Ergänzende Informationen zum Beitrag

Was Langzeitversuche für die Biolandbauforschung bedeuten

Erschienen in ÖKOLOGIE & LANDBAU Nr. 170, 2/2014, Seite 45-47, Abrufbar unter www.orgprints.org/25186

Paul Mäder

Leiter Departement Bodenwissenschaften

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Ackerstr. 113, CH-5070 Frick

Tel. +41 62 865 7231  
E-Mail [paul.maeder@fibl.org](mailto:paul.maeder@fibl.org)

Dr. Jochen Mayer  
Agroscope  
Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften (INH)

Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich  
E-Mail: jochen.mayer@agroscope.admin.ch

**Inhalt**

[1. Für welche Fragestellungen eignen sich Langzeitversuche? 2](#_Toc381351486)

[2. Hauptergebnisse aus dem DOK-Versuch 4](#_Toc381351487)

[3. Der DOK-Versuch im Dienste der Schweizerischen und Europäischen landwirtschaftlichen Spitzenforschung: laufende Nationale und Europäische Projekte mit Schweizer Beteiligung (nur Drittmittelprojekte) 6](#_Toc381351488)

[3.1 Schweiz 6](#_Toc381351489)

[3.2 EU-Projekte 7](#_Toc381351490)

1. Für welche Fragestellungen eignen sich Langzeitversuche?

* Die kontinuierliche Erfassung der Bewirtschaftungsmassnahmen, der Düngung, des Pflanzenschutzes und der Erträge erlaubt Aussagen über die **agronomische, ökologische und ökonomische Leistungsfähigkeit** von landwirtschaftlichen Anbausystemen. Die Untersuchung der Lebens- und Futtermittelqualität spielt insbesondre im Hinblick auf wachsende Verbrauchermärke ökologischer Produkte eine wichtige Rolle. Erntegut aus Langzeitversuchen eignet sich hervorragend für Qualitätsuntersuchungen. Die landwirtschaftliche Produktivität hat angesichts der rasant wachsenden Weltbevölkerung und der Konkurrenz von Nahrungsmitteln mit Ackerrohstoffen wieder an Bedeutung gewonnen, auch im Kontext mit der Ressourceneffizienz (Energie und Nährstoffe). Langzeitversuche liefern wertvolle Daten über die Stabilität der Produktion über lange Zeiträume.
* **Prozessstudien des Kohlenstoff- Stickstoff- und Phosphorkreislaufs** liefern vertiefte Erkenntnisse über Nährstoff- und Energiekreisläufe, die zur Optimierung der landwirtschaftlichen Praxis beitragen. Wurzel-Bodeninteraktionen wie z.B. Stickstoff- und Kohlenstoffeinträge über Rhizodeposition und der Erforschung mikrobieller Prozesse bei der Nährstofftransformation und bei Selbstregulierungsprozessen (z.B. Kontrolle von bodenbürtigen Schaderregern) in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung fällt eine Schlüsselrolle zu.
* Langzeitversuche eignen sich ausgezeichnet, um **neue Methoden zu entwickeln** und mit traditionellen Methoden zu vergleichen. Zu nennen sind etwa molekularbiologische Methoden zu mikrobiellen Gemeinschaften und zur Bestimmung verschiedener Taxa, aber auch metagenomische Studien (Analyse des Gesamtgenoms aller Bodenlebewesen) im Zusammenhang mit sehr spezifischen Bodenfunktionen. Moderne Methoden zur Protein- und Aminosäurezusammensetzung der Lebens- und Futtermittel liefern wertvolle Grundlagen zur Qualität ökologischer Produkte.
* Fragen der **Biodiversität und des Bodens als Kohlenstoffspeicher** sind im Zusammenhang mit dem Klimawandel von zentraler Bedeutung.
* Böden aus Langzeitversuchen lassen sich sehr nutzbringend verwenden, um die **Auswirkungen neuer Techniken** **im Kontext landwirtschaftlicher Anbausysteme** auf die Bodenqualität zu testen. Hierzu zählt etwa der Einsatz von Biocontrol-Organismen (beispielsweise Bakterien zur Unterdrückung von Wurzelkrankheiten), von genmanipulierten Pflanzen (zum Bespiel Bt-Mais), aber auch von Pestiziden der neuen Generation oder von Pflanzenkohle[[1]](#footnote-1). Auch die Interaktion von neuen Züchtungen mit verschiedenen Anbausystemen oder die Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung lassen sich in Langzeitversuchen hervorragend testen, falls die Parzellen gross genug sind. Beispielsweise wurden im DOK Versuch erfolgreich konventionelle und biologische Weizensorten getestet, und in einem Teil der Parzellen des Rodale Experiments erfolgt die Bodenbearbeitung reduziert.
* Langzeitversuche fördern die **interdisziplinäre Zusammenarbeit.** Sie bilden eine Brücke zwischen angewandter und Grundlagenforschung und eine Plattform für den Dialog zwischen Forschung, Beratung, Konsumenten und Gesellschaft. Schließlich dienen Ergebnisse aus Langzeit-Systemvergleichsversuchen auch als **Beratungs- und Schulungsmaterial** auf allen Stufen (Grundausbildung, Fachschulen, Hochschulen, Universitäten). Sie dienen der Politikberatung, wenn es zum Bespiel um Fragen der Förderung von besonders nachhaltigen Landwirtschaftssystemen geht.

1. Hauptergebnisse aus dem DOK-Versuch

**Das Versuchskonzept:** Im DOK Langzeit Systemvergleichsversuch werden seit 1978 biologisch-dynamische (D), biologisch-organische (O) und konventionelle Anbausysteme (K) in einer siebenjährigen Fruchtfolge miteinander verglichen. Von den insgesamt sieben angebauten Kulturen werden jedes Jahr drei in den zeitlich versetzten Fruchtfolgerotationen angebaut. Die Systeme D, O, und K werden praxisüblich gedüngt (je 1.4 Düngergrossvieheinheiten), das System K erhält auch Mineraldünger. Zusätzlich werden die drei Anbausysteme D, O, K mit reduzierter Düngung von 50% der Norm bzw. 0.7 DGVE geführt. Ein weiteres konventionelles System wird ausschliesslich mit Mineraldünger gedüngt. Der Pflanzenschutz erfolgt in den beiden konventionellen Systemen nach wirtschaftlichen Schadenschwellen. Die Fruchtfolge wurde laufend den neuesten Erkenntnissen der pflanzenbaulichen Forschung und den Marktbedürfnissen angepasst, und setzt sich heute aus Kleegras-Kleegras-Silomais-Soja-Winterweizen- Kartoffeln-Winterweizen zusammen. Der Standort zeichnet sich durch ein relativ mildes Klima (Jahresdurchschnittstemperatur 9.5°C, 785 mm Jahresniederschlag) aus. Der tiefgründige Loesslehm ist sehr fruchtbar, neigt aber im Frühjahr zur Vernässung, was eine mechanische Unkrautregulierung oft erschwert.

**Aufwand und Ertrag:** Bei rund 40% weniger Aufwand an Nährstoffen (NPK) erzielten die biologischen Anbausysteme im Durchschnitt der Kulturen über alle fünf Fruchtfolgeperioden 80% der konventionellen Erträge. Die durchschnittliche Ertragsminderung in den Ökosystemen blieb über alle fünf Fruchtfolgeperioden konstant bei rund 20%. Die grössten Ertragsunterschiede finden sich heute bei Kartoffeln (-40%), Winterweizen (-30%); geringe Ertragsreduktionen weisen Kleegras (-15%) und Silomais auf (-10%), während die Sojaerträge gleich hoch sind. Die unterschiedliche Differenzierung lässt sich mit der Fruchtfolgestellung (z.B. Mais nach Kleegras), der Kulturdauer, der Durchwurzelungsintensität, dem Nährstoffbedarf, dem Vorkommen von Wurzelsymbioseorganismen wie Mykorrhizapilze und Knöllchenbakterien) und der Anfälligkeit der Kulturen für Krankheiten und Schädlingen erklären. Nach LCA Berechnungen ist der Energieaufwand je Hektar in den Bioparzellen rund 22% - 35% reduziert. Bezogen auf das kg geerntete Trockenmasse ist der Energieaufwand in den Bioverfahren noch um 2% - 17% reduziert. Hauptgrund ist der Verzicht auf mineralische Dünger.

**Produktequalität:** Vegetativ erzeugte Produkte wie Kleegras, Silomais und Kartoffeln enthalten in den konventionellen Anbausystemen mehr Kalium und Phosphor, und mehr Protein in den Weizenkörnern. Essentielle Aminosäuren sind zum Teil in den biologisch produzierten Weizenkörnern erhöht. Proteomische Analysen zeigen, dass Weizen systemtypische Proteinmuster enthält, welche zur Authentifizierung dienen können. Weizenschrot aus biologisch-organischer, biologisch-dynamischer und konventioneller Produktion wurde in Doppelblindversuchen auch organoleptisch (Geruchs- und Geschmackstests) differenziert.

**Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffkreisläufe:** Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit, wie der Humusgehalt, die mikrobielle Biomasse und die Dehydrogenaseaktivität weisen bei organischer Düngung höhere Werte aus. Nur das biologisch-dynamische System mit Anwendung von Mistkompost konnte die ursprünglichen Humuswerte über den gesamten Versuchszeitraum halten, das mineralische konventionelle System nahm im Humusgehalt deutlich ab. Eine höhere metabolische Diversität der Mikroorganismenpopulationen ging einher mit einer besseren Energienutzungseffizienz der organischen Substrate des Bodens. Regenwürmer, aber auch Laufkäfer traten in den Bioparzellen häufiger auf. Mit dem Ausschluss potenziell toxischer Pflanzenschutzmittel in den konventionellen Systemen verringerten sich die Systemunterschiede. Trotz erhöhten Potenzialen zur Umsetzung von organisch gebundenem Phosphor und Stickstoff (erhöhte Enzymaktivitäten: Phosphataseaktivität und Proteaseaktivität) vermögen organisch und mineralisch gedüngte Böden P und N aus Mist gleich gut umzusetzen (Topfversuche). Die Anbausysteme übten einen starken Einfluss auf das Vorkommen von Wurzelsymbiosepilzen aus. Der Kolonisierungsgrad der Wurzeln war in den biologischen Parzellen erhöht, und sensitive Arten traten häufiger auf. In allen Anbausystemen fixierte Klee im Mischbestand mit Gräsern sehr hohe N-Mengen, die zum Gras transferiert wurden, unabhängig vom Anbausystem.

Durch negative Bilanzen insbesondere in den tieferen Nährstoffniveaus der biologischen Anbausysteme nahmen die löslichen Gehalte an Phosphor und Kalium im Boden ständig ab; dies trat aber auch bei praxisüblicher Düngung in verminderten Mass auf. Während P durch Mykorrhizapilze vermehrt mobilisiert werden kann, und in den Biosystemen auch ein Transfer aus tieferen Bodenschichten des Unterbodens erfolgte, besteht insbesondere bei K die Gefahr eines Mangels. Durch Rückführung von qualitativ hochwertigen Siedlungsabfällen wie Grüngutkompost kann dieser Verarmung in der Praxis wirkungsvoll begegnet werden.

**Biodiversität:** Die Biodiversität wurde durch biologische Bewirtschaftung im DOK Versuch auf verschiedenen trophischen Ebenen gefördert: Mikroorgamismen, Mykorrhizapilze, Regenwürmer, Laufkäfer, Unkräuter. Es ist anzunehmen, dass diese Differenzierung zwischen den Anbausystemen auf Betriebsebene Auswirkungen auf noch höhere trophische Stufen wie Vögel hätte.

1. Der DOK-Versuch im Dienste der Schweizerischen und Europäischen landwirtschaftlichen Spitzenforschung: laufende Nationale und Europäische Projekte mit Schweizer Beteiligung (nur Drittmittelprojekte)
   1. Schweiz

Einzelprojekte

* Effects of biochar amendment on plant growth, microbial communities and biochar decomposition in agricultural soils. Schweizerischer Nationalfonds (2011-2014) Dr. Andreas Gattinger, Dr. Andreas Fliessbach, Dr. Paul Mäder, FiBL Frick
* Below ground input and turnover of symbiotically fixed nitrogen along a soil nutrient availability gradient. Schweizerischer Nationalfonds (2011-2014) Dr. Jochen Mayer, PD Dr. Andreas Lüscher, Agroscope, Zürich, Dr. Astrid Oberson, ETH, Zürich
* Zink biofortification of wheat through organic matter management in sustainable agriculture (ZOMM) Mercator Research Program of the World Food Centre (2013-2016) Prof. Rainer Schulin, Prof. Emmanuel Frossard, ETH Zürich

Projekte im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms Boden "Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden" (NFP 68)

* Structure and function of N2O producing and reducing microbial communities as influenced by soil management. Schweizerischer Nationalfonds NFP 68 (2013-2016) Dr. Andreas Gattinger, Dr. Cecile Thonar, Dr. Paul Mäder, FiBL Frick
* Determination of sources and sinks of greenhouse gases in Swiss arable soils (DOK trial). Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft (2012-2015) Dr. Andreas Gattinger, Dr. Paul Mäder, FiBL Frick
* Agricultural management and below ground carbon inputs – Sustaining soil quality. Schweizerischer Nationalfonds, NFP 68 (2013-2016) Dr. Jochen Mayer, PD Dr. Jens Leifeld Agroscope, Zürich, PD Dr. Andreas Hund, ETH, Zürich, Dr. Samuel Abiven, Universität Zürich
* Applications of entomopathogenic nematodes for a sustainable control of soil insect pests. Schweizerischer Nationalfonds, NFP 68 (2013-2016) Prof. Théodoor Turlings, Université de Neuchâtel
* Protecting soil as a safe resource: Antibiotic resistome metagenomics and impact of land use on resistance dynamics. Schweizerischer Nationalfonds, NFP 68 (2013-2016) Dr. Brion Duffy, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften
* Sustaining and improving soil health with plant-beneficial bacteria. Schweizerischer Nationalfonds, NFP 68 (2013-2016) Dr. Monika Maurhofer Bringolf, ETHZ
* Recruitment limitation in soil? Restoring soil ecosystem functioning and sustainability by introducing below ground mutualists. Schweizerischer Nationalfonds, NFP 68 (2013-2016) Dr. Marcel Van der Heijden, Agroscope, Zürich
  1. EU-Projekte
* Resource preservation by application of bioeffectors in European crop production (BIOFECTOR). EU FP7 (2013-2018). Co-ordinator: Prof. Günther Neumann, Univ. Hohenheim; Schweiz: Dr. Paul Mäder, Dr. Cécile Thonar, FiBL CH. http://www.biofector.info/
* Improving nutrient efficiency in major European food, feed and biofuel crops to reduce the negative environmental impact of crop production (NUE-CROPS). EU FP 7 (2009-2014). Koordinator: Prof. Carlo Leifert, Univ. New Castle; Schweiz: Dr. Paul Mäder, Dr. Cécile Thonar, Dr. Monika Messmer, FiBL CH. http://research.ncl.ac.uk/nefg/nuecrops/page.php?page=1
* Distributed Infrastructure for Experimentation in Ecosystem Research (EXPEER). EU FP 7 (2011-2014). Co-ordination: Dr. Abad Chabbi, INRA; Schweiz: Dr. Paul Mäder, FiBL CH, Dr. Jochen Mayer, Agroscope,. http://www.expeeronline.eu/

1. Pflanzenkohle (auch Biokohle, englisch Biochar) wird durch Verkohlung organischer Stoffe wie Baumschnitt hergestellt, und wird oft zur Bodenverbesserung eingesetzt. [↑](#footnote-ref-1)