

Stellungnahme des Einzelsachverständigen
Prof. Dr. Henning Kage

für die 64. Sitzung des Ausschusses für Ernährung und Landwirtschaft

öffentliche Anhörung zu dem

Diskussionspapier des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
„Ackerbaustrategie 2035“
(Stand: Dezember 2019)

am Montag, den 16. November 2020,
13:00 Uhr bis 15:00 Uhr

Paul-Löbe-Haus
Konrad-Adenauer-Straße 1, 10557 Berlin,
Saal PLH 4.900

Diskussionspapier

Ackerbaustrategie 2035

Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Pflanzenbau

Stellungnahme des Einzelsachverständigen Prof. Dr. Henning Kage, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Pflanzenbau & Pflanzenzüchtung

Einleitung

Die Erarbeitung einer Ackerbaustrategie geht auf den Koalitionsvertrag der 19. Legislaturperiode zurück. Das Diskussionspapier soll nach eigenen Angaben Perspektiven aufzeigen und als Leitlinie dienen. Als Autoren fungierten im wesentlichen Wissenschaftler aus dem Geschäftsbereich des BMEL sowie einiger Länder.

Die vom BMEL erarbeitete Ackerbaustrategie definiert 6 sogenannte **Leitlinien**:

1. Versorgung
2. Einkommenssicherung
3. Umwelt- und Ressourcenschutz
4. Biodiversität
5. Klimaschutz und Klimaanpassung
6. Gesellschaftliche Akzeptanz

Und leitet hieraus 12 **Handlungsfelder** ab, von denen 8 sektoral auf die Landwirtschaft fokussiert sind

1. Boden
2. Kulturpflanzenvielfalt und Fruchtfolge
3. Düngung
4. Pflanzenschutz
5. Pflanzenzüchtung
6. Digitalisierung
7. Biodiversität
8. Klimaanpassung

Und weitere 4 Handlungsfelder die sektorübergreifend zu betrachten sind:

9. Klimaschutz
10. Bildung und Beratung
11. Landwirtschaft und Gesellschaft
12. Begleitung der Umsetzung

Wie zu erwarten, fasst das Diskussionspapier im Wesentlichen bestehendes Wissen zusammen, sowohl im Hinblick auf die Beschreibung des Ist-Zustandes als auch der Optionen zur Weiterentwicklung. Ein gewisses strukturelles Manko stellt die geringe Verzahnung mit der aktuellen Diskussion zur Weiterentwicklung des Tierhaltungssektors dar, da gerade hierin wesentliche Probleme des aktuellen Ackerbaus (regionaler Nährstoffüberschuss, Einengung der Fruchtfolgen) begründet sind. Einschränkend zu dieser Kritik ist jedoch auch anzumerken, dass eine stärkere Integration von Tierhaltung und Ackerbau eine nur sehr langfristig zu realisierende Option darstellt und daher nur bedingt kurz- und mittelfristig zur Problemlösung beitragen kann.

Symptomatisch für die aktuelle politische Diskussion ist der Kontrast zwischen dem **Wünsch-Dir-Was für 2035** Duktus des Vorworts, welcher im Wesentlichen gesellschaftliche Erwartungen widerspiegelt und der überwiegend recht klaren Darstellung der vielen Zielkonflikte im Hauptteil des Diskussionspapiers. Meiner Ansicht nach werden nicht alle Aspekte völlig ausgewogen behandelt und eine Überbetonung bestimmter aktuell laufender Aktivitäten des BMEL ist klar erkennbar. Interessant ist insbesondere auch die Thematisierung vieler langfristiger Handlungsfelder in direkter Kombination mit der Darstellung von in der Regel maximal 3-jährig finanzierten Einzelprojekten aus dem Geschäftsbereich des BMEL. Meiner persönlichen Wahrnehmung nach sind viele potentiell hilfreiche Ansätze und Erkenntnisse für Innovationen im Ackerbau welche in kurzfristig geförderten Einzelprojekten entstanden sind, letztlich ohne Wirkung auf die landwirtschaftliche Praxis geblieben, weil die Förderzeiträume für praxisreife Entwicklung einer nachhaltigen Innovation häufig zu gering und insbesondere die personellen und Wissensressourcen zur Umsetzung in der Praxis z.B. durch Beratung nicht vorhanden sind. Nach diesen generellen Aspekten möchte ich den folgenden Abschnitten meiner Stellungnahme auf die 6 Leitlinien eingehen und hierzu ergänzende Fakten und persönliche Einschätzungen geben.

1 Versorgung

Eine **hohe Nachfrage nach „Commodities“**, d.h. den Leitprodukten des Ackerbaus auf den Weltmärkten hat zu einer deutlichen Steigerung der Preise geführt, der **Getreidepreis** hat sich in den letzten 20 Jahren weltweit **nominal mehr als verdoppelt** (www.igc.int). Bevölkerungs- und Wohlstandswachstum in vielen Teilen der Welt sind als Hauptfaktoren dieser Entwicklung zu nennen (Tilman et al. 2011). Die FAO hat vor diesem Hintergrund die Notwendigkeit einer Verdopplung der weltweiten Nahrungsgüterproduktion bis 2050 postuliert. Bei weltweit begrenzter Nutzfläche ergibt sich hieraus global die Notwendigkeit, die Produktivität je Fläche zu erhöhen. Trotz sehr hoher flächenbezogener Produktivität werden in Deutschland nur ca. 81% der selbst verbrauchten Nahrungsgüter (unter Abzug von Importfutter) letztlich selbst erzeugt und neben den ca. 17 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche in Deutschland werden **zusätzlich netto ca. 5 Millionen Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche außerhalb Deutschlands** für die Nahrungsgüterversorgung Deutschlands benötigt (Statistisches Bundesamt 2019). Hinzu kommen indirekte Flächenimporte für Rohstoffe zur Erzeugung erneuerbarer Energien. Vor diesem Hintergrund sollte m.E. der virtuelle Flächenimport nicht weiter erhöht werden. Dies kann aber nur erreicht werden, wenn entweder der Verbrauch von Nahrungsgütern sich reduziert und/oder die Produktionsleistung des Ackerbaus bzw. des Agrarsektors insgesamt mindestens erhalten bleibt.

Die beachtlichen **historischen Ertragsfortschritte** im konventionellen Ackerbau wurden durch eine Kombination von Züchtung und Produktionstechnik erzielt. Dieses Zusammenwirken wird auch in Zukunft notwendig sein, wenn das erreichte Niveau der Produktivität erhalten bzw. erhöht werden soll. In den letzten Jahren werden bei einigen Kulturen, insbesondere Getreide und zuletzt auch bei Raps im Mittel jedoch **bestenfalls stagnierende Ertragstrends** verzeichnet, obwohl die Ertragspotentiale moderner Sorten weiterhin stetig ansteigen (Voss-Fels et al. 2019). Das Potential neuer Züchtungstechniken zur Erhöhung der abiotischen Stresstoleranz ist vermutlich geringer als der zu erhoffende Beitrag bei der Etablierung neuer Resistenzen gegenüber Schaderregern. Neben den Effekten des Klimawandels, sind an der Ertragsstagnation auch systemeigene Faktoren beteiligt, wie z.B. die **starke Einengung der Fruchtfolgen** mit regional überhöhten Anteilen von Weizen, Raps oder Mais in der Fruchtfolge (Stein und Steinmann 2018) sowie Anbau von anspruchsvollen Fruchtarten auf weniger geeigneten Standorten. Insbesondere die mit engen Fruchtfolgen verbundene Problematik der Entwicklung von Herbizidresistenzen und das Auftreten von Fruchtfolgeschaderregern hat die Diskussion innerhalb der Praxis bereits beeinflusst. Von sehr niedrigem Niveau aus leicht steigende Flächenanteile von Körnerleguminosen und die Integration von Mais in Ackerbaufruchtfolgen

können derzeit bereits beobachtet werden. Die ökonomische Leistungsfähigkeit vieler für eine Fruchtfolgeerweiterung in Frage kommenden Kulturen ist jedoch gering. Die Differenzen zu den wichtigsten Kulturen Weizen und Mais sind gleichzeitig als eher steigend anzusprechen, da sich die züchterischen und produktionstechnischen Investitionen in Innovationen immer stärker auf diese Kulturen fokussieren. In der Vergangenheit hat die Agrarpolitik hier immer wieder versucht mit Förderprogrammen Einfluss zu nehmen, ein längerfristiger Erfolg blieb bis jetzt letztlich aus ökonomischen Gründen aus. Es ist aus globaler Sicht auch nicht wünschenswert, den Anteil hochproduktiver Kulturen in unseren Fruchtfolgen zugunsten weniger produktiver Kulturen stärker auszuweiten, als es zur Stabilisierung der Fruchtfolgen notwendig ist. Trotzdem ist zu konstatieren, dass es im Hinblick auf die Erweiterung des Fruchtartenspektrums und der Erweiterung von Fruchtfolgen ungenutzten Spielraum gibt, der gezielt genutzt werden sollte.

Im ökologischen Landbau sind die Fruchtfolgen notwendigerweise wesentlich vielseitiger und viele, der oben diskutierten Probleme des konventionellen Ackerbaus treten hier nicht auf. Die relative **Flächenproduktivität des ökologischen Landbaus** in Deutschland liegt jedoch zurzeit bei nur ca. 50% der Leistung der konventionellen Landwirtschaft (AMI/DESTATIS). In anderen Produktbereichen sind die Ertragsunterschiede teilweise geringer, wobei jedoch auch auf externe Nährstoffquellen aus dem konventionellen Agrarsektor zurückgegriffen wird. Der WBAE empfiehlt daher vor dem Hintergrund der geringeren Flächenproduktivität des ökologischen Landbaus in seinem aktuellen Gutachten die Überprüfung der Nachhaltigkeitswirkung des ökologischen Landbaus spätestens bei Erreichen von 20% Flächenanteil (WBAE 2020).

2 Einkommenssicherung

Es ist ein erklärtes Ziel fast aller politischen Parteien eine möglichst große Zahl an landwirtschaftlichen Betrieben zu erhalten um Wertschöpfung, Sozialstrukturen und kulturelle Werte in den ländlichen Regionen zu sichern.

Der Gewinn je Hektar lag in konventionellen Ackerbaubetrieben Deutschlands in den Jahren 2014/15 bis 2018/19 im Mittel bei 444 €/ha (BMEL 2020). Direktzahlungen und Zuschüsse beliefen sich für diese Betriebsgruppe in 2018/19 auf 365 €/ha (BMEL 2020). Der Anteil gepachteter Fläche lag bei 58% und der durchschnittliche Pachtpreis bei 353,-€/ha.

Obwohl unbestritten ist, dass ein Teil der flächenbezogenen Direktzahlungen an die Flächeneigentümer weitergegeben wird, ist vor dem Hintergrund dieser Zahlen, klar, dass eine kurzfristige Abkehr von flächenbezogenen Direktzahlungen hin zu Natur- und Umweltschutzmaßnahmen massive wirtschaftliche Konsequenzen hätte und den Strukturwandel massiv beschleunigen würde.

3 Umwelt- und Ressourcenschutz

Im Hinblick auf die **Umweltwirkungen der Landwirtschaft** hat die Diskussion um die **Nitratbelastung** des Grundwassers durch die intensive Landwirtschaft die öffentliche Diskussion wesentlich geprägt. Die durch das EUGH-Urteil initiierte Novellierung der Düngeverordnung hat gleichzeitig maßgeblich **massive Proteste der Landwirte** hervorgerufen.

Unbestreitbar bestehen im Mittel Deutschlands zu hohe und regional in Veredlungs- und Futterbauregionen kritisch **hohe Stickstoffbilanzüberschüsse**. Es liegt jedoch trotz Ausbau des Biogassektors eine **insgesamt leicht sinkende Tendenz der Bilanzüberschüsse** vor. Weiterhin besteht jedoch ein erhebliches Minderungspotential. Aktuell liegt Deutschland mit seinen Stickstoffbilanzüberschüssen in etwa auf dem Niveau von Dänemark und deutlich unterhalb der Werte von den Niederlanden und Belgien (EUROSTAT 2020).

Der Protest der Landwirte gegen wesentliche Aspekte der Düngeverordnung ist insoweit nachvollziehbar, als das Urteil des EUGH zur **Umsetzung der Nitratrichtlinie in Deutschland** auf Daten eines zur Beurteilung der nicht Situation nicht geeigneten Nitrat-Messnetz beruht. Anders als häufig behauptet, ist auch das neue EU-Nitratmessnetz (Teilmessnetz des EUA-Messnetzes) nach wie vor nicht vergleichbar mit den Messnetzen anderer EU-Mitgliedsstaaten

und weist zumindest für einige Bundesländer erhebliche Abweichungen zum weitaus umfangreicheren WRRL-Messnetz auf.

Entscheidende Regelungen der neuen DüV sind fachlich fragwürdig und haben zu einem massiven Vertrauensverlust der Landwirte in die Agrarpolitik beigetragen. Insbesondere die pauschale Reduktion der Stickstoffdüngung um 20% in den sogenannten „Roten Gebieten“ wird die Nitratkonzentration nur wenig mindern können, hat jedoch – je nach Kulturart – deutliche Ertrags- und teilweise Qualitätsminderungen zur Folge. Eine betriebsform- und regionalspezifische und mit Übergangsfristen versehene klare Obergrenze der Brutto-N-Bilanzsalden auf Hofebene wäre der bessere Weg zur Kontrolle und Minderung überhöhter Düngung gewesen und hätte viele der Detailregelungen der DüV obsolet gemacht.

Flächenbezogen können dem **ökologischen Landbau** geringere Emissionen von z.B. Nitrat, Ammoniak, Treibhausgasen und Pflanzenschutzmitteln zugesprochen werden. Selbst unter ökologischer Bewirtschaftung werden jedoch häufig Nitratkonzentrationen im Sickerwasser erreicht, die die Grenzwerte für Grundwasser der Wasserrahmenrichtlinie der EU überschreiten (Biernat et al. 2020). Bezogen auf die erzeugte Menge an Produkten ist die Überlegenheit des ökologischen Landbaus häufig weniger klar (Sanders J 2019; Tuomisto et al. 2012), d.h. es können sowohl höhere als auch geringere Emissionen je Einheit erzeugten Produktes auftreten. Im häufig zur vergleichenden Bewertung intensiver und extensiver Landnutzungssysteme herangezogenen Indikator Emission je Einheit produziertem Produkt wird jedoch der zusätzliche Flächenbedarf durch geringere Erträge extensiver Landnutzungssysteme nicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung des höheren Flächenbedarfs des ökologischen Landbaus berechnen (Smith et al. 2019) eine deutlich höhere THG-Emission bei Bedarfsdeckung des Nahrungsbedarfs von England und Wales aus ökologischer Produktion.

Aussichtsreiche Maßnahmen zur Erhöhung der Nährstoff- und Ressourcennutzungseffizienz im konventionellen Ackerbau sind in den Handlungsfeldern angesprochen. Aus meiner Sicht besteht im Hinblick auf die Nutzung der neuen Möglichkeiten der Digitalisierung im Ackerbau der wesentliche Engpass in der Verfügbarkeit von pflanzenbaulich validen Algorithmen und deren teilweise schlagspezifischen Parametrisierung.

4 Biodiversität

Die Nutzung der Landschaft für den Ackerbau sowie die Grünlandnutzung hat in einer historischen Dimension die Artenvielfalt in Mitteleuropa deutlich erhöht, in den entstandenen Kulturlandschaften war die Artenvielfalt gegenüber der natürlichen Klimaxvegetation des Standortes wesentlich größer. Die deutlich erhöhte Produktionsintensität in Ackerbau und Grünlandnutzung hat in den letzten Jahrzehnten die Populationsdichte und die Artenzahl zweifelsfrei reduziert. Zwischen intensivem, ertragreichem Ackerbau und der Biodiversität auf der Nutzfläche besteht jedoch in der Regel ein harter Zielkonflikt. Es ist davon auszugehen, dass erst bei einer vergleichsweise drastischen Reduktion der Produktionsintensität und den damit einhergehenden Ertragsminderungen die floristische Biodiversität auf Ackerflächen deutlich zunehmen wird (Kleijn et al. 2009). Strategien zum Erhalt bzw. der Erhöhung der Biodiversität in den Agrarlandschaften sollten daher gezielt vorgenommen werden und primär bisher schon extensiv genutzte, weniger ertragreiche Regionen bzw. innerhalb intensiver, ertragreicher Regionen, die Vernetzung bzw. Schaffung von Rückzugshabitaten adressieren (Li et al. 2020).

Einige der bisher zum Schutz der Biodiversität in den Agrarlandschaften ergriffenen Maßnahmen sind offensichtlich wenig hilfreich bis kontraproduktiv. Das generelle Verbot von Beizmitteln auf der Grundlage von neonicotinoiden Wirkstoffen, hat dazu geführt, dass mangels anderer Alternativen andere, in Summe wahrscheinlich insektenschädlichere und weniger wirksame Pflanzenschutzbehandlungen durchgeführt werden. Eine größere Zahl von EU-Ländern hat jetzt mit Notfallzulassungen auf diesen offensichtlichen Missstand reagiert. Das anstehende generelle Verbot von glyphosathaltigen Herbiziden als Beitrag zum Erhalt der Biodiversität zu bezeichnen ist grob irreführend. Landwirte müssen in Folge eines solchen Verbotes ihre

Bodenbearbeitungsintensität deutlich erhöhen, womit ebenso eine möglichst vollständige Beseitigung unerwünschten Aufwuchses in der Brachezeit verbunden ist. Im Vergleich zum Glyphosateinsatz werden hiermit andere Bodenorganismen, z.B. Regenwürmer direkt und indirekt stärker beeinträchtigt (Briones und Schmidt 2017).

Die öffentliche Diskussion um den Insektenschutz wird stark von wenigen Publikationen geprägt, so z.B. die sogenannte Krefeld-Studie (Hallmann et al. 2017), andere Studien, die ein deutlich differenzierteres Bild zeichnen (van Klink et al. 2020; Crossley et al. 2020) werden dagegen in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen.

5 Klimaschutz und Klimaanpassung

Der **Klimawandel** betrifft die pflanzliche Produktion sowohl als Emittent von Klimagasen als auch als Leidtragender von Hitze- und Trockenstresswirkungen. Der **Anteil der THG-Emissionen der Landwirtschaft** in Deutschland liegt nach Angaben des UBA aktuell bei 7,4% und wird in der öffentlichen Wahrnehmung oft überschätzt. Global sind mit 24% jedoch deutlich höhere Anteile der Landwirtschaft an den globalen THG-Emissionen zu verzeichnen (P. Smith et al. 2014), von denen jedoch 2/3 auf die Tierhaltung zurückgehen. Eine **Minderung der THG-Emissionen im Bereich des Ackerbaus** ist eng mit einem effizienteren Einsatz von Stickstoff verbunden, da direkte und indirekte Lachgasemissionen sowie der hohe Energieaufwand bei der Düngemittelherstellung dazu führen, dass bis zu 75% der THG-Emissionen durch den Stickstoffeinsatz verursacht werden. Auf der anderen Seite ist die Ertragsbildung von Feldfrüchten von einer ausreichenden Stickstoffversorgung abhängig. Der zusätzliche Flächenbedarf und die schlechtere Ausnutzung der anderen Produktionsinputs führt häufig dazu, dass bei Rücknahme der Stickstoffdüngungsintensität auf ein Niveau, welches die Produktivität merklich mindert, es insgesamt sogar zu höheren THG-Emissionen kommen kann.

Im Sinne des Klimaschutzes ist also nicht eine pauschale Reduktion des Stickstoffeinsatzes zu fordern, sondern der **zielgerichtete Einsatz von Stickstoff**, was letztendlich jedoch auch zu einer Reduktion des Gesamtinputs führen muss.

Der **Nutzung von Ackerflächen zur Bindung von CO₂** sind enge Grenzen gesetzt. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass in der Vergangenheit durch methodische Fehler die Effekte einer reduzierten Bodenbearbeitung auf die Erhöhung der Humusgehalte deutlich überschätzt wurden (Powlson et al. 2014; Mondal et al. 2020). Höhere Lagerungsdichten und daraus folgende schlechtere Bodendurchlüftung kann zu erhöhten Lachgasemissionen bei reduzierter Bodenbearbeitung führen (Mei et al. 2018) und ggf. vorhandene Effekte einer C-Sequestrierung im Hinblick auf die THG-Bilanz relativieren.

Vor dem Hintergrund des durch den Klimawandel hervorgerufenen erhöhten Wasserbedarfs der Nutzpflanzenbestände ist die Entwicklung von **wassernutzungseffizienten Produktionsverfahren** weltweit, aber auch national von hoher Bedeutung. Hierzu werden zunehmend auch in Deutschland **bewässerungsbasierte Nutzungssysteme** gehören müssen. Im Gegensatz zu einigen aktuellen, auf den letzten 3 Jahren basierenden Einschätzungen, führen steigende Niederschläge in der verdunstungsärmeren Zeit, zu insgesamt stabilen Grundwasserständen (Ertl et al. 2019).

6 Gesellschaftliche Akzeptanz

Da nur noch sehr wenige Menschen direkt mit der landwirtschaftlichen Produktion befasst sind (1,6% der Erwerbstätigen), fehlt einem Großteil der Gesellschaft die direkte Erfahrung mit den Produktionszusammenhängen der Landwirtschaft. Hieraus resultieren Missverständnisse und falsche Erwartungen über die angemessene Art der landwirtschaftlichen Landnutzung, welche insbesondere von vielen Medienberichten unterstützt werden, die die Komplexität und die Zielkonflikte in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren nicht annähernd widerspiegeln. Die Systemrelevanz im Hinblick auf die Ernährungssicherung trat nur kurzfristig während der ersten Welle der Corona-Pandemie wieder etwas stärker in den Vordergrund.

7 Literaturverzeichnis

- Biernat, Lars; Taube, Friedhelm; Vogeler, Iris; Reinsch, Thorsten; Kluß, Christof; Loges, Ralf (2020): Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations. In: *Agric. Ecosyst. Environ.* 298, S. 106964. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106964.
- Briones, Maria Jesus I.; Schmidt, Olaf (2017): Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis. In: *Glob. Change Biol.* 23 (10), S. 4396–4419. DOI: 10.1111/gcb.13744.
- Crossley, Michael S.; Meier, Amanda R.; Baldwin, Emily M.; Berry, Lauren L.; Crenshaw, Leah C.; Hartman, Glen L. et al. (2020): No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites. In: *NATURE ECOLOGY & EVOLUTION* 4 (10), 1368+. DOI: 10.1038/s41559-020-1269-4.
- Ertl, G.; Bug, J.; Elbracht, J.; Engel, N.; Herrmann, F. (2019): Grundwasserneubildung von Niedersachsen und Bremen. Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA18. Hg. v. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. Hannover (GeoBerichte, 36). Online verfügbar unter https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/144522/GeoBerichte_36.pdf.
- Hallmann, Caspar A.; Sorg, Martin; Jongejans, Eelke; Siepel, Henk; Hofland, Nick; Schwan, Heinz et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. In: *PLoS One* 12 (10). DOI: 10.1371/journal.pone.0185809.
- Kleijn, D.; Kohler, F.; Báldi, A.; Batáry, P.; Concepción, E.D; Clough, Y. et al. (2009): On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276 (1658), S. 903–909. DOI: 10.1098/rspb.2008.1509.
- Li, Pengyao; Kleijn, David; Badenhauer, Isabelle; Zaragoza-Trello, Carlos; Gross, Nicolas; Raemakers, Ivo; Scheper, Jeroen (2020): The relative importance of green infrastructure as refuge habitat for pollinators increases with local land-use intensity. In: *Journal of applied Ecology* 57 (8), S. 1494–1503. DOI: 10.1111/1365-2664.13658.
- Mei, Kun; Wang, Zhenfeng; Huang, Hong; Zhang, Chi; Shang, Xu; Dahlgren, Randy A. et al. (2018): Stimulation of N₂O emission by conservation tillage management in agricultural lands. A meta-analysis. In: *Soil and Tillage Research* 182, S. 86–93. DOI: 10.1016/j.still.2018.05.006.
- Mondal, Surajit; Chakraborty, Debashis; Bandyopadhyay, Kalikinkar; Aggarwal, Pramila; Rana, Dharamvir Singh (2020): A global analysis of the impact of zero-tillage on soil physical condition, organic carbon content, and plant root response. In: *Land Degradation & Development* 31 (5), S. 557–567. DOI: 10.1002/ldr.3470.
- P. Smith; M. Bustamante; H. Ahammad; H. Clark; H. Dong; E. A. Elsiddig et al. (2014): Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). Hg. v. Intergovernmental Panel on Climate Change. New York (Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf.
- Powlson, David S.; Stirling, Clare M.; Jat, M. L.; Gerard, Bruno G.; Palm, Cheryl A.; Sanchez, Pedro A.; Cassman, Kenneth G. (2014): Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. In: *Nat. Clim. Chang.* 4 (8), S. 678–683. DOI: 10.1038/NCLIMATE2292.
- Sanders J, Heß J. (Hg.) (2019): Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Smith, Laurence G.; Kirk, Guy J. D.; Jones, Philip J.; Williams, Adrian G. (2019): The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. In: *Nature*

Communications 10 (1), S. 4641. DOI: 10.1038/s41467-019-12622-7.

Statistisches Bundesamt (2019): Flächenbelegung von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs 2010 – 2017. Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Hg. v. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/landwirtschaft-wald/Publikationen/Downloads/flaechenbelegung-pdf-5851309.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 30.10.2020.

Stein, Susanne; Steinmann, Horst-Henning (2018): Identifying crop rotation practice by the typification of crop sequence patterns for arable farming systems – A case study from Central Europe. In: *Eur. J. Agron.* 92 (Supplement C), S. 30–40. DOI: 10.1016/j.eja.2017.09.010.

Tilman, David; Balzer, Christian; Hill, Jason; Befort, Belinda L. (2011): Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. In: *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108 (50), S. 20260–20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108.

Tuomisto, H. L.; Hodge, I. D.; Riordan, P.; Macdonald, D. W. (2012): Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. In: *Journal of Environmental Management* 112, S. 309–320. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.08.018.

van Klink, Roel; Bowler, Diana E.; Gongalsky, Konstantin B.; Swengel, Ann B.; Gentile, Alessandro; Chase, Jonathan M. (2020): Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. In: *Science* 368 (6489), S. 417–420. DOI: 10.1126/science.aax9931.

Voss-Fels, Kai P.; Stahl, Andreas; Wittkop, Benjamin; Lichthardt, Carolin; Nagler, Sabrina; Rose, Till et al. (2019): Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels. In: *Nature Plants*. DOI: 10.1038/s41477-019-0445-5.

WBAE (2020): Politik für eine nachhaltigere Ernährung Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungengestalten. Hg. v. Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/wbae-gutachten-nachhaltige-ernaehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=3.