

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMISCHEN LANDWIRTSCHAFT

Eine wissenschaftliche Übersichtsarbeit



Diese Broschüre ist ein Gemeinschaftswerk der Biodynamischer Weltverband Demeter, Biodynamie Recherche, Demeter Deutschland, dem Forschungsring und der Sektion Landwirtschaft am Goetheanum.

Diese Broschüre wird unter Licence Creative Commons veröffentlicht. Diese Lizenz erlaubt es Wiederverwertern, das Material in jedem Medium oder Format für nichtkommerzielle Zwecke zu verbreiten, zu verändern, anzupassen und darauf aufzubauen, solange der Urheber genannt wird. Wenn Sie das Material umarbeiten, anpassen oder darauf aufbauen, müssen Sie das geänderte Material unter denselben Bedingungen lizenziieren. CC BY-NC-SA umfasst die folgenden Elemente:

BY: Der Urheber muss genannt werden.

NC: Nur nichtkommerzielle Nutzungen des Werks sind erlaubt.

SA: Bearbeitungen müssen unter den gleichen Bedingungen weitergegeben werden.

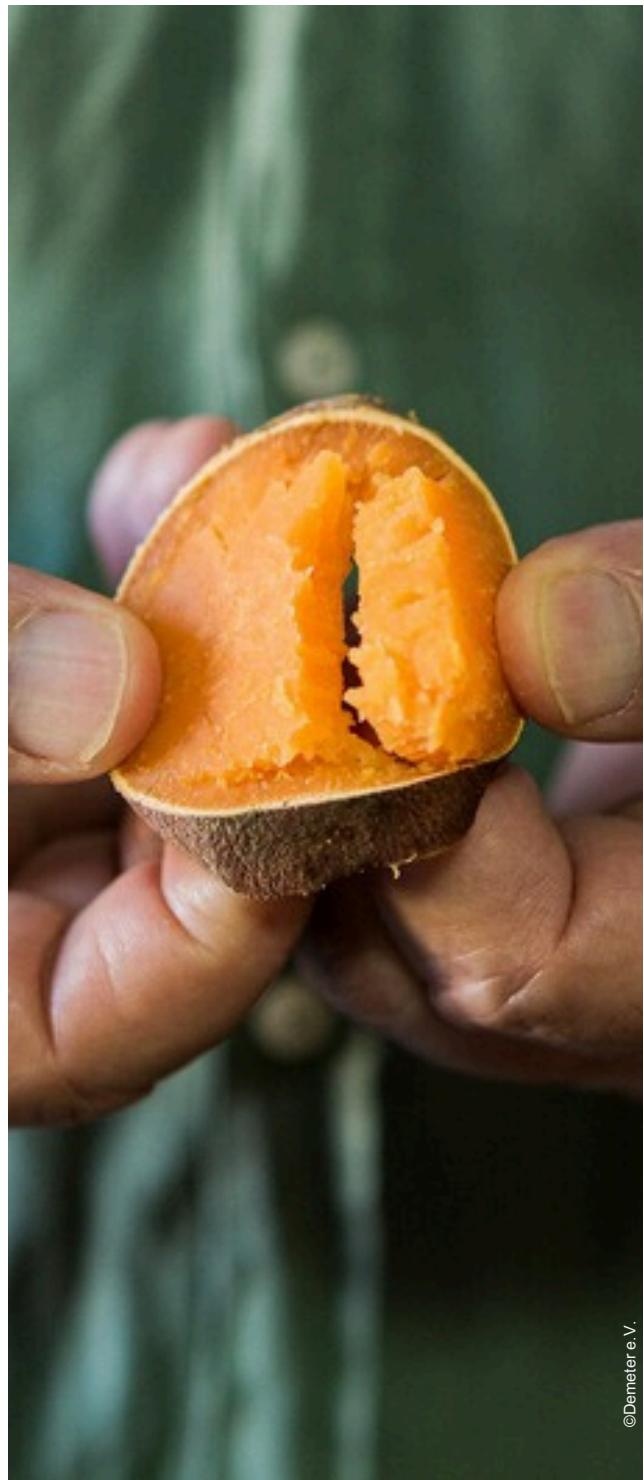


# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMISCHEN LANDWIRTSCHAFT

Eine wissenschaftliche Übersichtsarbeit

## ÜBERSICHT

Zusammenfassung	1
Kontext und Herausforderungen	
Geschichte des Demeter-Labels	3
Regulatorischer Rahmen und Rechtliche Entwicklungen Hinsichtlich der Qualität Biodynamischer Lebensmittel	4
Sind ökologische und biodynamische Lebensmittel gesünder als konventionelle Lebensmittel?	
Pestizidrückstände in Bio- und Biodynamischen Lebensmitteln	5
Die Auswirkungen der Anbaumethoden auf die Lebensmittelqualität	6
Lebensmittelqualität in der Biodynamik: ein Innovationsfeld für neue wissenschaftliche Methoden	
Biokristallisation	7
Kapillardynamolyse und Zirkuläre Chromatographie	8
Sensorische Bewertung	9
Empathische Lebensmittelprüfung	10
Vitalitätstest	11
Verzögerte Lumineszenz	12
Für einen ganzheitlichen Ansatz in der Ernährung	13
Gesundheit und Innere Ernährung	15
Referenzen	16



©Demeter e.V.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMISCHEN LANDWIRTSCHAFT: ZUSAMMENFASSUNG

Eines der erklärten Ziele der biodynamischen Landwirtschaft ist es, Lebensmittel von hoher Nährstoff- und Geschmacksqualität für Körper und Seele zu produzieren. Obwohl seit vielen Jahren wissenschaftliche Forschungen zur Lebensmittelqualität biodynamischer Produkte durchgeführt werden, hat dieses Thema erst zu Beginn des 21. Jahrhunderts mit der Veröffentlichung wissenschaftlicher Artikel in Fachzeitschriften mit Peer-Review Anerkennung gefunden.

Die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Qualität biodynamischer Lebensmittel hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen, ebenso wie die Veröffentlichungen in den Bereichen Weinbau und Bodenqualität. Die ernährungsphysiologischen Eigenschaften sind das am häufigsten diskutierte Thema in der wissenschaftlichen Literatur zur Lebensmittelqualität. In diesem Factsheet geben wir einen Überblick über den aktuellen Stand der Wissenschaft.

## SIND BIOLOGISCHE UND BIODYNAMISCHE LEBENSMITTEL GESÜNDER ALS KONVENTIONELLE LEBENSMITTEL?

Zu dieser komplexen Frage gibt es bislang keinen wissenschaftlichen Konsens. In Bezug auf unerwünschte Stoffe wie Pestizidrückstände besteht kein Zweifel daran, dass biologische und biodynamische Produkte gesünder sind als ihre konventionellen Pendants.

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten zeichnet sich ein Trend ab: Bio- und biodynamische Produkte enthalten tendenziell höhere Mengen an Antioxidantien wie Polyphenolen und Flavonoiden als ihre konventionellen Pendants, was zu ihrer Qualität beiträgt.

Allerdings liegen uns noch keine endgültigen Beweise aus Lebensmittelstudien am Menschen hinsichtlich der Vitalität von biologischen und biodynamischen Lebensmitteln vor, obwohl die Zahl der Veröffentlichungen in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen hat.



# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMISCHEN LANDWIRTSCHAFT: ZUSAMMENFASSUNG



©Demeter e.V.

## BIODYNAMIK FÜR EINEN GANZHEITLICHEN ANSATZ IN DER ERNÄHRUNG

Laut Santoni et al. (2022) geht das «One Health»-Konzept davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen der Gesundheit von Menschen, Tieren und der Umwelt besteht. Tatsächlich sind die Gesundheitszustände aller Organismen in einem Ökosystem über die Kreisläufe mikrobieller Gemeinschaften aus der Umwelt – insbesondere aus dem Boden – eng miteinander verknüpft: von Pflanzen über Tiere bis hin zum Menschen (Van Bruggen et al., 2019). Der «One Health»-Ansatz in Verbindung mit den höheren mikrobiellen Indikatoren in biodynamischen Böden (Christel et al., 2021) könnte daher die Vorstellung stützen, dass biodynamische Produkte für Verbraucher:innen gesünder sind.

## LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK, EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

Aus wissenschaftlicher Sicht sind die Begriffe «Qualität» und «Vitalität» schwer zu definieren und zu bewerten. Seit ihren Anfängen vor einem Jahrhundert hat die biodynamische Bewegung durch die Entwicklung innovativer Analyse- und Bewertungsmethoden zum Wissensfortschritt beigetragen. Dazu gehören empathische Lebensmittelprüfungen, die sich auf die Wahrnehmung der Verbraucher:innen konzentrieren, die sogenannten «bildgebenden Methoden» (z. B. Biokristallisation) oder der Stresstest mit Gurken zur Beurteilung der Vitalität von Produkten. Die ersten Ergebnisse dieser Methoden sind vielversprechend und ermöglichen es, zwischen Produkten aus biologischem Anbau und solchen aus biodynamischem Anbau zu unterscheiden.



©József Goltiowski

Finden Sie hier die digitale Version und weitere biodynamische Fakten:  
[www.sektion-landwirtschaft.org/en/research/basics](http://www.sektion-landwirtschaft.org/en/research/basics)



[6] Christel A., Maron P.A., Ranjard L. (2021). *Impact of Farming Systems on Soil Ecological Quality: A Meta-Analysis*. Environmental Chemistry Letters 19, n° 6.

[26] Van Bruggen, A.H.C., Goss, E.M., Havelaar, A., Van Diepeningen, A.D., Finckh, M.R., Morris, J.G. (2019). One Health - Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health. Science of The Total Environment 664.

[32] Santoni, M., Ferretti, L., Migliorini, P., Vazzana C. & Pacini G. C. (2022) A review of scientific research on biodynamic agriculture. Org. Agr. 12, 373–396.

# KONTEXT UND HERAUSFORDERUNGEN

## GESCHICHTE DES DEMETER-LABELS

Die biodynamische Landwirtschaft basiert auf Beobachtungen, die Landwirte vor gut hundert Jahren machten: Ein Rückgang der Lebenskräfte spiegelte sich in der Fruchtbarkeit der Nutztiere sowie im Nährwert der landwirtschaftlichen Produkte wider. Auf Anfrage der Landwirte inspirierte Rudolf Steiner 1924 mit acht Vorträgen ein neues, ganzheitliches Landwirtschaftssystem, anstatt nur einzelne Maßnahmen vorzuschlagen. Der gleichzeitig gegründete Versuchsring arbeitete dies in der Praxis aus und etablierte sowohl die Anbaumethode – biodynamisch (1927) – als auch die Marke Demeter (1928). Der Schwerpunkt lag zunächst auf einer Art der Landwirtschaft zur Verbesserung der Lebensmittelqualität, die auf der bewussten und gezielten Steuerung natürlicher Prozesse, Kreisläufe und Rhythmen basierte.

Folglich definierte die erste «Standardverordnung» der Demeter-Qualität in Richtlinien von 1928 Anforderungen an die Lebensmittelproduktion: Boden und Bewirtschaftung mussten biodynamisch sein, ebenso wie das Saatgut. Für die Milch war das biodynamische Futter entscheidend. Die Qualität der Lebensmittel wurde somit von Anfang an durch biodynamischen Anbau garantiert.

Demeter Deutschland veröffentlichte 1994 als erster Bio-Verband Richtlinien für die Verarbeitung. Darin wurden unter anderem der Verzicht auf Homogenisierung bei Demeter-Milch sowie die Anwendung schonender, am Rohmaterial orientierter Verfahren mit handwerklichem Anspruch festgeschrieben.

Aber wie unterscheiden sich Demeter-Lebensmittel von anderen? Die überwiegende Mehrheit älterer Studien vergleicht biodynamische mit konventionellen Lebensmitteln – aufgrund fehlender Alternativen. Mit der Etablierung des ökologischen Landbaus ist jedoch ein direkter Vergleich mit Bio-Produkten erforderlich.

Dies ist beispielsweise der Fall beim sogenannten D-O-K-Versuch des FiBL (Knapp et al., 2023) oder beim Geisenheimer INBIOODYN-Versuch zu Wein (Meissner et al., 2019) oder beim sechsjährigen Apfelanbauversuch in Weinsberg (Balzer-Graf et al., 1998). Dies ist beispielsweise der Fall beim sogenannten D-O-K-Versuch des FiBL (Knapp et al., 2023) oder beim Geisenheimer INBIOODYN-Versuch zu Wein (Meissner et al., 2019) oder beim sechsjährigen Apfelanbauversuch in Weinsberg (Balzer-Graf et al., 1998).



[4] Balzer-Graf, U., Hoppe, H., Straub, M. (1998). Äpfel – organisch und biologisch-dynamisch. Erntemenge und Vitalqualität im Vergleich. Lebendige Erde 5/1998, page 387.

[18] Knapp, S., Gunst, L., Mäder, P., Ghiasi, S., Mayer, J., (2023). Organic cropping systems maintain yields but have lower yield levels and yield stability than conventional systems – Results from the DOK trial in Switzerland. Field Crops Research 302.

[20] Meissner, G., Athmann, M.E., Fritz, J., Kauer, R., Stoll, M., Schultz, H.R. (2019). Conversion to Organic and Biodynamic Viticultural Practices: Impact on Soil, Grapevine Development and Grape Quality. OENO One 53, n° 4.

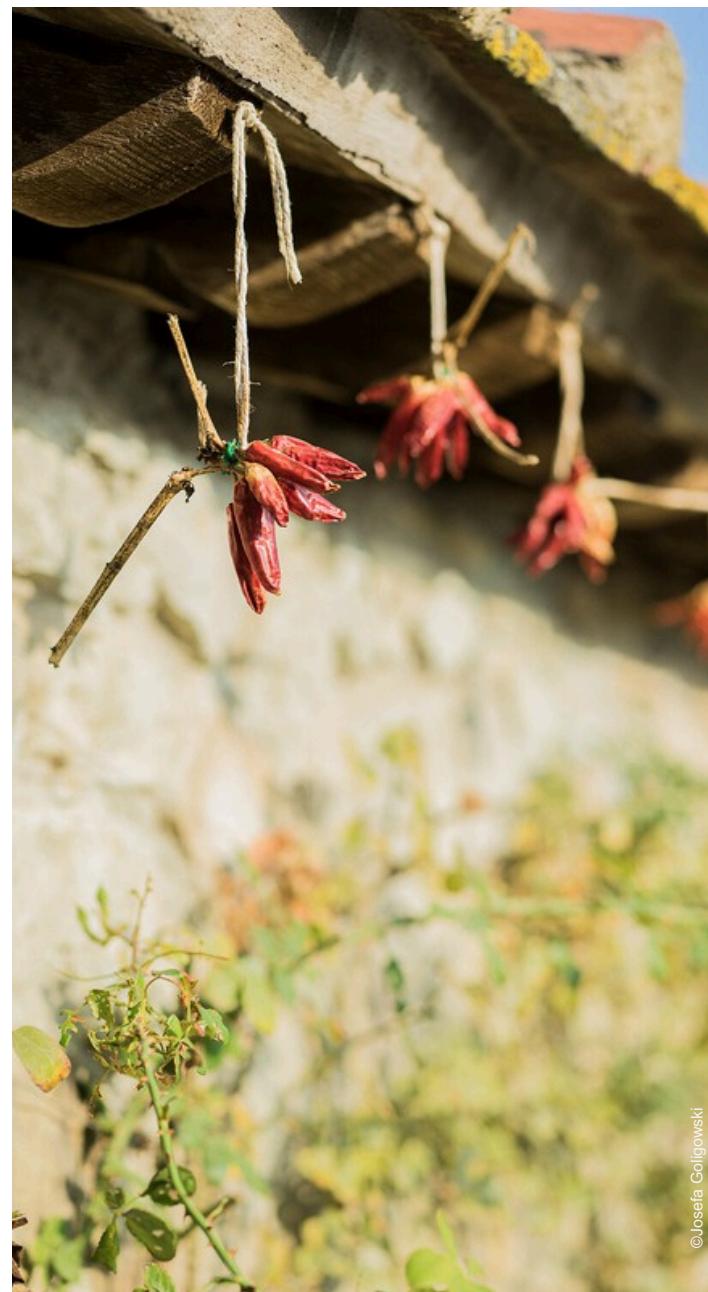
# KONTEXT UND HERAUSFORDERUNGEN

## REGULATORISCHER RAHMEN UND RECHTLICHE ENTWICKLUNGEN HINSICHTLICH DER QUALITÄT BIODYNAMISCHER LEBENSMITTEL

Die Regeln der biodynamischen Landwirtschaft in Bezug auf Anbau und Verarbeitung sind restriktiver als die für den ökologischen Landbau geltenden Vorschriften. Biodynamische Lebensmittel stammen aus Betrieben, deren Flächen die Umstellungsphase abgeschlossen haben. Demeter erwartet, dass jeder Betrieb Tiere hält. Ist dies nicht möglich, kann eine formelle Futter-Gülle-Kooperation mit einem anderen (vorzugsweise biodynamischen) Betrieb die Mindestanforderungen an die Tierhaltung erfüllen. Die Tiere sollten mit biodynamischem Futter gefüttert werden, das mindestens 70 % der Futterration für Wiederkäuer und mindestens 60 % der Futterration für alle anderen Tiere ausmacht. Mindestens 60 % des Futters für Wiederkäuer (und 50 % für Schweine und Geflügel) stammen aus dem eigenen Betrieb, was dem Ideal eines autonomen landwirtschaftlichen Organismus entspricht. Demeter-Landwirt:inn sollten biodynamisches Saatgut verwenden, sofern verfügbar, und gentechnisch verändertes Saatgut und Sorten sind kategorisch ausgeschlossen.



Bei der Verarbeitung müssen Methoden angewendet werden, die die Qualität der Lebensmittel am besten erhalten: Milch darf nicht homogenisiert werden, und Sterilisation (UHT) ist verboten. Bei der Verarbeitung ist nur eine begrenzte Anzahl von Zusatzstoffen zulässig. Jodierung sowie die Verwendung von Nitraten und «natürlichen» Aromastoffen sind verboten. Erlaubt sind nur natürliche Aromaextrakte, z. B. aus Früchten. Die EU-Bio-Norm erlaubt weiterhin Zusatzstoffe, die nach den biodynamischen Demeter-Standards verboten sind. Verarbeiter:innen dürfen nur 14 zertifizierte Zusatzstoffe verwenden, verglichen mit etwa 50 in der biologischen Verarbeitung und etwa 400 in der konventionellen Industrie.



# SIND ÖKOLOGISCHE UND BIODYNAMISCHE LEBENSMITTEL GESÜNDER ALS KONVENTIONELLE LEBENSMITTEL?

## PESTIZIDRÜCKSTÄNDE IN BIO- UND BIODYNAMISCHEN LEBENSMITTELN

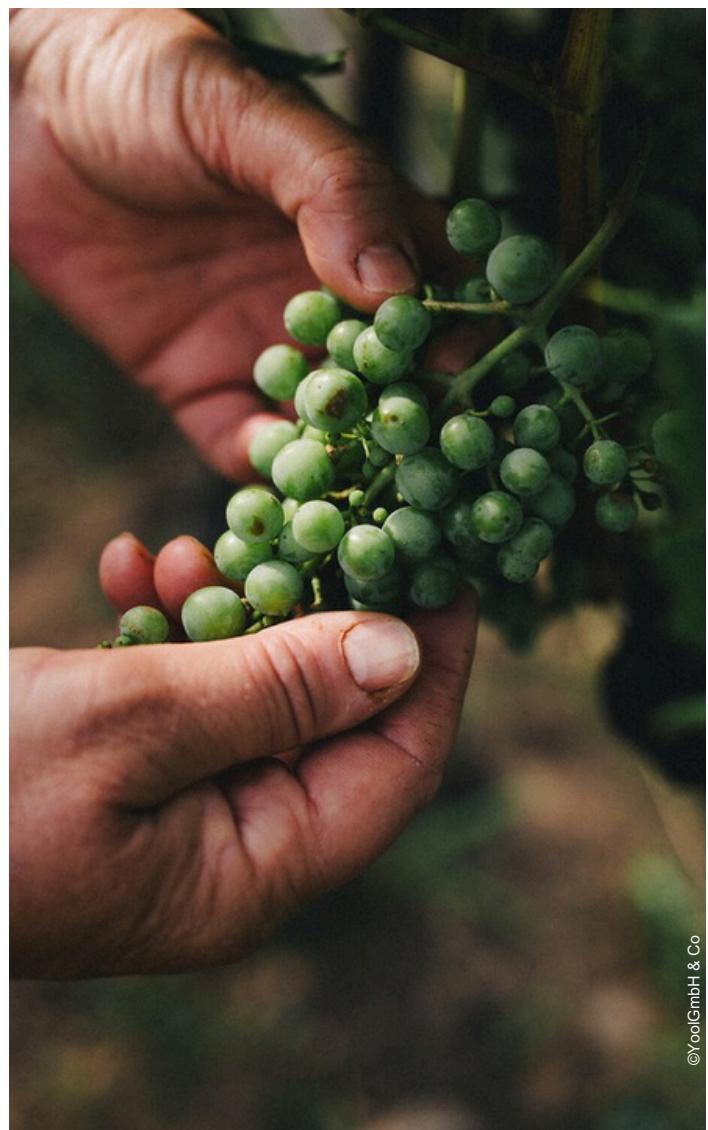
Das Vorhandensein giftiger Agrochemikalien im Boden kann sich negativ auf die Ernteerträge und die menschliche Gesundheit auswirken. In der Arbeit von Aina et al. (2008) wurde Weißklee als Bioindikator verwendet, um die Auswirkungen von drei verschiedenen landwirtschaftlichen Praktiken (einschließlich biodynamischer Bewirtschaftung) auf die Genotoxizität des Bodens in Italien zu bewerten. Die Ergebnisse zeigten, dass alle drei Böden die DNA der Indikatorpflanzen schädigten. Dennoch scheint das biodynamische Anbausystem auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der beste landwirtschaftliche Ansatz zur Erhaltung der Bodenqualität in Bezug auf die Genotoxizität zu sein.

Um den Nährwert der von uns konsumierten Lebensmittel zu beurteilen, können wir nicht nur die landwirtschaftlichen Rohstoffe berücksichtigen. Wir müssen auch die Verarbeitung beachten. Tatsache ist, dass Produkte, die auf den ersten Blick «natürlich» erscheinen, in Wirklichkeit stark verarbeitet sein können.



Bei der Verarbeitung vieler Lebensmittel werden eine Vielzahl von Substanzen und Chemikalien zugesetzt. Viele Produkte enthalten Aromastoffe, die nicht deklariert werden müssen, solange ihre Menge unter einem bestimmten Grenzwert liegt.

Rückstände unerwünschter Stoffe sind in biologischen und biodynamischen Produkten weniger bedeutend. Dies gilt insbesondere für Kontaminanten wie Pestizide und Cadmium (Lister et al. 2024 ; Jiang et al. 2024).



[1] Aina, R., Berra, E., Marino, G., Sgorbati, S., Citterio, S. (2008). *Impact of different agricultural practices on soil genotoxicity*. Fresenius environmental bulletin, Volume 17, Page 1190-1194.

[17] Jiang, B., Pang, J., Li, J., Mi, L., Ru, D., Feng, J., Li, X., Zhao, A., Cai, L. (2024). The effects of organic food on human health: a systematic review and meta-analysis of population-based studies. Nutr Rev;82(9):1151-1175.

[19] Lister, C., Wallace, A., Trolove, S., Anderson, C., Harker, R. (2024). Nutritional density of foods produced from biodynamic, organic, and conventional land use systems – Phase 1. A Plant & Food Research report prepared for: Kete Ora Charitable Trust. Milestone No. 99503.

# SIND ÖKOLOGISCHE UND BIODYNAMISCHE LEBENSMITTEL GESÜNDER ALS KONVENTIONELLE LEBENSMITTEL?

## DIE AUSWIRKUNGEN DER ANBAUMETHODEN AUF DIE LEBENSMITTELQUALITÄT

Es ist klar, dass die Anbaumethode nicht nur den Boden, den Humusgehalt und die Bodenorganismen, einschließlich des Bodenmikrobioms, beeinflusst, sondern auch die Pflanzen. Die Düngung mit leicht löslichem Stickstoff führt in der Regel zu höheren Erträgen als bei biologischen und biodynamischen Kulturen. Dies wurde in einer 45-jährigen Vergleichsstudie zu konventionellen, biologischen und biodynamischen Anbausystemen für Kartoffeln, Weizen, Mais und Klee nachgewiesen, mit der einzigen Ausnahme von Sojabohnen, die als Hülsenfrüchte stickstoffbindende Eigenschaften haben (Fliessbach et al., 2024).

Die Bodenbedingungen beeinflussen die Wechselwirkung zwischen Pflanzenwachstum und Differenzierungs-/Reifungsprozessen. Bei biologischen und biodynamischen Produkten ist dieses Gleichgewicht oft besser als bei konventionellen Produkten, bei denen eine Verschiebung hin zum Wachstumsprozess und ein Mangel an Reifungseigenschaften zu beobachten ist. Dies spiegelt sich im Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen wie Phenolen (z. B. Flavonoiden) und in der antioxidativen Aktivität wider, die bei biologischen und biodynamischen Produkten oft höher sind als bei ihren konventionellen Pendanten (Lister et al., 2024). In einer Übersichtsarbeit von Brock et al. (2019) zeigten 17 von 21 Studien einen höheren Gehalt an sekundären Verbindungen in biodynamischen Produkten im Vergleich zu biologischen oder konventionellen Produkten. In ähnlicher Weise wiesen in einem Test von mehr als 800 auf dem Markt gekauften Gurken konventionelle Proben einen signifikant geringeren Trockensubstanzgehalt auf als biologische und biodynamische Proben (Doesburg-van Kleffens, 2025).



©Josefa Goligowski

## Polyphenole und Flavonoide: Bedeutung für die Lebensmittelqualität

Polyphenole sind natürliche Pflanzenstoffe mit antioxidativen Eigenschaften. Sie tragen dazu bei:

- die Oxidation von Fetten, Vitaminen und anderen Nährstoffen zu verhindern und so die Haltbarkeit zu verlängern.
- die Farbe, den Geschmack und das Aroma von Lebensmitteln zu verbessern (z. B. Tannine in Wein).
- vor enzymatischem und mikrobiellem Verderb zu schützen und so zur allgemeinen Stabilität von Lebensmitteln beizutragen.

Flavonoide sind eine Unterklasse der Polyphenole, die oft für die leuchtenden Farben von Obst und Gemüse verantwortlich sind. Sie:

- wirken als starke Antioxidantien, verbessern den Nährwert und die Haltbarkeit von Lebensmitteln.
- übeeinflussen das Aussehen (Farbe) und den Geschmack (Bitterkeit oder Adstringenz).
- üBieten zusätzliche gesundheitliche Vorteile beim Verzehr.

[5] Brock, C., Geier, U., Greiner, R., Olbrich-Majer, M., Jürgen Fritz, J. (2019). *Research in Biodynamic Food and Farming – a Review*. Open Agriculture 4, n° 1.

[8] Doesburg-van Kleffens M., Andersen J.O., Gründemann C., Fritz J. (2025). Effects of cultivation systems on the antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of consumer ready market samples of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Applied Food Research 5, n° 1.

[9] Fliessbach A., Krause H.M., Jarosch J.M., Mayer J., A. Oberson A., Mäder P. (2024). A 45-year comparative study of organic and conventional cropping systems. Factsheet from the FIBL, 52 pages.

[19] Lister, C., Wallace, A., Trolove, S., Anderson, C., Harker, R. (2024). Nutritional density of foods produced from biodynamic, organic, and conventional land use systems – Phase 1. A Plant & Food Research report prepared for: Kete Ora Charitable Trust. Milestone No. 99503.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

Innovative Methoden der Qualitätsanalyse wurden schon sehr früh entwickelt, beginnend mit der Kupferchlorid-Biokristallisation auf der Grundlage der Arbeiten von Kolisko und Pfeiffer aus dem Jahr 1930. Allerdings wurde diese Methode erst nach umfangreichen methodischen Forschungen in den 2010er-Jahren wissenschaftlich anerkannt (Huber et al., 2010). Neben der Biokristallisation entwickelten biodynamische Forschenden weitere bildgebende Verfahren, wie die Kapillardynamolyse (Steigbild) und die zirkuläre Chromatographie sowie verschiedene Tests zur Beurteilung der Vitalität von Pflanzen und Lebensmitteln. Gleichzeitig wurden auch Methoden eingesetzt, die sich auf die menschliche Wahrnehmung von Qualität konzentrieren. Zwei davon, die sensorische Analyse und die empathische Lebensmittelprüfung, sind als wissenschaftliche Methoden anerkannt (ISO 6658:2017; Geier et al., 2016).

## BIOKRISTALLISATION

Die Biokristallisation gilt heute als die am häufigsten genutzte und methodisch fortschrittlichste Form der Bildgebung. Die Methode basiert auf der Entstehung spezifischer Kristallisationsmuster auf einer Glasplatte, wenn eine Kupferchloridlösung mit einem Lebensmittelextrakt gemischt und anschließend kristallisiert wird. Der getestete Extrakt beeinflusst die Form des Musters, das während des selbstorganisierenden Kristallisationsprozesses entsteht. In jüngsten Studien wurden Verfahren zur Durchführung einer sensitiven Kristallisation standardisiert, darunter alle Laborverfahren, Eigenschaften der Kristallisationskammer und wissenschaftliche Validierungsschritte (Huber et al., 2010).

In der Praxis wurde die Bildanalyse erfolgreich eingesetzt, um Proben aus biodynamischen, biologischen und konventionellen Produktionsmethoden zu unterscheiden. Über die einfache Unterscheidung hinaus kann die Musterbildung bei bildgebenden Verfahren mit den Wachstumsbedingungen der Pflanzen in Verbindung gebracht werden. Physiologische Prozesse wie Zersetzung und Reifung spiegeln sich in reproduzierbarer und charakteristischer Weise in Kristallisations- und Chromatographiemustern wider. Diese Muster können daher als Referenz bei der Untersuchung der Qualität von Lebensmitteln herangezogen werden.

Umfangreiche experimentelle Daten zu einer Vielzahl von landwirtschaftlichen Produkten haben gezeigt, dass die Kristallisationsmuster von Lebensmitteln, die mit geringer Stickstoffdüngung oder aus biodynamischen oder biologischen Proben hergestellt wurden, Bildqualitäten aufweisen, die auf eine größere Reife oder Vitalität hinweisen als Proben, die mit hoher Stickstoffdüngung oder aus konventioneller Produktion hergestellt wurden. Somit drücken diese spezifischen Bewertungsmethoden allgemeine Aspekte der Lebensmittelqualität aus, indem sie die Eigenschaften des Lebensmittelprodukts als Ganzes analysieren und nicht nur die Konzentrationen einzelner chemischer Verbindungen (Fritz et al., 2020).

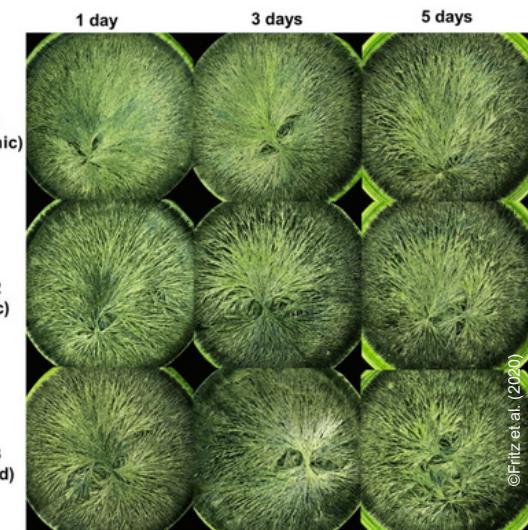


Abbildung 1: Saftdeterioration der Anbausysteme INT, ORG und BIODYN. Von links nach rechts: i) die Proben benötigten mehr Saft pro Probe für eine ähnliche Formausprägung, und ii) die Proben zeigten ausgeprägtere Struktureigenschaften, die auf eine verstärkte Alterung/Deterioration hinweisen (Fritz et al., 2020).

- [10] Fritz, J., Athmann, M., Meissner, G., Kauer, R., Geier, U., Bornhütter, R., & Schultz, H. (2020). *Quality assessment of grape juice from integrated, organic and biodynamic viticulture using image forming methods*. OENO One, 54(2).
- [12] Geier U., Buessing A., Kruse P., Greiner R., Buchecker K. (2016). *Development and Application of a Test for Food-Induced Emotions*. PLoS ONE 11(11).
- [14] Huber, M., Andersen, J. O., Kahl, J., Busscher, N., Doesburg, P., Mergardt, G., ... Baars, E. (2010). *Standardization and Validation of the Visual Evaluation of Biocrystallizations*. Biological Agriculture & Horticulture, 27(1), 25–40.
- [16] ISO 6658: (2017). Sensory analysis — Methodology — General guidance. [www.iso.org/standard/65519.html](http://www.iso.org/standard/65519.html)

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

## KAPILLARDYNAMOLYSE UND ZIRKULÄRE CHROMATOGRAPHIE

Zwei weitere bildgebende Verfahren werden häufig mit der Biokristallisation in Verbindung gebracht: die Kapillardynamolyse (oder Steigbild) und die Pfeiffer-Rundchromatographie.

Dabei handelt es sich um zwei bildgebende Verfahren, bei denen eine zu untersuchende Probe (z. B. Traubensaft) in Kombination mit einem chemischen Mittel (Silbernitrat) auf vertikalem oder horizontalem Filterpapier wandert und eine Reihe von Formen erzeugt, die dann anhand strenger Kriterien analysiert werden können. Diese beiden Methoden werden häufig mit der Biokristallisation in Studien zur Lebensmittelqualität in Verbindung gebracht. Bereits durchgeführte Tests ermöglichen es, Proben nach biodynamischen, biologischen oder konventionellen Produktionsmethoden genau zu identifizieren und zu klassifizieren. Solche Tests wurden mit Proben von Weizen, Karotten, Äpfeln und Trauben durchgeführt (siehe Zalecka et al., 2010; Fritz et al., 2011 und 2020).

Bildgebungsbasierter Qualitätsbewertungsinstrumente sind zwar aufgrund der ersten Ergebnisse der an ihrer Entwicklung beteiligten Forschergruppe vielversprechend, müssen jedoch noch weiter verfeinert werden, um die Zusammenhänge zwischen den in den Bildern beobachteten Unterschieden und den Eigenschaften der Lebensmittel besser zu verstehen.

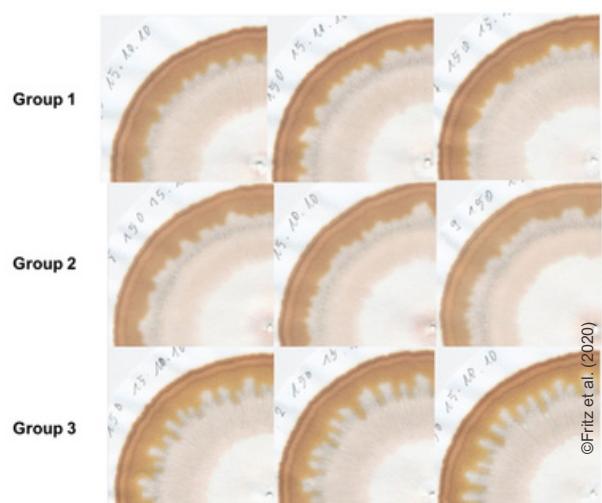


Abbildung 2: Diskriminierung von 9 Proben in 3 Gruppen ( $n=3$ ) aus den Anbausystemen BIODYN (Gruppe 1), ORG (Gruppe 2) und INT (Gruppe 3). Bilder der zirkulären Chromatographie von Traubensaft, gepresst nach dem Standardverfahren bei der Ernte in Geisenheim 2010 (Saft 2 Tage bei 5 °C gelagert; alle Bilder mit 0,150 ml Saft) (Fritz et al., 2020).



©Josefa Goligowski

[10] Fritz, J., Athmann, M., Meissner, G., Kauer, R., Geier, U., Bornhütter, R., & Schultz, H. (2020). Quality assessment of grape juice from integrated, organic and biodynamic viticulture using image forming methods. *OENO One*, 54(2).

[11] Fritz, J., Athmann, M., Kautz, T., & Köpke, U. (2011). Grouping and classification of wheat from organic and conventional production systems by combining three image forming methods. *Biological Agriculture & Horticulture*, 27(3–4), 320–336.

[30] Zalecka, A., Kahl, J., Doesburg, P., Pyskow, B., Huber, M., Skjærbaek, K., & Ploeger, A. (2010). Standardization of the Steigbild Method. *Biological Agriculture & Horticulture*, 27(1), 41–57.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

## SENSORISCHE BEWERTUNG

Die sensorische Bewertung ist nach wie vor eine anerkannte Methode der Qualitätsbewertung, insbesondere in der Önologie. Die verfügbaren Studien zu Weinen liefern widersprüchliche Ergebnisse: Ross et al. (2009) unterschieden durch sensorische Bewertung zwischen biologischen und biodynamischen Weinen. Meissner differenzierte sie auf sensorischer Ebene teilweise (Brock et al., 2019), während Parpinello et al. (2015) keinen sensorischen Unterschied zwischen biologischen und biodynamischen Weinen feststellen konnten.

In einer 2021 veröffentlichten Studie analysierten Delmas und Gergaud die Bewertungen von 128'182 Weinen, die von französischen Verkostungsexperten bewertet wurden. So konnten sie die Bewertungen von Weinen mit Öko-Label mit oder ohne Zertifizierung mit denen von konventionellen Weinen vergleichen. Die Ergebnisse zeigen, dass biodynamische Weine höher bewertet werden als Bio-Weine (um durchschnittlich 5,6 Punkte) und dass sich Bio-Weine ebenfalls von konventionellen Weinen abheben (um durchschnittlich 6,2 Punkte).

Pineau und Foyer (2024) führten eine soziologische Studie darüber durch, wie biodynamischer Wein neue Formen der Verkostung hervorbringt, die über rein organoleptische Kriterien hinausgehen und die Empfänglichkeit des gesamten Körpers einbeziehen. Biodynamische Weine werden von Kenner:innen für ihre lebendigen, dynamischen und energiegeladenen Eigenschaften geschätzt.

Die organoleptischen Eigenschaften von Weizenmehlen aus dem FiBL-DOC-Versuch, in dem seit 1978 konventionelle, biologische und biodynamische Produktionsmethoden verglichen werden, waren ebenfalls Gegenstand einer sensorischen Analyse. In dieser Hinsicht unterscheidet sich biodynamisch angebauter Weizen deutlicher von konventionellem Weizen als biologischer Weizen (Arncken et al., 2012).



©Demeter e.V.



©Doseira Goliggowski

[5] Brock, C., Geier, U., Greiner, R., Olbrich-Majer, M., Jürgen Fritz, J. (2019). *Research in Biodynamic Food and Farming – a Review*. Open Agriculture 4, n° 1.

[7] Delmas, M. A. & Gergaud, O. (2021). Sustainable practices and product quality: Is there value in eco-label certification? The case of wine. Ecological Economics, Volume 183, 2021, 106953. ISSN 0921-8009.

[21] Parpinello, G.P., Rombolà, A.D., Simoni, M., Versari, A. (2015). *Chemical and sensory characterisation of Sangiovese red wines: Comparison between biodynamic and organic management*. Food Chemistry 167.

[22] Pineau, C. & Foyer, J. (2024). Tasting life and energy with the body: the biodynamic resonance of wine. The Senses and Society. 19(2), 157–171.

[24] Ross, C.F., Weller, Blue K.M., Robert, B., John, P. Reganold. (2009). Difference Testing of Merlot Produced from Biodynamically and Organically Grown Wine Grapes. Journal of Wine Research 20, n° 2.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

## EMPATHISCHE LEBENSMITTELPRÜFUNG

Jeder kennt die Wirkung von Lebensmitteln, die über ihren Geschmack hinausgeht, beispielsweise die beruhigende Wirkung von Sahne oder dass Kaffee wacher macht. Bei genauerer Betrachtung stellt sich heraus, dass auch Grundnahrungsmittel und Getränke unseren körperlichen und geistigen Zustand beeinflussen. Die durch Lebensmittel hervorgerufenen emotionalen und körperlichen Empfindungen können als die «Wirkung hinter dem Geschmack» beschrieben werden.

Empathisches Lebensmittel-Testen beschreibt die Messung emotionaler und körperlicher Empfindungen, die durch Lebensmittel hervorgerufen werden. Anders als kurzfristige sensorische Eindrücke oder persönliche Vorlieben wirken diese Erfahrungen tiefergehend. Das bewusste Verkosten fördert zudem die Kompetenz und das Ernährungsbewusstsein der Verbraucher:innen. Empathisches Lebensmittel-Testen wurde erst kürzlich unter Verwendung einer wissenschaftlichen Methodik entwickelt (Geier et al., 2016). Da die Methode noch sehr jung ist, gibt es bisher nur wenige veröffentlichte Studien (Wohlers et al., 2024; Geier et al., 2025), aber das Interesse an der Methode wächst.



[2] Arncken, Christine M.; Mäder, Paul; Mayer, Jochen and Weibel, Franco P. (2012) *Sensory, yield and quality differences between organically and conventionally grown winter wheat*, Journal of the Science of Food and Agriculture (J Sci Food Agric).

[12] Geier U., Buessing A., Kruse P., Greiner R., Buchecker K. (2016). Development and Application of a Test for Food-Induced Emotions. PLoS ONE 11(11).

[13] Geier U., Mandt G., Keller J., Helmert E., Vagedes J. (2025). Heart Rate Variability Measurement and Emotional Profiling to Describe Milk Quality? Milk Science International (78) 19-26.

[29] Wohlers, J., Stoltz, P., & Geier, U. (2024). Intensive processing reduces quality of grains: a triangulation of three assessment methods. Biological Agriculture & Horticulture, 40(2), 107–126.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

## VITALITÄTSTEST

Die Vitalität eines Lebensmittels lässt sich anhand seiner Fähigkeit charakterisieren, Alterungsprozessen oder durch äußere Einflüsse verursachten Qualitätsverlusten zu widerstehen. Jens-Otto Andersen und sein Team haben daher einen Vitalitätstest entwickelt, der auf der Bewertung von drei Parametern der Gurke basiert: antimikrobielle Eigenschaften, Farbbeständigkeit und die Heilungsfähigkeit von geschnittenen Früchten. Wie die oben genannten bildgebenden Verfahren wurde auch diese Methode einem Standardisierungsprozess unterzogen, um ihre Reproduzierbarkeit im wissenschaftlichen Kontext sicherzustellen (Rembiałkowska et al., 2021).

Die Ergebnisse zeigen, dass biodynamische Gurken bei allen drei Stressparametern die höchsten Werte aufweisen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Gurken aus biodynamischem Anbau in 58 bis 71 % der Tests die beste Haltbarkeit unter Stressbedingungen aufwiesen, verglichen mit nur 25 bis 38 % der Tests für Gurken aus biologischem Anbau und 4 bis 8 % der Tests für Gurken aus konventionellem Anbau (Doesburg-van Kleffens et al., 2025).



Abbildung 3: Ringversuch 4. Gurken nach 14 Tagen stressbedingter Lagerung aus dem biologischen Anbau mit geringer Düngung (OrgN-, linke Seite) und dem konventionellen Anbau (Conv, rechte Seite). Eigenschaften der Farberhaltung (CRP) als Mittelwert von 12 Gurken für jede Anbaumethode: OrgN-: 3,58 und Conv: 2,50 ( $p = 0,009$ ); antimikrobielle Eigenschaften (AMP) als Mittelwert von 12 Gurken für jede Anbaumethode: OrgN-: 8,00 und Conv: 1,58 ( $p < 0,001$ ). (Zeise et al., 2023).



[8] Doesburg-van Kleffens M., Andersen J.O., Gründemann C., Fritz J. (2025). Effects of cultivation systems on the antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of consumer ready market samples of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Applied Food Research 5, n° 1.

[23] Rembiałkowska, E., Kazimierczak, R., Zupancic, M., Skerbot, I., Mc Nair, P., & Andersen, J. O. (2021). A novel method for assessing antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of the fruit of cucumber (*Cucumis sativus* L.) as complementary quality parameters. Biological Agriculture & Horticulture, 37(4), 213–233.

[25] Stoltz, P., Wohlers, J. and Mende, G. (2019). Measuring delayed luminescence by FES to evaluate special quality aspects of food samples – an overview. Open Agriculture, Vol. 4 (Issue 1), pp. 410-417.

# LEBENSMITTELQUALITÄT IN DER BIODYNAMIK: EIN INNOVATIONSFELD FÜR NEUE WISSENSCHAFTLICHE METHODEN

## VERZÖGERTE LUMINESZENZ

Seit den 1930er-Jahren ist bekannt, dass lebende Organismen Licht in Form von Biophotonen unterschiedlicher Wellenlängen (oder Farben) zwischen Ultraviolet und Infrarot im elektromagnetischen Spektrum emittieren. Das Besondere an dieser Methode ist, dass es nicht notwendig ist, eine bestimmte Probe zunächst in Saft oder auf andere Weise umzuwandeln.

Bei der Untersuchung wird die Probe zunächst mit farbigem Licht beleuchtet und anschließend die «verzögerte Lumineszenz», d. h. die biophotonische Strahlung, gemessen. Diese verzögerte Lumineszenz, die von Stolz et al. (2019) an Proben pflanzlichen Ursprungs (Weizen, Äpfel, Karotten, Bohnen, Ringelblumen) und tierischen Ursprungs (Eier, Milch) untersucht wurde, scheint etwas über die physiologischen Prozesse der Probe zu verraten. Die Anbaubedingungen, die Frische oder Unversehrtheit einer Probe oder Faktoren im Zusammenhang mit dem Tierschutz oder der Tiergesundheit haben sich wiederholt als wichtig für die Erklärung der beobachteten Lumineszenzprofile erwiesen. Eine vielversprechende Methode zur Beurteilung der Lebensmittelqualität?



©Jesica Golgovski

[8] Doesburg-van Kleffens M., Andersen J.O., Gründemann C., Fritz J. (2025). Effects of cultivation systems on the antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of consumer ready market samples of cucumber (*Cucumis sativus L.*). Applied Food Research 5, n° 1.

[23] Rembiałkowska, E., Kazimierczak, R., Zupancic, M., Skerbot, I., Mc Nair, P., & Andersen, J. O. (2021). A novel method for assessing antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of the fruit of cucumber (*Cucumis sativus L.*) as complementary quality parameters. Biological Agriculture & Horticulture, 37(4), 213–233.

[25] Stolz, P., Wohlers, J. and Mende, G. (2019). Measuring delayed luminescence by FES to evaluate special quality aspects of food samples – an overview. Open Agriculture, Vol. 4 (Issue 1), pp. 410-417.

# FÜR EINEN GANZHEITLICHEN ANSATZ IN DER ERNÄHRUNG

## DIE GESUNDHEIT VON BODEN, PFLANZEN, TIERN UND MENSCHEN GEHÖRT ZUSAMMEN

Laut Santoni et al. (2022) geht das «One Health»-Konzept davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen der Gesundheit von Menschen, Tieren und der Umwelt besteht. Tatsächlich sind die Gesundheitszustände aller Organismen in einem Ökosystem durch die Kreisläufe mikrobieller Gemeinschaften aus der Umwelt (insbesondere dem Boden) zu Pflanzen, Tieren und letztlich Menschen miteinander verbunden (Van Bruggen et al., 2019). Der «One Health»-Ansatz könnte in Verbindung mit der überlegenen Leistung biodynamischer Böden in Bezug auf mikrobielle Indikatoren (Christel et al. 2021) daher die Vorstellung stützen, dass biodynamische Produkte für Verbraucher:innen gesünder sind.

Sir Albert Howard, einer der Väter des ökologischen Landbaus, stellte bereits 1948 fest: «Die Gesundheit von Boden, Pflanzen, Tieren und Menschen ist eins und unteilbar.

»Einige Jahre vor seinem Tod veröffentlichte er das Buch «An Agricultural Testament», in dem er seine Beobachtungen und Erfahrungen zusammenfasste. Seine Erkenntnisse werden nun durch aktuelle Entdeckungen über Mikrobiome bestätigt.

Der Zusammenhang zwischen Darmbakterien und der menschlichen Gesundheit ist allgemein bekannt. Wie sich jedoch die Bakteriengemeinschaften in verschiedenen Teilen von Äpfeln unterscheiden und ob sie durch die Anbaumethode beeinflusst werden, ist weniger gut untersucht. Dies ist nicht nur für die Pflanzen selbst wichtig, sondern auch für die mikrobielle Besiedlung des Menschen. Wassermann et al. (2019) verglichen das Mikrobiom von Äpfeln aus biodynamischer und konventioneller Landwirtschaft. Sie zeigten, dass zwar die Anzahl der Bakterien nicht durch die Anbaumethode beeinflusst wurde, die Vielfalt und Gleichmäßigkeit der Bakterienverteilung jedoch bei Äpfeln aus biodynamischem Anbau deutlich höher war, die auch weniger Krankheitserreger enthielten. Der Unterschied war noch ausgeprägter, wenn man verschiedene Gewebe von Äpfeln aus den beiden Anbaumethoden verglich. Mit Ausnahme der Kelchspitze wiesen alle Teile (Stiel, Stielspitze, Schale, Fruchtfleisch, Samen) bei biodynamischen Äpfeln eine deutlich höhere Vielfalt auf.



[6] Christel A., Maron P.A., Ranjard L. (2021). Impact of Farming Systems on Soil Ecological Quality: A Meta-Analysis. Environmental Chemistry Letters 19, n° 6.

[26] Van Bruggen, A.H.C., Goss, E.M., Havelaar, A., Van Diepeningen, A.D., Finckh, M.R., Morris, J.G. (2019). One Health - Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health. Science of The Total Environment 664.

[27] Wassermann, B., Müller, H., Berg, G. (2019). An Apple a Day: Which Bacteria Do We Eat With Organic and Conventional Apples? Frontiers in Microbiology 10.

[32] Santoni, M., Ferretti, L., Migliorini, P., Vazzana C. & Pacini G. C. (2022) A review of scientific research on biodynamic agriculture. Org. Agr. 12, 373–396.

# FÜR EINEN GANZHEITLICHEN ANSATZ IN DER ERNÄHRUNG



Bakterien spielen eine wesentliche Rolle für die Gesundheit von Mensch und Pflanze. Die mikrobielle Vielfalt von Gemüse, Obst und Kräutern und ihre Wechselwirkung mit der Umwelt sind noch weitgehend unverstanden. So wird die Vielfalt beispielsweise durch den Genotyp der Pflanze bestimmt, variiert zwischen unterirdischen und oberirdischen Strukturen und wird unter anderem stark von der Bodenqualität beeinflusst. Äpfel gehören zu den weltweit am häufigsten konsumierten Obstsorten. Studien zeigen, dass der Verzehr von Äpfeln die Zusammensetzung der Darmflora beim Menschen verändern kann, was sich positiv auf die Gesundheit auswirkt. Allerdings ist wenig darüber bekannt, wie die in Äpfeln vorhandenen Bakteriengemeinschaften den Darm besiedeln. Eine der Forschungsfragen in der Studie von Wassermann et al. (2019) war, inwieweit das Mikrobiom von Äpfeln durch die Anbaumethode (biodynamisch oder konventionell) beeinflusst wird und ob sich die Menge und Zusammensetzung der Bakterien je nach Fruchtgewebe unterscheiden.

Ein frisch geernteter Apfel beherbergt rund 100 Millionen bakterielle Genkopien. Entscheidend für die gesundheitliche Wirkung ist jedoch weniger die Menge als vielmehr die Vielfalt der Mikroorganismen. Wenn Pflanzen in gesundem Boden wachsen, der ohne chemische Düngemittel bewirtschaftet wird, kann sich nicht nur im Boden, sondern auch in den Pflanzen eine reiche Vielfalt an Bakterien entwickeln. Dies zeigen die Ergebnisse dieser Studie. Weitere Studien haben gezeigt, dass die mit Obst und Gemüse assoziierten Bakterien im menschlichen Darm nachgewiesen werden können (Wicaksono et al., 2023). Bei hoher Vielfalt werden pathogene Bakterien unterdrückt. Die Forschenden vermuten auch einen Zusammenhang zwischen den in Demeter-Äpfeln gefundenen Bakterien und einem geringeren Risiko für eine Apfelloallergie. Die Bakterien haben Strukturen, die ähnlich wie Apfelpolyphenole allergische Reaktionen minimieren können. Im Gegensatz dazu wiesen die konventionellen Äpfel potenzielle Krankheitserreger auf. Diese Zusammenhänge unterstreichen, wie wichtig die Achse Boden-Pflanze-Darmmikrobiom ist (Wassermann et al. 2019). Wenn wir dies weiter betrachten, wird aus dem Zusammenhang klar, dass Gesundheit nur erreicht werden kann, wenn alle Teile, vom Boden bis zum Teller, gesund sind; es geht also um die eine einzige Gesundheit für Mensch und Planet.

[27] Wassermann, B., Müller, H., Berg, G. (2019). An Apple a Day: Which Bacteria Do We Eat With Organic and Conventional Apples? *Frontiers in Microbiology* 10.

[28] Wicaksono, W.A., Cernava, T., Wassermann, B., Abdelfattah, A., Soto-Giron, M.J., Toledo, G.V., Virtanen, S.M., Knip, M., Hyöty, H., Berg, G. (2023). The Edible Plant Microbiome: Evidence for the Occurrence of Fruit and Vegetable Bacteria in the Human Gut. *Gut Microbes* 15, n° 2.

# GESUNDHEIT UND INNERE ERNÄHRUNG



In seinem 1987 erschienenen Buch «Unraveling the Mystery of Health: How People Manage Stress and Stay Well» entwickelt Aaron Antonovsky das Konzept der Salutogenese, das darin besteht, zu verstehen, wie Menschen täglich einen harmonischen Gesundheitszustand entwickeln und aufrechterhalten. Gesundheit ist nicht mehr nur die Abwesenheit von Krankheit, und Antonovsky betont das «Kohärenzgefühl» im Leben, das es dem Einzelnen ermöglicht, in einem sinnvollen Lebenskontext verwurzelt zu sein. Er hebt damit die Beziehung zwischen Körper und Geist hervor: Gesundheit wird stark von unseren Emotionen und unserem mentalen Zustand beeinflusst.

Dieser Ansatz wird von Machteld Huber (2011) bestätigt, die ein Verständnis von Gesundheit vorschlägt, bei dem Körper und Geist angesichts der Spannungen und Belastungen, die das Leben mit sich bringt, in einem dynamischen Gleichgewicht gehalten werden. Die Forscherin weist darauf hin, dass die Definition der WHO für Gesundheit zu einer Zeit entwickelt wurde,

als Infektionskrankheiten die größte Herausforderung für die nationalen Gesundheitssysteme darstellten. Heute sehen wir uns jedoch mit einer explosionsartigen Zunahme verschiedener lebensstilbedingter Krankheiten konfrontiert. Die Fähigkeit des Einzelnen, seine persönlichen Lebensumstände und seine Gesundheit zu gestalten, ist heute für die Entwicklung einer Definition viel relevanter und notwendiger.

Eine gesunde Zukunft kann also erreicht werden, wenn die Ernährungssysteme – d. h. Produktion, Verarbeitung, Handel und Konsum – umgestaltet werden. Es reicht nicht aus, sich gesund und nahrhaft zu ernähren; auch die Bedingungen und Einstellungen müssen gesund sein. Denn die größten Umweltprobleme sind Egoismus, Gier und Apathie, wie Gustave Speth, ehemaliger Vorsitzender des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen, feststellte. Dies erfordert eine spirituelle und kulturelle Transformation, eine echte innere Revolution.

[15] Huber, M., Knottnerus, J.A., Green, L., Van der Horst, H., Jadad, A.R., Kromhout, D., Leonard B., et al. (2011). *How Should We Define Health?* British Medical Journal (Clinical Research Ed.) 343.

# REFERENZEN

---

- [1] Aina, R., Berra, E., Marino, G., Sgorbati, S., Citterio, S. (2008). *Impact of different agricultural practices on soil genotoxicity*. Fresenius environmental bulletin, Volume 17, Page 1190-1194.
- [2] Arncken, Christine M.; Mäder, Paul; Mayer, Jochen and Weibel, Franco P. (2012) *Sensory, yield and quality differences between organically and conventionally grown winter wheat*, Journal of the Science of Food and Agriculture (J Sci Food Agric).
- [3] Antonovsky, Aaron. (1997). *Unraveling The Mystery of Health. How People Manage Stress and Stay Well*. San Francisco, Jossey-Bass Publishers.
- [4] Balzer-Graf, U., Hoppe, H., Straub, M. (1998). Äpfel – organisch und biologisch-dynamisch. Erntemenge und Vitalqualität im Vergleich. Lebendige Erde 5/1998, page 387.
- [5] Brock, C., Geier, U., Greiner, R., Olbrich-Majer, M., Jürgen Fritz, J. (2019). *Research in Biodynamic Food and Farming – a Review*. Open Agriculture 4, n° 1.
- [6] Christel A., Maron P.A., Ranjard L. (2021). *Impact of Farming Systems on Soil Ecological Quality: A Meta-Analysis*. Environmental Chemistry Letters 19, n° 6.
- [7] Delmas, M. A. & Gergaud, O. (2021). *Sustainable practices and product quality: Is there value in eco-label certification? The case of wine*. Ecological Economics, Volume 183, 2021, 106953. ISSN 0921-8009.
- [8] Doesburg-van Kleffens M., Andersen J.O., Gründemann C., Fritz J. (2025). *Effects of cultivation systems on the antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of consumer ready market samples of cucumber (Cucumis sativus L.)*. Applied Food Research 5, n° 1.
- [9] Fliessbach A., Krause H.M., Jarosch J.M., Mayer J., A. Oberson A., Mäder P. (2024). *A 45-year comparative study of organic and conventional cropping systems*. Factsheet from the FIBL, 52 pages.
- [10] Fritz, J., Athmann, M., Meissner, G., Kauer, R., Geier, U., Bornhütter, R., & Schultz, H. (2020). *Quality assessment of grape juice from integrated, organic and biodynamic viticulture using image forming methods*. OENO One, 54(2).
- [11] Fritz, J., Athmann, M., Kautz, T., & Köpke, U. (2011). *Grouping and classification of wheat from organic and conventional production systems by combining three image forming methods*. Biological Agriculture & Horticulture, 27(3–4), 320–336.
- [12] Geier U., Buessing A., Kruse P., Greiner R., Buchecker K. (2016). *Development and Application of a Test for Food-Induced Emotions*. PLoS ONE 11(11).
- [13] Geier U, Mandt G., Keller J., Helmert E, Vagedes J. (2025). Heart Rate Variability Measurement and Emotional Profiling to Describe Milk Quality? Milk Science International (78) 19-26.
- [14] Huber, M., Andersen, J. O., Kahl, J., Busscher, N., Doesburg, P., Mergardt, G., ... Baars, E. (2010). *Standardization and Validation of the Visual Evaluation of Biocrystallizations*. Biological Agriculture & Horticulture, 27(1), 25–40.
- [15] Huber, M., Knottnerus, J.A., Green, L., Van der Horst, H., Jadad, A.R., Kromhout, D., Leonard B., et al. (2011). *How Should We Define Health?* British Medical Journal (Clinical Research Ed.) 343.
- [16] ISO 6658: (2017). *Sensory analysis — Methodology — General guidance*. [www.iso.org/standard/65519.html](http://www.iso.org/standard/65519.html)

# REFERENZEN

---

- [17] Jiang, B., Pang, J., Li, J., Mi, L., Ru, D., Feng, J., Li, X., Zhao, A., Cai, L. (2024). *The effects of organic food on human health: a systematic review and meta-analysis of population-based studies.* Nutr Rev;82(9):1151-1175.
- [18] Knapp, S., Gunst, L., Mäder, P., Ghiasi, S., Mayer, J., (2023). *Organic cropping systems maintain yields but have lower yield levels and yield stability than conventional systems – Results from the DOK trial in Switzerland.* Field Crops Research 302.
- [19] Lister, C., Wallace, A., Trolove, S., Anderson, C., Harker, R. (2024). *Nutritional density of foods produced from biodynamic, organic, and conventional land use systems – Phase 1. A Plant & Food Research report prepared for: Kete Ora Charitable Trust.* Milestone No. 99503.
- [20] Meissner, G., Athmann, M.E., Fritz, J., Kauer, R., Stoll, M., Schultz, H.R. (2019). *Conversion to Organic and Biodynamic Viticultural Practices: Impact on Soil, Grapevine Development and Grape Quality.* OENO One 53, n° 4.
- [21] Parpinello, G.P., Rombolà, A.D., Simoni, M., Versari, A. (2015). *Chemical and sensory characterisation of Sangiovese red wines: Comparison between biodynamic and organic management.* Food Chemistry 167.
- [22] Pineau, C. & Foyer, J. (2024). *Tasting life and energy with the body: the biodynamic resonance of wine. The Senses and Society.* 19(2), 157–171.
- [23] Rembiałkowska, E., Kazimierczak, R., Zupancic, M., Skerbot, I., Mc Nair, P., & Andersen, J. O. (2021). *A novel method for assessing antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of the fruit of cucumber (Cucumis sativus L.) as complementary quality parameters.* Biological Agriculture & Horticulture, 37(4), 213–233.
- [24] Ross, C.F., Weller, Blue K.M., Robert, B., John, P. Reganold. (2009). *Difference Testing of Merlot Produced from Biodynamically and Organically Grown Wine Grapes.* Journal of Wine Research 20, n° 2.
- [25] Stolz, P., Wohlers, J. and Mende, G. (2019). *Measuring delayed luminescence by FES to evaluate special quality aspects of food samples – an overview.* Open Agriculture, Vol. 4 (Issue 1), pp. 410-417.
- [26] Van Bruggen, A.H.C., Goss, E.M., Havelaar, A., Van Diepeningen, A.D., Finckh, M.R., Morris, J.G. (2019). *One Health - Cycling of diverse microbial communities as a connecting force for soil, plant, animal, human and ecosystem health.* Science of The Total Environment 664.
- [27] Wassermann, B., Müller, H., Berg, G. (2019). *An Apple a Day: Which Bacteria Do We Eat With Organic and Conventional Apples?* Frontiers in Microbiology 10.
- [28] Wicaksono, W.A., Cernava, T., Wassermann, B., Abdelfattah, A., Soto-Giron, M.J., Toledo, G.V., Virtanen, S.M., Knip, M., Hyöty, H., Berg, G. (2023). *The Edible Plant Microbiome: Evidence for the Occurrence of Fruit and Vegetable Bacteria in the Human Gut.* Gut Microbes 15, n° 2.
- [29] Wohlers, J., Stolz, P., & Geier, U. (2024). *Intensive processing reduces quality of grains: a triangulation of three assessment methods.* Biological Agriculture & Horticulture, 40(2), 107–126.
- [30] Zalecka, A., Kahl, J., Doesburg, P., Pyskow, B., Huber, M., Skjerbaek, K., & Ploeger, A. (2010). *Standardization of the Steigbild Method.* Biological Agriculture & Horticulture, 27(1), 41–57.
- [31] Zeise, J., Fritz, J., Rodas Gaitán, H., Rembiałkowska, E., Kazimierczak, R., & Andersen, J. O. (2024). *Further evaluation of a new method to investigate antimicrobial, colour retainment and slice healing properties of cucumber (Cucumis sativus L.) shows differences between conventional and organic production systems in inter-laboratory comparison trials.* Biological Agriculture & Horticulture, 40(3), 173–189.  
<https://doi.org/10.1080/01448765.2024.2353681>

# PARTNER

---



Der biologisch-dynamische Verband Demeter International ist der einzige landwirtschaftliche Verband, der ein Netzwerk von individuellen Zertifizierungsstellen für biologisch-dynamische Landwirte weltweit aufgebaut hat. Heute sind sie eine globale Gemeinschaft von Landwirten, Winzern, Gärtnern, Imkern, Forschern, Beratern, Ausbildern, Zertifizierern, Verarbeitern und Händlern, um nur einige zu nennen. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.demeter.net](http://www.demeter.net)



Ziel des Vereins Biodynamie Recherche ist es, die Achtung und den Schutz der Umwelt durch die biologisch-dynamische Landwirtschaft zu fördern. Er führt eine wissenschaftliche Begleitung der Arbeiten und Veröffentlichungen in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft auf internationaler Ebene durch. Er erstellt Zusammenfassungen, Übersetzungen und Artikel, die der französischsprachigen Öffentlichkeit auf seiner Website und in Fachzeitschriften zur Verfügung gestellt werden. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.biodynamie-recherche.org](http://www.biodynamie-recherche.org)



Demeter ist eine private Zertifizierungsstelle für biologisch-dynamisch erzeugte Lebensmittel, Kosmetika und Textilien - ergänzend zu den offiziellen Bio-Verordnungen. Ihre Spezifikationen haben sich im Laufe der Jahrzehnte zu einem der anspruchsvollsten entwickelt. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.demeter.de](http://www.demeter.de)



Der Forschungsring wurde 1946 als Nachfolger des Versuchsrings anthroposophischer Landwirte gegründet. In den Anfangsjahren war er die Dachorganisation der biologisch-dynamischen Bewegung. Heute ist er das zentrale Forschungsinstitut für biologisch-dynamische und allgemeine ökologische Fragen im Zentrum einer weltweit wachsenden biologisch-dynamischen Bewegung. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.forschungsring.de](http://www.forschungsring.de)



Durch ihre Kontakte zu Menschen, die in der biodynamischen Bewegung auf der ganzen Welt aktiv sind, stößt die Sektion Landwirtschaft auf viele Fragen, Ideen und Herausforderungen. Gemeinsam mit ihren Partnern arbeiten sie in verschiedenen internationalen Projekten und Veranstaltungen an diesen Themen. Auf diese Weise schaffen sie Räume, in denen Fragen und Herausforderungen zu Inspirationsquellen für die in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft und im Lebensmittelsektor Tätigen werden können. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.sektion-landwirtschaft.org](http://www.sektion-landwirtschaft.org)

# **ANMERKUNGEN**

---

# **ANMERKUNGEN**

---

# **ANMERKUNGEN**

---