

## Wissenschaft

# Was Langzeitversuche für die Biolandbauforschung bedeuten

Langzeitversuche können Systemzusammenhänge des ökologischen Landbaus erklären und ergänzen faktorielle Untersuchungen. Welchen Charakter sie besitzen und wie sie zum Kulturdenkmal werden, beschreiben die Leiter des DOK-Langzeitversuchs **Paul Mäder und Jochen Mayer**.

Die landwirtschaftliche Forschung steht weltweit vor großen Herausforderungen. Fragen der Ernährungssicherung, der Ressourceneffizienz, der Erhaltung der Biodiversität und der Bodenfruchtbarkeit im Kontext des Klimawandels stehen im Vordergrund. Sowohl im agronomischen als auch im biotechnologischen Bereich werden neue Techniken entwickelt, um die Pflanzen besser vor Krankheiten zu schützen und die Produktionsmittel effizienter einzusetzen. Die Wirkungen der neuen Technologien und ihre Interaktionen mit dem Gesamtsystem lassen sich in Systemvergleichsversuchen hervorragend testen. Langzeitversuche haben in der modernen, landwirtschaftlich orientierten Forschung einen sehr hohen Stellenwert – und dienen als Forschungsplattform. Dort arbeiten verschiedenste Disziplinen zusammen.

## Historischer Rückblick

Die ältesten landwirtschaftlichen Langzeitversuche der Welt, die heute noch regelmäßig beprobt werden, wurden zwischen 1843 und 1856 in Rothamsted in England angelegt. Sie liefern aktuelle Daten, um ein neues Verständnis für die heutige Landwirtschaft zu erhalten, und erlauben Einblicke in die Ökologie von Agrarsystemen. Im Broadbalk-Feldversuch untersuchen Wissenschaftler die Auswirkungen mineralischer Einzelkomponentendünger und Wirtschaftsdünger auf den Ertrag. In einem Graslandversuch studieren heute Ökologen, Umweltwissenschaftler und Bodenforscher den Einfluss der Bewirtschaftung auf die Biodiversität und die Bodenfunktionen im Kontext des Klimawandels. Von herausragender Bedeutung ist auch der seit über 130 Jahren durchwegs mit Roggen bestellte Dauerfeldversuch „Ewiger Roggenanbau“ in Halle. Mittlerweile steht der 1878 angelegte, älteste Dauerfeldversuch Deutschlands als Kulturdenkmal unter behördlichem Schutz.

## Systemansatz versus faktorieller Versuch, statischer versus dynamischer Forschungsansatz

Seither sind europaweit viele Langzeitversuche<sup>1</sup> angelegt worden. Ihnen allen gemeinsam ist, dass sich das ursprüngliche Interesse an den Erträgen auf zentrale ökologische Fragestellungen ausgeweitet hat.

In zahlreichen Feldversuchen werden landwirtschaftliche Praktiken wie Düngung, Fruchtfolge, Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung in faktoriellen Feldversuchen untersucht. Doch der ökologische Landbau versteht sich als Gesamtsystem, in dem das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile. Die Forschungsansätze für ökologische Bewirtschaftungssysteme folgten diesem integrativen Systemansatz und entwickelten Versuchsdesigns, die nicht einzelne Faktoren vergleichen, sondern ganze Landwirtschaftssysteme einander gegenüberstellen.

So entstanden in Europa und den USA die weltweit bedeutendsten Langzeitsystemvergleiche im Zuge der Entwicklung des ökologischen Landbaus und der damit verbundenen vermehrten Forschungsaktivität. Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Ackerparzellen werden Seite an Seite in einem Design nach statistischen Grundsätzen verglichen: seit 1978 mit dem DOK-Versuch<sup>2</sup> im schweizerischen Therwil (Basel-Land) und seit 1981 mit dem Rodale-Experiment im nord-amerikanischen Kutztown (Pennsylvania). Beide Versuche zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Gegensatz zu sehr vielen faktoriellen Versuchen nicht statisch, sondern semistatisch durchgeführt werden. Das heißt, dass die Hauptverfahren zwar über Jahrzehnte konstant gehalten werden, aber zum Beispiel Fruchtfolge, Pflanzenschutz, Sortenwahl, und Gründüngungen nach jeder Fruchtfolgerotation den neuesten Entwicklungen

<sup>1</sup> Übersicht zu europäischen Langzeitversuchen unter [www.ufz.de/somnet](http://www.ufz.de/somnet)

<sup>2</sup> DOK: D = biologisch-dynamisch; O = biologisch-organisch; K = konventionell

in der Produktionstechnik der jeweiligen Systeme angepasst werden. Einen guten Überblick über Langzeitversuche im Ökolandbau gibt eine Publikation der Internationalen Gesellschaft für Forschung im Ökologischen Landbau (ISOFAR) (Raupp et al., 2006).

Ein aktuelles internationales Projekt, in dem Daten aus bestehenden Langzeitversuchen in Metaanalysen ausgewertet werden, beschäftigt sich mit reduzierter Bodenbearbeitung und Gründüngungen in ökologischen Landbausystemen.<sup>3</sup>

Dieser Artikel fokussiert auf das Potenzial von Langzeitsystemvergleichen, im Mittelpunkt steht der DOK-Versuch<sup>4</sup>.

## Langzeitversuche dank staatlicher Förderung

Langzeitversuche sind in der Durchführung sehr aufwendig. Am meisten schlagen die Personalkosten für die Pflege und die Grunderhebungen zu Buche. Auch die Transportkosten, die Kosten für den Maschinenpark und das Probenarchiv sind erheblich. Hinzu kommt ein beachtlicher Teil für die Analytik im Labor und die statistische Auswertung der Daten sowie die Koordination mit den zahlreichen Partnerinstitutionen im

*„Langzeitversuche lassen sich nur rechtfertigen, wenn sie auch als Plattform für die Forschung verschiedenster Institutionen dienen.“*

In- und Ausland. Nur dank staatlicher Unterstützung (Schweizerisches Bundesamt für Landwirtschaft) und der aktiven Teilnahme von Landwirten in der Planung und der Feldbewirtschaftung kann der DOK-Versuch seit über 36 Jahren mit lückenlosen Erhebungen durchgeführt werden. Seit den frühen 1990er-Jahren werden dort vertiefte, drittmittelfinanzierte, grundlagenorientierte Forschungsprojekte durchgeführt, die den Wert des Versuchs kontinuierlich steigern. Solche Langzeitversuche lassen sich nur rechtfertigen, wenn nicht nur die direkt beteiligten Institutionen Zugang zur Versuchsinfrastruktur haben. Vielmehr müssen sie auch als Plattform für die nationale und europäische Spitzenforschung verschiedenster Institutionen dienen.

Langzeitversuche eignen sich für folgende Fragestellungen:

- ▶ Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Anbausysteme,

- ▶ Prozessstudien des Kohlenstoff-Stickstoff- und Phosphorkreislaufs,
- ▶ Entwicklung neuer Methoden,
- ▶ Biodiversität und Boden als Kohlenstoffspeicher,
- ▶ Auswirkungen neuer Techniken im Kontext landwirtschaftlicher Anbausysteme,
- ▶ interdisziplinäre Zusammenarbeit,
- ▶ Bereitstellung von Beratungs- und Schulungsmaterial.

## Grenzen von Langzeitsystemvergleichen

Langzeitsystemvergleiche stoßen bezüglich ihrer Aussagefähigkeit zu wissenschaftlichen wie praxisorientierten Fragestellungen auch an Grenzen. Auswirkungen auf den Ertrag und verschiedene Umweltkompartimente (Boden, Wasser, Luft) können in der Regel nicht auf Einzelmaßnahmen zurückgeführt werden. Beispielsweise können wir im DOK-Versuch keine Rückschlüsse auf eine eventuelle Wirkung von biologisch-dynamischen Präparaten oder Pflanzenschutzmitteln ziehen. Dazu werden faktorielle Versuchsansätze benötigt, in denen jeder Versuchsfaktor, wie Präparate oder Pflanzenschutzmittel, einzeln getestet wird. Zu solchen Fragestellungen führen deshalb die landwirtschaftlichen Forschungsinstitutionen in der Schweiz, wie das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und Agroscope, separate Versuche durch. Auch für die Weiterentwicklung neuer Produktionstechniken, wie die reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau, sind naturgemäß faktorielle Versuche – kombiniert mit On-Farm-Experimenten – besser geeignet.<sup>5</sup> Überdies können Langzeitversuche nur eine beschränkte Anzahl von Systemkomponenten integrieren. Nur bedingt lassen sich etwa ökologische Ausgleichsflächen wie Ackerrandstreifen in einem Parzellenversuch abbilden. Neue Versuchsfaktoren mit nachhaltiger Wirkung auf den Boden können in Langzeitversuchen ebenfalls nur in Ausnahmefällen eingeführt werden.



■ Die Versuchspartellen des DOK-Versuchs: Seit 36 Jahren vergleichen hier Forscher verschiedene Anbausysteme. (Foto: Archiv Agroscope)

3 TILMAN-ORG: Reduced Tillage and green MANures for sustainable ORGANIC cropping systems; im Europäischen Netzwerkprogramm EraNet CORE Organic II, siehe [www.tilman-organic.net](http://www.tilman-organic.net)

4 siehe <http://orgprints.org/25186>

Die Ergebnisse eines Langzeitversuches sind streng genommen auch nur für einen bestimmten Standort gültig. Deshalb kommt der Datenauswertung über mehrere Parzellenversuche und Erhebungen von Daten mehrerer Betriebe eine große Bedeutung bei. Jüngste Beispiele sind Systemvergleiche über die Kohlenstoffvorräte des Oberbodens (Gattinger et al., 2012), über die Treibhausgasemissionen (Skinner et al., 2013), die Erträge (Seufert et al., 2012) und die Biodiversität (Tuck et al., 2014). In diesen Metaanalysen wurde deutlich, dass fast ausnahmslos alle Daten aus der nördlichen Hemisphäre stammen, und dass es ein großes Wissensdefizit für den Süden gibt. Um diese Lücke zu schließen, legte das FiBL mit lokalen Partnern auf drei Kontinenten Systemvergleichs-Langzeitversuche an: einen Versuch im zentralindischen Madhya Pradesh mit einer Baumwolle-Soja-Weizen-Fruchtfolge (Forster et al., 2013), an zwei Standorten in Kenia mit unterschiedlicher natürlicher Bodenfruchtbarkeit eine Mais-Bohnen-Gemüsefruchtfolge (subsistenz- bzw. exportorientiert) und in Bolivien Kakaoanbau, entweder bei voller Sonne oder im Agroforstanbau mit Schattenbäumen.<sup>6</sup>

## Die Zukunft von Langzeitversuchen

Zurzeit wird der wissenschaftliche und gesellschaftliche Wert von Langzeitversuchen sehr geschätzt, was zum Beispiel auch in einer Ausschreibung „BonaRes – Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in Deutschland zum Ausdruck kommt. In der Schweiz läuft bereits ein ähnliches Programm: Das Schweizerische Nationale Forschungsprogramm „Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden – NFP 68“<sup>7</sup> erarbeitet die Grundlagen für politische Entscheidungsprozesse, die sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Funktionen des Bodens sinnvoll berücksichtigen und eine nachhaltige Nutzung dieser Ressource in der Schweiz ermöglichen. Im Rahmen des Projekts NFP 68 nutzen nicht weniger als sechs Forschergruppen gegenwärtig den DOK-Versuch.

Fest steht, Langzeitversuche liefern einen wichtigen Beitrag zum Erkenntnisgewinn, der sich mit jedem weiteren Versuchsjahr erweitert. Denn die Böden von Langzeitversuchen widerspiegeln und aggregieren die Auswirkungen der differenzierten Bewirtschaftung über Jahrzehnte und werden dadurch zu einem wertvollen Kulturgut. Böden haben gleichsam ein Gedächtnis. ■

<sup>5</sup> siehe Projekt TILMAN-ORG

<sup>6</sup> [www.systems-comparison.fibl.org](http://www.systems-comparison.fibl.org)

<sup>7</sup> [www.nfp68.ch](http://www.nfp68.ch)

► **Weitere Informationen und die Langversion des Artikels inklusive wichtigster Forschungsergebnisse sowie aktuelle Forschungsprojekte im DOK-Versuch finden Sie unter [www.fibl.org/index.php?id=2018](http://www.fibl.org/index.php?id=2018) und [www.orgprints.org/25186](http://www.orgprints.org/25186)**

## Literatur

- Forster, D. et al. (2013): **Yield and economic performance of organic and conventional cotton-based farming systems – Results from a field trial in India.** PLoS ONE 8(12): e81039 doi:10.1371/journal.pone.0081039
- Gattinger, A. et al. (2012): **Enhanced top soil carbon stocks under organic farming.** Proceedings of the National Academy of Science 109, S. 18 226–18 231
- Raupp, J. et al. (2006): **Long term field experiments in organic farming.** ISOFAR Scientific Series No 1, Dr. Köster, Berlin
- Seufert, V., N. Ramankutty, J. Foley (2012): **Comparing the yields of organic and conventional agriculture.** Nature 485(7397), S. 229–232
- Skinner, C. et al. (2013): **Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management – A global meta-analysis.** Science of the Total Environment 468–469, S. 553–563. Kostenpflichtig abrufbar unter <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.098>
- Tuck, S. et al. (2014): **Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis.** Journal of Applied Ecology. doi: 10.1111/1365-2664.12219



**Dr. Paul Mäder**

Leiter Departement Bodenwissenschaften  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)  
Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick  
[paul.maeder@fibl.org](mailto:paul.maeder@fibl.org)



**Dr. Jochen Mayer**

Agroscope  
Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften (INH)  
Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich  
[jochen.mayer@agroscope.admin.ch](mailto:jochen.mayer@agroscope.admin.ch)