

DER LANDWIRTSCHAFTSORGANISMUS ALS FORSCHUNGSGEGENSTAND

LANGZEITVERSUCHE ZUM BIOLOGISCH-DYNAMISCHEN ANBAU IN SKANDINAVIEN 1958-1990



AUTOREN: PROF. EM. ARTUR GRANSTEDT,
DR. LARS KJELLENBERG

Stiftung Biodynamiska Forskningsinstitutet, Järna,
Schweden. arturgranstedt@jdb.se
(Übersetzung Jürgen Vater)



ABB: Prinzipielle Beschreibung des Nährstoffkreislaufes im Hoforganismus mit der Fruchtfolge (Klee gras und Erntefrüchte), Tieren, Hofdünger, dem vom Landwirt bearbeiteten Boden

(Zeichnung: Alexander Westerlund, Demeterbund, Järna)

1949 wurde in den nordischen Ländern Schweden, Finnland, Dänemark und Norwegen ein Forschungsring für biologisch-dynamischen Landbau gegründet, der *Nordisk forskningsring för biodynamisk odling*. Biodynamische Bauern, Berater und Forscher hatten in diesem Rahmen jährliche Zusammenkünfte. Ausgehend vom Landwirtschaftsimpuls Rudolf Steiners sowie der im Anschluss daran gesammelten Erfahrungen und Versuche, wollten sie gemeinsam den biologisch-dynamischen Anbau unter skandinavischen Verhältnissen entwickeln. Im schwedischen Järna wurde ein entsprechendes Forschungsinstitut eingerichtet. 1958 wurde hier der erste vergleichende langjährige Feldversuch etabliert. Er bezog acht Düngeregime in einer vierjährigen Fruchtfolge ein, mit einjährigem Klee gras, gesät in Sommerweizen. Jede Frucht wurde jedes Jahr angebaut, ohne Wiederholungen. Vier Düngeregime wurden unterschiedlich organisch gedüngt (biologisch-dynamisch, kompostierter Stallmist und Feldspritzenpräparate, biodynamisch kompostierter Stallmist ohne Feldspritzenpräparate, organisch mit frischem Stallmist, sowie die Kombination aus organisch und mineralischer Düngung), entsprechend der berechneten Dungproduktion des Betriebssystems. Drei Düngeregime wurden lediglich mineralisch in drei verschiedenen Stufen gedüngt, und ein Regime war ohne Düngung. Dieser so genannte K-Versuch wurde 33 Jahre lang durchgeführt, der zweitlängste vergleichende Versuch mit biologisch-dynamischem und ökologischem Anbau. Zur Qualitätsuntersuchung der Produkte aus dem Versuch, aber auch von solchen aus biodynamischem Anbau, wurde ein Labor eingerichtet. Dort wurden verschiedene Methoden entwickelt, um die Qualität von Produkten zu zeigen, etwa Haltbarkeitsuntersuchungen, Zersetzungstests und die Kupferchloridkristallisation, die durch Magda Engqvist in die nordische Arbeit eingeführt wurde. Die Ergebnisse der Produktuntersuchungen aus verschiedenem Anbau waren bei der biologisch-dynamischen Beratung in Skandinavien lange richtungsweisend.

1971 bis 1979 wurden vergleichende Versuche zwischen biodynamischem und konventionellem Anbau begonnen und durchgeführt. Sie waren so angelegt, dass sie auch Wiederholungen einbezogen und eine statistische Auswertung ermöglichten. Mehrere wissenschaftliche Arbeiten dazu entstanden: Bo Pettersson 1970, 1982, Josef Dlouhý 1981, Lennart Salomonsson 1986. Die Unterschiede bei den Ernteerträgen waren den Untersuchungen zufolge geringer als zehn Prozent, und statistisch sichere Resultate zeigten eine höhere Qualität der biodynamischen Produkte bei Eigenschaf-

ten wie der Zusammensetzung des Proteins (Anteil essenzieller Aminosäuren in Brotgetreide und Kartoffeln), zeigten höhere Nährwerte, niedrigere Nitratgehalte und besseres Lagerverhalten. Mittels multivariater Statistik konnte später bestätigt werden, dass biologisch-dynamisch angebaute Parzellen in allen Jahren bessere Qualität aufwiesen als die entsprechenden konventionell angebaute (international publiziert von Kjellenberg und Granstedt 2015). Die einjährige, kleereiche Weide in der Fruchtfolge wies jedoch eine negative Wirkung auf die Nahrungsqualität der Folgefrucht auf.

Von Parzellenversuchen zu Hofstudien: eine wichtige Methode

Hinsichtlich der Umweltdebatte der 1970er-Jahre war es wichtig, ganze Höfe und deren Einwirkung auf die Umwelt zu studieren. Es ging um die Frage, wie ein gesamter landwirtschaftlicher Betrieb seine Stickstoffversorgung ohne den Stickstoff der Handelsdüngemittel bewerkstelligen kann. 1981 bis 1987 wurden zwei biologisch-dynamische Höfe in Järna in Mittelschweden sowie ein solcher Hof in Südschweden mit konventionellen, spezialisierten Ackerbau- bzw. Tierhaltungsbetrieben verglichen. Auf allen Höfen wurden die Stickstoffprozesse in Boden und Saat, der Verbrauch durch Tierhaltung, die Düngung sowie das Gleichgewicht zwischen Zufuhr und Abfuhr auf Hof-Ebene verfolgt und dargestellt (Granstedt 1990). Hier wurden die grundlegenden Prinzipien einer Landwirtschaft gezeigt, die auf Kreisläufen basiert und bei der die Verluste pflanzlicher Nahrung durch die Anpassung der Tierhaltung an die eigene Futterproduktion sowie ausgewogene Fruchtfolgen mit Stickstoff fixierenden Hülsenfrüchten minimiert werden. Auf diese Untersuchungen folgten weitere Hofstudien und schließlich das Ostseeprojekt BERAS. Auf der Grundlage von Hofstudien in der gesamten Ostseeregion wurde hier die Notwendigkeit einer Umstellung der Landwirtschaft dieser Region gezeigt, um den Austrag von Düngesalzen in das Meer zu verringern.

Exaktversuche im biodynamischen Hoforganismus

Im Landwirtschaftlichen Kurs stellt Rudolf Steiner die Frage: Ist es ein Unterschied, ob wir den Stallung vom Nachbarhof oder vom eigenen Hof nehmen? Steiner stellt den Hof nicht nur als ein Ökosystem, sondern als eine Individualität dar, die sich so weit wie möglich selbst versorgen sollte. Werden Mittel von außen zuge-

führt, können sie als Heilmittel betrachtet werden. Der landwirtschaftliche Organismus wird als eine Individualität beschrieben, die auf dem Kopf steht und über eine seelische Dimension verfügt. Die Pflanzen auf dem Hof wachsen in dem Teil heran, der mit dem Bauch verglichen werden kann. Hier befindet sich der Stoffwechsel des Hofes mit Tieren und Dung. Nimmt man dieses Bild ernst und legt Versuche mit Dung an, ist es wichtig, Dung der eigenen Tiere zu verwenden, deren Futter aus dem Selbsthaushalt des landwirtschaftlichen Organismus stammt. Dies dürfte von besonders großer Bedeutung sein, wenn man Versuche anstellt, bei denen biologisch-dynamische Präparate getestet werden sollen.

1991 begann eine vergleichende Untersuchung auf dem Hof Skilleby, die nach fünf Jahren sämtliche Fruchtfolgen auf dem Hof umfasste. Die Fragestellung betraf den Effekt der Kompostierung bzw. Nicht-Kompostierung sowie den Einfluss der Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate für Ernteertrag und die Qualität der Produkte. Durch die Anpassung an den Hof unterschieden sich die Versuche von anderen Versuchen auf dem Gebiet des biologisch-dynamischen Landbaus.

Kompostierung und biologisch-dynamische Präparate: ihre Wirkung auf Ertrag und organische Bodensubstanz

Ein genereller Unterschied bei Anwendung von unkompostiertem Dung im Vergleich zu kompostiertem konnte während der ersten Versuchsperiode nicht gezeigt werden. Die Ergebnisse deuteten aber darauf hin, dass kompostierter Dung mit und ohne biologisch-dynamische Präparate bei trockenen Verhältnissen im Frühjahr eine etwas reichlichere Ernte ergeben kann.

Aus den Versuchen geht hervor, dass die hauptsächliche Stickstoffversorgung vom Boden herrührt und teils der Frucht des Vorjahres, teils der Mineralisierung der Humusschicht des Bodens zugeschrieben werden kann. Es ist deutlich, dass der Hauptanteil – bei diesem Versuch 80 bis 90 Prozent – des Stallungstickstoffs in organisch zersetztem Dung dem Erhalt des Humusvorrats und damit der längerfristigen Mineralisierungskapazität des Bodens zugeführt wird. Diese Langzeiteffekte wurden unter den Voraussetzungen des Versuchs studiert.

Wirkung biologisch-dynamischer Präparate im Anbau

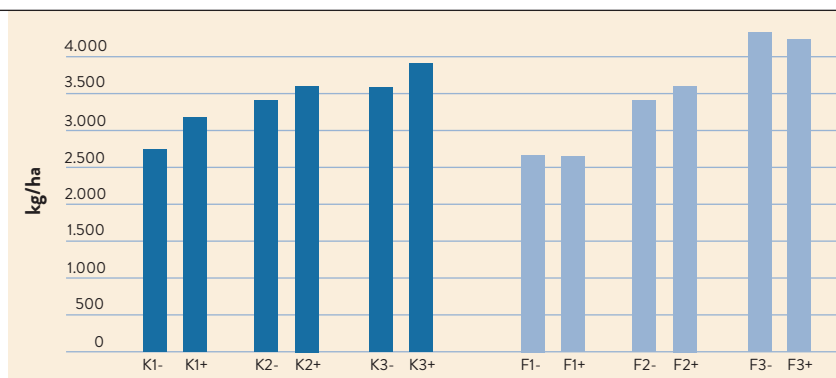
In fünf von sechs Jahren war der Ertrag von Winterweizen höher bei Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate in den Parzellen und mit biologisch-dynamisch präpariertem und kompostiertem Dung, im Durchschnitt 5 % für die ganze Periode. Bei besonders schlechten Wachstumsbedingungen – 1993 – war er signifikant höher. Auch frühere Studien ergaben, dass die Präparatewirkung systembedingt ist: Die biologisch-dynamischen Spritzpräparate wirken vor allem dann ertragserhöhend, wenn die Bedingungen für geringere Erträge vorherrschen. Dies geht auch aus dem Ernteertrag bei unterschiedlichen Düngeebenen von unkompostiertem und kompostiertem Dung hervor (Abb. 1).

Es scheint so zu sein, dass die Präparatewirkung in Form höherer Erträge hauptsächlich in Kombination mit der Anwendung von mit den biologisch-dynamischen Kompostpräparaten kompostiertem Dung nachgewiesen werden kann. Die Wirkung hielt auch nach Behandlung mit Jauche an, welche die Erträge und das Gesamtprotein erhöhte. Die Versuchsergebnisse deuten zudem darauf hin, dass nicht die Stickstoffausnutzung im Dung die günstigere Wirkung hervorruft, sondern die Nutzung der zugänglichen Stickstoffmenge des Bodens. Die vorhandenen Archivproben dieser Versuche könnten eine Weiterverfolgung der Qualitätseigenschaften ermöglichen.

Der langfristige Effekt auf die Bodenfruchtbarkeit

Die Versuche auf Skilleby wurden zwanzig Jahre lang bis 2010 weitergeführt. Die organische Substanz im Boden, gemessen als organischer Kohlenstoff, nahm bei sämtlichen Versuchen zu. Bei zwei Feldern mit Fruchtwechsel konnten signifikante Erhöhungen bei Anwendung kompostierten Dungs wie auch der biologisch-dynamischen Präparate festgestellt werden. Auf Feld 1, wo der Versuch begann, betrug die Steigerung durchschnittlich 400 kg C pro Hektar und Jahr von 1991 bis 2005 (Abb. 2). Kompostierter Dung mit Anwendung der biologisch-dynamischen Feld- und Kompostpräparate jedes Jahr erhöhte die organische Substanz im Nährboden um 10 Prozent, verglichen mit der Anwendung unkompostierten Dungs ohne Präparate, wo die Steigerung sieben Prozent betrug (Abb. 3).

Abb. 1: DER EINSATZ BIODYNAMISCHER PRÄPARATE ZUR MISTKOMPOSTIERUNG UND AUF DEM FELDE ergab signifikant höhere Ernten (+10 %) in Behandlungen mit kompostiertem Dung. Mittlerer Ertrag von Winterweizen 1996 und 1997 mit kompostiertem Dung in drei Düngeebenen (12,5 bzw. 25 bzw. 50 t) (links: K1, K2, K3) bzw. unkompostiertem Dung in drei Düngeebenen (rechts: F1, F2, F3) • ohne (-) und mit (+) biologisch-dynamischen Präparaten behandelt.



Die Anwendung der Präparate ergab den deutlichsten Effekt zu Beginn des Versuchs: signifikant höherer Gehalt organischer Substanz in den Reihen mit unkompostiertem und mit kompostiertem Dung. Im Unterschied zu anderen Versuchen konnten diese Wirkung unterschiedlicher Düngungen und die Bedeutung der Präparate jeweils für sich und in Kombination dokumentiert werden.

Zusammenfassung: Kompostierung und Präparierung steigern den Humusgehalt

Langzeitversuche mit Düngungsvarianten zum Vergleich von biologisch-dynamischem, ökologischem und konventionellem Anbau begannen in Järna bereits 1958. Seit 1990 wurden Hofversuche mit Studien gesamter Anbausysteme durchgeführt, ergänzt durch Detailversuche innerhalb des Hoforganismus selbst. Dadurch wurde es möglich, die Bedeutung der Anwendung der Dünger vom eigenen Hof zu studieren. Die Versuche zeigten, dass die biologisch-dynamischen Präparate den Ernteertrag vor allem bei niedrigem Erntenniveau erhöhen können. Kompostierung und die Anwendung sowohl der biologisch-dynamischen Kompost- wie auch der Spritzpräparate verbesserten, jeweils für sich, die organische Substanz des Bodens. Beide Behandlungen zusammen ergaben die höchste Wirkung: 10 % mehr Humus in 14 Jahren. Hier liegen, bei Kombination mit Kleeanbau und Dung vom eigenen Betrieb, Mittel zur Steigerung der Fruchtbarkeit des Bodens vor. Gleichzeitig ist das ein Beitrag zur Minderung der Klimakrise, indem Kohlendioxid aus der Atmosphäre gebunden wird. Künftige Berichte werden auch auf die Frage eingehen, was als Konsequenz der unterschiedlichen Behandlungen hinsichtlich der Qualität der Produkte gezeigt werden konnte. Weitere Versuche richten sich aktuell auf flüssigen Dünger im Vergleich zu kompostiertem, festem Dünger innerhalb des biologischen Hoforganismus. •

HOF SKILLEBY IN JÄRNA: seit 1967 biologisch-dynamisch betrieben • 20 bis 35 m über dem Meeresspiegel • Jahresniederschlag Ø 655 mm • Jahresmitteltemperatur 6,2° Ø • Ackerfläche 57 ha

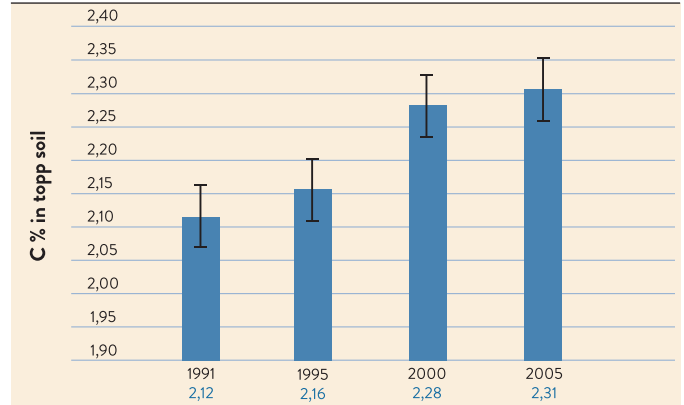


ABB. 2: DURCHSCHNITTLICHER GEHALT ORGANISCHEN KOHLENSTOFFS IM MUTTERBODEN, 0 bis 20 cm, in den Jahren 1991, 1995, 2000 und 2005 über die 12 Varianten im Rahmen der Hofversuche auf Skilleby. Die kleinen Striche zeigen Standardabweichungen an.

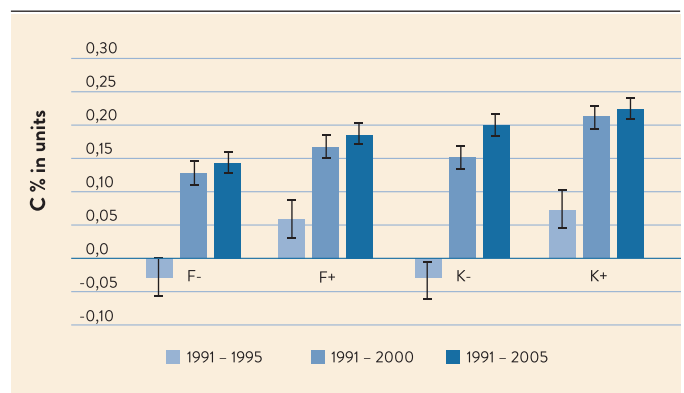


ABB. 3: MISTKOMPOST PLUS BIODYNAMISCHE PRÄPARATE MACHEN EINEN UNTERSCHIED. Durchschnittliche Steigerung des organischen Kohlenstoffgehalts im Mutterboden bei Behandlungen mit unkompostiertem Dung ohne biologisch-dynamische Präparate (F-) bzw. mit Präparaten (F+) sowie mit kompostiertem Dung ohne (K-) und mit (K+) Präparaten für die Jahre 1991 bis 1995, 1991 bis 2000 und 1991 bis 2005. Die kleinen Striche zeigen die Standardabweichungen an: ist die Differenz zwischen den Säulen größer, unterscheiden sich die Varianten.

Quellen: 1) Pettersson, B.D., Reents, H.J. und Wistinghausen, E. v.: Düngung und Bodeneigenschaften, Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden, Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, Darmstadt 1992. • 2) Kjellenberg, L. und Granstedt, A. 2005. The K-trial: A 33-years study of the connections between manuring, soils and crops. SBF1, Järna, Sweden • 3) Engqvist, M.: Physische und lebensbildende Kräfte in der Pflanze, Verlag Vittorio Klostermann, Frankfurt 1975. • 4) Pettersson, Bo. D.: Konventionell och Biodynamisk odling, Jämförande försök mellan två odlingsystem. Nordisk Forskningsring, Meddelande nr 32, Conventional and biodynamic farming; comparative studies of two cultivation systems, Nordic research circle, Report 32, Järna 1982. • 5) Dlouhý, J.: Alternativa odlingsformer. Växtprodukters kvalitet vid biodynamisk och konventionell odling. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Plant Husbandry, Uppsala 1981. Alternative forms of agriculture – quality of plant products from conventional and biodynamic growing. • 6) Salomonsson, L.: Studies on composition of proteins in Wheat from different growing systems. Dissertation Swedish university of Agricultural Sciences, Department of Chemistry and Molecular Biology, Uppsala 1986. • 7) Kjellenberg, L. und Granstedt, A.: Influences of Biodynamic and Conventional Farming Systems on Quality of Potato (Solanum Tuberosum L.) Crops: Results from Multivariate Analyses of Two Long-Term Field Trials in Sweden, Foods, 3, 440–462, 2015. • 8) Granstedt, A.: Fallstudier av

kväveförsörjningen i alternativ odling. Alternativ odling 4, Dissertation Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Soil Science. Summary: Case studies by Nitrogen supply on alternative farming, Uppsala 1990. • 9) Granstedt, A.: Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load of the environment – experience from Sweden and Finland. Agriculture, Ecosystem & Environment 1570, 1-17, Elsevier Science B.V., Amsterdam 2000. • 10) Granstedt, A.: Stallgödelsanvändning i ekologisk odling – Resultat från fältförsök i höstvetete på Skilleby i Järna 1991–1997. (Summary; Use of livestock manure in ecological agriculture – Results of field experiments in winter wheat on Skilleby farm, Järna, 1991–1997). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Plant Husbandry, Ecological agriculture, 26, 1-74 Uppsala 2000 • 11) Raupp, J., König, U.J.: Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels. Biological Agriculture and Horticulture, 13, 175–188, 1996. • 12) Granstedt, A. Kjellenberg, L 2017 Carbon sequestration in long term on farm studies in Organic and Biodynamic Agriculture, Sweden in: Rahmann et al. (2017): Innovative Research for Organic 3.0 – Proceedings of the Science Track at the Organic World Congress, November 9–11, 2017 in Delhi, India. Sprint/Delhi, pp526 • 13) Granstedt, A. 1992. The potential for Swedish farms to eliminate the use of artificial fertilizers. American Journal of Alternative Agriculture – Volume 6 – Issue 3...