

Forschung

Biologisch-dynamische Landwirtschaft

Ein Modell für eine nachhaltige Landwirtschaft der Zukunft?

Prof. Dr. Urs Niggli,
Direktor Forschungsinstitut für
Biologischen Landbau (FiBL),
Ackerstrasse 113, 5070 Frick,
Schweiz, www.fibl.org;
Honorarprofessor an der
Universität Kassel Standort
Witzenhausen.



Malgorzata Conder
ist wissenschaftliche
Mitarbeiterin im FiBL (CH)



Der Beitrag ist ein Auszug
aus der Neuerscheinung:
Biologisch-dynamisch.
90 Jahre Impulse für eine
Landwirtschaft der Zukunft.
Wissenschaftliche Tagung
2014 in Bonn. (Hg.)
Forschungsring e.V.,
Verlag Lebendige Erde,
Darmstadt 2016,
184 S., 18,00 Euro,
ISBN 978-3-941-232-13-6

Die biologisch-dynamische Landwirtschaft nahm 1924 ihren Anfang auf einem Gut bei Koberwitz bei Breslau, wo Rudolf Steiner seine acht Vorträge über zukunftsfähige Landwirtschaft hielt. Diese basiert auf den Werten der Anthroposophie, stellt den Menschen ins Zentrum durch seine Wahrnehmung und Erkenntnis, wodurch Ethik und Ästhetik Bestandteil des Handelns werden.

Demeter ist heutzutage als Verein und Marke global vertreten, nach deren Richtlinien rund 8000 Landwirte auf gesamthaft 160.000 Hektar weltweit anerkannt biologisch-dynamisch anbauen (Demeter 2016), was weniger als ein halbes Prozent der gesamten Biofläche ausmacht. Nach 90-jährigem Bestehen wird der biologisch-dynamische Anbau dennoch in der wissenschaftlichen Welt nur gering wahrgenommen. Zum einen ist dies am anthroposophischen Ansatz der Subjektivität zu erklären, wodurch jedes Handeln individuell betrachtet wird und zur sachlich-objektiven Wissenschaft teilweise in Kontrast steht. Zum anderen zeigen bestehende wissenschaftliche Vergleichsstudien inkonsistente Resultate, wo sich besonders im Vergleich zum ökologischen Landbau oft keine signifikanten Unterschiede feststellen lassen.

Für die wissenschaftlichen Grundlagen der biologisch-dynamischen Landwirtschaft spielte Lili Kolisko

durch ihre Rhythmisierungs- und Potenzierungsverfahren eine zentrale Rolle. Sie entwickelte 1923 daraus die Steigbildmethode und studierte den Einfluss kosmischer Konstellationen auf die Gestaltungskräfte. Zusammen mit ihrem Mann Eugen Kolisko wurde „Landwirtschaft der Zukunft“ veröffentlicht, welches 1953 auf Deutsch übersetzt wurde. Trotz ihres unermüdlichen Engagements in der Erforschung der Wirkung von Präparaten auf das Pflanzen- und Tierwachstum, verkörpert Lili Kolisko eine tragische Figur, da ihr Lebenswerk bis zu ihrem Tode nicht anerkannt wurde und bis heute umstritten ist (Anthrowiki 2016).

Kuhn beschäftigte sich 1962 mit der Frage, wie in der Wissenschaft Paradigmenwechsel ablaufen (Kuhn 1970). Die Wissenschaft erklärt „Anomalien“ in der Regel mit der Überzeugung, dass diese zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb der bestehenden Denkstrukturen erklärbar seien. Einige wenige Wissenschaftler nehmen solche unerklärbaren „Anomalitäten“ jedoch auf, stellen andere Fragen und versuchen dies mit einer anderen Wissenschaftstheorie zu erklären. Es erscheinen spezialisierte Zeitschriften, Wissenschaftsgesellschaften und mit der Zeit auch Ausbildungsmöglichkeiten, in den ein neues, schlüssigeres Paradigma entwickelt wird. Die Diskussion zwischen dem ‚alten‘ und ‚neuen‘ Paradigma ist unbefriedigend, weil gemeinsa-

me Standards für einen Vergleich fehlen. Über das neue Paradigma werden Lehrbücher geschrieben, die neuen Ideen werden populärer, mehr Wissenschaftler beschäftigen sich damit und die wissenschaftliche Evidenz nimmt zu. Das neue Paradigma wird schließlich zur normalen Wissenschaft und ersetzt das alte Paradigma. Wynen wandte die Kuhn'sche Theorie auf die Geschichte des Ökolandbaus an und sah verblüffende Parallelen (Wynen 1996). Während jedoch der ursprünglich als organischer Landbau bezeichnete Ökolandbau schon zu einem großen Teil in die normale Wissenschaft eingeflossen ist, steht die biologisch-dynamische Landwirtschaft erst am Anfang. Trotzdem sind bereits wichtige Elemente dieses „neuen Paradigmas“ in die Wissenschaftswelt eingegangen. Davon soll dieser Beitrag handeln.

Wie nachhaltig ist die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise?

Zahlreiche Einzelstudien und Meta-Analysen belegen die ökologische Vorzüglichkeit des Ökolandbaus (Stolze et al. 2000, Mäder et al. 2002, Hole et al. 2003, Gattinger et al. 2012; Niggli 2014, Skinner et al. 2014; Tuck et al., 2014). Die soziale und ökonomische Vorzüglichkeit ist nur teilweise belegt (Niggli et al. 2008), wobei die Wirtschaftlichkeit des Ökolandbaus in Europa stark durch staatliche Förderungs-

maßnahmen beeinflusst ist. In den zahlreichen Studien über die ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit des Ökolandbaus (im Jahr 2000 waren es nach Stolze et al. bereits mehr als 400 Studien, heute dürften es etwa doppelt so viele sein) wird kaum zwischen der ökologischen und biologisch-dynamischen Landwirtschaft unterschieden, weil deren Zahl zu gering ist.

Wissenschaftliche Studien, die sich speziell mit Aspekten der Nachhaltigkeit der biologisch-dynamischen Landwirtschaft beschäftigen, sind zum Beispiel folgende:

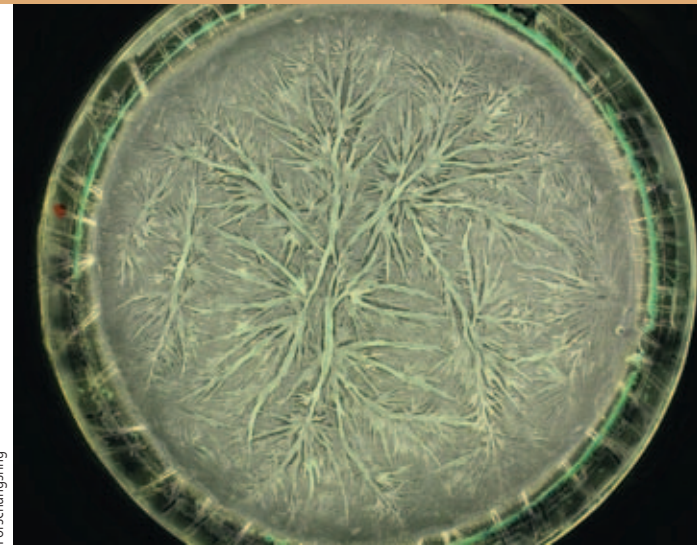
- MÄDER et al. (2002) zeigten im DOK-Langzeitsystemversuche eine ausgezeichnete Input-Output-Bilanz des Ökolandbaus, wobei sich die biologisch-dynamische nicht von der organisch-biologischen Methode unterschied. Gegenüber der Integrierten Produktion hatten die ökologischen Verfahren über 21 Jahre 83 % Ertrag, brauchten aber 96 % weniger Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und der Input an Nährstoffen lag bei NPK zwischen 30 und 64.
- TURINEK et al. (2009) fassten die Ergebnisse von 30 referierten Publikationen wie folgt zusammen: Die biologisch-dynamischen Präparate beeinflussen die Bodenqualität, die Biodiversität, die Energienutzungseffizienz und die Landschaftsqualität.
- CARPENTER-BOGGS et al. (1999) fanden zwischen biologisch-dynamischer und organisch-biologischer Bewirtschaftung kaum Unterschiede in der Bodenbiologie. Durch die Anwendung von Präparaten gab es jedoch messbare, aber nur kurzfristige Änderungen bei der Mineralisierung von Kohlenstoff und bei den Fettsäuremustern der Bodenmikroorganismen.
- ZALLER UND KÖPKE (2003) konnten zeigen, dass mit biologisch-dynamisch präpariertem, kompostiertem

Kuhmist der Abbau von organischem Material im Boden beschleunigt und dass die Regenwurmpopulationen erhöht wurden.

- MÄDER et al. (2002) konnten zeigen, dass einige bodenbiologische und -chemische Eigenschaften zwischen biologisch-dynamischem und organisch-biologischem Anbau zum Teil stark unterschiedlich waren.
- FLIESSBACH et al. (2007) zeigten, dass die höchsten Werte für die Bodenbiomasse in den biologisch-dynamischen Parzellen des DOK-Versuches zu finden waren (Versuchsdauer 21 Jahre). Zudem zeigte sich eine hohe positive Korrelation zwischen Biomasse und Aggregatsstabilität in den biologisch-dynamisch bewirtschafteten Böden.
- Verschiedene Autoren wie BERNER et al. (2008), KRAUSS et al. (2010) und GADERMAIER et al. (2011) zeigten, dass die Wirkung der reduzierten Bodenbearbeitung gegenüber dem Pflug auf den Humusanteil im Oberboden, auf die Anzahl und Masse von Regenwürmer und auf die mikrobielle Bodenaktivität die Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate überdeckte.
- FORSTER et al. (2013) zeigten vergleichbare Erträge bei Baumwolle in den indischen Tropen bei organisch-biologischer, biologisch-dynamischer und konventioneller Produktion. Die Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit werden demnächst publiziert.

Welche Impulse hat die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise der Ökolandbauforschung bzw. den Agrarwissenschaften ganz allgemein gegeben?

Die biologisch-dynamische Landwirtschaft hat in der Ökolandbauforschung deutliche Spuren hinter-



Forschungsring

lassen. Das Konzept der Ganzheitlichkeit war in der organisch-biologischen Landwirtschaft, wie sie von Müller und Rusch, von Balfour und Howard oder von Boucher und Lemaire im europäischen Raum entwickelt wurde, erst ansatzweise vorhanden. Zwar spricht Howard von der „rasch wachsenden Evidenz, dass ein fruchtbarer Boden gesunde Pflanzen, gesunde Tiere und schlussendlich gesunde Menschen bedeute“ (Howard 1943). Doch erst der Gedanke, dass ein landwirtschaftlicher Betrieb ein Organismus sei, erweiterte die Ganzheitlichkeit auf seine sozio-ökonomische, organisatorische und landschaftsräumliche Dimension. Das Konzept des Hoforganismus ist aber eine Herausforderung in der objektiven und überprüfaren Wissenschaft. Nikolai Fuchs fasst dies folgendermaßen zusammen: „Diese zeigen aber oft Systemergebnisse, d. h. man kann nicht genau ableiten, auf welchem Einzelaspekt die gefundene Wirkung beruht. Im Lebendigen hat man es nicht mit einfachen, monokausalen Ursache-Wirkungsbeziehungen zu tun; da läuft man schnell Gefahr, ‚unwissenschaftlich‘ zu sein. Das sagt aber mehr über den jeweiligen Wissenschaftsbegriff als über den Untersuchungsgegenstand aus“ (Fuchs 2006). Zur Förderung der Funktion und des Austauschs der Organe, hat Steiner Präparate entwickelt. Die

Biodynamische Innovation bei der Qualitätsfeststellung: Bildschaffende Methoden: Kristallisationsbild Gerste



Die Präparate als Vehikel, um ein komplexes Konzept mit landwirtschaftlicher Praxis zu verbinden.

Präparate waren im Grunde genommen ein Vehikel, um ein hoch komplexes intellektuelles Konzept mit einer landwirtschaftlichen Praxis zu verbinden.

Ein wichtiger Grundstein der biodynamischen Kultur ist die Beobachtung der einzelnen Reiche (Tierreich, Pflanzenreich etc.), sorgfältige Reflexion und tiefe Bereitschaft, ethisch konforme Muster aus der Natur zu übernehmen und anzupassen. Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise hat den ökologischen Landbau kulturell und ethisch stark und positiv beeinflusst, aber nicht die Wissenschaft an sich. Während zum Beispiel die Ursprünge der artgerechten Tierhaltung in der ökologischen Forschung stark auf die Tierethologie ausgerichtet war, welche das Verhalten der Wildtiere in ihren natürlichen Lebensräumen genauso betrachtete wie das Verhalten der Nutztiere unter den Bedingungen unterschiedlicher Haltungssysteme, erweiterten die biologisch-dynamischen Betriebe das Konzept Tierwohl durch die Tier-Mensch-Beziehung. Daraus ergaben sich ganz neue Fragestellungen, welche zum Beispiel die Reduktion des Stresses der Tiere zum Ziel hatten (Probst 2014).

In der Zucht der Milchkühe, welche in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft durch die Verwendung einzelner Organe für die Her-

stellung der Präparate eine besondere Bedeutung haben, wird heute großen Wert auf die Langlebigkeit, die Robustheit, die effiziente Verwertung von Raufutter oder die Fähigkeit, sich rasch an wechselnde Umwelt- und Management-Bedingungen (z. B. Futterqualität) anzupassen, gesetzt. Auch hier sind die Einflüsse der biologisch-dynamischen Landwirtschaft auf die allgemeine Forschung spürbar. Die biologisch-dynamische Landwirtschaft hat die Diskussion um die Enthornung der Kühe stark mitgeprägt, welche den unästhetischen Eingriff in die Natur des Tieres bemängelt. Das FiBL bietet auf diesen Impuls hin Empfehlungen zu angepassten Stalleinrichtungen für behornte Kühe an (FiBL 2016). Aus der verhaltensforschenden Beobachtung der Natur kombiniert mit Hightech-Geräten wie „Rumiwatch“ (Zehnder et al. 2012), welches mittels Sensoren Daten zur Wiederkau-, Trink- und Fressaktivität sowie den Bewegungen von Kühen auf deren Gesundheitszustand rückführen lässt, wurde versucht, die Zuchtauswahl für die Raufutterkuh zu verbessern.

Nebst dem Einfluss im Tierbereich, hat sich die biologisch-dynamische Landwirtschaft bereits früh der Pflanzenzüchtung angenommen. Eine eigenständige Saatgutversorgung soll eine optimale Anpassung

der Pflanzen an die spezifischen Standortbedingungen und die anbautechnischen Verfahren der biologisch-dynamischen Landwirtschaft garantieren (Hurter 2014). Die biologisch-dynamische Züchtung basiert ganz auf dem Konzept der bäuerlichen Partizipation, wie es am ICRISAT entwickelt wurde (Ceccarelli 2012).

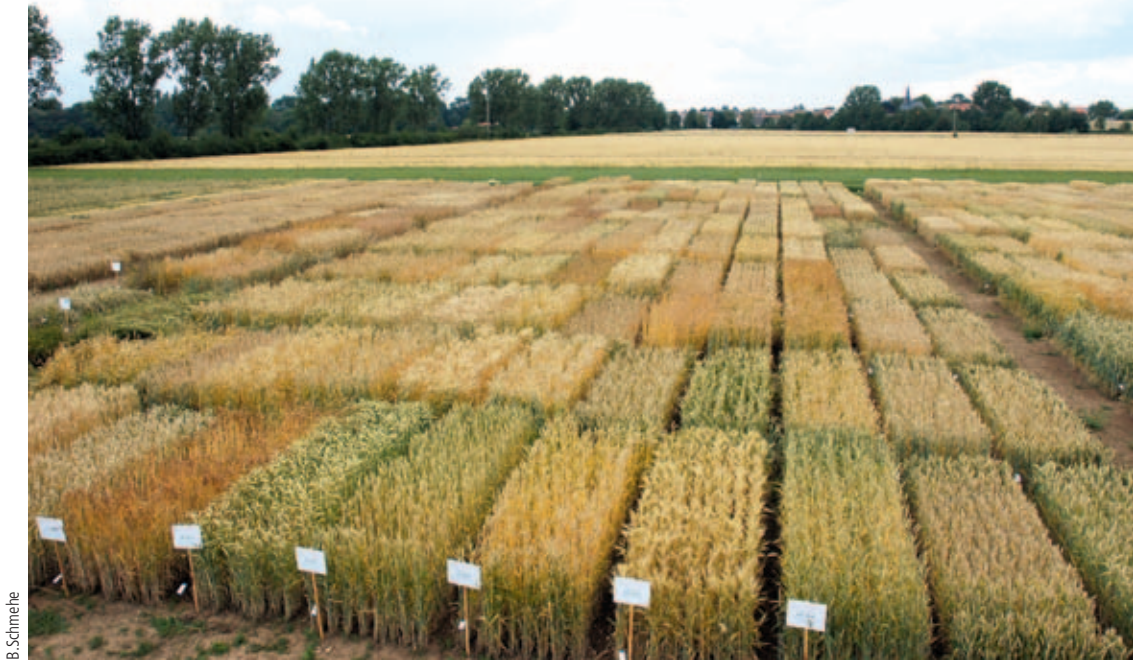
Auch bei der Lebensmittelqualität kommen zahlreiche Anregungen aus den biologisch-dynamischen Wissenschaften. Durch die bildschaffenden Methoden wurde das Verständnis für Qualität gegenüber den analytischen Verfahren deutlich erweitert. Begriffe wie Vitalqualität (Balzer-Graf 2016) waren vor 25 Jahren ganz neu. Mittlerweile liegen dazu nicht nur zahlreiche Ergebnisse vor, sondern es wurden auch erfolgreiche Versuche gemacht, die bildschaffenden Methoden mit analytischen Methoden zu korrelieren (Weibel et al. 2014) und die Auswertung der Bilder, welche eine große individuelle Erfahrung braucht, mit digitaler Bildauswertung zu automatisieren und zu ergänzen (Kahl et al. 2014).

In der biologisch-dynamischen Landwirtschaft steht für den Erfolg eines Landwirtschaftsbetriebes der Mensch im Zentrum und nicht die Technik. Diese wichtige Erkenntnis wird heute durch zahlreiche Forschungsergebnisse als allgemein gültig bestätigt. Kleinbauern produzieren zum Beispiel die überwiegende Menge der Lebensmittel, so bewirtschaften 84 % aller Bauern in Brasilien 24 % des Landes (GRAIN 2014). In Kenia würden sich die landwirtschaftlichen Erträge verdoppeln, wenn die gesamte Fläche kleinbäuerlich bewirtschaftet würde (GRAIN 2014). Zahlreiche Fallstudien in Sub-Sahara Afrika haben zudem gezeigt, dass Subsistenzlandwirte dank Ökolandbau eine nachhaltige Intensivierung sowie eine Ertragssteigerung um

100 % erzielen können (Hine et al. 2008). Die Herausforderung liegt darin, die Landrechte der Kleinbauern zu verteidigen und Kooperationen zu fördern. Doch es passiert genau das Gegenteil. Obwohl die Anbauflächen stetig zunehmen, besitzen Kleinbauern immer kleinere Flächen (mehrheitlich unter 2 ha) und rutschen in die Armut (GRAIN 2014).

Was kann die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise zur Zukunft der Landwirtschaft und Ernährung beitragen?

Der Weltagrarbericht von 2008 hat deutlich aufgezeigt, dass eine ökologische, regionale, multifunktionale und erfahrungsbasierte Landwirtschaft die Herausforderungen der Zukunft am besten meistern kann (IAASTD 2008). Es sind auch neue Ansätze für die landwirtschaftliche Forschung gefragt. Die Sicherung des ganzen Spektrums der Ökosystem-



B. Schmehe

Leistungen steht im Zentrum. Die Kleinbauern und besonders die Frauen spielen eine entscheidende Rolle bei der Armutsbekämpfung und bei der sicheren Ernährung. Neue wirtschaftliche Formen der Landwirtschaft wie solidarische Landwirtschaft oder Gemeinschaftsinitiativen

im urbanen Bereich stabilisieren die Ernährungssicherheit wesentlich. Wie die verschiedenen Beispiele in meinem Beitrag gezeigt haben, hat die biologische Landwirtschaft damit alle Eigenschaften und Elemente, welche in Zukunft unabdingbar sind. ●

Standortangepasst mit dem Ziel Anbau- und Ernährungsqualität: Züchtung biodynamischer Getreidesorten

Literatur

- Anthrowiki (2016): http://anthrowiki.at/Lili_Kolisko. ● BALZER-GRAF, U. (2016): Vitalqualität – Qualitätsforschung mit bildschaffenden Methoden. Oekolandbau-Portal. Available at: www.robkalmeyer.nl/technik/magnetronoven/vitalqualitaet.pdf ● BERNER, A., HILDERMANN, I., FLIESSBACH, A., PFIFFNER, L., NIGGLI, U. and MÄDER, P. (2008): Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil & Tillage Research* 101: 89–96. ● CARPENTER-BOGGS, L., KENNEDY, A.C., REGANOLD, J.P. (2000): Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1651–1659. ● CECCARELLI, S. (2012): Plant breeding with farmers. A technical manual. Available at: www.icarda.org/publications-and-resources/manuals-guidelines. ● Demeter (2016): http://demeter.de/Verbraucher/Aktuell/90_jahre_biodynamische_landwirtschaft. ● FiBL 2016: Lauställe für horntragende Kühe. <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1513-laufstaelle.pdf> ● FLIESSBACH, A., OBERHOLZER, H.-R., GUNST, L., MÄDER, P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118: 273–284. ● FORSTER, D., ANDRES, Chr., VERMA, R., ZUNDEL, Chr., MESSMER, M. und MÄDER, P. (2013): Yield and Economic Performance of Organic and Conventional Cotton-Based Farming Systems – Results from a Field Trial in India. *PLOS ONE*, 8 (12): 1–15. ● FUCHS, N. (2006): Lebendige Erde. http://www.lebendigeerde.de/index.php?id=a066_44_1 ● GÄDERMAIER F, BERNER A, FLIESSBACH A. et al. (2012): Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. *Renew Agric Food Syst* 27, 68–80. ● GÄTTINGER, A., MÜLLER, A., HAENI, M., SKINNER, C., FLIESSBACH, A., BUCHMANN, N., MÄDER, P., STOLZE, M., SMITH, P., EL-HAGE SCIALABBA, N. and NIGGLI, U. (2012): Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, 109 (44): 18226–18231. ● GRAIN (2014): www.grain.org/article/entries/4929-hungry-for-land-small-farmers-feed-the-world-with-less-than-a-quarter-of-all-farmland.pdf. ● HINE, R., PRETTY, J. & TIWAROG, S. (2008): Organic Agriculture and Food Security in Africa. Geneva and New York. (UNCTAD/DITC/TED/2007/15). United Nations. ● HOLE, D.G., PERKINS, A.J., WILSON, J.D., ALEXANDER, I.H., GRICE, P.V., and EVANS, A.D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122: 113-130. ● HOWARD, A. (1943): *An Agricultural Testament* Oxford University Press, available at http://ps-survival.com/PS/Agriculture/An_Agricultural_Testament_1943.pdf. ● HURTER, U. (2013): *Agrikultur für die Zukunft. Biodynamische Landwirtschaft heute. 90 Jahre Koberwitz.* Verlag am Goetheanum. p.288. ● IAASTD (2008): *Reports from the International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*; available at <http://www.agassessment.org/> ● KAHL, J., BODROZA-SOLAROV, M., BUSSCHER, N., HAJŠLOVA, J.; KNEIFEL, W.; KOKORNACZYK, M.O., VAN RUTH, S., SCHULZOVA, V. and STOLZ, P. (2013): Status quo and future research challenges on organic food quality determination with focus on laboratory methods. www.naturalsciencesection.org/wp-content/uploads/2015/11/Kahl-et-al-2014-J-Sci-Food-Agric-94b.pdf. ● KRAUSS, M., BERNER, A., BURGER, D., WIEMKEN, A., NIGGLI, U. and MÄDER, P. (2010): Reduced tillage in temperate organic farming: implications for crop management and forage production. *Soil Use and Management*, Volume 26, Issue 1: 12–20. ● KUHN, S. (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago. ISBN 0-226-45803-2. ● MÄDER, P., FLIESSBACH, A., DUBOIS, D., GUNST, L., FRIED, P.M and NIGGLI, U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* Vol. 296, Issue 5573. ● NIGGLI, U. (2014): Sustainability of Organic Food Production: Challenges and Innovations. *Proceedings of the Nutrition Society*, doi:10.1017/S0029665114001438: 1-6. ● NIGGLI, U., SLÄBE, A., SCHMID, O., HALBERG, N. and SCHLUETER, M. (2008): *Vision for an Organic Food and Farming Research Agenda to 2025. Organic Knowledge for the Future.* ● www.tporganics.eu/upload/TPOrganics_VisionResearchAgenda.pdf, 44 pages. ● PROBST, J.K., SPENGLER NEFF, A., HILLMANN, E., KREUZER, M., KOCH-MATHIS, M. und LEIBER, F. (2014): Relationship between stress-related exsanguination blood variables, vocalisation, and stressors imposed on cattle between lairage and stunning box under conventional abattoir conditions. *Livestock Science*, 164: 154-158. ● SKINNER C., GÄTTINGER A., MÜLLER A., MÄDER P., FLIESSBACH A., RUSER R. and NIGGLI U. (2014): Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management – a global meta-analysis. *Science of the Total Environment*: 468-469, 553-563. ● STOLZE M., PIORR A., HAERING A. et al. (2000): The environmental impacts of organic agriculture in Europe: organic agriculture in Europe. In *Economics and Policy*, vol. 6: 143. [Dabbert S., N LAMPKIN, J MICHELSEN, H NIEBERG and R ZANOLI, editors]. Stuttgart: University of Hohenheim. ● TUCK S.L., WINQVIST C, MOTA, F. et al. (2014): Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J Appl Ecol* 51: 746–755. ● TURINEK, M., GROBELNIK-MLAKAR, S., BAVEC, M. and BAVEC, F. (2009): Biodynamic agriculture research progress and priorities. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 24(2): 146–154. ● WIBEL, F.P., BICKEL, R., LEUTHOLD, S. und ALFOELDI, T. (2000): Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. In: Herregods, M. (Hg.) *Acta Horticulturae*: 417-426. Available at <http://orgprints.org/866/> ● WYNNEN, E. (1996): Research Implications of a Paradigm Shift in Agriculture: The Case of Organic Farming. <http://orgprints.org/3053/>. ● ZALLER, J. and KÖPKE, U. (2004): Effects of traditional and biodynamic farmyard manure amendment on yields, soil chemical, biochemical and biological properties in a long-term field. *Biology and Fertility of Soils*, Volume 40, Issue 4: 222-229. ● ZEHNDER et al. (2012): www.rumiwatch.ch/files/Zehner-et-al-2012_Validation-of-RumiWatch_CIGR-AGENG-2012.pdf