

Sonderdruck

**zum VDW Symposium 2025
Von den Alpen bis zum Watt
anlässlich des 85. Geburtstags
von Prof. Hartmut Graßl**

**Stickstoff ist
der ‚matchmaker‘
in der Omnikrise:**

**Es gibt Alternativen zur Düngung mit
chemisch-synthetischem Stickstoff**

**Dr. Anita Idel
Nikolai Fuchs**

**Berlin
im Juli 2025**

Herausgeber

Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW) e. V.
Marienstraße 19/20
10117 Berlin

Autor:innen

Dr. Anita Idel – info@anita-idel.de | www.anita-idel.de
Nikolai Fuchs – Nikolai.Fuchs@gls-treuhand.de

Urheberrecht

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist unzulässig und kann straf- oder zivilrechtlich verfolgt werden.

Gefördert durch die Rogau Stiftung

Anita Idel und Nikolai Fuchs

Stickstoff ist *der* ‚matchmaker‘ in der Omnikrise: Es gibt Alternativen zur Düngung mit chemisch-synthetischem Stickstoff

Inhaltsverzeichnis

S.	3	Einleitung – Die Stichworte der Omnikrise
S.	4	Zur Lage der Landwirtschaft – Bauernproteste
S.	5	Blick zurück
S.	6	Der Boden bildet gleichsam die Verdauungsorgane der Pflanzen
S.	7	Notwendigkeit organischer statt chemischer Düngemittel nach Justus von Liebig
S.	8	Holy Shit (1)
S.	10	Irrweg des agrarischen Mainstreams Niedergang der modernen Landwirtschaft – Raubbau am Boden
S.	10	Holy Shit (2)
S.	12	Die agronomische Lösung – Mischkulturen
S.	14	Mischkulturen – Die Kuh in den Ackerbau re-integrieren
S.	15	Fazit und Ausblick
S.	17	Literatur
S.	19	Kontakt

Stickstoff ist *der* ‚matchmaker‘ in der Omnikrise:

Es gibt Alternativen zur Düngung mit chemisch-synthetischem Stickstoff

Einleitend sollen sie hier nur kurz aufgerufen werden, die Stichworte der Omnikrise:

Kriege, Klimawandel Biodiversitäts- und Bodenverlust, Belastung von Böden und Gewässern. Und überall dabei: Stickstoff. Und immer auch: Hunger. Beim Überschreiten der planetaren Grenzen zählt Stickstoff zu den Ersten und ist als Treiber der Folgenden der Wirkmächtigste: Denn als Grundpfeiler konventioneller Landwirtschaft ist er mitverantwortlich für den drastischen Biodiversitätsverlust, für die mittlerweile über 90 Todeszonen in den Meeren und für den Klimawandel, sei es in Form von Ammoniak, Lachgas (N₂O) oder Stickoxiden. Und Methan, denn die Herstellung von chemisch-synthetischem Stickstoffdünger mit fossilem Methan (Haber-Bosch-Verfahren) ist extrem energieaufwändig. Energie wiederum ist im Ukraine-Krieg mindestens ein den Krieg mitbestimmender Faktor (vgl. Idel, 2024b). Der politische Rechtsruck – evident in den Niederlanden, wohl aber auch anderswo in Europa – entzündete sich mit am Streit über den Stickstoff. Machte man eine Patientendiagnose im Sinne eines ‚One Health‘, – am Stickstoff führte kein Weg vorbei.

Wie konnte der Stickstoff eine solche Macht-Position über unser Leben erlangen? Am Anfang stehen Missverständnisse bzw. gezielte Ausblendungen: Der „Vater der Nährstoffersatztheorie“, Justus von Liebig, hatte seine frühe These zum Stickstoff schon zu Lebzeiten widerrufen. Aber interessengeleitete Politik – und auch die Wissenschaft – gingen darüber hinweg. Weiterhin wird diese chemische Intensivierung der Landwirtschaft ausgeweitet – gerechtfertigt mit dem Bedarf an hohen Erträgen. Aber sie ist nicht verantwortbar; denn auf Dauer führen ihre systemimmanenten Schäden zur Zerstörung der Basisressourcen für menschliches Überleben – Bodenfruchtbarkeit, Gewässer und biologische Vielfalt –, forcieren dazu die Klimakrise und beeinträchtigen die Gesundheit.

Es gibt sie – Alternativen mit steigender wissenschaftlicher Evidenz: kluge Ansätze für notwendige Kreislaufwirtschaft, ertragreiche Mischkulturen, um mit Hilfe organischer Düngung hohe Erträge auch dauerhaft zu sichern; inbegriffen sind weiterentwickelte ebenso wie neue Anbautechniken und Stoffrückgewinnungen.

Die Stickstoffproblematik in den Griff zu bekommen, wäre für die Menschheit und für den Planeten wünschenswert. Die Vereinigung Deutscher Wissenschaftler VDW e.V., die sich einer Wissenschaft mit Verantwortung verschreibt, hat die tiefer liegenden Ursachen hinterfragt und offeriert Lösungswege. Ob es für Alternativen in der Stickstofffrage einen politischen Willen gibt?

Wenn wir uns im Folgenden zunächst auf Justus von Liebig beziehen, so aus drei Gründen:

erstens: Er erkannte für eine dauerhafte Ertragssicherung die Notwendigkeit, entnommene Nährstoffe dem Boden zurückzugeben;

zweitens: Er widerrief seine Aussage, wonach dieses künftig zwangsläufig chemisch (synthetisch) erfolgen müsse,

und drittens: Er propagierte organische Düngung und gilt dennoch bis heute weiterhin als **der** Protagonist des Chemie-basierten agroindustriellen Mainstreams.

Zur Lage der Landwirtschaft – Bauernproteste

Die Bauernproteste von Anfang 2024, die sich in Deutschland an einer geplanten Agrardiesel-Subventionskürzung entzündeten, deuteten und deuten mit ihrer Länge und Intensität auf tiefere Ursachen der Krise in der Landwirtschaft. Eine dieser Ursachen liegt unserer Analyse nach in der weiterhin gegebenen Abhängigkeit der immer weiter industrialisierten Landwirtschaft von chemisch-synthetischem Stickstoffdünger und in der Folge auch dem Stickstoff-Überschuss, der trotz leichtem Rückgang Gewässer, Luft und Gesundheit belastet (vgl. IAASTD: McInture u.a. 2009).

Dies gilt auch für die „Übergüllung“ – eiweißreiche Futtermittel importiert aus anderen Regionen der Welt werden an zu viele Tiere bei für die Ausbringungsmenge an Exkrementen zu geringer Fläche der Höfe verfüttert – dies steht hier jedoch nicht im Vordergrund. Beim Stickstoff sind die planetaren Belastungsgrenzen deutlich

überschritten (Rockström et al. 2009; Richardson et al. 2023). Wenn in der Politik versucht wird, über Gesetze und Verordnungen gegen zu steuern, bringt dies die Bauern in eine Zwickmühle: auf der einen Seite für den Weltmarkt zu geringen Preisen produzieren und auf der anderen Seite Umweltstandards erfüllen. Die Kollision dieser beiden Ansprüche war und ist unvermeidlich. Wie könnte Abhilfe geschaffen werden?

Blick zurück

Mit der seit Jahrzehnten vorherrschenden und weltweit weiterhin zunehmenden chemisch-synthetischen Dünge-Praxis berufen sich die chemische Industrie und der agrarische Mainstream im Wesentlichen auf Justus von Liebig (1803 - 1873). Damit beschränken sie sich aber ausschließlich auf dessen *Frühwerk* und ignorieren damit Liebig's *Spätwerk*, in dem er sich von chemisch-synthetischer Düngung distanziert und organische Düngung propagiert.

Der anfangs in Gießen forschende Liebig gilt als Vater der *Nährstoffersatztheorie* bzw. der *Mineralstofftheorie*. Er selbst bezeichnet sich nur als deren Mitentwickler (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 14). Liebig hatte herausgefunden und Anfang der 1840er Jahre publiziert, dass Pflanzen Nährstoffe in mineralischer Form (deswegen *Mineralstofftheorie*) aufnehmen.

Die Nothwendigkeit eines Ersatzes aller derjenigen Bestandtheile, welche der Boden in den geernteten und ausgeführten Früchten verliert, oder einer Ergänzung der Bestandtheile, die der Stallmist den Ernten geliefert hatte, war mir klar (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 27).

Genauso wichtig war ihm, dagegen anzugehen, dass

der herrschende Irrthum von der Unerschöpflichkeit der Felder von den Landwirthen nicht erkannt und ihr Betrieb danach eingerichtet wird (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 113).

1855 veröffentlichte er das *Gesetz vom Minimum* in einer von ihm weiter entwickelten Form. Posthum sollte es mit dem Bild einer Tonne mit unterschiedlich hohen Dauben verdeutlichen, dass das Wachstum der Pflanze jeweils von dem Stoff begrenzt wird, der sich im Minimum befindet. Dass Liebig von der Idee geleitet war, jedwede

Entnahme in Form von Ernteerträgen müsse wieder ersetzt werden, nutz(t)en Anhänger der Mineralstofftheorie immer wieder für deren Rechtfertigung.

Aber Liebig meinte das anders:

In den Jahren 1840 und 1842 habe ich die Meinung gehegt, daß die natürlichen Quellen, welche den Pflanzen den immer nötigen Stickstoff liefern, für die Zwecke der Agrikultur nicht genügend seien. Eine Reihe von Beobachtungen sowie fortgesetztes Nachdenken zeigten mir aber, daß diese Ansicht nicht richtig sein konnte (Justus von Liebig, zitiert nach von Haller, 1973: 10).

Liebig hatte zunächst *übersehen*, dass Pflanzen eine eigene, aktive Nährstoffmobilisierung im Boden betreiben. Wie man überall in der Natur an ungedüngten Pflanzen unschwer nachvollziehen kann, mobilisieren sie dabei mehr Nährstoffe, als sie für sich – für das unmittelbare eigene Überleben – benötigen: So erzeugen sie einen Überschuss zum Beispiel in Form von Samen und (Feld-)Früchten, der dem Kreislauf, in dem sich Pflanzen stofflich bewegen, auch entnommen werden kann. Eine Ernte, die Biomasse, die man entnehmen kann, ist also vom Naturhaushalt her allein mit organischer Düngung möglich.

Der Boden bildet gleichsam die Verdauungsorgane der Pflanzen

Mit dem Naturgesetze, daß sich das organische Leben nur in der äußersten, der Sonne zugekehrten Erdkruste entwickelt, steht in der engsten Verbindung das Vermögen der Trümmer dieser Erdkruste, aus denen die Ackerkrume besteht, alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen des Lebens sind. Die Pflanze besitzt nicht, wie die Tiere, besondere Apparate, in denen die Speisen aufgelöst und zur Aufnahme geschickt gemacht werden; diese Vorbereitung der Nahrung legt ein anderes Gesetz in die fruchtbare Erde selber, die in dieser Beziehung die Funktion des Magens und der Eingeweide der Tiere übernimmt (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 119).

Notwendigkeit organischer statt chemischer Düngemittel

Was Liebig im Zuge seiner weiteren Arbeit erkannte und dann 1862 publizierte: Die Stoffe sollen dem Boden – und damit den Pflanzen –, wenn, dann in *organisch gebundener Form* zugeführt werden.

Die stickstoffhaltigen Düngemittel, wie Wolle, Hornspäne, Borsten und Blut, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sie durch Ammoniakbildung wirken, üben in einer großen Anzahl von Fällen einen weit günstigeren Einfluß auf viele Früchte aus, als das Ammoniak selbst. In anderen Fällen wirkt Knochenmehl besser auf die nachfolgenden Früchte als das Kalksuperphosphat und Asche besser, als wenn man dem Felde die in der Asche enthaltene gleiche Menge Kali gibt (Justus von Liebig, 1862, Zweiter Theil: 139).

Diesbezüglich setzte sich Liebig ebenso intensiv mit dem Guano und damit der Verwendung weiterer endlicher Ressourcen auseinander: Die Problematik der sinkenden Bodenfruchtbarkeit und Erträge würde damit bestenfalls in die Zukunft verschoben. Vor allem aber korrigierte er explizit seine vorherigen Schlussfolgerungen und Aussagen zu chemischer Düngung – insbesondere in einem Doppelband von 1862. Parallel konzentrierte er sich generell auf die Umsetzung der landwirtschaftlichen Wiederverwertung von Kloaken – konkret am Beispiel Londons.

Für Liebig bedeutet somit die Mineralstofftheorie, alle einem Feld fehlenden oder entnommenen Bestandteile zu ersetzen (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 33-35). Er hatte erkannt, dass dazu bei wachsender Bevölkerung nicht mehr genügend organische Quellen allein aus der Landwirtschaft (vor allem Rindermist) verfügbar waren. Aber, während seine zuerst veröffentlichte Schlussfolgerung, dass es derer auch gar nicht bedürfe, letztlich den agrarischen Mainstream erreichte und prägte: Seine entscheidende Kurskorrektur wollte hingegen von Anfang an niemand wahrhaben – im Gegenteil. Und dies, obwohl er sehr klar postulierte:

Es wird mir zuletzt jedermann das Recht zugestehen, meine Lehre von dem Schmutz zu reinigen, mit dem man sie so viele Jahre hindurch unkenntlich zu machen versucht hat (Justus von Liebig, zitiert nach von Haller, 1973: 5).

[...] in seinem neuesten Werke, „die Chemie der Ackerkrume“, belehrt mich Herr Mulder, wie ungenügend und lückenhaft meine Versuche über die Ackerkrume seien; ich weiß dies leider selbst, und es bleibt mir nur der Trost, daß ich mich wirklich bemühte, sie so gut zu machen als ich eben konnte [...]. Besonders anstößig ist ihm der Wechsel in meinen wissenschaftlichen Ansätzen. Er stellt die, welche ich vor Jahren hatte, mit späteren zusammen und beweist damit, wie unconsequent ich bin (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 25).

Holy Shit (1)

Wenn der Stickstoff wirklich die ihm zugeschriebene Wirkung hatte, so war es sicherlich weit zweckmäßiger, an der Stelle der Ammoniaksalze die Felder mit den thierischen Abfällen zu düngen, aus denen man das Ammoniak gewinnt; man würde alsdann jedenfalls doppelt so viel Stickstoff zu seiner Verfügung haben, da die Hälfte desselben bei der Verwendung zur Ammoniaksalzproduktion in den Rückständen bleibt oder verloren geht.

Ersetzt man aber die Ammoniaksalze durch thierische Producte, aus denen sie bereitet werden, so hat man noch einen anderen Vortheil, der auch in Anschlag gebracht werden muß, nämlich den, daß diese Stoffe stets begleitet sind von unverbrennlichen Nährstoffen, von Phosphorsäure, Kali und anderen, für die man alsdann nicht mehr zu sorgen hat. Wählt man den stickstoffreichen Harn und die Excremente der Menschen (Herv. d. Verf.), so ist man am besten daran, man hat darin den Stickstoff und was sonst nöthig ist beisammen (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 43).

Liebig betont darüber hinaus den entscheidenden Unterschied zwischen Stallmist und menschlichen Ausscheidungen – die (nicht) verfügbaren Quantitäten:

[...] der thierische Dünger ist es ja gerade, woran wir Mangel haben; wir haben davon nicht genug und seine Vermehrung liegt nicht in unserer Hand (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 43; vgl. zum „Mistvieh“ Idel 1999: 71-74).

Wenn die Bevölkerungen ihrerseits sich mit den einfachen Naturgesetzen näher bekannt gemacht haben werden, deren Beachtung ihre zukünftige Wohlfahrt auf ewige Zeiten hinaus sicherstellt, [...] so werden sie die Einsicht gewinnen, daß von der Entscheidung der Kloakenfrage der Städte, die Erhaltung des Reichthums und der Wohlfahrt der Staaten und die Fortschritte der Cultur und Civilisation abhängig sind (Justus von Liebig, 1862, Erster Theil: 153).

Bis heute ist Liebig's eigene Kurskorrektur im Mainstream der Landwirtschaft nicht angekommen bzw. wird ignoriert:

Sein Alterswerk in zwei Bänden, auf das wir uns in diesem Text vorrangig beziehen,

Liebig, Justus von (1862): Die Naturgesetze des Feldbaues. Erster Theil. Einleitung. Braunschweig 7. Auflage;

Liebig, Justus von (1862): Die Naturgesetze des Feldbaues. Zweiter Theil. Braunschweig 7. Auflage

fehlt in der Fülle der Liebig-Chroniken und findet sich insbesondere weder auf der Webseite der Justus Liebig-Gesellschaft zu Gießen e.V unter Leben und Werke¹, noch in dem Wikipedia-Eintrag, der seinen Namen trägt.²

Dessen ungeachtet gaben spätere Forscher, Bodenwissenschaftler und Praktiker Liebig recht (u.a. Passon, Katechismus der Agrikulturchemie 1901: 103 und Hoffmann, Die wissenschaftlichen Arbeiten der Düngerabteilung 1911: 134 – jeweils zitiert nach Uekötter 2010: 163). Das gilt auch für die bis heute immer weiter verbreitete ökologische Landwirtschaft. Entsprechend lautet auch die Schlussfolgerung des Weltagrarberichtes zum agrarischen Mainstream »Agriculture at a crossroads: Business as usual is no longer an option« »Landwirtschaft am Scheideweg: Weiter wie bisher ist keine Option« (McInture u.a. 2009).

¹ <https://www.liebig-museum.de/liebig> (letzter Zugriff am 25. Juli 2025).

² https://de.wikipedia.org/wiki/Justus_von_Liebig (letzter Zugriff am 25. Juli 2025)

Irrweg des agrarischen Mainstreams Niedergang der modernen Landwirtschaft – Raubbau am Boden

Nun könnte man – und das geschieht weiterhin – einwenden, dass eine wachsende Weltbevölkerung steigende Ernten, wie sie durch eine Anwendung der Mineralstofftheorie möglich wurden, fast zwingend erfordere, der Einsatz von Mineraldüngern somit alternativlos sei; man an der Ökologischen Landwirtschaft ja gut beobachten könne, dass sonst eine *Ertragslücke* von rund 25% eintrete; es von daher unverantwortlich wäre, für eine flächendeckende Ökologische Landwirtschaft einzutreten.

Tatsächlich wird mit dieser Argumentation die (von Liebig widerrufene Interpretation der) Mineralstofftheorie bis heute propagiert. Jedoch gibt es für dieses industrielle Agrarsystem kein Verfahren, das sowohl den Humusabbau **auf Dauer** stoppen bzw. umkehren, als auch die überschüssigen Nährstoffe, die die Pflanzen nicht aufnehmen können, binden könnte. Weiterhin verlieren wir weltweit immer mehr Böden und Bodenfruchtbarkeit durch Degradation und Erosion, wesentlich mit verursacht durch chemisch-synthetische Düngung. Auch andere industrielle Ansätze – wie Ammonium-Depotdüngungen – haben sich als nicht wirksam erwiesen. Obwohl zu ihrer Vermeidung ein hoher und teurer technischer Aufwand – mit Schleppschläuchen, Schlitztechnik etc. – geleistet wird, entweichen dabei weiterhin überschüssige Nährstoffe und belasten Böden, Gewässer und Luft. Das macht wiederum weitere gesetzliche Umweltregularien erforderlich, die zu den bekannten Reaktionen führen, wie den Bauernprotesten.

Holy Shit (2)

Die Einbeziehung von Leguminosen in Fruchtfolgen galt für Liebig immer schon als erforderlich. Folgt man den Erkenntnissen des *späten* Liebig zu einer umfassenden Einbeziehung der menschlichen Ausscheidungen, so wissen wir heute, dass dies die getrennte Gewinnung bzw. die Trennung der festen und der flüssigen Phase der Kloake erfordert. Letztere erfordert aber – wie bei der Rückgewinnung von z.B. Phosphor – aufwändige End-of-the-Pipe-Techniken.

Ob Tier oder Mensch: Erst durch die Vermischung von Kot und Urin entsteht Ammoniak und verursacht diese schädlichen Emissionen. Deren Vermeidung ist bei der Tierhaltung auf Stroh (statt auf Spaltenböden mit Gülle) und auch bei menschlichen Fäkalien möglich – zum Beispiel in Form von Komposttoiletten und regionalen Aufbereitungsanlagen. Parallel arbeitet eine Schweizer Innovation an der getrennten Erfassung der flüssigen und der festen Phase in speziell designten Toiletten.³

Bereits seit 2019 betreibt das Start-Up Finizio gemeinsam mit den Kreiswerken Barnim Deutschlands erste Aufbereitungsanlage für Humusdünger aus Trockentoiletten.⁴ Von 2021 bis 2024 wurde diese Anlage im Projekt ZirkulierBAR mit 2,4 Mio Euro gefördert und um eine skalierbare Forschungsanlage für Humus- und Urindünger erweitert – wissenschaftlich begleitet unter anderem vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ).⁵ 2025 war Finizio auch der offizielle Entsorger der Öko-Feldtage in Canitz – mitveranstaltet von den Wasserwerken Leipzig. Aber trotz positiver Umweltwirkungen der Dünger sind für den Einsatz in der Landwirtschaft weiterhin Sondergenehmigungen erforderlich und nur im Rahmen von Feldversuchen möglich. So bleibt das legale Schließen des Kreislaufs vorerst Vision: „Wir brauchen endlich einen adäquaten Rechtsrahmen für ressourcenorientierte Sanitärsysteme. Andere europäische Länder wie Frankreich oder Österreich sind Deutschland hier voraus und erkennen das Potenzial alternativer Sanitärsysteme bereits“, resümiert Ariane Krause, Wirtschaftsingenieurin am IGZ.⁶

Wo immer möglich, sollte diesem Pfad heute verstärkt gefolgt werden – insbesondere im Rahmen von Neu- und Umbau (Jensen 2023) Eine Sanitärwende, das heißt die komplette Umstellung der etablierten Kanalisationssysteme, erfordert viel Zeit, selbst wenn der gesellschaftliche und politische Wille gegeben wäre.

³ <https://www.srf.ch/news/schweiz/das-geschaefft-als-rohstoff-neuartige-toilette-kot-und-urin-sammeln-statt-runterspuelen>.

⁴ <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2024/12/faekalien-urin-kot-recycling-duenger-landwirtschaft-zirkulierbar-brandenburg-eberswalde.html>

⁵ <https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/recyclingduengern-fuer-die-kreiswirtschaft>.

⁶ <https://www.bauernzeitung.de/news/brandenburg/recyclingduenger-zirkulierbar>.

Die agronomische Lösung – Mischkulturen

Gleichzeitig ist auf der agronomischen Ebene Lösungspotential gegeben: Tatsächlich bietet die Natur selbst ein intensiveres Niveau an, denn sie kennt keine Monokulturen: Baut man Pflanzen in Mischkultur an, so können die Erträge insgesamt gesteigert werden. Dies liegt an dem einfachen Umstand, dass verschiedene Pflanzen unterschiedliche Nährstoffansprüche, unterschiedliche Fähigkeiten mit Nährstoffen umzugehen (z.B. Leguminosen als Stickstofffixierer) und unterschiedliche Wachstumszyklen, Beschattungseigenschaften und Stützfunktionen haben, die sich gegenseitig ergänzen und, mehr noch ausgleichen und stärken bzw. steigern können (Tamburini et al. 2020). Diesen Potenzialen widmete sich die Zukunftsstiftung Landwirtschaft mit ihrer Tagung „Farbe der Forschung III – Komplexität wagen, Vielfalt kultivieren“. Eine Vielfalt an Studien belegt mittlerweile den Ertragseffekt von Mischkulturen (Zukunftsstiftung Landwirtschaft (ZSL) 2024 – weitere Quellen s. d.).

Selbstverständlich erfordert das weiterentwickelte Anbau- (Streifensaat, Gemengeanbau, angepasste Fruchtfolgen) und Erntemethoden, sowie mittelfristig auch andere Zuchtprogramme. Denn den für Monokulturen selektierten Sorten ist aufwändig ihr natürlicher Charakter als Teil einer Mischkultur zu leben, weggezüchtet worden. Das gilt insbesondere für alle aus Gräsern entwickelten Getreidesorten (vgl. Mais – MILPA: Farbe der Forschung (2) 2014).⁷

Der Erfolg *natürlicher* Mischkulturen – am verbreitetsten in Grasland-Ökosystemen – liegt an ihrer permanenten Anpassung unter Bewahrung ihrer Anpassungsfähigkeit (Idel 2024a, Idel, 2021). *Gezüchtete* Mischkulturen können nicht in jedem Fall gleich gut performen. Inzwischen stehen aber aus vieljähriger wissenschaftlicher Versuchsanstellung über Prototypen hinaus praxiserprobte Gemenge zur Verfügung. (ZSL 2024) Auch angepasste Ernte- und Aufbereitungstechniken sind bereits entwickelt. Dazu helfen heute weiterentwickelte Techniken – wie digitale Werkzeuge,

⁷ [https://zukunftsstiftung-landwirtschaft.de/media/ZSL/Fotos/Farbe der Forschung/Vortraege/0940_grof_tiza Color of change light_pres.pdf](https://zukunftsstiftung-landwirtschaft.de/media/ZSL/Fotos/Farbe_der_Forschung/Vortraege/0940_grof_tiza_Color_of_change_light_pres.pdf).

Robotik und ‚smart agriculture‘ mit keyline design sowie weiter entwickelte Verfahren wie Biostimulanzen⁸ –, eine standortangepasste Praxis zu ermöglichen.

Mit Mischkulturen sind Mehrerträge von bis zu 25% relativ problemlos möglich. Heute verkommt bis zu einem Drittel der Ernten oder wird weggeworfen, eine unverantwortbare Verschwendung, die häufig auf zu niedrige Preise hindeutet. Zudem wird noch viel zu viel pflanzliches Eiweiß aus dem Ackerbau in tierisches Eiweiß umgewandelt. Unabhängig davon steht mit den heutigen Mischkulturen eine praxiserprobte Methode zur Verfügung, um die an sich schon seit 160 Jahren überkommene Mineralstofftheorie (und damit den *frühen* Liebig) abzulösen.

In seinem Buch „Die Wahrheit liegt auf dem Feld“ hat Frank Uekötter, Bauernsohn aus Westfalen und vormals an der Ludwig-Maximilians-Universität München tätig, 2010 die Wissensgeschichte der Agrarwissenschaft seit Liebig nachgezeichnet. Diese ist geprägt von unter anderem starken Wissenserrosionen (Uekötter 2010: 274-275) und nicht-wissenschaftlichen Beeinflussungen – „Nie brachte die Agrikulturchemie die Kraft auf, das Interesse an seröser Forschung, das sie mit der Kunstdüngerlobby teilte, von deren besonderen Interessen zu separieren. Im Rückblick ein folgenreiches Ereignis...“ (Uekötter 2010: 168). „Erst die Bereitschaft der Praktiker, ein hohes Maß an Unwissen über den eigenen Boden zu akzeptieren, machte die hemmungslos-exzessive Düngungspraxis überhaupt möglich.“ (Uekötter 2010: 369).

Diese Beeinflussungen wirken auch heute. Aus *wissenschaftlicher* Sicht liegt jedoch mit dem Verfahren Mischkultur ein landwirtschaftliches Methodenspektrum vor, das die Möglichkeit in sich trägt, die Praktiken gemäß der alten Mineralstofftheorie sukzessive abzulösen und den Konflikt, in dem sich heute die Landwirtschaft zwischen Produktionsdruck und Umweltschutz befindet, deutlich zu entschärfen (ZSL 2024).

⁸ <https://www.agrarhaas.de/duengemittel/mikronaehrstoffduenger-landwirtschaft/> ; <https://www.syngenta.de/biostimulanzen-produkte>; https://www.iva.de/sites/default/files/benutzer/uid/publikationen/mikronaehrstoffe_2013.pdf; <https://www.bauernzeitung.de/news/biostimulanzen-dungewirkung-ohne-zu-dungen/>; <https://www.dlg.org/mediacenter/dlg-merkblaetter/dlg-kompakt-01-2018-biostimulanzen-hoffnung-bei-duengung-und-pflanzenschutz>.

Würde sich die Agrarindustrie weniger auf Pestizide und mehr auf die Produktion von beispielsweise Biostimulanzien konzentrieren, so könnte sie ebenfalls, und zwar möglicherweise ähnlich einträglich, zu einer umweltfreundlicheren Landwirtschaft beitragen. Letztlich könnte sich so vorläufig auch der «dritte Weg» (alternativ zu „konventionell“ und „öko“) manifestieren, den Uekötter mit einem Anflug von Hoffnung als Ausweg an das Ende seines Buches stellt (2010: 431).

Mischkulturen – Die Kuh in den Ackerbau re-integrieren

Noch sind die im Rahmen von Fruchtfolgen verbreiteten Mischkulturen vorrangig auf Mischungen aus wenigen Klee- und Grassorten (sog. Klee-Gras-Mischungen) beschränkt, um organisch – über die Leguminose Klee – Stickstoff im Boden anzureichern. Verwertet werden die Ernten dann überwiegend durch Verfütterung des Mahdgutes an Rinder. Weit darüber hinaus geht der seit 2016 auf dem Bio-Versuchsbetrieb der Universität Kiel auch in Deutschland erprobte Ansatz der „Multi-Species-Mixtures“: Unter temporärer Beweidung tragen diese erfolgreich erprobten Vielfaltsmischungen aus verschiedenen Gräsern, Leguminosen und Kräutern über die Stickstoffanreicherung hinaus zum Bodenaufbau bei (Taube et al. 2023; Loza et al. 2021).

Das diesen Mischkulturen zugrunde liegende Potenzial für das Wachstum von Pflanzenbiomasse **und** die Bodenbildung entstammt einer Jahrhunderttausende währenden Koevolution: Die fruchtbarsten Schwarzerdeböden der Welt – wie in den Prärien und Pampas oder in der Ukraine und den deutschen Börden –, diese heutigen *Kornkammern* sind das Ergebnis der Koevolution von Weidetieren und Grasland. Die vielfältigen Mischkulturen dieser Ökosysteme aus Gräsern, Leguminosen und Kräutern sind weltweit evolutiv am erfolgreichsten: Keine Pflanzengesellschaft bedeckt mehr globale Landfläche. Alle anderen Pflanzen wollen den Biss meiden und viele verbrauchen erhebliche Energiemengen, um sich mit Dornen, Stacheln oder Bitterstoffen dagegen zu wehren (Idel 2024a). Gräser hingegen sind so sehr an den Biss adaptiert, dass sie anschließend nicht nur weiterwachsen, sondern mit einem Wachstumsimpuls reagieren und durch gesteigerte Fotosyntheseleistung sogar profitieren. (Dieser Effekt kann durch Mahd imitiert werden.)

Profiteur dieser Koevolution von Weidetieren und Grasland war auch der Mensch. Denn zu den evolutionsbiologischen und kulturhistorischen Effekten der Grasland-Ökosysteme zählen auch diejenigen für die menschliche Gesundheit. One Health: Die Ko-Evolution zwischen Rindern (Auerochsen) und Menschen gilt für die vergangenen 130.000 Jahre als „intertwined“. Viele menschliche Gesellschaften basier(t)en auch nach der Sesshaftwerdung auf einer *Rinder-Kultur*. Inzwischen steht der Terminus *Bauernhofeffekt* für geringere Krankheitsanfälligkeit und für weniger Allergien, asthmatische und Autoimmun-Krankheiten bei Kindern, die auf Rinder haltenden Betrieben aufgewachsen sind (Idel 2025; Kirjavainen 2019).

Dass es möglich ist, die Ausgangsressource durch deren Nutzung fördern zu können, darf als biologisches „Wunder“ bezeichnet werden. Dies umso mehr, als Grasland-Ökosysteme in der Folge mehr Kohlenstoff (C) speichern als Wald-Ökosysteme und die Böden der Grasländer 50% mehr C als die der Wälder (Idel 2024a; Idel 2021).

Fazit und Ausblick

Es scheint gerade unmodern zu sein, etwas anderes für die Landwirtschaft zu fordern, als die Absenkung von Umweltstandards. Und ja, Bäuerinnen und Bauern stehen unter Druck. Aber es hilft nichts: Wenn wir die Stickstofffrage nicht in den Griff kriegen, wird alles absehbar nur noch schlimmer. „Die Transformation ist billiger als die Anpassung – und viel billiger als die Schäden“, formulierte Günther Thallinger, Mitglied des Vorstands der Allianz SE, in einem generellen Statement zum Klimawandel im Sommer 2025 (Der Börsianer 2025).

Nicht nur volkswirtschaftlich sind die Schäden immens – und drücken auf den Wirtschaftserfolg von Deutschland –, sondern auch betriebswirtschaftlich: Kosten für Bewässerung und Wasserreinigung, Versicherungen für Elementarschäden und Ernteauffälle, dürreresistentes Saatgut, immer teurere Pflanzenschutz- und Düngemittel treiben die Belastungen für die Betriebe in die Höhe. Mit der Absenkung von Umweltstandards tut sich niemand einen Gefallen (bis darauf, dass der Druck kurz etwas nachlässt).

Auch für den Ackerbau gibt es – günstige – Alternativen zu Stickstoff aus dem Haber-Bosch-Verfahren – wie (beweideten) Mischkultur-Anbau und organischer Düngung, hergestellt aus menschlichen Exkrementen. Mit diesen entsprechenden Maßnahmen adressiert man gleich mehrere Ursachen der Omnikrise – die Landwirtschaft könnte sich als Teil der Lösung präsentieren und verloren gegangenes Vertrauen zurückgewinnen.

Die biologische Fixierung von Stickstoff (BNF) ist die *größte natürliche* Quelle für die Neubildung von Stickstoff (N); so fördern N-fixierende Bakterien und deren pflanzliche Symbionten die terrestrische Produktivität. Reis et al. (2025) verweisen auf die Potenziale landwirtschaftlicher Ökosysteme „im Zusammenhang mit der Bereitstellung von sauberer Luft und Wasser, der Kohlenstoffbindung und der Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Produktivität auf regionaler bis globaler Ebene“ (Übers. d. Verf.). Der Ackerbau könne so erfolgen, dass der laufend, allein durch die landwirtschaftliche BNF generierte Stickstoff ausreiche, um die Menschheit zu ernähren und Umweltschäden zu minimieren.

Ob Klima- oder Umweltschutz: *Gute landwirtschaftliche Praxis* erfordert immer nachhaltigen Umgang mit Ressourcen.

Literatur

- Haller, Wolfgang von (1973): Justus von Liebig – Es ist ja dies die Spitze meines Lebens. Verlag Boden und Gesundheit, Langenburg.
- Idel, Anita (2025): Mensch, (Wild-)Tiere und Boden – zur Koevolution der Mikrobiome. In: Mosaik des Lebens: Mikrobiom in Landwirtschaft und Mensch. Tagungsband 31. Witzenhäuser Konferenz – in Druck.
- Idel, Anita (2024b): Der folgenreiche Biss der Kuh. FAZ, 17. Oktober 2024, S. 14.
- Idel, Anita (2024a): Zur Koevolution von Grasland und Weidetieren. Potenziale nachhaltiger Beweidung für Bodenfruchtbarkeit, Klimaentlastung und biologische Vielfalt. In: Landwirtschaft 2024. Der Kritische Agrarbericht. Hrsg. Agrarbündnis. AbL-Bauernblatt Verlag, Hamm, S. 202-206.
- Idel, Anita (2021): Grasland und die Potenziale nachhaltiger Beweidung für Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität, Klima und (Tier-)Gesundheit. In: Klimapositive Landwirtschaft. Hrsg. Gottwald, Franz-Theo, Plagge, Jan, Radermacher, Franz Josef. Senat der Wirtschaft. Tectum, S. 105-136.
- Idel, Anita (1999): Tierschutzaspekte bei der Nutzung unserer Haustiere für die menschliche Ernährung und als Arbeitstier im Spiegel agrarwissenschaftlicher und veterinärmedizinischer Literatur aus dem deutschsprachigen Raum des 18. und 19. Jahrhunderts. Diss. med. vet., Freie Universität Berlin 1999.
- Kirjavainen, P.V.; Karvonen, A.M.; Adams, Rachel I. et al. (2019): Farm-like indoor microbiota in non-farm homes protects children from asthma development. Nature Medicine. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0469-4>.
- Jensen, Annette (2023): Holy Shit. Der Wert unserer Hinterlassenschaften. Orange Press.
- Liebig, Justus von (1862): Die Naturgesetze des Feldbaues. Erster Theil. Einleitung. Braunschweig 7. Auflage. <https://books.google.de/books?id=9KtXAAAACAAJ&pg=PA92&lpg=PA92&dq=#v=onepage&q&f=false>.⁹ (letzter Zugriff 26. Juli 2025)
- Liebig, Justus von (1862): Die Naturgesetze des Feldbaues. Zweiter Theil. Braunschweig 7. Auflage. <https://books.google.de/books?id=RpDqjm0bDhkC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=#v=onepage&q&f=false>.¹⁰ (letzter Zugriff 26. Juli 2025)

⁹ Alle Seiten können aufgerufen werden: gewünschte Seitenzahl **zweimal** eingeben.

¹⁰ Alle Seiten können aufgerufen werden: gewünschte Seitenzahl **zweimal** eingeben.

- Loza, C.; Reinsch, T.; Loges, R.; Taube, F. et al. (2021): Methane Emission and Milk Production from Jersey Cows Grazing Perennial Ryegrass–White Clover and Multispecies Forage Mixtures. *Agriculture* 2021, 11, 175. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020175>.
- McIntyre, Beverly D.; Herren, Hans R.; Wakhungu, Judi und Robert T. Watson (Eds.) (2009): International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Develop. (IAASTD) – Agriculture at a crossroads - Global report. https://www.researchgate.net/publication/258099731_Agriculture_at_a_Crossroads_The_Global_Report. (letzter Zugriff 26. Juli 2025)
- Reis Ely, C.R., Perakis, S.S., Cleveland, C.C. et al. (2025): Global terrestrial nitrogen fixation and its modification by agriculture. *Nature* 643, 705–711 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09201-w>.
- Richardson, Katherine, Will Steffen, Wolfgang Lucht, Jørgen Bendtsen, Sarah E. Cornell, Jonathan F. Donges, Markus Drüke, et al. 2023. 'Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries'. *Science Advances* 9 (37): eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, et al. (2009): Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. <https://doi.org/10.1038/461472a>.
- Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, Sarah E. Cornell, Ingo Fetzer, Elena M. Bennett, Reinette Biggs, et al. 2015. 'Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet'. *Science* 347 (6223): 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.
- Tamburini, G.; Bommarco, R.; Wanger, T.C. et al. (2020): Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Sci. Adv.* 6, eaba1715 (2020). <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/sciadv.aba1715>.
- Taube, F., Nyameasem, J. K., Fenger, F., Alderkamp, L., Kluß, C., & Loges, R. (2023). Eco-efficiency of leys—The trigger for sustainable integrated crop-dairy farming systems. *Grass and Forage Science*, 1–12. <https://doi.org/10.1111/gfs.12639>.
- Thallinger, G. (2025): Ohne Klimaschutz wird's teuer. *Der Börsianer* 06. Juni 2025. <https://www.boersianer.at/artikel/interview-allianz-se-thallinger>. (letzter Zugriff 26. Juli 2025)
- Uekötter, Frank 2010: Die Wahrheit ist auf dem Feld – eine Wissensgeschichte der deutschen Landwirtschaft, Göttingen.

Zukunftsstiftung Landwirtschaft (2024): Farbe der Forschung (3) (letzter Zugriff jeweils 26. Juli 2025).

<https://zukunftsstiftung-landwirtschaft.de/aktuelles/farbe-der-forschung-2024>.

<https://www.researchgate.net/publication/379836436> Coadaptation of coexisting plants enhances productivity in an agricultural system.

<https://www.researchgate.net/publication/352722284> Diversity increases yield but reduces harvest index in crop mixtures.

<https://www.researchgate.net/publication/349401332> Temporal differentiation of resource capture and biomass accumulation as a driver of yield increase in intercropping.

<https://www.researchgate.net/publication/349611854> Crop-weed relationships are context-dependent and cannot fully explain the positive effects of intercropping on yield.

<https://www.researchgate.net/publication/347219821> Positive effects of crop diversity on productivity driven by changes in soil microbial composition.

<https://www.researchgate.net/publication/372051507> Ecological intensification of agriculture through biodiversity management introduction.

<https://www.researchgate.net/publication/370768586> Crop Diversity Experiment towards a mechanistic understanding of the benefits of species diversity in annual crop systems.

<https://www.researchgate.net/publication/369047462> Ecological and evolutionary effects of crop diversity decrease yield variability.

<https://www.researchgate.net/publication/368968217> Crops grown in mixtures show niche partitioning in spatial water uptake.

<https://www.researchgate.net/publication/377490767> Diversification of wheat-maize double cropping with legume intercrops improves nitrogen-use efficiency Evidence at crop and cropping system levels.

<https://www.researchgate.net/publication/371712927> The Mesoamerican Milpa Agroecosystem Fosters Greater Arthropod Diversity Compared to Monocultures.

Kontakt

info@anita-idel.de; www.anita-idel.de

Nikolai.Fuchs@glS-treuhand.de

