

1.2.9 Der Umgang mit Böden im ökologischen Landbau

N. PATZEL, Überlingen, T. LINDENTHAL, Wien

Stahr, Karl • Blume, Hans-Peter, • Felix-Henningsen, Peter •
Frede, Hans-Georg • Horn, Rainer • Guggenberger, Georg (Hg.)
Handbuch der Bodenkunde, 31. Ergänzungslieferung, Feb. 2009
ISBN-10: 3-527-32455-0
ISBN-13: 978-3-527-32455-2
Wiley-VCH, Weinheim

1.2.9 Der Umgang mit Böden im ökologischen Landbau

Inhalt

Zusammenfassung

1	Einführung	1
2	Der <i>innere Boden</i> des biologischen Landbaus: Kulturelle und wissenschaftliche Grundlagen.	2
2.1	Stand der Literatur	2
2.2	Mutter Erde	2
2.3	Kreislaufdenken	4
2.4	Christentum	4
2.5	Vitalismus	5
2.6	Anthroposophie	7
2.7	Biologie.....	7
2.8	Ökologie und Ganzheitlichkeit.....	9
3	Prinzipien, Probleme, Perspektiven: Wirkungen auf den Boden	10
3.1	Einführung	10
3.2	Prinzipien und Kennzeichen der ökologischen Landwirtschaft	10
3.3	Die ökologische/biologische Landwirtschaft: Ziele und ihre Auswirkungen auf das Boden- Ökosystem	11
3.3.1	Humuswirtschaft und aktives Bodenleben	11
3.3.2	Vermeiden von Bodenverdichtungen.....	13
3.3.3	Vermeiden von nicht tolerierbaren Schad- stoffeinträgen	13
3.3.4	Vermeiden von Bodenerosion	13
3.3.5	Vermeiden von Nährstoffausträgen	13
3.4	Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft im deutschsprachigen Raum.....	14
3.5	Richtlinien und Verordnungen zur öko- logischen Landwirtschaft in der EU und der Schweiz	14
3.6	Heutige Normen versus Pionierimpulse	15
3.7	Heutige Werte und Einstellungen in der ökologischen Landwirtschaft	16
4	Schlussfolgerungen	16
5	Literatur	18

1.2.9

Der Umgang mit Böden im ökologischen Landbau

N. PATZEL, Überlingen, und T. LINDENTHAL, Wien

Zusammenfassung

Innerhalb der modernen europäischen Bodenkultur ist der ökologische Landbau eine besondere Entwicklung. Diese ist aus der Bevorzugung weltanschaulicher Grundlagen entstanden, die sich von denen des agrarindustriellen Bodennutzungsmodells unterscheiden. Hierzu gehört der Bezug zu spirituellen Vorstellungen und religiösen Werten: Religiöse Verehrung der Erde und eine christlich-religiöse Auffassung der Rolle des Menschen sind ebenso Teil des inneren Bodens des Biolandbaus wie die wissenschaftliche Bevorzugung der Biologie (einschließlich Vitalismus) und Ökologie gegenüber Chemie und Ökonomie.

Die Ideale der Anthroposophen und der ökologischen Landwirtschaft führten zu gemeinsamen Prinzipien und Richtlinien mit folgenden Zielen: Wertschätzung von Kreisläufen und überschaubaren, oft regionalen Wirtschaftsbeziehungen, Fokussierung auf Bodenleben, Ökosystemstabilität und Gesundheit in der Nahrungskette; verbunden mit Werten wie Selbstbestimmung, Identität und Kooperation.

Unmittelbar auf den Boden wirken hier vor allem die Bemühungen um das Bodenleben und den Humusaufbau sowie der weitgehende Verzicht auf Stoffeinträge durch Nährstoffsalze und synthetische organische Verbindungen (meist Biozide) in den Boden. Der ökologische Landbau zeigt bezüglich der Bodenqualität erwiesene Vorteile gegenüber dem sogenannten konventionellen Nutzungsmodell des Bodens, ohne dass eine Idealisierung als optimal ausgereifte Bewirtschaftungsform gerechtfertigt wäre.

1 Einführung

Alternative Landwirtschaft – so nannte man besonders im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts die Aktivitäten einer kleinen Minderheit innerhalb der bäuerlichen Bevölkerung, die sich im Umgang mit dem Boden, mit Pflanzen und Tieren anders verhielt als die Mehrheit. In diesem Beitrag werden der Umgang der *ökologischen Landwirtschaft* mit dem Boden und dessen Resultate beschrieben. Auch der *innere Boden* der Alternativen, also ihre kulturellen und wissenschaftlichen Grundlagen, die sie zur Entwicklung ihrer spezifischen Bodenwissenschaft und Landwirtschaft trieben, wird hier beschrieben. Im Zuge der gesellschaftlichen Anerkennung der *alternativen Landwirtschaft* gegen Ende des 20. Jahrhunderts konnten deren Vertreter die eigenen Bezeichnungen wie *ökologischer Landbau* und *Biolandbau* allgemein etablieren, die auch hier verwendet werden. Das Credo der Pioniere des ökologischen Landbaus war, dass eine nur den quantitativen Ertrag maximierende, mit mineralischer Pflanzenernährung und Giften gegen Wildkräuter und Schadorganismen arbeitende, am Ideal industrieller Nutzung

von Produktionsfaktoren orientierte Arbeit mit dem Boden zur Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit und zu schlechterer Nahrung führe (STEINER, 1984; BALFOUR, 1943; HOWARD, 1948; RUSCH, 1955, 1968). Zu dieser Kritik gaben teilweise markante zeitgenössische Probleme der Bodennutzung Anlass: Als Rudolf STEINER 1924 im schlesischen Dorf Koberwitz seinen *landwirtschaftlichen Kurs* durchführte, lagen die Kornserträge in Deutschland seit 2 Jahren um rund 40 % unterhalb des Durchschnittswerts der Jahre 1911-1913 (ROEMER, 1927; vgl. BITTERMANN, 1956), was nach VOGT (2000: S. 31, 114ff) auch an den neu eingeführten Mineraldüngern lag.

Außer mit konkreten Problemen der chemisch unterstützten Landwirtschaft begründeten die zitierten Pioniere des ökologischen Landbaus ihre Suche nach anderen Wegen mit kulturellen und religiösen Argumenten sowie auf alternativen Erkenntnisansätzen, die weiter unten beschrieben werden: Zusammengefasst lautete diese Kritik, eine auf Kunstdünger gestützte und an der Industrie orientierte Landwirtschaft widerspreche allgemeinen Grundsätzen oder Zusammenhängen der Natur bzw. der Ökologie und laufe dem traditionellen Selbstverständnis bäuerlicher Landwirtschaft bzw. Kultur zuwider.

Joan THIRSK (1997) zeigte in ihrer ausführlichen und bis ins Mittelalter zurückgreifenden agrargeschichtlichen Studie über *Alternative Agriculture*; dass größere Neuerungen in der Landwirtschaft in Großbritannien immer dann aufgetreten seien, wenn die *mainstream agriculture* in einer Krise war – egal, ob aus selbstverantworteten oder von außen kommenden Gründen. Im Falle der im 20. Jahrhundert im deutschsprachigen und auch im englischsprachigen Raum entwickelten *alternativen Landwirtschaft* kann man aber nur teilweise von einem Gegenentwurf zu den Problemen der *Konventionellen* sprechen. Denn zur alternativen Pionierzeit war das später so genannte *Konventionelle* auch noch ziemlich neu und erst dabei, sich gegen ältere Strukturen und Ansichten durchzusetzen. Daher kann man bei der alternativen Landbauwissenschaft und -praxis mit gleichem Recht auch von einer Parallelentwicklung sprechen, die auf die seit dem 18. Jahrhundert wieder

verstärkt aufgetretenen Ernährungskrisen (vgl. MONTANARI, 1993) mit anderen Methoden zur Fruchtbarkeits- und Ertragssteigerung und -Sicherung antwortete, als die Agrikulturchemie es tat.

Die Beziehungen der Ökolandbau-Pioniere zu vorindustriellen Traditionen waren meist stark und sie wurden ausdrücklich verteidigt. Rudolf STEINER (1984: S. 238f) betonte z. B. in seinem landwirtschaftlichen Kurs: „Ich bin herausgewachsen so recht aus dem Bauertum. Ich bin der Gesinnung nach immer drin geblieben. ... Ich habe nämlich immer das, was die Bauern gedacht haben über ihre Dinge, furchtbar viel gescheiter gefunden, als was die Wissenschaftler gedacht haben. ... etwas ‚Dummheit‘ des Bauertums in die Wissenschaft hineinzutragen, darum mühen wir uns in Dornach. Dann wird diese Dummheit Weisheit werden vor Gott. Wollen wir in dieser Weise zusammenwirken, das wird ein echt konservatives, aber auch ein äußerst radikal fortschrittliches Beginnen sein.“ In diesem Sinne zurückblickend schrieben KOEPF und VON PLATO (2001: S. 23): „Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise ... und die ebenfalls allmählich entstehenden organischen Bewegungen haben das historische Verdienst, die Wesenselemente einer gesunden Landwirtschaft ... bäuerliche Lebensform und Gesinnung ... bewahrt und weiterentwickelt zu haben.“ Auf der anderen Seite verwendet die ökologische Landwirtschaft viele neue Techniken, besonders die Landwirtschaftsmaschinen, in ähnlichem Ausmaß, wie es in der sogenannten *konventionellen* Landwirtschaft der Fall ist. Das Spezifische von Steiner und den anderen Biolandbau-Pionieren wird im Folgenden dargestellt werden: zuerst ihr *innerer Boden* und dann die konkreten Folgen für den *äußeren Boden*.

2 Der *innere Boden* des biologischen Landbaus: Kulturelle und wissenschaftliche Grundlagen

2.1 Stand der Literatur

Zur Geschichte alternativer Landwirtschaftsweisen im 20. Jahrhundert ist derzeit die Dissertation von Gunter VOGT (2000) über die *Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum* das Standardwerk. Er stellte die verschiedenen, geschichtlich wirksamen Aktivitäten für alternative Landwirtschaft in Deutschland, Österreich und der Schweiz ab den 1920er Jahren systematisch, faktenreich und quellenbezogen dar.

Weitere wichtige Erstentwicklungen *alternativer Landwirtschaft* im 20. Jahrhundert fanden in Großbritannien statt, wobei hier Sir Albert HOWARD (HOWARD und WAD, 1931; HOWARD, 1940) und Lady Eve BALFOUR (1943, 1978) zentrale Persönlichkeiten waren. Zur Herkunftsgeschichte des Begriffs *organic agriculture* siehe SCOFIELD (1986). Da sich dieser Handbuchbeitrag weitgehend auf die Darstellung von Entwicklungen in Mitteleuropa beschränkt, wird die Fülle der seit den 1970er Jahren weltweit autochthon entwickelten Alternativen zur jeweils nach Dominanz strebenden agrarindustriellen Vorgehensweise an dieser Stelle nicht behandelt.

Zu geistigen Quellen der Biolandbau-Entstehung finden sich bei SCHAUMANN (2002) und bei PATZEL (2003) skizzierte Darstellungen. Eine ausführliche Darstellung hierzu fehlt noch und wird durch dieses Handbuchkapitel keineswegs überflüssig. Zur Begründung des Erkenntnisinteresses am *inneren Boden* des ökologischen Landbaus schrieb SCHAUMANN (2002: S. 11): „Menschen handeln aus ihrem Seelisch-Inneren heraus. Sie haben Erkenntnisse, Ideen, Ideale, Vorstellungen, Wünsche, Begierden, tiefe Antriebe aus dem Unbewussten heraus, die sie selbst oft nicht verstehen oder nur ahnen, solange die Taten noch nicht geschehen sind und oft auch noch nicht danach. Diese werden oft erst im geschichtlichen Rückblick ganz begriffen und dies von jeder Zeit wieder neu und anders.“ Auf diese Stellungnahme folgend beklagte SCHAUMANN (2002: S. 49f) das fehlende Bewusstsein über die eigenen geistigen Grundlagen in den Landbauwissenschaften: „Solche Fragen kommen in den Studiengängen nicht vor und auf dem Weg zum selbständigen Wissenschaftler und akademischen Lehrer erst recht nicht. ... Selbsterkenntnis ist in den Landbauwissenschaften – und wie man sieht, weit darüber hinaus – nicht gerade eine gepflegte Seite wissenschaftlicher Bemühung ...“

2.2 Mutter Erde

Die *Allmutter Erde* kann als die Göttin von Friedrich Albert FALLOU (1857: S. 2) angesehen werden. FALLOU war eine der maßgeblichen Persönlichkeiten in der Entstehungszeit der wissenschaftlichen Bodenkunde; er prägte den Begriff *Pedologie*. Naturkundler und Landwirte nannte FALLOU *Priester der Isis und Ceres* (1857: S. 3) und seine Verehrung für diese Göttinnen, die seine inneren Werte repräsentierten, wird am Gefühlswert seines Lobpreises deutlich (vgl. PATZEL, 2003: S. 45f).

Rudolf STEINER, der Initiator der biologisch-dynamischen Landwirtschaft, sprach in seinem *Landwirtschaftlichen Kurs* nicht von *Mutter Erde*, aber in anderen Vorträgen zeigte er sehr genaue diesbezügliche Vorstellungen (STEINER, 19ff., Bd. 230: S. 122): „Für die Pflanzen ist die Erde Mutter, der Himmel Vater. ... Und die Befruchtung findet statt während des Winters drunten in der Erde, wenn der Samen in die Erde hineinkommt und auftrifft auf die Gestalten, die die Gnomen empfangen haben von den Sylphen ... Die Erde ist Mutter der Pflanzenwelt, der Himmel ist Vater der Pflanzenwelt. Das ist in ganz wörtlichem Sinne der Fall.“ (Die Aussagen zu *Gnomen* und *Sylphen* knüpfen an die stark von PARACELSUS geprägte frühneuzeitliche europäische *Naturgeisterlehre* an; siehe hierzu PARACELSUS (1932a, b); vgl. auch Kap. 1.3.1: S. 14 ff. in diesem Handbuch).

Rudolf STEINER meinte, dass „aus dem Schoße von Mutter Erde die frischen Triebe des Jahres“ sprießen (STEINER, 19ff., Bd. 145: S. 65) – „Im Frühling sprießt die göttliche Schöpferkraft aus der Mutter Erde hervor“ (STEINER, 19ff., Bd. 97: S. 262). Auch der frühere Mensch „wurde sozusagen herausgeboren aus der Mutter Erde selber“ als spiritueller Gestalt (STEINER, 19ff., Bd. 104: S. 184). „Mutter Erde“ war für STEINER ein bewusstes Wesen mit einem „Ich in ihrem Mittelpunkt“ (STEINER, 19ff., Bd. 98: S. 153f.). Während das Abschneiden einer Pflanze ihr Wohlgefühl bereite wie einer Kuh, die man melkt, tue das Herausreißen weh, „wie wenn Sie in das Fleisch hineinschneiden“ (STEINER, 19ff., Bd. 98: S. 154). Die Vorstellung von Mutter Erde liegt auch der Namensgebung *Demeter* für die Erzeugermarke für Produkte aus biologisch-dynamischer Landwirtschaft zugrunde (VON WISTINGHAUSEN, 1982: S. 46): „Die Verwertungsgenossenschaft ‚Demeter‘ wurde im September 1927 gegründet, nachdem Günther Wachsmuth den Namen in der griechischen Mythologie als den Namen der Göttin der Fruchtbarkeit und der Mutter Erde gefunden hatte. Der Name wurde ... im Patentamt in München 1932 erstmalig eingetragen und gesichert.“

Gegen Ende der Pionierzeit schrieb Hans-Peter RUSCH (1968) in seiner *Bodenfruchtbarkeit* (S. 71; s. auch RUSCH, 1955: S. 22): „Was dem Bauern früherer Zeiten als ‚heilige Mutter Erde‘ galt, die er wie seine leibliche Mutter begrüßte, wenn er aus der Fremde heimkam, wurde ihm als recht belangloser Pflanzenstandort erklärt, der Boden sei für das Wachstum überflüssig und nur ganz gut brauchbar, um der Pflanze mineralische Nahrung zu vermitteln, solange man noch nicht genügend Kies- und Wasserkulturen habe.“

Bei Mina HOFSTETTER (1941: S. 14 ff.), einer der Schweizer Pionierinnen des Biolandbaus, waren *weibliche Qualitäten* der Erde für ihre Sicht des Bodens wesentlich. Ihr Ansatz wäre später vielleicht *spirituell feministisch* genannt worden: „Wir wollen die nach unserer Ansicht falschen Wege beleuchten, Wege, die von Männern erdacht und diktiert wurden, kaufmännisch, anstatt von Müttern erfüllt und erfüllt. Von Müttern, denen doch das gleiche Gesetz eigen ist, wie der Erde.“ Das männliche Denken in „Masse“ (als Gegensatz zu „Qualität“) sei „gehaltlos, gottlos, ...“ sodass es „unser inneres Auge verblendete und wir nur das Äußere sahen“. Doch müsse man nun wieder gegenüber Mutter Erde demütig werden, denn „sie wird es uns wieder lehren oder uns vernichten“. Man müsse zu ihr niederknien, „um zu finden die Ruhe, die Stille, das Eins-sein mit ihr! Dann fängt sie plötzlich an zu reden und uns verständlich zu werden! ... Leben, Leben, Leben tönt es aus jedem Ackerkrümchen ...“ Und dieses Leben sei von Gott aus den vier Elementen „Feuer (Sonne/ Licht), Luft, Wasser, Erde“ erschaffen worden: „Die Synthese daraus ist die Pflanze, die Tier und Mensch ernährt.“

Hofstetter führte eine biologische Landbauschule am Zürichsee, die von weither besucht wurde. M. SCHMITT (2006: S. 56) schrieb über diese Mitbegründerin des Biolandbaus: „... whereas Lady Eve Balfour embarked on a series of world lecture tours, others, like Mina Hofstetter, drew people from all over the world to the sites of their efforts.“

Auch zu Beginn der angelsächsischen *Alternative Agriculture* spielte *Mutter Erde* eine so große Rolle, dass Eve BALFOUR ihrer 1943 gegründeten Biolandbau-Zeitschrift den Namen *Mother Earth* gab. Und der zweite zentrale Pionier der *organic agriculture*, Sir Albert HOWARD (1948), schrieb in seinem *Landwirtschaftlichen Testament*, man müsse die Landwirtschaft nach den Grundsätzen der „Mutter Erde“ tun, das heiße: „Mutter Erde versucht nie viehlos zu wirtschaften, sie baut immer gemischte Kulturen an; große Sorgfalt wird zum Schutze des Bodens und zur Verhinderung der Erosion aufgewendet; die gemischten pflanzlichen und tierischen Abfälle werden in Humus umgewandelt. Es gibt keinen unnützen Verbrauch; die Vorgänge des Wachstums und die Vorgänge des Abbaues halten sich gegenseitig das Gleichgewicht; umfassende Vorkehrungen werden zur Aufrechterhaltung der Fruchtbarkeitsreserven getroffen. Das Regenwasser wird mit der größten Sorgfalt gespeichert; sowohl Pflanzen als auch Tiere müssen sich selbst gegen Krankheiten schützen.“

2.3 Kreislaufdenken

Als HOWARD in Britisch-Indien auf seiner Versuchstation von traditionellen Kompostierungsverfahren ausgehend die *Indore-Methode* der Kompostierung entwickelte, wurde für ihn auch die hinduistische Vorstellung vom „Rad des Lebens“ wichtig. In seinem *Landwirtschaftlichen Testament* (HOWARD, 1948), das seine Erkenntnisse und Erfahrungen zum wichtigen Grundstock des angelsächsischen organischen Landbaus werden ließ, schrieb er: „Anstatt den Gegenstand in Bruchstücke zu zerlegen ... müssen wir uns eine synthetische Betrachtung aneignen und nach dem Kreislauf des Lebens – ‚Rad des Lebens‘ – suchen. ... Der Kreislauf des Lebens besteht aus zwei Vorgängen – Wachstum und Absterben“ (S. 34). „Die Lücke zwischen den beiden Hälften des Lebenskreislaufes ist [durch die industrialisierte Landwirtschaft] nicht überbrückt worden oder ist mit Ersatzstoffen in Form von Kunstdüngern aufgefüllt worden“ (S. 214). Denn die eigentlich fruchtbare Berührung beider Hälften des Lebenskreislaufes finde im Humus statt, der daher „eine Schlüsselstellung im Ablauf der Lebensvorgänge“ einnehme: Vgl. hierzu Albrecht THAER (1821: S. 2: § 109): „So wie der Humus eine Erzeugung des Lebens ist, so ist er auch die Bedingung des Lebens. Er giebt die Nahrung dem Organismus, ohne ihn läßt sich daher kein individuelles Leben, wenigstens der vollkommeneren Thiere und Pflanzen, auf dem Erdboden denken.“

Lady Eve BALFOUR (1943: S. 18) hielt den funktionierenden *organic circle* für die zentrale Voraussetzung gesunder Landwirtschaft: "In our modern world, which is largely ruled by chemistry, we have tended to overlook this continuity of the living principle in nature, ... that is, the organic circle ... This ever recurring cycle of birth, growth, reproduction, death, decay, decay passing once more into birth, is often called the Wheel of Life." Wen diese Vorstellung irritiere, der könne sich das Leben aber auch als einen kontinuierlichen Strang, in dem materielle und spirituelle Fasern innigst ineinander verwoben seien, vorstellen.

Der Bodenbiologe A. STÖCKLI (1946: S. 1) schrieb nahe an der später populären Formulierung *Stoffkreislauf*: „Trotzdem eine anhaltende und zunehmende Bodenfruchtbarkeit nur unter der Voraussetzung eines Kreislaufes der Stoffe möglich ist, sträubt man sich vielerorts, den Kleinlebewesen des Bodens in diesem Zusammenhang eine ausschlaggebende Bedeutung beizumessen.“ Mit seiner Losung „möglichst geschlossene Kreisläufe!“ gehört das *Kreislaufdenken* bis heute zu

den Grundsätzen des ökologischen Landbaus, wobei seine Realisierung umstritten ist (vgl. unten Abschn. 3.2: *Kreislaufprinzip*) und es mit recht unterschiedlichen ökologischen (Stoffumsatz und -bilanz), organismischen (Hoforganismus/„Superorganismus“) und zeitlichen (Wiederkehr des Gleichen) Bildern verbunden wird.

2.4 Christentum

Die christliche Religion hatte in der traditionellen *voraufgeklärten* Landwirtschaft einen sehr großen Einfluss. Alle großen christlichen Symbole waren vor der Aufklärung durch magisch-religiöse Vorstellungen und Handlungen in die Bodenbeziehung und das Pflanzenwachstum involviert gewesen. Hans MÜLLER, der wirksamste Werber des organisch-biologischen Landbaus der Gründerjahrzehnte (SCHEIDEGGER, 2006), verstand bäuerliche Arbeit als Lehensdienst für Gott und sah dies im Gegensatz zum Mainstream seiner Zeit (MÜLLER, 1949, 1950). Werner SCHEIDEGGER, der MÜLLER lange begleitete, schrieb (persönl. Mitt. 2007): „An den Tagungen auf dem Möschi [Kanton Bern], die in der Regel samstags und sonntags stattfanden, fand jeweils am Sonntagmorgen eine ‚Morgenfeier‘ genannte Besinnung statt, der er wiederum einen Bibelvers oder das Zitat eines christlichen Denkers voranstellte (z. B. Albert Schweitzer, Gotthelf, Sören Kierkegaard usw.). Bauern und Bäuerinnen konnte er auch als ‚Handlanger Gottes‘ bezeichnen [vgl. MÜLLER, 1955: S. 27], weil sie noch am nächsten an der Natur, an der Schöpfung dran und zu ihrer Bewahrung berufen sind.“ Viele Mitglieder der Urgemeinde des organisch-biologischen Landbaus in der Schweiz hatten auch starke Verbindungen mit den Berner evangelischen Freikirchen, was einer der Gründe für die langdauernde strikte Abgrenzung von den anthroposophisch orientierten Kollegen des biologisch-dynamischen Landbaus war.

Hans Peter RUSCH beklagte rückblickend den gottfernen Zustand, den er ändern wollte (1968: S. 71): „Die Frucht des Ackers war nur noch dem Namen nach und auf den Erntedankfesten ein Geschenk und Segen Gottes, sie war nun ein Produkt aus Wasser, Mineral- und Stickstoffsalzen, wie es die Hydrokulturen schlagend zu beweisen schienen.“ In England vertrat Eve BALFOUR (1941) den Biolandbau ausdrücklich als eine auf die Natur generalisierte christliche Solidargemeinschaft, die sie dem *Materialismus und der Naturausbeutung entgegengestellt*.

BALFOUR begründete die Bedeutung christlicher Sozialethik als Grundlage der Landwirtschaft unter anderem mit dem Satz (1941: S. 196 f.): "If we fail to realize our duties to each other, how can we be expected to recognize our obligations to the soil?" Und weiter (S. 199): "The false idols of comfort and money, must be dethroned, and the Christian God of service put in their place. Service to God, service to our soil, service to each other, and, through each other, to the Community and the world. That is the order in which they should be taught."

Im biologisch-dynamischen Landbau spielen Elemente der christlichen Religion innerhalb des anthroposophischen Weltbildes eine sehr große Rolle. Man stellt sich hier die Pflanze konkret in einem metaphysischen Kräftefeld befindlich vor, in welchem Christus und der Mensch als Zentrum inmitten verschiedener Kräfte stehen.

2.5 Vitalismus

Der Glaube an die *Autonomie des Lebendigen* (BECKER, 2000) und an dem Leben spezifisch eigene *Bildekräfte* war besonders während der Pionierzeit des heutigen ökologischen Landbaus weltanschaulich wichtig. Man nahm Kräfte an (mindestens in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft gilt das auch bis heute), die materiell wirksam, aber ihrerseits nicht durch materielle Kausalität determiniert seien. Der neuzeitliche europäische Vitalismus geht philosophisch stark auf ARISTOTELES' Konzept der *Entelechie* (gr.: Ziel in sich haben) zurück (vgl. Aristoteles, *De anima*: IL 1, 412a; *Metaphys.*: VII. 13, 1038 b, 1-6; IX. 8, 1050 a, 9-16; *Phys.* III. 1). Diese philosophisch-wissenschaftliche Strömung entstand im 16. Jahrhundert und wurde im Laufe des 19. Jahrhunderts zunächst von seinen Gegnern *Vitalismus* genannt (ENGELHARDT, 1997: S. 160 f.; DUCHESNEAU, 1997: S. 297). Die Vitalisten verstanden ihre Anschauung als Gegenentwurf zum *Mechanismus* beziehungsweise zum *mechanistischen Weltbild*, das sich mit der cartesischen Formulierung *animalia sunt automata* (Tiere sind Maschinen; vgl. DESCARTES, 1637: S. 185) charakterisieren lässt. Beispiele für Literatur vom Anfang des 20. Jahrhunderts, die in diesem Weltanschauungsgegensatz steht, sind BÜTSCHLI (1901), WOLFF (1905), BRAEUNING (1907) und DREESCH (1922). Auf der anderen Seite nahmen auch viele *materialistische* Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts die Existenz einer *Lebenskraft* an: Ein *aufgeklärter* (REILL, 2005), physikalischen Denkweisen

relativ nahestehender Vitalismus wurde z. B. durch die beiden, für die Bodenkunde wichtigen Chemiker Karl SPRENGEL und Justus VON LIEBIG vertreten (s. Kap. 1.3.2.3 dieses Handbuches).

THAER (1821: S. 2: § 109) hatte den Humus als „ein Gebilde der organischen Kraft, eine Verbindung aus Kohlenstoff, Hydrogen, Azot und Qxygen, wie sie von den unorganischen Naturkräften nicht hervorgebracht werden kann“, angesehen.

SPRENGEL (1830: S. 175 ff.) glaubte an *Lebensatome*, die das *Lebensprinzip* der Pflanze ausmachten und mit deren Hilfe das Anorganische belebt werden könne: „Die Pflanzen nähmen organische Moleküle einfacher auf als anorganische, da diese bereits Lebensatome enthielten und die Pflanze ihnen nicht erst welche von ihrem Lebensprinzip abgeben müsse, was diese schwäche.“ Beim Pflanzenzerfall gingen die Lebensatome selektiv mit bestimmten chemischen Zerfallsprodukten mit, bis sie unter Umständen zuletzt in die Kohlensäure *flüchten* würden, woraus die Pflanzen dann auch Lebensatome zur freien Verfügung gewannen (vgl. THAER, 1821: Bd. 2: S. 134 § 5). Eine Pflanze, die „vielleicht auch durch Licht, Wärme und Elektrizität“ nur die nötigsten Lebensatome erhalte, wachse langsam; „empfängt sie aber einen Ueberschuss an Leben, dann werden die von den Wurzeln ihr zugeführten unorganischen Säfte sehr schnell eine Assimilation oder Belebung erfahren, die Pflanze wird um so schneller in die Höhe wachsen, als ihr der Boden viel unorganische Körper darzubieten hat ...“ (SPRENGEL 1830: S. 176). Das heißt, das *Gesetz des Minimums* ist bei SPRENGEL eigentlich ein doppeltes: Die notwendige Bedingung sind die Lebensatome, die hinreichende Bedingung sind die chemischen Atome. „Das innere Wesen des Lebensatoms ist freilich ebenso wenig zu erklären, als das der chemischen Atome.“ Wobei SPRENGEL, ähnlich wie dies bei chemischen Elementen zu beobachten ist, von einer Giftwirkung eines Zuviel an Lebensatomen ausging: „Pflanzengifte schaden aber durch ein Uebermass an Lebensatomen.“ Auch im Naturverständnis LIEBIGS war die *Lebenskraft* zeitlebens ein wichtiger Faktor (LIEBIGS Ansichten konsolidierten sich weitgehend ab der 4. Aufl. seiner *Chemischen Briefe*, 1859), wenn man von der Ausgabe letzter Hand (1878: S. 210) ausgeht: „Die unorganischen Kräfte schaffen immerdar nur Unorganisches; durch eine in dem lebendigen Leib wirkende höhere Kraft, deren Diener die unorganischen Kräfte sind, entsteht der organische, eigenthümlich geformte, von Krystall verschiedene und mit vitalen Eigenschaften begabte Stoff.“ LIEBIG meinte (ebenda:

S. 144), „... die Form und Eigenschaften der höheren, der organisierten Atome bedingt die Lebenskraft“, denn: „In ganz gleicher Weise wie die Wärme bei den anorganischen Verbindungen, ist Wärme, Licht und vorzüglich die Lebenskraft die bedingende Ursache der Form und der Eigenschaften der in den Organismen erzeugten Verbindungen; sie bestimmt die Anzahl der Atome, die sich vereinigen, und die Art und Weise ihrer Lagerung, ...“, wobei die „Lebenskraft unserem Willen nicht in gleicher Weise wie Wärme, Licht, Schwerkraft etc. zu Gebote steht“. LIEBIG (1878) unterstützte auch den klassischen vitalistischen Lehrsatz (S. 14 f.): „Nie wird der Chemismus im Stande sein, ein Auge, ein Haar, ein Blatt zu erzeugen.“ LIEBIGS Einstellung stand im Spannungsfeld zwischen *vitalistischen* und *materialistischen* Anschauungen. Das zeigen die vielen einander widersprüchlich erscheinenden Aussagen in seinen Werken. Im folgenden Zitat wird deutlich, dass er eine Mittelposition suchte (S. 213): „Die exacte Naturforschung hat dargethan, dass alle Kräfte der Materie wirklich Antheil haben an dem organischen Process, und die extreme Reaction behauptet jetzt, im Gegensatz zu der früheren Ansicht, dass nur die chemischen und physikalischen Kräfte die Lebenserscheinung bedingen, dass überhaupt keine andere Kraft im Körper wirke. Aber eben so wenig wie die Naturphilosophen von damals den Beweis liefern konnten, dass ihre Lebenskraft Alles mache, eben so wenig können die Materialisten von gestern den Beweis führen, dass die anorganischen Kräfte es thun, und für sich ausreichen den Organismus, ja den Geist hervorzu bringen. Alle ihre Behauptungen gründen sich wie damals nicht auf die Bekanntschaft, sondern auf die Unbekanntschaft mit den Vorgängen. Die Wahrheit liegt in der Mitte, die sich über die Einseitigkeiten erhebt und ein formbildendes Princip, eine herrschende Idee in und mit den chemischen und physikalischen Kräften für das organische Leben anerkennt.“

Die gleichen Ansichten, nur etwas gefühlvoller, wurden auch von Liebig's sehr populärem Schüler und Kollegen Adolph STÖCKHARDT (1851: S. 14 ff.) vertreten: Während die chemischen Kräfte im Boden ungehindert walten würden, stünden sie in der lebendigen Pflanze unter der „Vormundschaft einer höheren geheimnisvollen Gewalt, die man Lebenskraft“ oder „Gotteshauch“ nenne und über die der Chemiker keine Macht habe.

Die Vorstellungen der *Lebenskraft* wurden aus der Agrikulturchemie entfernt, noch bevor diese nach dem 1. Weltkrieg in die Breitenwirksamkeit expandierte. Dafür tauchten vitalistische Vorstellungen umso stärker

bei einigen Pionieren des alternativen Landbaus auf, besonders bei Rudolf STEINER (Initiator der biologisch-dynamischen Landwirtschaft) und Hans-Peter RUSCH (Mitbegründer der biologisch-organischen Landwirtschaft).

Im Zentrum von RUSCHS Naturverständnis, das er als wichtiges Theorieelement in die Entwicklung des organisch-biologischen Landbaus einbrachte, stand die *lebendige Substanz*. Der Begriff *organisch-biologisch* kam nach MOSER (1994: S. 330) erstmals 1949 auf. Er war nach SCHEIDEGGER (2007, pers. Mitt.) spätestens ab 1954 in den Seminaren dieser Pioniere fest etabliert. Die „lebendige Substanz“ werde nach RUSCH (1955: S. 141) beim Tode eines Organismus „überlebend zurückgelassen und im Substanzkreislauf an jedes Lebewesen zur Wiederverwendung herangeführt“. Diese Kontinuität im Stirb und Werde der Organismen wird als „Kreislauf der lebendigen Substanz“ bezeichnet. RUSCH (1953: S. 15) sah als lebendige Elementarteilchen zunächst „riesige [organische] Moleküle mit den Eigenschaften lebendiger Materie“ an, später (1960) Nukleinsäurekomplexe, Chlorophyllkörner und andere funktionelle Zellbestandteile, die „extra-zellulär lebensfähig bleiben“. Im „Humusorganismus“ (RUSCH, 1955: S. 159) würde die lebendige Substanz überdauern, denn dieser sei eigentlich „das primitivste lebende Gewebe der Erde ... Urphänomen der Bildung von lebenden Zellen und Zellgeweben aus lebendiger und lebloser Materie“ und damit das „Urbild für die Gewebe aller höheren Lebewesen“ (RUSCH, 1955: S. 155 f.). Er berief sich in seinen Ansichten ähnlich wie STEINER auf GOETHE'S Naturwissenschaften (1955: S. 240): „Sein Vorschlag, die Urphänomene der organismischen Erscheinungen zu suchen und zu finden“, sei vorbildlich für „Ganzheitsbetrachtung, Ganzheitsidee ... [und] Ganzheitsdenken“ gewesen. Später aber, unter hohem naturwissenschaftlichen Widerlegungsdruck bezüglich der Konkretisierungsversuche seiner „lebendigen Substanz“ stehend, eröffnete RUSCH sich einen neuen Weg, indem er 1968 zu den Wurzeln des *Vitalismus* zurückging (vgl. STAHL, 1714) und sich zugleich auch einigen Vorstellungen Rudolf STEINERS annäherte. In seiner *Bodenfruchtbarkeit* schrieb er über das *Prinzip des Lebendigen* (RUSCH, 1968: S. 33): Dieses „ist aber nicht der mineralische, leblose, chemisch nachweisbare Stoff, sondern die Organisation dieser Stoffe, die Ordnung im Ungeordneten, das sinnvolle und doch verwirrend vielgestaltige und wandelbare Prinzip, das uns als ‚lebendige Substanz‘ durch das Mikroskop erschlossen wurde. Dieses Prinzip ist im einzelnen und in allen seinen Bildungsformen vielleicht auch ‚Substanz‘,

sichtbar und materialisiert, ist aber eigentlich ein rein geistiges Prinzip, die Substanz nur sein sinnlich wahrnehmbarer Ausdruck.“

In der Anthroposophie wird der *Vitalismus* differenziert gemäß der dortigen Stufenontologie vertreten; siehe z. B. KLETT (1994: S. 13): „Bei der Beurteilung der Düngung geht es um die Frage des Verhältnisses der Stoffe zu den Kräften des Lebendigen, Seelischen und Geistigen.“

2.6 Anthroposophie

Mit *Anthroposophie* sind an dieser Stelle das von Rudolf STEINER erarbeitete und ab 1913 (ZIEGLER, 1999) so genannte Weltbild und die zugehörigen Erkenntnismethoden gemeint, die der Entwicklung der *biologisch-dynamischen Landwirtschaftsweise* zugrunde liegen. Anders als die *organisch-biologischen Landwirtschaftsweisen*, die aus der Pionierarbeit vieler Menschen entstanden, wurde die *biologisch-dynamische Wirtschaftsweise* durch eine einzige Person initiiert und dann durch die Pionierarbeit Vieler realisiert. (Kontroversen zwischen den Schulen, wer von wem gelernt habe und wie wichtig diese Wechselwirkungen waren, werden hier nicht erörtert).

Bei den geistesgeschichtlichen Wurzeln der Anthroposophie finden sich einige subkulturelle Strömungen der Neuzeit, wie *Rosenkreuzer* (n. Ch. ROSENKREUTZ, 1378–1484) und *Theosophie* mit ihren christlichen und alchemistischen, zum Teil auch indischen Einflüssen, sowie gestalt- und *wesensorientierte* Methoden der Naturerkenntnis, die einen starken Bezug zur Goethe'schen Naturwissenschaft haben. Anthroposophie ist insofern ein radikaler Vitalismus, als man hier annimmt, dass alle Gestalten und Wesen der Natur durch etwas Seelisch-Geistiges gestaltet und *durchwest* seien, und ihre Gestalt- und Wesensgrundlage daher aus verschiedenen seelisch-geistigen Gestaltungs Kräften bestehe. Auf die anthroposophische Stufenontologie der *Leiber* bzw. *Kräfte* kann hier nicht eingegangen werden. Weiter haben hier intrinsische Lebensziele und ihre Selbstverwirklichung eine große Bedeutung, was als finalistisches Konzept einer als relativ sinnlos empfundenen *Nur-Kausalität* entgegengestellt wurde. Als angenommene Wirkursachen in Boden und Pflanze spielen auch die Gestirne als *geistige Qualitäten* für STEINER (1984) im Landbau eine wichtige Rolle: „... alles das, was auf der Erde ist, eigentlich nur ein Abglanz dessen ist, was im Kosmos vor sich geht“ (S. 34).

Die starke Geistorientierung der *biologisch-dynamischen Landwirtschaft* wird dadurch betont, dass das Quellenbuch der seit 1930 so genannten *biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise* (KOEPEL et al., 1996: S. 18), das aus Mitschriften des maßgeblichen Steiner'schen Vortragszyklus gemacht wurde, *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft* genannt wurde. Dies wohl auch im bewussten Gegensatz zu deren dominanten *naturwissenschaftlichen Grundlagen* (vgl. STEINER, 1984: S. 48, 76).

Statt dem Boden relativ tote Stoffe als Dünger zu geben, so STEINER (1984), solle man ihn nach Kräften mit geistigen Qualitäten *verlebendigen*, die von und durch konstellierte Gestirne, Erde und chemische Elemente kämen, wobei der Mensch eine wichtige Vermittlerrolle spiele. „Man muß wissen, dass das Düngen in einer Verlebendigung der Erde bestehen muß, damit die Pflanze nicht in die tote Erde kommt und es schwer hat, aus ihrer Lebendigkeit heraus das zu vollbringen, was bis zur Fruchtbildung notwendig ist“ (ebenda: S. 91). „Schwefel, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, alles diese Stoffe stehen in innerer Beziehung zu einem ganz bestimmt gearteten Geistigen, sind also etwas ganz anderes als dasjenige, von dem unsere Chemie spricht. Unsere Chemie spricht nur von den Leichnamen der Stoffe. Sie spricht nicht von den wirklichen Stoffen. Die muß man als empfindende, lebendige kennenlernen“ (ebenda: S. 76).

2.7 Biologie

Der Begriff *Biologie* wurde um 1800 mehrmals erfunden und mit verschiedenen, teils romantischen, teils rational-klassifikatorischen Bedeutungen belegt (VON ENGELHARDT, 1997: S. 160 ff.). Charles DARWIN (1837, 1882) untersuchte die *Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer* äußerst sorgfältig, was ihn zu einem der Pioniere der Bodenbiologie machte. Nach ihm (1882: S. 99) könne niemand mehr daran zweifeln, „dass die Würmer eine bedeutungsvolle Rolle im Haushalte der Natur spielen“. Denn diese könnten Gesteinsstücke zerkleinern (S. 145) und aus Pflanzenresten Humus generieren (S. 176): „Die Blätter, welche zur Nahrung in die Wurmröhren gezogen werden, werden, nachdem sie in die feinsten Fäden zerrissen, theilweise verdaut und mit den Absonderungsflüssigkeiten des Darms und der Harnorgane gesättigt sind, mit viel Erde gemischt. Diese Erde bildet dann den dunkel gefärbten reichen Humus, welcher beinahe überall die Oberfläche

des Landes mit einer ziemlich scharf umschriebenen Schicht oder einem Mantel bedeckt.“ Weiter hat er beobachtet und mit Modellrechnungen quantifiziert, „dass die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlaufe weniger Jahre wieder durch ihren Körper hindurchgeht“ (1882, S. 174 ff.). „Sie mischen das Ganze innig durch, gleich einem Gärtner, welcher feine Erde für seine ausgesuchtesten Pflanzen zubereitet ... Der Pflug ist einer der ältesten und werthvollsten Erfindungen der Menschen; aber schon lange, ehe er existierte, wurde das Land durch Regenwürmer regelmäßig gepflügt und wird fortdauernd noch immer gepflügt.“ Eine Mitwirkung von Lebewesen bei der Bodenbildung war auch von Gustav HEYER (1856) beschrieben worden, wobei dieser bei *Bodenbildung durch organische Kräfte* vor allem an *Infusorien*, Korallen und Waldbäume dachte. „Von den Feldcrescentien gilt dies weniger, weil der Landwirth den größten Theil der jährlichen Production erndtet und vom Felde hinwegnimmt.“

Eine herausragende Schrift zur Bodenbiologie wurde von W. KETTE (1862) mit dem Titel *Die Fermentations-Theorie gegenüber der Humus-, Mineral- und Stickstofftheorie* publiziert. KETTE betonte die Funktion des Humus, Mineralstoffe aus wässriger Lösung heraus zu binden und den Pflanzen zur Verfügung zu stellen, und vertrat die später anerkannte Meinung, dass Pflanzen aktiv Nährstoffe aus dem Boden mobilisieren können (S. 8 ff.): „Ich nehme sowohl Wurzel-exkretionen, als die endosmotische Aufnahme gelöster organischer Stoffe an“, obwohl dies experimentell schwer nachzuweisen sei. „Und ich halte selbst für wahrscheinlich, dass die Wurzelexkretionen, die für verschiedene Pflanzen jedenfalls verschieden sind, auf die Lösungsverhältnisse im Boden einwirken; dass die eine Pflanze mit Hilfe ihrer Wurzelexkretionen Stoffe aus dem Boden lösen und entnehmen kann, die für eine andere unzugänglich, weil unlöslich sind.“ Die Wurzelexkretionen würden auch die *Bodenfermentation* beeinflussen und sich auf diesem Wege auch in der Fruchtfolge hemmend oder begünstigend auswirken (S. 41 f.). Der erste breiter anerkannte Durchbruch gelang der Bodenbiologie mit dem Nachweis durch Hermann HELLRIEGEL und Hermann WILFARTH (1888), dass Wurzelknöllchen Stickstoff von „lebensthätigen Mikroorganismen“ erhalten, die elementaren Stickstoff der Bodenluft organisch binden können. Auf dieser Spur war zeitweilig auch schon BOUSSIGNAULT (1837) gewesen (s. Kap. 1.3.2.3 in diesem Handbuch). Die wissenschaftliche Klärung der Stickstofffrage führte in

den folgenden Jahrzehnten zu einer gewissen Wahrnehmung materiell-biologischer Zusammenhänge in der Landwirtschaft, aber meist in Opposition zur Dominanz der Agrikulturchemie (VOGT, 2000: S. 42 ff.).

Für die Entwicklung des *organisch-biologischen Landbaus* hatte die Biologie einen wesentlichen Orientierungswert. Dies zeigte sich in der Reformlandwirtschaft der *Lebensreform-Bewegung* der 1910er und 20er Jahre: „Der Kulturboden ist durch die Tätigkeit der Kleinlebewelt zu einem richtigen Lebewesen geworden, organisiert wie jedes andere, und zwar so fein und zart, wie nicht viele auf dem Erdenrund“ (BLOECK, 1927: S. 51). Mit dieser Lebewelt müsse man zusammenarbeiten (ebenda: S. 54). VOGT (2000: S. 76) fasste die alternative Bodenkultur der *Reformlandwirtschaft* so zusammen: Außer dem Ideal viehloser Landwirtschaft (man war Vegetarier) sei charakteristisch, „Düngen bedeutete im Verständnis des natürlichen Landbaus (und der biologisch ausgerichteten Landbauwissenschaften), den Böden zusätzliche Bodenlebewesen zuzuführen und die Bodenlebewelt mit organischen Stoffen – als deren Nahrungsquelle – zu versorgen.“

Ein wissenschaftlicher Meilenstein der Bodenbiologie wurde durch den Nobelpreisträger (1952) Selman A. WAKSMAN (1927, 1938) gelegt, der das naturwissenschaftliche Verständnis von Humus eine Etappe weiterbrachte (s. auch FELLER, 1997). WAKSMAN (1938) betonte die Rolle von Mikroben bei der Entstehung des Humus; dieser diene "as a reserve and a stabilizer for organic life on this planet" (S. XII).

Franz SEKERAS (1943) *Gesunder und kranker Boden* war der wichtigste bodenbiologische Impuls für die alternative Landwirtschaft der 1940er und -50er Jahre. Er zeigte die Bedeutung von *Lebendverbauung* und daraus resultierender Krümelstruktur für die Selbsterhaltung und Fruchtbarkeit des Bodens, den er als *biologische Organisation* einer *organisierten Lebensgemeinschaft* bezeichnete. Bis heute ist die Hege der Bodenlebewesen ein zentrales Anliegen des organisch-biologischen Landbaus, weil sie als Voraussetzung für eine stabile Krümelstruktur zur Förderung des Pflanzenwachstums für entscheidend gehalten wird.

Die Übertragung des biologischen Konzepts eines *Organismus* auf den Boden, den Hof oder die Landschaft entsprechend BLOECK (1927) findet man später vor allem in der Literatur der *biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise* (vgl. RAUPP, 2000). In den DEMETER-RICHTLINIEN steht (IV.2 Viehwirtschaft; Stand 12.07): „Im harmonischen Zusammenwirken der Naturreiche

mit dem Menschen kann sich ein belebter, durchseelter Landwirtschaftsorganismus entwickeln.“ Das Organismus-Bild findet sich auch bei RUSCH (1968: S. 15): „Jedes Lebewesen muss sich so verhalten, dass es dem Ganzen nützt, auch der lebendige Organismus Muttererde.“ RUSCH sprach auch vom *Bodenorganismus* (1968: S. 235), dessen Vorrat an Lebendigkeit mithilfe des Kompostes im Ackerbau aufgefüllt werden müsse. Während für RUSCH als Theoretiker des *biologisch-organischen Landbaus* die Biologie ein Synonym für eine Art *Ganzheitswissenschaft* war, spielten für Maria MÜLLER und andere Pioniere der *bio-organischen Landwirtschaftspraxis* die Regenwürmer, die Kleintiere und die Kompostierung eine entscheidende Rolle, um „gesunden Boden, gesunde Nahrung und gesunde Menschen“ zu fördern. Der etablierte Begriff *biologischer Landbau* als Selbstbezeichnung dieser Landwirtschaftsweise zeigt deutlich, dass man sich hier an biologischen Erkenntnissen über Lebensvorgänge orientierte.

Die Kombination *organisch-biologisch* verstärkt die biologische Orientierung noch: Einerseits durch den Hinweis auf organischen Dünger (im Gegensatz zu mineralischem), andererseits durch den mit dem Begriff *organisch* verbundenen Vorstellungskomplex eines Organismus (Boden, Hof, ...) und auch der Natürlichkeit (im Gegensatz zu Künstlichkeit), wie er mit dem Begriff *organisches Wachstum* verbunden ist. Der Name *Organic Agriculture* wurde von HOWARD und BALFOUR eingeführt und popularisiert, möglicherweise angeregt durch Lord NORTHBOURNES Formulierung, dass *farming* ein *organic whole* sein solle (SCOFIELD, 1986).

2.8 Ökologie und Ganzheitlichkeit

Der Begriff Ökologie war von Ernst HAECKEL (1866: S. 286) definiert worden als „die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle Existenzbedingungen rechnen können“. Wirkungen des HAECKEL'schen Ökologiebegriffs auf die Landwirtschaft sind nicht bekannt. Nachdem die Ökologie über diese individualistische Sicht hinaus zu einer Lehre vom Zusammenleben in der Natur entwickelt worden war, was mit Begriffsbildungen wie *Biozönose* (MÖBIUS, 1877: S. 82), *Synökologie* (SCHRÖTER, 1902: S. 64/65) und *Ökosystem* (TANSLEY, 1935: S. 299) einherging, wurde sie zu einem der Bezugspunkte alternativer Landwirtschaft. BALFOUR schrieb in ihrem Klassiker von 1943 über *The Living Soil* von *soil ecology*.

A. STÖCKLI (1946) veröffentlichte in Zürich den ökologischen Artikel *Der Boden als Lebensraum*. Der für die *alternativen Ansätze* von Anfang an typische Anspruch der *Ganzheitlichkeit* wurde aber erst später mit dem Ökologiebegriff verbunden (vgl. DIERCKS, 1986: S. 232 f.).

STEINER (1984, S. 169) sagte in seinem *Landwirtschaftlichen Kurs* zur Ganzheitlichkeit: „... die Natur ist ein Ganzes, von überall her wirken die Kräfte. ... Wenn wir aber den Weg finden werden zum Makrokosmos, dann wird man wieder von der Natur und mancherlei anderen Dingen etwas verstehen.“ Daher forderte er: „Es wird aus dem Ganzen heraus gedacht.“ RUSCHS (1968: S. 30) Standpunkt war ebenfalls in diesem Sinne: „Die Bodenfruchtbarkeit ist die Basis allen Lebens, sein Ursprung und die Stätte seiner steten Erneuerung; ihre Betrachtung zwingt dazu, die Dinge im Ganzen zu sehen, sie wird anders nicht durchschaubar.“ Er beschrieb 1953 die konzeptionell zu seinem *Ganzheitsansatz* gehörende *biologische Vernunft* wie folgt: „Sie ist das Ergebnis von Vorgängen, die alles einschliessen, was unser Wesen ausmacht, nicht nur Logik, sondern unser geistiges, seelisches und körperliches Sein, unseren Charakter ebenso wie Instinkt und Intuition.“ HOWARD (1948: S. 33) betonte, es müsse das *Ganze* gesehen werden. Und BALFOUR (1978) schrieb, zum *wholeness approach* des *organischen Landbaus* gehöre auch, "that we cannot escape from the ethical and spiritual values of life for they are part of wholeness."

Bei der *Ökologie* fanden die alternativen Landwirtschaftswesen einen gemeinsamen Nenner. Dies fand in Deutschland seinen institutionellen Ausdruck in der 1988 gegründeten *Arbeitsgemeinschaft ökologischer Landbau* (AGÖL) bzw. deren 2002 gegründeter Nachfolgeorganisation *Bund ökologische Lebensmittelwirtschaft* (BÖLW). In der starken Wachstumsphase des ökologischen Landbaus in den 1990er Jahren hat die neue Mehrheit innerhalb des Biolandbaus auch neue Paradigmen vertreten, wie VOGT (2000: S. 236) formulierte: „Ein durch die Umweltbewegung geprägtes Selbstverständnis ersetzte zunehmend die bäuerlich-christliche Lebenseinstellung von Hans Müller und der schweizerischen Bauern-Heimatbewegung; wissenschaftliche Ansätze der Ökosystemtheorie lösten das Naturhaushaltskonzept ‚Kreislauf der lebendigen Substanz‘ von Hans-Peter Rusch als Grundlage des organisch-biologischen Landbaus ab.“

VOGT schaute allerdings nicht an, inwieweit das ökologische Konzept selbst mit religiösen Vorstellungen aufgeladen ist: Das *Große Ganze* war früher weitgehend bei Gott zuhause, das heute lebendigste Symbol hierfür

und zugleich für ökologische Zusammenhänge ist die aus dem Weltraum gesehene Erde – als Gottesbild der Ökologie erscheint die Erdkugel. Von vornherein für zusammengehörig gehalten wurden Ökologie und Christentum bei BALFOUR (1943: S. 201), die hoffte: "When a new generation has arisen, taught to have a living faith in the Christian ideals, to value and conserve the soil, ... ecology—the most needed of all sciences—could flourish, and could in time help us to become truly aware that everything in Heaven and earth is but part of a single whole." Die Ökologie als Leitwissenschaft und weltanschauliche Leitvorstellung bot dem früheren *alternativen Landbau* seit den 1980er Jahren Brücken zu immer größeren Bevölkerungskreisen und führte zu staatlicher Anerkennung. Die ökologische Bewegung war daher entscheidend dafür, dass der alternative Landbau zum *ökologischen Landbau* wurde und seine Flächenanteile in Europa in 20 Jahren verfünffachen konnte (www.soel.de, Stand 2007).

3 Prinzipien, Probleme, Perspektiven: Wirkungen auf den Boden

3.1 Einführung

In der Praxis bedeutsame *alternative Bodennutzungssysteme* hatten sich zunächst vor allem in der *biologisch-dynamischen Bewegung* und auch in der *biologisch-organischen Schule* nach MÜLLER-RUSCH entwickelt. Die große Flächenzunahme fand dann unter dem gemeinsamen Dach der *ökologischen Landwirtschaft* statt. Diese hat in der Europäischen Union vor allem in den letzten 10 Jahren stark an Bedeutung zugenommen. Die *ökologische Landwirtschaft* ist die mit dem höchsten Detaillierungsgrad geregelte Bewirtschaftungsweise und wurde im Jahr 1992 auch auf europäischer Ebene von der EU-Verordnung (EU-VO) 2092/91 eindeutig definiert, zu der die 2007 verabschiedete revidierte Verordnung EC/834/ 2007 im Jahre 2009 in Kraft treten soll.

3.2 Prinzipien und Kennzeichen der ökologischen Landwirtschaft

Im Folgenden werden wichtige Prinzipien und Kennzeichen der ökologischen/biologischen Landwirtschaft angeführt (EICHENBERGER und VOGTMANN, 1981; LAMPKIN, 1990; LINDENTHAL et al., 1996; IFOAM, 2008).

1. **Kreislaufprinzip:** Aus diesem Prinzip entspringt das Ziel nach weitgehend geschlossenen Stoffkreisläufen im Betrieb bzw. in der Region. Dies hat u. a. strenge Restriktionen beim Einsatz betriebsexterner Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie Futtermittel zur Konsequenz. Nicht erneuerbare Ressourcen wie fossile Energieträger, Phosphor- und Kalium-Lagerstättenvorräte sollen geschont werden. Aus diesem Prinzip resultiert auch das Ziel einer standortorientierten Nutzungsintensität zur Vermeidung von Nährstoffausträgen und agrarökologischer Instabilität. Der Verbesserung der Nährstoffeffizienz kommt eine große Bedeutung zu.

Von der ökologischen Landwirtschaft gehen wichtige Impulse in Richtung betriebliche und regionale Kreislaufschließung in Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung und -Vermarktung aus. Die Verknüpfung von Ackerbau und Tierhaltung spiegelt sich im Ziel des *Betriebsorganismus* wider (KÖPKE, 1994). Die klimaschonenden Effekte dieser Bewirtschaftungsweise (DEUTSCHER BUNDESTAG, 1994) allein innerhalb der landwirtschaftlichen Produktion resultieren aus dem deutlichen geringeren Einsatz fossiler Energieträger, u. a. über das Einsatzverbot von N-Mineraldünger, und dem geringeren Einsatz von Kraftfutter in der Tierhaltung.

2. **Vorsorgeprinzip/Vorsichtsprinzip sowie Prinzip der Vielfalt:** Von diesen Prinzipien gehen die Ziele nach Erhöhung der Stabilität der Agrarökosysteme (inkl. der Tierhaltungssysteme) und die Nutzung der Selbstregulationsmechanismen in diesen Systemen aus, was u. a. vielseitige Fruchtfolgen sowie die Aufrechterhaltung und Erhöhung der standortangepassten Artenvielfalt intendiert (HEß und LINDENTHAL, 1997). Zum Vorsorgeprinzip gehören aber auch die weitgehende Vermeidung von Schadstoffeinträgen und das Einsatzverbot von Risikotechnologien wie der Gentechnologie. Das Vorsorgeprinzip und das Prinzip der Vielfalt sind wichtige Elemente u. a. im Pflanzenschutz in der ökologischen Landwirtschaft.

3. **Prinzip des lebendigen Bodens:** Dieses Prinzip enthält eines der Ursprungsziele der ökologischen Landwirtschaft, nämlich die Schonung bzw. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, woraus u. a. der Aufbau eines intakten Bodengefüges und eines aktiven Bodenlebens über eine intensive Humuswirtschaft resultiert. Hierbei spielen der Anbau mehrjähriger Futterleguminosen (Klee gras, Luzerne), die organische Düngung sowie die konsequente Rück-

führung der Erntereste eine bedeutsame Rolle.

4. **Tierwohl-Prinzip:** Artgerechte Tierhaltung und -fütterung sowie naturgemäße Tierzucht sind zentrale, ethisch fundierte Ziele in der ökologischen Tierhaltung, die großes Gewicht auf vorbeugende Tiergesundheit legt und – wo immer möglich – alternative therapeutische Verfahren anwendet.
5. **Humanethische Prinzipien:** Neben produktionstechnischen Aspekten werden in der ökologischen Landwirtschaft auch Prinzipien im sozioökonomischen Bereich verfolgt, wobei humanethische Gesichtspunkte sich in folgenden Zielen zeigen:
 - Das Lebensunterhalts-/Gerechtigkeitsprinzip zielt auf gerechte, faire und transparente Möglichkeiten für einen ausreichenden Lebensunterhalt der Biobauern und -bäuerinnen. Hierbei geht es aber auch um soziale Gerechtigkeit und ökologische Verantwortung gegenüber Dritte-Welt-Ländern.
 - Ein zweiter wichtiger humanethischer Bereich betrifft das Ziel einer hohen Lebensqualität für Biobauern und -bäuerinnen. Dies betrifft u. a. sowohl die Arbeitsqualität wie auch -quantität.
 - Die Erhaltung von lokalem bzw. indigenem Wissen und traditioneller landwirtschaftlicher Systeme stellt ein weiteres ethisches Ziel der ökologischen Landwirtschaft dar, ist jedoch auch für die Nachhaltigkeit bzw. Resilienz der ökologischen Nutzungssysteme sehr bedeutsam.
6. **Prinzip Überschaubarkeit:** Dieses seit den Anfängen der ökologischen Landwirtschaft wichtige Prinzip intendiert als Ziele möglichst enge Beziehungen und Netzwerke zwischen Bauern und Konsumenten sowie die Betonung von Regionalität bzw. lokaler Orientierung in Produktion, Verarbeitung und Handel. Im Handel mit Dritte-Welt-Ländern sind faire Produktions- und Handelsbedingungen einzuhalten (*Fairtrade*).
7. **Gesundheitsprinzip:** Die Grundidee dieses Prinzips ist: *gesunder Boden* → *gesunde Pflanzen* → *gesunde Tiere* → *gesunder Mensch*. Die ökologische Landwirtschaft hat die Erzeugung von gesundheitlich besonders hochwertigen Lebensmitteln als zentrales Ziel gesetzt. Dies findet Niederschlag in den Produktionsrichtlinien, vom Einsatzverbot chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel bis hin zu strengen Restriktionen bei Zusatzstoffen in der Lebensmittelverarbeitung.

Dass sich viele der hier genannten sieben Prinzipien erfolgreich in der Praxis niedergeschlagen haben, zeigt die vielfach bestätigte ökologische Vorreiterrolle der

ökologischen Landwirtschaft (KÖPKE und HAAS, 1997; DRINKWATER et al., 1998; LINDENTHAL et al., 2001; MÄDER et al., 2002). Die weltweite Dachorganisation der Biolandbau-Verbände, IFOAM, hat aufgrund eines breit angelegten partizipativen Prozesses im Rahmen des EU-geförderten Forschungsprojekts EEC 2092/91 REVISION (www.organic-revision.org) einen Kanon von Grundprinzipien ökologischer Landwirtschaft gesucht. Das im Jahr 2005 auf der IFOAM-Generalversammlung in Australien verabschiedete Ergebnis sind die Prinzipien *health, ecology, fairness and care*, in der offiziellen deutschen Übersetzung *Gesundheit, Ökologie, Gerechtigkeit und Sorgfalt* (IFOAM 2008). Die neue EU-Ratsverordnung für die ökologische Produktion (EC/ 834/2007), die im Jahre 2009 in Kraft tritt, enthält Bezüge zu diesen vier Grundprinzipien.

3.3 Die ökologische/biologische Landwirtschaft: Ziele und ihre Auswirkungen auf das Boden-ökosystem

Ausgehend von den genannten Prinzipien weist die ökologische Landwirtschaft Charakteristika im Bereich Boden/Pflanze auf, die sie von der integrierten und konventionellen Wirtschaftsweise deutlich unterscheiden. Diese sind u. a. das Verbot leicht löslicher Mineraldünger und chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel sowie das Verbot des Einsatzes von Gentechnik. Weiter sind die Begrenzung des Viehbesatzes auf max. 2 DGVE/ha LN sowie Restriktionen beim Zukauf organischer Dünger (Art, Menge und Qualität) verbindlich vorgeschrieben. Zentrale Ziele in der Pflanzenproduktion sind Humusaufbau und vorbeugender Pflanzenschutz (über Humuswirtschaft, vielfältige Fruchtfolgen, Förderung der Kultur- und Sortenvielfalt sowie über eine ökologische Agrarlandsgestaltung). Im Folgenden werden die Ziele der Bodenbewirtschaftung der ökologischen/biologischen Landwirtschaft angeführt und deren untersuchte Auswirkungen auf bodenbiologische, -chemische und -physikalische Parameter dargestellt.

3.3.1 Humuswirtschaft und aktives Bodenleben

Humusmehrung und die Förderung der Aktivität des Bodenlebens sind originäre Ziele der ökologischen Landwirtschaft, u. a. für eine ausreichende und aus-

gewogene Nährstoffversorgung. Andernfalls ist ein Ertragsrückgang aufgrund von Nährstoffunterversorgung und wegen eines erhöhten Krankheits- und Schädlingsbefalls (als Folge einer einseitigen oder zu geringen Nährstoffversorgung) die Folge. Mittel zur Humusmehrung und Förderung der bodenbiologischen Aktivität sind dabei u. a. die intensive Durchwurzelung des Bodens aufgrund standortgerechter Fruchtfolgegestaltung, mit ausreichenden Anteilen mehrjähriger (Futter-)Leguminosen und Integration von Untersaaten und Zwischenfrüchten. Daneben sind der Einsatz organischer (Wirtschafts-)Dünger, die konsequente Rückführung der Erntereste sowie schonende Bodenbearbeitung und mehrjährige Bodenruhe (Futterleguminosenanbau) wichtige, in der ökologischen Landwirtschaft umgesetzte Maßnahmen für das Erreichen dieser Ziele.

Die Wirkungen der genannten Maßnahmen zeigen sich in der Regel in mittel- bis langfristig signifikant höheren Humusgehalten in ökologisch bewirtschafteten Äckern im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung. Höhere Humusgehalte nach mehrjähriger ökologischer Bewirtschaftung sind für unterschiedliche Standorte in Deutschland, Schweiz und Österreich u. a. von SCHLICHTING (1975), HUBER (1985), GEHLEN (1987), BEYER et al. (1989), DIEZ et al. (1991), MÄDER (1993), SCHULTE (1996), FRIEDEL et al. (1997a) und FLIEBBACH et al. (2007) nachgewiesen worden. Ähnliche Ergebnisse für Standorte in den USA wurden bereits Ende der 1980er Jahre von REGANOLD (1988) publiziert. In jüngerer Zeit erlangten diese Befunde erhöhte wissenschaftliche Anerkennung u. a. durch die Arbeiten von WANDER et al. (1994), DRINKWATER et al. (1998) und FLIEBBACH et al. (2007), die u. a. höhere Kohlenstoffgehalte in ökologisch bewirtschafteten Äckern der USA bzw. im 30-jährigen *DOK*-Vergleichsversuch in der Schweiz nachgewiesen haben. Keine, bzw. nicht signifikante, Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsweisen hinsichtlich der organischen Substanz wurden vereinzelt festgestellt (KÖNIG und SUNKEL, 1989; FRIEDEL, 2000). Hierbei ist auf die Tatsache hinzuweisen, dass sich höhere Humusgehalte nicht auf allen Standorten und zudem erst nach einer mindestens siebenjährigen ökologischen Bewirtschaftung zeigen (DIEZ et al., 1986; GEHLEN, 1987). Untersuchungen in der Schweiz (MAIRE et al., 1990; NIGGLI, 1993) belegen, dass dieser Zeitraum für eine derartige *Umstellung* eines Bodens 10 Jahre überschreitet. Arbeiten von FRIEDEL (2000, 2001) zeigen, dass der mikrobielle Kohlenstoffpool wesentlich sensitiver auf eine ökologische Bewirtschaftung reagiert als der gesamte orga-

nische Kohlenstoff und auch der mineralisierbare Kohlenstoff im Boden (vgl. auch FLIEBBACH und MÄDER, 2000; FLIEBBACH et al., 2000).

Viele Untersuchungen auf mitteleuropäischen Ackerstandorten (FOISSNER et al., 1986; MAIDL, et al. 1988; NECKER, 1989; SCHULTE, 1996; OBERSON et al., 1996; FLIEBBACH und MÄDER 2000) wiesen eine meist signifikante, zum Teil sehr deutliche Erhöhung der mikrobiellen Aktivitäten und erhöhte Abundanzen des Mikroedaphons durch ökologische Bewirtschaftung nach. Zudem belegen eine Reihe von Vergleichsversuchen, dass die Bewirtschaftungsmaßnahmen der ökologischen Landwirtschaft eine signifikante Erhöhung des Mykorrhiza-Besatzes im Boden zur Folge haben (WERNER et al., 1990; SATTELMACHER et al., 1991; DOUDS et al., 1992; RYAN et al., 1994; MÄDER et al., 2000; GOSLING et al., 2006).

Die höheren mikrobiellen Aktivitäten ökologisch bewirtschafteter Böden sind häufig korreliert mit erhöhten Humusgehalten (Versorgung mit Nährhumus durch hohe Humusvorräte) und einem hohen umsatzaktiven C_{org} -Anteil. Hierbei sind u. a. Boden-Pflanzen-Interaktionen bedeutsam. Dies zeigt sich etwa darin, dass der Zwischenfruchtanbau – als wichtiges Bewirtschaftungselement im ökologischen Landbau – die mikrobielle Biomasse und Aktivität erhöht, was bereits BECK (1975) festgestellt hat.

Ein hoher Humusgehalt hat direkte positive Auswirkungen auf die aerobe Verrottung abbaubarer organischer Substanzen aufgrund verbesserter bodenphysikalischer Eigenschaften und höherer mikrobieller Aktivität (SAUERBECK, 1981; BURNS und DAVIES, 1986; FRIEDEL et al., 1997; FLIEBBACH et al., 2000). Damit wird eine Akkumulation von niedermolekularen, chemisch instabileren Abbau-Zwischenprodukten, die bei Bodenbearbeitung wesentlich stärker mineralisiert werden als vollständig biologisch humifizierte Stoffe (BECK, 1985), weitgehend vermieden.

Die positive Wirkung des ökologischen Landbaus auf die Bodenfauna ist vielfach belegt; der Kürze wegen sei dies nur am Beispiel des Regenwurmbesatzes ausgeführt, nicht zuletzt aufgrund seiner Bedeutung in der ökologischen Landwirtschaft (s. Kap. 2.7). Der häufig höhere Regenwurmbesatz unter Bio-Äckern ist mehrfach nachgewiesen worden (DIEZ et al., 1986; GEHLEN, 1987; INGRISCH et al., 1989; PFIFFNER und MÄDER, 1997). Dies zeigt sich auch in der signifikant höheren Anzahl an Regenwurmgängen in den Bio-Parzellen (SIEGRIST et al., 1998).

3.3.2 Vermeiden von Bodenverdichtungen

Da die Nährstoffmobilisierung im Ober- und Unterboden von zentraler Bedeutung für die Pflanzenernährung in der ökologischen Landwirtschaft ist, hat das Vermeiden von Bodenverdichtungen besondere Priorität. HERRMANN und PLAKOLM (1991) sowie BOXBERGER et al. (1997) fordern daher zur Bodenschonung eine leichtere Verfahrenstechnik im ökologischen Ackerbau. Daneben sind richtige Bodenbearbeitungszeitpunkte und -tiefe von Bedeutung. Für Letztere gilt u. a. die Regel *flaches Wenden, tiefes Lockern* – mit anschließender Lebendverbauung über Zwischen- und Nachfrüchte (HERRMANN und PLAKOLM, 1991; HAMPL, 1994). Neuere Ansätze zur reduzierten Bodenbearbeitung werden vor allem in jüngster Zeit auch in der ökologischen Landwirtschaft in Wissenschaft und Praxis erprobt (WEBER und EMMERLING, 2005; SPRENGER, 2005). Auch bei der ökologischen Nutzung des Dauergrünlandes ist die Vermeidung von Bodenverdichtungen (u. a. mittels leichter Zugmaschinen und Erntetechnik sowie richtiger Nutzungsart und -Zeitpunkte) unverzichtbar für eine ökologische, dauerhafte Nutzung (DIETL und LEHMANN, 2004). Gefügeverbesserungen erfolgen im Ackerbau u. a. auch über den Anbau von Tiefwurzlern (als Haupt- oder Zwischenfrucht) und über die Erhöhung der Durchwurzelungsintensität (s. Humusaufbau). Untersuchungen von u. a. SCHLICHTING (1975), KLEYER und BABEL (1984), REGANOLD et al. (1987), SIEGRIST et al. (1998) und STOLZE et al. (2000) bieten im Hinblick auf die bodenphysikalischen Auswirkungen der ökologischen Landwirtschaft vielfach ein einheitliches Bild. So wurden bezüglich der meisten bodenphysikalischen Parameter (u. a. Gesamtporenvolumen, Porengrößenverteilung, Bodendichte) häufig keine Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsweisen festgestellt, wobei jedoch hinsichtlich der Aggregatstabilität tendenziell bis signifikant bessere Werte auf den ökologisch bewirtschafteten Äckern beobachtet wurden.

3.3.3 Vermeiden von nicht tolerierbaren Schadstoffeinträgen

Dieses Ziel führt neben dem Verbot von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln auch zu strengen Qualitätsansprüchen bei (zugekauften) Düngern. Die EU-VO 2092/91 enthält strenge Grenzwerte bzgl. der Gehalte an organischen und anorganischen Schadstoffen in den zugelassenen organischen und minerali-

schen Düngern. Zudem sind in der ökologischen Landwirtschaft einige organische und mineralische Düngemittel insbesondere wegen häufig hoher Schwermetallbelastungen mit Einsatzverboten belegt (z. B. Klärschlämme).

3.3.4 Vermeiden von Bodenerosion

In der ökologischen Landwirtschaft sind Strategien zur Vermeidung von Bodenerosion sehr wichtig. Es geht um die Erhöhung des Humusgehaltes (Erhöhung der Aggregatstabilität), die weitgehende Vermeidung von Schwarzbrache, einen geringen Hackfruchtanteil, die Integration von Zwischenfrüchten und Untersaaten sowie eine ökologische Agrarlandschaftsgestaltung (Hecken, Feldraine etc.) (HEß und LINDENTHAL, 1997). Diese Maßnahmen sind wesentlich dafür verantwortlich, dass die ökologische Landwirtschaft eine Verringerung der Bodenerosion bewirkt (REGANOLD et al, 1987; KÖPKE, 1994; FLIEBBACH et al., 2007). Dies hat eine deutliche Reduktion der Phosphor-Einträge in die Oberflächengewässer zur Folge, bedingt auch durch geringere P_i -Gehalte im Boden (LINDENTHAL, 2000).

3.3.5 Vermeiden von Nährstoffausträgen

Das zu Beginn erwähnte Ziel der standortgemäßen Nutzungsintensität ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass in der ökologischen Landwirtschaft die bodenbürtigen Pflanzennährstoffe infolge der starken Restriktionen beim Düngemittelzukauf möglichst im System gehalten werden müssen.

NO_3 -Austräge: Dass die ökologische Landwirtschaft im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft geringere NO_3 -Austräge aufweist, bestätigen eine Reihe von ackerbaulichen Vergleichsuntersuchungen. FEIGE und RÖTHLINGSHÖFER (1990) fanden eine um 40-50 % niedrigere mittlere Nitratkonzentrationen im Dränwasser, BRANDHUBER und HEGE (1992) maßen in den meisten Fällen deutlich niedrigere NO_3 -Konzentrationen in der Sickerwasserzone. HEISSENHUBER und RING (1992) fanden wesentlich geringere N-Überschüsse in Biobetrieben, MATTHEY (1992) bestimmte um ca. 30% geringere N-Auswaschungsverluste bei Getreideflächen. Weitere Untersuchungen in Mitteleuropa und in den USA (BERG et al, 1997; SCHLÜTER et al., 1997; DAALGAARD et al, 1998; DRINKWATER et al., 1998; GOLDSTEIN et al., 1998) bestätigen diese Befunde.

Die Gefahr von NO_3 -Austrägen nach Leguminosenumbruch im ökologischen Landbau kann, außer durch die N-Speicherungseffekte, über Fruchtfolge-maßnahmen, Zwischenfruchtanbau und Umbruchzeitpunkte stark vermindert werden. Dies ist mehrfach nachgewiesen worden (HEß, 1989, 1995; FASSBENDER et al., 1993; SCHULTE, 1996). Neben niedrigeren N-Stoffflüssen und gesteigerten N-Pufferleistungen durch erhöhte Humusgehalte sind für die geringen NO_3 -Austräge auch bodenmikrobielle Prozesse verantwortlich. Bodenmikroorganismen zeigen in der ökologischen Landwirtschaft allgemein ein im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft höheres Speichervermögen für Stickstoff (FRIEDEL et al., 1997; FRIEDEL, 2001), womit hohe Mengen an mikrobiellem Stickstoff unter Gleichgewichtsbedingungen im Boden vorliegen. Dies bedeutet eine erhöhte Speicherung von Stickstoff in umsatzaktiver aber – im Gegensatz zu Mineralstickstoff – nicht auswaschungsgefährdeter Form (FRIEDEL et al., 1997), sodass der leicht verfügbare Stickstoff allgemein in der ökologischen Landwirtschaft effizienter gespeichert wird. In diesem Kapitel wurde auf den **Phosphor- und Kalium-Haushalt** in der ökologischen Landwirtschaft nicht oder kaum eingegangen. Ausführliche Darstellungen hierzu sind u. a. in GEHLEN (1987), SMILDE (1989), KÖPKE (1994) und MÄDER et al. (2002) dargestellt.

3.4 Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft im deutschsprachigen Raum

Die Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft hat im deutschsprachigen Raum sowie in Italien, Dänemark und Schweden in den letzten Jahren stark zugenommen. In diesen Ländern betrug im Jahr 2007 der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche zwischen 4,9 und 13,0 %. Der Anteil der Biobetriebe in Europa beträgt durchschnittlich 1,2 % der Betriebe, die 4 % der land-

wirtschaftlichen Nutzfläche bewirtschaften (www.organic-europe.net; Tab. 1). Mit der Zunahme der Bedeutung in der Praxis ging auch der verstärkte Konsum von Bioprodukten v. a. in Ländern Mitteleuropas und Skandinaviens einher, was auch auf das steigende Umweltbewusstsein der Konsumenten und die Lebensmittelskandale der jüngeren Vergangenheit zurückzuführen ist. Der Einstieg großer Supermarktketten in die Vermarktung von Bioprodukten zunächst in der Schweiz und Österreich, dann auch in Deutschland, ging mit dem steigenden Kaufinteresse für Bioprodukte Hand in Hand.

Österreich hat hinsichtlich der Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft (13 % Biofläche im Jahr 2007; s. Tab. 1) seit Mitte der 1990er Jahre eine Spitzenposition in Europa. Die Schweiz hat mittlerweile eine ähnliche Ausweitung des Biolandbaus wie in Österreich zu verzeichnen. In beiden Ländern ist dies u. a. auch auf gezielte Agrarförderungen (seit 1992 bzw. 1993), einen hohen Anteil an Dauergrünland (geringere Umstellungshindernisse) und intensive Anstrengungen im Bereich Verarbeitung und Vermarktung seitens der Bioverbände und Supermarktketten zurückzuführen (FREYER et al., 2001). In Deutschland wird seit dem Jahr 2001 durch das *Bundesprogramm ökologische Landwirtschaft* der Bundesregierung diese Bewirtschaftungsform u. a. in den Bereichen Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel, Forschung und Wissenstransfer zusätzlich gefördert.

3.5 Richtlinien und Verordnungen zur ökologischen Landwirtschaft in der EU und der Schweiz

Anfang der 1990er Jahre wurde auf der Ebene der Europäischen Union mit der EU-VO 2092/91 (sowie den entsprechenden Folgeverordnungen) ein verbindlicher, von den EU-Mitgliedstaaten implementierter Standard für die ökologische Landwirtschaft mit einem hohen Detaillierungsgrad und strengen Kontroll- und

Tab.1: Bedeutung der ökologischen Landwirtschaft im deutschsprachigen Raum und in der Europäischen Union (Datenstand 2007).

Land	Anteil Biobetriebe (Gesamtzahl Biobetriebe)	Anteil Bio-Fläche an der LN (Biofläche absolut in ha)
Deutschland	4,6 % (17.557 Betriebe)	4,9 % (825.539 ha)
Österreich	11,8 % (20.162 Betriebe)	13 % (361.487 ha)
Schweiz	11,2 % (6420 Betriebe)	10,9 % (117.117 ha)
Europa (EU 21) Ø	1,2 % (179.322 Betriebe)	4,0 % (6.821.131 ha)

Quellen: www.organic-europe.net/europe_eu/statistics-europe.htm (Datenaktualisierung 3. Dez. 2007) für Deutschland, Österreich und Europa sowie SCHMID et al. (2007) für die Schweiz.

Sanktionsbestimmungen beschlossen. Die Durchführung der Kontrolle der landwirtschaftlichen Betriebe sowie der Verarbeitungs- und Vermarktungsbetriebe wird von den Mitgliedstaaten bis Ende 2008 entsprechend der EU-VO 2092/91 durchgeführt. In die Entstehung der neuen EU-Ratsverordnung für die ökologische Produktion (EC/834/2007), die im Jahre 2009 in Kraft tritt, fließen neben ökonomischen und politischen Interessen auch Ursprungswerte der ökologischen Landwirtschaft ein (SCHMID und HUBER, 2006; JESPERSEN et al., 2007).

In der EU, wie auch in den meisten Ländern der Welt, ist ein großer Teil der Biobauern in unterschiedlichsten Bioverbänden organisiert, die sich vor allem im Bereich Beratung und Vermarktung engagieren. Die Gründung der Bioverbände begann in Europa vor allem Anfang der 1980er Jahre. Die Bioverbände haben eigene, im Vergleich zur EU-VO 2092/91 zum Teil (deutlich) strengere Richtlinien. Weltweit sind die meisten Bioverbände zur IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) zusammengeschlossen. Die IFOAM, die heute über 700 Mitglieder in 110 Ländern zählt (www.ifoam.org), hat seit dem Jahr 1980 eigene Richtlinien und Zertifizierungsbestimmungen erlassen, die besonders außerhalb Europas große Bedeutung haben. Sie bilden aber auch in der EU eine zu beachtende Grundlage für die Richtlinien der Bioverbände.

Die ökologische Landwirtschaft in der Schweiz (dort in der Regel als biologischer Landbau bezeichnet) ist seit dem Jahr 1997 über die nationale Bio-Verordnung geregelt, die auf die EU-VO 2092/91 abgestimmt ist. Große Bedeutung haben zudem die Richtlinien des Bio-Dachverbandes *Bio Suisse*, die auf der EU-VO 2092/91 und der Schweizer Bio-Verordnung gründen, aber zum Teil noch deutlich strengere Bestimmungen in der Produktionstechnik und der Verarbeitung enthalten. Die Bio Suisse hat ihre ersten Richtlinien im Jahr 1981 erstellt (www.bio-suisse.ch).

3.6 Heutige Normen versus Pionierimpulse

Die Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft in Mitteleuropa war in den letzten 10 Jahren geprägt von produktionstechnischer Weiterentwicklung, von raschem Wachstum, aber auch von sinkenden Absatzpreisen für die Bauern sowie – im Bereich Verarbeitung und Vermarktung – vom zunehmenden Einfluss großer konventionell geprägter Firmen. Zudem hat sich der Handel von Bioprodukten immer mehr globalisiert.

Diese Entwicklungen, häufig zusammengefasst mit dem Begriff *Konventionalisierung* (BAR-TEL-KRATOCHVIL et al., 2005), schwächen aus Sicht der Pioniere und kritischer Beobachter die Stellung der ökologischen Landwirtschaft als konsequent der Nachhaltigkeit verpflichtete Alternative. Die Anonymität und Abhängigkeit von großen Konzernen nimmt zu, ebenso wie der Druck nach Rationalisierung. Die Vielfalt der von den Biobetrieben erzeugten Produkte nimmt ab. Diese Folgen stehen im Gegensatz zu den Prinzipien nach Überschaubarkeit, Kreislauforientierung, Vielfalt und Identität (BARTEL-KRATOCHVIL, 2005).

Andererseits wurden durch die produktionstechnische Weiterentwicklung und die laufende „Professionalisierung“ der letzten beiden Jahrzehnte einige Probleme der Entstehungs Jahrzehnte der ökologischen Landwirtschaft deutlich reduziert: So verbesserte sich im Pflanzenbau die Robustheit und Ertragsfähigkeit der Sorten, die Qualität des Saatgutes, die Nährstoffeffizienz (besonders bei Stickstoff, Phosphor und Kalium) sowie die Qualität zugekaufter organischer Dünger. Auch wurden die mechanische Beikraut- bzw. Unkrautregulierung und generell die Strategien im Pflanzenschutz weiterentwickelt. Im Bereich der artgerechten Tierhaltung und Fütterung kam es zu deutlichen Fortschritten, ebenso bei der arbeitswirtschaftlichen Situation der Betriebe. Auch wurden in den letzten beiden Jahrzehnten deutliche Verbesserungen zumindest in der technischen Produktqualität erzielt. Der Biolandbau konnte somit von Fortschritten der konventionellen Agrarforschung (u. a. in den Bereichen Züchtung, Nährstoffbilanzierung, Landtechnik) wesentlich profitieren. Generell gesehen wurde durch die Expansion und Globalisierung des Biomarktes seit dem Jahr 2000 die ökologische Landwirtschaft nicht nur in Europa, sondern gerade auch in den Entwicklungsländern maßgeblich unterstützt. Für eine große Gruppe von Biobauern bedeuten jedoch die Normen der „Professionalisierung“ eine Nivellierung der ökologischen, ethischen und sozialen Standards in Richtung konventionelle Landwirtschaft. Die damit einhergehende Anwendung konventioneller Strukturen, Denk- und Handlungsweisen in Produktion, Verarbeitung und Handel wird von dieser Gruppe kritisiert, da aus deren Sicht die ursprünglichen Werte der ökologischen Landwirtschaft zunehmend der Ökonomisierung und Technisierung weichen müssen (BARTEL-KRATOCHVIL, 2005). Damit kommt es zu einer in Europa und den USA zu beobachtenden Aufspaltung (*Bifurcation*: BÜCK et al., 1997) der Biobauern in zwei Gruppen: zum einen in die pragmatisch, technologisch und ökonomisch orientierten *Professionalisten*, zum anderen in die den

ursprünglichen Ideen und Zielen der ökologischen Landwirtschaft stark verbundenen *Idealisten*. Die aktuellen Entwicklungen in der ökologischen Landwirtschaft haben mittlerweile zu einem stärker werdenden Interesse vieler Biobauern, Berater und Wissenschaftler an den Werten und Prinzipien dieser Bewirtschaftungsweise geführt. Dies zeigt sich wie erwähnt auch darin, dass sich im Rahmen der Revision der EU-VO 2092/91 in vielen EU-Mitgliedsstaaten eine umfangreiche Forschung und Diskussion zu den Werten und Prinzipien entwickelt hat (ALROE et al., 2005; www.organic-revision.org).

3.7 Heutige Werte und Einstellungen in der ökologischen Landwirtschaft

Viele Biobauern und -bäuerinnen haben hinsichtlich ihrer Einstellungen zur Landwirtschaft, zur Natur, aber auch zum Leben allgemein Werthaltungen, die der konventionellen Landwirtschaft entgegengesetzt sind. Diese Werthaltungen manifestierten sich stark in den Anfängen der ökologischen Landwirtschaft (FISCHER, 1980; VOGEL, 1995; VOGT, 2000; PATZEL, 2003), sind aber auch heute bei vielen Biobauern, v. a. aus der Gruppe der *Idealisten*, erkennbar (SCHMIDT, 2006). Die ökologische Landwirtschaft ist daher nach wie vor eine ökologisch-innovative und soziale Bewegung (INBETWEEN, 2005; LARCHER und VOGEL, 2006).

Wichtige hervorstechende Werthaltungen vieler Biobauern und -bäuerinnen sind eine ausgeprägte Beziehung und Verantwortungsethik der Natur bzw. dem (Agrar-)Ökosystem gegenüber und eine besondere Wertschätzung von gesundheitlichen Aspekten der Arbeits- und Produktqualität (SCHMID und KILCHSPERGER, 2005; SCHMIDT, 2006). Aber auch enge Kooperationen und gegenseitiger Austausch mit Bauern und Konsumenten sowie Gerechtigkeit (auch gegenüber Dritte-Welt-Ländern) sind wichtige ideelle Werte. Der ökonomische Erfolg steht für diese Biobauern und -bäuerinnen nicht an erster Stelle der Betriebsziele und der Einsatz von Technik ist ebenfalls der Natur unterzuordnen (Unterschied zu Machbarkeitsprinzip und Technokratie). Demgegenüber steht die oben erwähnte Gruppe der „professionell“ orientierten Biobauern und -bäuerinnen, die sich stärker mit den klassischen Paradigmen der Marktwirtschaft identifizieren.

Bemerkenswert bleibt, dass bei vielen Akteuren in der ökologischen Landwirtschaft auch heute noch idealistische Werthaltungen ausgeprägt sind, die den allgemein kollektiven Normen des vorherrschenden Wirtschaftssystems entgegengesetzt sind. Kollektiv

unbewusste Inhalte wie Technikfaszination, Machbarkeitsglauben und Nützlichkeitsdenken sind bei vielen ideell orientierten Biobauern und -bäuerinnen weniger wirksam. Dieses sich Entgegenstellen gegenüber (häufig unbewussten) Werten und Inhalten des kollektiven Hauptstroms erfordert große psychische Energien, deren Quellen u. a. in enger Naturverbundenheit sowie in ausgeprägtem Gesundheitsbewusstsein, Unabhängigkeitsstreben, Gerechtigkeitsinn und in der starken Pflege sozialer Netze vermutet werden können.

4 Schlussfolgerungen

Die Pioniere des ökologischen Landbaus haben in ihren Bodenkunden und Wirtschaftsweisen weltanschauliche Elemente fortgeführt und zum Teil weiterentwickelt, die im agrarindustriellen Bodennutzungsmodell abgelehnt oder wenig berücksichtigt wurden. Diese sind auf der spirituellen Seite eine religiöse Verehrung der Erde und zu berücksichtigender geistiger Wirkmächte sowie eine christlich-religiöse Auffassung von der Rolle des Menschen im Umgang mit der Natur. Auf der naturwissenschaftlichen Seite ist hier der hohe Stellenwert biologischer (einschließlich vitalistischer) und ökologischer Konzepte und Forschungsergebnisse charakteristisch.

Es ist bemerkenswert, dass viele der weltanschaulichen Elemente des Biolandbaus vorgängig von Agronomen, Biologen, Bodenkundlern und Agrikulturchemikern des 19. Jahrhunderts wie THAER, DARWIN, SPRENGEL, LIEBIG, STÖCKHARDT, FALLOU und KETTE vertreten worden waren. Bei diesen waren, zusätzlich zu dem, was man im 20. Jahrhundert als ihre Haupterrungenschaften ansah, religiöse, biologische und ökologische Ideen vorhanden, die zu den Wurzeln des Biolandbaus gehören. Diese Vorstellungen wurden jedoch in der folgenden Dominanzzeit des ökonomisch-naturwissenschaftlichen Paradigmas zunehmend vom naturwissenschaftlichen Hauptstrom abgespalten. Sie fanden sich in der Folge in den (auch wissenschaftlichen) ökologischen Bewegungen des 20. Jahrhunderts wieder. Der ökologische Landbau kann also als Teil einer Spaltung in der Entwicklung der modernen Agrarkultur angesehen werden: Er ist zugleich eine Reaktion auf die Probleme der Agrikulturchemie und der Industrialisierung der Landwirtschaft im 20. Jahrhundert – und eine (zum Teil erneuernde) Fortführung weltanschaulicher und agrarkultureller Elemente, die

im 19. Jahrhundert noch teilweise mit dem kulturellen Hauptstrom in Europa verbunden gewesen waren.

Die wichtigste Einstellungsgrundlage der *alternativen Pioniere* war, dass sie sich und die Landwirtschaft als Teil eines zu beachtenden übergeordneten Ganzen oder als Diener eines übergeordneten Geistes verstanden. Die Sehnsucht nach dem Ganzen führte einerseits zum Impuls, sich ins *Ganze* einzufügen (dieses als göttliche Ordnung, Gesamtorganismus oder ökologische Ganzheit verstanden), andererseits zum Wunsch, das Ganze sehen und möglichst mitdenken zu wollen, was man dann *Ganzheitsschau* und *ganzheitliches Denken* nannte.

Eine weitere Gemeinsamkeit dieser Bodenkulturströmungen ist ihr deklariertes Anspruchs, es gesünder und sozial und ökologisch besser zu machen als die Mehrheit, wodurch der Aspekt einer sozialutopischen Abgrenzung gegenüber einer anderen Sozialutopie, der des naturwissenschaftlich-technisch fundierten ökonomischen Fortschritts, deutlich wird. Hierher gehören Ziele wie die Steigerung der Arbeits- und Lebensqualität am Hof, enge Beziehungen zwischen Bauern und Konsumenten sowie die Unabhängigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe von der Agrarindustrie. Während bei den Pionieren des *konventionellen* Landbaus besonders die Ergriffenheit durch Machbarkeits- und Herrschaftsphantasien vorlag, waren die Pioniere des *alternativen* Landbaus besonders von der Vorstellung umfassender Erkenntnisse der und Beziehungen mit der Vielheit und dem Ganzen des Lebens ergriffen.

Sicher kann gesagt werden, dass die Biobauern und -bäuerinnen mit ihrem ökozentrischen Weltbild eine kulturelle Gegenbewegung zum Zeitgeist der Naturbeherrschung verkörperten. Von vornherein auch als soziale Bewegung entstanden, gewann der ökologische Landbau durch die im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts wachsende soziale *Umweltbewegung* (Initialpublikationen hierfür insbesondere: CARSON, 1962; MEADOWS et al., 1972) deutlich an Zustimmung. Und nachdem ab den 1990er Jahren staatlicherseits nicht nur *Toleranzedikte* erlassen wurden, sondern der ökologische Landbau auch staatlicherseits gefördert und kontrolliert wurde, nahmen die konstruktiven Wechselwirkungen zwischen Minderheits- und Mehrheitsakteuren in Landwirtschaft und Gesellschaft deutlich zu.

Die – durch soziale Polarisierung und gegenseitige Abwertung verschärfte – Unterscheidung von *konventioneller* oder *alternativer* Landwirtschaft ist durch die zunehmende Anerkennung, Ausbreitung

und zugleich *Konventionalisierung* des ökologischen Landbaus gegen Ende des 20. Jahrhunderts infrage gestellt worden. Während die naturwissenschaftliche Ökologie inzwischen im kulturellen Hauptstrom angekommen ist und daneben auch im religiös-spirituellen Bereich viele Such- und Erneuerungsbewegungen begonnen haben, tritt das „konventionelle“ ökonomisch-naturwissenschaftliche Paradigma in der ökologischen Landwirtschaft vielerorts in den Vordergrund.

Die Behauptung der Vertreter des ökologischen Landbaus, ihre Wirtschaftsweise sei für die Bodenqualität insgesamt besser als die chemisch-industriell bzw. konventionell geprägte Praxis, konnte durch Langzeitstudien inzwischen in vielen Bereichen und auf vielen Standorten bestätigt werden. Diese Vorteile beziehen sich insbesondere auf die Erhöhung der bodenbiologischen Aktivität, auf höhere Humusgehalte, geringere Bodenerosion und NO₃-Austräge sowie auf die Vermeidung von nicht tolerierbaren Schadstoffeinträgen. Somit zeigt die ökologische Landwirtschaft wichtige Entwicklungspotenziale nachhaltiger Landwirtschaft an. Es bleibt aber auch festzuhalten, dass innerhalb dieser Bewirtschaftungsweise keineswegs alle produktionstechnischen Probleme gelöst sind und daher durchaus Weiterentwicklungsbedarf besteht.

Wie jeder große kulturelle Impuls rief auch die der *Aufklärung* folgende materialistische Erkenntnis, Entseelung und Versklavung der Natur Gegenbewegungen hervor in Form von Vitalismus, Anthroposophie, christlich-religiösen Reaktionen und biologisch-ökologischen Konzepten. Hierzu kann man die tiefenpsychologische Hypothese aufstellen, dass in diesen Gegenbewegungen sich aus dem Unbewussten der menschlichen Seele heraus dasjenige zeigt, was traditionell als geistige Seite oder Bedeutung der Natur verstanden wurde. Deshalb sind im Biolandbau viele der religiösen Vorstellungen recht lebendig, die in früheren Zeiten noch allgemein stärker berücksichtigt worden waren: der christliche Gott in all seinen Aspekten und, aus einer anderen Schicht erscheinend, die Lebensgeister und ihre große Mutter, die Göttin Erde.

Verborgener und auch schwächer ist die religiöse Dimension der ökologischen Landwirtschaft dort, wo die naturwissenschaftliche Ökologie im Zentrum ihres Begründungszusammenhanges steht. Ökologisch erkennbare Zusammenhänge, die besonders in der älteren Literatur gerne als „Naturgesetze“ bezeichnet wurden (was ihnen eine ähnliche Autorität wie ein Hebelgesetz in der Mechanik verlieh), werden hier als die primäre

Grundlage aller guten und nachhaltigen Landwirtschaft angesehen. Die Arten ökologischen Verständnisses sind aber breit gefächert: Sie reichen von einer Energie- und Stoffflusssicht über ökosystemares Denken (z. B. Regulation von Schädlingen durch Nützlinge) bis hin zur Vorstellung einer Lebensgemeinschaft von Hof und Land, deren enge Zusammengehörigkeit mit dem Begriff des Betriebsorganismus betont wird. Während im frühen Biolandbau die Vorstellung vom *Haushalt von Mutter Natur* ein wichtiges Leitbild war, ist das zentrale Symbol der gegenwärtigen Ökologie, das unter Umständen auch die Funktion eines Gottesbildes hat, die *Erdkugel*.

Dass die ökologische Landwirtschaft in den Jahren vor und nach der Jahrtausendwende in vielen Ländern aus ihren kleinen Nischen herausgewachsen ist und viele ihrer Ideen hoffähig wurden, hat auf der anderen Seite zu einer Anpassung an den agrarwirtschaftlichen Mainstream geführt. Hier ist ein komplexer und in sich widersprüchlicher Wertewandel bezüglich Landwirtschaft und Naturbeziehung im Gange.

Während die ökologischen, ethischen und sozialen Leistungen der *Alternativen* auch im normalen Wissenschaftsbetrieb einige Anerkennung gefunden haben, lösen spirituelle und religiöse Motive, die hier bei den Grundlagen des ökologischen Landbaus sichtbar wurden, nach wie vor bei den meisten Naturwissenschaftlern Skepsis oder auch emotionale Ablehnung aus. Diese Motive gehören jedoch empirisch-psychologisch belegbar zu den allgemeinen Strukturen menschlicher Selbsterfahrung und Erfahrung in der Naturbeziehung (vgl. ABT, 2007; JUNG, 1995), weswegen sie in den meisten bisherigen menschlichen Agrarkulturen zum wesentlichen Bestand gehören.

Wir nehmen an, dass es für die kulturelle Fruchtbarkeit und die ökologische Nachhaltigkeit in Europa förderlich wäre, wenn (im weitesten Sinne) religiöse Naturbeziehung und der Trieb zu rationaler Naturerkenntnis, beides archetypisch menschliche Eigenschaften, im Umgang mit dem Boden zusammenwirken können. Denn es ist ein Symptom der gegenwärtigen kulturellen Spaltung, dass bezüglich Bodennutzung und Bodenschutz die linke und die rechte Hand so widersprüchlich handeln. Es ist, so erstaunlich das klingen mag, eine zentrale Aufgabe einer Bodenkunde und Landwirtschaft, die ihren Boden behalten will, dass die darin engagierten Menschen ihren inneren *und* äußeren Boden kultivieren und miteinander verbinden können.

5 Literatur

- ABT, Th. (2007): Wissen und Ahnung. Landentwicklung mit Seelengewinn. – Landvolkshochschule Niederalteich (Hrsg.).
- ALRÖE, H. F., O. SCHMID, S. PADEL (2005): Ethical principles and the revision of organic rules. – *The Organic Standard* 51,8-11.
- Aristoteles (Corpus Aristotelicum): De anima (Περὶ ψυχῆς); Metaphysik (Τὸν μετὰ τὰ φυσικὰ); Physik (Φυσικῆς Ἀκροασεως).
- BALFOUR, Lady E. (1943): The living soil. Evidence of the importance of human health of soil vitality, with special reference to post-war planning. – Faber, London.
- BALFOUR, Lady E. (1978): Towards a sustainable agriculture. The living soil. – *Soil Associat. Quarterly Rev.* 4/2, 1-5.
- BARTEL-KRATOCHVIL, R. (2005): Biologischer Landbau und nachhaltige Entwicklung: Kongruenzen, Differenzen und Herausforderungen. – In: GROIER, M., M. SCHERMER (Hrsg.): Bio-Landbau in Österreich im internationalen Kontext. Bd. 2: Zwischen Professionalisierung und Konventionalisierung. – *Forsch.ber. Nr. 55, Bundesanst. f. Bergbauernfragen, Wien*, S. 55-75.
- BARTEL-KRATOCHVIL, R., A. ENGEL, U. SCHUMACHER, H. ULMER (2005): Die „Konventionalisierungsfalle“ – ökologischer Landbau zwischen Vision und Realität. – *Ökol. & Landbau* 136/4, 48-50.
- BECK, T. (1975): Der Einfluß langjähriger Monokultur auf die Bodenbelebung im Vergleich zur Fruchtfolge. – *LWF* 31, 268-276.
- BECKER, T. (2000): Maschinentheorie oder Autonomie des Lebendigen? Die literarische Amplifikation der biologischen Kontroverse um Mechanizismus und Vitalismus in zentralen Prosawerken von Hans Carossa, Gottfried Benn, Ernst Weiß und Thomas Mann. – Diss., Univ. Köln.
- BERG, M., G. HAAS, U. KÖPKE (1997): Wasserschutzgebiete: Vergleich des Nitrataustrages bei organischem, integriertem und konventionellem Ackerbau. – In: KÖPKE, U., J.-A. EISELE (Hrsg.): Beiträge 4. Wiss.tag. zum ökol. Landbau, Köster, Bonn/ Berlin, S. 28-34.
- BEYER, L., M. PETERS, H.-P. BLUME (1989): Humuskörper und mikrobielle Aktivität von schleswig-holsteinischen Parabraunerden. – *Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges.* 59, 299-302.
- BITTERMANN, E. (1956): Die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland 1800-1950 – Ein methodischer Beitrag zur Ermittlung der Veränderungen des Umfangs der landwirtschaftlichen Produktion und der Ertragssteigerung in den letzten 150 Jahren. – *Kühn Archiv* 70, 1-145.
- BLOECK, R. (1927): Bodengare. – In der Zeitschrift *Bebauet die Erde!* Wegweiser zur Erreichung des natürlichen Landbaus. – Verl. Welt und Wissen, Büdigen-Gettenbach, 3/3: 51-55.
- BÖHM, W. (1997): Biographisches Handbuch zur Geschichte des Pflanzenbaus. – Saur, München.
- BOXBERGER, J., R. RAMHARTER, T. LINDENTHAL (1997): Allgemeine Maßstäbe für die Technik im ökologischen Landbau. – *Ökol. & Landbau* 102, 6-9.
- BRAEUNING, K. (1907): Mechanismus und Vitalismus in der Biologie des neunzehnten Jahrhunderts. Ein geschichtlicher Versuch. – Engelmann, Leipzig.
- BRANDHUBER, R., U. HEGE (1992): Tiefenuntersuchungen auf Nitrat unter Ackerschlägen des ökologischen Landbaus. – *Bayer. Landw.Jb.* 69, 111-119.
- BÜCK, D., C. GETZ, J. GUTHMAN (1997): From farm to table: The organic vegetable Community chain of Northern California. – *Sociologia Ruralis* 37, 3-20.
- BURNS, R., J. DAVIES (1986): The microbiology of soil structure. – *Biol. Agricult. & Horticult.* 3, 95-109.
- BÜTSCHLI, O. (1901): Mechanismus und Vitalismus. – Engelmann, Leipzig.
- CARSON, R. L. (1962): Der stumme Frühling. – Biederstein, München.

- DALGAARD, T., N. HALBERG, I. S. KRISTENSEN (1998): Can organic farming help to reduce N-losses? – *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 52, 277-287.
- DARWIN, Ch. (1837): On the Formation of Mould. – *Proc. Geol. Soc. of London* 2/52, 574-576.
- DARWIN, Ch. (1882): Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer mit Beobachtung über deren Lebensweise. Aus dem Engl. von J. V. Carus. – Schweizerbart, Stuttgart
- DEMETER-Richtlinien, Stand Dezember 2008, www.demeter.de.
- DESCARTES, R. (1637): Discours de la methode pour bien conduire sa raison, & chercher la verite dans les sciences. – Imprimerie Ian Maire, Leyde.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (1994): Enquete-Kommission Schutz der Erdatmosphäre des dt. Bundestages: Schutz der Grünen Erde: Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. – *Economica*, Bonn.
- DIERCKS, R. (1986): Alternativen im Landbau: Eine kritische Gesamtbilanz. – Ulmer, Stuttgart.
- DIETL, W., J. LEHMANN (2004): Ökologischer Wiesenbau – nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. – *Österr. Agrarw.*, Leopoldsdorf.
- DIEZ, T., T. BECK, H. BORCHERT, P. CAPRIEL, M. KRAUSS, J. BAUCHHENß (1991): Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. – 2. Mitt. *Bayer. Landw. Jb.* 68, 409-443.
- DIEZ, T., H. WEIGELT, H. BORCHERT, T. BECK, J. BAUCHHENß, S. HERR, J. AMMAN, G. POMMER (1986): Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. – *Bayer. Landw. Jb.* 63, 979-1019.
- DOUDS, D. D., R. R. JANKE, S. E. PETERS (1992): Effect of 10 years of low-input sustainable agriculture upon VA-fungi. – in: DJ. REAL (Hrsg.): *Mycorrhizas in ecosystems*. – CAB Internat., Wallingford, S. 377.
- DRIESCH, H. (1922): Geschichte des Vitalismus. – 2. Aufl. (1. A. 1905). – Barth, Leipzig.
- DRINKWATER, L. E., P. WAGONER, M. SARRONTO (1998): Legume-based cropping Systems have reduced carbon and nitrogen losses. – *Nature* 396, 262-265.
- DUCHESNEAU, F. (1997): Territoires et frontieres du vitalisme (1750-1850). – In: CIMINO, G., F. DUCHESNEAU (Hrsg.): *Vitalisms from Haller to the cell theory*. – Proceedings of the Zaragoza Symposium, XIXth Int. Congr. of Hist. of Sc, 22-29 Aug. 1993, Olschki, Firenze, S. 297-357.
- EICHENBERGER, M., H. VOGTMANN (1981): Grundprinzipien des ökologischen Landbaus. – Brosch. Sonderschau zum biolog. Land- & Gartenbau – Forsch.inst, biolog. Landbau, Oberwil.
- EL SHAFIE, F. S. (1990): Untersuchungen über die Humusfraktionen sowie Makro- und Mikroelemente in Böden von Dauerversuchen. – Diss., Univ. Gießen.
- ENGELHARDT, D. VON (1997): Vitalism between science and philosophy in Germany around 1800. – In: Cimino, G., F. Duchesneau: *Vitalisms from Haller to the cell theory*. – Olschki Ed., Firenze, S. 157-174.
- EU-VO 2092/91: EU-Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. – Brüssel, konsolid. Fassung.
- FALLOU, F. A. (1857): Anfangsgründe der Bodenkunde. – G. Schönfeld, Dresden.
- FALLOU, F. A. (1862): Pedologie oder Bodenkunde. – G. Schönfeld, Dresden.
- FASSBENDER, K., J. HEB, H. FRANKEN (1993): Sommerweizen – grundwasserschonende Alternative zu Winterweizen auf leichten Böden. N-Dynamik, Ertrag und Qualität. – In: ZERGER, U.: *Forsch. im ökolog. Landbau*. – SÖL Sd. 42, 139-144.
- FEIGE, W., R. RÖTHLINGSHÖFER (1990): Nitratauswaschung aus zwei unterschiedlich bewirtschafteten Ackerböden. – *Z. Kulturtech. & Landentw.* 31, 89-95.
- FELLER, Chr. (1997): The concept of humus in the past three centuries. – *Adv. GeoEcol.* 29, 15-46.
- FISCHER, R. (1980): Das Selbstbild von biologisch wirtschaftenden Bauern. Eine sozialemprirische Untersuchung über ihre Beweggründe, Denkweise und ihr Berufsverhalten. – Diss., Univ. Zürich.
- FLIEßBACH, A., P. MÄDER (2000): Microbial biomass and size density fructons differ between soils of organic and conventional agricultural Systems. *Soil Biol. Biochem.* 32, 757-768.
- FLIEßBACH, A., P. MÄDER, L. NIGGLI (2000): Mineralization and microbial assimilation of ¹⁴C-labeled straw in soils of organic and conventional agricultural Systems. – *Soil Biol. & Biochem.* 32, 1131-1139.
- FLIEßBACH, A., H.-R. OBERHOLZER, L. GUNST, P. MÄDER (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. – *Agric. Ecosystems & Environ.* 118, 273-284.
- FOISSNER, W., H. FRANZ, H. ADAM (1986): Untersuchungen über das Bodenleben in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden im Raum Salzburg. – *Verh. Ges. Ökol.* 13, 333-339.
- FREYER, B., M. EDER, W. SCHNEEBERGER, I. DARNHOFER, L. KIRNER, T. LINDENTHAL, W. ZOLLITSCH (2001): Der biologische Landbau in Österreich – Entwickl. u. Perspektiven. – *Agrarw.* 50, 400-409.
- FRIEDEL, J. K. (2000): The effect of farming System on labile fractions of organic matter in Calcari-Epileptic Regosols. – *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 163, 41-45.
- FRIEDEL, J. K. (2001): Mikrobielle Eigenschaften und Prozesse des Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalts in ackerbaulich genutzten Böden. – *Habil., Univ. f. Bodenkultur Wien*.
- FRIEDEL, J. K., E. DIERENBACH, D. GABEL (1997): Die Rolle der mikrobiellen Biomasse im C- und N-Kreislauf ökologisch bewirtschafteter Ackerböden. – In: KÖPKE, U., J.-A. EISELE: *Beitr. 4. Wiss.-Tag. Ökol. Landbau*. – Köster, Berlin, S. 77-83.
- FRIEDEL, J. K., D. GABEL, K. STAHR (2001): Nitrogen pools and turnover in arable soils under different durations of organic farming. II: Source-and-sink funetion of the soil microbial biomass or competition with growing plants? – *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164, 421-429.
- GEHLEN, P. (1987): Bodenchemische, bodenbiologische und bodenphysikalische Untersuchungen konventionell und biologisch bewirtschafteter Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbauflächen. – Diss., Univ. Bonn.
- GOLDSTEIN, W. A., M. J. SCULLY, D. H. KOHL, G. SHEARER (1998): Impact of agricultural management on nitrate concentrations in drainage waters. – *Amer. J. Altern. Agric.* 13, 105-110.
- GOSLING, P., A. HODGE, G. GOODLASS, G. D. BENDING (2006): Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. – *Agric. Ecosyst. & Environ.* 113, 17-35.
- GROBE-ENTRUP, W. (1993): Ökologische Untersuchungen der Lumbriciden Fauna auf biologisch-dynamisch und konventionell bewirtschafteten Flächen am Niederrhein sowie auf Flächen des Versuchsgutes Wiesengut bei Hennef. – Diss., Univ. Bonn.
- HAECKEL, E. (1866): *Generelle Morphologie der Organismen*. Bd. 2: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen. Kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entstehenden Formen der Organismen, begründet durch die Descendenz-Theorie. – Reimer, Berlin.
- HAMPL, U. (1994): Umstellung auf ökologische Bodenbewirtschaftung. – In: LÜNZER, L., H. VOGTMANN: *Ökologische Landw.*, Sektion 2 ökol. Pflanzenbau. – Springer, Berlin.
- HEIßENHUBER A., H. RING (1992): Ökonomische und umweltbezogene Aspekte des ökologischen Landbaues. – *Bayer. Landw. Jb* 69, 275-305.
- HELLRIEGEL, H., H. WILFARTH (1888): Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen. – *Zeitschrift des Vereins der Rübenzucker-Industrie des Deutschen Reichs*, Beilageheft Berlin; *Review* 1889 in *Naturw. Rundschau* 4: 278-279, 290-292.

- HERRMANN, G., G. PLAKOLM (1991): Ökologischer Landbau – Grundwissen für die Praxis. – Österr. Agrarverl., Wien.
- HEB, J. (1989): Kleeerasumbbruch im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Kleeeras-Kleeeras-Weizen-Roggen. – Diss., Univ. Bonn.
- HEB, J. (1995): Residualer Stickstoff aus mehrjährigem Feldfutterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus. – Habil., Univ. Bonn, Wiss. Fachverl., Gießen.
- HEB, J., T. LINDENTHAL (1997): Biologische Wirtschaftsweise. – In: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft: Bodenschutz in Österreich. – BMLF, Wien, S. 305-320.
- HEYER, G. (1856): Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie. – F. Enke, Erlangen.
- HOFSTETTER, M. (1941): Mutter, gib mir Brot! – In: ZIMMERMANN, W., M. HOFSTETTER, G. KREBS, P. HÄUSLE, E. BERTHOLET: Mutter Erde – Weckruf und praktische Anleitung zum biologischen Landbau. – Fankhauser, Zielbrücke-Thielle.
- HOWARD, Sir A. (1940): An agricultural testament. – Oxford Univ. Press, London.
- HOWARD, Sir A. (1948): Mein landwirtschaftliches Testament. – Siebeneicher, Berlin.
- HOWARD, Sir A., Y. D. WAD (1931): The waste products of agriculture. Their utilization as humus. – Oxford Univ. Press, London.
- HUBER, J. (1985): Vergleichende Untersuchungen von Böden mit unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen hinsichtlich Wasser-, Nährstoff-, Humushaushalt und Biologie. – Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges. 30, 13-75.
- IFOAM (2008): The principles of organic agriculture. – www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html.
- INGRISCH, S., U. WASNER, E. GLÜCK (1989): Vergleichende Untersuchung der Ackerfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. – Alternat. und konvention. Landbau. Sehr. Landesanst. Ökol., Landschaftsentw. Forstplan. NRW, 11 – Münster-Hiltrup, S. 113-272.
- INHETVEEN, H. (2005): Ökologischer Landbau. – In: S. BEETZ, K. BRAUER, E. NEU: Handwörterbuch zur ländlichen Gesellschaft in Deutschland. – VS Sozialw., Wiesbaden.
- JESPERSEN, L. M., S. PADEL, O. SCHMID (2007): Organic revision – Research to support the revision of the EU Regulation on organic agriculture. – Europ. Organic Congr., Dec. 4-5, 2007, Brüssels – <http://orgprints.org/12962/01/12962.pdf>.
- JUNG, C. G., M.-L. VON FRANZ, J. FREEMAN (1995): Der Mensch und seine Symbole. – 14. Aufl. – Walter, Solothurn.
- KETTE, W. (1862): Die Fermentationstheorie gegenüber der Humus-, Mineral- und Stickstofftheorie. – Bosselmann, Berlin.
- KLETT, M. (1994): Die Stufen der Düngung und das Schafgarbenpräparat. – In: KLETT, M., M. HURTER (Hrsg.): Zur Frage der Düngung im biologisch-dynamischem Landbau. – Goetheanum, Dornach.
- KLEYER, M., U. BABEL (1984): Gefügebildung durch Bodentiere in „konventionell“ und „biologisch“ bewirtschafteten Ackerböden. – Z. Pflanzenernähr. & Bodenk. 147, 98-109.
- KOEPF, H.H., B. VON PLATO (2001): Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise im 20. Jahrhundert. V. am Goetheanum, Dornach.
- KOEPF, H. H., W. SCHAUMANN, M. HACCIUS (1996): Biologisch-Dynamische Landwirtschaft. Eine Einführung. – 4. Aufl. – Ulmer, Stuttgart.
- KÖNIG, W., R. SUNKEL (1989): Untersuchungen zu Bodenphysik, Humusversorgung und Nährstoffhaushalt auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. – Altern. & konvention. Landbau. Sehr. Landesanst. Öko., Landschaftsentw. & Forstplan. NRW, 11 – Münster-Hiltrup, S. 21-38.
- KÖPKE, U. (1994): Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. – In: MAYER, J., O. FAUL, M. RIES, A. GERBER, A. KÄRCHER (Hrsg.): Ökologischer Landbau – Perspektive für die Zukunft. – SÖL Sonder. 58, 54-113, Bad Dürkheim.
- KÖPKE, U., G. HAAS (1997): Umweltrelevanz des ökologischen Landbaus. – Wissenschaftl. Mitt. BfA für Landw. Braunschweig-Völkenrode: Sonderh. 175, 119-146.
- LAMPKIN, N. (1990): Organic farming. – Farming Press Books, Ipswich.
- LARCHER, M., St. VOGEL (2006): Fördernde und hemmende Einflüsse auf Innovationen in Biobetrieben. – In: ÖGA (Hrsg.): Tagungsband: Ländliche Betriebe und Agrarökonomie auf neuen Pfaden. – 28.-29. Sept. 2006, Wien, S. 47-48.
- LIEBIG, J. VON (1859): Chemische Briefe. – 4. Aufl. – Winter, Heidelberg.
- LIEBIG, J. VON (1878): Chemische Briefe. – 6. Aufl. – Winter, Leipzig.
- LINDENTHAL, T. (2000): Phosphorvorräte in Böden, betriebliche Phosphorbilanzen, und Phosphorversorgung im Biologischen Landbau – Ausgangspunkte für die Bewertung einer großflächigen Umstellung ausgewählter Bundesländer Österreichs auf Biologischen Landbau hinsichtlich des P-Haushaltes. – Diss., Univ. f. Bodenkultur Wien.
- LINDENTHAL, T., H. STEINMÜLLER, H. WOHLMEYER, M. POLLAK, M. NARODOSLAWSKI (2001): Landwirtschaft und nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raumes. 2. Sustain Ber.: Umsetzung nachhaltiger Entwicklung in Österreich, V: Sustain. – TU Graz, BMVIT Wien.
- LINDENTHAL, T., C. VOGL, J. HEB (1996): Integrale Schwerpunktthemen und Methodikkriterien der Forschung im ökologischen Landbau – Erstellung eines Strategiepapiers für die Forschungsförderung. – Förd.dienst, 2c Wien: BMWFK und BMLF.
- MÄDER, P. (1993): Effekt langjähriger biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf das Bodenleben. – In: ZERGER, U. (Hrsg.): Forsch. ökol. Landbau. – SÖL Sond. 42, 271-278.
- MÄDER, P., A. FLIESSBACH, D. DUBOIS, L. GUNST, P. FRIED, U. NIGGLI (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. – Science 296, 1694-1697.
- MÄDER, P., S. EDENHOFER, T. BOLLER, A. WIEMKEN, U. NIGGLI (2000): Arbuscular mycorrhizae in a long-term field trial comparing low input (organic, biological) and high input (conventional) farming systems in a crop rotation. – Biol. & Fertility of Soils 31, 150-156.
- MAIDL, F. X., M. DEMMEL, G. FISCHBECK (1988): Vergleichende Untersuchungen ausgewählter Parameter der Bodenfruchtbarkeit auf konventionell und alternativ bewirtschafteten Standorten. – Landw. Forsch. 41: 231-245.
- MAIRE, N., J.-M. BESSON, H. SUTER, G. HASINGER, A. PALASTHY (1990): Influence des pratiques culturales sur l'équilibre physico-chimique et biologique des sols agricoles. – Rech. agron. Suisse 29, 61-74.
- MATTHEY, J. (1992): Nährstoffe im Dränwasser. – Versuchsber. Alternativer Landbau, S. 36-39 – Landw.kammer Schleswig-Holstein, Kiel.
- MEADOWS, D., D. MEADOWS, E. ZAHN, P. MILLING (1972): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. – Dt. Verlagsanstalt, Stuttgart.
- MÖBIUS, K. A. (1877): Die Auster und die Austerwirtschaft. Kap.: Eine Austerbank ist eine Biozönose oder Lebensgemeinschaft. – In: LEPS, G. (Hrsg.), 1986: Zum Biozönose-Begriff. – Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, 268. – Akad. V., Leipzig.
- MONTANARI, M. (1993): Der Hunger und der Überfluß. Kulturgeschichte der Ernährung in Europa. – C. H. Beck, München.
- MOSER, P. (1994): Der Stand der Bauern. Bäuerliche Politik, Wirtschaft und Kultur gestern und heute. – Huber, Frauenfeld.
- MÜLLER, H. (1949): Glaube und Technik, Teil 1. – Kultur & Politik 4, 1-3.
- MÜLLER, H. (1950): Glaube und Technik, Teil 2. – Kultur & Politik 5, 1-5.
- MÜLLER, H. (1955): Gewinn oder Dienst. Der Sinn des Wirtschaftens. – Kultur & Politik 10, 25-28.
- NECKER, U. (1989): Untersuchungen zu Mikroflora und Bodenfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. –

- Alternat. & konvent. Landbau. Sehr. Landesanst. für Ökol., Landschaftsentw., Forstplan. NRW, 11 – Münster-Hiltrup, S. 39-67.
- NIGGLI, U. (1993): Wie müssen Wissenschaftsstrukturen beschaffen sein, dass die Forschung und das Versuchswesen dem biologischen Landbau gerecht werden. – In: BMLF (Hrsg.): Forsch.koll. Biolog. Landbau. – Linz, 5.16.11.1991 – Sonderausg. Förderungsdienst, S. 20-31.
- OBERSON A., J. M. BESSON, N. MAIRE, H. STICHER (1996): Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping Systems. – Biol. Fertil. Soils 21, 138-148.
- OBERSON, A., F. OEHL, M. LANGMEIER, A. FLIESSBACH, D. DUBOIS, P. MÄDER, J.-M. BESSON, E. FROSSARD (2000): Can increased soil microbial activity help to sustain phosphorus availability? – Proc. 13th Internat. IFOAM Conf., 28.-31. Aug. 2000 in Basel, vdf V. ETH Zürich.
- PARACELUSUS, Th. VON HOHENHEIM (1932a): Von den Leuten oder irdischen Geistern unter der Erde. – In: PARACELUSUS: Bd. 4, Ueber die geheime Philosophie (Philosophia oeculta). Nach der Huserschen Gesamtausgabe (1589-1591) in neuzeitl. Deutsch von B. ASCHNER. – Fischer, Jena, S. 303-308.
- PARACELUSUS, Theophrastus VON HOHENHEIM (1932b): Buch über die Nymphen, Sylphen, Pygmäen, Salamander und die übrigen Geister. – In: PARACELUSUS: Abschnitt: Einige vollständige Bücher des I. Bandes der Philosophie, über die göttlichen Werke und die Geheimnisse der Natur. Nach der Huserschen Gesamtausgabe (1589-1591) in neuzeitl. Deutsch von B. ASCHNER. – Fischer, Jena, S. 41-70.
- PATZEL, Nikola (2003): Bodenwissenschaften und das Unbewusste. Ein Beitrag zur Tiefenpsychologie der Naturwissenschaften. – Ökom, München.
- PIFFNER, L., P. MÄDER (1997): Effects of biodynamic, organic and conventional production Systems on earthworm populations. Entomological research in organic agriculture. – Biol. Agric. & Horticult. 15, 3-10.
- PRJANISCHNIKOW, D. N. (1923): Die Düngerlehre. – Nach 5. russ. Aufl. M. v. WRANGELL (Hrsg.) – Parey, Berlin.
- RAUPP, J. (1989): Beitrag zur wissenschaftlichen Begriffsbildung: Ökologischer, biologischer, organischer, alternativer Landbau. – Bayer. Landw. Jb. 66, 159-167.
- RAUPP, J. (2000): The well-proportioned farm organism. Just a pleasing image of a mixed farming System or rather a basic requirement for functioning organic husbandry? – Proc. 12th Int. IFOAM Conf., August 2000, pp. 700-703 – vdf Hochschulverlag, Basel
- REGANOLD, J. P., A. S. PALMER, J. C. LOCKHART, A. N. Macgregor (1993): Soil quality and financial Performance of biodynamic and conventional farms. – New Zealand Sei. 260, 344-349.
- REGANOLD, J. P., L. F. ELLIOT, Y. L. UNGER (1987): Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. – Nature 330, 370-372.
- REGANOLD, J. P. (1988): Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming Systems. – Am. J. Altern. Agric. 3, 144-155.
- REILL, P. H. (2005): Vitalizing nature in the enlightenment. – Univ. of California Press, Berkeley, Los Angeles.
- ROEMER, Th. (1927): Wie weit steht die deutsche Erzeugung an Brotgetreide zurück gegenüber jener vor dem Krieg? – Dt. Landw. Presse 54/7, 229-231.
- RUSCH, H.-P. (1968): Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie biologischen Denkens. – Haug V., Heidelberg.
- RUSCH, H.-P. (1953): Das Verfahren der biologischen Boden-Untersuchung. – Kultur & Politik 8/1, 13-18.
- RUSCH, H.-P. (1955): Naturwissenschaft von morgen. Vorlesungen über Erhaltung und Kreislauf lebendiger Substanz. – E. Hartman, Küssnacht.
- RUSCH, H.-P. (1960): Über Erhaltung und Kreislauf lebendiger Substanz. – Z. Ganzheitsforsch. 4, 50-63.
- RYAN, M. H., G. A. CHILVERS, D. C. DUMARESQ (1994): Colonisation of wheat by VA-mycorrhizal fungi was found to be higher on a farm managed in an organic manner than on a conventional neighbour. – Plant & Soil 160, 33-40.
- SATTELMACHER, B., S. REINHARD, A. POMIKALKO (1991): Differences in mycorrhizal colonization of rye (*Secale cereale* L.) grown in conventional or organic (biological-dynamic) farming Systems. – Agron. & Crop Sei. 167, 350-355.
- SAUERBECK, D. (1981): Einfluß der Humusversorgung und Düngung auf Bodenleben und Bodenstruktur. – Landw. Forsch., Sh. 34: 146 ff.
- SCHAUMANN, W. (2002): Der wissenschaftliche und praktische Entwicklungsweg des ökologischen Landbaus und seine Zukunftsaussichten. – In: SIEBENEICHER, G. E., I. LÜNZER, W. SCHAUMANN (Hrsg.): Geschichte des ökologischen Landbaus. – SÖL-Sonderausg. 65, Stift. Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, S. 8-58.
- SCHIEDEGGER, W. (2006): Vortragsmanuskript „Der geistige Boden des Biolandbaus und seine Wurzeln.“ – Schlägler Bio-Gespräche, 10. November 2006, Bio-Schule in Schlägl (AT).
- SCHLICHTING, E. (1975): Standortskundliche Untersuchungen an „biologisch“ und „konventionell“ genutzten Böden. – Landw. Forsch., Sh 32, 82-90.
- SCHLÜTER, W., A. HENNIG, G. W. BRUMMER (1997): Nitrat-Verlagerung in Auenböden unter organischer und konventioneller Bewirtschaftung – Meßergebnisse, Modellierungen und Bilanzen. – Z. Pflanzenern. & Bodenk. 160, 57-65.
- SCHMID, O., B. HUBER (2006): EU überarbeitet Bioverordnung. – Bioaktuell 1/06, 12-13.
- SCHMID, O., R. KILCHSPERGER (2005): Warum bin ich Biobäuerin? – Bioaktuell 4/05, 13-15.
- SCHMIDT, L. (2006): Mensch-Natur-Beziehung von Biobauern und Biobäuerinnen. Eine qualitative Untersuchung über Naturverständnis, Werte und Einstellungen im Biolandbau. – Diplomarb., Univ. Wien.
- SCHMITT, M. (2006): Fertile minds and friendly pens: Early women pioneers. – In: HOLT G., M. REED (Eds.): Sociological perspectives on organic agriculture. From pioneer to policy. – (ABJ, Wallingford, 56-69.
- SCHRÖTER, C (1902): Die Vegetation des Bodensees. Teil 2. – In: SCHRÖTER, C, O. KIRCHNER (Hrsg.): Bodensee-Forschungen. 9. Abschn. Stettner, Lindau.
- SCHULTE, G. (1996): Bodenchemische und bodenbiologische Untersuchungen ökologisch bewirtschafteter Böden in Rheinland-Pfalz unter besonderer Berücksichtigung der Nitratproblematik. – Diss., Univ. Trier.
- SCOFIELD, A. (1986): Organic farming—the origin of the name. – Biol. Agric. & Horticult. 4, 1-5.
- SEKERA, F. (1943): Gesunder und kranker Boden. Ein praktischer Wegweiser zur Gesunderhalten des Ackers. – 3. Aufl. – Parey, Berlin.
- SIEGRIST, S., D. STAUB, L. PFIFFNER, P. MÄDER (1998): Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. – Agric. Ecosyst. & Environ. 69, 253-264.
- SIEWERT, C. (1982): Einfluß von Grundbodenbearbeitung auf die Struktur und den Gehalt der Huminsäuren des Podsolbodens. – Tag.ber. Akad. Landw.wissenschaft. der DDR 205, 265-274.
- SMILDE, K. W. (1989): Nutrient supply and soil fertility. – In: ZADOKS, J. C: Development of farming Systems: Evaluation of the five year period 1980-84. – Pudoc, Wageningen.
- SPRENGEL, C. (1830): XIII. Ueber Rindviehharn. Schluss einer mehrteiligen Abhandlung. – In: ERDMANN O. L. (Hrsg.): J. Technische & Oeconom. Chemie 3/7, 171-195.
- SPRENGER, B. (2005): Auswirkungen reduzierter Bodenbearbeitung und Vorfrucht auf die Unkrautvegetation. – In: HEB, J., G. RAHMANN (Hrsg.): Ende der Nische. Beitr. 8: 23-26, Wissenschaftst. Ökol. Landbau, Kassel, Univ. Press.
- STAHL, G. E. (1714): Über den Unterschied zwischen Organismus und Mechanismus. – Im Sammelband „Über den mannigfaltigen

- Einfluss von Gemütsbewegungen auf den menschlichen Körper ...". 1961 publ. als „Sudhoffs Klassiker der Medizin“, Bd. 36. -Barth, Leipzig.
- STEINER, R. (1984): Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. Landwirtschaftlicher Kurs. – Nach vom Vortragenden nicht durchgesehenen Nachschr. von 8 Vorträgen auf dem Gut Koberwitz bei Breslau um Pfingsten 1924. – Rudolf Steiner V., Dornach.
- STEINER, R. (1957 ff.): Gesamtausgabe in 345 Bänden. – Rudolf Steiner V., Dornach.
- STÖCKHARDT, A. (1851): Chemische Feldpredigten für deutsche Landwirthe. – Wiegands, Leipzig.
- STÖCKLI, A. (1946): Der Boden als Lebensraum. – Vierteljahresschr. Naturforsch. Gesell. in Zürich, Jg. 91, H. 1, 1-17.
- STOLZE, M., A. PIORR, A. HÄRING, S. DABBERT (2000): The environmental impact of organic farming in Europe. Organic farming in Europe. – Econ. & Policy 6, Univ. Hohenheim.
- SUSTAIN (1994): Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich. – Endber. Wissenschaftlergruppe "Sustain" – Inst. f. Verfahrenstechnik, TU Graz.
- TANSLEY, A. G. (1935): The use and abuse of vegetational concepts and terms. – Ecology 16, 284-307.
- THAER, A. D. (1821): Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. – 2. Aufl., 3. Hauptstück – Reimer, Berlin.
- THIRSK, J. (1997): Alternative agriculture. A history from the black death to the present day. – Oxford Univ. Press, Oxford.
- VAN DER WERFF, P. A., P. MEEUWISSEN, R. BOERINGA (1990): N, P und K im reinen intensiven alternativen Gemüsebau in den Niederlanden – Probleme und Lösungsansätze. – Landbauforsch. Völkenrode, Sh 113, 14-18.
- VOGEL, St. (1995): Die Umstellung auf biologischen Landbau – Bäuerinnen und Bauern bewerten ihre Ziele und Erfahrungen im Umstellungsprozeß. – In: FREYER, B., B. LEHMANN, W. SCHNEEBERGER, U. ZERGER (Hrsg.): Betriebswirtschaft im biologischen Landbau. – SÖL Sond.gabe 57, Stift. Ökol. & Landbau, Bad Dürkheim, S. 199-204.
- VOGT, G. (2000): Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum. – Ökolog. Konzepte 99, Stift. Ökol. & Landbau, Bad Dürkheim.
- WAKSMAN, S. A. (1927): Principles of soil microbiology. – Williams & Wilkins, Baltimore.
- WAKSMAN, S. A. (1938): Humus. Origin, chemical composition, and importance in nature. – 2nd Edn. – Bailliere, Tindall & Cox, London.
- WANDER, M. M., S. J. TRAINA, B. R. STINNER, S. E. PETERS (1994): Organic and conventional management effects on biologically active soil organic matter pools. – Soil Sei. Soc. Amer. J. 58, 1130-1139.
- WEBER, M., Chr. EMMERLING (2005): Zehn Jahre differenzierte Grundbodenbearbeitung im ökologischen Ackerbau (Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung) – Entwicklung der organischen Bodensubstanz, Nährstoffgehalte sowie bodenbiologischen Eigenschaften. – In: HEB, J., G. RAHMANN (Hrsg.): Ende der Nische, Beitr. 8. – Wissenschaftstag. Ökol. Landbau, Kassel, Univ. Press, S. 5-8.
- WERNER, M. R., R. A. KLUSON, S. R. GLIESSMAN (1990): Colonization of strawberry roots by VA mycorrhizal fungi in agroecosystems under conventional and transitional organic management. – Biol. Agric. Horticult. 7, 139-151.
- WISTINGHAUSEN, A. VON (1982): Erinnerungen an den Anfang der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise. – V. Lebendige Erde, Darmstadt.
- WOLFF, G. (1905): Mechanismus und Vitalismus. 2. Aufl. – Thieme, Leipzig.
- ZIEGLER, R. (1999): Anthroposophie: Quellentexte zur Wortgeschichte. – Heft Nr. 121 in den „Beitr. zur Rudolf Steiner Gesamtausgabe“, Dornach.

Die Autoren:

Dr. Nikola PATZEL Seestraße 5,
88662 Überlingen Tel. +49 (0)7551
944 776 nikola@patzel.info

Dr. Thomas LINDENTHAL
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Theresianumgasse 11/1, 1040 Wien
thomas.lindenthal@fibl.org

Danksagung

Die Autoren danken Prof. Dr. Hans-Peter BLUME, Dr. Paul MÄDER und Prof. Dr. Karl STAHR für die kritische Lektüre des Entwurfes und zahlreiche Hinweise. Wir danken ao. Prof. Dr. Jürgen FRIEDEL für umfangreiche Hinweise zu den bodenkundlichen Auswirkungen des ökologischen Landbaus und Werner SCHEIDEGGER für Erläuterungen zum Biolandbau-Pionier Hans Müller.