

Düngeverordnung: Erste Erfahrungen, weiterer Ausblick



Düngeverordnung: Erste Erfahrungen, weiterer Ausblick

Tagung des Verbandes der Landwirtschaftskammern e. V.
(VLK) und des Bundesarbeitskreises Düngung (BAD)
am 9. und 10. April 2019 in Würzburg

Herausgeber

Bundesarbeitskreis Düngung (BAD)

Mainzer Landstraße 55

60329 Frankfurt/Main

Telefon +49 69 2556-1265

Telefax +49 69 2556-1298

E-Mail hartmann.iva@vci.de

Internet www.iva.de/verband/pflanzenernaehrung

Vorwort

Im Jahr 2017 trat nach mehr als drei Jahren intensiver Diskussionen das neue Düngerecht bestehend aus Düngegesetz und Düngeverordnung in Kraft. Die neue Düngeverordnung ersetzt die seit 2006 geltende alte Verordnung und soll die gute fachliche Praxis der Düngung präzisieren und den Nährstoffeinsatz im Sinne der Nitratrichtlinie effizienter und verlustärmer gestalten. Doch die neue Verordnung stand von Beginn an auf wackeligen Füßen: Der Nitratbericht von 2012 sowie die Klage der EU-Kommission wegen Nichteinhaltung der Nitratrichtlinie machten deutlich, dass in Deutschland akuter Handlungsbedarf im Dünge-recht bestand, auch der Evaluationsbericht der Bund-Länder-AG kam zu diesem Ergebnis.

Aufgrund des Verstoßes gegen die Nitratrichtlinie hatte die EU-Kommission bereits im Oktober 2013 ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland angestoßen und infolge dessen 2016 Klage beim Europäischen Gerichtshof eingereicht. Denn auch der folgende Nitratbericht aus 2016 zeigte, dass sich die Nitratgehalte der Grundwasserkörper kaum gebessert haben. Im Juni 2018 gab der Europäische Gerichtshof der Kommission in allen Punkten der beiden gegen Deutschland aufgestellten Rügen recht. Auch wenn sich das Urteil auf die Dünge-verordnung von 2006 bezog, war schnell klar, dass wichtige Aspekte des Urteils nicht abgestellt waren: Deutschland muss die seit 2017 geltende Düngeverordnung bereits nach zwei Jahren grundlegend überarbeiten.

Die diesjährige Tagung hatte zum Ziel, die ersten Erfahrungen mit der neuen Düngeverordnung zu betrachten sowie einen weiteren Ausblick in die Zukunft zu geben. Dabei standen am ersten Tag besonders die Erfahrungen aus der Praxis und der Beratung im Vordergrund. Am zweiten Veranstaltungstag wurden dann die Erfahrungen einzelner Länder mit dem Vollzug der Düngeverordnung sowie mit den sogenannten „Roten Gebieten“ analysiert. Den Abschluss der Veranstaltungen machten Vorträge zur Luftreinhaltung, den Auswirkungen der Klimaver-einbarungen (dem sogenannten Paris-Abkommen), sowie zu den Chancen und Potentialen der Digitalisierung in der Landwirtschaft.

Alle Vorträge sind ergänzend auf unserer Webseite zu finden. Wir danken den Referenten für Ihre interessanten Beiträge und allen Teilnehmern für den offenen Diskurs.

Anschrift der Referenten

Prof. Dr. Enno Bahrs

Institut für Landwirtschaftliche
Betriebslehre,
Universität Hohenheim,
70599 Stuttgart
E-Mail: bahrs@uni-hohenheim.de

Dr. Carl-Philipp Federolf

Yara Digital Farming
10961 Berlin
E-Mail: carl-philipp.federolf@yara.com

Dipl.-Ing. Reno Furmanek

Düngebehörde, Landwirtschaftskammer
Niedersachsen
26121 Oldenburg
E-Mail:
reno.furmanek@lwk-niedersachsen.de

Dr. Maximilian Hofmeier

Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft
und internationaler Bodenschutz,
Umweltbundesamt,
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: maximilian.hofmeier@uba.de

Stefan Hüschen

Bundesministerium für Ernährung und
Landwirtschaft,
Referat 711,
53123 Bonn
E-Mail: stefan.huesch@bmel.bund.de

Dr. Jörg Hüther

Hessisches Ministerium für Umwelt,
Klimaschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz,
Referat VII 1
Wiesbaden
E-Mail: joerg.huether@umwelt.hessen.de

Dipl. Ing. Bernhard Osterburg

Stabsstelle Klimaschutz,
Thünen-Institut
38116 Braunschweig
E-Mail:
bernhard.osterburg@thuenen.de

Dr. Andreas Pacholski

EuroChem Agro GmbH
68165 Mannheim
E-Mail:
andreas.pacholski@eurochemgroup.com

Dipl.-Ing. Christian Regnet

Stiftung Juliusspital,
97279 Prosselsheim
E-Mail: landwirtschaft@juliusspital.de

Dr. Matthias Wendland

Institut für ökologischen Landbau, Bo-
denkultur und Ressourcenschutz,
Bayerische Landesanstalt für Landwirt-
schaft,
85354 Freising
E-Mail: matthias.wendland@lfl.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

Zielkonflikte in einer nachhaltigen Landwirtschaft	9
<i>Prof. Dr. Enno Bahrs, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim</i>	
Das EuGH-Urteil im Vertragsverletzungsverfahren: Inhalte und Folgen für das Düngerecht	23
<i>Stefan Hüsch, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn</i>	
Erfahrungen eines Ackerbauern mit der Düngeverordnung	31
<i>Dipl.-Ing. Christian Regnet, Stiftung Juliusspital, Prosselsheim</i>	
Erkenntnisse und Erfahrungen der Länder aus dem Vollzug der Düngeverordnung	35
<i>Dr. Jörg Hüther, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden</i>	
„Rote Gebiete“, Erfahrungen aus Bayern und Ausblick	43
<i>Dr. Matthias Wendland, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising</i>	
Maßnahmen zur Luftreinhaltung (NEC-Richtlinie) in der Landwirtschaft	49
<i>Dipl. Ing. Bernhard Osterburg, Stabsstelle Klimaschutz, Thünen-Institut, Braunschweig</i>	
Auswirkungen der Klimavereinbarungen (Paris-Abkommen)	55
<i>Dr. Andreas Pacholski, EuroChem Agro, Mannheim</i>	
Chancen und Potenziale der Digitalisierung – Digital Farming	79
<i>Dr. Carl-Philipp Federolf, Yara Digital Farming, Berlin</i>	

Zielkonflikte in einer nachhaltigen Landwirtschaft

Prof. Dr. Enno Bahrs, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim

Einleitung und Problemstellung sowie Zielsetzung

Eine nachhaltige Landwirtschaft zeichnet sich dadurch aus, dass sie resiliente bzw. regenerationsfähige Bewirtschaftungseinheiten abbildet, die mit ökologischer, ökonomischer und sozialer Bedürfnisbefriedigung aller tangierten Akteure konvergiert und dabei auch den Nutzen nachfolgender Generationen ins Kalkül zieht. Zwischen diesen drei Eckpfeilern der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Soziales – entstehen dabei vielfach nur schwer vermeidbare Zielkonflikte, die jedoch bestmöglich aufzulösen sind (vgl. Krall, 2015). D. h., es werden mindestens zwei Ziele verfolgt, die nicht gleichzeitig und im selben Umfang erfüllt werden können, weil sie miteinander unvereinbar sind. Die jüngsten Diskussionen zur Düngeverordnung (DüV), zur Biodiversität in und bei landwirtschaftlichen Nutzungen sowie zur Rolle der Landwirtschaft beim Klimawandel sind in diesem Zusammenhang prominente Diskussionsthemen.

Im Folgenden sollen einzelne bedeutende Zielkonflikte in einer nachhaltigen Landwirtschaft exemplarisch genannt und Lösungsannäherungen beschrieben werden. In diesem Zusammenhang sind auch die Herausforderungen einer Lösungsfindung zu nennen, die sich zum einen in unterschiedlichen Anforderungsprofilen einzelner Akteursgruppen widerspiegeln. Zum anderen zeigen sich vielfach methodische Schwierigkeiten, den ökologischen und ökonomischen sowie sozialen Status quo der Landbewirtschaftung mit seiner Akteursinteraktion sowie seiner jeweiligen dynamischen Veränderungen angemessen vergleichbar bzw. bewertbar zu machen.

Nachhaltigkeit und ihre Zielkonflikte in der Landwirtschaft

Die drei Maßstäbe der Nachhaltigkeit

Ökologische Nachhaltigkeit orientiert sich insbesondere am schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen. Ökologisch nachhaltig sind Lebensweisen, die die natürlichen Lebensgrundlagen nur in dem Maße beanspruchen, wie diese sich regenerieren. Eine ökonomische Nachhaltigkeit kann gewährleistet werden, wenn ein Unternehmen/die Gesellschaft wirtschaftlich nicht über seine/ihre Verhältnisse lebt. Ansonsten entstehen i. d. R. Einbußen für nachfolgende Generationen. Eine Wirtschaftsweise ist nachhaltig, wenn sie dauerhaft betrieben werden kann. Eine Maximierung des ökonomischen Ertrags bei gleichzeitiger Schonung/Aufrechterhaltung der benötigten Ressourcen ist dabei eine wichtige Vorausset-

zung. Dem Ziel einer sozialen Nachhaltigkeit werden insbesondere Gesellschaften mit resilienten Sozialsystemen gerecht, die durch ihre Organisation soziale Spannungen so weit wie möglich reduzieren und Konflikte nicht eskalieren lassen (vgl. dazu auch Tremmel, 2003).

Exemplarische Zielkonflikte in einer nachhaltigen Landwirtschaft

Zielkonflikte in einer nachhaltigen Landwirtschaft haben verschiedene inhaltliche und räumliche Dimensionen. Bei Letzterer wird deutlich, dass Menschen in Malawi andere Zielkonflikte einer nachhaltigen Landwirtschaft aufweisen als in Deutschland. Dies ist auch mit den existenziellen sowie sonstigen Bedürfnissen in den einzelnen Regionen im weltweiten Vergleich zu begründen. Während in einem sehr armen Land wie Malawi die ökonomisch-sozial geprägten physiologischen und Sicherheitsbedürfnisse eine übergeordnete Rolle spielen („satt werden“), sind in Deutschland die durch alle drei Nachhaltigkeitssäulen geprägten Sozial- und Individualbedürfnisse vergleichsweise sehr bedeutend. Diese globale Reflexion des Zielkonflikts, mit Zielkonflikten einer nachhaltigen Landwirtschaft im internationalen Kontext, offenbart gleichzeitig die regional-wirtschaftliche Dimension der Nachhaltigkeitsinterpretation. Einkommensschwache Bevölkerungsgruppen in Deutschland, die einen hohen Anteil ihrer Konsumausgaben für Lebensmittel ausgeben müssen, werden vermutlich verstärkt einer Nachhaltigkeitsinterpretation mit physiologischen und Sicherheitsprofilen folgen, bei denen Lebensmittel möglichst günstig sein sollen. Dagegen werden einkommensstarke Bevölkerungsschichten in Deutschland verstärkt versuchen, auch ihre Sozial- und Individualbedürfnisse (Freundschaft, Gruppenzugehörigkeit, Anerkennung) zu befriedigen (vgl. Maslow, 1943). In diesem Zusammenhang dürften die sowohl global als auch regional auftretenden ökologischen Herausforderungen bedeutsam sein, bei der die Landwirtschaft eine jeweils exponierte Rolle einnimmt. Zu diesen ökologischen Herausforderungen zählen z. B. hohe regionale Nährstoffbilanzen und damit einhergehenden Belastungen der Umweltmedien Boden, Luft und Wasser. Weiterhin ist eine zurückgehende regionale und globale Biodiversität mit geringeren Artenvielfalten und Abundanzen einzelner Arten der Flora und Fauna zu nennen. Schließlich ist auch der globale und regionale Klimawandel anzuführen, bei der die Landwirtschaft Mitverursacher, Betroffener und Lösungsbestandteil zugleich sein kann (vgl. z. B. Rockström *et al.*, 2009).

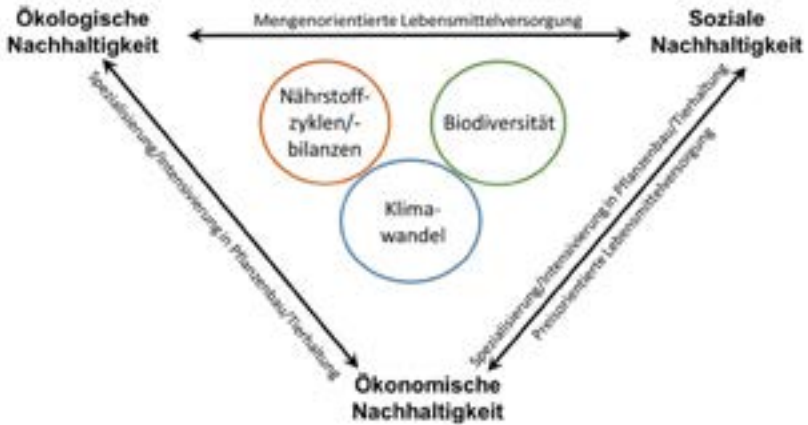


Abb. 1: Nationale Perspektive der Mineraldünger als Handelsware
Quelle: Eigene Darstellung

Anhand der Abbildung 1 wird verdeutlicht, dass insbesondere die in den vergangenen Jahrzehnten zugenommene Spezialisierung und Intensivierung in der Landwirtschaft zu verstärkten Zielkonflikten führen kann. Diese Entwicklung führt u. a. zu Zielkonflikten zwischen ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit durch die Beeinträchtigung von Ökosystemen bzw. der Umweltmedien Boden, Wasser und Luft. Sie führen aber auch zu Zielkonflikten zwischen ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit, weil die ökologischen Beeinträchtigungen durch zunehmend große Gesellschaftsgruppen nicht mehr akzeptiert werden und friedliche Konfliktlösungen zwischen den Akteursgruppen zunehmend schwieriger werden. Spezialisierung und Intensivierung in der Landwirtschaft können einerseits zu einer (kurzfristig) betriebswirtschaftlich günstigeren Produktion von Biomasse bzw. Lebensmitteln führen und damit auch dem Leitbild folgen, Konsumenten eine höhere betriebswirtschaftliche Wohlfahrt zu erlauben. Allerdings steigt damit andererseits der Anteil von großräumig angebauten Kulturen in engen Fruchtfolgen auf z. T. zunehmend großen Parzellen. Dabei ist die Intensität der Produktion mit den jeweils eingesetzten Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffeinsätzen, zumindest in Mittel- und Westeuropa, auf einem vergleichsweise hohen Intensitätsniveau je Flächeneinheit. Die Auswirkungen auf die Niveaus der Nährstoffbilanzen, der Biodiversität und des Klimawandels bleiben nicht aus. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt eine Ursache der zuvor genannten Zusammenhänge bzw. Konflikte auf, ohne eine absolute Lösungsmöglichkeit anzubieten, jedoch Spielraum für relative Lösungsmöglichkeiten lässt.

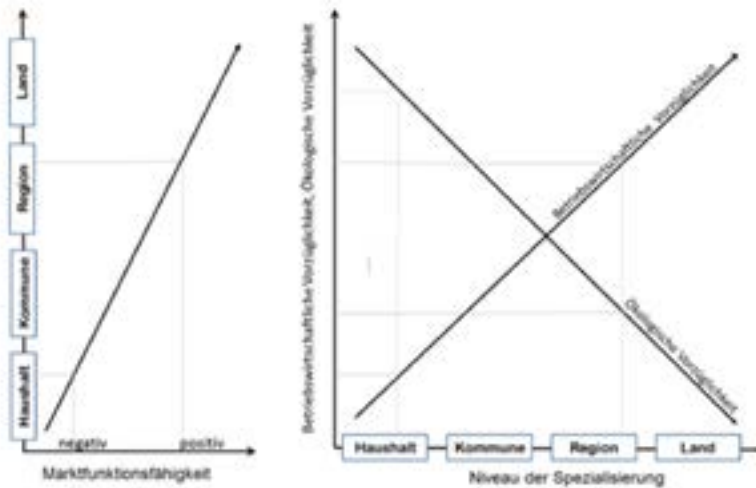


Abb. 2: Zielkonflikte betriebswirtschaftlicher und ökologischer Vorzüglichkeiten in der Landwirtschaft in Abhängigkeit vom Niveau der räumlichen Spezialisierung im Kontext der Marktfunktionsfähigkeiten

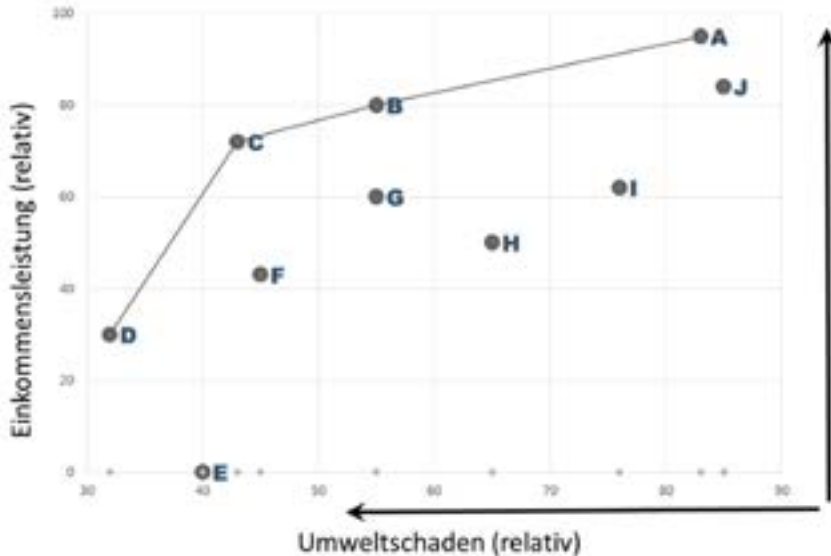
Quelle: Gemäß Klasen *et al.*, 2016

Mit zunehmenden räumlichen Spezialisierungsgrad ausgehend von der Subsistenzwirtschaft (Haushalt) über die Kommune und Region bis zum Bundesland/Nation steigert sich die betriebswirtschaftliche Vorzüglichkeit, auch weil (Biomasse- bzw. Lebensmittel-) Märkte damit zunehmend leistungsfähiger und effizienter werden, allerdings bei gleichzeitiger Abnahme der ökologischen Vorzüglichkeit aufgrund der zuvor genannten Eigenschaften einer zunehmenden Spezialisierung (vgl. dazu auch Klasen *et al.*, 2016), z. B. in Form von nicht ausbalancierten Nährstoffbilanzen, abnehmenden Biodiversitäten und negativer Beeinflussung des Klimawandels. Die Lösung des Zielkonflikts ist dabei nicht einfach, weil es schwer fällt, einen gemeinsamen Nenner für den Vergleich ökonomischer, ökologischer und sozialer Veränderungen zu finden, um ein volkswirtschaftliches Optimum zu identifizieren. Während die betriebswirtschaftlichen Kosten und Leistung in der Pflanzenproduktion und Tierhaltung vergleichsweise gut monetär bewertbar sind, fällt dies bei ökologischen Leistungen erheblich schwerer, um zumindest eine monetäre Vergleichbarkeit von ökologischen und ökonomischen Kosten und Leistungen herzustellen. Mit der TEEB-Initiative (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB, verschiedene Jahrgänge) wird der Versuch angestellt, diesem gemeinsamen Nenner näher zu kommen (zu den Grenzen dieses Vergleichs siehe auch Hansjürgens, 2015). Dabei sollen die Werte bzw. Wertveränderungen der Natur sichtbar gemacht und in Entscheidungen auf allen Ebenen einbezogen werden. Diese Form einer ökonomischen Bewertung hat jedoch seine Grenzen.

Sie ist lediglich dann sinnvoll einsetzbar, wenn marginale Veränderungen der Natur bewertet werden sollen. Sobald gesamte Ökosysteme ausgelöscht oder Umkippeffekte erreicht werden, verbietet sich eine ökonomische Bewertung, weil es sich nicht mehr um marginale Veränderungen handelt. Darüber hinaus sind begrenzte Substituierbarkeiten von Umweltgütern und irreversible Schädigungen keine marginalen Veränderungen mehr und lassen somit kaum eine übliche ökonomische Bewertung zu (vgl. dazu Hansjürgens, 2015). Insofern werden im Folgenden lediglich marginale und damit ökonomisch bewertbare Veränderungen der Umwelt bzw. Natur adressiert, die u. a. in den verschiedenen internationalen TEEB-Berichten zwischen den Jahren 2008 bis 2012 veröffentlicht wurden (vgl. auch www.teebweb.org). Auch in Deutschland wurde dieser Ansatz aufgenommen und äußert sich in der Initiative „Naturkapital Deutschland“ (verschiedene Jahrgänge). Dabei werden zu bewertende Ökosystemleistungen in vier Kategorien klassifiziert (vgl. dazu auch Millennium Ecosystem Assessment, vgl. MEA, 2005, TEEB DE, 2016c)

- Basisleistungen: ökosystemare Dienstleistungen, die auf Bodenbildung, Nährstoffkreislauf und Erhaltung der genetischen Vielfalt beruhen
- Versorgungsleistungen: Bereitstellung von Nahrung, Wasser, Baumaterial (Holz), Fasern, Rohstoffen für Arzneimittel
- Regulierungsleistungen: Regulierung von Klima, Überflutungen, Krankheiten, Wasserqualität, Abfallbeseitigung, Bestäubung
- Kulturelle Leistungen: ökosystemare Dienstleistungen, die Erholung, Naturtourismus, ästhetisches Vergnügen und spirituelle Erfüllung fördern

Spätestens an dieser Stelle deutet sich an, wie schwierig eine Bewertung von Ökosystemleistungen sein kann. Allgemein akzeptierte Lösungen sind bislang kaum anzutreffen, so dass eine gute Vergleichbarkeit und konsensuale Abwägung von z. B. ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeitsziele in der Landwirtschaft zumindest in kardinaler Form schwer fällt. Somit sollte zumindest die Möglichkeit eines ordinalen Vergleichs angestrebt werden. D. h., es lassen sich Rangordnungen zwischen einzelnen Zuständen ermitteln. Dies lässt sich plakativ mit der folgenden Abbildung 3 anhand der Aufzeichnung einer relativen Einkommens- und Umweltoptimierungslinie darstellen.



3: Relative Einkommens- und Umweltoptimierungslinie für exemplarische Ackerbausysteme eines Standorts
 Quelle: Gemäß Lu et al., 2008

Ziel eines solchen Vergleichs gemäß Abbildung 3 sollte sein, Indikatoren zu identifizieren, die zumindest einen ordinalen Vergleich von Umweltzuständen (Abzisse) verschiedener Ackerbausysteme eines Standorts zulässt. Zu solchen Indikatoren könnten z. B. CO₂-Emissionsäquivalente, Biodiversitätsmaße oder Hoftorbilanzen bzw. schlagspezifische Bilanzen für einzelne Nährstoffe zählen, von denen man weiß, dass ein Mehr oder Weniger, z. B. ab oder bis bestimmten Grenzwerten, ein (zunehmender) Umwelt- bzw. Naturschutzschaden bedeutet. Die an der Ordinate abgebildete Einkommensleistung spiegelt Indikatoren wie Deckungsbeitrag, direkt- und arbeits erledigungskosten freie Leistung, Gewinn oder kalkulatorischer Gewinn in einer Währungseinheit wider, die jeweils vergleichsweise leicht und eindeutig (kardinalskaliert) ermittelbar sind. Anhand der Abbildung 3 ist erkennbar, dass im Fall einer Standortbewertung, mit der Option, verschiedene Ackerbausysteme nutzen zu können, Ackerbausystem A das Ackerbausystem J dominiert, weil es sowohl ökonomisch als auch ökologisch vorteilhafter ist. Das Ackerbausystem B dominiert die Systeme G, H und I. Das Ackerbausystem C dominiert die Systeme F, G, H und I und das Ackerbausystem D dominiert das System E. D. h., die rechten unteren Quadranten der Punkte auf der Optimierungslinie sind die jeweils dominierenden Systeme. Bei den Ackerbausystemen F, G, H, I und J ist somit auf keinen Fall Pareto-Effizienz gegeben, weil es jeweils noch möglich wäre, eine Zieleigenschaft (hier Einkommens- sowie Umweltleistung) zu verbessern, ohne zugleich eine andere zu verschlechtern

(vgl. zur Pareto-Effizienz sowie der Pareto-Verbesserung auch Brümmerhof, 2007). Die Ackerbausysteme A, B, C oder D stellen je nach Ausgangs-Ackerbausystem bessere Lösungen dar. Allerdings ist in diesem Fall der ordinalen Skalierung in Abbildung 3 keine Aussage über die Vorzüglichkeit zwischen den Ackerbausystemen A, B, C oder D möglich. Während z. B. das Ackerbausystem A aus der Sicht der betrieblichen Einkommensleistung vorteilhafter ist, können B, C und D durch bessere Umweltleistungen glänzen. Solange Umwelt- und Einkommensleistungen nicht über einen gemeinsamen Nenner (z. B. Euro) vergleichbar sind, kann keine Rangfolge zwischen diesen vier Ackerbausystemen vorgenommen werden. Es bleibt lediglich eine qualitative Bewertung als Option des Vergleichs. Die Ackerbausysteme A, B, C und D stellen idealisierte Ackerbausysteme für einen Standort dar, bei der auf der Optimierungslinie der Konflikt deutlich wird. Umwelt- und Naturschützer votieren für das Ackerbausystem D (abwechslungsreiche Fruchtfolgen mit wenig intensiven Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatz), während Landwirte aus betriebswirtschaftlicher Sicht (abseits ihrer Einstellung zu Umwelt- und Naturschutzbeeinträchtigungen) vielfach das Ackerbausystem A (z. B. enge Fruchtfolgen mit Qualitätsweizenanbau) präferieren würden. In diesem Zusammenhang wäre zu klären, wie das Ackerbausystem D mit vergleichsweise geringen Umweltschäden erreicht werden kann bzw. inwieweit das Ackerbausystem D überhaupt (volkswirtschaftlich) optimal ist.

Offensichtlich ist eine freiwillige Lösung, ohne Anreize oder Sanktionen schwer möglich. Hier spannen sich die Optionen des Förder- und Ordnungsrechts auf. Zu deren Instrumenten zählen die Investitionsförderungen (z. B. für Mechanisierungen umweltschonender Bewirtschaftungsverfahren), die EU-Prämien der ersten Säule (Greening) sowie die kofinanzierten Prämien der zweiten Säule, mit verschiedenen Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen. Darüber hinaus sind auch Vertragsnaturschutzmaßnahmen zu nennen, z. B. im Rahmen der Kompensation gemäß §§ 13ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), die auch in der Landwirtschaft durch Finanzierung der Maßnahmenträger umgesetzt werden können. Zu den ordnungsrechtlichen Maßnahmen zählen Ge- und Verbote wie z. B. maximale Ausbringungsmengen für Pflanzenschutzmittel und für Nährstoffe, die gleichzeitig auch terminlichen Restriktionen unterliegen. Vor diesem Hintergrund ist auch die novellierte Düngeverordnung zu sehen, die einen ordnungsrechtlichen Rahmen aufspannt, um insbesondere der EU-Wasserrahmen- sowie -Nitratrichtlinie Rechnung zu tragen und einen Wasserschutz sicherstellen soll, bei dem u. a. Grenzwertüberschreitungen der Nitratbelastung in Grund- und Oberflächengewässern zu vermeiden sind. Dabei spielen gegenwärtig strengere zeitliche Ausbringungsverbote von Nährstoffen und verringerte Düngungsintensitäten eine prominente Rolle. In diesem Zusammenhang soll im Folgenden anhand eines Forschungsprojekts am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim, gemeinsam mit dem Ministerium für Ländlichen Raum in Baden-Württemberg (MLR) veranschaulicht werden, wie Förder- und Ordnungsrecht gut ineinandergreifen könnten, um eine Pareto-Verbesserung von Einkommens- und/oder Umweltzuständen einzelner Ackerbau- bzw. landwirtschaftlicher Landnutzungssysteme zu induzieren.

Ergebnisse eines Nährstoffbilanzierungsprojekts mit der Landwirtschaft im Kontext

Pareto-verbesserter Lösungen nachhaltiger Landbewirtschaftungen

Mit dem Ziel, eine Bewertung vorzunehmen, ob und inwieweit eine Hoftorbilanzierung von Nährstoffen bzw. ergänzende Nährstoffbilanzierungen neben einer Feld-Stall-Bilanz eine adäquate und kostengünstige Ergänzung im vorbeugenden Gewässerschutz darstellen können, wurde das Projekt „Weiterentwicklung von Nährstoffbilanzen in der Landwirtschaft als ergänzendes Instrumentarium zur Erreichung eines guten Gewässerzustands“ von 2010 bis 2013 im Auftrag des MLR BW bearbeitet. Dazu wurde zunächst eine umfangreiche Datenerhebung auf insgesamt 66 landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieben unterschiedlicher betriebswirtschaftlicher Ausrichtung in der Großregion Oberschwaben durchgeführt, die einzelne gefährdete Grundwasserkörper aufweist. Schwerpunkt bildeten mit einem Anteil 56 Prozent Futterbaubetriebe. Daneben waren auch Verbundbetriebe (21 Prozent), Ackerbaubetriebe (15 Prozent) sowie Veredlungsbetriebe (8 Prozent) dabei. Sonderkulturbetriebe waren nicht in der Stichprobe. Die Landwirte stellten dabei alle für die Erstellung von Nährstoffbilanzierungen notwendigen betrieblichen Daten und Unterlagen zu Verfügung. Mit Hilfe der erstellten Nährstoffbilanzen sollte ein weiterentwickeltes regions- bzw. betriebs-spezifisches Best-Practice-Niveau abgeleitet werden, das im Rahmen der Wasserschutzberatung Anwendung finden sollte. Darüber hinaus sollten aus den Ergebnissen ein weiterentwickelter Leitfaden zur Nährstoffbilanzierung für den Einsatz in der Beratungspraxis abgebildet werden, die einen Pareto-verbesserten Einsatz von Wirtschafts- und Mineraldüngern im Sinne einer ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Landbewirtschaftung ermöglichen.

Die Projektdurchführung oblag dem Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim. Ein wichtiges Ziel dieses Projekts war u. a., die (Bilanz-) Unterschiede zwischen der damals ordnungsrechtlich vorgeschriebenen Feld-Stall-Bilanzierung und einer Hoftorbilanzierung abzubilden und Managementinstrumente daraus abzuleiten, die es den Betriebsleitern ermöglicht, Pareto-verbesserte einzelbetriebliche Entscheidungen im Spannungsfeld einer ökonomisch und ökologisch sowie sozial nachhaltigen Landbewirtschaftung zu treffen. Dabei stand eine Hoftorbilanzierung der für die Landwirtschaft bedeutenden Nährstoffe N, P und K im Mittelpunkt, wobei im Folgenden allein auf den N-Einsatz fokussiert wird. Wesentliche Ergebnisse waren u. a., dass zunehmender N-Import mit hoher Korrelation mit steigenden N-Hoftorbilanzen, als wichtiger Indikator des Wasserschutzes, verbunden waren (vgl. dazu auch Wüstholtz/Bahrs, 2013). Eine wichtige Erkenntnis im Rahmen des Projekts war insbesondere die z. T. sehr stark auftretende einzelbetriebliche Differenz zwischen Feld-Stall-Bilanz sowie Hoftorbilanz, die anhand der folgenden Abbildung 4 veranschaulicht wird. Dabei wird auch der vergleichsweise geringe Zusammenhang zwischen diesen beiden Bilanzierungsmethoden deutlich. Darüber hinaus zeigt die Abbildung 4, dass nach der Feld-Stall-Methode nahezu alle

landwirtschaftlichen Projektbetriebe die von der Düngeverordnung damals vorgegebene Obergrenze für den betrieblichen Nährstoffüberschuss für Stickstoff (+60 kg N/ha LF) einhalten, während nach der Hoftormethode ca. 40 Prozent der teilnehmenden Betriebe diese Grenze überschreiten. Diese Betriebe liegen am rechten Rand der Abbildung und sind sowohl aus ökologischer wie ökonomischer Perspektive von Interesse. Viele dieser Betriebe weisen gleichzeitig einen hohen Import von mineralischen N-Düngern auf, die eigentlich gar nicht erforderlich wären, weil der eigene Wirtschaftsdünger ausreichend wäre, um eine zumindest fast vollständige Versorgung mit Stickstoff im Betrieb sicher zu stellen.

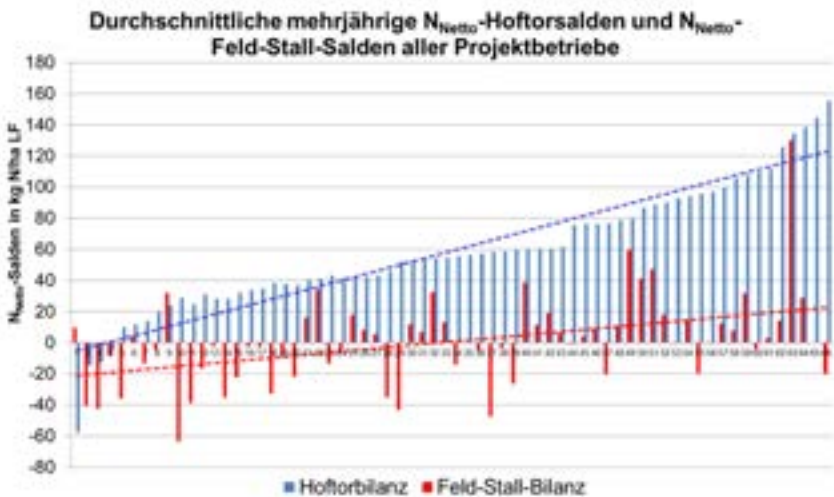


Abb. 4: Die Bedeutung des Wissens um die Feld-Stall und Hoftorbilanzen am Beispiel von exemplarischen landwirtschaftlichen Betrieben in Baden-Württemberg

Den Landwirten wurden am Ende des Projekts ihre einzelbetrieblichen Ergebnisse in Form von Ergebnismappen offengelegt. Dabei wurden sie auch in einen anonymisierten Ergebnisvergleich eingeordnet. Eine dem Projekt nachfolgende Befragung, bei der die Hälfte der Projektbetriebe teilnahm, ergab, dass mehr als die Hälfte dieser Landwirte einen geringeren eigenen Hoftorbilanzsaldo erwartet hätten. Allein die Erkenntnis der hohen (eigenen) Bilanzierungsdifferenzen sowie die Einordnung in einen horizontalen Ergebnisvergleich mit den anderen Projektbetrieben hat mehr als 40 Prozent der befragten Landwirte dafür sensibilisiert, den betriebsindividuellen Einsatz der Nährstoffe im Sinne einer ökonomisch und ökologisch nachhaltigeren Landwirtschaft zu überdenken. Fast die Hälfte der befragten Betriebsleiter wollte den N-Düngeraufwand zukünftig verringern und auf Sicherheitszuschläge verzichten. 100 Prozent der antwortenden Teilnehmer würden nochmals an dem Projekt teilnehmen.

Schlussfolgerungen

Zielkonflikte einer nachhaltigen Landbewirtschaftung sind unvermeidbar. Somit sind Kompromisse erforderlich, die den beteiligten Akteursgruppen einen jeweils höchst möglichen Nutzen, idealerweise im Sinne einer Pareto-verbesserten Lösung ermöglichen. Die zuvor genannten Darstellungen haben gezeigt, wie schwierig die praktische Umsetzung auch aufgrund mangelnder (ökonomischer) Vergleichbarkeit ökologischer, ökonomischer und sozialer Veränderungen sein kann. Dennoch gibt es Möglichkeiten, anhand des Förder- und Ordnungsrechts, dem Ziel einer Pareto-verbesserten Lösung näher zu kommen. Das zuvor skizzierte Wasserschutzprojekt in Baden-Württemberg kann an dieser Stelle exemplarisch genannt werden. Dabei zeigte sich die Hoftorbilanzierungsmethode als bedeutendes Instrument, Landwirten Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll sind und damit auch eine sozial nachhaltigere Landwirtschaft ermöglichen können. Freiwilligkeit, Förderung und Anonymität spielten jedoch eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der dargestellten Akzeptanz einer Hoftorbilanzierung. Diese Rahmenbedingungen werden nicht in allen Regionen und bei allen Betriebsleitern Deutschlands automatisch gegeben sein. Somit stellt dieses Wasserschutzprojekt ein idealisiertes Projekt dar, das dennoch wichtige Erkenntnisse aufzeigen konnte. Information und Beratung spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle in der Akzeptanz und Umsetzung ordnungs- und förderrechtlicher Maßnahmen, auch um negative Externalitäten zu vermeiden. Dabei möchten Landwirte auch verstehen, warum einzelne Maßnahmen (speziell für sie) erforderlich sind.

Die novellierte Düngeverordnung sowie die gegenwärtig diskutierten Verschärfungen erwecken bei vielen Landwirten jedoch kein Gefühl von Verständnis, weil einzelne Maßnahmen in pauschalierter Form umgesetzt werden müssen, unabhängig von der einzelbetrieblichen Situation im Kontext struktureller, pedologischer, topografischer und klimabedingter Voraussetzungen. Landwirte, die aufgrund vorgegebener Grenzen des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern einen Export von eigenen Wirtschaftsdüngern vornehmen müssen, aber gleichzeitig dafür Mineraldünger einkaufen müssen, um den unzweifelhaft vorhandenen Nährstoffbedarf der eigenen Kulturpflanzen angemessen bedienen zu können, zeigen an dieser Stelle Unverständnis. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, den Landwirten die Zusammenhänge zwischen Ihrem Tun und den Folgen auf die Umweltmedien (hier den Wasserschutz) noch deutlicher aufzuzeigen, mit wissenschaftlich basierten Methoden, die auch verdeutlichen, warum z. B. ein Landwirt in einem „Roten Gebiet“ wirtschaftet. Eine regionale und ggf. auch einzelbetrieblich differenziertere Abstimmung von Ordnungs- und Förderrecht, gemeinsam mit Informations- und Beratungsinstrumenten könnte dabei angezeigt sein, die gleichzeitig Freiräume für eine evolutionäre, und weniger für eine revolutionäre Vorgehensweise bietet, bei der Landwirten ausreichend Zeit der Anpassung gegeben wird. Wenngleich die novellierte DüV, gepaart mit Investitionsfördermaßnahmen von Bund und Ländern diese Anpassung bereits zum Teil gewährleistet, zeigt der signifikant erkennbare Unmut des Berufsstands,

dass es offenbar noch zusätzliche Abstimmungspotenziale gibt. Im Zusammenhang mit diesen exemplarisch zunehmenden Extensivierungsbestrebungen, nicht allein in der Nährstoffversorgung sondern z. B. auch im Pflanzenschutzbereich, sowohl in der deutschen als auch in der mitteleuropäischen Landwirtschaft, sollten auch die daraus resultierenden potenziellen Effekte auf eine globale Landwirtschaft und ihre Umwelten aufgezeigt werden. Dabei ist verständlich zu machen, dass lokale Extensivierungsbemühungen in der deutschen bzw. mitteleuropäischen Landwirtschaft nicht zu einer Intensivierung an anderen Orten der Welt führen, mit einem damit möglicherweise verbundenen Export von negativen Externalitäten.

Literatur

Brümmerhoff, D. (2007): Finanzwissenschaft. 9. Auflage. München.

Hansjürgens, B. (2015): Zur Neuen Ökonomie der Natur: Kritik und Gegenkritik. In: Wirtschaftsdienst, 4/2015, 284-291.

Klasen, S., K. M. Meyer, C. Dislich, M. Euler, H. Faust, M. Gatto, E. Hettig, D. N. Melati, I. Nengah Surati Jaya, F. Otten, C. Pérez-Cruzado, S. Steinebach, S. Tarigan, K. Wiegand (2016): Economic and Ecological trade-offs of agricultural specialisation at different spatial scales. In: Ecological Economics, 122; 111-120.

Krall, S. (2015): Was ist nachhaltige Landwirtschaft? Hrsg. Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Bonn.

Maslow, A. (1943): A Theory of Human Motivation. In: Psychological Review, 50, 370–396.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005): Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Island Press, Washington DC.

Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2012): Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung. München, ifuplan; Leipzig, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; Bonn, Bundesamt für Naturschutz

Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2015): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Hrsg. von V. Hartje, H. Wustemann und A. Bonn. TU Berlin, UFZ. Berlin, Leipzig.

Naturkapital Deutschland -TEEB DE (2016a): [http://www.naturkapital-teeb.de/glossar.html?tx_a21glossary%5Buid%5D=51&cHash=70add-4532414f029e474f397714\)4b9f7](http://www.naturkapital-teeb.de/glossar.html?tx_a21glossary%5Buid%5D=51&cHash=70add-4532414f029e474f397714)4b9f7). 05.08.2016

Naturkapital Deutschland -TEEB DE (2016b): <http://www.naturkapital-teeb.de/ueber-teeb-de/ueberblick-projekthintergrund.html>

Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016c): Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen – Grundlage für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. Hrsg. von C. von Haaren und C. Albert. LU Hannover, UFZ. Hannover, Leipzig.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin, III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J.A. Foley (2009): A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475, doi:10.1038/461472a.

TEEB (2008): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Interim Report

TEEB (2010a): The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington (see <http://www.teebweb.org/publication/the-economics-of-ecosystems-and-biodiversity-teeb-ecological-and-economic-foundations/>)

TEEB (2010b): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.

TEEB (2010c) Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. (TEEB (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature) Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese

TEEB (2011): The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making. Edited by Patrick ten Brink. Earthscan, London and Washington.

TEEB (2012a): The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Local and Regional Policy and Management. Edited by Heidi Wittmer and Haripriya Gundimeda. Earthscan, London and Washington.

TEEB (2012b): The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise. Edited by Joshua Bishop. Earthscan, London and New York.

TEEB (2013): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Guidance Manual for TEEB Country Studies. Version 1.0.

Tremmel, J. (2003): Nachhaltigkeit als politische und analytische Kategorie. Der deutsche Diskurs um nachhaltige Entwicklung im Spiegel der Interessen der Akteure. München.

Wüstholtz, R. und E. Bahrs (2013): Effiziente Nährstoffbilanzierungsmethoden in der Landwirtschaft zur Erreichung des guten Wasserzustands gemäß EU-Wasser-Rahmenrichtlinie – Erkenntnisse eines Hoftor-Bilanzierungsprojekts in Baden-Württemberg. In: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht (ZFU), 2/2013, 197-226.

Yao-Chi Lu , John R. Teasdale und Wen-Yuen Huang (2008): An Economic and Environmental Tradeoff Analysis of Sustainable Agriculture Cropping Systems. In: Journal of Sustainable Agriculture, 22:3, 25-41, DOI: 10.1300/J064v22n03_05

Das EuGH-Urteil im Vertragsverletzungsverfahren: Inhalte und Folgen für das Düngerecht

Stefan Hüscher, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn

Änderung Düngegesetz und Novelle der Düngeverordnung 2017

Die Änderung des Düngegesetzes wurde erforderlich, um die Düngeverordnung mit den vorgesehenen Regelungen u. a. zur Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie erlassen zu können. Das geänderte Düngegesetz ist seit dem 16. Mai 2017 in Kraft.

Das novellierte Düngegesetz enthält u. a. folgende wesentliche Änderungen:

- Erweiterung der gesetzlichen Ermächtigungsgrundlagen für den Erlass von Regelungen in der Düngeverordnung.
- Einführung einer Befugnis der zuständigen Länderbehörden zum Datenabgleich mit Erhebungen aus anderen Rechtsbereichen (z. B. Daten aus InVeKos, der HIT-Datenbank) für düngerechtliche Überwachungszwecke.
- Erweiterung der Ermächtigungsgrundlagen um den Erlass von Regelungen zu den Anforderungen an die Lagerkapazität für Gärrückstände aus dem Betrieb von Biogasanlagen, sofern die Gärrückstände als Düngemittel verwendet werden.
- Außerdem wurde der Bußgeldrahmen für bestimmte Verstöße gegen die Düngeverordnung angepasst (erhöht).

Die Novelle der Düngeverordnung ist seit dem 2. Juni 2017 in Kraft. Mit der Novelle der Düngeverordnung wurden wesentliche Änderungen und Ergänzungen an der alten Düngeverordnung aus 2006 vorgenommen.

Wesentliche Änderungen der Düngeverordnung betreffen folgende Punkte:

- Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung für Stickstoff auf Acker- und Grünland,
- Präzisierung der bestehenden Beschränkungen für das Aufbringen von stickstoff- und phosphathaltigen Düngemitteln,
- Verlängerung der Zeiträume, in denen keine Düngemittel ausgebracht werden dürfen,

- Beschränkung der zulässigen Stickstoffgabe im Herbst zu bestimmten Ackerkulturen auf 60 kg Gesamtstickstoff je Hektar,
- Ausweitung der Abstände für die Stickstoff- und Phosphatdüngung in der Nähe von Gewässern und im hängigen Gelände,
- Fortentwicklung des Nährstoffvergleichs,
- Verringerung der Kontrollwerte für die Differenz von Zu- und Abfuhr im Nährstoffvergleich,
- Anordnungsbefugnis für die zuständigen Stellen zur Teilnahme der Betriebsinhaber an einer anerkannten Düngeberatung bei Überschreiten des Kontrollwerts im Nährstoffvergleich,
- Einführung bundeseinheitlicher Vorgaben für das Fassungsvermögen von Anlagen zur Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern und Gärrückständen aus dem Betrieb einer Biogasanlage sowie Festmist und Kompost,
- Länderermächtigung zu Vorlage-, Melde- oder Mitteilungspflichten im Zusammenhang mit den Aufzeichnungen über die Ermittlung des Düngebedarfs und den Nährstoffvergleich,
- Verpflichtung der Länder zum Erlass von mindestens drei zusätzlichen Maßnahmen in Gebieten mit hoher Nitratbelastung sowie in Gebieten, in denen stehende oder langsam fließende oberirdische Gewässer eutrophiert sind und nachgewiesen worden ist, dass die Phosphatbelastung dieser Gewässer überwiegend aus landwirtschaftlicher Bewirtschaftung stammt,
- Abgrenzung der belasteten Gebiete kann auch auf Teilbereiche des Grundwasserkörpers beschränkt werden,
- Befreiung von Betrieben von den zusätzlichen landesrechtlichen Maßnahmen in belasteten Gebieten, sofern diese im Nährstoffvergleich den Kontrollwert von 35 kg N/ha unterschreiten, und Befreiungsmöglichkeit für Betriebe, die an Agrarumweltmaßnahmen teilnehmen, die in besonderer Weise dem Gewässerschutz dienen.

In Gebieten mit geringer Nitratbelastung können die Länder entlastende Maßnahmen erlassen.

Stoffstrombilanzierung

Die Stoffstrombilanzverordnung wurde am 14. Dezember 2017 verkündet und ist zum 1. Januar 2018 in Kraft getreten.

Ziel der Stoffstrombilanz ist es, Nährstoffflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar abzubilden.

Die Stoffstrombilanzverordnung gilt ab dem 1. Januar 2018 für

1. Betriebe mit mehr als 50 Großvieheinheiten je Betrieb oder mit mehr als 30 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bei einer Tierbesatzdichte von jeweils mehr als 2,5 Großvieheinheiten je Hektar,
2. Viehhaltende Betriebe, die die in Nummer 1 festgesetzten Schwellenwerte unterschreiten, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben zugeführt wird, und
3. Betriebe, die eine Biogasanlage unterhalten und mit einem viehhaltenden Betrieb nach Nummer 1 oder Nummer 2 in einem funktionalen Zusammenhang stehen, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus diesem oder anderen Betrieben zugeführt wird.

Ab dem 1. Januar 2023 gilt diese Verordnung auch für

1. Betriebe mit mehr als 20 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche oder mehr als 50 Großvieheinheiten je Betrieb,
2. Betriebe, die die in Nummer 1 festgesetzten Schwellenwerte unterschreiten, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr nach § 3 Absatz 2 Satz 3 Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben zugeführt wird, und

Betriebe, die eine Biogasanlage unterhalten und mit einem Betrieb nach Nummer 1 oder Nummer 2 in einem funktionalen Zusammenhang stehen, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr nach § 3 Absatz 2 Satz 3 Wirtschaftsdünger aus diesem oder anderen Betrieben zugeführt wird.

Folgen aus dem Urteil des EuGH zu Nitrat vom 21. Juni 2018

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat am 21. Juni 2018 sein Urteil im Klageverfahren der Kommission gegen Deutschland wegen unzureichender Umsetzung der Nitratrichtlinie verkündet (Rechtssache C – 543/16). Das Urteil bezieht sich auf die Rechtslage, die im September 2014 bestand, und damit auf die alte Düngerverordnung von 2006.

Der EuGH hat festgestellt, dass Deutschland zum rechtlich maßgeblichen Stichtag – 11. September 2014 – bereits weitere Maßnahmen hätte erlassen müssen und Deutschland zu diesem Zeitpunkt kein Beurteilungsspielraum mehr zukam.

Der EuGH hat allen Klagegründen der Kommission stattgegeben. Dazu gehören insbesondere die folgenden sechs Rügen:

- Verstoß hinsichtlich der Begrenzung des Ausbringens von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Flächen unter Berücksichtigung des Grundsatzes einer ausgewogenen Düngung,
- Verstoß hinsichtlich der Zeiträume, in denen das Ausbringen von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Flächen verboten ist,
- Verstoß hinsichtlich Fassungsvermögen und Bauweise von Behältern zur Lagerung von Dung,
- Verstoß hinsichtlich der Einhaltung der Höchstmenge Dung pro Jahr und Hektar,
- Verstoß hinsichtlich des Ausbringens von Düngemitteln auf stark geneigten landwirtschaftlichen Flächen,
- Verstoß hinsichtlich des Ausbringens von Düngemitteln auf wassergesättigten, überschwemmten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden.

Der Bundesregierung wurde mit Datum vom 4. Juli 2018 das Aufforderungsschreiben der Europäischen Kommission hinsichtlich der Umsetzung des Urteils des EuGH Rechtssache C – 543/16 gegen Deutschland im Vertragsverletzungsverfahren wegen Verstoßes gegen die Nitratrichtlinie zugestellt.

Deutschland wurde aufgefordert, innerhalb von zwei Monaten die Maßnahmen mitzuteilen, mit denen dem Urteil nachgekommen werden soll.

Die Antwort der Bundesregierung wurde am 4. September 2018 an die Europäische Kommission versandt. In der Antwort sind die im letzten Jahr in Kraft getretenen Änderungen des Düngegesetzes und der Düngeverordnung sowie der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen dargestellt. Ferner wurde zu allen Punkten aus dem Urteil Stellung genommen.

Die Bundesregierung hat in der zweiten Jahreshälfte 2018 bis Frühjahr 2019 mit der Europäischen Kommission mehrere Gespräche zur Umsetzung des Urteils des EuGH und zur Erläuterung der Maßnahmen der novellierten Düngeverordnung aus 2017 geführt. Im November wurde deutlich, dass die Maßnahmen der

novellierten Düngeverordnung nicht ausreichen und Nachbesserungen erfolgen müssen. Insbesondere der Nährstoffvergleich mit dem zulässigen Kontrollwert und die Länderermächtigung (§ 13 DüV) mit den Maßnahmen in den Nitratbelasteten waren Anlass der Kritik.

Ende Januar 2019 wurde eine erste offizielle Mitteilung der Bundesregierung mit einem Konzept zur Änderung der Düngeverordnung und Ende Februar 2019 ein Rechtstext zur Anpassung der Düngeverordnung an die Europäischen Kommission übermittelt.

Die Bundesregierung hat im Konzept zur Änderung der Düngeverordnung folgende Änderungsvorschläge der Europäischen Kommission mitgeteilt:

- Der Nährstoffvergleich und der Kontrollwert werden gestrichen. Stattdessen wird eine Aufzeichnungspflicht über die Düngungsmaßnahmen für alle Flächen/Schläge eines Betriebes eingeführt.
- Anpassung der Länderermächtigung (§ 13 DüV) für mit Nitrat belastete Gebiete durch Einführung einer allgemeinen Öffnungsklausel für die Länder. Zusätzlich werden vier verpflichtende Maßnahmen seitens des Bundes vorgegeben. Dazu gehören die Absenkung des Düngebedarfs um 20 Prozent, der verpflichtende Zwischenfruchtanbau im Herbst, ein Düngeverbot im Herbst zu Zwischenfrüchten ohne Futtermutzung, zu Wintergerste und zu Winterraps.

Die Europäischen Kommission führte am 1. März 2019 mit der Bundesregierung ein weiteres Gespräch und forderte die Ausdehnung der Sperrfristen auf Grünland und für Festmist sowie weitergehende Vorgaben für die Düngung von Flächen mit mehr als 15 Prozent Hangneigung.

In der Folge wurden zu allen Maßnahmen und mit Ländern und Verbänden intensive Gespräche geführt.

Im Juli 2019 soll ein gemeinsames Gespräch von Frau Bundesministerin Klöckner und Frau Bundesministerin Schulze bei Kommissar Vella stattfinden, um das weitere Vorgehen zu beraten.

Mitte März 2019 wurde ein Schreiben von Herrn Kommissar Vella an Deutschland übermittelt, aus dem deutlich hervorgeht, dass die EU-Kommission weitere Verschärfungen der Düngeverordnung bei den Sperrzeiten für Festmist und auf Grünland sowie bei den Vorgaben im hängigen Gelände für erforderlich hält. Zudem ist der EU-Kommission der Zeitplan der Überarbeitung der Düngeverordnung – bis Mai 2020 – nicht ambitioniert genug. Dieser ist jedoch gebunden an die Zeitvorgaben der strategischen Umweltprüfung und der Notifizierung bei der EU-Kommission. Kommissar Vella droht darin offen mit einem Zweitverfahren,

wenn Deutschland nicht liefert und alle vom EuGH festgestellten Verstöße behebt. Eine Entscheidung über ein Zweitverfahren wird erst nach der Europawahl im Juli 2019 möglich sein.

Sobald die Europäische Kommission ein Mahnschreiben an Deutschland übermittelt, hat die Bundesregierung zwei Monate Zeit, um zu antworten. Danach wäre das außergerichtliche Verfahren abgeschlossen, so dass die Europäische Kommission im nächsten Schritt den Europäischen Gerichtshof anrufen könnte. Im Falle eines Klageverfahrens würde die Kommission den Feststellungsantrag, dass Deutschland die sich aus dem Ersturteil ergebenden Maßnahmen nicht getroffen hat, mit einem Sanktionsantrag verbinden, in dem sie die Art und Höhe der vom Mitgliedstaat zu zahlenden finanziellen Sanktion benennt, die sie den Umständen nach für angemessen hält. Der EuGH ist an diesen Antrag nicht gebunden.

Nach den festgelegten allgemeinen Kriterien könnte die EU-Kommission gegebenenfalls beantragen, gegen Deutschland einen Pauschalbetrag von mindestens 11 835 000 Euro und/oder ein Zwangsgeld von circa 14 300 Euro pro Tag bis zu circa 857 000 Euro pro Tag bis zur Beendigung des Verstoßes zu verhängen.

Nach intensiven Diskussionen mit Ländern und Verbänden erfolgte Mitte Juni eine Einigung mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die Bundesregierung schlägt folgende Maßnahmen vor, die im Juni 2019 an die Europäische Kommission übermittelt wurden.

- Der Düngbedarf soll um 20 Prozent im Durchschnitt der Flächen des Betriebes, die dieser in nitratbelasteten Gebieten bewirtschaftet, abgesenkt werden. Um betriebs- und anbauspezifischen Besonderheiten Rechnung zu tragen, sollen Betriebe flexibel entscheiden können, welche Kulturen weiter nach dem optimalen Bedarf gedüngt werden, wenn sie dafür auf anderen Flächen in den besonders belasteten Gebieten die Düngung entsprechend stärker einschränken. Dabei soll es keine Reduzierung des Düngedarfs auf Dauergrünlandflächen geben, die in nitratbelasteten Gebieten bewirtschaftet werden.
- Eine Reduzierung des Düngedarfs um 20 Prozent und die Einhaltung einer schlagbezogenen Obergrenze in Höhe von 170 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar aus organischen Düngemitteln auf Flächen in den nitratbelasteten Gebieten soll für Betriebe nicht erforderlich sein, wenn der Betrieb im Durchschnitt dieser Flächen nicht mehr als 160 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar und davon nicht mehr als 80 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar in Form von Mineraldüngemitteln aufbringt.

- Winterraps darf im Herbst in den mit Nitrat belasteten Gebieten gedüngt werden, wenn durch eine Bodenprobe nachgewiesen wird, dass der verfügbare Stickstoffgehalt im Boden unter 45 Kilogramm Stickstoff je Hektar liegt.
- Die Sperrfrist bei Festmist von Huf- oder Klauentieren und Kompost wird in den mit Nitrat belasteten Gebieten um vier Wochen (1.12. – 31.01.) verlängert (derzeit flächendeckend vom 15.12. – 15.01.).
- Die Sperrfrist für die Düngung von Grünland wird in den mit Nitrat belasteten Gebieten um zwei Wochen verlängert (15.10. – 31.01.) (derzeit vom 01.11. – 31.01.).
- Flächendeckend wird eine Begrenzung der Düngung aus flüssigen organischen und flüssigen organisch-mineralischen Düngemitteln, einschließlich flüssigen Wirtschaftsdüngern, auf Grünland im Herbst vom 01.09. bis zum Beginn der Sperrfrist in Höhe von 80 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar eingeführt.
- Auf stark geneigten Flächen, die innerhalb eines Abstandes von 30 Metern zur Böschungskante eines oberirdischen Gewässers eine Hangneigung von mindestens 15 Prozent ausweisen, dürfen künftig stickstoff- oder phosphathaltige Düngemittel innerhalb eines Abstandes von 10 Metern nicht aufgebracht werden. Bisher gilt hier ein Abstand von 5 Metern. Zusätzlich sind bei Ackerland auf diesen Flächen die ausgebrachten Düngemittel auf der gesamten Fläche einzuarbeiten oder es muss ein hinreichend entwickelter Pflanzenbestand vorhanden sein. Damit soll das Abschwemmen von Stickstoff in angrenzende Gewässer verhindert werden.
- Auf Flächen, die innerhalb eines Abstandes von 20 Metern zur Böschungskante eines oberirdischen Gewässers eine Hangneigung von mindestens fünf Prozent bis unter zehn Prozent aufweisen, dürfen stickstoff- oder phosphathaltige Düngemittel in einem Abstand von zwei Metern zur Böschungskante dieses Gewässers nicht aufgebracht werden.
- Auf allen Flächen, die innerhalb eines Abstandes von 20 Metern zur Böschungskante eines oberirdischen Gewässers eine Hangneigung von mindestens zehn Prozent aufweisen, dürfen stickstoffhaltige Düngemittel bei einem ermittelten Düngebedarf von mehr als 80 Kilogramm Gesamtstickstoff je Hektar nur in Teilgaben aufgebracht werden.

Ein überarbeiteter Entwurf der Düngeverordnung wird in Kürze an die Europäische Kommission übermittelt. Die Vorschläge müssen von der Europäischen Kommission noch gebilligt werden. Erst nach Billigung der Vorschläge kann das normale Rechtssetzungsverfahren in die Wege geleitet werden.

Erfahrungen eines Ackerbauern mit der Düngeverordnung

Dipl. Ing. Christian Regnet, Gut Seligenstadt, Prosselsheim

Betriebsübersicht der Güter der juliusspitälischen Landwirtschaft:

Die Hauptzentrale liegt in Gut Seligenstadt und umfasst ca. 600 Hektar Ackerfläche auf der fruchtbaren Lößplatte des Maindreiecks zwischen Würzburg und Volkach. Zusätzlich werden die Flächen des Rotkreuzhofes hinter der bekannten Weinberglage „Würzburger Stein“ mitbewirtschaftet. Der Rotkreuzhof ist mit seinen 205 Hektar umfassenden Äckern wunderbar in die Muschelkalk-Hochflächen eingebunden. Als dritter Standort wird der Jobsthaler Hof in einer Entfernung von ca. 16 Kilometern zum Gut Seligenstadt bewirtschaftet. Die rund 205 Hektar Ackerfläche liegen am östlichen Rande des Gramschatzer Waldes.

Die Schwerpunkte der intensiv gestalteten landwirtschaftlichen Produktion, mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von insgesamt ca. 1 050 Hektar, liegen auf der Erzeugung von hochwertigem und qualitativem Saatgut, das sowohl als Vorstufen-, Basis- und Z-Saatgut aufbereitet und vermarktet wird. Eine wichtige Feldfrucht ist auch die Zuckerrübe. Neben dem Marktf Fruchtbaubetrieb wird ein langjähriges Pachtverhältnis mit der anliegenden KWS-Zuchtstation gepflegt. Alle bewirtschafteten Flächen liegen nach der neuen Kartierung in den sogenannten „Roten Gebieten“.

Düngerstrategie:

- Die Grunddüngung wird klassisch der Fruchtfolge angepasst. Zum Einsatz kommt ein P/K Dünger, der im Herbst vor der Ansaat der Blattfrüchte und Zwischenfrüchte ausgebracht wird.
- Seit der Novellierung der Düngeverordnung wird der Einsatz von Gärsubstraten und Gülle gänzlich vermieden, da zum einen der bürokratische Aufwand, als auch die Unsicherheiten bei der Stickstoffbilanzierung nicht kalkulierbar sind.
- Im Betrieb werden jährlich rund 200 bis 250 Hektar Zwischenfrüchte zur Stabilisierung der Humusgehalte und zur Verbesserung des Bodenlebens angebaut. Der Anbau erfolgt seit 2017 ohne jegliche Herbstdüngung.
- Zur Verbesserung des Bodengefüges auf den zur Verschlammung neigenden Weiß-Lehmböden wird das Nebenprodukt der Zuckergewinnung, Carbokalk eingesetzt.

Bis zum Jahre 2017 wurden bei einem durchschnittlichen Ertrag von ca. 85 dt/ha A-Winterweizen vier Düngergaben durchgeführt. Die erste Gabe erfolgt im zeitigen Frühjahr in der Regel auf Frost mit Piamon oder ASS. Aufgrund des Standortes und dem hohen Anteil an Zuckerrüben wurde diese erste Gabe mit ca. 85-90 kg N/ha durchgeführt.

Die zweite Gabe erfolgte mit Kalkammonsalpeter am Ende Bestockung beziehungsweise Anfang des Schossen-Stadiums. Hierbei wird der Bestand auf 130 kg N/ha aufgedüngt. Die Qualitätsgaben werden je nach Witterungsverlauf klassisch in zwei weitere Gaben (40N / 30 N) aufgeteilt. Hierzu wurde bisher Kalkammonsalpeter verwendet.

Nach der Novellierung der Düngeverordnung ab 2018 wird die Düngung auf dem Betrieb umgestellt. Die frühe Startgabe wird gesplittet, so dass nun nur noch 60 kg N/ha in Form von Piamon oder ASS gestreut werden. Eine nachgezogene Gabe erfolgt dann nach ca. 10- 14 Tagen in Form von KAS. Ziel ist es, dem Weizenbestand im zeitigen Frühjahr ca. 90 kg N/ha zur Verfügung zu stellen. Dann erfolgt eine reduzierte 2. Düngergabe auf nur noch 120 kg N/ha.

Die Qualitätsgabe wird aufgrund der geringeren Stickstoffmenge mit einem schwefelhaltigen Dünger durchgeführt. Hier wird mit ASS gearbeitet, um den Rohproteingehalt auf vorherigem Niveau halten zu können.

Betrieblich hat dies folgende Auswirkungen:

Eine Düngungsmaßnahme im zeitigen Frühjahr mehr, eine reduzierte 2. und 4. Düngergabe. Einhergehend werden die Qualitäten und die Erträge sinken.

Die Sortenwahl wird zukünftig stark durch die neu DüVo beeinflusst.

Auswirkungen der Düngeverordnung auf die juliusspitalische Landwirtschaft

Es ist eine Splittung der ersten Gabe notwendig. Diese ist mit erhöhtem Zeitaufwand verbunden.

Die Nachjustierung der Düngedarfsermittlung vor jeder einzelnen Gabe ist zeitintensiv. Diese Dokumentation ist aber für die Gutsverwaltung immens wichtig, um Veränderungen der Ertragserwartungen perfekt berücksichtigen zu können. Gerade in unserer Region ist ein stetiges Nachjustieren der Ertragserwartung durchzuführen, da Unterfranken häufig von der Vorsommertrockenheit geprägt wird.

Sowohl aus ökonomischer als auch aus bürokratischer Sicht wird derzeit komplett auf die Aufnahme von organischen Düngern verzichtet. Zum einen entsteht die Problematik bei der Bilanzierung der organischen Dünger, während bei der Bedarfsermittlung Lager- und Ausbringverluste angerechnet werden können, müssen diese bei der Bilanzierung voll angerechnet werden. Eine Steuerung der Bestände mit organischem Dünger wird schwierig und kann zu Problemen bei der Saatgutproduktion führen. Es stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt mein Stickstoff pflanzenverfügbar ist. Als weiteres Problem sieht die Gutsverwaltung das enge Zeitfenster bei der Ausbringung der organischen Düngemittel. Hier hat man nicht mehr alles in eigener Hand und es kann zu schwerwiegenden irreparablen Schäden des Bodens führen. Zum einen müssen dann unter Umständen zu ungünstigen Terminen oder nicht passenden Bodenzustände die Bestände befahren werden. Ein weiterer Aspekt, v. a. gegen Komposte, ist der nach wie vor zu hohe Mikroplastikanteil sowie bei Gülle oder Gärsubstraten die Gefahr von unlieben „Mitbringseln“ (Unkrautsamen, usw.). Anschaffung eigener Ausbringtechnik und die Lagermöglichkeiten müssten erst geschaffen werden und sind extrem teuer.

Bei Spätsaaten, v. a. nach der Zuckerrübe ist eine erhöhte erste Gabe nötig. Die Zuckerrübe als Vorfrucht entzieht dem Boden den gesamten Stickstoff. Durch die gezielte und gute Züchtung im Bereich der Zuckerrübe ist festzustellen, dass die meisten Sorten weniger Blattmasse und dafür mehr Rübenmasse bilden. Hierdurch wird mehr Stickstoff abgefahren als über die Düngung gegeben wurde. Sobald die erste Gabe erhöht wird, fehlt diese Stickstoffmenge für eine ordentliche Qualitätsdüngung, so dass nach gewissen Vorfrüchten und Spätsaaten die Qualitätsparameter teilweise nicht erfüllt werden können. Dies hat zur Folge, dass neben einem Ertragsrückgang die Proteingehalte absinken werden. Hierzu hat die Firma Yara im bayerischen Wochenblatt Heft 46 aus 2018 Versuche bei der KWS-Zuchtstation in Seligenstadt veröffentlicht.

Die derzeitige Düngerausbringtechnik stellt die Gutsverwaltung nicht zufrieden. Der Düngerstreuer ist auf unserem Betrieb eine Schlüsselmaschine, die eine Umsetzung der geforderten Auflagen einer neuen DüVo nachkommen sollte.

Die Technikhersteller sollten ihre Versprechen halten und mit ihrem Know-how den Landwirten Geräte zur Verfügung stellen, die z. B. die Gewässerschutzstreifen oder Feldgrenzen nahezu zu 100 Prozent einhalten können. Idealerweise sollte, ähnlich wie bei Pflanzenschutzspritzen, ein TÜV eingeführt werden, der alle zwei bis drei Jahre die Geräte überprüft und dann eine Plakette ausstellt.

Fazit

Die neue DüV0 stellt die praktischen Betriebe vor neue Herausforderungen. Düngersysteme müssen neu überdacht und angepasst werden. Nicht nur der Landwirt, sondern auch die Hersteller von moderner Ausbringtechnik und teilflächenspezifischer und sensorgesteuerter Technik müssen handeln und für den Praxiseinsatz taugliche Systeme anbieten, die zur Erfüllung der Maßnahmen der DüV0 beitragen sollten.

Die abnehmende Hand der Agrarprodukte sollte sich überlegen, ob es noch zeitgemäß ist, den Weizen über Rohprotein abzurechnen. Mittlerweile ist nachgewiesen, dass einige Weizensorten auch ohne hohe Proteingehalte sehr gute Backqualitäten aufweisen. Die Aufteilung der Gebietskulissen für die „Roten Gebiete“ sollte nochmals überprüft und angepasst werden.

Den Landwirten sollte genügend Zeit zur Umsetzung der neuen DüV0 gelassen werden. Hierzu müssen EDV-Programme gezielter und v. a. schneller in der Praxis zur Verfügung stehen.

Die Ausbringtechnik sollte über eine externe Prüfung in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden.

Erkenntnisse und Erfahrungen der Länder aus dem Vollzug der Düngeverordnung

Dr. Jörg Hüther, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden

Die Düngeverordnung in ihrer derzeit geltenden Form trat Anfang Juni 2017 in Kraft. Wie bei den Vorgängerversionen, so wurde auch bei dieser Auflage wiederum unmittelbar nach Inkrafttreten eine Länder-Arbeitsgemeinschaft mit Beteiligung des Bundeslandwirtschaftsministeriums eingesetzt, um Hinweise für den Vollzug zu erarbeiten. Da einige neue Regelungen unmittelbar nach Veröffentlichung der Verordnung galten und Cross Compliance-Relevanz hatten (z. B. Düngedarfsermittlung im Herbst), wurden bereits im Spätsommer 2017 entsprechende Auslegungen vereinbart und auf der Homepage des BMEL veröffentlicht.

Die Arbeiten an den Vollzugshinweisen endeten im Frühjahr 2018, und das nicht öffentliche Papier mit empfehlendem Charakter wurde den Länderministerien mit der Bitte um Berücksichtigung beim Vollzug der Verordnung im jeweiligen Bundesland übersandt.

Auf der Basis der Inhalte der Hinweise werden nachfolgend die wichtigsten Themenfelder dargestellt, für die Konkretisierungen und Auslegungen notwendig waren, was sich auch in der Vollzugspraxis widerspiegelte. Diese Punkte können zugleich Grundlage für notwendige Änderungen der geltenden Verordnung im Zuge der anstehenden Novellierung der Düngeverordnung sein, um eine Klärstellung zu erreichen und das Erfordernis von Interpretationen im Nachhinein zu vermeiden.

Auslegungen zu allgemeinen Bestimmungen

- Bei allen flächenbezogenen Regelungen der Düngeverordnung gelten die Bestimmungen des Bundeslandes, in dem sich die Flächen befinden.
- Bei der Aufbringung von Ernteresten aus dem Gemüsebau und Weinbau (Trester) handelt es sich nicht um eine Aufbringung im Sinne der Düngeverordnung, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:
- Die in der Verarbeitungsanlage anfallenden Erntereste könnten grundsätzlich (insbesondere hinsichtlich Menge und Konsistenz) auch bei Arbeitsschritten auf dem Feld anfallen,
- mit Ausnahme einer für die Verteilung evtl. notwendigen Zerkleinerung erfolgt keine weitere Verarbeitung, so dass die Konsistenz der Erntereste im Wesentlichen erhalten bleibt,

- die Aufbringung sollte innerhalb von fünf Tagen nach dem Anfall erfolgen und
- die anfallenden Erntereste werden wieder auf die gesamte Ursprungsfläche breitflächig verteilt.

Ist einer dieser Punkte nicht erfüllt, handelt es sich um die Aufbringung eines Wirtschaftsdüngers pflanzlicher Herkunft.

Kompost ist in der Düngeverordnung nicht definiert, er umfasst daher grundsätzlich alle Komposte, unabhängig von den Ausgangsstoffen. Es sollte ein wie in der BioAbfV beschriebener Kompostierungsprozess (Abbauprozess mit Prozesstemperatur) durchlaufen sein.

Wirtschaftsdünger bleiben auch nach aerober Behandlung Wirtschaftsdünger (gem. Düngegesetz) und werden nicht zu Kompost i. S. d. Düngeverordnung.

Feste Gärreste sind kein Kompost; es gelten immer die Regelungen für Wirtschaftsdünger.

Kompost, der weniger als 1,5 Prozent Gesamt-N in der TM und somit gem. Düngeverordnung keinen wesentlichen Stickstoffgehalt aufweist, gilt zwar weiterhin als Kompost i. S. d. Düngeverordnung, für ihn gelten jedoch diverse Vorgaben der Düngeverordnung nicht (z. B. Sperrzeiten usw.).

Bei der Anwendung von Kompost können bei den Nährstoffvergleichen die nach Landesrecht zuständigen Stellen im Rahmen ihrer Ermächtigung nach § 8 Abs. 5 die Anrechnung der Gesamt-N-Fracht einzelbetrieblich bis auf 30 Prozent reduzieren.

Bei reinem Pilzsubstrat (Champost) ohne Vermischungen mit anderen Stoffen handelt es sich aufgrund der Nährstoffgehalte und -zusammensetzung grundsätzlich um Kompost i. S. d. der Düngeverordnung. Die speziellen Regelungen zu Pilzsubstrat bleiben hiervon unberührt.

- Festmist von Huf- und Klautieren im Sinne der Düngeverordnung werden als die bei der Haltung dieser Nutztiere beim Haltungssystem Festmist anfallenden tierischen festen Ausscheidungen definiert.
- Rollrasen fällt unter den Zierpflanzenanbau, somit gelten nicht die Vorgaben für pflanzenbaulich genutztes Ackerland und gartenbauliche Flächen.

Wesentlicher Nährstoffgehalt: Einige als Beize oder Blattdünger verwendeten Spurennährstoffdüngemittel können unter Umständen zwischen 3 und 5 Prozent N in der Frischmasse enthalten. Damit werden die Grenzen für die wesentlichen

Stickstoffgehalte von 1,5 Prozent N in der Trockenmasse entsprechend Düngeverordnung deutlich überschritten, so dass die Vorgaben der Düngeverordnung beim Einsatz im Herbst formaljuristisch nicht eingehalten würden.

Derartige Spurennährstoffdünger werden bei der Saatgutbeizung bzw. bei der Blattdüngung in der Regel nur in sehr geringen Mengen eingesetzt. Mit den zugegebenen Mengen dieser Spurennährstoffdünger bzw. den üblichen Saatgut- und Blattdüngungsmengen pro Flächeneinheit ergibt sich je nach Produkt und Aufwandmenge eine Stickstoffzufuhr von 20 – 300 g/ha. Diese Menge ist im Vergleich zur N-Aufnahme der Winterungen marginal. Daher wird zur Vermeidung eines möglichen Spurennährstoffmangels bei Winterraps und Wintergetreide die Applikation solcher Spurennährstoffdünger während der Sperrzeiten über die o. g. Spurennährstoffformen im Rahmen der Beizung bzw. der Mikronährstoffblattdüngung entsprechend den Vorgaben der guten fachlichen Praxis nicht als Zufuhr von Düngemitteln mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff gewertet. Es handelt sich hier daher um sog. „passiven Stickstoff“.

Auslegungen zur Düngebedarfsermittlung

- Die Stickstoffbedarfswerte nach Anlage 4 Tabelle 2 und 3 beziehen sich auf die Vegetationsperiode im Erntejahr.
- Für die Ermittlung des Phosphatdüngedarfs können die Werte der Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV) zur Phosphatabfuhr mit den Ernteprodukten herangezogen werden, da die Düngeverordnung keine entsprechenden Werte enthält.

Für Dauerkulturen im Gemüsebau kann bei der Ermittlung des Phosphatbedarfs in den ersten zwei Jahren die Einlagerung im Wurzel- oder Rhizombereich berücksichtigt werden.

Auslegungen zur Aufnahmefähigkeit

- Ein Boden gilt als wassergesättigt, wenn der gesamte Porenraum wassergefüllt ist. Dies ist insbesondere daran erkennbar, dass auf freier, ebener Fläche (nicht Fahrspuren) Wasserlachen sichtbar sind oder beim Formen des Bodens (außer Sand) Wasser austritt oder die Befahrbarkeit bei frostfreiem Boden nicht möglich ist.
- Als schneebedeckt gilt ein Boden, dessen Oberfläche durch Schneeeauflage nicht mehr zu erkennen ist. Schneebedeckte Teilflächen eines Schlages sind somit bei der Aufbringung auszunehmen.

Ein gefrorener Boden wird nicht aufnahmefähig, wenn er am Tag der Aufbringung nach dem Auftauen wassergesättigt ist. Bei alternierenden Frostperioden mit zwischenzeitlichem vollständigem Auftauen der Krume ist beim Anbau von

Winterkulturen, Feldgras und Grünland und nachgewiesenem Düngebedarf eine wiederholte Aufbringung bis zu 60 kg N/ha zulässig. Für die Ahndung eines möglichen Verstoßes muss die zuständige Behörde den Nachweis führen, dass der Boden im Verlauf des Tages nicht aufnahmefähig geworden ist.

Vorhandensein einer Pflanzendecke: Die Regelung gilt nicht für selbstbegrünte Flächen. Abgefrorene Haupt- und Zwischenfrüchte, die im Herbst ausgesät wurden, gelten als Pflanzendecke im Sinne dieser Regelung, nicht jedoch als bestelltes Ackerland. Somit besteht auf diesen Flächen die Einarbeitungspflicht nach § 6 Abs. 1.

Auslegungen zur Harnstoffregelung (Einarbeitung oder Zusatz eines Ureasehemmstoffs)

Die Vorgaben gelten, wenn der Amid-Stickstoffanteil im Düngemittel über 50 Prozent liegt. Die Vorgaben gelten nicht für den Einsatz von Harnstoff (oder AHL) als Blattdünger.

Auslegungen zur streifenförmigen Aufbringung: Genehmigung anderer Verfahren

Als alternative Verfahren im Hinblick auf Immissionsschutz gelten auch Verfahren zur Behandlung der Wirtschaftsdünger, bei denen eine mindestens gleiche Wirkung der Ammoniakreduktion nachgewiesen wurde.

Auslegungen zu den Sperrzeiten

- Sie gelten für alle Stoffe, die mehr als 1,5 Prozent Gesamt-N in der TM aufweisen (jedoch nicht für passiven Stickstoff).
- Sie gelten nur für Ackerflächen, nicht für landwirtschaftlich genutzte Flächen (nicht z. B. für Baumobst-, Reben- oder Hopfenflächen).

Letzte Hauptfrucht: Wird nach der im Sommer geernteten Kultur noch eine zweite Kultur angebaut und im Ansaatjahr geerntet, ist dies die letzte Hauptfrucht i. S. d. Regelung.

Auslegungen zu Sperrzeitverschiebungen

- Verschiebungen sind nur bei Sperrzeiten möglich, deren Beginn und Ende durch ein Datum festgelegt sind, da der Beginnzeitpunkt „nach Ernte der Hauptfrucht“ nicht verschoben werden kann.
- Die Verschiebung der Sperrzeit sollte eine einzelbetriebliche Antragsstellung voraussetzen. Sammelanträge und -genehmigungen sind möglich. Der Antrag muss den Antragsteller eindeutig erkennen lassen und eine Begründung enthalten.

- Die zur Aufbringung vorgesehenen Flächen müssen identifizierbar sein.
- Gemeinschaftlicher Sammelantrag: Ist möglich für Betriebe, die unter gleichen regionaltypischen Gegebenheiten und Anbaubedingungen wirtschaften, sofern die einzelnen Betriebe eindeutig erkennbar sind und eine einheitliche Begründung vorliegt.
- Eine rechtzeitige Antragsstellung wird empfohlen. Sie sollte mindestens fünf Arbeitstage vor Beginn der Sperrzeiten oder - im Falle der Vorverlegung - vor dem beantragten neuen Beginn der Sperrzeit erfolgen.

Die Genehmigungen gelten einmalig für die jeweilige Sperrzeit.

Auslegungen zur Bewertung des Nährstoffvergleichs

- Der Kontrollwert von 50 kg N/ha gilt ab dem dreijährigen Vergleich, der den Schnitt aus den in den Jahren 2018, 2019 und 2020 begonnenen Düngejahren abbildet. Unabhängig davon, ob als Düngejahr das Wirtschaftsjahr oder das Kalenderjahr gewählt wurde, muss der dreijährige Vergleich am 31.03.2021 vorliegen.
- Der durchschnittliche Kontrollwert aus den Nährstoffvergleichen für die Düngejahre 2015 bis 2017 darf maximal 60 kg N/ha betragen (im Durchschnitt der Düngejahre 2016 bis 2018 maximal 56,6 kg N/ha und im Durchschnitt der Düngejahre 2017 bis 2019 maximal 53,3 kg N/ha).
- Ausnahmen bei niedriger P-Versorgung sollen auf Antrag möglich sein.
- Die Anordnung einer Beratungsmaßnahme erfolgt im Jahr der Feststellung. Der landwirtschaftliche Betrieb hat im Jahr der Anordnung oder spätestens sechs Monate ab dem Zeitpunkt der Anordnung an der Beratungsmaßnahme teilzunehmen und die Teilnahme der zuständigen Behörde innerhalb der gesetzten Frist nachzuweisen.
- „Im auf die Düngeberatung folgenden Jahr“ entspricht dem gewählten Düngejahr, welches nach der Beratung beginnt. Geprüft wird das Einzeljahr (Kontrollwert für das Einzeljahr).

Die vorzulegende Düngebedarfsermittlung gilt für das aktuelle Jahr.

Auslegungen zur Mindestlagerkapazität für Geflügelmist/-kot

Die Regelung richtet sich an die den Geflügelmist erzeugenden Betriebe (auch gewerbliche), nicht die abnehmenden. In Anwendung der Bestimmungen aus § 12 Abs. 1 beträgt die Mindestlagerkapazität 5 Monate (Erläuterung: drei bis vier Monate kulturartsspezifisch, zzgl. max. zwei Monate wegen eingeschränkter Aufbringungsmöglichkeiten).

Auslegungen zu Rückständen aus der Gärrestseparation

Für Feststoffe aus der Gärrestseparation gilt nach der Düngeverordnung eine Mindestlagerkapazität von sechs Monaten.

Analog hierzu sollte aufgrund der Nährstoffgehalte und -zusammensetzung sowie der Vorgaben zur Aufbringung auch für den Wirtschaftsdünger „separierte Güllefeststoffe“ eine Mindestlagerkapazität von sechs Monaten vorgesehen werden.

Auf Nachfrage teilten einige Bundesländer ihre über die Regelungen aus den Vollzugshinweisen hinaus gemachten Erfahrungen aus der Umsetzung der Düngeverordnung 2017 mit. Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte aufgezählt.

- Vielen Betrieben waren die neuen Verpflichtungen auch ein Jahr nach Inkrafttreten der Verordnung nicht bekannt.
- Große Unsicherheiten bei der Düngebedarfsermittlung, trotz des vorhandenen online-Beratungsangebots.
- Hohes Fehlerpotenzial (v.a. im Gemüsebau) und hoher Kontrollaufwand.
- Das relativ starre System der N-Düngebedarfsermittlung schränkt die Nutzung moderner Verfahren erheblich ein. Das betrifft alle Verfahren der Pflanzenanalyse, das Biomassemodell bei Winterraps oder auch die modellbasierte N-Düngung zu Winterweizen.
- Erheblicher Verwaltungsaufwand bei den Sperrzeitverschiebungen. So wurde in Schleswig-Holstein aus einem bisher einseitigen Formblatt ein dreiseitiges mit häufigen Nachfragen, wann für welche Fläche welche Regelung gilt.
- Die Vorgabe, schon im Jahr nach der angeordneten Beratung den Kontrollwert einzuhalten, ist für viele Betriebe nur schwer umsetzbar.
- Die starke Begrenzung des P-Kontrollwertes auch auf Flächen/Betrieben mit starker P-Unterversorgung ist kontraproduktiv und reduziert unter anderem die N-Effizienz auf diesen Standorten.

- Die 30 Prozent-Regelung für Kompost (N-Anrechnung im Nährstoffvergleich) wird kritisch diskutiert.
- Die Akzeptanz der Kulissenausweisung für § 13-Gebiete ist nicht überall gegeben,
- Insbesondere kleinere und mittelgroße Betriebe wurden teilweise nicht erreicht. Große Betriebe waren hier deutlich im Vorteil.
- Die Umsetzung der Düngeverordnung in spezialisierten überwiegend kleinen Gemüsebaubetrieben ist aufgrund der vielfältigen Aufzeichnungspflichten (z. B. N_{\min}) häufig problematisch.
- Thüringen war 2018 sehr stark von der Dürre betroffen. Hier wurde den Betrieben die Anwendung der Ausnahmen zur Berechnung des dreijährigen Ertragsmittels für die N-Düngebedarfsermittlung (keine Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Jahr 2018) sowie die Korrektur der Nährstoffabfuhr bei trockenheitsbedingten Ertragsminderungen >20 Prozent ermöglicht.

Insgesamt wurde von den Ländern mitgeteilt, dass die Motivation der Landwirte, eine erneute Novelle im Jahr 2020 umzusetzen, stark gesunken ist. Die veröffentlichten Vorstellungen, insbesondere die vorgesehenen Maßnahmen in den nach § 13 Düngeverordnung auszuweisenden Gebieten, werden von den meisten Betrieben abgelehnt. Daneben wird auch die Methodik der Ausweisung der Nitratgebiete zunehmend kritisch hinterfragt.

„Rote Gebiete“ – Erfahrungen aus Bayern und Ausblick

Dr. Matthias Wendland, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

Bayern hat im September 2018 mit der „Verordnung über besondere Anforderungen an die Düngung und Erleichterungen bei der Düngung (Ausführungsverordnung Düngeverordnung – AVDÜV) als zweites Bundesland die „Roten Gebiete“ nach § 13 der Düngeverordnung ausgewiesen.

Ermittlung der „Roten Gebiete“

Die Änderung des Düngegesetzes wurde erforderlich, um die Düngeverordnung mit den vorgesehenen Regelungen u. a. zur Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie erlassen zu können. Das geänderte Düngegesetz ist seit dem 16. Mai 2017 in Kraft.

Das Landesamt für Umwelt hat nach folgender Vorgehensweise die Gemarkungen für die „Roten Gebiete“ ausgewählt:

Gemarkungen, die mit mehr als 50 Prozent ihrer Fläche in Grundwasserkörpern (GWK) liegen, die im Rahmen des 2. Bewirtschaftungsplanes (BWP 2016-2021) in den schlechten chemischen Zustand hinsichtlich Nitrats eingestuft wurden und zusätzlich

- im Rahmen der Priorisierung der WRRL-Maßnahmenggebiete (Kombination aus Ergebnissen der inversen Nitrateintragsmodellierung und des Flächenanteils der Landnutzung Acker) mit höherer oder mittlerer Priorität bewertet wurden

oder

- zumindest teilweise in einer Pufferfläche (Radius 2000 m) um belastete Messstellen bzw. Wasserfassungen (Gesamtdaten), deren Median für Nitrat aus dem Zeitraum 2015-2017 oberhalb von 37,5 mg/l liegt.

Nach diesen Grundsätzen ergibt sich die Gebietskulisse für Bayern mit ca. 23 Prozent der LF in „Roten Gebieten“ (Abb. 1)

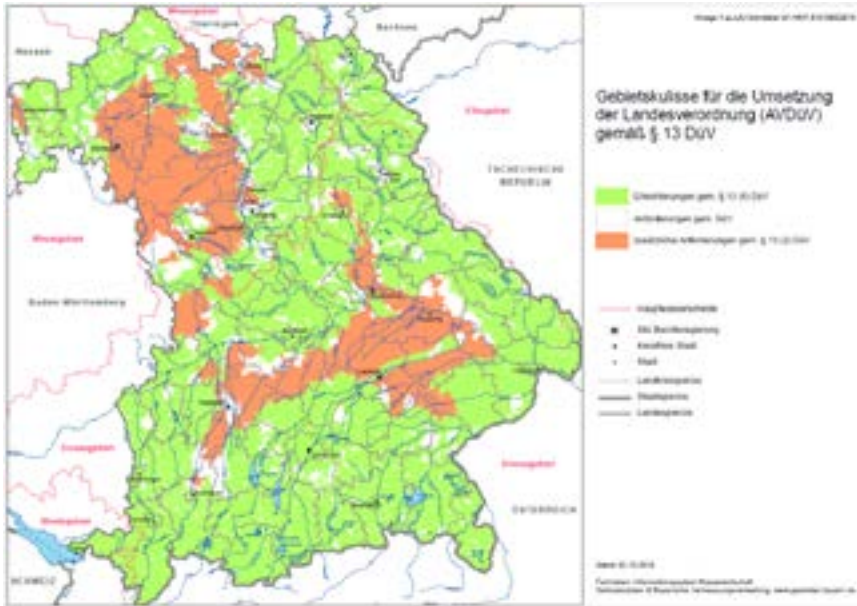


Abb. 1: Gebietskulisse für die Umsetzung der Landesverordnung (AVDüV) gemäß § 13 Düngeverordnung

Ermittlung der „Weißen Gebiete“

Weißer Gebiete können sich sowohl durch die Herausnahme von Flächen innerhalb von GWK im schlechten Zustand für Nitrat sowie aus Gebieten, die in Bereichen nach EG-WRRL in einem guten Zustand hinsichtlich Nitrat eingestuft sind, ergeben:

- GWK im schlechten Zustand mit niedriger Priorität, außerhalb von Pufferflächen, Fläche von 25 km² mit anderen Flächen, die die Kriterien erfüllen
- GWK außerhalb: Einzugsgebiete von Wasserfassungen > 50 mg oder > 37,5 mg ohne fallende Tendenz, Wasserschutzgebiete, Teilweise in Pufferflächen mit > 50 mg

Sie machen ca. 7 Prozent der LF aus, in diesen Gebieten gilt die normale Düngerverordnung.

Die Landwirte werden über das integrierte Bayerische Landwirtschaftliche Informations-System (iBalis) über ihre roten Flächen informiert, zusätzlich wird angegeben, wieviel Prozent der LF im grünen Gebiet liegt.

Zusätzliche Maßnahmen in den „Roten Gebieten“

Weißer Gebiete können sich sowohl durch die Herausnahme von Flächen innerhalb von GWK im schlechten Zustand für Nitrat sowie aus Gebieten, die in Bereichen nach EG-WRRRL in einem guten Zustand hinsichtlich Nitrat eingestuft sind, ergeben:

Als zusätzliche Maßnahmen, die in den „Roten Gebieten“ einzuhalten sind, wurden aus dem Maßnahmenkatalog des § 13 ausgewählt:

1. Untersuchung des im Boden verfügbaren Stickstoffs auf allen Ackerschlägen bzw. Bewirtschaftungseinheiten (ausgenommen mehrschnittiger Feldfutterbau) und Berücksichtigung bei der Düngeplanung, (EUF, N_{\min} , Schnelltest im Gemüseanbau). Es ist mindestens eine N_{\min} - oder EUF-Probe je Kultur zu ziehen. Die Ermittlung des im Boden verfügbaren Stickstoffs kann für die weiteren Feldstücke mit der gleichen Kultur mit dem N-Simulationsverfahren der LfL erfolgen. Dafür steht ein Online-Programm zur Verfügung.
2. Untersuchung von Wirtschaftsdüngern und Gärrückständen vor dem Aufbringen auf Stickstoff und Phosphat und Berücksichtigung bei der Düngeplanung (einmal/Jahr des mengenmäßig bedeutsamsten Düngers)

Einhaltung von erhöhten Gewässerabständen bei der Düngung statt 4 m auf mit 5 m auf ebenen Flächen und statt 5 m auf 10 m auf stark geneigten Flächen

Erleichterungen in den „Grünen Gebieten“

Betriebe, die mindestens 80 Prozent der LF (berechnet nach den tatsächlichen Flächenanteilen der LF des Betriebes in Bayern) in grünen Gebieten bewirtschaften, können folgende Erleichterungen erhalten:

- Anhebung der Grenzen für Aufzeichnungspflichten (Düngebedarfsermittlung, Nährstoffvergleich) von 15 auf 30 Hektar Landfläche (ohne Flächen nach § 8 Abs. 6, Nr. 1 und 2 DüV),
 - o sofern maximal 110 kg Gesamt-N/Hektar LF aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft jährlich anfallen,
 - o maximal 3 Hektar Gemüse, Hopfen, Wein oder Erdbeeren angebaut und
 - o kein Wirtschaftsdünger oder Gärrückstände aufgenommen werden.

Rinderhaltende Betriebe > 3 Großvieheinheiten/Hektar mit ausreichend Grünland brauchen auch ab 2020 nur sechs Monate Gülle-Mindestlagerkapazität. Die genaue Berechnung erfolgt auf Basis der Anteile der Rinderhaltung sowie des Grünlandes der Betriebe im Rahmen des Lagerraumprogrammes der LfL.

Befreiung von den Auflagen im „Roten Gebiet“

Betriebe, die im aktuellen Nährstoffvergleich einen Kontrollwert von maximal 35 kg N/Hektar im dreijährigen Mittel nachweisen, sind von allen drei zusätzlichen Maßnahmen befreit.

Eine Befreiung von allen drei Maßnahmen ist auch auf Antrag für den Gesamtbetrieb bei Teilnahme an der KULAP-Maßnahme „Ökologischer Landbau im Gesamtbetrieb“ oder für einzelne Feldstücke mit den KULAP-Maßnahmen - Umwandlung Acker- in Grünland entlang von Gewässern und in sonstigen sensiblen Gebieten - Extensive Grünlandnutzung entlang von Gewässern und in sonstigen sensiblen Gebieten, Gewässer- und Erosionsschutzstreifen, Winterbegrünung mit Wildsaaten, Mulchsaatenverfahren bei Reihenkulturen, Streifen-/Direktsaatverfahren bei Reihenkulturen und Verzicht auf Intensivfrüchte in wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten möglich. Die nitratgefährdeten Gebiete zählen zum sensiblen Gebiet. Die Befreiung gilt immer nur für das Jahr, in dem die Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)-Maßnahme auf dem Feldstück durchgeführt wird.

Auf Antrag ist auch eine Befreiung für Feldstücke, die in Kooperationen zwischen Wasserversorgern und Landwirten einbezogen sind, möglich. Hierfür ist aber ein eigenes Antragsverfahren erforderlich.

Erfahrungen in den „Roten Gebieten“

Bodenproben wurden auf ca. 60 000 Hektar gezogen (40 000 N_{min} -Proben, 20 000 EUF-Untersuchungen), für ca. 20 000 Schläge wurde die Simulation des N_{min} -Wertes in Anspruch genommen. Trotz Ausdehnung der Kapazitäten gegenüber den Vorjahren bei den Probenehmern und in den Laboren konnten die Untersuchungsergebnisse und Düngebedarfsermittlungen nicht immer rechtzeitig zur ersten Düngungsmaßnahme bereitgestellt werden. Es mussten Ausnahmeregelungen für das Jahr 2019 getroffen werden. So war es ausreichend, eine Anmeldung zur Bodenuntersuchung und zur Bedarfsermittlung bis 15.03. nachzuweisen. Die Bedarfsermittlung konnte mit vorläufigen N_{min} -Werten erstellt werden und musste/muss bei Vorliegen des Ergebnisses korrigiert werden. Proteste anderer Anbieter über das Alleinstellungsmerkmal der LfL mit der Simulation führten dazu, dass zumindest einem Anbieter die Möglichkeit eingeräumt wurde, auch zu simulieren. Der Berechnungsweg für die Simulation ist nicht bekannt. Es ist zu vermuten, dass aufgrund der hohen Probenzahl die Qualitätskriterien für die Untersuchungen nicht immer eingehalten wurden (z. B. Probenahme, gekühlter Transport, Probenlagerung).

Ausblick „Rote Gebiete“

Ungeachtet der derzeit diskutierten Verschärfungen für die „Roten Gebiete“ bei einer Novellierung der Düngeverordnung ist zur Entspannung der Probenahmesituation angedacht, dass ab dem 1. November bereits N_{\min} -Proben gezogen werden können. Das Ergebnis wird dann als schlagspezifischer Ausgangswert für die Simulation verwendet. Die simulierten Werte können ab 30.01. für Wintergetreide und Raps, ab 28.02. für Sommergetreide und Rüben, ab 10.03. für Kartoffeln und ab 15.03. für Mais abgerufen werden.

Literatur

Allgemeinverfügung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Festlegung der Gebiete nach der Verordnung über besondere Anforderungen an die Düngung und Erleichterungen bei der Düngung Ausführungsverordnung Düngeverordnung – AVDüV) vom 10.01.2019 , Az. IAB 2a-7311-1/427, <https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/207027/index.php>

Verordnung über besondere Anforderungen an die Düngung und Erleichterungen bei der Düngung (Ausführungsverordnung Düngeverordnung – AVDüV) Vom 4. September 2018, (GVBl. S. 722) BayRS 7820-1-L

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)

Maßnahmen zur Luftreinhaltung (NEC-Richtlinie) in der Landwirtschaft

Dipl. Ing. Bernhard Osterburg, Stabsstelle Klimaschutz, Thünen-Institut, Braunschweig

Einleitung

Maßnahmen zur Luftreinhaltung in der Landwirtschaft betreffen die Emissionen von Ammoniak, Feinstaub, Gerüchen und Bioaerosolen aus landwirtschaftlichen Tätigkeiten, insbesondere aus der Tierhaltung. Im Rahmen der Luftreinhaltungspolitik von Deutschland und der Europäischen Union werden schrittweise anspruchsvollere Immissionsschutzziele verfolgt. Damit korrespondieren strengere Emissionsobergrenzen auf nationaler Ebene, die durch die EU-Politik vorgegeben werden. In diesem Beitrag stellen wir die Emissionsminderungsziele für Ammoniak vor, beschreiben die Berechnung dieser Emissionen im Rahmen der Emissionsberichterstattung und zeigen auf, welche Maßnahmen im nationalen Luftreinhaltungsprogramm der Bundesregierung (2019) in der Landwirtschaft geplant sind, um die Ziele der Luftreinhaltung zu erreichen.

Emissionsminderungsziele für Ammoniak

Die Richtlinie (EU) 2016/2284 im Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, die sogenannte NEC-Richtlinie, legt prozentuale Reduktionsverpflichtungen für verschiedene Luftschadstoffe fest. Die EU-Mitgliedstaaten sind dazu verpflichtet, der Europäischen Kommission mindestens alle vier Jahre Luftreinhaltungsprogramme zu übermitteln. Im Mai 2019 hat die Bundesregierung das Nationale Luftreinhaltungsprogramm beschlossen und der EU-Kommission übermittelt. Das Luftreinhaltungsprogramm beschreibt, mit welchen Maßnahmen die Bundesregierung die Luftqualität in Deutschland bis 2030 weiter verbessern will. Ein zentrales Ziel des Programms ist ein deutlicher Rückgang von Feinstaubemissionen und der Vorläufersubstanzen wie Ammoniak (NH_3), die an der Bildung von Feinstäuben beteiligt sind. Etwa 95 Prozent der Ammoniakemissionen in Deutschland stammen aus der Landwirtschaft. Eine Reduktion dieser Emissionen muss daher von der Landwirtschaft geleistet werden.

Ammoniak trägt zur Feinstaubbildung bei. In der Atmosphäre entstehen in Verbindung mit Schwefel- und Stickoxiden Ammoniumsalze, sogenannte „sekundäre Partikel“, die zusammen mit anderen Luftverunreinigungen Agglomerate und damit Feinstäube bilden. Solche Stäube mit sehr geringer Partikelgröße können weit in die Lunge eindringen und beeinträchtigen die menschliche Gesundheit. Als negative Umweltwirkungen der Ammoniakemissionen sind die diffuse Düngung und Versauerung von naturnahen Ökosystemen zu nennen. Freigesetztes Ammoniak wird nach einem längeren oder kürzeren luftgetragenen Transport wieder auf die Landflächen oder in Gewässer eingetragen. Die atmosphärische Deposition führt zu einer Stickstoffdüngung. In natürlichen, stickstoffarmen

Ökosystemen kommt es zu Eutrophierung und Versauerung, Änderungen der Artenzusammensetzung und Biodiversitätsverlusten. In Hinblick auf die landwirtschaftliche Produktion bedeuten die gasförmigen NH₃-Emissionen einen Verlust an Stickstoff. Bei Verlusten aus organischen Düngern geht gerade die Stickstofffraktion verloren, die leicht pflanzenverfügbar ist und daher besser in der Düngplanung berücksichtigt werden kann.

Die NEC-Richtlinie legt für das Jahr 2020 fest, dass die Ammoniakemissionen in Deutschland gegenüber den Emissionen des Jahres 2005 um 5 Prozent gesenkt werden müssen. Die bisher geltende Emissionsobergrenze der Vorgänger-Richtlinie, die eine absolute Obergrenze von 550 000 Tonnen pro Jahr ab dem Jahr 2010 festlegt, wird durch das neue, prozentuale Reduktionsziel abgelöst. Ab dem Jahr 2030 müssen die Emissionen um 29 Prozent reduziert werden. Darüber hinaus sollen die Mitgliedstaaten erforderliche Maßnahmen ergreifen, um im Jahr 2025 ein Zwischenziel der Emissionsreduktion zu erreichen. Das Zwischenziel soll von einem linearen Reduktionspfad der Verpflichtungen für 2020 und 2030 abgeleitet werden. Abweichungen von diesem Reduktionspfad müssen die Mitgliedstaaten begründen. Damit will die EU sicherstellen, dass die Mitgliedstaaten rechtzeitig Maßnahmen zur Emissionsminderung ergreifen und nicht erst kurz vor dem Zieljahr 2030.

Ermittlung der Emissionen im Rahmen der Emissionsberichterstattung

Für die Luftreinhaltepolitik muss die Politik die nationale Emissionssituation kennen. Hierfür werden koordiniert vom Umweltbundesamt jährlich nationale Emissionsinventare erstellt. Für die Ermittlung der Emissionen aus der Landwirtschaft ist das Thünen-Institut für Agrarklimaschutz verantwortlich (Rösemann *et al.*, 2019a und b). Die Emissionsinventare geben einen Überblick über die Emissionsentwicklung und ermöglichen die Kontrolle eingegangener Reduktionsverpflichtungen. Die Höhe der Emissionen wird nicht gemessen, sondern aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren berechnet. Berechnungsmethoden und Emissionsfaktoren werden durch Richtlinien der Europäischen Umweltagentur (EMEP/EEA Guidelines) vorgegeben, auf nationaler Ebene können aber auch wissenschaftlich belegte, verbesserte Methoden zum Einsatz kommen.

Im einfachsten Fall kann die Rechnung beispielsweise lauten: Anzahl Milchkühe multipliziert mit dem durchschnittlichen Emissionsfaktor pro Milchkuh. Mit dieser vereinfachten Methode können Veränderungen in der Haltung, Fütterung, Wirtschaftsdüngerlagerung und Dungausringung jedoch nicht explizit abgebildet werden. Daher werden in der deutschen Emissionsberichterstattung für die Ammoniakemissionen detaillierte Methoden verwendet. Dafür müssen Statistiken über die Bedingungen der Haltung, Fütterung, Wirtschaftsdüngerlagerung und –ausbringung etc. vorliegen, und differenzierte Emissionsfaktoren, die die Emissionen der einzelnen Teilaktivitäten beschreiben.

Entwicklung der Ammoniakemissionen

Die Abbildung zeigt die Entwicklung der Ammoniakemissionen von 2005 bis 2017, und die Reduktionsziele der NEC-Richtlinie. Die Emissionen sind seit 2005 angestiegen. Dies ist insbesondere auf die zunehmende Vergärung von Energiepflanzen zurückzuführen. Auch die Gärreste pflanzlicher Herkunft verursachen bei ihrer Lagerung und Ausbringung NH_3 -Emissionen. Eine Zunahme der Emissionen gab es auch bei Mineraldüngern. Die Emissionen aus der Tierhaltung sind in diesem Zeitraum dagegen insgesamt leicht zurückgegangen. Die für Deutschland gemäß NEC-Vorgänger-Richtlinie ab 2010 geltende, absolute Emissionsobergrenze von 550 000 Tonnen NH_3 je Jahr wurde nicht erreicht. Dagegen wird das neue Reduktionsziel für das Jahr 2020 voraussichtlich erreicht werden. Die Emissionen aus pflanzlichen Gärresten werden als „neue Emissionen“ auf das Ziel im Jahr 2020 noch nicht angerechnet. Für das Ziel im Jahr 2030 und den linearen Reduktionspfad werden jedoch auch die Emissionen aus pflanzlichen Gärresten angerechnet. Die Minderung der Emissionen um 29 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber 2005 ist eine große Herausforderung für die Landwirtschaft.

Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen

Die in der aktuellen Düngeverordnung vorgeschriebenen Maßnahmen wie emissionsarme Gülleausbringung, unverzügliche Einarbeitung von flüssigen Wirtschaftsdüngern, Geflügelkot und -mist auf unbestellten Flächen spätestens vier Stunden nach Beginn der Ausbringung und Einsatz von Ureaseinhibitoren in Harnstoffdüngern tragen zu erheblichen NH_3 -Emissionsminderungen in Deutschland von bis zu 90 000 Tonnen bei. Für die Erreichung der Reduktionsziele bis 2025 und 2030 sind jedoch weitere Minderungen erforderlich. Im nationalen Luftreinhalteprogramm werden daher zusätzliche Maßnahmen und ihre Emissionsminderungen dargestellt, die bei umfassender Umsetzung in ihrer Gesamtheit die Erreichung des Ziels im Jahr 2025 und 2030 sicherstellen könnten. Bei den Berechnungen wurden für viele Maßnahmen Ausnahmen für kleine Betriebe mit weniger als 50 Großvieheinheiten und weniger als 20 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche berücksichtigt.

Mit Hilfe welcher politischen Instrumente diese zusätzlichen Maßnahmen zur Emissionsminderung umgesetzt werden sollen, wird im Luftreinhalteprogramm nicht festgelegt. Allerdings wird darauf verwiesen, dass die berechneten Minderungen nur bei umfassender Umsetzung erreicht werden können und „ggf. (unter)gesetzliche Regelungen notwendig“ wären. Für einige Maßnahmen ist noch Entwicklungsarbeit oder die Anpassung rechtlicher Bedingungen notwendig, beispielsweise für die Ansäuerung von Gülle. Viele der Maßnahmen erfordern Investitionen in Stallausstattung und neue Ausbringungstechnik. Darauf sollte auch die Agrarinvestitionsförderung ausgerichtet werden. Um ausreichende Zeiträume für diese Anpassungen zu gewährleisten und Fehlinvestitionen zu vermeiden, sollte die Umsetzung der im Luftreinhalteprogramm genannten Maßnahmen bald weiter konkretisiert werden. Wenn beispielsweise in wenigen Jahren der Einsatz von

Injektions- und Schlitztechniken neuer Standard für die Gülleausbringung werden sollte, und Schleppschlauchtechnik nur in Verbindung mit Ansäuerung, reichen die aktuellen Vorschriften der Düngeverordnung nicht mehr aus. Eine frühzeitige Ausrichtung auf das Emissionsminderungsziel für das Jahr 2030 kann helfen, die notwendigen Anpassung zu erleichtern und die Kosten zu begrenzen, zum Beispiel wenn neue technologische Anforderungen bei den bis 2030 ohnehin notwendigen Investitionen rechtzeitig berücksichtigt werden.

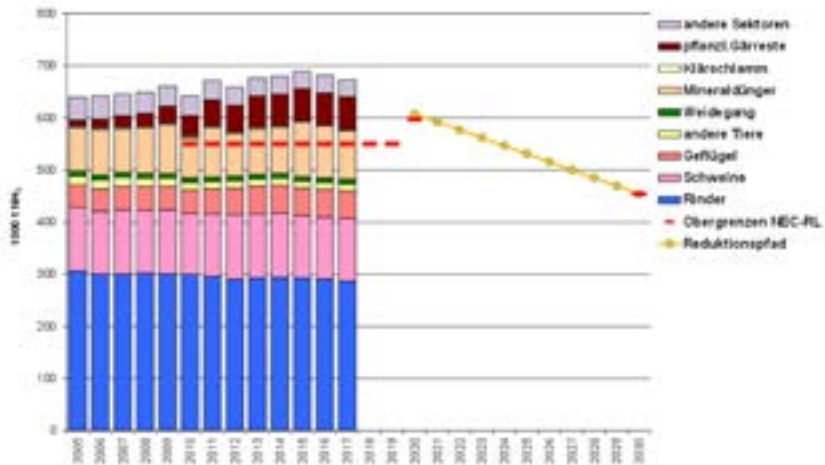


Abb. 1: Entwicklung der Ammoniakemissionen und Reduktionsziele
Quelle: Eigene Darstellung, aufbauend auf Daten von Rösemann et al. (2019b).

Tabelle 1: Potenziale zur Minderung der Ammoniakemission in Deutschland von Maßnahmenoptionen im Bereich der Landwirtschaft gemäß nationalem Luftreinhaltprogramm

Ammoniakminderungsmaßnahmen		Minderungspotenzial ggü. Baseline in 1000 t pro Jahr (2030)
Kein Einsatz von Breitverteilern auf unbestelltem Ackerland		-6
Sofortige Einarbeitung (< 1 h) flüssiger Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland	Düngerecht** bzw. Fördermaßnahmen	-6
Sofortige Einarbeitung (< 1 h) fester Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland		-16
Nicht abgedeckte Außenlager für Gülle/Gärreste werden mindestens mit Folie oder vergleichbarer Technik abgedeckt	untergesetzliche immissionschutzrechtliche Regelungen (hier: TA-Luft-Entwurf, Stand: 16.07.2018) bzw. Fördermaßnahmen	-8
N-reduzierte Fütterung mit um 20% reduzierter N-Ausscheidung in nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (Spalte 1+2 / >untere BImSchV-Grenze), Schweine und Geflügel		-16
70% Emissionsminderung in nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (Spalte 1 Betriebe Schweine und Geflügel ohne Puten = obere BImSchV-Grenze) z. B. durch Abluftreinigung		
weitere systemintegrierte Maßnahmen (40% Emissionsminderung) in nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (Spalte 2-Betriebe Schweine und Geflügel = untere BImSchV-Grenze)		
Gülleneutralisation in Stall und Lager		
Güllekühlung		
Verkleinerung Güllekanal		
Maßnahmen zur raschen Trennung von Harn und Kot im Stall		
Gummieinsätze in Laufflächen		
Ureaseinhibitoren im Stall		
Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger auf bestelltem Acker und Grünland nur mit Injektions-/Schlitztechniken bzw. Neutralisation durch Säurezugabe	Düngerecht** bzw. Fördermaßnahmen	
50% der Unterflurlagerung von Gülle wird durch Außenlager mindestens mit Folienabdeckung ersetzt	untergesetzliche Regelung bzw. Fördermaßnahmen	-2
5%-Minderung der N-Ausscheidung durch optimierte, N-angepasste Fütterung bei Rindern	untergesetzliche Regelung bzw. Fördermaßnahmen	-9
systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager für Rinder (ab 100 Rindern, 25% Emissionsminderung)		-9
Reduktion des Gesamtbilanzüberschusses um 20 kg N/ha (Reduzierung anrechenbarer Verluste, Verringerung des Einsatzes von synthetischen N-Düngern)	Düngerecht** bzw. Fördermaßnahmen	-13
Minderungswirkung des Pakets weiterführender Maßnahmenoptionen		-133

Literatur

Bundesregierung (2019) Nationales Luftreinhaltprogramm der Bundesrepublik Deutschland nach Artikel 6 und Artikel 10 der Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe sowie nach § 4 und 16 der Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion bestimmter Luftschadstoffe (43. BImSchV).

Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R (2019a) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2017 : report on methods and data (RMD) submission 2019. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 67, https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060924.pdf

Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R (2019b) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2017: Input data and emission results. Göttingen 2019. Open Agrar Repository. <https://doi.org/10.3220/DATA20190320111106-0>

Auswirkungen der Klimavereinbarungen (Paris-Abkommen)

Dr. Andreas Pacholski, EuroChem Agro, Mannheim

Das Paris Agreement im Kontext internationaler Umweltpolitik

Im Jahr 1992 wurde die internationale Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro verabschiedet. Die Umsetzung dieser Konvention und die Festlegung von Emissionsreduktionszielen für Treibhausgase (THG) werden in den entsprechenden internationalen Protokollen durch die Vertragsstaaten auf Vertragsstaatenkonferenzen (Conferences of Partners, COP) vereinbart. Das erste Umsetzungsprotokoll war das Protokoll von Kyoto, welches im Jahr 2016 auslief und durch das Paris-Agreement mit hohen Klimaschutzambitionen (COP 21) abgelöst wurde. Somit sind die Vereinbarungen von Paris die Grundlage weiterer globaler Klimaschutzaktivitäten. Kernelemente des Pariser Abkommens sind (BMNT 2019):

- Generelles Ziel (Art. 2.1a): Begrenzung Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst 1,5 °C .
- Langfristziel (Art. 4.1): Globale Treibhausgasemissionen sollen sobald wie möglich ihren Höchststand erreichen („peaking“) 2050 = Netto-Nullemissionen
- Klimaschutzmaßnahmen („mitigation“, Art. 4): Verpflichtung der Vertragsparteien, ihre Beiträge (Nationally determined contributions = NDC) vorzulegen und regelmäßig zu aktualisieren,
- Freiwillige Kooperation (Art. 6): Freiwilliger Einsatz von international übertragbaren Minderungszielen unter Voraussetzungen möglich
- Überprüfung des Ambitionsniveaus (Art. 14)
- Kontrolle der Einhaltung (Art. 15): förderliches und nichtkonfrontatives System

Im Nachgang wurden auf der COP 23 2017 in Bonn erstmalig durch die Vertragsstaaten spezifische Emissionsreduktionsziele (NDCs) für verschiedene Bereiche der Gesellschaft diskutiert, wobei nicht notwendigerweise alle Sektoren oder die Landwirtschaft eingeschlossen werden mussten. Deutschland gehörte zu den Staaten, welche sich verpflichteten explizite Reduktionsziele für den Bereich Landwirtschaft festzulegen.

Umsetzung des Paris Agreement in Deutschland – welchen Beitrag soll die Landwirtschaft leisten?

Klimaschutzplan

Im Jahr 2016 einigte sich die damalige große Koalition auf einen Klimaschutzplan (Klimaschutzplan 2050, BMU 2016), mit einem Treibhausgasreduktionsziel von 31-34 Prozent gegenüber 1990 für das Jahr 2030 (Tabelle 1). Die Gesamtreduktion soll im Jahr 2050 entsprechend diesem Plan gegenüber 1990 auf 80 – 95 Prozent gesteigert werden. Im Juni 2019 bekräftigte aber Kanzlerin Merkel, dass auch in Deutschland das Null-Emissionsziel des Paris-Abkommens im Jahr 2050 erreicht werden soll.

Tabelle 1: Reduktionsziele für einzelne Sektoren im Klimaschutzplan 2050 (BMU 2016)

Sektor	Ziel für 2030	Erreichung in 2014
	- Emissionsreduktion gegenüber 1990 -	
Energie	61-62 %	23 %
Gebäude	66-67 %	43 %
Transport	40-42 %	2 %
Industrie	49-51 %	36 %
Landwirtschaft	31-34 %	18 %
Alle Sektoren	55 %	28 %

Geplante Reduktion der THG Emissionen Deutschland gegenüber 1990:

- – 40 Prozent in 2020
- – 55 Prozent in 2030
- – 80-95 Prozent in 2050

Die genaue Umsetzung für die verschiedenen Bereiche und die Landwirtschaft muss durch die Bundesregierung noch definiert werden. Für die Landwirtschaft und Forst/Landnutzung sind im Klimaschutzplan 2050 verschiedene Maßnahmenbereiche angedacht (Tabelle 2):

Tabelle 2: Maßnahmen zur THG Reduktion aus der Land-/Forstwirtschaft und Landnutzung im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung (BMU 2016)

Landwirtschaft	Wald und Landnutzung
Weitere Senkung der Stickstoffüberschüsse	Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder
Erhöhung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus	Erhalt von Dauergrünland
Stärkung der Vergärung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und landwirtschaftlichen Reststoffen	Schutz von Moorböden
Verringerung der Emissionen in der Tierhaltung (u.a. Tierhaltung in den Betrieben in einem Verhältnis von maximal zwei Großvieheinheiten (GVE))	Reduzierung des Flächenverbrauchs
Vermeidung von Lebensmittelabfällen
Entwicklung innovativer Klimaschutzkonzepte	

Inwiefern und in welchem Umfang die in Tabelle 2 anvisierten Maßnahmen umgesetzt werden und in wie stark sie zu den Reduktionszielen beitragen, wird die aktuelle Regierung voraussichtlich in der zweiten Hälfte des Jahres 2019 klären.

Kohlenstoffspeicherung im ländlichen Raum: 4 ‰-Initiative

Während der Vertragsstaatenkonferenz in Paris wurde eine internationale Initiative von französischen Wissenschaftlern und Nichtregierungsorganisationen im Bereich des „Carbon farmings“ zur Verringerung des atmosphärischen Anstiegs der Kohlendioxidkonzentration durch Kohlenstoffspeicherung im ländlichen Raum gestartet (4 per 1000-Initiative). Wie der Titel der Initiative bereits andeutet, geht es hierbei darum die Kohlenstoffspeicherung in Agrarökosystemen sowohl im Boden als auch in der oberirdischen Biomasse zu fördern. Eine dauerhafte

jährliche relative Zunahme der flächenbezogenen Kohlenstoffspeicherung um 0,4 Prozent (4 pro 1000) wird hier zum einen als realisierbar zum anderen als wesentlicher Beitrag zur Reduktion des Anstiegs atmosphärischer Kohlenstoffdioxidkonzentrationen angesehen. Übertragen auf die im globalen Maßstab einbeziehbar Fläche könnte jeglicher weiterer anthropogener CO₂-Anstieg in der Atmosphäre ausgeglichen werden. Typische Maßnahmen in diesem Bereich umfassen:

- Keine Bodenbrache ohne Pflanzenbestand, reduzierte Bodenbearbeitung/pfluglos
- Mehr Zwischenfrüchte, Intercropping in Reihenkulturen und Grasstreifen
- Mehr Hecken und Agroforst
- Optimierte Weidebewirtschaftung, z. B. mit längerer Beweidung
- Verbesserte Anwendung von Düngern und Bewässerung, Nutzung von organischen Düngern und Kompost

Die deutsche Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) sowie das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sind offizielle Partner dieser Initiative. Auf der einen Seite stehen konkrete Pläne zur Umsetzung dieser Maßnahmen in Deutschland noch aus, zum anderen muss kritisch gefragt werden, ob und inwiefern die aufgeführten Maßnahmen dauerhaft zur Kohlenstoffspeicherung und zur Verlangsamung bzw. Stopp des Anstieges atmosphärischer CO₂-Konzentrationen beitragen können. Auf verschiedene Punkte wird noch im weiteren Verlauf dieses Beitrages eingegangen werden.

Bedeutung klimarelevanter Gase und deren Quellen im Pflanzenbau: CO₂, Ammoniak (NH₃) und Lachgas (N₂O)

Die deutsche Landwirtschaft insgesamt trägt zu ca. 11 Prozent zu den nationalen Treibhausgasemissionen bei, wobei jeweils ca. 1/3 aus der Viehhaltung (hauptsächlich Methan CH₄), aus der Degradierung organischer (Moor)Böden (hauptsächlich CO₂) und der N₂O-Freisetzung aus genutzten Böden stammen (*Haenel et al. 2018*). Unter den Anbau- und Klimabedingungen Deutschlands tragen aus dem Pflanzenbau drei Spurengase direkt und indirekt zum Anstieg von Treibhausgaskonzentrationen bei: CO₂, NH₃, N₂O (Tabelle 3). Methan (CH₄) hat hier eine untergeordnete Bedeutung, da Pflanzenbau eher nur indirekt durch Verwendung von organischen Düngern involviert ist. Da durch Bodenprozesse Methan aus der Atmosphäre abgebaut wird, entstehen die Methanemissionen in der Vorkette, also im Stall und bei der Lagerung. Bezogen auf pflanzenbauliche Maßnahmen hat daher die N₂O Emission die größte Bedeutung, während CO₂-Emissionen aus organischen Böden nur durch Einstellung der pflanzenbaulichen Nutzung und

Wiedervernässung der Standorte reduziert werden können. Im Vergleich zu den anderen zwei natürlichen Treibhausgasen CO₂ und CH₄ besitzt N₂O ein besonders hohes Treibhauspotential (Tabelle 3), gegenüber CO₂ etwa 300-fach erhöht. Bereits relativ geringe Emissionen können also eine beträchtliche Treibhauswirkung zur Folge haben.

Nicht berücksichtigt bei den oben genannten Emissionen sind indirekte Treibhausgasemissionen, welche durch Emissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion in der Vorkette (z. B. Anbau von Futtermitteln) oder bei Produktionsverschiebungen im Ausland durch v.a. Landnutzungswandel (Entwaldung) entstehen. Diese spielen aber in der Diskussion einer strategisch sinnvollen Reduktion von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft eine wichtige Rolle.

Tabelle 3: Treibhausgase in der Landwirtschaft und deren Quellen im Pflanzenbau. Effekt der einzelnen Treibhausgase wird ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten (Global Warming Potential, Zeithorizont 100 Jahre: 1 kg Klimagas ~ kg CO₂) (IPCC 2014)

Gas	CO ₂ -Äquivalent*	Quellen im Pflanzenbau
CO ₂	1	Düngerproduktion, Harnstoffhydrolyse, C-Boden, Landnutzungswandel
N ₂ O	(265) -298	direkt: Güllemaangement, Düngerproduktion, N Düngung, Boden N indirekt: NH ₃ -Emissionen nach mineralischer und Gölledüngung, Nitratauswaschung
CH ₄	28	Lagerung organischer Dünger, Nassreisanbau

*Quelle: IPCC 2014 https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

N₂O-Emissionen aus dem Pflanzenbau haben nicht nur einen großen Anteil an den Gesamtemissionen im Pflanzenbau, sondern sind auch die größte Quelle für N₂O in Deutschland insgesamt (Abbildung 1), sie umfassen dort etwa 80 Prozent der Gesamtemissionen. Der Anteil hat aufgrund der Reduktion von Emissionen in anderen Bereichen immer mehr zugenommen.

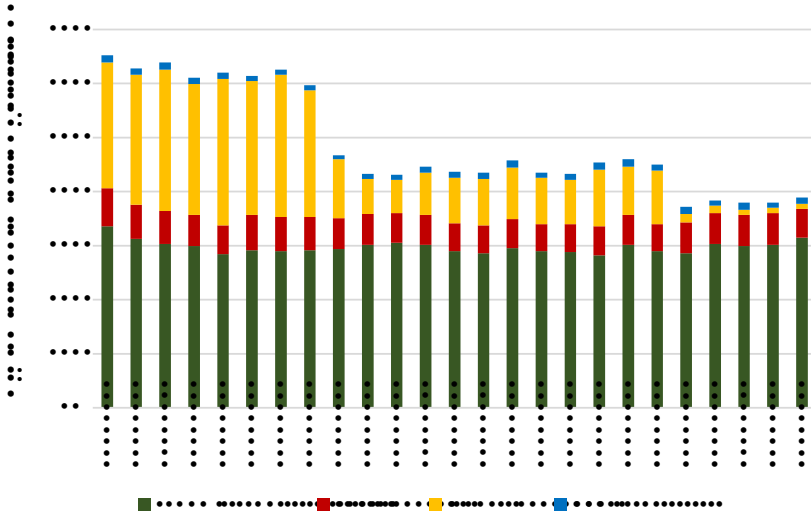


Abb. 1: N₂O-Emissionen in Deutschland, Anteil verschiedener Quellgruppen (Daten aus Haehnel et al. 2018).

Die bedeutendsten Quellen direkter N₂O-Emissionen sind Verluste nach mineralischer und organischer Düngung sowie die Düngerproduktion, wo unmittelbar N₂O emittiert wird. Indirekte Emissionen entstehen aus Emission von Vorläuferverbindungen, v. a. gasförmiges Ammoniak (NH₃) und Nitrat (NO₃⁻) im Sickerwasser. Um N₂O Emissionen zu reduzieren, müssen also auch letztere verringert werden, da etwa 18 Prozent der N₂O Emissionen aus der Landwirtschaft sich auf diese indirekten Quellen zurückführen lassen (Abbildung 2).

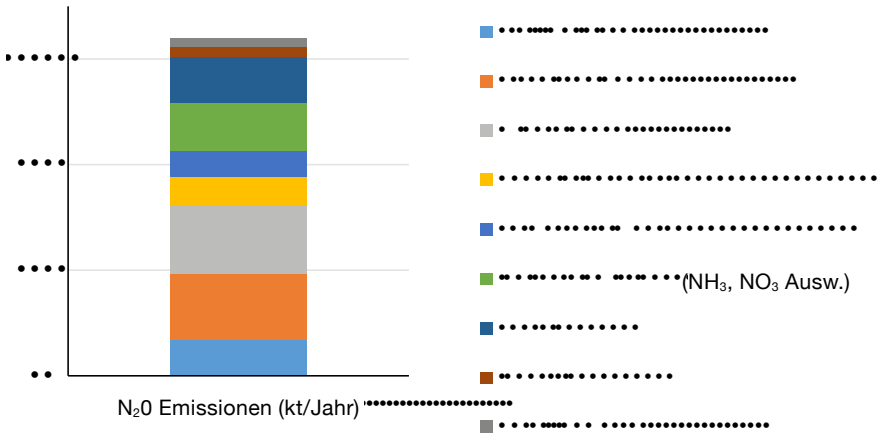


Abb. 2: N₂O-Emissionen in Deutschland, Teilquellen aus der Landwirtschaft (Daten aus Haenel et al. 2018)

Letztlich tragen fast alle Verluste von Stickstoff nach Applikation organischer und mineralischer Dünger direkt oder indirekt zu N₂O Emissionen bei (Abbildung 3). Die Erhöhung der Stickstoffnutzungseffizienz über die Vermeidung von N Verlusten sowie die Vermeidung von Stickstoffüberschüssen stehen also im Zentrum der Treibhausgasemissionsreduktion im Pflanzenbau.

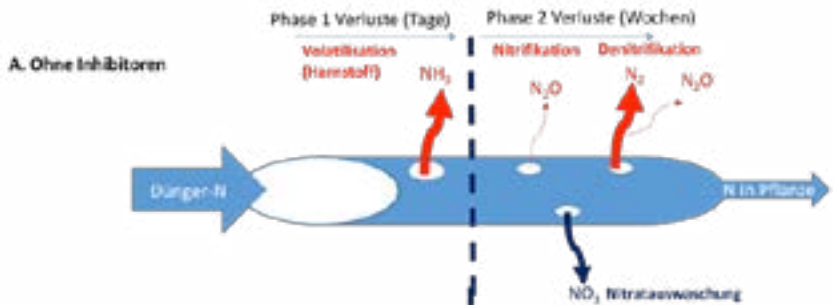


Abb. 3: Verlustprozesse nach Stickstoffdüngung und deren Beitrag zu direkten und indirekten (NH₃, NO₃-) N₂O Emissionen.

Bewertungskonzepte: Flächen- vs. Produktbezug

Es besteht Einigkeit, dass Treibhausgasemissionen verringert werden müssen, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen. Auf welcher Berechnungsbasis sollte die Bewertung dieser Emissionsreduktion erfolgen? Häufig wird hier der Flächenbezug gewählt, also eine Reduktion der Emissionen je genutzter Flächeneinheit. Politisch ist das für räumlich definierte Entitäten wie Staaten attraktiv, da zuletzt diese flächenbezogenen Daten berichtet und politische Emissionsziele daran orientiert werden.

Aus Sicht des Klimaschutzes ist dies aber nicht unbedingt die beste Vergleichsbasis. Denn bei gegebener landwirtschaftlicher Produktionsmenge (Getreide, Fleisch etc.) sind produktbezogene Emissionen – also Emissionen je Produkteinheit - aussagekräftiger, da letztlich die Produktion der Güter klimafreundlicher werden soll. Werden also flächenbezogene Emissionen durch Produktionsexpansion verringert, während die produktbezogenen Emissionen gleichbleiben, verändert sich global gesehen an den Emissionen nichts. Die auf der Fläche nicht produzierten Güter müssen nun an anderer Stelle erstellt werden. Es können hier sogar noch weitere Emissionen hinzutreten, falls dazu Landnutzungswandel und damit verknüpfte CO₂ Emissionen verbunden sind (siehe Absatz 5.2).

Aus Klimasicht wäre es daher vorzuziehen landwirtschaftliche Güter an den Orten herzustellen, an denen aufgrund hoher Produktivität und einsetzbarer Technologien die geringsten produktbezogenen Emissionen anfallen. Dies könnte im landwirtschaftlichen Bereich damit verknüpft sein, dass flächenbezogene Emissionen nicht entsprechend der politischen Ziele verringert werden. Klimaschutz- und klimapolitische Ziele können hier also im Konflikt miteinander stehen.

Da aber Treibhausgasemissionen global wirken (und nicht lokal, wie etwa Nitrat- auswaschung) und keine spezifisch regionalen Klimateffekte verursachen, ist der produktbezogene Bewertungsansatz dem flächenbezogenen vorzuziehen.

Mit Blick auf den Klimaschutz ist eine „kohlenstoffeffiziente Landnutzung“ notwendig: ‚Eine Nutzung, welche die Kapazität des globalen Bodens zur Speicherung von Kohlenstoff und zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen insgesamt erhöht und gleichzeitig den gleichen globalen Nahrungsmittelbedarf deckt‘ (Searchinger *et al.* 2018).

Managementoptionen zur Vermeidung von klimarelevanten Gasen

Vermeidung von ‚emission swapping‘

Bevor im Folgenden die wichtigsten und intensiv diskutierten Reduktionsmöglichkeiten von Treibhausgasemissionen erörtert werden, soll in Erinnerung gerufen werden, dass die Reduktion eines bestimmten umweltrelevanten Stoffes durch die Emission eines anderen Stoffes ‚erkauft‘ werden kann. Ein gutes Beispiel ist

die Erhöhung von N₂O Emissionen bei verschiedenen Maßnahmen zur NH₃ Reduktion bei organischer Düngung (Abschnitt 5.4). Wertungs- und Gewichtungskonflikten hintangestellt, gilt es solches ‚Emission-Swapping‘ zu vermeiden: nicht jede Reduktionsmaßnahme ist automatisch politisch zu verfolgen. Dieser Aspekt wird uns im Weiteren an verschiedenen Stellen begleiten.

Anbausysteme (Reduktion von CO₂, N₂O)

Häufig werden Änderungen in Anbausystemen, also grundlegende Änderungen in der Art und Weise, in denen Pflanzenbau betrieben, zur Einsparung und Speicherung von CO₂ als Klimaschutzmaßnahmen empfohlen. Bei der Speicherung wird die Bindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre durch Aufbau von Bodenkohlenstoff angestrebt.

Da in Deutschland 25.1 Millionen Tonnen von jährlich 28.5 Millionen Tonnen CO₂ Äquivalenten (Osterburg *et al.* 2013) aus der Landwirtschaft aus genutzten organischen Böden stammen, stellt die Wiederherstellung dieser Standorte durch Aufgabe der Nutzung und Wiedervernässung, das größte Einsparungspotenzial zur Verringerung von CO₂ Emissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland dar.

Analog zur ‚4 per mille‘ Initiative wird die zusätzliche Speicherung von Kohlenstoff im Boden durch vermehrte Einbringung von Ernteresten (Stroh, Gründüngung etc.) und pfluglose bzw. –reduzierte Bodenbearbeitung vorgeschlagen. Doch auch in diesem Bereich liegt die CO₂-Senkenwirkung nicht in der Größenordnung wie es zunächst – und auch noch in der älteren Methodik des IPCC – von vielen Forschern quantifiziert wurde. Dies liegt zum einen an methodischen Problemen früher Studien und an dem Aspekt des ‚emission swapping‘:

Tatsächlich zeigt eine Metastudie aus dem Jahr 2014 (Lehtinen *et al.* 2014), in der Daten aus wissenschaftlichen Dauerversuchen zur Wirkung von verstärkter Einbringung von Ernteresiduen auf Ackerflächen in Europa einfließen, eine deutliche Erhöhung der Bodenkohlenstoffgehalte auf. Nach einer Versuchsdauer von 20 Jahren lag die Erhöhung der Bodenkohlenstoffkonzentration im Schnitt bei etwa 10 Prozent. Dies liegt in der Größenordnung der angestrebten Zunahme der ‚4 per mille‘ Initiative. Allerdings wurde in derselben Studie sowohl in Labor- als auch in Feldmessungen festgestellt, dass mit zunehmenden Bodenkohlenstoffkonzentrationen auch die N₂O Emissionen aus den mit Residuen behandelten Böden zunahm (‚emission swapping‘). Je nach Quelle der zugeführten Residuen (frische Gründüngung oder Getreidereste) variierte die Zunahme zwischen den Faktoren 2 und 20 bezogen auf die Variante ohne Ernteresiduen. Bei dem hohen Treibhauspotenzial von N₂O besteht damit das Risiko, dass die gesamte im Boden gespeicherte C-Menge durch zusätzliche N₂O Emissionen überkompensiert wird: der Klimaschutzeffekt wäre gleich null. Aufgrund dieser Befunde ist davon auszugehen, dass durch intensive Rückführung von Residuen –wenn überhaupt – nur eine geringe Treibhausgasreduktionswirkung erreicht werden kann.

Ähnlich verhält es sich bei der CO₂-Speicherung durch reduzierte oder unterlassene Pflugnutzung. Erste Studien zeigten hohe Zunahmen der Bodenkohlenstoffkonzentrationen in den obersten Bodenschichten (0-0.2 m). Neuere Studien aber (Leifeld 2010, Luo *et al.* 2010, Ogle *et al.* 2012) begründeten beträchtliche Zweifel an dieser Einschätzung, da viele Studien

- Effekte auf die Bodendichte vernachlässigten;
- Effekte auf Verteilung von Kohlenstoff im Profil zu gering (zu geringe Beprobungstiefe) und
- Ertragseffekte

nicht hinreichend berücksichtigt.

Die Reaktion der Böden auf reduzierte Pflugbearbeitung ist variabel und von Bodenart und Klima abhängig. Versuche aus gemäßigten Breiten zeigen aber, dass mit diesen Maßnahmen hauptsächlich eine Umverteilung des Bodenkohlenstoffs im Bodenprofil erfolgt – eine Zunahme in den obersten Bodenschichten begleitet von einer Abnahme in tieferen Schichten -, welche über das gesamte Bodenprofil keine Änderung der Bodenkohlenstoffspeicherung und damit keinen Beitrag zum Klimaschutz erbringt. Ähnlich wie bei der verstärkten Residueneinbringung existiert auch bei Pflugverzicht der Verdacht des ‚emission swapping‘, also einer Erhöhung von N₂O-Emissionen durch diese Maßnahme (z. B: Rochette *et al.* 2008), so dass sogar insgesamt eine Erhöhung der THG-Emissionen statthaben kann.

Als weiterer wichtiger Systemansatz wird die verstärkte Verwendung von nicht-genutzten Zwischenfrüchten (cover crops) gesehen. Eine aktuelle Meta-Publikation (Abdalla *et al.* 2019) umfasst 106 Studien an 372 Standorten, welche verschiedene Länder, Klimazonen und Managements abdeckt. Die Analyse zeigt, dass Zwischenfrüchte signifikant die N-Auswaschung verringerten und Bodenkohlenstoffkonzentrationen signifikant erhöhten, ohne Auswirkungen auf die direkten N₂O-Emissionen zu haben. Zwischenfrüchte könnten demnach die Nettotreibhausgasemissionen um $2,06 \pm 2,10$ Tonnen CO₂-eq ha⁻¹ y⁻¹ mildern. Einer der potenziellen Nachteile der Zwischenfrüchte war die Verringerung des Getreideertrags der Primärkultur um ≈ 4 Prozent im Vergleich zur Kontrollbehandlung. Deshalb besteht hier die Gefahr, dass durch eventuellen zusätzlichen Flächenbedarf der Treibhausgasvorteil aufgezehrt wird.

Intensiv wird auch der Beitrag des ökologischen Landbaus diskutiert: da dort aber nur flächenbezogene und keine produktbezogenen Emissionen verringert werden (Sanders und Hess, 2019), soll dies hier nicht vertieft diskutiert werden. Auch in dem jüngsten Bericht des World Resources Institutes zu diesem Thema, wird dem ökologischen Landbau keine Rolle zur Emissionsreduktion zugeschrieben (WRI 2018). Letztlich stellt sich die Frage ob die Reduktion der flächenbezogenen Produktion, welche auch eine der Hauptwirkungen des ökologischen Landbaus wäre, eine nachhaltige Strategie zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft ist. Es gibt klare Hinweise darauf, dass z. B. ein Verzicht auf mineralische N-Dünger, global eine beträchtliche Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktionsfläche erfordern würde, mit insgesamt deutlich erhöhten THG-Emissionen begleitet von nicht-akzeptablen Biodiversitätsverlust aus den umgewandelten natürlichen Habitaten (Eisner *et al.* 2016).

Eine aktuelle Veröffentlichung in ‚nature‘ zu diesem Thema (Searchinger *et al.* 2018), stellt eine systematische Berechnungsweise vor, mit der solche Nebeneffekte quantifiziert bzw. vermieden werden können. Um den Kohlenstoffvorteil („carbon benefit“) eines Nutzungssystem zu quantifizieren müssen vier Komponenten aufsummiert werden:

1. Opportunität bei lokaler Nahrungsmittelproduktion, C an anderer Stelle zu speichern/freizusetzen (Landbedarf): jede derzeit genutzte Landfläche trägt mit ihren produktionsbezogenen Emissionen dazu bei, dass die gleichen Emissionen nicht an einem anderen Ort erzeugt werden. Bei einer Reduktion des Produktionsniveaus an dem Standort, würden – evtl. sogar überproportional – Emissionen an einem anderen Standort notwendig werden.
2. Direkte Produktionsemissionen inkl. Vorkette der Betriebsmittel (CO₂, N₂O),
3. die jährliche Veränderung der Kohlenstoffspeicherung in Böden und Pflanzen
4. die Nettoeinsparungen an fossilen Emissionen durch die Erzeugung von Bioenergie.

Die Publikation gibt auch verschiedene Rechenbeispiele für den Vergleich verschiedener Produktionssysteme (Abbildung 4). Produktivere Nutzungssysteme – wie z. B. der Vergleich von konventionellen und organischen Systemen - zeigen hier einen deutlich höheren Klimaschutznutzen (carbon benefit), da dadurch Landnutzungsänderungen und direkte THG-Emissionen an externen Standorten vermieden werden können.

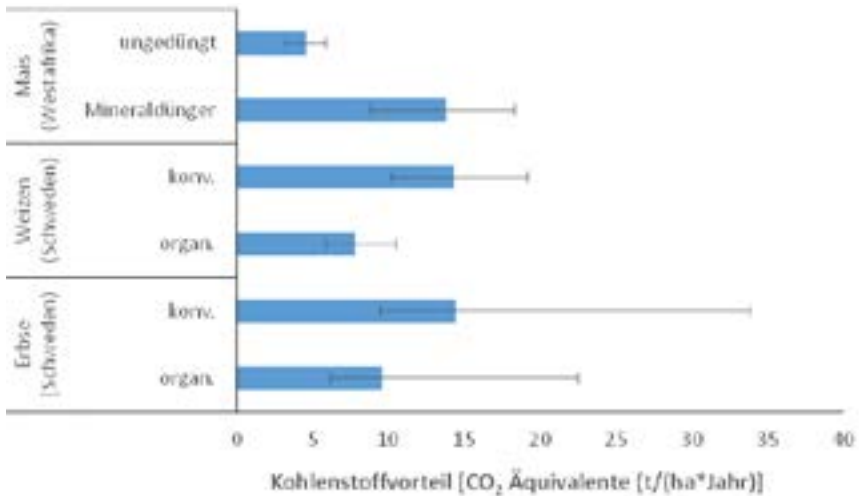


Abb. 4: Systematischer Vergleich verschiedener Nutzungssysteme bezüglich des Kohlenstoffnutzens als Maßstab der Klimawirkung; höhere Werte zeigen einen größeren Nutzen bzgl. Klimaschutz (aus Searchinger et al. 2018).

Mineralische Dünger (NH₃, N₂O, CO₂)

Reduktion der N₂O und CO₂ Emissionen bei Düngerproduktion- und Ausbringung

Neben organischen Düngern stellen die Herstellung und Anwendung von mineralischen Düngern eine bedeutende CO₂- und N₂O-Quelle dar, während NH₃-Emissionen nach Ausbringung auftreten können.

In vielen Publikationen werden relativ hohe THG-Emissionen bei der Produktion von mineralischen Düngemitteln angegeben. Diese entfallen in der Berechnung häufig bei organischen Düngern, da die Produktionsemissionen zumeist den Hauptprodukten (Fleisch, Milch etc.) zugerechnet werden.

Allerdings bestehen zwischen den THG-Emissionen von Mineraldüngern verschiedener Provenienzen aufgrund des jeweiligen Technologieniveaus deutliche Unterschiede. Düngemittel aus europäischer Produktion weisen am Beispiel Kalkammonsalpeter mit 3,6 kg CO₂ Äquivalenten/kg N etwa nur halb so hohe THG-Emissionen auf wie der Weltdurchschnitt (6,97 CO₂äqu/kg N) (Hillier *et al.* 2012). Es besteht daher die Möglichkeit, THG Emissionen der Düngung bereits durch die Wahl der Herkunft des Düngemittels zu verringern. Hier sind in der Zukunft z. B. durch Wahl der Rohstoffe noch weitere Fortschritte zu erwarten.

In Abschnitt 3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Vermeidung von Verlusten und Überschüssen bei der Düngung der Schlüssel zu klimafreundlichem Pflanzenbau sind. Zur Vermeidung von Überschüssen hat sich international die Düngung nach dem ‚4R‘-Prinzip durchgesetzt (4 rights = 4 richtige Maßnahmen).

1. Der ‚r‘ichtige Dünger: Düngewirkung im Zeitverlauf von spezifischer N-Form abhängig: wieweit ist Optimierung bei organischen Düngern möglich?
2. in der ‚r‘ichtigen Menge: bedarfsgerechte N-Menge unter Berücksichtigung der Bodennachlieferung
3. zum ‚r‘ichtigen Zeitpunkt: wachstums- und witterungsspezifische Ausbringung von N-Düngern
4. am ‚r‘ichtigen Ort: optimale Platzierung des Düngers für gute N-Aufnahme

Durch die somit erzielte höhere Stickstoffnutzungseffizienz können direkte N₂O-Emissionen nach Applikation verringert werden, bei verringertem Düngungs niveau auch Emissionen aus der Produktion der Dünger.

Im Idealfall lässt sich das 4R Prinzip mit Standarddüngern erfüllen, häufig stehen aber kulturspezifische, Boden- und Witterungsfaktoren dieser Umsetzung im Weg. Vor diesem Hintergrund ist auch eine Innovation bei den Düngemitteln erforderlich, um das 4R Prinzip tatsächlich zu realisieren.

Eine der wichtigen technologischen Strategien zur Umsetzung des 4R Prinzips und der damit verknüpften THG Reduktionen ist die teilflächenspezifische Düngung. Ohne hier auf z. T. nicht einfache Steuerung dieser Systeme einzugehen, ist bei optimaler Umsetzung insgesamt eine Reduktion der THG Emissionen von 10 Prozent möglich (Tabelle 4).

Tabelle 4: Reduktion von N-Mengen und Kraftstoffverbrauch sowie von physikalischer Bodenbelastung durch verschiedene Verfahren der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung (aus Kloepper *et al.* 2015).

Technologie	Geringere Menge an N-Dünger	Geringerer Kraftstoffverbrauch	Geringere THG Emissionen aufgrund besserer Bodenstruktur
Parallel tracking, autoguidance	2 – 5 %	2-4 %	+
Section control	2 – 5 %	0	+
Controlled traffic	0	0	+++

Reduktion der N₂O Emissionen nach Düngerausbringung

Nach dem Weltklimarat (IPCC, 2006) wird 1 Prozent des applizierten organischen und mineralischen Stickstoffs als N₂O-N emittiert. Neben den oben beschriebenen systemischen Maßnahmen ist deshalb die direkte Kontrolle der Emissionen nach Düngemittelausbringung wichtig. Seit der Etablierung der Nitrifikationshemmer-technologie bei Düngemitteln steht so eine Kontrolle zur Verfügung. Durch die Verlangsamung der Nitrifikation von düngerbürtigem Ammonium können in Übereinstimmung verschiedener Metastudien 40-60 Prozent der N₂O Emission nach Düngerapplikation vermieden werden (Abbildung 5).

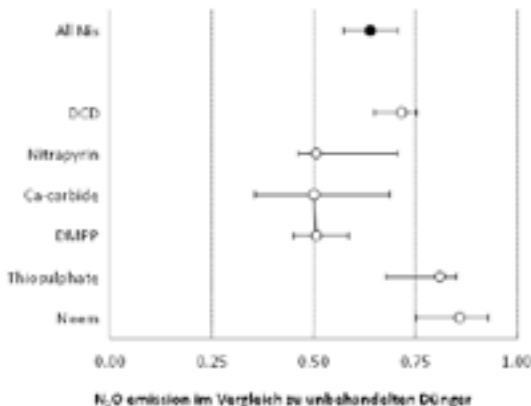


Abb. 5: N₂O Emissionen von mit Nitrifikationshemmern behandelten Düngemitteln im Vergleich zu unbehandelten Düngern. Effekte verschiedener verfügbarer Inhibitoren auf Lachgasemissionen (nach Akiyama *et al.* 2010).

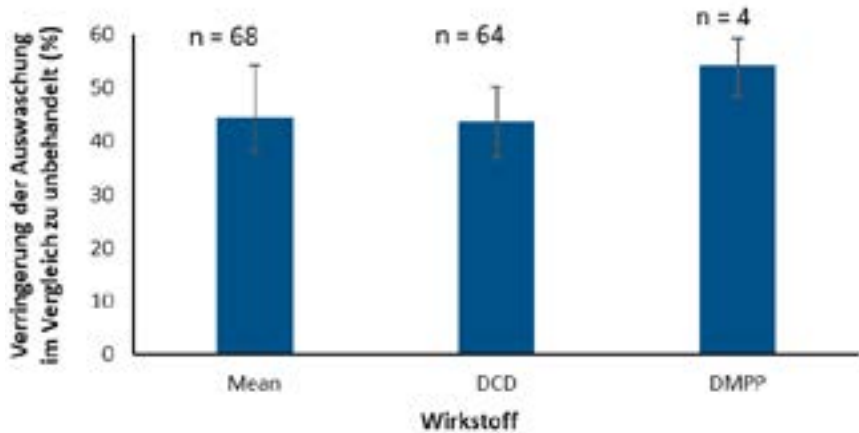


Abb. 6: Verringerung der N Auswaschung durch Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren (nach Yang et al. 2016)

Zusätzlich zur Reduktion der direkten N_2O Emissionen, verringern mit Nitrifikationsinhibitoren behandelte Dünger auch indirekte N_2O -Emissionen durch Reduzierung der Nitratauswaschung (Abbildung 6), da Ammonium eine weitaus geringere Auswaschungsgefährdung besitzt als Nitrat.

Bezüglich der Wirkung von Nitrifikationsinhibitoren auf THG Emissionen lässt sich deren Wirkung in 3 Wirkmechanismen zusammenfassen:

1. direkt durch reduzierte Nitrifikation
2. indirekt durch reduzierte Nitratverfügbarkeit für Denitrifikation
3. systemisch durch verbesserte N-Effizienz und reduzierte Nitratauswaschung

Somit stellen diese Produkte die Innovation im Düngemittelbereich dar, durch die das ‚4R‘ Prinzip konsequenter umgesetzt werden kann.

Neben den indirekten N_2O -Emissionen nach Düngerausbringung spielen auch indirekte Emissionen durch gleichzeitig auftretende NH_3 Emissionen eine Rolle. Im Unterschied zu den direkten Emissionen sind letztere Emissionen unmittelbar von dem verwandten N-Dünger abhängig (Tabelle 5). Die dabei weitaus höchsten Emissionen treten dabei nach Düngung mit Harnstoff auf. Für bestimmte weitere Ammoniumdünger wie Ammoniumsulfat können bei hohen Boden-pH-Werten ebenfalls hohe Emissionen erreicht werden.

Tabbelle 5: NH₃ Emissionsfaktoren verschiedener mineralischer Stickstoffdünger nach Europäischem EMEP Guidebook 2016

Emissionsfaktor kg NH ₃ kg N ⁻¹	
Düngertyp	Spanne (abhängig von Boden-pH, Temperatur)
Harnstoff	0.155-0.210
Stickstofflg. (z. B. AHL)	0.098-0.116
Ammoniumphosphat (MAP, DAP)	0.050-0.117
Ammoniumnitrat (AN)	0.015-0.041
Ammoniumlösungen (AN)	0.037-0.037
andere NK and NPK	0.050-0.117
KAS	0.008-0.021
Ammoniumsulfat (AS)	0.090-0.212

Für die Reduktion der NH₃ -Verluste nach Harnstoffdüngung besteht neben dem Einarbeiten und Einwaschen des Düngers in den Boden die Möglichkeit der Behandlung des Harnstoffs mit Ureaseinhibitoren. Eine aktuelle Metastudie (Pan *et al.*, 2016) gibt eine Verringerung der Emissionen durch den am meisten eingesetzten Ureaseinhibitor NBPT um 60 Prozent an, mit sehr geringer Variation zwischen den Anwendungsstandorten (Abbildung 7). Somit ist eine sehr wirksame Maßnahme zur Reduktion der Ammoniakemissionen unabhängig von externen Faktoren verfügbar.

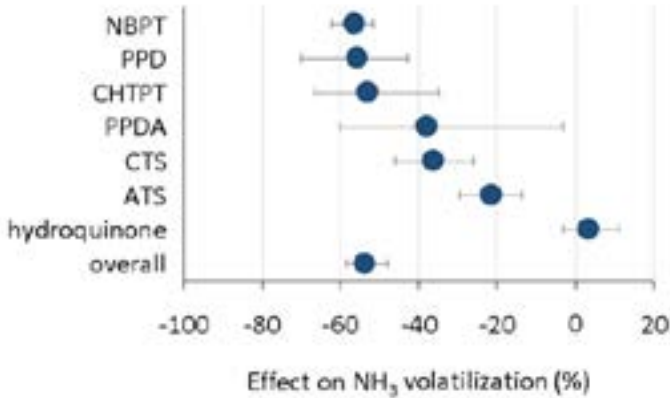


Abb. 7: Wirkung verschiedener Ureaseinhibitoren auf die Reduktion der Ammoniakemissionen nach Harnstoffdüngung (nach Pan *et al.* 2016)

Organische Dünger: (NH₃, N₂O)

Ähnlich wie bei mineralischen Düngern, v.a. Gülle, lassen sich direkte N₂O-Emissionen aus organischen Düngern durch Anwendung von Nitrifikationsinhibitoren vermindern (Pacholski *et al.* 2017). Bei diesen Düngern spielen aber Ammoniakemissionen eine besonders große Rolle. Im Unterschied zu mineralischen Düngern ist hier vor allem die Ausbringungsmethode bedeutsam, bei allen Methoden mit bodennaher Ausbringung, besser noch mit Einbringung in den Boden (Einarbeitung, Einschlitzen), können Emissionen im Vergleich zur Breitverteilung deutlich reduziert werden (Tabelle 6). Die Injektion in den Boden generiert die höchste Reduktionswirkung (-80 Prozent vs. oberflächlich mit Breitverteiler).

Tabelle 6: Ammoniakemissionen nach Applikation von Rindergülle auf Grünland in Abhängigkeit von Ausbringungsmethode, Witterung und Bodenart (Versuche aus Europa und Kanada, n = 588, aus Hafner *et al.* 2015)

Variable/Faktor	Effekt (%)	P-Wert
Breitverteiler	0.0	-
Schleppschlauch/Schleppschuh	-54.2	<0.0001
Injektion (offener Schlitz)	-81.6	<0.0001
Trockenmasse (Breitverteiler) (%)	7.9	<0.0001
Applikationsrate (Breitverteiler) (t ha ⁻¹)	-1.0	0.0006
Lufttemperatur (°C)	3.0	<0.0001
Windgeschwindigkeit (m s ⁻¹)	14.8	<0.0001
Ton	0.0	-
Lehm	70.3	<0.0001
Sand	-61.0	<0.0001

Aber, ähnlich wie bei der pfluglosen Bodenbearbeitung, treten auch in diesem Bereich mit einer Erhöhung von N₂O-Emissionen bei der Gülleearbeitung, v.a. der Gülleinjektion, Effekte des ‚emission swapping‘ auf. Eine umfangreiche Untersuchung dieser Beziehung in den Niederlanden (Tabelle 7) ergab, dass Gülleinjektion im Vergleich zur oberflächlichen Ausbringung die N₂O-Emissionen, unabhängig vom Gülletyp, um den Faktor 3-4 erhöhte. Die Reduktionswirkung des Gülleausbringungssystems auf die NH₃ Emission kann bezogen auf die Klimawirkung durch die Erhöhung der N₂O Emissionen ausgeglichen oder überkompensiert werden.

Die Nutzung von Nitrifikationsinhibitoren kann diesen negativen Effekt der Gülleinjektion unterbinden. Neue Studien der FH Osnabrück sowie der an der Universität Hohenheim (Herr, 2018) zeigen eine deutliche Reduktion der N₂O Emissionen,

so dass dieses ‚emission swapping‘ verschwand und die Gülleinjektion sogar die insgesamt geringsten aufsummierten ($\text{NH}_3+\text{N}_2\text{O}$) THG Emissionen aufwies.

Eine Kombination von Gülleinjektion mit Nitrifikationsinhibitor kann als optimale Lösung zur Unterbindung beider THG Emissionsquellen ($\text{NH}_3+\text{N}_2\text{O}$) bei der Gülleausbringung angesehen werden.

Tabelle 7: Effekt der Gülleinjektion auf N_2O Emissionen in verschiedenen Nutzungssystemen in den Niederlanden (aus Velthof *et al.* 2010)

Nutzung	Methode	Gülletyp	N_2O -N Verlust
			[% ged. N]
Grasland	flache Injektion	RG	0.4
	oberflächlich		0.1
Ackerland	Injektion	RG	0.9
	oberflächlich		0.4
	Injektion	SG	3.6
	oberflächlich		0.9

Vergleich von Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Pflanzenbau

Im Jahr 2013 wurde für Großbritannien eine Bewertung vorgenommen, mit welchen Maßnahmen sowohl quantitativ als auch sicher - also mit geringer Variation zwischen Anwendungsbedingungen - direkte N_2O -Emissionen aus der Landwirtschaft reduziert werden können (Rees *et al.* 2013). Regulatorisch und politisch sind letztlich sichere Maßnahmen relevanter, weil diese Maßnahmen besser für die Berichterstattung der Emissionshöhen und –reduzierung herangezogen und international abgestimmt werden können. Die quantitativ höchste Wirkung entfaltete eine bessere Drainage der Standorte (Tabelle 8). Unter den verschiedenen Maßnahmen wurden allerdings nur 2 als sicher herausgestellt: die Reduktion der Stickstoffdüngung und der Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren. Während erste Maßnahme nur zur Reduktion von N-Überschüssen zu empfehlen ist, um Landnutzungsänderungen bei Ertragsreduktionen zu vermeiden, entfalten Nitrifikationsinhibitoren bei jedem Stickstoffdüngungsniveau ihre Wirkung.

Tabelle 8: Wirkung und Sicherheit von Maßnahmen zur Reduktion von N₂O-Emissionen in der Landwirtschaft Großbritanniens (aus Rees *et al.* 2013)

Maßnahme	Geschätzte Reduktionsrate t CO ₂ e ha ⁻¹ a ⁻¹	Sicherheit
Nutzung biologischer N-Fixierung (Klee)	0.5	mittel
Reduktion der Stickstoffdüngung	0.5	hoch
Drainierung verbessern	1.0	mittel
N-Überschüsse vermeiden	0.4	mittel
Volle Anrechnung N organische Dünger	0.4	gering
Verbesserung der mineralischen N-Düngerapplikation	0.3	mittel
Nitrifikationsinhibitoren	0.3	hoch
Verbessertes Timing von mineralischer und organischer Düngung	0.3	mittel
N-extensive Systeme	0.2	gering

Schlussfolgerungen

Die Umsetzung der Ziele des Paris Abkommens (COP 21) erfordert robuste, quantitativ wirksame Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion vor allem von CO₂ und N₂O im Pflanzenbau.

Wirksamste Maßnahmen zur Reduktion von CO₂-Emissionen: keine ackerbauliche Nutzung und Wiedervernässung organischer Böden, Verwendung mineralischer N-Dünger aus höchstem europäischen Produktionsniveau.

Erhöhung des Bodenkohlenstoffvorrats durch vermehrte Residueneinbringung oder pfluglose Bodenbearbeitung bei ackerbaulicher Nutzung schwierig (emissions swapping durch erhöhte N₂O Emissionen): Erreichbarkeit der Ziele der 4 per 1000 Initiative hochfraglich.

Intensive, ertragreiche Produktion an Gunststandorten mit geringen C-Verlusten an anderen Standorten durch Landnutzungswandel verbunden.

Pflanzenbauliche N₂O-Emissionen nach IPCC linear abhängig von der Stickstoff-Düngung, besonders aber von Überschussdüngung; indirekt von NH₃-Emissionen und Nitratauswaschung.

Reduzierung direkter und indirekter N₂O-Emissionen durch hohe N-Effizienz: bedarfsgerechte Düngung, teilflächenspezifische Düngung, Verwendung von Nitrifikationsinhibitoren und Ureaseinhibitoren.

Integrierte Ansätze zur Erhöhung der N-Effizienz und Bodenfruchtbarkeit unter Verwendung moderner Dünger-Technologien notwendig: ‚win-win‘ Situation für multiple Umweltaspekte (NH₃, N₂O, Nitratauswaschung) und Betriebserfolg.

Literatur

4 per 1000 Initiative, <https://www.4p1000.org>

Abdalla, M. *et al.* (2019) A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology* 25(8) DOI: 10.1111/gcb.14644

Akiyama *et al.* (2010) Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Global Change Biology* (16) 1837–1846

BMNT 2019, <https://www.bmnt.gv.at/umwelt/klimaschutz/internationales/klimakonferenzen/cop21paris.html>

BMU 2016, Klimaschutzplan 2050, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

Eisner (2016) Implications of oil depletion for biodiversity. PhD Thesis. University of Queensland, Australia.

EMEP Guide Book (2016) link: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

Haenel H-D *et al.* (2018) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2016 : Report on methods and data (RMD) Submission 2018. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 424 p, Thünen Rep 57 DOI:10.3220/REP1519913866000

Hafner *et al.* (2015) The ALFAM2 project – Predicting ammonia loss from field-applied manure. Proceedings of RAMIRAN 2015 – 16th International Conference Rural-Urban Symbiosis, Hamburg, 289-292, <https://tore.tuhh.de/handle/11420/1300>

Herr, C. (2018) Effect of nitrification inhibitors and application techniques on trace gas fluxes from a maize field after cattle slurry fertilization. Dissertation, Universität Hohenheim, 157 pp

Hillier, J. (2012) Which cropland greenhouse gas mitigation options give the greatest benefits in different world regions? Climate and soil specific predictions from integrated empirical models. *Global Change Biology* (18) 1880–1894

IPCC (2006) N₂O EMISSIONS FROM MANAGED SOILS, AND CO₂ EMISSIONS FROM LIME AND UREA APPLICATION. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

IPCC (2014), https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Kloepfer, F., U. Klöble, H. Eckel (2015): The role of precision farming for land-based GHG emission mitigation. Presentation given at the workshop „Technological GHG emission mitigation options in agriculture“, 17 April 2015, Seville, Spain.

Lehtinen, T *et al.* (2014): Effect of crop residue incorporation on soil organic carbon and greenhouse gas emissions in European agricultural soils, *Soil Use and Management* (30) 524-538

Leifeld, J. (2010) Kohlenstoffsequestrierung in landwirtschaftlichen Böden – eine kritische Betrachtung- KTBL/ vTI-Tagung: Emissionen landwirtschaftlich genutzter Böden 08.–10. Dezember 2010, im Bildungszentrum Kloster Banz, Bad Staffelstein, ISBN 978-3-941583-45-0, 182-191

Luo, Z.K. *et al.* (2010) Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. *AGEE* (139) 224-231

Ogle, S. *et al.* (2012) No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration. *Agriculture Ecosystems & Environment* 149:37–49. DOI: 10.1016/j.agee.2011.12.010

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 Rep 13

Pacholski *et al.* 2017. Yield effects and environmental stewardship by application of slurry with nitrification inhibitor to pasture and silage maize In: Burchill W., Richards K.G. and Lanigan G.J. (Eds). Proceedings of the 17th, RAMIRAN conference – Sustainable utilization of manures and residue resources in agriculture. 4th – 6th September 2017, Wexford, Ireland, pp. 25.

Pan B., Lam S.K., Mosier A., Luo Y., Chen D. (2016) Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: A global synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2312 (2016) 283-289

Rees, b. *et al.* (2013). Nitrous oxide mitigation in UK agriculture. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59:1, 3-15

Rochette, P *et al.* (2008) Nitrous Oxide Emissions Respond Differently to No-Till in a Loam and a Heavy Clay Soil, Vol. 72 No. 5, p. 1363-1369

Sanders J, Hess J (eds) (2019) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft . Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 364 p, Thünen Rep 65, DOI:10.3220/REP1547040572000

Searchinger, T.D., Wirsenius, S., Beringer, T., Dumas, P. (2018) Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* (December 2018), Vol 564.

Velthof, G.L. *et al.* (2010): Effect of manure application technique on nitrous oxide emission from agricultural soils, Alterra report 1992, ISSN 1566-7197

WRI 2018, World Resources Report. Creating a sustainable food future. A menu of solutions to feed nearly 10Billion People by 2050. Synthesis Report, December 2018. Lead author: Searchinger, T.

Yang, M. *et al.* (2016): Efficiency of two nitrification inhibitors (dicyandiamide and 3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on soil nitrogen transformations and plant productivity: a meta-analysis. *Scientific Reports* | 6:22075 | DOI: 10.1038/srep22075

Chancen und Potenziale der Digitalisierung – Digital Farming

Dr. Carl-Philipp Federolf, Yara Digital Farming, Berlin

Einleitung

Die stetig wachsende Weltbevölkerung erfordert nach wie vor eine konstante Steigerung der Nahrungsmittelproduktion. Gleichzeitig sind deren negative Einflüsse auf Biodiversität, Luft- und Wasserqualität, Bodengesundheit, Tierwohl und das Klima zu verringern. Der Strukturwandel in der Landwirtschaft mit wachsenden Betriebs- und Schlaggrößen, Spezialisierung und Effizienzsteigerung führen zu einem abnehmenden Anteil von Landwirten in der Gesellschaft, führen zusammen mit der Konzentration des Lebensmitteleinzelhandels zu einer zunehmenden Entkoppelung von Produktion und Verbrauch. Insbesondere in der vergangenen Dekade hat sich um Umwelteinflüsse und Nahrungsmittelsicherheit eine breite gesellschaftliche Debatte entwickelt. Die Agrarbranche steht hier im Zielkonflikt zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Möglichkeiten zur Erhebung, Verarbeitung und zum Austausch von Daten und Informationen in den vergangenen Jahren in ungeahntem Maße gesteigert. Die stürmische Entwicklung der Digitalisierung ändert unser Zusammenleben, aber auch wie Wirtschaft, Industrie und Handel arbeiten und miteinander kommunizieren. So werden durch die Digitalisierung auch in der Lebensmittelproduktion neue Möglichkeiten geschaffen, die dazu beitragen können, die Zielkonflikte in der Agrarbranche zu entschärfen. Das betrifft die gesamte Wertschöpfungskette, das heißt sowohl die landwirtschaftlichen Betriebe selbst als auch die vor- und nachgelagerten Bereiche.

Im Folgenden sollen anhand einiger Beispiele aktuell beginnende Entwicklungen mit einem besonderen Fokus auf Digitale Landwirtschaft erläutert und deren Chancen und Potenziale aufgezeigt werden.

Landwirtschaft – die Entwicklung von 1.0 zu 4.0

Landwirtschaft 1.0

Landwirtschaft 1.0 beschreibt den Zustand der Landwirtschaft in Europa zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Bei intensivem Arbeitseinsatz, vor allem körperlicher Arbeit, teilweise auch von Arbeitstieren, war die Produktivität gering. Die Nahrungsmittelproduktion konnte den steigenden Bedarf kaum decken und erfolgte in einer großen Anzahl kleiner landwirtschaftlicher Betriebe, in denen etwa ein Drittel der Bevölkerung beschäftigt war. In weniger entwickelten Regionen der Erde finden sich heute noch derartige Produktionssysteme.



Abb. 1: Landwirtschaft 1.0 – Handarbeit dominiert, Betriebsmittel werden nur wenig eingesetzt

Landwirtschaft 2.0

Landwirtschaft 2.0 beschreibt den Zustand nach der „grünen Revolution“ der 1950er Jahre. Dabei fanden neue pflanzenbauliche Praktiken wie chemischer Pflanzenschutz und der Einsatz mineralischer Düngemittel, aber auch die Züchtung leistungsstärkerer Sorten ihren Einzug in die betriebliche Praxis. Viele Feld- und Stallarbeiten wurden mechanisiert und zunehmend Spezialmaschinen eingesetzt.

In diesem Zuge sind die Erträge pro Flächeneinheit, aber auch pro Arbeitskraft erheblich gestiegen. Die Betriebe wurden deutlich größer und immer weniger Menschen arbeiteten in der landwirtschaftlichen Produktion. Der Arbeitskräfteeinsatz pro Hektar bewirtschafteter Fläche ist deutlich zurückgegangen. Zum effizienten Einsatz der immer größer werdenden Maschinen sind auch die Schlaggrößen erheblich angestiegen, teils durch die Übernahme von aufgebenden Betrieben, teils durch die Flurbereinigung.



Abb. 2: Landwirtschaft 2.0 – Technik und Betriebsmitteleinsatz steigern die Erträge pro Flächeneinheit und Arbeitskraft.

Landwirtschaft 3.0

Der darauffolgende Entwicklungsschritt war überwiegend getrieben von Automatisierung und Sensorik und wird weithin „Precision Farming“ genannt. So wurden seit Mitte der 1990er Jahre GPS-Lenksysteme entwickelt, um den Fahrer zu entlasten, aber auch um Anbaugeräte präziser zu steuern. Die automatische Teilbreitenschaltung von Feldspritzen am Vorgewende ist ein Beispiel hierfür.

Des Weiteren hat sich der Einsatz von Sensoren in Maschinen etabliert. Die von Sensoren ermittelten Messwerte können direkt zur präziseren Steuerung von Maschinen genutzt werden wodurch sich deren Einsatz effizienter gestalten lässt. Beim Mähdrusch beispielsweise passen moderne Maschinen sich an wechselnde Druschbedingungen an. Mithilfe von Sensoren konnten erstmals auch Messwerte von den bewirtschafteten Schlägen selber während der Feldarbeit erhoben werden. Das bekannteste Beispiel hierfür dürfte die Ertragerfassung und -kartierung in Mähdreschern sein. Weitere Beispiele sind etwa getragene Bodensensoren zur Optimierung der Bodenbearbeitung, oder die Windmessung am Düngerstreuer zur dynamischen Anpassung des Streubildes.

Zudem wurden Pflanzensensoren wie der Yara N-Sensor entwickelt und erfolgreich am Markt etabliert. Pflanzensensoren messen die Lichtreflexion von Pflanzenbeständen während der Düngung und ermöglichten erstmals eine teilflächen-spezifische Stickstoffdüngung. Im Unterschied zu Methoden der klassischen

Boden- und Pflanzenanalyse wie etwa dem Nitrat-Schnelltest ermöglichen digitale Anwendungen wie der N-Sensor überhaupt erst die kleinräumige Erhebung einer großen Zahl von Messdaten. Solche Daten wären in dieser hohen Auflösung und Qualität sonst weder verfügbar noch auswertbar. Die Auswertung großer Messdatensmengen und die Umsetzung dieser Informationen in eine Empfehlung ist nur dann möglich, wenn die Messdaten digital vorliegen. Das gilt sowohl für Echtzeitverfahren wie dem N-Sensor, als auch für satellitengestützte Sensoren die zunehmende Anwendung in der Landwirtschaft finden.

Aber nicht nur bei der Düngung, sondern auch beim Pflanzenschutz, in der Ernte-technik oder bei der Bodenbearbeitung wurden Precision Farming-Verfahren und digitale Anwendungen entwickelt. Diese stehen derzeit noch als unabhängige Insellösungen nebeneinander.

Während diese Technologien überwiegend die Effizienz auf den größer werdenden Schlägen steigern, wurden komplexere Betriebsmanagementsysteme entwickelt. Diese sollen die komplexen Arbeitsabläufe auf den größer werdenden landwirtschaftlichen Betrieben digital erfassen und abbilden. „Schluss mit dem Papierkram und mit der Zettelwirtschaft“ sind gängige Slogans solcher digitaler Ackerschlagkarteien und Managementsysteme. Arbeiten auf den Schlägen werden direkt vor Ort mobil eingegeben und nicht erst handschriftlich notiert und später am Rechner eingegeben. Auf dieser Basis sollen sie die Betriebsleiter dabei unterstützen, die einzelnen Arbeitsprozesse und Betriebsabläufe zu optimieren und möglichst sinnvoll miteinander zu verknüpfen. Die verfügbaren Arbeitskräfte können optimal eingesetzt und die Maschinen bestmöglich ausgelastet werden. Betriebsmanagementsysteme ermöglichen damit auch eine betriebswirtschaftliche Analyse. Aufgrund der anfangs hohen Kosten und des hohen Zeitinvestments für die Einführung solcher Precision Farming-Anwendungen hat sich deren Verbreitung zumindest anfangs auf spezialisierte Großbetriebe begrenzt.



Abb. 3: Landwirtschaft 3.0 – Sensoren und Steuerungstechniken bringen die Effizienz im Pflanzenbau nach vorne.

Landwirtschaft 4.0

Seit den 2010er Jahren finden zunehmend neue Technologien ihren Einzug in die Landwirtschaft. Insbesondere sind hier zu nennen:

- Günstige Aktoren und Sensoren, die die Kosten für Präzisionsanwendungen senken
- Prozessoren, die umfangreiche Datensätze in Echtzeit umrechnen können.
- Breitbanddatentransfer
- Cloud Systeme, die das Zusammenführen und die Verknüpfung verschiedener Datenströme ermöglichen.

Diese Entwicklung wurde durch die enorme Steigerung von Rechenleistung und Speicherkapazität ermöglicht. Mit ihrer Hilfe ergeben sich völlig neue Möglichkeiten, Messwerte in komplexeren Modellen zu verknüpfen und so bessere Empfehlungen zu erstellen.

So werden zunehmend Produkte mit digitalen Zusatzleistungen aufgewertet, die häufig auch Dritte beinhalten. Beispielsweise können Ertragskarten bei der Ernte aufgezeichnet und über eine Cloudplattform zur Optimierung der Anbaustrategie verwendet werden. So werden Entscheidungs-Prozesse zunehmend und weitgehend automatisiert.

Die Spitze der Automatisierung, autonome Feldroboter, sind noch nicht in der Praxis angekommen. Sie haben aber das Potenzial die zuvor genannten Entwicklungen zur Effizienzsteigerung durch größere Maschinen und simplifizierte Anbausysteme in Frage zu stellen und so die negativen Umwelteffekte, wie zum Beispiel große, einheitlich bestellte Flächen, oder die „better safe than sorry“ Strategie bei Düngung und Pflanzenschutz zu minimieren.

Diese Entwicklungen haben aber nicht nur Einflüsse auf die Abläufe in den landwirtschaftlichen Betrieben selbst, sondern gehen darüber hinaus und können die gesamte Produktionskette bis hin zum Lebensmitteleinzelhandel umfassen.



Abb. 4: Landwirtschaft 4.0 – Verschiedene vernetzte Sensoren und Datenquellen erlauben kontinuierliches Messen und automatisches Reagieren auf sich ändernde Bedingungen.

Digital Farming – Chancen und Potenziale

In den landwirtschaftlichen Betrieben bietet die Digitalisierung Raum für Optimierung. Dies bedarf allerdings eine einfache und verlässliche Verfügbarkeit von z. B. Bodennutzungsdaten, Abstandsaufgaben und ähnlichen Parametern.

Wetter- und Klimadaten können zudem zusammen mit Boden- und Bestandes Informationen das Wachstumspotenzial auf einer Fläche dynamisch abschätzen (vgl. Abbildung 5). So können Entscheidungen über pflanzenbauliche Maßnahmen im Laufe der Vegetation mit zusätzlichen Daten und Informationen untermauert und besser an den aktuellen Bedarf des Bestandes angepasst werden. Eine dynamische Anpassung pflanzenbaulicher Maßnahmen ermöglicht eine höhere Treffsicherheit in Bezug auf beispielsweise die Stickstoffdüngung. So können, im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten die Bestände optimal geführt und die Nutzungseffizienz der Betriebsmittel maximiert werden.



Abb. 5: Die Fusion verschiedener Informationen kann dynamische Entscheidungshilfen liefern. Eine große Herausforderung liegt im Datenmanagement, da sich voraussichtlich meist mehrere Anbieter mit Spezialprodukten gegenüber Generalisten durchsetzen werden.

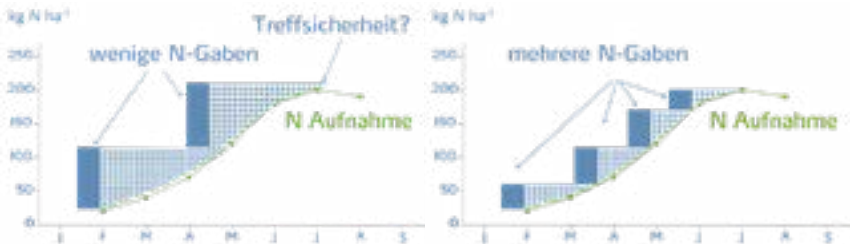


Abb. 6: Vergleich von Düngestrategien mit wenigen und mehreren geteilten N-Gaben. Bei mehreren Gaben kann die N-Düngung zu jeder Gabe an die Witterung angepasst werden – es ist wahrscheinlicher die optimale Menge zu düngen.

