Klimawandel auf dem Teller, WWF Deutschland, Berlin

Spiller, A. (2012): Vortrag im Rahmen des BMELV-Symposiums „Tierwohl im Spannungsfeld von Bürger – versus Konsumpräferenzen“.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2008): Umweltgutachten 2008 – Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, Berlin, 1077 S.

SRU - Sachverständigen Rat für Umweltfragen (2015): Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem.

SRU und Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik (WBA) und Düngungsfragen (WBD) beim BMEL (2013): Kurzstellungnahme. Novellierung der Düngeverordnung: Nährstoffüberschüsse begrenzen.

Statista (2014): Anzahl der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft und Fischerei in Deutschland in den Jahren 1991 bis 2013; <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/2189/umfrage/erwerbstaetige-in-landwirtschaft-forstwirtschaft-fischerei/> (Stand: 6.6.2014)

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.) (2011): Agrarstrukturen in Deutschland. Einheit in Vielfalt. Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010.

Statistisches Bundesamt (2010a): Landwirtschaftszählung 2010. Landwirtschaftliche Betriebe mit Halteplätzen für Rinder nach Haltungsverfahren am 1.3.2010.

[https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9\\_1\\_LandwBetriebeHalteplaetzeRinder.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9_1_LandwBetriebeHalteplaetzeRinder.html). Letzter Zugriff: 2015.01.16.

Statistisches Bundesamt (2010b): Weidehaltung von Milchkühen auf Betriebsflächen nach Bestandsgrößenklassen und Bundesländern 2009.

[https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9\\_4\\_WeidehaltungMilchkuehe.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9_4_WeidehaltungMilchkuehe.html). Letzter Zugriff: 2015.01.16.

Statistisches Bundesamt (2010c): Landwirtschaftszählung 2010. Landwirtschaftliche Betriebe mit Hal-  
tungsplätzen für Schweine nach Haltungsverfahren am 1.3.2010.

[https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9\\_2\\_LandwBetriebHaltungsplaetzeSchweine.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Landwirtschaftszaehlung2010/Tabellen/9_2_LandwBetriebHaltungsplaetzeSchweine.html). Letzter  
Zugriff: 2015.01.16.

Statistisches Bundesamt (2011a): Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen),  
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Fachserie 3, Reihe 3.1.2., Wiesbaden, 212 S.

Statistisches Bundesamt (2011b): Hofnachfolge in landwirtschaftlichen Betrieben der Rechtsform  
Einzelunternehmen, Landwirtschaftszählung 2010.

Statistisches Bundesamt (2014a): Statistisches Jahrbuch 2014. Statistisches Bundesamt (Destatis),  
Wiesbaden. Veröffentlicht unter

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2014.  
pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/StatistischesJahrbuch2014.pdf?__blob=publicationFile)

Statistisches Bundesamt (2014b): Viehhaltung der Betriebe. Landwirtschaftszählung.  
Agrarstrukturerhebung. Fachserie 3 Reihe 2.1.3. Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden.

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTier  
ischeErzeugung/Viehhaltung2030213109004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehhaltung2030213109004.pdf?__blob=publicationFile)

Statistisches Bundesamt (2014c): Viehbestand und tierische Erzeugung. Fachserie 3 Reihe 4.  
Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden.

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTier  
ischeErzeugung/ViehbestandtierischeErzeugung2030400137004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/ViehbestandtierischeErzeugung2030400137004.pdf?__blob=publicationFile)

Statistisches Bundesamt (2014d): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Sozialökonomische Verhältnisse.  
Agrarstrukturerhebung. Fachserie 3 Reihe 2.1.5.

Statistische Bundesamt (2015a): 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung.

Statistisches Bundesamt (2015b): Flächenbelegung von Ernährungsgütern, Indikatoren zum  
Nachhaltigen Konsum.

Stecher, K. und Forstner, B. (2015): Analyse der Betriebs- und Unternehmensstrukturen in der deutschen  
Landwirtschaft: Zwischenbericht eines Forschungsprojektes; Thünen Working Paper 39, veröffentlicht  
unter: [http://literatur.ti.bund.de/digbib\\_extern/dn055172.pdf](http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn055172.pdf).

Steininger, K., Amon, B., Damm, A., Heimrath, R., Hörtenkuber, S., Lauer, M., Steiner, D., Steiniger, K.,  
Tatzber, F. und Wolking, B. (2012): ClimReg - Bundeslandspezifische Technologieszenarien als  
Entscheidungsgrundlage für eine zukunftsfähige Energienutzung. Blue Globe Foresight, Studie#5/2012,  
Endbericht.

Stewart W.M., Dibb, D.W., Johnston A.E., Smyth T.J. (2005): The contribution of commercial fertilizer  
nutrients to food production. *Agron. J.* 97, 1-6.

Stockinger, C. (2015): Sieben Thesen zur Zukunft. In: DLG Mitteilungen 1/2015, S. 14-17.

Sudfeldt, C., Dröschmeister, R., Flade, M., Grüneberg, C., Mitschke, A., Schwarz, J. & Wahl, J. (2009):  
Vögel in Deutschland. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Bundesamt für Naturschutz,  
Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten, Münster.

Sutton, M. A., Howard, C. M., Erisman, J. W., Bealey, W. J., Billen, G., Bleeker, A., Bouwman, A. F.,  
Grennfelt, P., Grinsven, H. van, Grizzetti, B. (2011): The challenge to integrate nitrogen science and  
policies: the European Nitrogen Assessment approach. In: Sutton, M. A., Howard, C. M., Erisman, J. W.,  
Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., Grinsven, H. van, Grizzetti, B. (Hrsg.): The European Nitrogen  
Assessment. Sources, Effects and Policy Perspectives. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape  
Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Tokyo, Mexico City: Cambridge University Press, S. 82–96.

Swalve, H. (2013): Globale Tendenzen in der Rinder- und Schweinezucht. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2013): Tiere züchten – High Tech und Verantwortung. Tierzuchtsymposium 2013, S. 17-31.

## T

TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB, TEEB, Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen, Genf.

Then, C. (2015): Gentechnik oder nicht? Neue Züchtungsverfahren bei Pflanzen und Tieren. In: AgrarBündnis e.V. (2015): Der kritische Agrarbericht 2015. S. 253-258

Thomas, F., Schmidt, G., Weiland, I., Wohlgemuth, M., Wolfram, M. und Vieth, C. (2006): Förderung von Existenzgründungen in der Landwirtschaft. Projektbericht. Angewandte Wissenschaft. Heft 513. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 180 Seiten.

Thünen-Institut (2013): Thünen-Report 13, November 2013

Thünen-Institut (2014): Thünen Baseline 2013-2023

Top agrar (2012): Produktivität der Landwirtschaft hat sich in 20 Jahren verdoppelt; <http://www.topagrar.com/news/Home-top-News-786415.html>

Top agrar (2015): Top agrar-Serie Zukunft Ackerbau. Den Pflanzenbau neu gestalten. Top agrar Ausgabe 10/2015

## U

Uekötter, F. (2010): Die Wahrheit ist auf dem Feld. Eine Wissensgeschichte der deutschen Landwirtschaft, Umwelt und Gesellschaft, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, 524. S

UBA - Umweltbundesamt (2010): Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten. Ein Themenheft des Umweltbundesamtes zum Internationalen Jahr der Biodiversität.

UBA - Umweltbundesamt (2011a): Daten zur Umwelt. Ausgabe 2011. Umwelt und Landwirtschaft.

UBA - Umweltbundesamt (2011b): Stickstoff – zuviel des Guten? Überlastung des Stickstoffkreislaufs zum Nutzen von Umwelt und Mensch wirksam reduzieren.

UBA (2013a): Wasserwirtschaft in Deutschland, Teil 2. Veröffentlicht unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wasserwirtschaft-in-deutschland-teil-2>

UBA (2013b): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/landwirtschaft/pflanzenschutzmitteleinsatz-in-der-landwirtschaft>

UBA – Umweltbundesamt (2013c): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050.

UBA (2014a): Reaktiver Stickstoff in Deutschland. Ursachen, Wirkungen, Maßnahmen. Veröffentlicht unter [www.uba.de/stickstoff-in-deutschland](http://www.uba.de/stickstoff-in-deutschland).

UBA (2014b): Die Zukunft im Blick: Trendbericht für eine vorausschauende Ressourcenpolitik.

UBA - Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015a): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung.

UBA (2015b): Umweltbelastende Stoffeinträge aus der Landwirtschaft. Möglichkeiten und Maßnahmen zu ihrer Minderung in der konventionellen Landwirtschaft und im ökologischen Landbau. Hintergrund März 2015; veröffentlicht unter [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umweltbelastende\\_stoffeintraege\\_aus\\_der\\_landwirtschaft.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umweltbelastende_stoffeintraege_aus_der_landwirtschaft.pdf)



UBA (2016a): Position Januar 2016. 5 Punkte-Programm für einen nachhaltigen Pflanzenschutz, veröffentlicht unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/5-punkte-programm\\_fuer\\_einen\\_nachhaltigen\\_pflanzenschutz\\_1.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/5-punkte-programm_fuer_einen_nachhaltigen_pflanzenschutz_1.pdf)

UBA (2016b): <https://umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/bodenbearbeitung>; abgerufen am 25.01.2016

UBA / KomPass - Umweltbundesamt und Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (Hrsg.) (2011): Anpassung an den Klimawandel. Landwirtschaft. Themenblatt: Anpassung an die Klimaänderung in Deutschland.

UNCCD (1994): Konvention der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Desertifikation <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-ger.pdf>

UNEP (1997): World Atlas of Desertification

UNEP (2012): Global Environment Outlook 5 (2012). Environment for the future we want.

UNEP (2013): The Emissions Gap Report 2013: A UNEP Synthesis Report.

UNFCCC – United Nation Framework Convention on Climate Change (2009): National greenhouse gas inventory data for the period 1990 – 2007, FCCC/SBI/2009/12, Kopenhagen.

## V

Vaccari, D.A. (2009): Droht ein Mangel an Phosphor? Artikel im Spektrum der Wissenschaft; November 2009.

van Grinsven, H.J.M.; Holland, M.; Jacobsen, B.H.; Klimont, Z.; Sutton, M.A.; Willems, W.J. (2013): Costs and benefits of nitrogen for Europe and implications for mitigation. Environmental Science & Technology, 47(8):3571-3579 (April 2013)

VEBU – Vegetarierbund Deutschland (2014): Erfolge 2014, <https://vebu.de/>, abgerufen am 20.10.2015

VDI Technologiezentrum & Fraunhofer ISI (2014): Gesellschaftliche Entwicklungen 2030 – 60 Trendprofile gesellschaftlicher Entwicklungen. Zwischenergebnis 1 des BMBF-Foresight-Zyklus II; Suchphase 2012-2014.

Verband der Landwirtschaftskammern (2010): Fachinformation Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Bereich Pflanzenbau; <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

Vieth, Christian et al. (2012): Erforschung der Situation von inner- und außerfamiliären Hofübergaben im Ökologischen Landbau und Entwicklung von Maßnahmen zur Unterstützung des Übergabeprozesses. Universität Kassel, Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau. Manuskript

Vieth, C. und Thomas, F. (2013): Hofnachfolger gesucht – und vorhanden. Vorschläge für eine gezielte Unterstützung von jungen Landwirten. In: Landwirtschaft 2013. Der Kritische Agrarbericht. S. 58-63.

von Haaren, C., Saathoff, W., Bodenschatz, T. Lange, M. (2010): Der Einfluss veränderter Landnutzungen auf Klimawandel und Biodiversität. Naturschutz und Biologische Vielfalt 94, Bonn-Bad Godesberg: 181 S.

Von Witzke, H. und Noleppa, S. (2011): Der gesamtgesellschaftliche Nutzen von Pflanzenschutz in Deutschland, unter <http://www.agrar.hu-berlin.de/de/institut/departments/dao/ihe/Veroeff>; abgerufen am 5.03.16.

Von Witzke, H., Noleppa, S., Zhirkova, I. (2011): Fleisch frisst Land, WWF Deutschland.

Voß, J.; Knaack, J.; von Weber, M. (2010): Ökologische Zustandsbewertung der deutschen Übergangs- und Küstengewässer. Indikatorbericht. Meeresumwelt aktuell Nord- und Ostsee 2010/2. Bund-Länder Messprogramm; veröffentlicht unter <http://www.blmp-online.de/Seiten/Berichte.html>

## W

Wawrzyniak, N. (2013): Klimafreundlich melken; Bioland (06/2013).

Weltbank (2008): World Development Report 2008: Agriculture for Development, Weltbank, Washington D.C.

Weltbank (2014): Employment in agriculture (% of total employment)  
<http://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS/countries> (Stand: 7.6.2014)

Weynand, M. (2015): Wasserverschmutzung kostenfrei? Auswirkungen der Landwirtschaft auf das Gemeingut Wasser. Präsentation des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. im Rahmen des Tags des Ökologischen Landbaus auf der Internationalen Grünen Woche Berlin am 22.01.2015.

Wiegmann, K., Eberle, U., Fritsche, U.R., Hünecke, K. (2005): Umweltauswirkungen von Ernährung - Stoffstromanalysen und Szenarien. Diskussionspapier Nr. 7. Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie. Darmstadt/Hamburg 2005; zitiert in Osterburg, Bernhard et al. (2009): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie. 03/2009. S.36f.

Williams, A.G., Audsley, E. und Sandars, D.L. (2006): Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Final report to Defra on project IS020, Cranfield University, Bedford und Defra, London

WBA - Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMEL (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung; Gutachten.

Wissenschaftlicher Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen (2013): Biodiversität im Grünland – unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Oktober 2013.

WTO - World Trade Organization (2013): World Trade Report 2013. Factors shaping the future of world trade

WWF (2009): Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands. Woher stammt das Wasser, das in unseren Lebensmitteln steckt? Veröffentlicht unter: [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/wwf\\_studie\\_wasserfussabdruck.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/wwf_studie_wasserfussabdruck.pdf)

WWF (2014): Klimawandel und Landwirtschaft. Der 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates 2014; Faktenblatt.

WWF (2015): Nahrungsmittelverbrauch und Fußabdrücke des Konsums in Deutschland

**X**

**Y**

**Z**

ZALF – Leibnitz-Zentrum für Agrarlandforschung e.V. (2012): Demografische Entwicklung und Landnutzung.

Zukunftsinstitut (2015): Lebensmittel Zeitung. Hanni Rützlers FoodReport 2015.

Zukunftsstiftung Landwirtschaft (Hrsg.) (2013): Wege aus der Hungerkrise. Die Erkenntnisse und Folgen des Weltagrarberichts: Vorschläge für eine Landwirtschaft von morgen.