

# FONDS GOETHEANUM

Eine Publikation der  
Anthroposophischen Gesellschaft  
in der Schweiz

Ein Engagement für Mensch, Geist und Natur.

Oktober 2024

Foto: Andreas Fliestbach (FiBL Schweiz)

## Wissenschaft spricht klar für Biolandwirtschaft.

### Zur Zukunft der Landwirtschaft

Seit 46 Jahren erforscht die Wissenschaft im Langzeitversuch DOK die Auswirkungen der in der Schweiz üblichen landwirtschaftlichen Anbausysteme. Erstmals kommen nun diese anerkannten Forschungsergebnisse in die breite Öffentlichkeit. Die Aussage ist eindeutig: Zukunftsfähig ist die Biolandwirtschaft, insbesondere die biodynamische. Nur diese beiden stellen langfristig die Nachhaltigkeit unserer Böden und damit die Bodenfruchtbarkeit sicher. Ihre boden- und pflanzenschonende Bewirtschaftung erhält die für Mensch und Natur notwendige Biodiversität, die Qualität der Lebensmittel, das gesunde Gleichgewicht. Überdies schont Biolandbau die Ressourcen und produziert effizient.

In drei Punkten hebt sich das biodynamische System (Demeter) signifikant von allen andern ab: Einzig hier findet über Jahre ein steter Humusaufbau statt, die Böden sind lebendiger und die Klimawirkung ist viel geringer. Um diese Prozesse zu verstehen, sind weitere Forschungen notwendig.

Vielen Dank für Ihre Spende an die IBAN:  
CH06 0900 0000 1074 9020 0

**Was heute auf dem Acker wächst, wird morgen auf meinem Teller sein. Mit meinem Einkauf beeinflusse ich die Art der Landwirtschaft. Der DOK-Langzeitversuch vergleicht die Zukunftsfähigkeit der verschiedenen Systeme wissenschaftlich. Die fundierten Resultate sprechen eine klare Sprache.**

Unsere Nahrungsmittel wachsen nicht im Supermarkt, sondern auf den Höfen. Je nachdem, wie der Bauer seinen Hof bewirtschaftet, wird das verschiedene Auswirkungen haben auf die Bodenfruchtbarkeit, die Biodiversität und das Klima. Die Frage ist, welche Auswirkungen genau?

Das ist eine Frage für die Wissenschaft, und die Wissenschaft hat die Herausforderung angenommen und die Fragen exemplarisch beantwortet. Lesen Sie in diesem Heft die spannende Geschichte, wie der DOK-Versuch – der Ver-

gleich der drei Ackerbausysteme biodynamisch (Demeter), bioorganisch (Bio Suisse) und konventionell – entstanden ist und welche exakten wissenschaftlichen Resultate er seit 46 Jahren erbringt.

Es ist faszinierend zu sehen, wie die drei Arten der Bewirtschaftung über die Jahre je ein ganz klares Profil zeichnen. Die Daten aus dem DOK-Versuch sprechen eine deutliche Sprache: Die Bio-Varianten und die konventionellen Varianten haben verschiedene Auswirkungen auf den Boden und das Klima. In diesem Heft wird

insbesondere das Profil der biodynamischen Variante hervorgehoben und von Praktikern ergänzt. Die biodynamische Landwirtschaft feiert dieses Jahr ihr 100-jähriges Bestehen. Sie versteht sich als eine Landwirtschaft der Zukunft, indem sie bei laufender Bewirtschaftung die Naturgrundlagen nicht verbraucht, sondern aufbaut. Und mit dem Entscheid, was auf meinem Teller ist, entscheide ich mit, welche Landwirtschaft betrieben wird.

**Ueli Hurter, Landwirt**  
Co-Leiter Sektion für Landwirtschaft



2

#### Bahnbrechend

Wissenschaftlich bewiesen: Der Anbau macht den Unterschied bei Klima, Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität.

#### In vino qualitas

Winzer schätzen die biodynamische Landwirtschaft sehr. Der Wein gewinnt an Geschmack und Persönlichkeit.

9



10

#### Kreislaufwirtschaft

Biodynamische Landwirtschaft ist Kreislaufwirtschaft. Eindrücklich, was sie aus sich selbst an Produkten schöpft, Tag für Tag.



12

#### Füllhorn

Die biodynamische Landwirtschaft ist eine nachhaltige Quelle der Fülle, der Vielfalt, des Lebens.





# Schlagende wissenschaftliche Beweise für die Nachhaltigkeit von Bio.

Die DOK-Versuchsanlage in Therwil (Basel-Landschaft). 96 Parzellen à 100 Quadratmeter. Jedes Anbausystem ist 12-mal wiederholt. Die Resultate sind wissenschaftlich weltweit einzigartig.

Text: Dr. Paul Mäder (FiBL)

**Im Frühling 2002 bestätigte die Wissenschaft, was Bio-Landwirt\*innen immer schon auf ihren Höfen beobachtet hatten, aber nicht beweisen konnten: Die drei Anbausysteme biodynamisch, biologisch und konventionell unterscheiden sich bezüglich Bodenfruchtbarkeit, Klimawirkung und Biodiversität signifikant. Die bahnbrechenden Resultate aus dem seit 1978 laufenden Vergleichsversuch der verschiedenen Anbausysteme wurden von FiBL und Agroscope im hochrangigen Forschungsmagazin Science veröffentlicht. Die Synthese mit den Resultaten war ein Meilenstein, der den Biolandbau aus der Forschungsnische herausführte und dessen Glaubwürdigkeit erhöhte - der DOK-Versuch entwickelte internationale Strahlkraft.**

Der DOK-Versuch – D steht für bioDynamisch, O für bioOrganisch und K für Konventionell – ist dank seiner praxisnahen Versuchsanlage und den Anpassungen an die sich verändernden Anforderungen über die Jahrzehnte zu einer nationalen und internationalen Forschungsplattform herangewachsen. Hier führen die besten Forschungsteams aus der Schweiz und Europa in den verschiedenen Anbausystemen

Studien durch. Zentrale Themen sind die langfristige Ertragsentwicklung, die Nährstoffversorgung der Böden, die Bodenfruchtbarkeit, die Klimawirkung und die Biodiversität. Bisher gibt es 142 internationale Publikationen<sup>1</sup> aus dem DOK-Versuch und viele Master- und Doktorarbeiten.

Die landwirtschaftliche Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz, ein Kompetenzzentrum des Bundes, und das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) arbeiten im DOK-Versuch in Therwil (Basel-Landschaft) seit 46 Jahren zusammen. Sie vergleichen in diesem Langzeitversuch in Zusammenarbeit mit der ETH und Universitäten die in der Schweiz gängigen landwirtschaftlichen Anbausysteme wissenschaftlich.

Das Besondere: Die Forscher haben den Versuch gemeinsam mit Landwirt\*innen geplant. Vertreter\*innen der drei Produktionsrichtungen lieferten Ideen und Grundlagen für die Versuchsanlage. Diese enge Zusammenarbeit zwischen Forscher\*innen und Landwirt\*innen, zwischen Wissenschaft und Praxis besteht weiterhin und wird beiderseits sehr geschätzt.

Quellen: Seite 12

## DOK steht für einen wissenschaftlichen Vergleich von Anbausystemen

- **Hauptziel:** Erarbeitung von Grundlagen für Entscheidungsträger\*innen in Politik, Verbänden und Gesellschaft in einer interaktiven Plattform mit Landwirt\*innen und Forscher\*innen
- **Verglichen werden folgende Systeme:**
  - D, das biodynamische nach Demeter Richtlinien
  - O, das bioorganische nach Bio Suisse Richtlinien (Knospe)
  - K, das konventionelle mit Hof- und Mineraldüngern (IP)
  - M, das konventionelle mit ausschliesslich mineralischer Düngung (IP). Beide konventionellen Systeme werden nach den Anforderungen des «Ökologischen Leistungsnachweises» (ÖLN) des Bundes geführt.
- **Standort:** am Birsmattehof, Therwil (BL), Schweiz
- **Versuchsbeginn:** 1978, laufend
- **Versuchsdesign:** Im DOK-Versuch ist jedes Anbausystem 12-mal wiederholt, um die räumliche Variabilität des Versuchsfeldes und die jährlichen Schwankungen des Wetters statistisch verrechnen zu können. Das gesamte Versuchsfeld misst rund 1,3 Hektaren und umfasst 96 Parzellen à 100 Quadratmeter.
- **Durchführung:** Die Pflege der Versuchsanlage und die wissenschaftliche Sammlung sowie die Auswertung der Daten wird vom FiBL Schweiz in Zusammenarbeit mit der staatlichen Forschungseinrichtung Agroscope Reckenholz durchgeführt.
- **Hauptunterschiede:** Düngermenge und -form, Pflanzenschutz, biodynamische Präparate, Wachstumsregulatoren.
- **Fruchtfolge:** In der aktuellen Fruchtfolge werden angebaut: Mais, Winterweizen, Kartoffeln, Soja und Klee gras.
- **Herausragendes zum DOK:** Das schweizerische Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation hat den DOK-Versuch in die Roadmap der schweizerischen Forschungsinfrastrukturen aufgenommen, in der national bedeutsame Versuchseinheiten gelistet sind. 2002 Publikation in «Science», seither über 4000-mal zitiert, 142 wissenschaftlich begutachtete Fachpublikationen.
- **Der DOK dient als Muster für zahlreiche Systemvergleichsversuche weltweit.**



Dr. Paul Mäder, FiBL

\* 15. Juli 1954, aufgewachsen in Gossau/SG. Dr. Phil., Dipl.-Ing. Agr. ETH Zürich, verantwortlicher Leiter am FiBL für den DOK-Versuch von 1987 bis 2023. Von 1992 bis 2022 Aufbau und Leitung Fachgruppe Boden und Pflanzenernährung, später Departement für Bodenwissenschaften am FiBL. Projekte zur nachhaltigen Landwirtschaft mit Fokus Bodenbiologie in der Schweiz, Europa, Indien und Nordafrika. Sekretariat der Fachgruppe Vollzug Bodenbiologie der Bodenschutzfachleute der Kantone und des Bundes (bis 2013). Leiter wissenschaftliche Begleitgruppe Systemvergleichsversuche in den Tropen (SysCom) bis 2024. Gastdozent ETH Zürich bis 2022 und Univ. Basel bis 2024.

Foto: Tibor Fuchs



# Wie aus Fragen ein Langzeitversuch wurde.

Text: Dr. Paul Mäder (FiBL), Dipl. Ing. Agr. Otto Schmid (FiBL) und Susanna Küffer Heer

**Der Ursprung des DOK-Versuchs geht auf die frühen 1970er Jahre zurück. Synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel hielten vermehrt Einzug in die Landwirtschaft, und die damalige Landwirtschaftspolitik war auf Ertrags- und Gewinnmaximierung nach industriellem Vorbild ausgerichtet. Schon damals wiesen aber weitsichtige Menschen auf die Risiken einer industriell ausgerichteten Landwirtschaft hin.**

## Steigendes Interesse dank Ökobewegung

Rachel Carson publizierte 1962 ihr heute noch vielzitiertes Werk «Der stumme Frühling», in welchem sie auf den dramatischen Rückgang der Biodiversität durch Pestizide hinwies, namentlich auf den Rückgang der Vogelstimmen im Frühling. Besorgte Wissenschaftler, die im «Club of Rome» zusammengeschlossen waren, äusserten 1972 aufgrund von Modellberechnungen ihre grossen Bedenken in Bezug auf den Ressourcenverbrauch. Sie sagten voraus, dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre durch das Verbrennen von Kohle und Erdöl drastisch ansteigen werde, mit unabsehbaren Folgen für das Klima.

Die Industrialisierung der Landwirtschaft mit dem vermehrten Einsatz von synthetischen Düngern und Pflanzenschutzmitteln förderten eine zunehmende Abhängigkeit der Landwirt\*innen von diesen Hilfsstoffen. Immer mehr Konsument\*innen machten sich Sorgen um ihre Gesundheit. Im Zuge der wachsenden Ökobewegung der 1970er Jahre stieg das Interesse an der Biolandwirtschaft, auch wenn es damals in der Schweiz lediglich einige hundert Biobetriebe gab – heute sind es knapp 8000.

Die Grundlage der biodynamischen Landwirt\*innen – sie waren schon damals unter dem Demeter-Label zusammengeschlossen – ist der «Landwirtschaftliche Kurs», den Rudolf Steiner 1924 gegeben hat. Er betonte, dass die Erde ein lebendiger Organismus ist und dass Lebenskräfte im Zusammenspiel von Boden, Pflanzen und Tieren eine wichtige Rolle spielen.

Die Begründer der bioorganischen Produktionsrichtung, Hans Müller und Hans-Peter Rusch, stellten in den 1940er Jahren den Kreislauf der lebendigen Substanz und die Förderung des Bodenlebens ins Zentrum. Viele der Grundgedanken der Pioniere haben zum heutigen Verständnis des biologischen Landbaus beigetragen.

## Wie kommt der Stein zum Vergleichsversuch DOK ins Rollen?

Wären da nicht drei verschiedene, an Landwirtschaft interessierte Gruppierungen herausragender Persönlichkeiten gewesen, die durch glückliche Fügung anfangs der 1970er Jahre aufeinandergetroffen sind, würde es wohl keinen DOK-Versuch geben.

## Der Professor<sup>1</sup>

Der junge Wissenschaftler Philippe Matile, ordentlicher Professor für Allgemeine Botanik an der ETH Zürich, wohnte Anfang der 1970er Jahre auf dem Hof Breitlen in Hombrechtikon ZH, wo Emil Meier seit Jahren einen biodynamischen Betrieb führte. Er war sehr beeindruckt von diesem Hof. Denn entgegen der gängigen Lehre wuchsen auf diesem Betrieb auch ohne synthetischen Dünger und Pflanzenschutz ertragreiche Kulturpflanzen, und die Milchviehhaltung auf dem Betrieb florierte. Inspiriert durch seine Beobachtungen schrieb Matile einen kritischen Artikel zur konventionellen Landwirtschaft und entwarf 1969 ein Konzept für eine Bioversuchsanstalt.

Professor Matile brachte 1970 zusammen mit Kollegen aus der bäuerlichen Praxis mit einer Motion im Bundesparlament von Nationalrat Heinrich Schalcher den Stein ins Rollen. Auch wenn die Initianten mit der Forderung nach einer Forschungsanstalt für biologischen Landbau vorerst nicht erfolgreich waren, führte die Initiative doch dazu, dass die vergleichende Biolandbauforschung intensiviert wurde und eine private Stiftung zur Förderung des biologischen Landbaus gegründet wurde.

## Die Forscher<sup>2</sup>

Die Idee, einen Vergleich zwischen biodynamischer, bioorganischer und konventioneller Landwirtschaft zu starten, entstand aber auch in Gesprächen zwischen dem ersten FiBL-Direktor Hardy Vogtmann und Jean-Marc Besson, der gleichzeitig wie Vogtmann an der ETH Zürich seine Promotion schrieb und dann an der Eidgenössischen Versuchsanstalt Liebefeld (heute Agroscope) in der landwirtschaftlichen Forschung tätig war. Vogtmann beschreibt die Zusammenarbeit in einem Gespräch zur Geschichte des DOK:

«Am Anfang stand der Landwirtschaftliche Kurs von 1924.»

«Besson beschäftigte die Tatsache, dass die damaligen wissenschaftlichen Kenntnisse und die Realität der biologischen Höfe nicht übereinstimmten: Ich habe jetzt wieder die Analysen von den biologischen Höfen. Also die düngen keinen Phosphor, haben wahnsinnig wenig Phosphor im Boden, und die müssten eigentlich Probleme mit ihren Tieren haben. Aber die Kühe geben immer noch Milch. Das kann doch nicht sein. Wie kriegen die das hin? Nach Lehrbuchwissen stimmen die chemischen Werte nicht, da muss was anderes dahinterstecken.»

Er hat viele biologische Höfe besucht», so Vogtmann weiter, «und hat immer gerätselt, was denn da im Boden abläuft, ob denn Phosphor doch verfügbar gemacht wird und wie. Und dann hat er vorgeschlagen, dies gemeinsam zu untersuchen. Im Gespräch mit Professor Matile entstand dann die Idee, der Sache auf den Grund zu gehen und zu erforschen, was da überhaupt im Boden abläuft. Und dann kam noch Professor Vittorio Delucchi von der ETH Zürich dazu. Er war sehr angetan von der Idee und sagte: «Wenn wir das schon machen, dann müssen wir natürlich einmal sehen, wie das geht mit dem biologischen Pflanzenschutz. Braucht es dann überhaupt noch einen chemischen Pflanzenschutz?»»

## Die Landwirt\*innen<sup>3</sup>

Anfang der 1950er Jahre wurde eine Gruppe Agronomen und Bauern von Prof. Friedrich Eymann, Gründer der «Freien pädagogischen Vereinigung des Kantons Bern», auf die schwierige Situation der Landwirtschaft aufmerksam gemacht. Er sagte ihnen: «Ihr müsst etwas tun für die Landwirtschaft! Es kommt sonst nicht gut heraus.» Die Gruppe traf sich regelmässig und arbeitete im Stillen an dieser Fragestellung weiter. Der Landwirt Fritz Baumgartner, einer der Pioniere der biodynamischen Bewegung in der Schweiz, war Mitglied dieser Gruppe; die Zukunft der Landwirtschaft hat ihn zeitlebens beschäftigt. Durch besondere Umstände ergab es sich, dass das Büro des ersten FiBL-Leiters, Hardy Vogtmann, auf dem von Fritz Baumgartner geführten Bruderholzhof in Oberwil (Basel-Landschaft) angesiedelt war.

## Die Geburtsstunde der Bioforschung

Weil für die Bio-Richtung keine Forschungseinrichtung bestand, gründeten Landwirte, Vertreter aus der Forschung, der Wirtschaft und der Verwaltung das private Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Eine Stiftung übernahm 1973 die Trägerschaft. Mit Hardy Vogtmann wurde ein engagierter Leiter des Instituts gefunden, der das Wissen von Biolandwirt\*innen sammelte, ein Mitarbeiterteam bildete und ein grosses Netzwerk an Unterstützern aufbaute. Schon 1977 konnte auch der erste Biobereiter, Otto Schmid, angestellt werden.

Für die Detailplanung des DOK-Versuchs arbeitete Vogtmann eng mit praktizierenden Landwirten zusammen: Fritz Baumgartner von der biodynamischen und Werner Scheidegger von der bioorganischen Richtung. Josef Lehmann von der Versuchsanstalt für Agrikulturchemie Liebefeld (heute Agroscope) vertrat das konventionelle Anbausystem. Fachkollegen von der ETH und der Universität Stuttgart-Hohenheim unterstützten das DOK-Team von Anfang an im Bereich Pflanzenbau und Statistik.

## Das 46. Versuchsjahr läuft

Die Anfänge des DOK waren auf dem Bruderholzhof in Oberwil (Basel-Landschaft). Weil das Gelände und der Boden aber nicht genügend einheitlich waren, wurde dieser Feldversuch nach wenigen Jahren beendet. In Therwil (Basel-Landschaft) legten 1978 Hardy Vogtmann und Jean-Marc Besson den heutigen DOK-Versuch an, wo er nun in seinem 46. Versuchsjahr läuft. Bis heute ist eine beratende Gruppe von Landwirt\*innen aktiv und unterstützt das DOK-Forscherteam von Agroscope und FiBL bei der Bewirtschaftung und Verbreitung der Forschungserkenntnisse. Dies sichert eine praxisnahe Bewirtschaftung der Versuchspartellen, sodass im Feldversuch real existierende Ackerbausysteme abgebildet werden.

Der Versuch hat gezeigt, dass Bio mit 50 Prozent weniger Dünger und Energie sowie ohne synthetischen Pflanzenschutz über Jahrzehnte gute Erträge liefert, die Bodenfruchtbarkeit fördert, das Klima schon und die Biodiversität erhöht. Ermöglicht hat den DOK-Versuch das grosse Engagement der Mitarbeitenden von FiBL und Agroscope sowie die langjährige finanzielle Unterstützung des Bundesamts für Landwirtschaft, dutzender Spezialprojekte des Schweizerischen Nationalfonds und der EU sowie Stiftungen.

## Die Bedeutung des DOK

Die Ergebnisse sind nicht nur aus wissenschaftlicher Sicht relevant, sondern auch für die Bildung auf allen Stufen. Sie liefern wichtige Grundlagen für die Agrar- und Umweltpolitik. Bei der Sensibilisierung der Gesellschaft in Fragen der Landwirtschaft und Ernährung fällt dem DOK-Versuch eine wichtige Rolle zu. Er hat viel dazu beigetragen, dass der bioorganische (Bio Suisse) und der biodynamische (Demeter) Landbau in der Forschung und in der Praxis ernst genommen werden. Der Biolandbau ist aktueller denn je: Er vereint die Prinzipien der regenerativen Landwirtschaft und der Agrarökologie zu einem Gesamtsystem.

Quellen: Seite 12



Flurgang im DOK: den Versuch begleitende Bauern besprechen die Qualität des Weizens.



# Spiegel der Schweizer Landwirtschaft.



Silomais – Soja – Winterweizen – Kartoffeln – Winterweizen und zwei Jahre Klee gras bilden die Fruchtfolge.

Text: Dr. Paul Mäder, Dr. Andreas Fliessbach, Dr. Hans-Martin Krause, alle FiBL

## Die Abbildung des gemischten Betriebstyps

In der Schweiz ist der gemischt wirtschaftende Betrieb mit Ackerbau und Viehhaltung immer noch relativ weit verbreitet. Dieses Betriebssystem ermöglicht eine Kreislaufwirtschaft in Bezug auf Futter und Nährstoffe. Die Tiere fressen Klee und Gras, sogenanntes Raufutter, produzieren Milch und Fleisch, und ihre Ausscheidungen werden als wertvolle hofeigene Dünger in Form von Mist und Gülle zur Düngung des Acker- und Grünlands verwendet. Sowohl für die Bodenfruchtbarkeit als auch für die Effizienz der Ausnutzung von Nährstoffen wie Stickstoff bietet diese Betriebsform viele Vorteile. Im DOK-Versuch wird deshalb ein solcher gemischter Betriebstyp abgebildet, sowohl was die Kulturartenwahl als auch die hofeigenen Dünger betrifft.

## Fruchtfolge als Kernstück der nachhaltigen Landwirtschaft

Die Abfolge der Kulturen wird «Fruchtfolge» genannt. Eine ausgewogene Fruchtfolge ist im Ackerbau das Kernelement einer nachhaltigen Landwirtschaft, die weitestgehend ohne Pestizide und synthetische Düngemittel auskommen muss. Im DOK wird die Verbreitung der Kulturen im Leimental (Basel-Landschaft) berücksichtigt, wo der Feldversuch liegt, und die Fruchtfolge wurde bezüglich Nährstoffausnutzung, Krankheiten und Schädlinge sowie Unkräuter laufend optimiert.

Bisher hat der Versuch sechs siebenjährige Fruchtfolgezyklen durchlaufen. Die aktuelle Fruchtfolge im DOK ist Silomais – Soja – Winterweizen – Kartoffeln – Winterweizen und zwei Jahre Klee gras. Mais und Soja wurden ab 2000 in die Fruchtfolge aufgenommen, um dem zunehmenden Anbau dieser Kulturen Rechnung zu tragen. Weizen, Soja und Kartoffeln dienen der direkten menschlichen Ernährung, Klee gras und Silomais kommen als Tierfutter zum Einsatz. Klee gras-mischungen und Soja fixieren Stickstoff durch Knöllchenbakterien aus der Luft und helfen, eine mineralische Stickstoffdüngung in den Biosystemen überflüssig zu machen. In allen Systemen werden dieselben Sorten angebaut – bei der Sorten-

wahl achten wir darauf, dass diese sich für Bio- und konventionelle Anbausysteme eignen. Das Klima am Versuchsstandort ist mild mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 11,2° C und 872 mm pro Jahr Niederschlag. Von 1978 bis 2010 hat die Temperatur bereits um 1,5° C zugenommen, und Trockenphasen und Starkregen treten deutlich häufiger auf.

Basis der Düngung für die Hauptanbausysteme im DOK-Versuch sind, wie eingangs erwähnt, die Hofdünger Mist und Gülle von Rindern. Während der Mist im biodynamischen System D (Demeter) unter Zugabe von Heilpflanzen-Präparaten unter Luftzutritt kompostiert wird, wird der Stallmist im bioorganischen System O (Bio Suisse) nur angerottet. Der Mist wird bei der Kompostierung in einen erdigen, wohlriechenden Dünger überführt, beim Rottemist bleibt die strohige Struktur weitgehend intakt. Im konventionellen System (K) wird der Mist möglichst unter Luftabschluss als klassischer Miststock dicht gestapelt. Ergänzend kommen im K-System Mineraldünger nach den offiziellen Anbauempfehlungen zum Einsatz. In einem zusätzlichen konventionellen System, das einen viehlosen Betrieb mimt (M), wird ausschliesslich Mineraldünger ausgebracht.

**Im Vergleich zu den konventionellen Systemen erhielten die biologischen Systeme D (Demeter) und O (Bio Suisse) – ausschliesslich durch natürliche Düngung – im Durchschnitt über die Fruchtfolgen:**

- 55 % des Gesamtstickstoffs
- 25 % des löslichen Stickstoffs (ausschliesslich in Form von Mist und Gülle)
- 65 % der Kaliummenge
- 73 % der Phosphormenge

## Pflanzenschutz über Sortenwahl und Kultivierung

Der Pflanzenschutz richtet sich, wie eingangs erwähnt, im biodynamischen System D nach Demeter-, im bioorganischen System O nach Bio Suisse Richtlinien und im konventionellen System K nach den Vorschriften des sogenannten

«Ökologischen Leistungsnachweises» (ÖLN). In den beiden biologischen Anbausystemen werden Schädlinge und Krankheiten vor allem über Sortenwahl und Kultivierungstechniken wie Fruchtfolge und Unkräuter zusätzlich mechanisch mit vom Traktor gezogenen Hackgeräten reguliert.

Als Besonderheit werden in den konventionellen Systemen neben Pflanzenschutzmitteln auch chemische Wachstumsregulatoren zu Weizen gegeben, damit die Halme bei erhöhter Stickstoffdüngung kurz bleiben und nicht umfallen. Im biodynamischen System D setzen wir zusätzlich zu den erwähnten Kompostpräparaten die Feldpräparate Hornmist und Hornkiesel ein. Hornmist wird im zeitigen Frühjahr und Spätherbst über alle biodynamischen Parzellen verteilt, und ein- bis zweimal über die jungen Kulturpflanzen. Hornkiesel kommt zwei- bis dreimal bei den reifenden Pflanzen zum Einsatz.

Über die sechs Fruchtfolgeperioden und alle Kulturen gemittelt kamen im Vergleich zu den beiden konventionellen Systemen an Pflanzenschutzmitteln zum Einsatz

im biodynamischen System D (Demeter):  
3 Prozent der Gesamtmenge der konventionellen Systeme (Bacillus thuringiensis ssp tenebrionis bei Kartoffeln)

im bioorganischen System O (Bio Suisse):  
13 Prozent (Bacillus thuringiensis plus Kupferpräparate gegen die Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln)

## 30 bis 60 Prozent weniger Energie

Der wichtigste Treiber des Pflanzenwachstums ist die Sonnenenergie, welche CO<sub>2</sub> durch die grünen Pflanzen im Prozess der Photosynthese in Zucker verwandelt. Die Landwirtschaft verbraucht aber auch Energie in Form von Treibstoffen und Schmiermitteln für Traktoren und andere Maschinen. Überdies steckt sogenannte graue Energie in den Hilfsstoffen wie in den Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, aber auch im Saatgut.

Diese Energie stammte bisher fast ausschliesslich aus fossilen Quellen, also letztendlich aus Pflanzen und Tieren, die sich über sehr lange Zeiträume unter Druck und Luftarmut zu Erdöl, Gas und Kohle umwandeln. In einer umfassenden Ökobilanzberechnung wurde der gesamte direkte und indirekte (graue) Energiebedarf berechnet, welcher auf einem Feld mit Standardparzellengrössen und Standardmaschinen verbraucht würde.

Berechnungen mit neueren Standardwerten zeigen, dass die Biosysteme rund 30 Prozent weniger Energie pro Fläche brauchen als das konventionelle System K und 60 Prozent weniger als das mineralische System M. Die Differenzen sind pro Ertragseinheit kleiner. Sie kommen vor allem zu Stande durch den hohen Energieverbrauch für synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel in den konventionellen Systemen.

Trotz dieser riesigen Einsparungen an Betriebsmitteln erreichen die Biosysteme gegenüber den konventionellen Systemen im Durchschnitt aller Kulturen über die gesamte Versuchsdauer 85 Prozent der konventionellen Erträge. Siehe auch nächste Seite.

In der Abbildung auf Seite 5 sind der Aufwand an Pflanzenschutzmitteln, Dünger und Energie sowie exemplarisch die Erträge von Weizen, Soja und Kartoffeln dargestellt.

Quellen: Seite 12



# «Höchsterträge um jeden Preis» versus «Weniger ist mehr».

Text: Dr. Paul Mäder, Dr. Andreas Fliessbach, Dr. Hans-Martin Krause, alle FiBL

Über die letzten vier Jahrzehnte wurden – analog globalen Forschungsergebnissen – im DOK-Versuch geringere Erträge in biologischen im Vergleich zu konventionellen Systemen gemessen. Diese waren vor allem bei Nicht-Leguminosen wie Kartoffel (–34 Prozent) und Weizen (–20 Prozent) ausgeprägt und bei Mais moderat (–12 Prozent). Im Kleegras war die Ertragslücke –10 Prozent und bei Soja gab es keine Ertragsunterschiede zwischen den Systemen.

Die Unterschiede in den Ertragsniveaus lassen sich vor allem auf die mineralische Stickstoffdüngung wie Ammonsalpeter zurückführen. Insbesondere bei Weizen und Kartoffeln konnte ein starker Zusammenhang zwischen eingebrachtem Stickstoff und Ertrag beobachtet werden. Eine Ertragslimitierung durch andere

Nährstoffe wie Kalium, Phosphor oder Schwefel konnte bisher nicht beobachtet werden. Die Ertragsstabilität hat der Pflanzenschutz massgeblich beeinflusst.

## Ertragszuwachs auch bei Biosystemen, aber die Lücke bleibt

Besonders bemerkenswert ist, dass in den letzten zwei Fruchtfolgeperioden das Ertragsniveau des biologisch angebauten Weizens erhöht werden konnte. Dies könnte auf neue Züchtungserfolge zurückgeführt werden. Mit der Sorte Wiwa der Getreidezüchtung Peter Kunz gzkp wurde seit der fünften Fruchtfolgeperiode eine Sorte angebaut, die für biologische Systeme optimiert wurde.

Die höheren Erträge in konventionellen Systemen werden vor allem durch Fremdmittelsatz wie Pflanzenschutz- und Düngemittel erreicht – mit negativen Umweltwirkungen.

Berechnungen zur Stickstoffbilanz zeigen nicht vermeidbare Stickstoffverluste durch z. B. Nitratauswaschung und Ammoniakentgasung in der Höhe von zirka 45 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr in den konventionellen Systemen.

## Gesellschaft trägt die Umweltkosten

Bei den biologischen Systemen sind diese Stickstoffverluste mit circa 20 bis 25 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr deutlich geringer. Diese Gegenüberstellung zeigt, dass Höchsterträge ihren Preis haben für die Umwelt. Letztendlich trägt die Gesellschaft die Umweltkosten, die in den konventionellen Systemen durch den hohen Verbrauch an Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Energie entstehen. Verlust an Biodiversität, an Bodenfruchtbarkeit, vermehrte Treibhausgasbildung und die Belastung der Lebensmittel und des Trinkwassers sind die Folgen des konventionellen Anbaus.

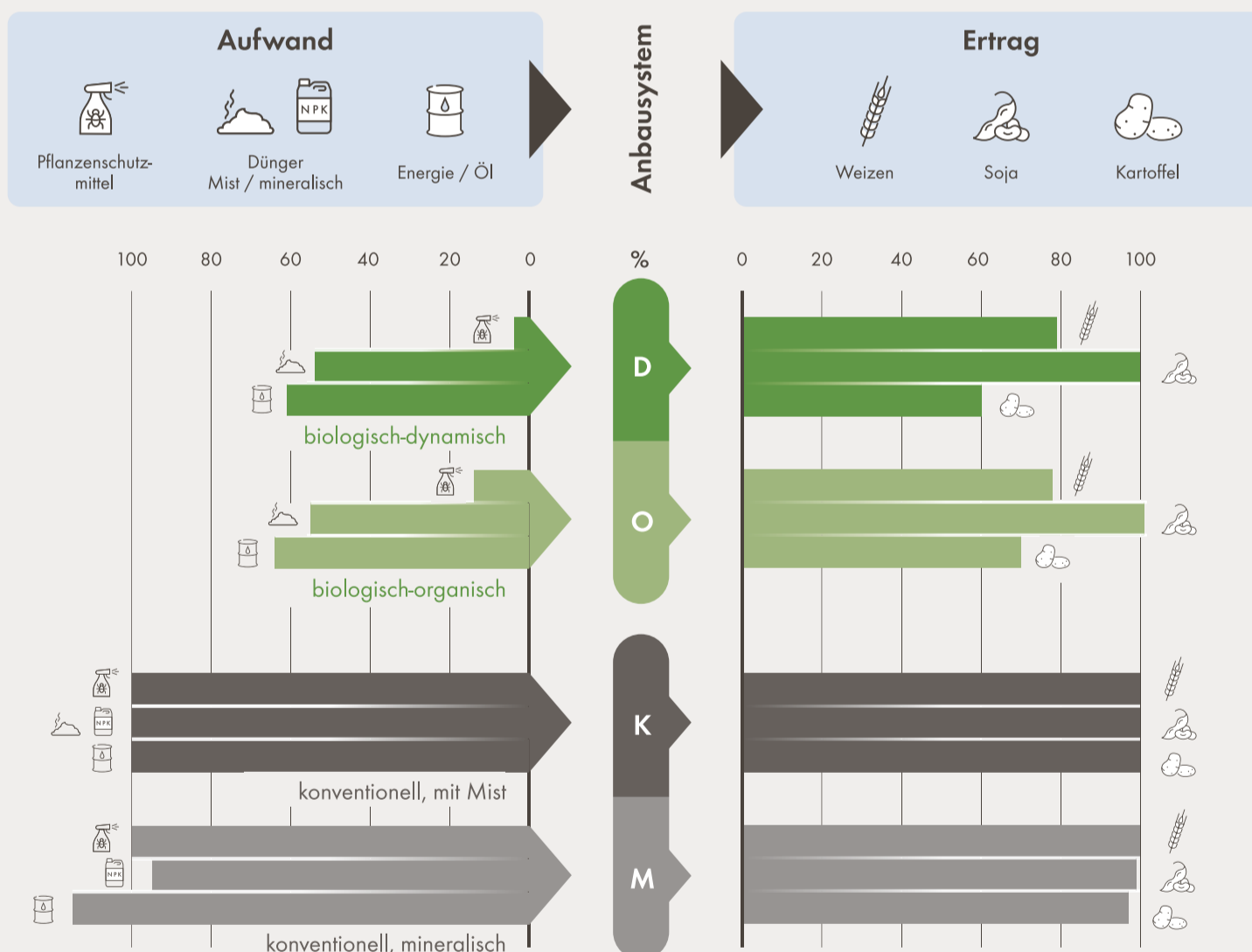
Im Durchschnitt aller Kulturen erzielten die beiden biologischen Systeme 85 Prozent der Erträge der konventionellen Systeme, bei rund der Hälfte an Energie und Nährstoffen sowie nur sehr wenig biokonformer Pflanzenschutzmittel. Im Durchschnitt der Kulturen gab es zwischen biodynamisch D (Demeter) und bioorganisch O (Bio Suisse) keine nennenswerten Ertragsunterschiede.

Im Vergleich zum O-System waren die D-Weizenerträge in den letzten beiden Fruchtfolgen rund 20 Prozent höher.

Umgekehrt erzielte das O-System bei Kartoffeln dank des erlaubten Kupfereinsatzes gegen Kraut- und Knollenfäule rund 15 Prozent höhere Erträge als das System D.

Quellen: Seite 12

## Aufwand und Ertrag der DOK-Systeme über die ganze Versuchsdauer



Patrick Baumann, FiBL Schweiz



Die Böden des konventionell mineralisch M (links) und des biodynamischen Anbausystems D (Demeter, rechts) nach einem Starkregen im November 2002. Die Verschlämmung der Bodenoberfläche war im mineralisch gedüngten System viel ausgeprägter.

Fotos: Andreas Fliessbach (FiBL Schweiz)



# Die Ecological Engineers machen den Unterschied.

Die Regenwürmer stehen multifunktional im Einsatz. In den Biosystemen sind sie in ihrem Element. Sie machen den Boden durchlässiger, Regenwasser kann besser einsickern. Sie beugen der Erosion vor und dezimieren auch Sporen von Schadpilzen.

Foto: Thomas Aiföldi (FIBL Schweiz)

Dr. Andreas Fliessbach, Dr. Paul Mäder und Dr. Hans-Martin Krause (alle FIBL)

Der Verlust an Bodenfruchtbarkeit und an Biodiversität sowie die Klimawirkungen sind die grössten Herausforderungen in der Landwirtschaft.

## Humusaufbau und reduzierte Stickstoffdüngung gegen Klimawandel

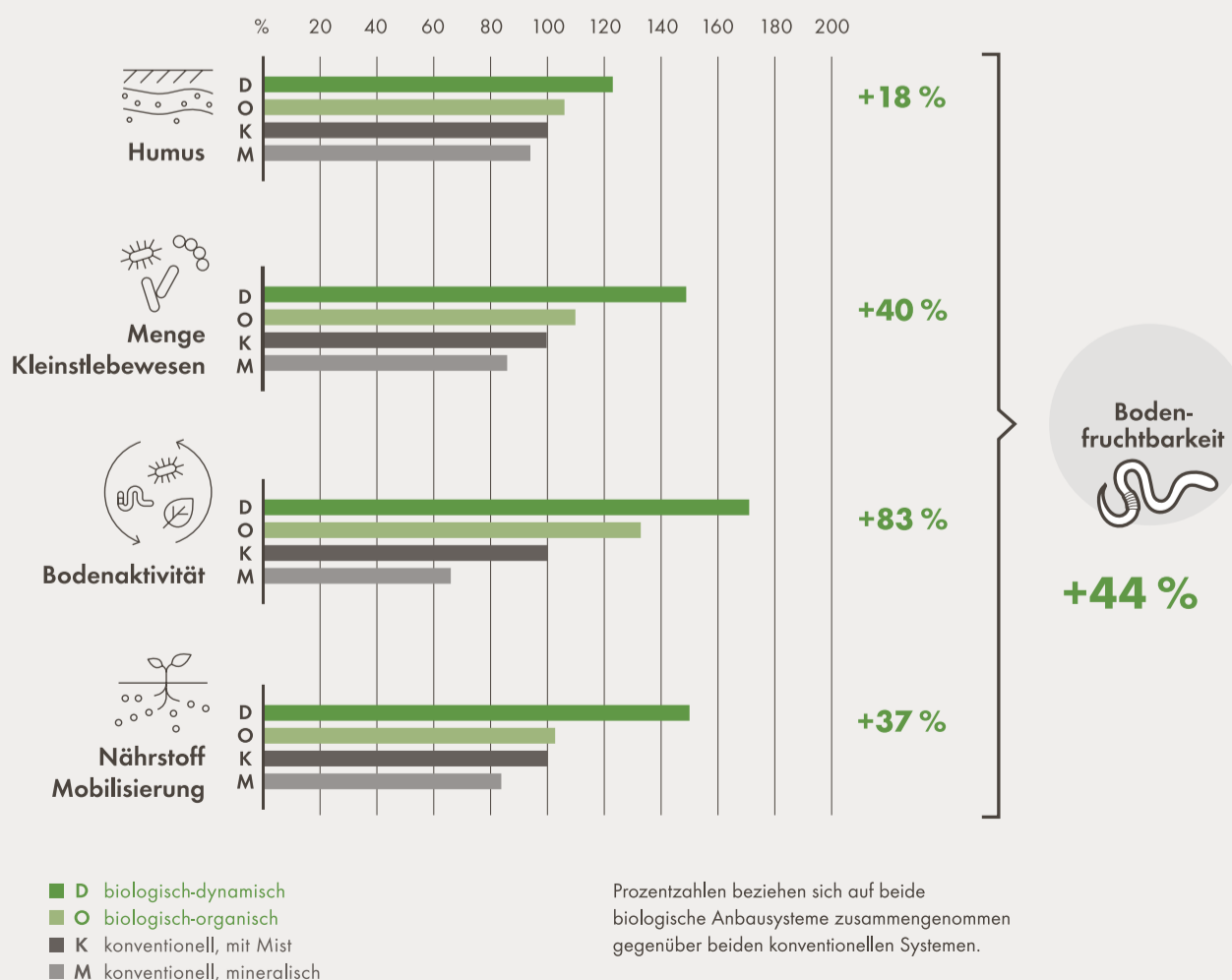
Die Biolandwirtschaft hilft, die gegenwärtigen globalen Belastungen durch den Verlust an Bodenfruchtbarkeit und den Klimawandel zu mindern, indem sie Humus aufbaut und damit CO<sub>2</sub> in der organischen Substanz (Humus) speichert. Aus dem Boden stammende Treibhausgase wie CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas haben eine sehr grosse Klimawirkung. Ihre Reduktion ist deshalb ein zentrales Anliegen nachhaltiger Landwirtschaft.

Im DOK-Versuch wurde die Bodenfruchtbarkeit über mehr als 40 Jahre gemessen, und es zeigt sich, dass die empfindlichsten Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit im Bereich der Bodenlebewesen und ihrer Leistungen liegen.

Zudem wurden im DOK über einen Ausschnitt einer Fruchtfolge Treibhausgase zu mehr als 80 Zeitpunkten gemessen. Die Messungen erstreckten sich über eine Klee-gras-Mais-Gründungs-Fruchtfolge-sequenz während 571 Tagen und erfolgten in der Regel einmal wöchentlich, mit zusätzlichen Messungen nach Bodenbearbeitung und Düngung.

**Die biodynamischen Böden mit hoher Strukturstabilität** Bodenfruchtbarkeit und Bodenqualität werden oft synonym verwendet, jedoch hat die Bodenfruchtbarkeit das Ziel, Früchte zu erzeugen – hat also einen landwirtschaftlichen Kontext.

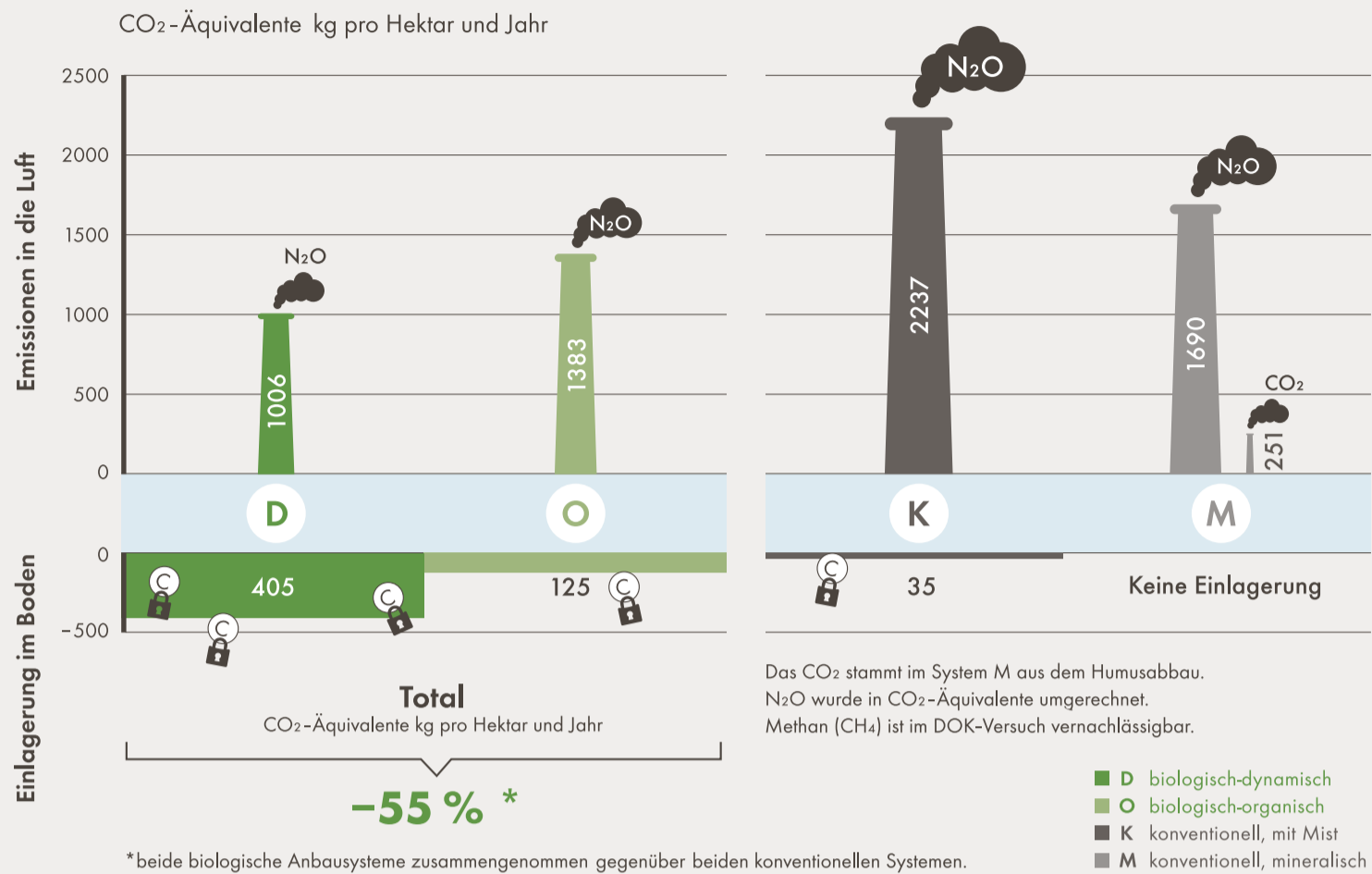
## Indikatoren für Bodenfruchtbarkeit



Patrick Baumann, FIBL Schweiz



## Aus dem Boden stammende Treibhausgas-Emissionen in Form von Lachgas (N<sub>2</sub>O) und CO<sub>2</sub>



Klimawirkung der Böden im DOK-Versuch: Treibhausgas-Emissionen und Humuseinlagerung

Sie lässt sich an ungestörtem Pflanzenwachstum, standorttypischer Bodenstruktur, aktiver biologischer Lebensgemeinschaft und ungestörtem Abbau von Pflanzenrückständen erkennen. Es braucht die langjährige Wahrnehmung der Landwirt\*innen oder eine sehr viel kompliziertere Analytik, um die Bodenfruchtbarkeit gut zu bewerten.

Während der pH-Wert in den bioorganischen Böden O (Bio Suisse) konstant blieb und im biodynamischen System D (Demeter) sogar anstieg, war bei konventioneller Bewirtschaftung nach 21 Jahren eine massive Kalkung notwendig. Ohne Kalkung wären das Pflanzenwachstum und die Bodenfruchtbarkeit reduziert worden. Der Lössboden am Versuchsstandort mit seinem hohen Schluffanteil ist sehr fruchtbar, neigt aber zu Verschlämmung und in Hanglagen zu Erosion. Die biologisch bewirtschafteten Böden und besonders der biodynamische D-Boden zeigten als Folge eines höheren Humusgehalts und einer höheren biologischen Aktivität eine geringere Verschlämmungsneigung und bessere Strukturstabilität als diejenigen der konventionellen Systeme.

### Grosse Bedeutung der Tierhaltung für Bodenfruchtbarkeit

In allen Systemen, die mit Mist und Gülle versorgt wurden, konnten die Humusgehalte und -vorräte gehalten oder leicht gesteigert werden. Mit dem biodynamischen Mistkompost erreichte aber das D-System statistisch gesichert höhere Humusgehalte als alle anderen Systeme. Im konventionellen System mit ausschliesslich mineralischer Düngung M haben die Böden Humus verloren. Dies zeigt, wie wichtig die Tierhaltung und das Kreislaufkonzept des biologischen Landbaus sind.

Ein wichtiger Indikator für einen fruchtbaren Boden ist die Menge und Aktivität der Bodenlebewesen. Die Menge der Kleinstlebewesen und ihre Aktivität zeigt die Umsetzungsfähigkeit des Bodens an. Sie war in den Biosystemen 83 Prozent höher als in den konventionellen.

Keinstlebewesen sind entscheidend für einen funktionierenden Boden. FiBL-Studien haben gezeigt, dass die Kleinstlebewesen für zahlreiche Bodenfunktionen von Bedeutung sind: für den Nährstoffkreislauf, den Erosionsschutz, die Klimaregulierung und die Regulierung von Krankheiten und Schädlingen. Das biodynamische System kann auch Nährstoffe wie Phosphor besser als die andern Systeme aus den organischen Reserven des Bodens mobilisieren, was durch die sogenannte Phosphataseaktivität angezeigt wird.

Eine höhere Diversität der Mikroflora und der Bodentiere in den Bioböden zeigt ebenfalls eine höhere Bodenfruchtbarkeit an. Jüngste Studien im DOK-Versuch veranschaulichen, dass die Anwendung von Mist und Gülle im Vergleich zur alleinigen Anwendung von Mineraldüngern den grössten Einfluss auf die Bodenlebewesen hat. Aber auch die Form der Hofdünger (Mistkompost versus Rottemist oder Stapelmist) und die Pflanzenschutzmittel beeinflussen die Bodenorganismen.

### CO<sub>2</sub>-Rückbindung und Treibhausgas-Emissionen

Wissenschaftler führen die derzeitige Klimaveränderung auf die Treibhausgase (THG) zurück, die sich in der Atmosphäre anreichern und dazu führen, dass Sonnenstrahlen zwar von aussen durch die Atmosphäre gelangen, aber die Wärmerückstrahlung von der Erde ins All gehemmt wird. Die drei – auch in Bezug auf die Landwirtschaft – wichtigsten THG sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O).

Klimaschutz bedeutet eine Reduktion der THG-Konzentration in der Atmosphäre – also weniger Emissionen und/oder vermehrte Rückbindung der THG, hier vor allem des CO<sub>2</sub>. Das politische Ziel der COP (Konferenz der Vereinten Nationen über Klimaänderungen), den globalen Temperaturanstieg auf 1,5° C zu begrenzen, ist hier verankert. Eine Anpassung an den Klimawandel beinhaltet Massnahmen zur Eindämmung der Folgen des veränderten Klimas. Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft helfen, die Risiken aus den erwarteten Extremwetterereignissen (Hitze, Überflutung, Trockenheit, Erosion) zu verringern.

### Durchwurzelung stabilisiert den Boden

Viele der vorgeschlagenen Massnahmen werden im Biolandbau bereits praktiziert. Mehr Humus im Boden kann helfen, Bodenverluste durch Erosion zu verringern und mehr Wasser im Boden zu speichern. Die Diversifizierung der Kulturen kann ökonomische Risiken reduzieren. Anbausysteme mit ständiger

Bodenbedeckung nutzen die Photosynthese-Leistung der Pflanzen zur Bindung von CO<sub>2</sub> voll aus. Eine intensive Durchwurzelung des Bodens stabilisiert diesen. Als einziges der DOK-Systeme speichert die biodynamische Landwirtschaft D (Demeter) mit praxisüblicher Düngung organischen Kohlenstoff im Humus in substanziellen Mengen, wahrscheinlich durch die Stabilisierung der organischen Komponenten bei der Kompostierung des Mistes mit den biodynamischen Präparaten.

Ausserdem wurden hier die geringsten Lachgas-Emissionen gemessen, während die hohe Stickstoffdüngung in den konventionellen Systemen K und M zu erhöhten THG-Emissionsraten führt. CO<sub>2</sub>-Bindung über Humusaufbau und Reduktion der Klimagase führen im biodynamischen System D zu einer 74 Prozent geringeren Klimawirkung gegenüber dem konventionellen System K mit Mist. Beide Biosysteme zusammen haben eine um 55 Prozent reduzierte Klimawirkung als die beiden konventionellen Systeme.

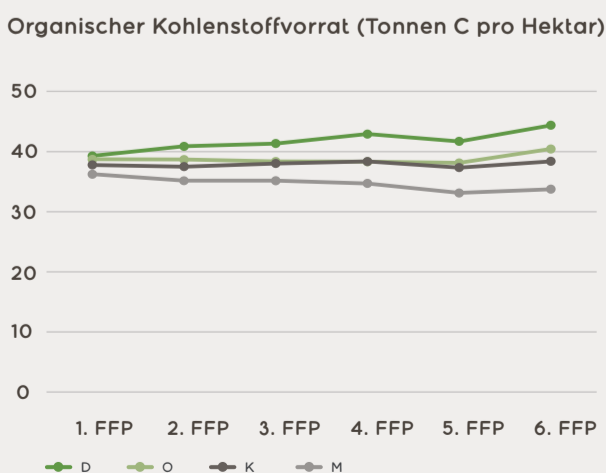
Bemerkenswert ist auch, dass die Pflanze bei biologischer Bewirtschaftung mehr Kohlenstoffverbindungen aus der Photosynthese in den unterirdischen Teil, also in die Wurzeln und Wurzelabscheidungen, einbringt als in den oberirdischen Teil. Diese Ergebnisse sind zentral bei Modellberechnungen zur Klimawirkung von Landwirtschaftssystemen.

Das biodynamische System D (Demeter) baut über die gesamte Versuchsdauer substanzielle Mengen an Humus auf, auch das bioorganische System O (Bio Suisse) und in geringem Mass auch das konventionelle System K zeichnen eine leichte Humuszunahme. Das System M verliert Humus. Die Menge an Kleinstlebewesen und ihre Aktivität im Boden sowie ihr Vermögen, Nährstoffe zu mobilisieren, sind gemittelt in den Biosystemen 44 Prozent höher als in den konventionellen Systemen. Summarisch waren die Treibhausgas-Emissionen der biodynamischen Flächen D um 63 Prozent und bioorganischen Flächen O um 44 Prozent tiefer als diejenigen vom konventionellen System K.

Wird die Humusveränderung mit einbezogen, stösst das O-System 45 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Äquivalente aus, und das D-System sogar 74 Prozent weniger.

Quellen: Seite 12

### Humusverlauf in den vier Anbausystemen des DOK-Versuchs über sechs Fruchtfolgeperioden (FFP)



Anmerkung: Der totale Gehalt an Stickstoff im Boden verläuft parallel zum organischen Kohlenstoff (Humus).

Patrick Baumann, FiBL Schweiz





# Die Biodiversität ist höher.

Kleinstlebewesen – hier zum Beispiel Vesikel der Mykorrhizapilze – sind entscheidend für einen funktionierenden Boden. Sie rezyklieren Nährstoffe, beugen der Erosion vor und sind ein Puffer bei Trockenheit.

Foto: Paul Mäder (FiBL, Schweiz)

Dr. Hans-Martin Krause, Dr. Paul Mäder, Dr. Andreas Fließbach, alle FiBL

Zusammen mit der Anpassung an den Klimawandel, der Regulierung der Nährstoffkreisläufe und der Sicherung der Ernährung ist der Verlust der biologischen Vielfalt eines der drängendsten Themen für den Agrarsektor. Die Landwirtschaft ist der Haupttreiber des Biodiversitätsverlusts, Hauptfaktoren sind die Ausdehnung der Nutzflächen, der damit verbundene Verlust natürlicher Lebensräume und die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion durch Pflanzenschutz und Düngung.

Bei der Messung der Biodiversität konzentrierten wir uns im DOK-Versuch auf Arten, deren Mobilitätsradius die Parzellengrösse nicht wesentlich überschreitet. Demnach ist die Aussagekraft auf Kleinstlebewesen und Bodentiere oder Insekten begrenzt, die einen Lebensabschnitt im oder am Boden verbringen.

Aufgrund des Herbizidverzichts sind die Pflanzenvielfalt und auch der Samenvorrat der Begleitkräuter in den biologischen Systemen deutlich höher als in den konventionellen Systemen. Dies geht allerdings mit einem höheren Unkrautdruck in den biologischen Systemen einher. Aber auch die Ackerbegleitflora bietet wertvolle Funktionen, und vor allem Blütenpflanzen tragen in biologischen Systemen positiv zur Biodiversität der Fauna bei.

Spinnen und Insekten wie Laufkäfer und Kurzflügler sind in den biologischen Systemen etwa doppelt so häufig wie in den konventionellen Systemen. Nebst dem Verzicht auf Insektizide wirken sich auch ein lockerer Pflanzenbestand mit mehr Licht und die Restverunkrautung in den biologischen Systemen positiv auf diese räuberischen Arten aus. Diese Nützlinge helfen, Schädlinge wie Läuse, zum Beispiel auf Weizen, auf natürliche Art zu dezimieren.

### Völlig neues Habitat\* innerhalb des Bodens

Aber auch innerhalb des Bodens eröffnet sich ein völlig neues Habitat, in dem verschiedenste Arten in ausserordentlicher Vielfalt zu finden sind. Schon eine frühe Studie aus dem DOK zeigt auf, dass sowohl die Menge als auch die Artenvielfalt der Regenwürmer in den biologischen Systemen deutlich höher ist.

Diese lockern den Boden, erleichtern durch ihre Gänge das Einsickern von Regenwasser, beugen dadurch der Erosion vor und mischen Ernterückstände und Mist durch ihre Fressaktivität in den Boden ein. Zurück bleiben die Regenwurmhäufchen, die bei Niederschlag gut zusammenhalten und sehr nährstoffreich sind. Regenwürmer dezimieren aber auch Sporen von Schadpilzen und tragen dadurch zur Gesundung des Bodens bei. Im Fachjargon werden Regenwürmer wegen ihrer zahlreichen Funktionen auch als «Ecological Engineers» bezeichnet.

«Nützlinge helfen, Schädlinge wie Läuse natürlich zu dezimieren.»

### Bedeutsame Mykorrhizapilze

Auch die Dynamik der Gemeinschaftsstruktur der Bodenmikroorganismen ist sehr eng mit derjenigen von Pflanzen und Bodentieren verbunden; für jedes System im DOK-Versuch konnte ein unterschiedliches Mikrobiom nachgewiesen werden. Das Zusammenspiel der immensen Zahl von Organismen sichert die zahlreichen Funktionen, die sie im Boden wahrnehmen, wie die Rezyklierung von Nährstoffen und die Pufferung gegenüber Einflüssen von Trockenheit und Nässe.

Unter dem Mikrobiom versteht man das Erbgut (DNA) aller im Boden vorkommenden Bakterien und Pilze. Dabei werden die Bakterien stärker durch die Düngeintensität, die Pilze mehr durch die Systemunterschiede beeinflusst. Gerade bei den Pilzen gibt es Arten, die Symbiosen mit Nutzpflanzen eingehen können und so positiv auf die Nährstoffaufnahme und Pflanzengesundheit wirken. Die sogenannten Mykorrhizapilze wurden vermehrt und in höherer Vielfalt in den biologischen Systemen gefunden. Dies kann auf den reduzierten Einsatz von Fungiziden und Düngern zurückgeführt werden. Die Nutzpflanzen profitieren von den Mykorrhizapilzen, denn sie erschliessen ihnen durch ihr weitverzweigtes Hyphennetz (Pilzfäden) schwer verfügbare Nährstoffe wie zum Beispiel Phosphor im Boden.

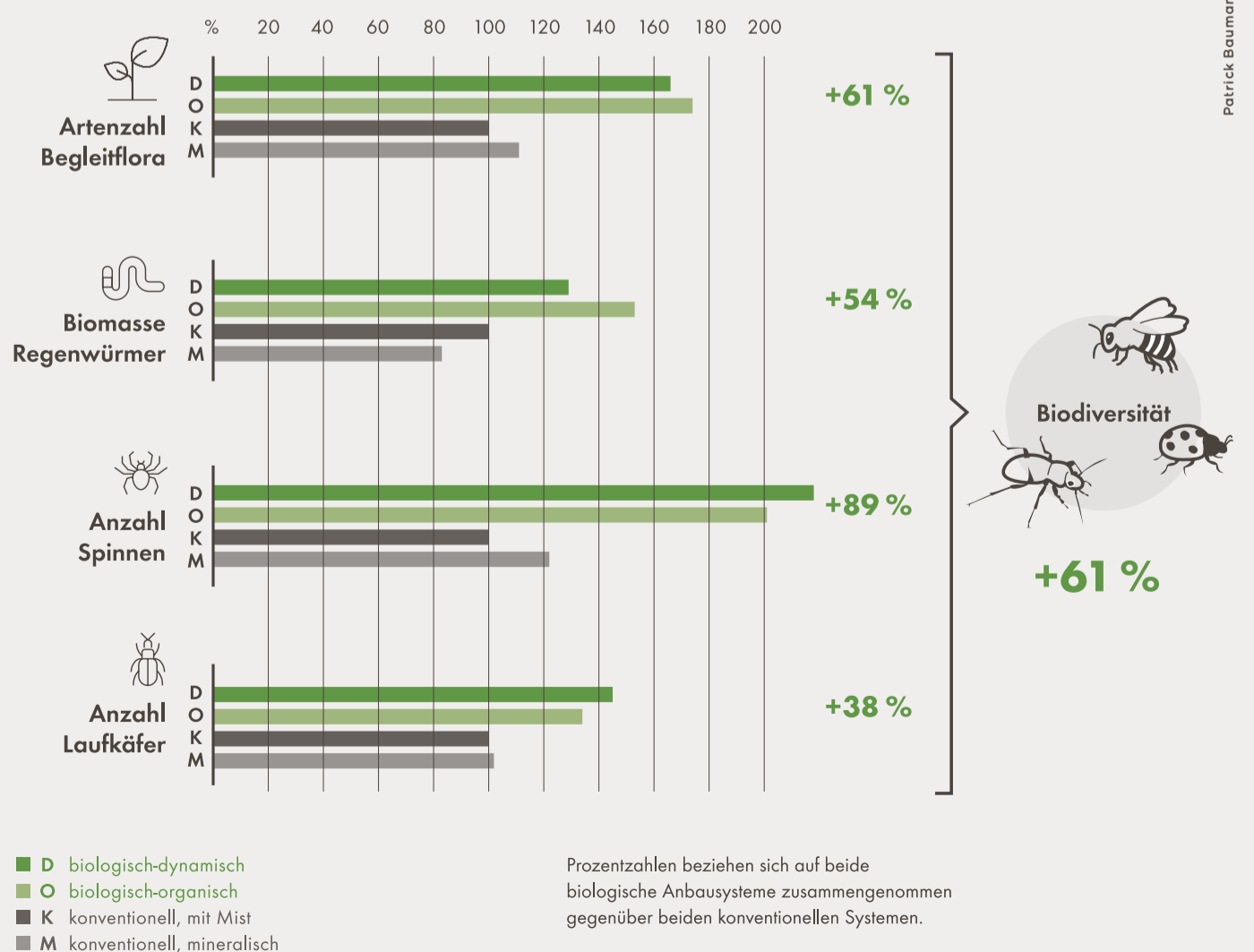
Neueste Untersuchungen im DOK-Versuch zeigen auf, dass die Mikroorganismen in den Biosystemen besser vernetzt sind. Während sie bei konventioneller Bewirtschaftung darauf spezialisiert sind, Protein aufzubauen, haben sie in den Systemen mit Mist und Gülle ein grösseres Potenzial, komplexe Kohlenstoffverbindungen abzubauen. Schlussfolgernd zeigen die Arbeiten im DOK-Versuch, dass eine erhöhte Bodenbiodiversität in biologischen Systemen die Bodenfunktionen unterstützt und so die negativen Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Praxis abmildern kann.

Biologische Anbausysteme fördern sowohl die oberirdische Vielfalt (Begleitkräuter) als auch die Vielfalt von Bodentieren und Mikroorganismen im Boden.

\* Ein Habitat bezeichnet in der Biologie einen durch spezifische abiotische und biotische Faktoren bestimmten Lebensraum, der sich auf eine bestimmte Tier- oder Pflanzenart oder Gruppen von Arten bezieht.

Quellen: Seite 12

## Indikatoren für Biodiversität



Patrick Baumann, FiBL Schweiz





Foto: Digitalale Massarbeit

Antoine Kaufmann, Demeter-Winzer im Gespräch. Er zog aus Südfrankreich nach Aesch BL. Sein Antrieb: die Biodiversität in der Klus steigern und dabei ausgezeichnete biodynamische Weine kultivieren.

# Weltweit hochgeschätzt, biodynamische Weine

Ein Gespräch zwischen Antoine Kaufmann und der Redaktion

**Die Rebe ist eine sensible Pflanze und reagiert stark auf die Bodenqualität und die Art des Pflanzenschutzes. Das schmeckt man im Wein. Deshalb schätzen Winzer weltweit die biodynamische Landwirtschaft mit ihrer positiven Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit. Die Weine gewinnen an Geschmack und Persönlichkeit.**

**Sie haben 2017 den bisher konventionell geführten Betrieb hier in der Klus gekauft. Was hat Sie bewogen, ihn auf die biodynamische Bewirtschaftung umzustellen?**

Ich hatte die Möglichkeit, das biologische Weingut Château Duvivier in Südfrankreich während 20 Jahren zu führen und dort Akzente zu mehr Biodiversität zu setzen. Ein praxis-

orientierter Einführungskurs in die biodynamische Landwirtschaft inspirierte mich, auf diesem Weingut zusammen mit dem FiBL während drei Jahren einen wissenschaftlichen Vergleichsversuch zwischen biologischer und biodynamischer Bewirtschaftung zu machen. Wir haben Bodenproben und Wein analytisch und den Wein zusätzlich sensorisch vergli-

chen. Überraschend war für mich, dass nach diesen drei Jahren die Bodenanalysen in der biodynamischen Variante höhere Werte in den Spurenelementen Bor und Magnesium aufwiesen – vermutlich durch die biodynamischen Präparate. Die Analyse des biodynamischen Weins zeigte weniger Säure, die professionelle Blindverkostung ergab aber, dass der Wein frischer, säurebetonter war und bevorzugt wurde, ein sehr positiver Aspekt. Mit diesen Erfahrungen kam ich hier in die Klus.

**«Die schonende biodynamische Bewirtschaftung kann man im Wein schmecken.»**

**Sie tauschten die sonnige Provence gegen das manchmal neblige Klus-Tal und wussten noch nicht, was mit der Umstellung auf Sie zukommt. Was sind rückblickend Ihre wichtigsten Erkenntnisse?**

Die Umstellung ist ein Prozess, es braucht drei bis vier Jahre, bis die biodynamischen Impulse in Boden und Pflanzen wirksam werden und sich langsam ein neues Gleichgewicht bildet. Nur die biodynamischen Präparate zu verteilen, genügt nicht. Ebenso wichtig ist, dass man jede Parzelle kennenlernt, die Art des Bodens und des Mikroklimas sind nicht bei jeder Parzelle die gleichen. Deshalb funktionieren die Bodenpflege und das Pflanzenschutzprogramm in gewissen Parzellen einwandfrei und in andern viel weniger. Man muss jede Parzelle diesbezüglich gut kennen und aus den Erfahrungen lernen. Bei jeder neuen Parzelle, die dazukommt, beginnt man von vorne. Die Natur ist wie das Leben, oft überraschend. Man hat nie ausgelernt.

beginnen. Alle waren einverstanden. Zusammen mit Bird Life und begleitet durch einen Projektleiter sowie mit der Unterstützung der Gemeinde und von Stiftungen stehen bereits 300 Laufmeter Trockensteinmauern. Parallel dazu haben wir Hecken angelegt und Steinhäufen aufgebaut. Diese gemeinsame Aktivität förderte auch das Bewusstsein für Bio. Als wir ankamen, war kein Quadratmeter bio. Jetzt sind es flächenmässig im Tal bereits 60 Prozent.

**Zurück zu Ihrem Weingut: Was sind denn im Weinbau die grössten Unterschiede zwischen der Provence und der Klus?**

Das Klima für die Reben ist hier ein ganz anderes, und eine grössere Herausforderung gibt es auch im Pflanzenschutz. Der Pilzdruck, also der falsche Mehltau, ist hier permanent viel höher. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass in diesem Moment Brennnessel- und Schachtelhalmtee die Reben stärken, unterstützen, ihnen Energie bringen. Es reicht aber nicht ganz, um die Pilze abzuwehren. Man muss auch realistisch sein, in sehr feuchten Jahren ist ein erhöhter Aufwand, trotz pflanzenbasierten Tees und Infusionen, beim Pflanzenschutz in allen Anbaugebieten notwendig, sogar bei den meisten PiWi (pilzwiderstandsfähigen) Reben. Die Einhaltung der Demeter-Richtlinien ist natürlich gewährleistet.

**«Den Boden gut pflegen steigert die Weinqualität.»**

**Wenn wir das richtig verstehen, ist für biodynamische Winzer der Pilzdruck eine grosse Herausforderung.**

Ja, trotz dieser Schwierigkeiten ist die Entwicklung enorm. In den letzten 15 Jahren haben weltweit sehr viele Referenzweingüter wie auch viele junge, respektvoll arbeitende Winzer auf die biologische oder biodynamische Anbaumethode umgestellt. Sie haben erkannt, dass es förderlich ist, den Boden gut zu pflegen. Er ist das Kapital, und die schonende biodynamische Bewirtschaftung kann man im Wein schmecken.

**Das heisst also, dass die biodynamischen Winzer bereit sein müssen, Bestehendes zu hinterfragen. Was motiviert Sie, in schwierigen Momenten mit neuem Elan weiterzumachen?**

Biodynamisch ist für mich eine Lebensgrundphilosophie – sie trägt, auch wenn es schwierig wird. Aufgeben ist keine Option. Ich kam zu Bio, weil ich während meiner Lehrzeit im Welschland und später im Ausland erlebt habe, wie viel giftige Produkte ein konventioneller Betrieb verwendet. Und dann erlebte ich die Steigerung von bio auf biodynamisch. Für mich ist biodynamisch mit Entwicklung und Qualität verbunden: Entwicklung des Betriebs, der eigenen Persönlichkeit und Offenheit gegenüber jedem Menschen.

**Sie haben seit 2017 Ihren Betrieb weiterentwickelt. Welche Projekte sind für Sie besonders erwähnenswert?**

Vor drei Jahren haben wir in einer Parzelle Rebstöcke entfernt und Bäume in die Parzelle gepflanzt, haben also einen Vitiforest angelegt. Die Bäume sind noch am Wachsen. Die Reben gedeihen genauso gut, wie wenn keine Bäume da wären, der Ertrag der Parzelle ist durch die fehlenden Reben nur minimal kleiner. Die Wurzeln der Bäume gehen tiefer als diejenigen der Rebe. Bei grosser Trockenheit – und das ist mit der Klimaerwärmung viel häufiger der Fall – pumpen die Bäume Feuchtigkeit aus der Tiefe, und diese kommt auch den Reben zugute.

Ein grosses Anliegen ist mir die Verbesserung der Biodiversität in der Klus. Vor vier Jahren habe ich zum 100-Jahr-Jubiläum der Weinbaugenossenschaft Aesch vorgeschlagen, eine gemeinsame Aktivität zur Biodiversität zu



# Zurück in die Zukunft - zur Kreislaufwirtschaft.

Copyright: Demeter



In der Kreislaufwirtschaft sind die Kühe aus zwei Gründen zentral wichtig: mit ihren vier Mägen verwandeln sie das für uns Menschen unverdauliche Gras und Heu in Milch und Fleisch, und ihr Mist ist der wertvollste Dünger in der Landwirtschaft.

«Nachhaltige Landwirtschaft ist der Natur abgeschaut.»

**Der ideale Bauernhof ist Ausgangspunkt in diesem Artikel von Alfred Schädeli. Was hat dies mit dem biologischen und biodynamischen Landbau zu tun? Erfahren Sie hier die Pluspunkte der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft. Sie ist seit jeher Grundlage der biodynamischen Landwirtschaft.**

Text: Alfred Schädeli, Landwirt, Präsident Verein für biologisch-dynamische Landwirtschaft

Wenn meine Grosskinder Bauernhof spielen, nehmen sie zuerst eine Kuh, dann eine zweite und eine dritte. Dann den Muni, ein Schwein, einen Guggel und ein paar Hühner, eine Geiss, ein Schaf, den Bauern mit Mistgabel und vielleicht ein Pferd. Der Traktor, Marke Fendt, mit Kipphanhänger, und das Güllefass dürfen nicht fehlen. Ein Mähdrescher muss auch noch her. Diese Idylle ist in der realen Landwirtschaft immer weniger zu finden. Aber in der Vorstellung der Kinder wie auch von uns Erwachsenen lebt sie weiter.

#### **Der ideale Bauernhof**

Auf dem idealen Bauernhof, wie wir ihn uns ausmalen, grasen Kühe, Ziegen und Schafe auf der Weide, werden Wiesen gemäht und Heu bereitet, das für den Winter in die Scheune auf den Heustock kommt. Die Bauersleute stehen in einer engen Beziehung zu ihrem Vieh, versorgen es tagtäglich und bringen dessen Mist als wertvollen Dünger auf die Felder. Dort bauen sie Getreide, Kartoffeln und Gemüse an. Das Stroh vom Kornfeld streuen sie im Stall aus, um den Tieren im Winter eine warme, trockene Liegefläche zu bieten. Zu kleine Getreidekörner legen sie den Hühnern als Futter vor, den Schweinen sind die Resten aus der Küche, die Rüstabfälle vom Gemüseacker und die Molke aus der Käserei zugeordnet.

Gewiss, längst nicht jede Idylle verdient es, konserviert zu werden. Unsere Welt verändert sich, und es ist in vielen Fällen angebracht, alte Zöpfe abzuschneiden und neue Lösungen für die Zukunft zu finden. Doch einige alte Zöpfe haben sich bestens bewährt.

#### **Kreislaufwirtschaft bringt's**

Ein wunderbarer alter Zopf ist die Kreislaufwirtschaft. Sie gilt es als Grundidee zu bewahren und in eine zukunftsfähige Form zu führen. Denn die geschickte Verschränkung von Pflanzenbau und Tierhaltung schafft eine solide Grundlage für eine schonende Lebensmittelerzeugung, die den Herausforderungen unserer Zeit gewachsen ist. In unserem Land ist sie ebenso rückläufig wie auf der ganzen Welt. Doch es gibt auch Hoffnung, eine Gegenbewegung, welche den Wert vielfältiger Betriebe erkennt.

#### **Pflanzen und Tiere schaffen Boden**

Eine nachhaltige Landwirtschaft ist der Natur abgeschaut und baut auf sie auf. In der Natur stehen Boden, Pflanzen und Tiere in einer engen Wechselwirkung. Überall auf der Erde, wo sich die Gelegenheit bietet, entsteht sogleich Boden, wachsen Pflanzen und siedeln sich Tiere an. Das gilt im Kleinen wie im Grossen. Sammelt sich in einer Felsspalte im Hochgebirge oder zwischen den Verbundsteinen eines Parkplatzes nur die geringste Menge Sand und Staub, erscheinen sofort Moose,



Algen, Pflanzen, Würmer und Insekten. Es entsteht fruchtbarer Boden. Nach demselben Prinzip konnte sich die gesamte Vegetation auf unserem Planeten etablieren. Pflanzen, Tiere und Bodenlebewesen haben den Boden aufgebaut, auf dem die Pflanzen und Tiere wachsen und sich vermehren können.

#### Vom Jäger zum Erbauer grosser Zivilisationen

Weil die Natur bekanntlich verschwenderisch ist, schenkte sie unseren frühen Vorfahren Nahrung und Kleidung. Sie sammelten Früchte, Blätter und Wurzeln und jagten Tiere oder zogen als Hirten mit Herden über die Steppen. Später wurden sie sesshaft, bebauten Äcker und hielten Tiere auf der Weide. So entstand eine ursprüngliche Form von Landwirtschaft. Als Vorbild diente Mutter Natur.

In der freien Natur entwickeln sich dem Standort angepasste Gesellschaften von Wildpflanzen und Wildtieren. Die frühe Landwirtschaft ergänzte diese durch den Anbau von Kulturpflanzen und die Haltung von Nutztieren. Sie bildete dadurch neue Verhältnisse, welche den Menschen mehr Nahrung boten und kulturelle Entwicklung ermöglichten. Was vor Jahrtausenden im besten Sinne eingebettet in die Natur begann, war ein Erfolgsmodell, wenngleich intensive Ackernutzung und Überweidung schon vor Jahrtausenden zur Zerstörung von Böden und zum Untergang grosser Zivilisationen geführt haben. Landwirtschaftssysteme mit der Kombination von Ackerbau und Viehwirtschaft haben in weiten Teilen der Welt unsere heutige Lebensweise ermöglicht. Allerdings ist diese Entwicklung in den vergangenen rund 150 Jahren zunehmend aus dem Gleichgewicht geraten.

## «Zehn Prozent der Landwirtschaftsfläche in Europa wird biologisch bewirtschaftet – Tendenz steigend.»

#### Folgen der industrialisierten Landwirtschaft

Durch ihre Industrialisierung drängte die Landwirtschaft die Natur immer mehr an den Rand. Der Anteil an Kulturpflanzen stieg gegenüber den Wildpflanzen markant an, die Nutztierhaltung verdrängte die Wildtierpopulationen. Gemessen an der Biomasse von Säugetieren leben heute weltweit 15-mal mehr Nutztiere als Wildtiere,<sup>1</sup> in der Schweiz leben 15-mal mehr Nutzgeflügel als Wildvögel, Tendenz steigend.<sup>2</sup>

Dies hat negative Folgen für die Bodenfruchtbarkeit, das Grundwasser, das Klima und die Biodiversität: Die grosse Anzahl Nutztiere kann nur durch intensiven Ackerbau und Futtermittelimporte versorgt werden. Mehr als die Hälfte des in der Schweiz angebauten Getreides ist nicht für die menschliche Ernährung bestimmt, sondern landet im Futtertrog. Und das reicht bei Weitem nicht aus. Pro Jahr und pro Kopf unserer Bevölkerung werden 200 Kilo Futtergetreide und Futtersoja in unser Land importiert, um Eier, Fleisch und Milch zu produzieren.

#### Nachteile der spezialisierten Betriebsformen

Wie in grossen Teilen der Welt hat sich die Landwirtschaft auch in der Schweiz schon lange vom idealen Bauernhof in unserer Vorstellung verabschiedet. Kommt hinzu, dass die Spezialisierung der Produktion stark zunimmt, vor allem im Talgebiet. Dort sind heute 41 Prozent der Betriebe auf Pflanzenbau ausgerichtet, 45 Prozent auf Tierhaltung. Gerade noch 14 Prozent gelten als gemischte Betriebe, die Pflanzenbau und Tierhaltung verschränken.<sup>3</sup>

Das Zusammenspiel von Spezialisierung und Futtermittelimporten hat fatale Folgen. Denn mit dem zugeführten Futter werden auch Nährstoffe, vor allem Stickstoff und Phosphor, ins System geschleust. Höfe, die ihre Tiere mit zugekauftem Futter versorgen, bringen mit dem Mist und der Gülle zu viel Dünger auf die Felder.



Eine kleine Hühnerschar mit einem stolzen Hahn – er beschützt und warnt sie vor Gefahren – war früher auf vielen Höfen anzutreffen. Heute ist die Eierproduktion mit grösseren Herden eine Spezialisierung der Landwirtschaftsbetriebe.

#### Der Kunstdünger-Teufelskreis

Die Industrialisierung und Spezialisierung der Landwirtschaft seit Beginn des 20. Jahrhunderts verlief Hand in Hand mit der chemischen Produktion von Stickstoffdünger, die weltweit immer noch zunimmt. Dieses energieaufwändige Verfahren ist gekoppelt an die Erdgasförderung. Die chemische Erzeugung von Stickstoffdünger trägt – zusammen mit dessen Verwendung – rund fünf Prozent zum weltweiten Treibhausgas-Ausstoss bei.<sup>4</sup> Zudem senkt sein Einsatz im Anbau die Resilienz der Kulturpflanzen, was mit chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln korrigiert wird. Dies wiederum vermindert die Biodiversität, belastet das Grundwasser und reduziert den Humusgehalt des Bodens. Dieser klassische Teufelskreis setzt weiteres CO<sub>2</sub> frei. Die intensive Landwirtschaft entfernt sich immer weiter von nachhaltiger Bewirtschaftung. Wie erkläre ich das nur meinen Grosskindern?

#### Zum Glück gibt's Widerspruch

Ein Hoffnungsschimmer: Das Konzept der intensiven, spezialisierten, von der Zufuhr chemischer Hilfsstoffe abhängigen Landwirtschaft erlebte von Beginn weg Widerspruch. Einerseits gab es zahlreiche Bäuerinnen und Bauern, die den Verheissungen der «Moderne» nicht trauten und an der traditionellen, vielseitigen Bewirtschaftung ihrer Höfe festhielten. Zu ihnen gehörten beispielsweise meine Grosseltern. Dann gab es zu Beginn des 20. Jahrhunderts verschiedene Strömungen, welche neue, schonende Wege der Lebensmittelerzeugung suchten und frühe Formen des biologischen Anbaus ausprobierten, etwa die Lebensreform-Bewegung, bekannt durch ihre Reformhäuser.

## «Im Hoforganismus nehmen die Wiederkäuer eine zentrale Stelle ein.»

Einen Meilenstein setzte Rudolf Steiner 1924 mit dem «Landwirtschaftlichen Kurs». So wird eine Reihe von acht Vorträgen zu den «geisteswissenschaftlichen Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft» bis heute genannt. Sie regten die biodynamische Wirtschaftsweise an. Der Begründer der Anthroposophie hielt die Vorträge vor rund 130 Personen auf einem Landgut in Schlesien, wo die Industrialisierung der Landwirtschaft besonders weit fortgeschritten war. Die Teilnehmenden waren grösstenteils Landwirte oder Gutsbesitzerinnen, die erste negative Auswirkungen der «fortschrittlichen» Landwirtschaft auf die Böden, das Saatgut und die Produktqualität erkannt hatten.

#### Umfassender Hoforganismus

In seinem «Landwirtschaftlichen Kurs» skizzierte Steiner den Bauernhof als eigenständigen in die Natur und in die Landschaft eingefügten Organismus, aufbauend auf den Möglichkeiten, die der Boden bietet, und auf die Zufuhr von Kunstdünger und Futtermittel verzichtend. Der Hof versteht sich als vielfältiges Zusammenspiel von Pflanzenbau und Tierhaltung, die sich gegenseitig stützen, gelenkt von Bäuerinnen und Bauern. Zur Belebung der Bodenaktivität und zur Stärkung des gesunden Pflanzenwachstums beschreibt er eine zusätzliche Art von Düngung, die biodynamischen Präparate.

Eine zentrale Stellung nehmen die Wiederkäuer ein, vor allem Kühe, aber auch Ziegen und Schafe, die von Wiesen und Weiden leben – und zwar in vernünftiger Zahl, denn die Herdengrösse ist begrenzt durch die Futtergrundlage des Hofes. Das Verdauungssystem der Wiederkäuer mit vier Mägen vermag das für den Menschen unverdauliche Gras (und Heu) in Milch und Fleisch zu verwandeln und zudem einen Mist abzusondern, der für die Bodenfruchtbarkeit von hohem Wert ist. Der Mistkompost gelangt als vitalisierender Dünger auf die Ackerflächen, wo Getreide, Hülsenfrüchte, Ölsaaten und Gemüse für die menschliche Ernährung angebaut werden. Bäume und Sträucher liefern Obst, Nüsse, Beeren, Windschutz und Schatten und leisten einen Beitrag zur Landschaftspflege und zur Biodiversität.

#### Internationale Ausstrahlung

Die biodynamische Landwirtschaft hat in den 100 Jahren seit ihrer Begründung Fahrt aufgenommen und ist heute in über 60 Ländern auf allen bewohnten Kontinenten vertreten. Die Verschränkung von Pflanzenbau und Tierhaltung gehört bis heute weltweit auf kleinen und grossen Betrieben zu den Grundsätzen dieser Anbaumethode, deren Produkte unter dem Label Demeter auf den Markt kommen.

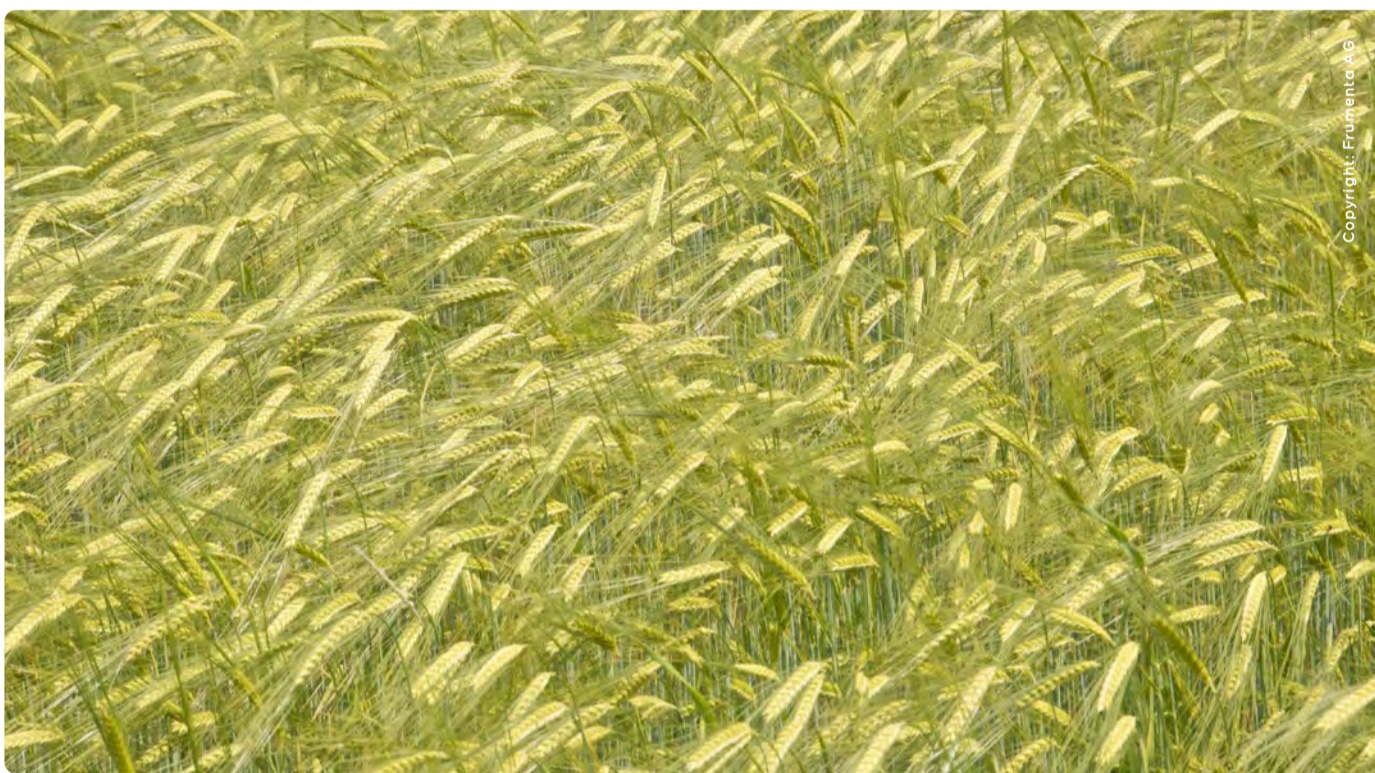
Ausserdem hat die biodynamische Landwirtschaft den Biolandbau inspiriert, der sich ebenfalls über den gesamten Globus verbreitet hat und eine beachtliche Breitenwirkung erzielt. In Europa werden bereits nahezu zehn Prozent der Landwirtschaftsfläche biologisch bewirtschaftet, in der Schweiz sind es 18 Prozent. Auf dieser Fläche kommen keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel und kein Kunstdünger zum Einsatz. Das Zusammenspiel zwischen dem Pflanzenbau, der Tierhaltung und der Pflege der natürlichen Bodenfruchtbarkeit ist auf biologischen Höfen weit verbreitet.

Die biologische und die biodynamische Landwirtschaft werden sich auch in Zukunft weiterentwickeln und weiter ausbreiten. Das gibt Hoffnung, denn dieser Trend beeinflusst die konventionelle Landwirtschaft, die sich in der Schweiz teilweise den nachhaltigen Methoden annähert. Ein Beleg dafür ist in unserer Landschaft zu erkennen, wo heute viel mehr Tiere auf der Weide zu sehen sind als noch vor wenigen Jahrzehnten. Das erzähle ich meinen Grosskindern gerne. Es wird sie freuen.



# Biodynamische Landwirtschaft, ein Füllhorn?

Die Schweizer Agrarforschung eröffnet neue Perspektiven. 46 Jahre wissenschaftliche Forschung im Ackerbau machen es deutlich: Die biodynamische Landwirtschaft ist eine nachhaltige Quelle der Fülle, der Vielfalt und des Lebens. Mit dem Label Demeter ausgezeichnet, ist sie auch die klimafreundlichste Form der Landwirtschaft.



Diese Forschungsergebnisse entstanden aus einer engen Zusammenarbeit der Eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) mit Landwirt\*innen und weiteren Akteuren der Schweizer Landwirtschaft. Ihr Ziel: die langfristigen Auswirkungen der verschiedenen biologischen und konventionellen Landwirtschaftssysteme (DOK) wissenschaftlich und detailliert zu untersuchen.

## Die Zahlen sprechen biodynamisch

Nach 46 Jahren liegen die Ergebnisse vor. Sie sind verblüffend. Die Zahlen rütteln an den bisher gültigen Denkmustern. Im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft bringt die biodynamische Landwirtschaft nicht nur 74 Prozent mehr Vielfalt in der Begleitflora, sondern auch 49 Prozent mehr Kleinstlebewesen mit einer 71 Prozent erhöhten Aktivität, 50 Prozent mehr Mobilisierung von Nährstoffen und schliesslich 16 Prozent mehr Humus. Summarisch zeigen die Messungen, dass mit biodynamischer Landwirtschaft die Bodenfruchtbarkeit insgesamt um 46 Prozent zugenommen hat. Das ist enorm und wissenschaftlich belegt. Ein Füllhorn?

Weiten wir den Blick und stellen uns vor: ein typischer Mischbetrieb mit Vieh, 40 Hektaren gross, eine durchschnittliche Grösse, wie es sie in der Schweiz viele gibt. Biodynamisch geführt, braucht ein solcher Bauernhof von aussen kaum Zusatzfutter oder Düngemittel jeglicher Art einzukaufen. Die Düngung kommt vom Mist der hofeigenen Kühe, unterstützt durch die Präparate, welche die biodynamische Landwirtschaft ausmachen.

## 160 000 kg Lebensmittel aus Licht und Erde

Was produziert ein solcher 40 ha Bauernhof? Natürlich ist die Antwort von der einzelnen Situation abhängig, aber im Durchschnitt können wir von etwa vier Tonnen pro Hektar ausgehen, z. B. 120 000 Liter Milch, 20 000 kg Getreide, 15 000 kg Kartoffeln, Gemüse und Obst und 5000 kg Fleisch. Das sind 160 Tonnen. Bewahren wir uns dieses Bild: Jahr für Jahr verlassen 160 000 kg Produkte das landwirtschaftliche Gut und werden verkauft, um die Menschen zu ernähren.

Woher kommt denn diese Produktion? Etwas ist sicher: Im grossen Ganzen erfolgt sie nicht auf Kosten des Bodens, auch wenn dies noch weiter erforscht werden muss. Im Gegenteil, die Qualität des Bodens verbessert sich. Die oben schon genannten Zahlen zeigen, wie die Fruchtbarkeit und auch der Gehalt an Humus mit biodynamischer Landwirtschaft zugenommen hat, und dies bei stabilen Erträgen. Ein Füllhorn!

## Je mehr mineralischer Dünger, desto lebensloser der Boden

Im Gegensatz macht der Langzeitversuch etwas deutlich. Wo in der konventionellen Landwirtschaft nur mineralisch gedüngt wird, gilt: Je mehr Dünger in mineralischer Form zugeführt wird, desto ärmer und lebensloser wird der Boden. Die Zahlen klagen an: Seit Beginn des DOK sind 10 Prozent des Humus verschwunden. Eine unsichtbare Verwüstung ist hier im Gange. Und dies weltweit. Der Boden wird immer mehr zum Substrat gemacht, der nur noch als Träger für Mineraldüngung dient. Das Leben wird ihm nach und nach geraubt, ganz zu schweigen von der Verschmutzung des Rieselwassers mit Düngern und Pestiziden und unweigerlich auch des daraus resultierenden Grundwassers.

Die Ergebnisse des DOK-Versuches rufen zu einem Umdenken in der Landwirtschaft auf. Sie zeigen, dass der Wissensstand, der hinter den konventionellen Düngungsmethoden steht, nicht ausreicht, um das Leben und seine Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion zu verstehen. Die biologischen Prozesse müssen viel mehr Beachtung finden. Ein neuer, erweiterter Blick, der das Lebendige und seine Beziehung zur umfassenden kosmischen Umwelt einbezieht, ist nach dieser Studie notwendig.

**Marc Desaulles**  
Physiker und Unternehmer  
L'Aubier, Montezillon

Diese Organisationen tragen mit

**L'AUBIER**  
www.aubier.ch

**Bio Bouquet**  
Gemüse im Abo

**biohof-brandegg.ch**

**bio.inspecta**

**biopartner**

**demeter**

**KZ** Säge- und Palettenwerk  
**Karl Zehnder AG**  
Wenn es um Holz geht!

**Sonnengarten**  
Ein Ort für persönliche  
Lebensgestaltung im Alter  
www.sonnengarten.ch

**WELEDA**  
Seit 1921

# Danke

für Ihren Beitrag. Ihr Engagement fördert unseres.

IBAN:  
CH06 0900 0000 1074 9020 0

Mit Ihrer Spende ermöglichen Sie die Fortsetzung unserer wertvollen Forschungsarbeit.

Der FondsGoetheanum ist als Teil der Anthroposophischen Gesellschaft in der Schweiz steuerbefreit. Sie können die Spende bei der Steuererklärung vom Nettoeinkommen abziehen. Spenderinnen und Spender erhalten alle weiteren Ausgaben zugeschickt. Adresse: FondsGoetheanum, Oberer Zielweg 60, 4143 Dornach, info@fondsgoetheanum.ch



Alle Quellen- und Referenzangaben (Seiten 1 bis 12).