HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Institut für Pflanzenbauwissenschaften

Biovegane Landwirtschaft

Allgemeiner Überblick

und

Untersuchung der Reproduzierbarkeit der Bodenfruchtbarkeit in dem viehlos wirtschaftenden ökologischen Betrieb Gut Wilmersdorf

Bachelor-Arbeit im Studiengang Agrarwissenschaften

vorgelegt von: Martin Gemeinholzer, geb. am 3.4.1977
Matrikel-Nr. 163834

Betreuer: Dr. Wilfried Hübner

Berlin, den 20. Januar 2007

„Nichts wird die Gesundheit des Menschen und die Überlebenschancen aller Lebensformen auf dieser Welt so sehr fördern, wie die Evolution zur vegetarischen Ernährung.“

Albert Einstein (1879-1955)

I Inhaltsverzeichnis

II VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN **V**
III VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN **VI**
IV VERZEICHNIS DER TABELLEN **VI**

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG **1**

2 ALLGEMEINER ÜBERBLICK BIOVEGANER LANDBAU **3**

2.1 DEFINITION **3**
2.1.1 EXKURS VEGANISMUS 3
2.2 ABGRENZUNG ZU ANDEREN PRODUKTIONSRICHTUNGEN **4**
2.3 BEGRÜNDUNGEN UND VORTEILE **5**
2.3.1 ETHISCHE GRÜNDE 5
2.3.2 NACHHALTIGKEIT 7
2.4 GESCHICHTE UND VERBREITUNG **9**
2.5 ORGANISATION **10**

3 LITERATURTEIL - BODENFRUCHTBARKEIT IM BIOVEGANEN LANDBAU **11**

3.1 PFLANZENERNÄHRUNG UND DÜNGUNG **12**
3.1.1 ALTERNATIVE NÄHRSTOFFQUELLEN 12
3.1.1.1 MENSCHLICHE AUSSCHEIDUNGEN 12
3.1.1.2 KOMPOSTE UND GÄRRÜCKSTÄNDE 13
3.1.1.3 AKTIVE NÄHRSTOFFMOBILISIERUNG 14
3.2 FRUCHTFOLGE **15**
3.2.1 FRUCHTFOLGEGESTALTUNG 15
3.2.2 GRÜNDÜNGUNG 16
3.2.2.1 GRÜNBRACHE 17
3.2.2.2 ZWISCHENFRUCHTANBAU 17

4 MATERIAL UND METHODEN **19**

4.1 MATERIAL **19**
4.1.1 BETRIEBSBESCHREIBUNG 19
4.1.2 STANDORTBESCHREIBUNG 20
4.1.3 WITTERUNG 21
4.1.4 BEPROBTE FLÄCHEN UND FRUCHTFOLGEN 22
4.1.5 ANBAUUMFANG 24
4.1.6 WEITERES MATERIAL 25
4.2 METHODEN **25**
4.2.1 KRITERIEN ZUR BEURTEILUNG DES UNTERSUCHUNGSASPEKTES 25
4.2.2 PROBENNAHME UND ANALYTIK 26
4.2.3 AUSWERTUNG DER BODENPROBENERGEBNISSE 27
4.2.4 HUMUSBILANZIERUNG 27

5 ERGEBNISSE & DISKUSSION 28

5.1 ERTRAG ALS BODENFRUCHTBARKEITSINDIKATOR 28
5.2 ERGEBNISSE DER BODENUNTERSUCHUNGEN 29
5.2.1 PH-WERT 30
5.2.2 PHOSPHOR, MAGNESIUM UND SCHWEFEL 32
5.2.3 KALIUM 33
5.2.4 HUMUSGEHALT 33
5.2.5 STICKSTOFF 34
5.2.6 C:N-VERHÄLTNIS 35
5.3 HUMUSBILANZ 35
5.4 FRUCHTFOLGEN 39
5.5 NÄHRSTOFFE 41
5.6 FAZIT GUT WILMERSDORF 42
5.7 FAZIT BIOVEGANER LANDBAU 43
5.6 AUSBLICK 45

6 ZUSAMMENFASSUNG 46

7 LITERATURVERZEICHNIS 50

7.1 LITERATUR 50
7.3 MÜNDLICHE QUELLEN 54
7.4 INTERNETQUELLEN 54

8 ANHANG 56

II Verzeichnis der Abkürzungen

°C	Grad Celsius
a^{-1}	pro Jahr
AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
BG	Bodenartengruppe nach VDLUFA
BSE	Bovine Spongiforme Encephalopathie
C:N	Kohlenstoff zu Stickstoff-Verhältnis
CFA	Continuous flow analyzer
d. h.	das heißt
dt/ha	Dezitonnen pro Hektar
ebd.	ebenda
etc.	et cetera (und so weiter)
GHK	Gehaltsklasse
GV	Großvieheinheit
ha	Hektar (10.000 m^2)
ha^{-1}	pro Hektar
HE	Humuseinheit
k. A.	keine Angabe
kg	Kilogramm
KG-US	Kleegras-Untersaat
lS	lehmiger Sand
MKS	Maul- und Klauenseuche
MO	Mikroorganismen
m ü. NN	Meter über Normal-Null
mm/a	Millimeter pro Jahr
OBS	organische Bodensubstanz
pH	pH-Wert
PSE-Fleisch	pale, soft, exudative (bleich, weich und wässrig)
RBS	Reichsbodenschätzung
ROS	reproduktionswirksame organische Substanz
S	Sand
SL	stark sandiger Lehm
$_t$ z. B. in S_t	total, Gesamtgehalt
TM	Trockenmasse
u. a.	unter anderem
US	Untersaat
VDLUFA	Verband deutscher landwirtsch. Untersuchungs- & Forschungsanstalten
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
z. Zt.	zur Zeit

Pflanzennährstoffe:

C	Kohlenstoff
CO_2	Kohlenstoffdioxid
C_{org}	organischer Kohlenstoff
K	Kalium
Mg	Magnesium
N	Stickstoff
P	Phosphor
S	Schwefel

III Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Luftbild Wilmersdorf und Umgebung 20
Abbildung 2: Monatliche Niederschlagssummen und Temperaturmittel der DWD Wetterstation Angermünde (1977 - 1991/2002) 21
Abbildung 3: Jahressummen bzw. -mittel der DWD Wetterstation Angermünde (1997 - 2005) mit Niederschlags- und Temperaturwerten des langjährigen Mittels (gepunktete Linien) 22
Abbildung 4: Optimale pH-Bereiche für Ackerkulturen (nach KTBL 2005) mit Markierung der ermittelten Werte der untersuchten Schläge 31
Abbildung 5: Bewertungsschema für die Humusversorgung (KOLBE 2006) 36

IV Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe in den menschlichen Ausscheidungen (RIECK 2001) 13
Tabelle 2: Fruchtfolge Schlag 4 23
Tabelle 3: Fruchtfolge Schlag 17 23
Tabelle 4: Fruchtfolge Schlag 18 24
Tabelle 5: Anbauumfang 24
Tabelle 6: Analysemethoden der Bodenproben 26
Tabelle 7: Ergebnisse der Bodenanalysen 29
Tabelle 8: Ergebnisse früherer Bodenanalysen 30
Tabelle 9: Humusbilanz Schlag 4 (für Fruchtfolge) 37
Tabelle 10: Humusbilanz Schlag 17 (für den Zeitraum 1997 - 2005) 37
Tabelle 11: Humusbilanz Schlag 18 (für den Zeitraum 1997 - 2005) 38
Tabelle 12: Zielfruchtfolgen 39

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln geschieht heutzutage überwiegend mit den Verfahren des Integrierten Landbaus. Die Kulturpflanzen werden mit leicht löslichen Mineraldüngern ernährt, der Pflanzenschutz und die Unkrautkontrolle basieren auf synthetischen Mitteln, es werden große schwere Maschinen eingesetzt und sehr viel Energie verbraucht. Die Tierhaltung erfolgt oft nicht flächengebunden und hoch spezialisiert in großen Komplexen. Der landwirtschaftliche Produktionsprozess ist weitgehend industrialisiert. Dies ist der gegenwärtige Stand einer jahrzehntelangen Entwicklung, die in der Mitte des letzten Jahrhunderts einsetzte und aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse und technischen Fortschritts große Produktionssteigerungen in der Landwirtschaft ermöglichte.

Die Konsequenzen werden inzwischen offensichtlich: an die schlagkräftigen Maschinen angepasste ausgeräumte Kulturlandschaften, Belastungen von Boden, Grundwasser und Luft mit einer Vielzahl von Schadstoffen, Rückgang der Diversität, Erosion und Verdichtung der Böden sowie nicht artgerechte Haltungsbedingungen für die Nutztiere. Die Welt befindet sich mittlerweile in einer ökologischen Krise zu der auch die Landwirtschaft beigetragen hat und noch beiträgt. Der Treibhauseffekt, das Ozonloch, das Artensterben, die Zerstörung der Regenwälder - all diesen Entwicklungen liegt eine gemeinsame Ursache zugrunde: die menschliche Zivilisation und ihr Missverhältnis zum ökologischen Gleichgewicht der Erde.

Mit angepassten Verfahren wie dem Integrierten Pflanzenbau wird versucht, die Umweltbelastungen der Konventionellen Landwirtschaft zu reduzieren. Herbizide werden z. B. nicht mehr vorbeugend eingesetzt, sondern nur bei Erreichen einer bestimmten Schadschwelle. Gesetze und Verordnungen, u. a. zum Schutz des Bodens und der Tiere, wurden erlassen und Handlungsleitlinien für die Praxis aufgestellt (Gute fachliche Praxis).

Diese Maßnahmen ändern jedoch nichts an bestimmten systemimmanenten Mängeln der Konventionellen Landwirtschaft. Hier setzt die allgemein als ökologisch bezeichnete Landwirtschaft an, welche die landwirtschaftliche Produktion auf ein natürliches Fundament zurückführt: „Ökologischer Landbau ist eine betont umwelt- und ressourcenschonende Form der Landwirtschaft, die versucht, im Einklang mit der Natur Nutzen für den Menschen zu stiften. Pflanzenbau und Tierhaltung sind möglichst miteinander gekoppelt und bilden einen weitgehend geschlossenen Betriebskreislauf“ (ENZLER & SCHNECK 2006). Dabei wird besonders auf ökologische Zusammenhänge

geachtet und strikt auf unnatürliche Methoden, wie Düngung mit leichtlöslichen Mineralstoffen, chemisch-synthetischer Pflanzenschutz, Gentechnik und Wachstumsförderer, verzichtet.

In der Gesellschaft wächst das Verständnis für die Ideale des Ökolandbaus; gerade auch, weil die Nachteile der Konventionellen Landwirtschaft immer öfter zu Tage treten: Umwelt- und Lebensmittelskandale wie BSE, MKS, Pestizidrückstände in Obst und Gemüse, PSE-Fleisch und Grüne Gentechnik sind hierfür nur einige Beispiele. Die Flächen- und Marktanteile des Ökolandbaus verzeichnen daher in den letzten Jahren, mit einem weltweiten Wachstum von 20 % im Jahr 2005 (ALT 2006, sonnenseite.com), eine stetige Zunahme.

In Bezug auf Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit ist die Ökologische Landwirtschaft jeder anderen Form von Landwirtschaft konzeptionell überlegen. Wie aus der Definition von ENZLER & SCHNECK hervorgeht, stellt das Ideal des Ökolandbaus die Kopplung von Pflanzenbau und Tierhaltung zur Realisierung eines möglichst geschlossenen Betriebskreislaufes dar, in dem ähnlich eines natürlichen Ökosystems Nährstoffe recycelt werden: „Es stellt sich jedoch die Frage, ob es ausreicht, lediglich auf die Verwendung synthetischer Düngemittel und Biozide zu verzichten, um die Zukunft des Gesamtorganismus Erde anhaltend zu sichern? Welche Auswirkungen hat z. B. die Tierhaltung auf unsere Mitwelt?“, fragt sich ZIMMERMANN (2002).

Ziel der vorliegenden Arbeit soll es sein, ein Modell einer ökologischen Landwirtschaft zu beschreiben, welche ohne Tierhaltung und ohne tierische Produkte auskommt – so genannte Biovegane Landwirtschaft. Es wird versucht darzustellen, dass der Verzicht auf die Nutzung tierischer Produkte viele Vorteile mit sich bringt und ein Höchstmaß an Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit bietet. Das biovegane Modell versteht sich als eine Weiterentwicklung des Ökologischen Landbaus, wobei die allgemein angenommene Notwendigkeit der Tierhaltung kritisch hinterfragt wird und gezeigt werden soll, dass es möglich ist, rein pflanzliche Nahrungsmittel ohne Beteiligung von Nutztieren zu erzeugen. Neben der allgemeinen Beschreibung der Bioveganen Landwirtschaft im ersten Teil dieser Arbeit werden im Literaturteil die Besonderheiten in Bezug auf die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit erörtert und schließlich im praktischen Teil anhand eines konkreten Betriebsbeispiels die pflanzenbaulichen Auswirkungen bioveganen Wirtschaftens untersucht.

2 Allgemeiner Überblick Bioveganer Landbau

2.1 Definition

Die Bezeichnung Bioveganer Landbau ist relativ neu. Sie setzt sich aus den Wortteilen ‚bio', welches für den Biologischen Landbau oder gebräuchlicher: Ökologischen Landbau - steht, und ‚vegan' zusammen, welches die vegane Ernährungs- und Lebensweise bezeichnet. Bioveganer Landbau verbindet somit die positiven Aspekte der Ökologischen Landwirtschaft mit den Idealen des Veganismus.

2.1.1 Exkurs Veganismus

> Veganismus bezeichnet eine Philosophie und Lebensweise, die alle Formen der Ausbeutung und Grausamkeiten an Tieren bei der Erzeugung von Nahrung, Kleidung oder zu anderen Zwecken – soweit dies möglich und praktisch durchführbar ist – zu vermeiden sucht und darüber hinaus die Entwicklung tierfreier Alternativen fördert, was dem Nutzen der Tiere, Menschen und der Umwelt dienen soll.
>
> Der vegane Gedanke sieht in der Nutztierhaltung, wie beispielsweise für die Fleisch- und Milchproduktion, eine Ausbeutung, die Leid erzeugt. Das Leid hat den Ursprung in der nicht artgerechten Haltung und der Tötung von Tieren, die produktionstechnisch bedingt selbst in der Milch- und Eiererzeugung vorkommt. Über die Betrachtung der Leidempfindung und Leidvermeidung hinaus spricht der Veganismus Tieren das Recht auf Leben, Unversehrtheit und Freiheit zu (WIKIPEDIA).

Praktisch bedeutet dies, dass jegliche Haltung und Nutzung von Tieren und tierischen Produkten (Mist, Gülle, Jauche, Hornspäne, etc.) abgelehnt wird. Dabei bezieht sich ‚Tier' immer auf das vom Menschen domestizierte Nutztier. Bodenlebewesen, wie Regenwürmer oder Insekten, fallen nicht unter diesen Ausschluss.

Die Biovegane Landwirtschaft ist bestrebt, einen friedfertigen und respektvollen Umgang mit der Mitwelt zu praktizieren. Damit kommt sie der Verwirklichung des Anspruches der Landbewirtschaftung „im Einklang *mit* der Natur" zumindest näher, als dies der „konventionelle" Ökologische Landbau vermag. Im derzeitigen Ökologischen Landbau ist eine vorurteilsfreie Diskussion über die ethischen Auswirkungen seiner Praktiken dringend erforderlich. Dauerhaft naturverträglich zu wirtschaften kann nicht heißen, lediglich auf synthetische Düngemittel und Biozide zu verzichten (ZIMMERMANN 2002).

Biovegan versteht sich als ein Modell für die Produktion von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen, das Möglichkeiten aufzeigen will, wie eine nachhaltige Alternative zur herkömmlichen Landwirtschaft gestaltet werden kann. Es erhebt keinen

Anspruch auf weltweite Gültigkeit und Übertragbarkeit. Es ist aber ein Versuch, die begrenzten Ressourcen einer immer stärker bevölkerten Welt auch für zukünftige Generationen zu erhalten. Dies wird aber nur parallel zu einem Umdenken in der gesamten Gesellschaft möglich sein.

Bioveganer Anbau erfolgt in der Landwirtschaft sowie im Gartenbau. Diese Arbeit beschränkt sich auf Aspekte des Bioveganen Landbaus. Die Begriffe Landwirtschaft und Landbau werden hier synonym verwendet.

2.2 Abgrenzung zu anderen Produktionsrichtungen

Das Abgrenzungsmerkmal der Bioveganen Landwirtschaft ist der völlige Verzicht auf Nutztierhaltung und deren Produkte im gesamten Produktionsprozess. Es ist eine vegane Form der Nahrungsmittelproduktion und unterscheidet sich dadurch sowohl von der Konventionellen wie auch von der Ökologischen Landwirtschaft. Gleichwohl basiert Bioveganer Landbau auch auf den Prinzipien des Ökologischen Landbaus. In Bezug zur Tierhaltung, die im Ökolandbau als integraler Bestandteil verstanden wird, gibt es aber den oben erwähnten Unterschied.

Es existieren jedoch auch eine große Anzahl spezialisierter ökologischer Marktfruchtbetriebe, die so genannten vieh*losen* Öko-Ackerbau betreiben. Dies sind Betriebe, die aus verschiedenen, meist pragmatischen oder ökonomischen Gründen, keine Nutztiere halten, jedoch, wenn benötigt und verfügbar, tierische Produkte verwenden (z. B. Mistimport von benachbarten Tierhaltungsbetrieben).

Außerdem gibt es noch die Variante vieh*armer* Öko-Ackerbau. Unter dieser Bezeichnung werden Betriebe zusammengefasst, die einen Tierbesatz von weniger als 0,2 GV/ha aufweisen und somit nur geringe Mengen Wirtschaftsdünger produzieren. Diese Betriebsformen entsprechen zwar nicht dem Leitbild des Ökolandbaus – durch Tierhaltung sollen möglichst geschlossene betriebsinterne Nährstoffkreisläufe hergestellt werden –, sie sind aber mit den Richtlinien der meisten Ökoverbände konform.

Dies war nicht immer schon so. Die Bedeutung der Tierhaltung im Ökologischen Landbau wird bei den verschiedenen Verbänden und in der Literatur durchaus differenziert betrachtet (SPOHN 1992). In der Richtlinienfassung des Bioland-Verbandes von 1991 wurde die Tierhaltung noch als „in der Regel notwendiges Bindeglied im Kreislaufgeschehen“ bezeichnet (BIOLAND 1991); 1994 wird sie jedoch nur noch als „sinnvoll“ bewertet (BIOLAND 1994). In den Richtlinien des Naturland-Verbandes

(NATURLAND 1994) und in der EG-Verordnung zum Ökologischen Landbau (Verordnung (EWG) Nr. 2092/91) wird eine Tierhaltung weder vorgeschrieben noch ausdrücklich empfohlen (SCHMIDT & HACCIUS 1992). Somit ist eine viehlose ökologische Wirtschaftsweise nicht prinzipiell ausgeschlossen (SCHMIDT 1997). Es ist also eine Organisation der bioveganen Betriebe in den Ökoverbänden möglich. Eine Ausnahme stellt hier der Demeter-Verband dar, dessen biologisch-dynamische Wirtschaftsweise die Rinderhaltung mit einschließt und diese in seinen Richtlinien zwingend vorschreibt (mindestens 0,2 GV/ha) (FORSCHUNGSRING 2002).

2.3 Begründungen und Vorteile

Aus pflanzenbaulicher Sicht unterscheiden sich Bioveganer Landbau und viehloser Öko-Ackerbau nicht besonders stark voneinander (siehe Kapitel 3.1). In ihrer Begründung gibt es allerdings deutliche unterschiede. Die meisten Betriebsleiter gaben laut einer Umfrage von EIMER (2003) als Grund für *viehlosen Öko-Ackerbau* den hohen Arbeitsaufwand und die zeitliche Abhängigkeit bei der Tierhaltung an. Daneben spielen ökonomische Gründe eine große Rolle, wie die hohen Investitionskosten und die zu geringe Rentabilität der Nutztierhaltung. Dies belegt auch SCHMIDT (2004) in einer Beraterumfrage zum viehlosen Öko-Ackerbau. Hier war ein häufig genannter Grund, dass vor der Umstellung auf Ökolandbau bereits keine Tiere gehalten wurden.

Landwirte, die Bioveganen Landbau betreiben, schätzen natürlich auch die arbeitswirtschaftlichen Vorteile, die nutztierlose Landwirtschaft mit sich bringt, wie z. B. keine regelmäßigen Fütterungszeiten, mehr Freizeit und keine Gebundenheit an den Hof. Die vorrangigen Gründe, keine Nutztiere zu halten sind aber andere.

2.3.1 Ethische Gründe

Nachdem die Landwirtschaft sich in der Vergangenheit unter ökonomischen Aspekten (rationellere Verfahren etc.) und in jüngster Zeit auch unter ökologischen Aspekten (Umweltverträglichkeit, Ressourcenschutz etc.) ständig weiterentwickelt hat, bringt die Idee des Bioveganen Landbaus nun eine ethische Dimension in die Nahrungsmittelerzeugung.

In der westlichen Welt, wie wir sie heute kennen, hat die Tierhaltung Ausmaße angenommen, die nach Meinung vieler Menschen nicht mehr ethisch zu vertreten sind. Der Konsum von tierischen Lebensmitteln ist in schwindelnde Höhen gestiegen, seit es

jedem möglich ist, günstig Fleisch, Eier, Milch und sonstige tierische „Produkte“ zu erwerben.

Die gesellschaftliche Einstellung zu Tieren und deren Rolle in unserem Leben ist sehr begrenzt – vor allem im Hinblick darauf, dass ein Großteil der Bevölkerung überhaupt kein Verhältnis mehr zu so genannten Nutztieren hat. Diese begegnen ihm vielfach nur noch in Form von einem identitätslosen Stück Fleisch, dessen Herkunft nicht mehr erkenntlich ist. Vielleicht ist es diese Entkoppelung des Fleisches (und auch anderer Tier„produkte“) von dem lebenden Tier („Erzeuger“), die es den meisten Menschen erlaubt, tierische Produkte zu nutzen, ohne einen Gedanken an die „Erzeugung“ dieses „Produktes“ zu fassen. Die Tatsache, dass Tiere Schmerz empfindende Lebewesen sind, tun viele mit einem Schulterzucken ab und argumentieren, dass man ja irgendetwas essen müsse. Um diesem Komplex etwas entgegen zu stellen, hat sich die Biovegane Landwirtschaft entwickelt (MENTZEL 2001).

In der Landwirtschaft gilt im Allgemeinen ein anthropozentrisches Weltbild. Es besagt, dass nur Menschen Teil einer moralischen Wertegemeinschaft sein können. Die nichtmenschliche Mitwelt, egal ob belebt oder unbelebt, hat einen untergeordneten Status und wird nur in sofern wahrgenommen, als dass sie zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse von Nutzen sein kann. Einen Eigenwert besitzt sie nicht (ZIMMERMANN 2002). Im Bioveganen Landbau wird das Halten, Nutzen und Töten von Tieren aus ethischen Gründen abgelehnt und ein holistisches Weltbild vertreten. Den Tieren wird ein Eigenwert zugeschrieben. Sie sind unabhängig vom Nutzen für andere *In-sich-selbst-wertvoll* (GORKE 1999). Tiere werden nicht auf Objekte oder Waren reduziert, die es optimal zu nutzen gilt, wie dies unter anderem A. D. THAER (1799), der Begründer einer neuzeitlichen „rationellen Landwirtschaft“ formulierte: „Kühe sind als Maschinen zu betrachten, die Futter in Milch verarbeiten.“

Im Bioveganen Landbau geht es also nicht darum, möglichst artgerechte und leidarme Haltungsbedingungen für die Nutztiere zu schaffen, wie es im Ökologischen Landbau der Fall ist, sondern gänzlich auf Tierhaltung zu verzichten. Diese Zielstellung bedingt dann eine vegane Ernährung, von der angenommen wird, dass sie vollwertig und keine gesundheitsgefährdende Mangelernährung ist, sondern im Gegenteil gesundheitsfördernde Eigenschaften hat (WOLF 2000).

2.3.2 Nachhaltigkeit

In der Einleitung wurde ein Bild von einer naturfernen, industriellen und die Umwelt belastenden Landwirtschaft aufgezeigt, die in dieser Form nicht lange aufrechterhalten werden kann. Landwirtschaft ist immer mit Eingriffen in natürliche Systeme verbunden. Wo landwirtschaftliche Kulturen wachsen sollen, ist kein Platz für Natur. Biovegane Landwirtschaft ist jedoch bestrebt, die Eingriffe möglichst gering zu halten und bei der Nahrungsmittelproduktion möglichst wenig schädliche Einflüsse auf angrenzende natürliche Systeme auszuüben. Die Umwelt soll geschützt und Ressourcen sollen geschont werden; Höchsterträge werden nicht angestrebt. Die Landbewirtschaftung soll naturnah gestaltet werden und ökologische Zusammenhänge berücksichtigen.
Biovegane Landwirtschaft bietet die Möglichkeit, durch Unterlassung der Tierhaltung umweltschonend und nachhaltig Nahrungsmittel zu erzeugen.
Es folgt eine kurze Auflistung der Umweltbelastungen, die mit (Massen-)Tierhaltung in Zusammenhang stehen.

Luft und Klima:

Wiederkäuende Tiere erzeugen in den Gärkammern ihres Verdauungssystems Methangas (CH_4). Dieses gelangt in die Atmosphäre und ist dort 35-mal klimaschädlicher als Kohlenstoffdioxid. Nach CIELEJEWSKI (2002) stammen ca. 30 % der anthropogenen Methanemissionen aus der Tierhaltung und wiederum ca. 90 % davon aus der Rinderhaltung. Bei Denitrifikationsvorgängen im anaeroben Bereich, wie bei Tiefstreusystemen mit Stroh, wird Lachgas freigesetzt, welches ein sehr hohes klimarelevantes Erwärmungspotential hat – ca. 300-mal größer als CO_2 – und stark am Ozonabbau beteiligt ist (CIELEJEWSKI 2002). Ebenso stammen anthropogene Ammoniakemissionen zu ca. 90 % aus der Tierhaltung und davon stammen wiederum ca. 70 % aus der Rinderhaltung.

Wasser:

Wasser ist eine immer knapper werdende Ressource mit großer Bedeutung für Menschen, Tiere und Pflanzen. Die Weltbevölkerung wird in den nächsten Jahren stetig zunehmen und mit ihr der Bedarf an sauberem Wasser. Für die Erzeugung von 1 kg Fleisch werden einer Studie von BECKETT & OLTJEN (1993) zufolge 3700 Liter Wasser benötigt. Für die gleiche Menge Weizen werden lediglich 120 Liter Wasser verbraucht. Tierhaltung trägt zur Belastung von Grund- und Oberflächenwasser mit den Schadstoffen Nitrat und Phosphor bei. Dahingegen wird von MIERSCH & VETTER (1999) im viehlosen Ökolandbau ein günstiges Instrument zum Grundwasserschutz gesehen.

Boden:

Die Überweidung ist nach WGBU (1994) die wesentliche Ursache für die beiden häufigsten Bodendegradationsformen Wind- und Wassererosion. Zu hoher Tierbesatz führt in wärmeren Gebieten der Erde zu Versteppung und Desertifikation.

Landverbrauch:

Für die Futtermittelproduktion werden riesige Flächen Land beansprucht. Die Abholzung, insbesondere der Tropenwälder, findet größtenteils aus dem Grund statt, um Weideflächen für die Nutztierzucht zu schaffen. Dadurch werden auch wertvolle Biotope zerstört mit einem unwiederbringlichen Verlust an Biodiversität.

Energie:

Die Erzeugung tierischer Lebensmittel erfordert einen hohen Einsatz von Energie (Brennstoff, Öl). Um ein Rindersteak zu produzieren, verbraucht laut KINDT (2004) eine intensive Rindermast beispielsweise bis zu 35-mal soviel Primärenergie, wie Nahrungsenergie in ihm enthalten ist. Der Anbau von Nahrungspflanzen ermöglicht andererseits einen bis zu zehnfachen Gewinn der hineingesteckten Energie. Weiterhin kommt es zu so genannten Veredelungsverlusten. Tiere als Lebensmittel besitzen nur einen Bruchteil der von ihnen aufgenommenen Energie (10 - 35 %).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Hauptgründe für Biovegane Landwirtschaft der aktive Tierschutz und der Schutz und die Erhaltung unseres Lebensraumes sind. Weitere mögliche Motivationen nutztierlose Landwirtschaft zu betreiben, könnten humanistischer und religiöser Art sein. Die Tatsache, dass Getreide aus Ländern, in denen Menschen Hunger leiden, als Futtermittel exportiert wird, wäre z. B. ein humanistischer Grund. KRÄMER & SCHEFFLER (2001) drücken es so aus: „Eine Welt, in der viele Menschen hungern und gleichzeitig ein großer Teil des Getreides als Viehfutter verwendet wird, ist Ausdruck einer tief greifenden Apartheid.“ Für religiöse Gründe können z. B. Textstellen aus der Bibel herangezogen werden. So steht im Schöpfungskapitel: „Und Gott sprach: Sehet da, ich habe euch gegeben alle Pflanzen, die Samen bringen, auf der ganzen Erde, und alle Bäume mit Früchten, die Samen bringen, zu eurer Speise.“ (Genesis 1,29) Es muss aber angemerkt werden, dass die Bibel ein sehr widersprüchliches Buch ist, das unterschiedlich ausgelegt wird. Unmittelbar vor dem genannten Bibelzitat steht der Auftrag Gottes an die Menschen „sich die Erde untertan zu machen“ und über die Tiere zu herrschen. Diese Aussage ist mehrdeutig und kann sowohl in Hinblick auf eine durch Gott legitimierte Ausnutzung

der irdischen Ressourcen gesehen werden, als auch als Aufgabe, mit der Schöpfung verantwortlich und bewahrend umzugehen, verstanden werden. Der Prophet Mohammed soll gesagt haben: „Dein Magen soll nicht der Friedhof der Tiere sein“– des Propheten Nahrung bestand angeblich nur aus Gerstenbrot und Datteln.

2.4 Geschichte und Verbreitung

Biovegane Landwirtschaft wird noch nicht lange praktiziert. Es gibt vegane Öko-Landwirte, die seit nunmehr ca. 25 Jahren tierische Produkte ausschließen (z. B. Betrieb U. Hagmeier, Geislingen, seit 1980). Allgemein gibt es Interesse an veganer Landwirtschaft seit 1944, als in England die Vegan Society gegründet wurde (LANGLEY 1999) und Menschen begannen, sich in organisierter Form mit dem Lebensstil des Veganismus auseinander zu setzen. Seitdem gibt es auch den Wunsch, Nahrungsmittel zu konsumieren, an deren Entstehung keine tierischen Produkte beteiligt waren.

Die Idee einer naturnahen, ökologischen und tierfreien Landwirtschaft gab es allerdings schon Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts. In der Landreform-Bewegung wurde auf Grund der angestrebten vegetarischen Lebensweise, im Gegensatz zum biologisch-dynamischen Landbau, eine Tierhaltung abgelehnt. Es entstanden damals vor allem vieharme naturgemäße Betriebssysteme, in denen Nutztierhaltung hauptsächlich zur Deckung des Zugkraftbedarfes erfolgte (VOGT 2000). Ewald Könemann (1899 - 1976) kann als Pionier der viehlosen biologischen Landwirtschaft angesehen werden. Er hat bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts die viehlose Wirtschaftsweise wissenschaftlich erforscht und über einen langen Zeitraum praktisch erprobt. Seine Arbeiten (KÖNEMANN 1925 und 1939) sind aber später in Vergessenheit geraten.

Verbreitung

Es ist schwierig, Aussagen über die Verbreitung und Anzahl von bioveganen Betrieben zu machen, da diese Produktionsweise noch recht unbekannt ist. Oft wird quasi biovegan gewirtschaftet, ohne von dieser Wirtschaftsweise zu wissen. Dies ist bei spezialisierten Öko-Marktfruchtbetrieben der Fall, die keine tierischen Düngemittel importieren. Von dem Österreichischen Netzwerk BioVegaN (siehe 2.5) wurde eine PraktikerInnenliste (REGENWURM Nr. 20 2005) erstellt, die über ca. 30 Einträge verfügt. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die Zusammenstellung noch äußerst unvollständig ist und in Zukunft weiter ausgebaut wird.

Zu der Verbreitung von nutztierlosen Betrieben des Ökolandbaus gibt es hingegen genauere Angaben. Der Anteil viehlos wirtschaftender Öko-Betriebe lag bei einzelnen

Verbänden bzw. Beratungseinrichtungen in Deutschland Mitte der neunziger Jahre zwischen 20 und 50 % (FRAGSTEIN 1996). Auch in anderen Ländern der EU, wie z. B. Frankreich (DAVID et al. 1996) und Großbritannien (STOPES et al. 1996), sind viehlos ökologisch wirtschaftende Betriebe verbreitet. EIMER et al. (2004) stellen fest, dass reine Marktfruchtbetriebe des Ökologischen Landbaus zunehmend an Bedeutung gewinnen und in Bezug auf das Land Brandenburg bestätigen ZIMMER & DITTMANN (2003), dass sich „in der Praxis zunehmend ausschließlich viehlos wirtschaftende Marktfruchtbetriebe etablieren".

2.5 Organisation

Gegenwärtig existieren in Europa drei Organisationen, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, die Ideen des Bioveganen Landbaus zu fördern und zu verbreiten. Sie verstehen sich als Netzwerke, die sich gegenseitig ergänzen und kooperieren. Zweck ist die Vermittlung von bioveganen Inhalten und Ideen, sowie das Schaffen einer Kommunikationsbasis sowohl der Produzenten untereinander als auch nach außen.

In England besteht seit 1996 das Vegan Organic Network (VON), das weltweit ca. 500 Mitglieder zählt (Stand 2002). Daneben wurde der Vegan-Organic Trust (VOT) als förderungsfähige Vereinigung gegründet, damit sich Betriebe als „biovegan" zertifizieren können. Es wurden eigene Anbaurichtlinien ausgearbeitet und zugelassen (THE VEGAN-ORGANIC TRUST 2004), die europaweit gültig sind. Das VON gibt halbjährlich die Zeitschrift „Growing Green International" heraus.

Das erste deutschsprachige biovegane Netzwerk wurde als Ableger des VON 1999 in Wien gegründet. BioVegaN versteht sich als eine Plattform für alle an bioveganer Wirtschafts- und Lebensweise Interessierten (siehe auch im Anhang unter 8.1: Leitbild BioVegaN). Die Aktivitäten des Netzwerkes erstrecken sich über das Herausgeben einer halbjährlich erscheinenden Zeitschrift („Regenwurm"), Sammeln von Adressen bioveganer Praktiker, den Aufbau einer Bibliothek und einer Website, die Anlage eigener Versuchsflächen bis hin zur Organisation von verschiedenen Veranstaltungen und Vorträgen.

In Deutschland entstand während der „Bio-veganen Landbautage" 2002 in Kassel-Witzenhausen das Biologisch-Vegane Netzwerk (BVN). Es ist ein eigenständiger Ableger der beiden anderen existierenden Netzwerke und noch im Aufbau begriffen. Neben regelmäßigen Strategietreffen sollen nach Möglichkeit auch jedes Jahr die „Bio-veganen Landbautage" an wechselnden Orten organisiert werden, auf denen sich Praktiker, Studenten und Interessierte austauschen können.

3 Literaturteil - Bodenfruchtbarkeit im Bioveganen Landbau

> „Man weiß, dass der Humus im tierischen Darm entsteht bzw. vorgebildet wird. Es steht aber nirgends geschrieben, dass dieser Darm einer Kuh gehören muss."
>
> SEKERA, M. (1984)

Im folgenden Kapitel sollen die für die Bodenfruchtbarkeit entscheidenden Aspekte Pflanzenernährung, Düngung und Fruchtfolge im Bioveganen Landbau anhand des aktuellen Stands der Literatur untersucht werden. Themen wie Bodenbearbeitung und Beikrautkontrolle konnten in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden, da es zum einen der beschränkte Umfang der Bachelorarbeit nicht erlaubt und sich zum anderen die Verfahren wenig vom herkömmlichen Ökologischen Landbau unterscheiden. Da es sich bei dem bearbeiteten Themenfeld um eine noch relativ junge Forschungsrichtung handelt, sind viele der benutzten Quellen ebenfalls Abschluss- bzw. Forschungsarbeiten.

In den Regelungen der EU-Verordnung 2092/91 über den Ökologischen Landbau, der Verbände des Ökolandbaus, sowie in den Zielstellungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes wird mit relativ gleichlautendem Inhalt ausdrücklich darauf hingewiesen, dass „die Fruchtbarkeit und biologische Aktivität sowie die Humusgehalte des Bodens zu erhalten oder in geeigneten Fällen zu erhöhen sind." Unter Bodenfruchtbarkeit wird laut SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992) „die natürliche und nachhaltige Fähigkeit des Bodens verstanden, den Pflanzen als Standort zu dienen und langjährig Pflanzenerträge von hoher Qualität zu erzeugen." KUNDLER (1989) ergänzt: „Bodenfruchtbarkeit beschreibt somit den Wirkungsanteil des Bodens an der Ertragsfähigkeit eines Standorts."

Nach BAEUMER (1992) ist die Bodenfruchtbarkeit abhängig von der Gestaltung des Bodennutzungssystems. Welchen Einfluss hat nun ein bioveganes Bodennutzungssystem auf die Bodenfruchtbarkeit? Welche Möglichkeiten stehen dem Landwirt zur Verfügung, die Bodenfruchtbarkeit langfristig und nachhaltig sicherzustellen, vor dem Hintergrund des Verzichts auf sowohl schnelllösliche Mineraldünger als auch tierische Düngemittel?

3.1 Pflanzenernährung und Düngung

Unter pflanzenbaulichen Aspekten betrachtet unterscheidet sich der Biovegane Landbau vom Ökologischen Landbau hauptsächlich darin, dass noch weniger Pflanzennährstoffe zur Verfügung stehen und daher dem Management der vorhandenen Nährstoffe noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muss bzw. neue Nährstoffquellen erschlossen werden müssen. Im Ökologischen Landbau, wo idealerweise Nutztiere gehalten werden, steht wertvolles Düngematerial, in Form von Mist, Gülle und Jauche, zur Pflanzenernährung und Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit zur Verfügung. Auf diese Nährstoffquellen wird im Bioveganen Landbau verzichtet. Stattdessen müssen die im Boden vorhandenen Nährstoffe optimal genutzt werden – z. B. über die Gestaltung der Fruchtfolgen und die Wahl der Fruchtarten –, die Verluste minimiert werden und für den Ersatz der den Flächen über das Erntegut entzogenen Nährstoffe Alternativen zum tierischen Dünger gefunden werden.

3.1.1 Alternative Nährstoffquellen

Es gibt eine Menge möglicher Alternativen zu tierischen Düngemitteln, von denen jedoch nicht alle leicht verfügbar bzw. leicht einsetzbar sind. Es wird vielleicht noch einige Zeit brauchen, bis ausgehend von theoretischen Überlegungen die möglichen Düngemittel praktisch zur Verfügung stehen. Der Biovegane Landbau hat das Bestreben, dass die Pflanzennährstoffe, die zur Erzeugung von Nahrungsmitteln und pflanzlichen Rohstoffen benötigt werden, aus möglichst nachhaltigen Quellen stammen und z. B. keine endlichen natürlichen Rohstofflagerstätten ausgebeutet werden – wie dies bei der Quelle für Mineraldünger der Fall ist. Im Optimalfall befinden sich die gedüngten Nährstoffe in einem möglichst geschlossenen Kreislauf.

3.1.1.1 Menschliche Ausscheidungen

Eine Möglichkeit, die dem Acker durch das Erntegut entzogenen Nährstoffe zurückzugeben, ist die Düngung mit menschlichen Ausscheidungen. Dieses Verfahren wird u. a. in den Ländern Asiens seit mehreren Tausend Jahren praktiziert und hat dazu beigetragen, die Fruchtbarkeit der Böden zu erhalten (KING 2005). Menschliche Ausscheidungen, vor allem Urin, sind reich an für die Pflanzenernährung relevanten Mineralstoffen. SASSE (2006) stellt fest: „Urin ist als Düngestoff für landwirtschaftliche Nutzpflanzen prinzipiell geeignet“. Würden die im Urin gebundenen Nährstoffe der Landwirtschaft zur Verfügung stehen, könnten nach RIECK (2001) 60 - 90 % der Pflanzennährstoffe zurückgewonnen werden (vgl. *Tabelle 1*).

Ein Einsatz als Düngemittel kommt in Deutschland jedoch erst in Frage, wenn eine Infrastruktur zur Sammlung, Lagerung, Aufbereitung und Ausbringung von Fäkalien zur Verfügung steht. Es muss sichergestellt sein, dass das Material nicht mit Schadstoffen, wie Arzneimittelrückständen, Hormonen oder anderen Chemikalien, belastet ist und keine negativen Auswirkungen auf den Boden und die Lebewesen hat. Wie bereits oben angemerkt, kann noch einige Zeit vergehen, bis von Forschung und Gesetzgebung der Rahmen für den Einsatz dieser Düngungsalternative gegeben ist und die gesellschaftliche Akzeptanz vorhanden ist. Die Düngung von Ackerflächen mit in kommunalen Abwässern enthaltenen Nährstoffen wäre ein wichtiger Schritt in Richtung geschlossener Stoffkreisläufe, wie sie eine wirklich nachhaltige Landwirtschaft voraussetzt, und ein guter Ersatz für die Düngung mit tierischen Ausscheidungen.

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung der Hauptnährstoffe in den menschlichen Ausscheidungen (RIECK 2001)

Nährstoff	gesamt	im Urin	in Fäkalien
	g/Person/Tag	[%]	[%]
N	13,3	86	14
P	2,4	50 - 80	20 - 50
K	3,1	80 - 90	10 - 20

3.1.1.2 Komposte und Gärrückstände

Eine weitere Möglichkeit, für einen Nährstoffausgleich auf den Ackerflächen zu sorgen, wäre der Einsatz pflanzlichen organischen Materials aus verschiedenen Quellen. Dies könnten Komposte aus kommunalem Grünabfall oder Biomüll sein oder Nebenprodukte aus der industriellen Verarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen, wie Vinasse und Getreideschlempe. In der Regel entstammen die in diesen Substanzen gebundenen Nährstoffe auch von Ackerflächen – mit Ausnahme des kommunalen Grünabfalls aus Gärten etc. –, so dass auch hier das nachhaltige Prinzip der Rezyklierung von Pflanzennährstoffen eingehalten würde. SCHMIDT (1997) hat Düngungsversuche mit Bioabfallkompost und Vinasse in Fruchtfolgen des viehlosen Ökologischen Landbaus gemacht und kommt zu dem Ergebnis, dass beim gezielten Einsatz organischer Dünger, in Kombination mit einer einjährigen Kleegras-Grünbrache, eine befriedigende Stickstoffbilanz und langfristig ausgeglichene Nährstoffbilanzen realisierbar sind. Außerdem stellt er fest: „Vor allem die Verwendung von Bioabfallkompost wirkt zusätzlich über vielfältige Effekte, wie z. B. Humusaufbau und pH-Wert-Steigerung, positiv auf die Bodeneigenschaften“. Allerdings werden zurzeit noch die Mengen an organischem Material, das zur Düngung auf die Flächen importiert werden darf, von

den Bioverbänden begrenzt und es bestehen, vor allem in Bezug auf den Bioabfallkompost, Bedenken möglicher Schadstoffbelastungen (GRONAUER & HELM 1994).
Interessant in Bezug auf den Einsatz betriebsfremden organischen Materials ist die Zwischenschaltung einer Biogasanlage zur Erzeugung von Energie. Die als Nebenprodukt anfallenden Gärreste (Biogasjauche) enthalten noch große Mengen an Pflanzennährstoffen und haben zudem den Vorteil, zum Zeitpunkt des Bedarfs der Kulturpflanzen als Dünger appliziert werden zu können. Dieser wichtige mobile (Stickstoff-) Dünger kann auch aus betriebseigenen Aufwüchsen, in Form von Gärresten oder als Kompost, erzeugt werden, z. B. aus dem Schnittmaterial von Grünbrachen oder Stroh. Dies hat den positiven Nebeneffekt, dass die Biomasseproduktion und Stickstoffakkumulation von Kleegrasbeständen bei Abfuhr der Aufwüchse zunimmt (MIERSCH & VETTER 1999) und Auswaschungsverluste – durch Mineralisierung von organischem Material zu einem ungünstigen Zeitpunkt – vermieden werden können. Allerdings bringt die Nutzung von betriebseigenem Material keine neuen Nährstoffe in das System und kann nur zur Optimierung des betriebsinternen Nährstoffmanagements dienen.

3.1.1.3 Aktive Nährstoffmobilisierung

Neben dem vielleicht in Zukunft möglichen Einsatz von menschlichen Ausscheidungen zur Düngung und der schon heute möglichen Nährstoffzufuhr aus kompostiertem oder vergorenem organischem Pflanzenmaterial soll noch eine weitere alternative Nährstoffquelle erwähnt werden: die aktive Nährstoffmobilisierung der Pflanzen und Mikroorganismen. Dabei handelt es sich um keine Düngungsmaßnahme und keinen Nährstoffimport, sondern um den Aufschluss von im Boden vorhandenen Nährstoffen durch Wurzelausscheidungen der Pflanzen und Mikroorganismentätigkeit. SCHELLER (1992) ist der Meinung, dass die Kulturpflanzen zu einem gewissen Maße selber in der Lage sind, ihren Nährstoffbedarf aus dem Mineralkörper des Bodens zu decken und daher Düngungsmaßnahmen reduziert werden können. Damit stellt er das Düngungsmodell von LIEBIG, die Düngung auf Entzug, in Frage, indem er die Pflanzen nicht nur als Nährstoffkonsumenten sieht, sondern ihnen auch die Fähigkeit als Nährstoffselbstversorger zuschreibt. Das gilt allerdings nur für bestimmte Nährstoffe und unter bestimmen Voraussetzungen. Laut SCHELLER soll es den Pflanzen möglich sein, gezielt Nährstoffe (vor allem P und K) aus den nicht austauschbaren Bodenvorräten mittels spezifischer Wurzelausscheidungen (organische Säuren) freizusetzen. Nach Untersuchungen von SAUERBECK & HELAL (1989) geben die Pflanzen bis zu 40 % des gesamten Kohlenstoffumsatzes in den Boden ab und davon bis zu 22 % als direkte

Wurzelabscheidungen. Mit diesen zersetzen die Pflanzen Glimmer und Feldspäte im Schluffanteil des Bodens und setzen von ihnen benötigte Nährstoffe frei. Von den Wurzelexsudaten werden aber auch Mikroorganismen in der Rhizosphäre ernährt, welche dann die Mineralbestandteile des Bodens zersetzen und Nährstoffe verfügbar machen. Die Leistung der aktiven Nährstoffmobilisierung hängt ab von dem Entwicklungsstadium und der Photosyntheseleistung der Pflanzen und von der N-Versorgung des Bestandes. In vielen Fällen reicht die Leistungsfähigkeit der aktiven Nährstoffmobilisierung aus, den Bedarf der Feldfrüchte zu decken, eine zusätzliche mineralische Düngung kann dann zu Überdüngung oder Luxuskonsum führen (SCHELLER 1992).

Es bedarf noch weiterer Forschungsarbeit, um die Wirkungsweise und das Potential der aktiven Nährstoffmobilisierung besser bestimmen zu können. Bei der Bilanzierung von Nährstoffen in Ackerbausystemen sollte aber der Einfluss einer aktiven Nährstoffmobilisierung schon heute berücksichtigt werden. Sie könnte als eine mögliche Erklärung für unerwartet hohe oder stabile Erträge auf an Nährstoffen verarmten Standorten dienen.

3.2 Fruchtfolge

Das zeitliche Nacheinander der Feldfrüchte auf einem Schlag nennt man eine Fruchtfolge (BAEUMER 1992). Über die Fruchtfolge kann in mehrfacher Hinsicht Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit ausgeübt werden (AIGNER 2006). Wirkungen gehen dabei vor allem aus von der Dauer der Bodenruhe und -bedeckung, von der Durchwurzelungstiefe und -dichte und der Intensität der fruchtartspezifischen Bodenbearbeitung. Diese Wirkungen betreffen unter anderem den Humusgehalt, die Bodenfauna, -struktur und -lockerung (AIGNER ebd.). Im Bioveganen Landbau müssen individuelle, an den bestimmten Betrieb und die Standortbedingungen angepasste, Fruchtfolgen entwickelt werden.

3.2.1 Fruchtfolgegestaltung

Biovegane Betriebe, die keine Düngemittel tierischen Ursprungs einsetzen, stellen besondere Anforderungen an die Fruchtfolgegestaltung. Zu einseitige Fruchtfolgen mit geringem legumen Hauptfruchtanteil und hohem Halmfruchtanteil können innerhalb weniger Jahre zu spürbaren Ertragsrückgängen bei einzelnen Feldfrüchten führen (EIMER et al. 2004). Daher sollten Fruchtfolgen im Bioveganen Landbau vielgliedrig gestaltet sein – sogenannte „weite Fruchtfolgen“ – und mit vielen verschiedenen

Fruchtarten, welche die Bodennährstoffe optimal ausnutzen können und sich gegenseitig fördern, eine hohe Diversität aufweisen.

3.2.2 Gründüngung

Gründüngung, d. h. alles pflanzliche Material, das auf dem Feld verbleibt, ist ein wichtiger Bestandteil bioveganer Fruchtfolgen. Bei dem pflanzlichen Material handelt es sich hauptsächlich um leguminose Haupt- und Zwischenfrüchte, aber auch nicht-leguminose Zwischenfrüchte, wie Senf, Phacelia etc., sowie Ernterückstände der Kulturpflanzen. Durch Gründüngung werden zwar, mit Ausnahme von Stickstoff, keine neuen Nährstoffe in das System eingebracht, sie hat aber etliche positive Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit. Nach WILHELM (1989) sind dies unter anderem:

- Humusanreicherung
- Verminderung von Auswaschungsverlusten
- Verhinderung von Bodenerosion
- Beschattung des Bodens
- Verbesserung der Bodenstruktur
- Lockerung des Bodens und vor allem des Unterbodens
- Beikrautregulierung
- Erhöhung der Diversität innerhalb der Fruchtfolge
- Stickstoffakkumulation

Die Gründüngung verursacht, rein ökonomisch betrachtet, in bioveganen Betrieben ausschließlich Kosten, da keine Nutzungsmöglichkeit für die Aufwüchse existiert (ZIMMERMANN 2002). Ein Ausweg wäre die Verwertung der Gründüngungspflanzen in einer Biogasanlage, deren Stromoutput ökonomisch wirksam wird. Da die bodenfruchtbarkeitsfördernden Wirkungen der Gründüngungsbestände vor allem von den gebildeten Wurzeln ausgehen (HAMPL 1996), wären diese nicht durch die Abfuhr der oberirdischen Biomasse gefährdet. Als Nebenprodukt der Stromerzeugung steht zusätzlich noch die Biogasjauche als Wirtschaftsdünger zur Verfügung.
Die starke Durchwurzelung des Bodens durch Gründüngungsbestände fördert weiterhin die Prozesse der aktiven Nährstoffmobilisierung (siehe Kapitel 3.1.1.3), da abgestorbene Haarwurzeln dem Edaphon als Nährstoffe dienen.

3.2.2.1 Grünbrache

Zentrale Bedeutung im Bioveganen Landbau hat die mit Leguminosen (meistens Kleegrasgemenge) bestellte Grünbrache. Sie fördert die Bodenfruchtbarkeit durch Schaffung von Bodenruhe und -bedeckung, was sich günstig auf die Krümelstruktur, die Bodenfauna und den Humus auswirkt. Zudem sammelt sie wertvollen Stickstoff durch symbiotische Stickstofffixierung der Leguminosen für die Folgefrüchte. Daher ist die einjährige Grünbrache mit ihren vielen positiven Vorfruchtwirkungen auch typischerweise das erste Feld einer Rotation. Der Anteil, den eine Grünbrache in der Fruchtfolge mindestens einnehmen sollte, wird von MEYER & HEß (1997) mit 25 % angegeben. SPOHN & NEUERBURG (1993) nennen einen Hauptfruchtleguminosenanteil von 30 % in viehlosen Fruchtfolgen, weisen aber auf eine generelle Standortabhängigkeit hin. Auf guten Böden könne der Anteil auch reduziert werden. Durch den relativ hohen Anteil der Grünbrache an der Rotation leidet allerdings die Flächenproduktivität bioveganer Betriebe, da auf einem fixen Teil der Flächen keine Marktfrüchte angebaut werden können – eine Ausnahme bilden Körnerleguminosen. Die Grünbracheaufwüchse finden auch keine Verwendung als Viehfutter und dienen lediglich der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit. LOCHMANN (1985) schlägt vor, den Schnitt der Grünbrache im Frühjahr als Dünger zu benutzen. So könnten die in den Aufwüchsen gebundenen Nährstoffe gezielt in bedürftige Kulturen eingebracht und Auswaschungsverluste vermieden werden. SCHMIDT (1997) weist darauf hin, dass die Grünbrache ihre Funktion nur entfalten kann, wenn der Bestand gut entwickelt ist: „In Fruchtfolgen, die auf die Stickstoffversorgung über Grünbrachen angewiesen sind, ist es daher von grundlegender Bedeutung, durch Maßnahmen, wie z. B. standortangepasste und vielseitige Leguminosen-Gras-Gemenge und ein optimales Management (z. B. Saat- und Mulchmaßnahmen), eine gute Bestandesentwicklung mit hohem Leguminosenanteil zu sichern“.

3.2.2.2 Zwischenfruchtanbau

So oft es geht, d.h. wenn die Vegetationsdauer, die Niederschläge und der arbeitstechnische Aufwand es zulassen, sollten Zwischenfrüchte angebaut werden. BAEUMER (1992) formuliert die Aufgaben des Zwischenfruchtanbaus treffend folgendermaßen: „In Ackerbaubetrieben ohne Vieh dient der Zwischenfruchtbau überwiegend der Stabilisierung und, wenn möglich, der Steigerung der Erträge der in einem Bodennutzungssystem vereinigten Feldfrüchte durch Erhöhung der Menge leicht umsetzbarer organischer Bodensubstanz, durch Begrenzung fruchtfolgespezifischer Schadorganis-

men sowie durch Unterdrückung von unerwünschten Wild- und Kulturpflanzen. Ferner lassen sich mit dem Zwischenfruchtbau Bodenschutzauflagen erfüllen, so z. B. mit frühschließenden Gründecken die Verhütung von Bodenabtrag durch Erosion und von Nitrateintrag in das Grundwasser, wenn nach der Ernte mineralisierter Bodenstickstoff durch die Zwischenfruchtpflanzen während der Herbst- und Wintermonate immobilisiert wird.“ Gerade der letzte Punkt spielt im Bioveganen Landbau eine Rolle. Da das Bodennutzungssystem auf einem sehr niedrigen Nährstoffniveau basiert, ist es besonders wichtig, Nährstoffverluste zu vermeiden. Hier kommt den Zwischenfrüchten als so genannten *Catch Crops*, welche Nährstoffe temporär in ihrer Biomasse binden können, eine große Bedeutung zu und ihr Anbau sollte in der Fruchtfolgegestaltung fest eingeplant sein.

4 Material und Methoden

4.1 Material

4.1.1 Betriebsbeschreibung

Es handelt sich bei dem untersuchten Betrieb *Gut Wilmersdorf* (Adresse und Kontakt siehe Anhang unter 8.3) um einen spezialisierten viehlos wirtschaftenden Öko-Marktfruchtbetrieb. Auf rund 1000 ha Anbaufläche wird Ackerbau nach den Prinzipien des Ökologischen Landbaus betrieben. Es wird quasi biovegan gewirtschaftet, da im Betrieb keine Tiere gehalten werden und keine tierischen Düngemittel eingesetzt werden. Allerdings wird ein Teil der Flächen in Kooperation mit einem Schäfer gelegentlich von einer Schafherde überweidet. Dies geschieht bei Kleegrasaufwüchsen nach einmaligem Mulchen für den Rest des Jahres. Vorteile dieser Nutzung sind die eingesparte Arbeit für die späteren Mulchtermine, die Einmischung von organischem Material in den Boden durch die Schafsklauen und die Auflage an den Schäfer, die Flächen distelfrei zu hinterlassen. Es wird also eine tierische Leistung in Anspruch genommen, auf die in einem streng bioveganen Betrieb aus ethischen Gründen verzichtet würde. Dies gilt ebenso für die Produktion von Futtermitteln. Von dem Betrieb erzeugtes Getreide wird teilweise als Futtermittel verkauft.

Der Betrieb Gut Wilmersdorf ist aus der ehemaligen LPG *Pflanzenproduktion Wilmersdorf* hervorgegangen und wirtschaftet bereits seit 1992 viehlos. Die Umstellung auf Ökologischen Landbau im Bioland-Anbauverband geschah 1996; erste anerkannte Ernte war 1999.

Zu den Besonderheiten des Betriebes zählen neben der viehlosen Wirtschaftsweise die hofeigene Getreideaufbereitung und -lagerung, eine eigene Ölmühle zur Herstellung von Futterölen und die Lage im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. Der Betrieb liegt außerdem in der gentechnikfreien Region Uckermark-Barnim. Der Aufbau einer Biogasanlage zur Erzeugung von Energie aus Biomasse und zur Nutzung der Gründüngungsaufwüchse als Dünger ist geplant. Auf Praxisschlägen werden neue Systeme des Ökologischen Landbaus wissenschaftlich erprobt und die Anbaueignung alter Sorten untersucht.

4.1.2 Standortbeschreibung

Gut Wilmersdorf liegt im nordöstlichen Brandenburg in der Region Uckermark. Die Ackerflächen erstrecken sich über insgesamt 1.030 ha in leicht bis mittel kuppierter und durch Endmoränen geprägten Landschaft. Die Bodenarten sind Sand bis sandiger Lehm, die dazugehörigen Bodentypen Parabraunerden und Pararendzinen, z. T. auch Podsole mit Geschiebemergel im Untergrund. Die durchschnittliche Ackerzahl der Flächen ist 42, wobei ca. ein Viertel der Flächen Ackerzahlen zwischen 20 - 30 haben, die Hälfte der Flächen Werte zwischen 30 - 50 und ein Viertel Ackerzahlen zwischen 50 - 60 aufweisen. Typisch für die Gegend sind steinige und stark heterogene Böden diluvialer Herkunft. Die Flächen liegen in einer Höhe von 40 - 75 m ü. NN. Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt 25 ha; die kleinste Fläche hat 5 ha, der größte Schlag umfasst 85 Hektar.

Das Luftbild in *Abbildung 1* zeigt die Ortschaft Wilmersdorf mit den arrondierten Flächen des Betriebs Gut Wilmersdorf (ca. 600 ha). Es sind die relativ großen Schlageinheiten und die heterogenen Bodenverhältnisse (helle Flecken in den Ackerflächen) sowie etliche Sölle – kleine, vielfach wassergefüllte Hohlformen –, die für die weiten Grundmoränenflächen der Uckermark kennzeichnend sind, zu erkennen.

Abbildung 1: Luftbild Wilmersdorf und Umgebung

4.1.3 Witterung

Das Gebiet um Wilmersdorf ist dem Randowbezirk des Mecklenburgisch-Brandenburgischen Übergangsklimas zuzuordnen (SEYFERT & RUNGE 1964). Die Durchschnittstemperatur beträgt im langjährigen Mittel 8,7 °C. Der durchschnittliche Niederschlag beträgt 520 mm/a. Problematisch für die landwirtschaftliche Produktion in dieser Region ist die oft auftretende Frühsommertrockenheit, welche Sommerungen schwierig gelingen lässt. Außerdem reichen der Niederschlag, in Verbindung mit der geringen nutzbaren Feldkapazität der Sandböden, und die kurze Vegetationsperiode oft nicht für den Anbau von Zwischenfrüchten aus.

Aus *Abbildung 2* ist ersichtlich, dass am Standort Wilmersdorf ganzjährig humides Klima herrscht. Die Niederschlagswerte und die Temperaturwerte verlaufen das ganze Jahr hindurch annähernd parallel. Stets ist der Niederschlag höher als die Temperatur. Alle Monate sind Feuchtmonate mit einem Regenmaximum im Sommer. Die durchschnittlichen Tiefsttemperaturen im Winter liegen über 0 °C. Es handelt sich um ein gemäßigtes Klima.

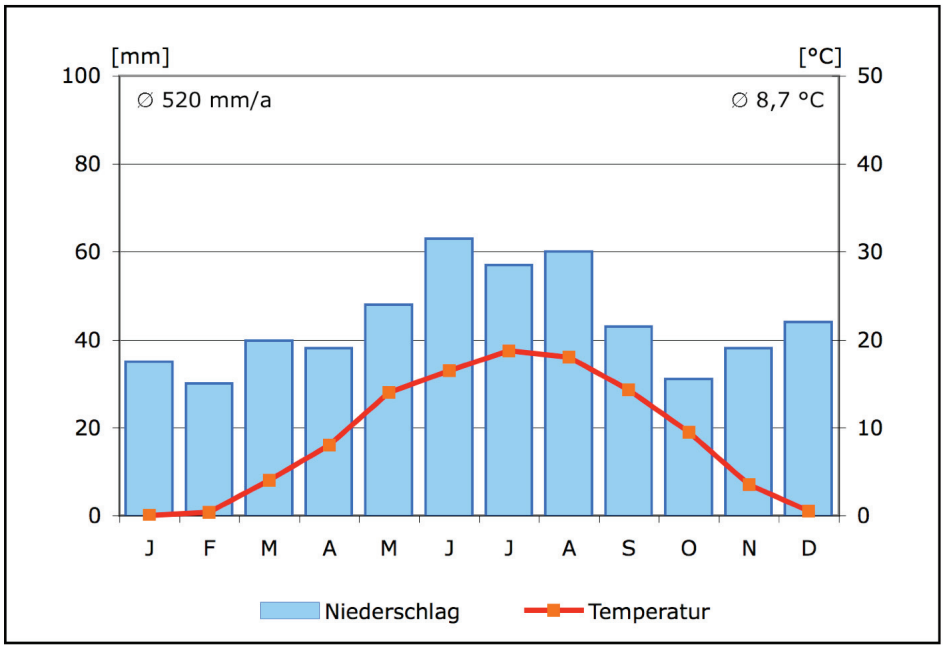


Abbildung 2: Monatliche Niederschlagssummen und Temperaturmittel der DWD Wetterstation Angermünde (1977 - 1991/2002)

Abbildung 3 zeigt deutlich, dass die Niederschläge und Temperaturen zwischen den einzelnen Jahren stark schwanken. Dargestellt ist der Zeitraum, in dem die drei exemplarischen Schläge untersucht wurden. Diese ungleiche Verteilung der wichtigen

ertragsbestimmenden Parameter Niederschlag und Temperatur muss auch bei der Betrachtung der Erträge der einzelnen Schläge berücksichtigt werden.

Das Jahr 1999 war das wärmste im Untersuchungszeitraum, gleichzeitig fiel ungewöhnlich wenig Niederschlag. 2002 war das niederschlagreichste Jahr mit 677 mm. Die Temperaturen lagen generell über dem langjährigen Mittel, schwankten aber nicht so stark wie die Niederschläge. In den Jahren 1999 und 2003 kam es zu stark ausgeprägten Trockenperioden während der Vegetationszeit.

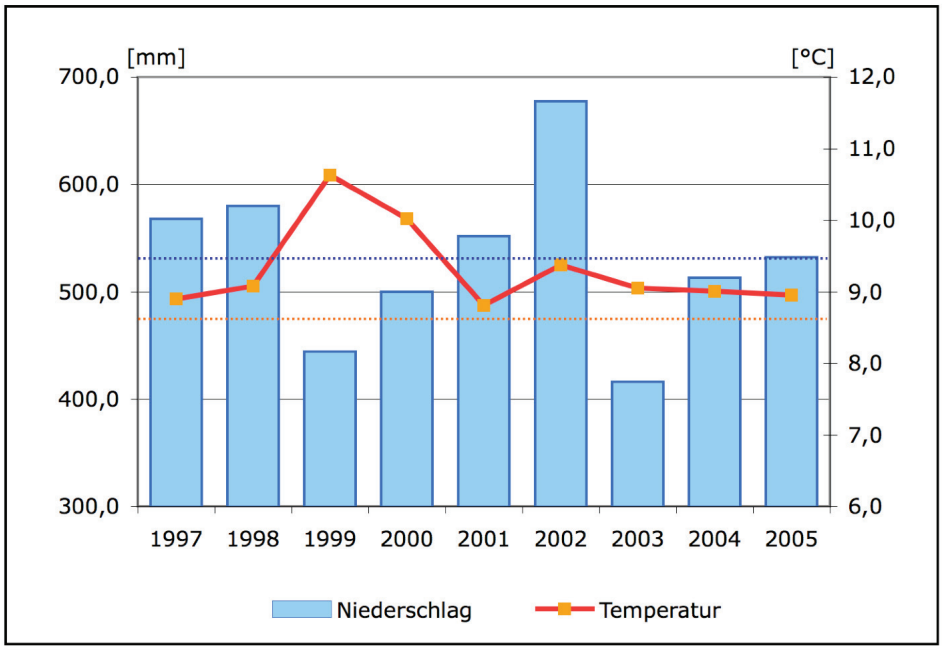


Abbildung 3: Jahressummen bzw. -mittel der DWD Wetterstation Angermünde (1997 - 2005) mit Niederschlags- und Temperaturwerten des langjährigen Mittels (gepunktete Linien)

4.1.4 Beprobte Flächen und Fruchtfolgen

Die Untersuchungen zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit wurden anhand von drei exemplarischen Schlägen durchgeführt, auf denen Ende November/ Anfang Dezember 2005 Bodenproben entnommen wurden. Zusätzlich wurde auf Beprobungsdaten, die vom Gut Wilmersdorf in den Vorjahren erhoben wurden, zurückgegriffen. In den folgenden Tabellen werden die ausgewählten Flächen beschrieben. Die Daten stammen aus der Schlagkartei des Betriebs Gut Wilmersdorf.

Im Anhang unter 8.4 sind zu jedem Schlag ein Luftbild, sowie eine Schlagskizze mit Daten aus der Reichsbodenschätzung zu finden.

Tabelle 2: Fruchtfolge Schlag 4

Schlag 4	Größe: 18,1 ha	Ackerzahl: 39	Bodenarten nach RBS: SL, IS
Angebaute Fruchtarten der letzten Jahre:			
Jahr	**Fruchtart**	**Ertrag [dt/ha]**	**Bemerkungen**
1998	Triticale	59,1	
1999	Kleegras	–	
2000	Sommerweizen	24,7	
2001	Triticale	38,1	
2002	Peluschken	–	
2003	Winterraps	5,1	Oktober: Bodenuntersuchung
2004	Triticale	36,4	
2005	Kleegras	–	Dezember: Bodenuntersuchung
2006	Winterweizen	31,0	

Tabelle 3: Fruchtfolge Schlag 17

Schlag 17	Größe: 22,3 ha	Ackerzahl: 34	Bodenarten nach RBS: SL, IS, S
Angebaute Fruchtarten der letzten Jahre:			
Jahr	**Fruchtart**	**Ertrag [dt/ha]**	**Bemerkungen**
1998	Winterroggen	25,3	
1999	Winterroggen	30,0	
2000	Kleegras	–	März: Bodenuntersuchung Oktober: Düngung Magnesiumkalk
2001	Triticale	51,1	
2002	Sommerweizen	19,9	
2003	Kleegras	–	Oktober: Bodenuntersuchung
2004	Winterweizen	21,6	
2005	Peluschke	–	Dezember: Bodenuntersuchung
2006	Dinkel	–	Dinkel wurde gemulcht

Tabelle 4: Fruchtfolge Schlag 18

Schlag 18	Größe: 25,3 ha	Ackerzahl: 30	Bodenarten nach RBS: SL, IS, S
Angebaute Fruchtarten der letzten Jahre:			
Jahr	**Fruchtart**	**Ertrag [dt/ha]**	**Bemerkungen**
1998	Winterroggen	31,4	Juli: Düngung Rindermist
1999	Sommergerste	28,3	
2000	Kleegras	–	März: Bodenuntersuchung Oktober: Düngung Magnesiumkalk
2001	Mais	43,2	
2002	Hafer	24,9	
2003	Kleegras	–	Oktober: Bodenuntersuchung
2004	Sommergerste	33,2	
2005	Winterroggen	44,0	März: Düngung Kieserit Dezember: Bodenuntersuchung
2006	Lupinen	–	

4.1.5 Anbauumfang

Durchschnittliche Erträge und Flächenanteile der einzelnen Fruchtarten (variiert zwischen den Jahren):

Tabelle 5: Anbauumfang

Fruchtart	**∅ Erträge**	**Fläche**
	[dt/ha]	[%]
Stilllegung	85 [TM]	24
Peluschken	?	8
Erbsen/ Lupinen	17	6
Winterweizen	38	10
Winterroggen	30	20
Triticale	40	10
Dinkel (nur 2002)	25	3
Raps	14	5
Sommerweizen	32	8
Hafer	39	4
Sommergerste	k. A.	2

4.1.6 Weiteres Material

Zusätzlich wurde auf Daten des Betriebs zurückgegriffen. Diese waren:

- Ackerschlagkartei mit Angaben zu
  - Anbau und Fläche
  - früheren Bodenuntersuchungen
  - Aussaat (Datum, Saatgut, Sorte, Menge)
  - Düngungsmaßnahmen
  - Arbeitsmaßnahmen (Bestellung, Pflege, Ernte, Grundbodenbearbeitung)
  - Erntemengen
  - Nährstoffbilanzen
- Schlagkarten mit Daten der Reichsbodenschätzung
- Betriebsanalyse und -dokumentation in „Viehloser Öko-Ackerbau. Beiträge, Beispiele, Kommentare“ (SCHMIDT et al. 2004)
- aus mündlichen Gesprächen gewonnene Informationen

4.2 Methoden

4.2.1 Kriterien zur Beurteilung des Untersuchungsaspektes

Um Aussagen über die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit treffen zu können, wurden auf drei Schlägen des Betriebs Gut Wilmersdorf Bodenproben entnommen und im Labor der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der HU-Berlin analysiert. Folgende Parameter wurden bestimmt:

- Gehalt der Pflanzenmakronährstoffe (N, P, K, S) im Boden
- Gehalt des Bodens an organischem Kohlenstoff (C_{org})
- pH-Wert
- C:N-Verhältnis

Die Werte wurden sowohl für den Oberboden (Schicht 0 – 20 cm) als auch für den Unterboden (20 – 40 cm Tiefe) ermittelt.
Es wurden die Fruchtfolgen in Bezug auf ihre Eignung zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit analysiert und Humusbilanzen aufgestellt.

4.2.2 Probennahme und Analytik

Die drei ausgewählten Flächen wurden Anfang Dezember 2005 beprobt. Auf Schlag 4 stand zu diesem Zeitpunkt Winterweizen im Dreiblattstadium, auf Schlag 17 stand Dinkel und Schlag 18 war ohne Bewuchs (wurde kurz zuvor gegrubbert). Im Anhang unter 8.4 befinden sich Fotos, welche den Bewuchs der Flächen zeigen.

Vorgehen:

Auf jedem Schlag wurden an jeweils drei verschiedenen Stellen (siehe Schlagkarten im Anhang unter 8.4) unter Beachtung der Geländegestaltung 20 Einstiche mit dem Bohrstock vorgenommen und das Bodenmaterial, nach Ober- und Unterboden getrennt, zu Mischproben zusammengefasst. So ergaben sich pro Schlag sechs Mischproben (3 Stellen, Ober- und Unterboden). Diese Proben wurden anschließend für die Analyse aufbereitet. Nach der Trocknung im Trockenschrank wurden die Bodenproben gemörsert, gesiebt und abgetütet. In der untenstehenden Tabelle sind die Analysemethoden für die einzelnen Parameter aufgeführt. Die Ergebnisse sind in Kapitel 5.2 dargestellt.

Tabelle 6: Analysemethoden der Bodenproben

Parameter		Einheit	Vorbereitung	Gerät	Methode
Phosphor	P	mg/ 100 g Boden	Doppellactat-Auszug	CFA	VDLUFA, I A 6.2.1.2
Kalium	K	mg/ 100 g Boden	Doppellactat-Auszug	AAS	VDLUFA, I A 6.2.1.2
Schwefel	S_t	%		Elementaranalysator nach Dumas	Elementaranalyse
Stickstoff	N_t	%		Elementaranalysator nach Dumas	Elementaranalyse
Kohlenstoff	C_t	%		Elementaranalysator nach Dumas	Elementaranalyse
pH-Wert			Calciumchlorid-Auszug	pH-Meter	VDLUFA, I A 5.1.1

Die Bodenbeprobung, die vom Gut Wilmersdorf in bestimmten Intervallen durchgeführt wird und deren Ergebnisse in *Tabelle 7* angeführt werden, basiert auf einem 5 ha-Raster. Eine Bodenprobe stammt von einer 5 ha großen Fläche, für die Gesamtfläche wird ein Mittelwert gebildet. Die Beprobungstiefe wurde mit 25 cm angegeben (PETERSEN 2006).

4.2.3 Auswertung der Bodenprobenergebnisse

Die farbliche Zuordnung zu den VDLUFA Reaktions- und Gehaltsklassen in den *Tabellen 6* und *7* in Kapitel 5.2 wurde folgendermaßen vorgenommen: da sich die beprobten Flächen nicht eindeutig einer Bodenartengruppe zuordnen lassen, sondern Material aus sowohl stark lehmigem Sand (BG 3) als auch sandigem Lehm (BG 4) untersucht wurde, mussten Mittelwerte der beiden Gruppen gebildet werden. Beispiel: der Kaliumgehalt auf Ackerland in der Gehaltsklasse C (optimal) liegt für die Bodengruppe 3 bei 9 - 13, für die Gruppe 4 bei 11 - 15. Der ermittelte und für die Einteilung angewandte Mittelwert ist 10 - 14. Die Tabelle mit der Gehaltsklasseneinteilung für die Beurteilung des Reaktionszustandes und der Nährstoffversorgung von Böden nach VDLUFA befindet sich im Anhang unter 8.5.

4.2.4 Humusbilanzierung

Die Humusbilanz wurde nach der VDLUFA-Methode durchgeführt. Aus den Tabellen der VDLUFA (KÖRSCHENS et al. 2004) wurde zunächst der Humusbedarf der einzelnen Fruchtarten ermittelt und im zweiten Schritt die Humusreproduktionsleistung der auf den Flächen verbleibenden organischen Substanz (Stroh) berechnet. Dies geschah durch Multiplikation des Ertrages mit dem Faktor des Korn:Stroh-Verhältnisses, um die Masse der organischen Substanz zu ermitteln. Der gewonnene Wert wurde mit dem Reproduktionswert aus der VDLUFA-Tabelle multipliziert. Anschließend wurden die Bedarfs- und Reproduktionssummen saldiert und jeweils für die Fruchtfolge (bzw. den Zeitraum) und pro Jahr angegeben. Die Jahreswerte konnten dann anhand der Forschungsergebnisse der Versuche der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (KOLBE 2006) bewertet werden.

Die Humusbilanzen für die Schläge 17 und 18 konnten nicht für die Fruchtfolgen aufgestellt werden, da es diese so nicht gibt (siehe unter 5.4 Ergebnisse der Fruchtfolge-Analyse). Stattdessen wurden Bilanzen für einen festen Zeitraum (1997 - 2005) errechnet. Auf Schlag 4 hingegen konnte für eine Fruchtfolge mit sechs Fruchtfolgefeldern bilanziert werden.

5 Ergebnisse & Diskussion

5.1 Ertrag als Bodenfruchtbarkeitsindikator

Laut Baeumer (1992) wird Bodenfruchtbarkeit mit Hilfe der Pflanzenerträge eines Bodennutzungssystems quantifiziert. Betrachtet man die Erträge der vergangenen Jahre als Indikator für die Bodenfruchtbarkeit des Standortes Wilmersdorf, so wird deutlich, dass hier auf einem unteren Bodenfruchtbarkeitsniveau gewirtschaftet wird. Die Erträge (siehe Kapitel 4.1.5) fallen durchschnittlich geringer aus, als sonst im Ökologischen Landbau üblich ist. Ob die niedrigen Erträge nun ausschließlich aus den Verfahren und Methoden des Bioveganen Landbaus resultieren, soll im Folgenden untersucht werden.

Neben der Gestaltung des Bodennutzungssystems haben auch die natürlichen Standortbedingungen erheblichen Anteil an der Leistungsfähigkeit des Bodens und somit an der Höhe der Erträge. Die diluvialen Sandstandorte in Brandenburg sind geogen bedingt nährstoffarm, über 70 % der Flächen weisen Ackerzahlen unter 40 auf. Durch das Fehlen von Tonbestandteilen können nur beschränkt Ton-Humuskomplexe gebildet werden, so dass die Speicherkapazität für Wasser und Nährstoffe begrenzt ist. Diese natürlichen Standortvoraussetzungen und die klimatischen Bedingungen mit jährlichen Niederschlägen von 450 bis 600 mm, Jahresdurchschnittstemperaturen um 8,6 °C sowie oft ausgeprägten Vorsommertrockenperioden bedingen ein deutlich niedrigeres Ertragspotential der brandenburgischen Böden gegenüber denen anderer Regionen in Deutschland (ROSCHKE 2005). Der überragende Einfluss der Umweltfaktoren auf den Ertrag wurde auch in den Untersuchungen von SIMON & WERNER (1963) und WRANKMORE (1990) beschrieben. Bei dem statistischen Vergleich der Vorfruchtwirkung von Marktfrüchten und Futterleguminosen führte WRANKMORE (1990) nur 2 % der Ertragsvarianz der Nachfrüchte auf den Vorfruchteffekt, dagegen 70 % auf die Jahreswitterung zurück.

Ist der Biovegane bzw. der viehlose Ökologische Ackerbau dazu geeignet, die ertragsschwachen brandenburgischen Böden nachhaltig zu bewirtschaften?

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen im folgenden Kapitel geben einen Einblick in die Versorgung des Bodens am Standort Wilmersdorf nach mehrjähriger viehloser Bewirtschaftung.

5.2 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Im Folgenden werden die für den Untersuchungsaspekt Bodenfruchtbarkeit ermittelten Ergebnisse der Bodenanalysen vorgestellt und diskutiert. Sie geben einen Einblick in den Zustand des Bodens zu einem bestimmten Zeitpunkt (Dezember 2005) und dienen der Bewertung des Fruchtbarkeitszustandes des viehlos ökologisch bewirtschafteten Bodens. Die Farbwerte neben den Parametern pH, P und K geben die VDLUFA Reaktions- bzw. Gehaltsklassen an.

Tabelle 7: Ergebnisse der Bodenanalysen

	Stelle*	Tiefe	pH	P	K	N_t	C_{org}	S_t	C:N
		[cm]		[mg/100 g Boden]	[mg/100 g Boden]	[%]	[%]	[%]	
Schlag 4	1	0-20	4,42	3,004	15,151	0,090	0,793	0,016	8,841
		20-40	4,70	2,869	14,471	0,085	0,614	0,010	7,243
	2	0-20	7,26	2,474	12,475	0,132	1,060	0,012	8,008
		20-40	7,20	1,244	6,260	0,087	0,592	0,008	6,837
	3	0-20	7,43	3,332	16,807	0,120	1,069	0,008	8,880
		20-40	7,55	0,816	4,098	0,079	1,071	0,006	13,496
Mittelwert		0-20	6,37	2,937	14,811	0,114	0,974	0,012	8,576
		20-40	6,48	1,643	8,276	0,084	0,759	0,008	9,192
Schlag 17	1	0-20	5,75	3,841	19,379	0,116	0,933	0,010	8,067
		20-40	5,84	3,634	18,329	0,081	0,567	0,007	6,966
	2	0-20	4,50	5,918	29,868	0,086	0,733	0,007	8,561
		20-40	4,33	6,106	30,813	0,067	0,527	0,006	7,828
	3	0-20	4,85	6,443	32,515	0,063	0,455	0,005	7,173
		20-40	4,94	5,353	27,015	0,074	0,616	0,006	8,371
Mittelwert		0-20	5,03	5,401	27,254	0,088	0,707	0,007	7,934
		20-40	5,04	5,031	25,386	0,074	0,570	0,006	7,722
Schlag 18	1	0-20	5,35	4,984	25,150	0,112	0,955	0,009	8,510
		20-40	5,28	4,672	23,573	0,064	0,545	0,005	8,460
	2	0-20	5,08	5,542	27,968	0,099	0,583	0,006	7,742
		20-40	5,02	4,235	21,366	0,074	0,634	0,007	8,594
	3	0-20	4,48	5,282	26,654	0,081	1,050	0,012	9,137
		20-40	4,28	5,132	25,895	0,069	0,578	0,007	8,373
Mittelwert		0-20	4,97	5,269	26,591	0,097	0,863	0,009	8,463
		20-40	4,86	4,680	23,611	0,069	0,586	0,006	8,476
VDLUFA Reaktions- bzw. Gehaltsklassen					A	B	C	D	E

* die Stellen der Probenentnahme sind in den Schlagkarten im Anhang ersichtlich

Im Anhang unter 8.5 befindet sich eine genaue Beschreibung der einzelnen VDLUFA-Reaktions- und Gehaltsklassen.

Um Aussagen über Veränderungen der Bodenparameter treffen zu können und Tendenzen bei der Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit deutlich zu machen, sind in *Tabelle 8* die Ergebnisse früherer Bodenuntersuchungen zusammengefasst. Bekannt sind lediglich die Werte für P, K, Mg und der pH-Wert. Die entsprechenden Mittelwerte

der eigenen Beprobung sind der besseren Vergleichbarkeit halber zusätzlich eingefügt. Außerdem ist ersichtlich, wann Pflanzennährstoffe durch Düngung den Flächen zugefügt wurden. Wie auch in der vorhergehenden *Tabelle 7* sind hier die VDLUFA-Reaktions- bzw. Gehaltsklassen farbig eingetragen.

Tabelle 8: Ergebnisse früherer Bodenanalysen

	Datum	pH	P	K	Mg	Düngungsmaßnahmen
Schlag 4	10.10.03	6,2	4,3	9,0	3,5	
	01.12.05	6,4	2,9	14,8	–	
Schlag 17	02.04.00	5,1	9,4	10,0	2,0	5.10.00 Magnesiumkalk
	10.10.03	6,0	7,5	15,0	5,1	
	01.12.05	5,0	5,4	27,2	–	
Schlag 18	02.04.00	5,4	9,4	9,0	1,9	5.10.00 Magnesiumkalk
	10.10.03	5,7	5,2	14,0	3,0	
	01.12.05	4,9	5,2	26,5	–	22.3.05 Kieserit
VDLUFA Reaktions- bzw. Gehaltsklassen					A	B C D E

5.2.1 pH-Wert

Die Sandböden in Brandenburg neigen zur Versauerung (ROSCHKE 2005). Das zeigen auch die gemessenen pH-Werte, welche vorwiegend im sauren bis stark sauren Bereich der Reaktionsstufe A liegen. Signifikante Unterschiede der pH-Werte in Ober- und Unterboden konnten nicht festgestellt werden. Aus den Untersuchungen des Landeslabors Brandenburg sowie weiterer zugelassener Labore geht hervor, dass 40 - 60 % aller im Land Brandenburg untersuchten Flächen einen zu niedrigen (GHK A+B) und nur knapp 30 % einen optimalen (GHK C) pH-Wert aufweisen (ROSCHKE 2005). Eine Ausnahme stellt bei den untersuchten Flächen der Schlag 4 dar, wo an den Beprobungsstellen 2 und 3 pH-Werte im basischen Bereich ermittelt wurden. Diese Abweichung könnte durch die Erosion von Kuppen mit kalkhaltigem Mergel im Unterboden zustande gekommen sein. Bei den niedrigen pH-Werten sind die Bodenstruktur und die Nährstoffverfügbarkeit stark beeinträchtigt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998) und pflanzenschädliche Schwermetalle könnten in erhöhtem Maße gelöst werden (z. B. Aluminium- und Mangan-Ionen). Dies wirkt sich auf die Anbaueignung bestimmter Kulturpflanzen auf diesem Standort aus.

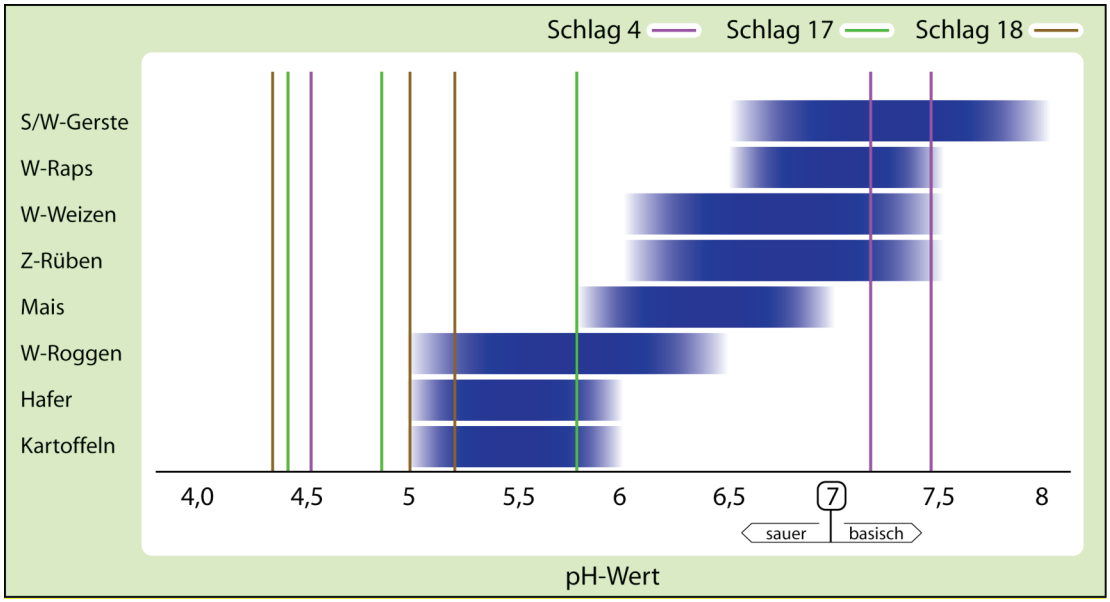


Abbildung 4: Optimale pH-Bereiche für Ackerkulturen (nach KTBL 2005) mit Markierung der ermittelten Werte der untersuchten Schläge

Abbildung 4 zeigt, dass ein Großteil der ermittelten pH-Werte (teilweise weit) unter dem Optimalbereich der meisten aufgeführten Ackerkulturen liegt. 78 % der Werte liegen im mäßig bis stark sauren Bereich. Lediglich zwei Werte (Schlag 4) liegen im schwach alkalischen Bereich. Es wurden pH-Werte gemessen, die weit unter dem Optimalbereich selbst der relativ säuretoleranten Kulturen liegen. Der Anbau von Erbsen und Ackerbohnen ist bei pH-Werten unter 6 schwierig. Die meisten Getreidearten gedeihen in einem relativ weiten pH-Bereich, Gerste allerdings reagiert auf Werte geringer als 5,5 empfindlich mit häufigem Auftreten von Blattnekrosen (SCHNECK 2004). Das könnte die niedrigen Erträge der Sommergeste in den Jahren 1999 und 2004 auf Schlag 18 erklären (siehe *Tabelle 3*).

Die tiefen pH-Werte am Standort Wilmersdorf begünstigen den Anbau von Lupinen, der zukünftig auch vermehrt erfolgen soll (PETERSEN 2006). Lupinen sind aufgrund ihrer Vorfruchtwirkungen gute Kulturen für leichte Standorte. Es sind bodenverbessernde Leguminosen, die auch als Lebens- oder Futtermittel wirtschaftlich nutzbar sind. Allerdings besteht die Gefahr des Anthracnosebefalls. Geeignet ist vor allem die anspruchslose und trockenheitsverträgliche Gelbe Lupine. Auf den erodierten Kalkmergelkuppen kann jedoch der pH-Wert bis zu 7,5 betragen (PETERSEN 2006), so dass hier partiell mit eingeschränktem Lupinenwachstum und somit lückigen Beständen zu rechnen ist. Außerdem kann in diesen Bereichen Phosphormangel auftreten, da dieser bei pH-Werten von 7,5 nicht mehr pflanzenverfügbar ist.

Aus *Tabelle 7* ist zu erkennen, dass die pH-Werte auf den Schlägen 17 und 18 auch in den vergangenen Jahren im suboptimalen Bereich lagen. Eine Düngung mit Magnesiumkalk im Oktober 2000 hob das Reaktionsniveau kurzzeitig an; es konnte jedoch nicht stabil gehalten werden. Es ließen sich keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen den niedrigen pH-Werten und der Bioveganen Wirtschaftsweise finden. Die pH-Werte sind boden- und standortbedingt und nicht durch das Bewirtschaftungsverfahren entstanden. Es sollte jedoch in Zukunft durch regelmäßige Kalkdüngung versucht werden, die Acidität der Böden zu reduzieren und das Puffervermögen zu steigern, um die Wachstumsbedingungen der Kulturpflanzen zu verbessern.

5.2.2 Phosphor, Magnesium und Schwefel

Die leichten Sandböden am Standort Wilmersdorf sind aufgrund ihrer geologischen Herkunft arm an Phosphor, Magnesium und Schwefel. Darüber hinaus ist auf den sorptionsschwachen Sandböden mit einer erheblichen Auswaschung des basisch wirksamen Magnesiums zu rechnen (ROSCHKE et al. 2000). Dies spiegeln auch die Ergebnisse der Bodenanalyse wieder. Schlag 4 weist bis auf eine Ausnahme sehr niedrige Gehalte an Phosphor auf (GHK A). Die Schläge 17 und 18 zeigen überwiegend niedrige Gehalte (GHK B). Aus *Tabelle 7* wird ersichtlich, das die Phosphorgehalte in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen haben, eine P-Düngung wurde nicht durchgeführt. Innerhalb von fünf Jahren hat sich auf den Schlägen 17 und 18 der Gehalt von Klasse D (hoher Gehalt) zu Klasse B (niedriger Gehalt) verschlechtert.

Die Magnesiumversorgung, die in *Tabelle 7* mit aufgeführt wird, ist auf einem ähnlich geringen Niveau. Hier wurden auch nur Gehalte der Klassen A und B festgestellt, obwohl die Flächen 17 und 18 mit Magnesiumdünger versorgt wurden. Die Düngergabe reichte jedoch nicht aus, die Gehalte auf einen optimalen Wert anzuheben.

Am Standort Wilmersdorf herrscht zudem Schwefelmangel, wie es auf humusarmen, sandigen Ackerböden oft der Fall ist. Der Eintrag von Schwefel aus der Atmosphäre ist aufgrund umfangreicher Maßnahmen der letzten Jahre zur Reduzierung von Schadstoffen in der Luft stark zurückgegangen. Hinzu kommt, dass bei der viehlosen Bewirtschaftung kein Schwefel über Stallmist und Gülle auf die Flächen gelangt. Als mögliche Schwefelquelle könnte hier auch, wie unter 3.1.1.2 vorgeschlagen, Bio-Kompost eingesetzt werden, der mit 0,5 - 2,0 kg/t Gesamt-Schwefel-Menge nach HEGE & PERETZKI (2006) einen relativ hohen Schwefelgehalt hat und den von Gülle, Jauche oder Rindermist übersteigt. Der Schlag 18 wurde im Frühjahr 2005 mit Kieserit gedüngt, der neben Magnesium auch Schwefel enthält. Aus den Analyseergebnissen ist

aber kein Düngeeffekt ersichtlich. Die Schwefelgehalte auf diesem Schlag unterscheiden sich nur geringfügig von denen der anderen untersuchten Schläge. In Hinblick auf den Getreideanbau in Wilmersdorf sollte eine ausreichende Versorgung der Böden mit Schwefel angestrebt werden, da dieser den Proteingehalt und somit die Backqualität des Getreides entscheidend mit beeinflusst. Außerdem leistet Schwefel einen wichtigen Beitrag dazu, die natürliche Resistenz von Pflanzen gegenüber Krankheiten zu fördern.

5.2.3 Kalium

Überraschend fallen die Ergebnisse für die Kaliumgehalte aus. Sie liegen auf allen drei untersuchten Schlägen überwiegend im hohen bis sehr hohen Bereich (GHK D+E), was für den Standort eher untypisch ist. *Tabelle 7* zeigt den sich über Jahre erstreckenden Trend der Zunahme von Kalium im Boden. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass sich das Kalium durch ständiges Einarbeiten von Stroh im Oberboden angereichert hat. Stroh ist vorrangig Kalidünger (HEGE & PERETZKI 2006). Mit 70 dt/ha Weizenstroh werden dem Boden ca. 100 kg K_2O zugeführt (ebd.). Es verbleiben beträchtliche Mengen an Stroh auf den Flächen, da es in der viehlosen Bewirtschaftung keine Nutzungsmöglichkeit gibt und die positiven Vorteile der Gründüngung mit Koppelprodukten zum Erhalt bzw. Aufbau eines standorttypischen Humusgehaltes genutzt werden sollen. Das Kalium könnte ursprünglich durch die Vorgänge der aktiven Nährstoffmobilisierung (siehe 3.1.1.3) freigesetzt worden sein.

5.2.4 Humusgehalt

Ein ausreichender Humusgehalt ist die Voraussetzung für nachhaltige natürliche Bodenfruchtbarkeit und damit für Ertragssicherung (CAPRIEL 2006). Die Gehalte an organischem Kohlenstoff, der als Maßstab für den Humusgehalt dient, liegen am Standort Wilmersdorf in der Regel unter 1 %. Damit sind die Böden laut Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA4 1994) sehr schwach humos. Der Humusgehalt und die Humusqualität werden stark von den Standortfaktoren (Klima, Bodentextur, Zusammensetzung der anorganischen Matrix, Grundwasser) und der Bodenbewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung) beeinflusst. Die für Wilmersdorf ermittelten Werte liegen im typisch niedrigen Bereich für sandige Standorte. Der C_{org}-Gehalt im Dauerfeldversuch Thyrow (schwach schluffiger Sand) liegt z. B. bei 0,6 % in der mit Stallmist gedüngten Fruchtfolge (CAPRIEL 2006). Sandböden haben einen niedrigen Humusgehalt, da sie nur geringe Möglichkeiten zur Stabilisierung des Humus aufweisen. In Böden mit höheren Tongehalten kann die organische Bodensubstanz an

den Tonoberflächen adsorbiert werden, was den Abbau durch Mikroorganismen verhindert. Die bessere Durchlüftung der sandigen Böden verstärkt zudem die MO-Aktivität und dadurch den Abbau. Diese Böden haben einen hohen Anteil an leicht abbaubarem C_{org} von dem sich die Pflanzen ernähren. Die umgesetzte OBS muss immer wieder durch Zufuhr von unzersetzten Pflanzenrückständen erneuert werden, um den Humusgehalt zu erhalten. Dies geschieht in Wilmersdorf durch die vermehrte Gründüngung im viehlosen System (Verbleib des Strohs auf den Flächen, Grünbrache, Zwischenfrüchte). Dies bestätigen auch die Ergebnisse der Humusbilanzierung in Kapitel 5.3.

5.2.5 Stickstoff

Ermittelt wurde der Gesamtgehalt an Stickstoff im Boden in Prozent. Im Oberboden wurden leicht höhere N-Gehalte als im Unterboden festgestellt, was zu erwarten war, da 95 % des Stickstoffs organisch gebunden im Humus vorkommen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998) und dieser mit zunehmender Tiefe abnimmt. Die Böden der untersuchten Schläge von Gut Wilmersdorf weisen im Dezember 2005, nach 14 Jahren viehlosem Anbau, im Mittel einen Gesamtstickstoffgehalt von 0,087 % auf, mit leichten Unterschieden zwischen den einzelnen Schlägen.

Laut SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1998) liegt der N-Gehalt im Ap-Horizont von Mineralböden im gemäßigt-humiden Klima meist bei 0,1 - 0,2 %. Der KTBL (2005) zufolge haben die meisten Mineralböden Gehalte zwischen 0,09 - 0,13 % N. Diese Richtwerte werden also leicht unterschritten. Einen weiteren Vergleichswert liefert der „Ewige Roggenbau“ in Halle, auf dem 1958, nach 80 Jahren ungedüngtem Anbau, ein N-Gesamtgehalt von 0,081 % ermittelt wurde (BOGUSLAWSKI 1981). Einzige N-Quelle in Wilmersdorf sind die Leguminosen; es erfolgt keine Stickstoffzufuhr über Stallmist oder andere organische Düngung. Die N-Bilanz, die von SCHMIDT (2004) im Rahmen einer Untersuchung viehloser Öko-Ackerbaubetriebe für Gut Wilmersdorf erstellt wurde, fällt positiv aus (Betriebsdurchschnitt N-Bilanzsaldo: + 8 kg N/ha·a). Ein weiterer Indikator für die Stickstoffversorgung der Kulturen ist der Proteingehalt des Weizens, der nach einer Analyse von 2005 (WEBSITE GUT WILMERSDORF) bei verschiedenen Sorten zwischen 10,4 - 12,6 % lag, was für ökologisch erzeugtes Getreide ein durchschnittlicher Wert ist.

5.2.6 C:N-Verhältnis

Das C:N-Verhältnis ist ein Indikator für die Humusqualität und Maß für den Abbaugrad der organischen Bodensubstanz. Es wurden Werte zwischen 6,8:1 - 13,4:1 ermittelt, wobei der Hauptteil der Werte um 8,5:1 liegt. Ein für die meisten Mineralböden unter ackerbaulicher Nutzung übliches C:N-Verhältnis wird von dem KTBL (2005) mit 8 - 12:1 angegeben. Das C:N-Verhältnis auf dem Dauerfeldversuch Thyrow liegt nach CAPRIEL (2006) in der ungedüngten Variante bei 13:1. Das Verhältnis zwischen Kohlenstoff und Stickstoff auf den untersuchten Flächen ist also ein recht günstiges. Der Abbau der Ernterückstände durch die Mikroorganismen erfolgt relativ schnell und Pflanzennährstoffe sind dadurch leicht verfügbar.

5.2.7 Anmerkung zu den Ergebnissen der Bodenuntersuchung

Es ist anzumerken, dass die Ergebnisse der Bodenbeprobung nur ein ungenaues Bild der realen Nährstoffgehalte der untersuchten Flächen zeigen können. Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, ein Beprobungsraster zu wählen, dass der Heterogenität des Standortes gerecht wird. Bei lediglich drei Entnahmestellen auf Flächen zwischen 18 - 25 ha Größe können die tatsächlichen Gegebenheiten nur annähernd erfasst werden.

Weiterhin geben die ermittelten Werte nur einen Einblick zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen früherer Bodenuntersuchungen ist nur eingeschränkt möglich, da die Untersuchungen unter anderen Umständen durchgeführt wurden (vorausgehende Witterung, Kultur, ggf. Düngung, und anderer Zeitpunkt). Die Nährstoffe im Boden unterliegen einer ständigen Dynamik und Verlagerung. Insgesamt wird der Aussagewert der Bodenanalyse dadurch eingeschränkt, dass die Nährstoffgehalte stark von der Witterung, der Entnahmetiefe der Bodenproben und dem Zeitpunkt der Probennahme abhängen. So wäre z. B. eine Untersuchung der Stickstoff- und Schwefelgehalte im Frühjahr günstiger gewesen.

5.3 Humusbilanz

Mit Hilfe der Humusbilanz wird überprüft, ob zwischen den humusaufbauenden und humusabbauenden Prozessen in Ackerböden ein Fließgleichgewicht besteht. Eine ausgeglichene Humusbilanz lässt auf eine Erhaltung des Humusvorrates im Sinne einer nachhaltigen Produktion schließen. Angestrebt wird ein Fließgleichgewicht von Mineralisation und Humifizierung im Bereich des standort- und bewirtschaftungsspezifischen Optimalgehaltes des Bodens an Humus (LEITHOLD & BROCK 2006). In seinem

Lehrbuch des Ackerbaus schrieb KLAPP (1958) auf die Frage, ob viehlos zu wirtschaften möglich sei: „Ja, wenn für genügend Humusergänzung gesorgt ist. Nein, wenn viehlos gleichbedeutend mit Humusmangel ist."

Die Ergebnisse der Humusbilanzierung fallen durchweg positiv aus (*Tabellen 9 - 11*). Auf allen drei untersuchten Flächen wurde ein Humussaldo von über 100 kg Humus-C/ha/a ermittelt. *Abbildung 5* zeigt, dass die Flächen alle im optimalen Bereich C liegen (leichte Standorte des Ökologischen Landbaus); die Flächen 17 und 18 sogar fast im Bereich der hohen Versorgung (D).

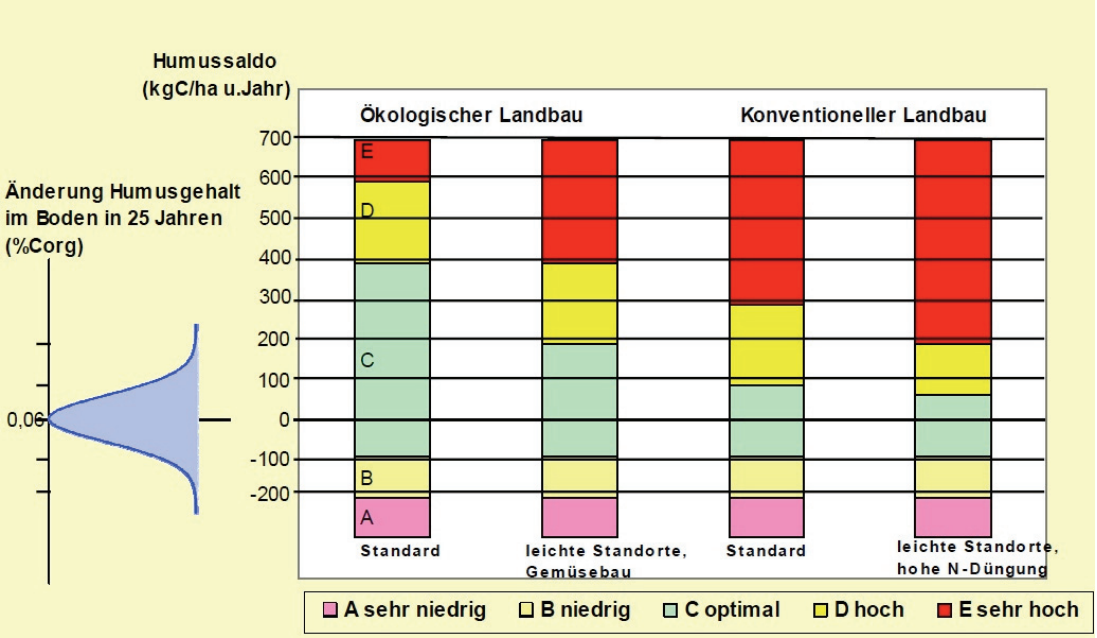


Abbildung 5: Bewertungsschema für die Humusversorgung (KOLBE 2006)

Bei der Humusbilanzierung wird deutlich, dass sich die nur in sehr geringem Maße erfolgende Abfuhr von organischer Substanz von den Flächen im Bioveganen Landbau positiv auf die Humusakkumulation auswirken kann. Da nur das Erntegut abgefahren wird und sämtliches Stroh auf den Flächen verbleibt, fallen die Bilanzen positiv aus. Dabei wurde in diesem Beispiel noch nicht einmal durch Düngung gezielt organisches Material auf die Flächen gebracht. Würden, wie in Kapitel 3.1.1.2 vorgeschlagen, pflanzliche Komposte zum Nährstoffausgleich gedüngt werden, könnten die Humussalden eventuell noch in die Gehaltsklasse D aufsteigen. Die Humusbilanz kann allerdings keine Aussagen zum tatsächlichen Humusgehalt und zur Humusqualität eines Ackerbodens machen (MÜLLER et al. 2006). Die Ergebnisse der Bodenbeprobung helfen hier weiter (siehe 5.2.4). Auch bei langjähriger Bewirtschaftung mit hohen Humussalden steigt der Humusgehalt im Boden nur sehr langsam an. Da durch die Gründüngung

dem Boden in erster Linie leicht zersetzbare organische Substanzen zugeführt werden, ist die Möglichkeit einer Humusanreicherung sehr gering. Zudem ist die häufige intensive Bodenbearbeitung, wie sie vom Betrieb Gut Wilmersdorf, vor allem auf den Unkraut-Problemflächen, praktiziert wird, humuszehrend.

Tabelle 9: Humusbilanz Schlag 4 (für Fruchtfolge)

Fruchtart	Humusbedarf	Humusreproduktion		
	[kg Humus-C ha^{-1}]	[kg Humus-C ha^{-1}]		
Kleegras	+ 600	+ 68,00		
Sommerweizen	- 280	+ 158,08		
Triticale	- 280	+ 274,08		
Peluschken**	+ 160	+ 13,60	Humussaldo	
Winterraps	- 280	+ 69,36	[kg Humus-C ha^{-1}]	
Triticale (mit KG-US)	- 280 + 200	+ 262,08	Fruchtfolge	pro Jahr
Summe	**- 160**	**+ 845,2**	**+ 685,2**	**+ 114,2**
Ein Humussaldo von 100,6 kg Humus-C ha^{-1} a^{-1} entspricht der Gruppe C (optimal).				

Tabelle 10: Humusbilanz Schlag 17 (für den Zeitraum 1997 - 2005)

Fruchtart	Humusbedarf	Humusreproduktion		
	[kg Humus-C ha^{-1}]	[kg Humus-C ha^{-1}]		
Winterroggen	- 280	+ 182,16		
Winterroggen (mit KG-US)	- 280 + 200	+ 216,00		
Kleegras	+ 600	+ 68,00		
Triticale	- 280	+ 367,20		
Sommerweizen (mit KG-US)	- 280 + 200	+ 127,36		
Kleegras	+ 600	+ 68,00	Humussaldo	
Winterweizen	- 280	+ 138,24	[kg Humus-C ha^{-1}]	
Peluschken**	+ 160	+ 13,60	im Zeitraum	pro Jahr
Summe	**+ 360**	**+ 1180,56**	**+ 1540,56**	**+ 192,57**
Ein Humussaldo von 173,87 kg Humus-C ha^{-1} a^{-1} entspricht der Gruppe C (optimal).				

Tabelle 11: Humusbilanz Schlag 18 (für den Zeitraum 1997 - 2005)

Fruchtart	Humusbedarf	Humusreproduktion		
	[kg Humus-C ha^{-1}]	[kg Humus-C ha^{-1}]		
Winterroggen	- 280	+ 226,08		
Phacelia** (ZF)	+ 97,6	+ 17,60		
Sommergerste (mit KG-US)	- 280 + 200	+ 158,48		
Kleegras	+ 600	+ 68,00		
Mais	- 560	+ 346,00		
Hafer (mit KG-US)	- 280 + 200	+ 219,12		
Kleegras	+ 600	+ 68,00	Humussaldo	
Sommergerste	- 280	+ 185,92	[kg Humus-C ha^{-1}]	
Winterroggen	- 280	+ 316,80	im Zeitraum	pro Jahr
Summe	**- 262,4**	**+ 1606,00**	**+ 1343,60**	**+ 149,29**
Ein Humussaldo von 148,75 kg Humus-C ha^{-1} a^{-1} entspricht der Gruppe C (optimal).				

* Peluschken-Erträge geschätzt (17 dt/ha)
** Phacelia-Ertrag geschätzt (22 dt/ha)

Es muss erwähnt werden, dass die Fruchtfolgen ständigen Veränderungen unterworfen sind (siehe folgendes Kapitel 5.4) und daher die Ergebnisse der Humusbilanzierung nur eine eingeschränkte Aussagekraft haben. Das Instrument der Humusbilanzierung ist zudem noch mit Ungenauigkeiten behaftet. Es basiert auf Daten von Dauerfeldversuchen und die Übertragung in die Praxis – andere Standorte mit unterschiedlichen klimatischen Verhältnissen, Bodentexturen, laufend wechselnden Fruchtfolgen – kann zu ungenauen Ergebnissen führen (Müller et al. 2006).

Im VDLUFA Standpunktpapier zur Humusbilanzierung wird auch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass für den Ökologischen Landbau eine Präzisierung des Humusbedarfs erforderlich ist (KÖRSCHENS et al. 2004). Hier besteht noch Forschungsbedarf. Erste Arbeiten von LEITHOLD (2004) lassen erkennen, dass die Anwendung der herkömmlichen Methoden (ROS, HE, VDLUFA) zur Humusbilanzierung im Ökologischen Landbau als Resultat erhebliche Überversorgungen der Böden mit organischer Substanz liefert, die nicht plausibel sind. Für den Ökologischen Landbau wird ein höheres Humusreproduktionsniveau als Ziel definiert (LEITHOLD & HÜLSBERGEN 1998).

5.4 Fruchtfolgen

In Bezug auf die Fruchtfolgen ist zu untersuchen, in wie weit sie zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit auf den Flächen des Betriebs Gut Wilmersdorf beitragen. Der Umfang der Möglichkeiten, den Fruchtfolgen zur Beeinflussung von Bodenfruchtbarkeitsparametern beitragen können, wurde bereits in Kapitel 3.2 beschrieben.

Es gibt auf dem Betrieb Gut Wilmersdorf keine festen Fruchtfolgen. Stattdessen wurden drei, nach Bodengüte differenzierte, Zielfruchtfolgen aufgestellt, die flexibel gehandhabt werden. Je nach Witterungsbedingungen, Ackerzustand und Vermarktungssituation werden die anzubauenden Fruchtarten gewählt; Problemflächen haben einen höheren Stilllegungs- bzw. Peluschkenanteil. Die folgende *Tabelle 12* zeigt die drei Zielfruchtfolgen.

Tabelle 12: Zielfruchtfolgen

Fruchtfolge 1	Fruchtfolge 2	Fruchtfolge 3
Ackerzahl > 50	Ackerzahl 30 - 50	Ackerzahl < 30
Stilllegung (US Vorjahr)	Stilllegung (US Vorjahr)	Stilllegung (US Vorjahr)
Winterweizen	Sommerweizen oder Hafer	Roggen
Roggen	Roggen	Roggen
Erbsen oder Lupinen	Erbsen oder Lupinen	
Triticale oder Dinkel	Roggen oder Dinkel	

Eine schematische Darstellung der Zielfruchtfolgen befindet sich im Anhang unter 8.6.

Gegen Wurzelunkräuter wurde eine Sanierungsfruchtfolge entwickelt, mit der bisher gute Erfahrungen gemacht wurden. Neben dem Anbau von Peluschken und Winterraps wird versucht, durch intensive Bodenbearbeitung mit Pflug, Scheibenegge und Flügelschargrubber das Wachstum der Wurzelunkräuter Distel und Quecke zu hemmen. Im Anhang unter 8.7 ist ersichtlich, dass auf Schlag 4 im Jahr 2002 eine solche Sanierungsfruchtfolge zum Einsatz kam.

Probleme mit der Fruchtfolgegestaltung:

In den letzten Jahren hielt sich der Betrieb nicht mehr exakt an die Vorgaben der Zielfruchtfolgen. Nach Aussagen des Produktionsleiters (PETERSEN 2006) sind die Fruchtfolgen zurzeit komplett flexibel und es sollen neue Fruchtfolgen entwickelt werden. Die Gründe hierfür sind Probleme bei der Abfolge Stilllegung – Winterung – Winterung, welche bei der Unkrautbekämpfung schwierig ist (Kamille und Windhalm setzen sich durch) und Ertragseinbußen zur Folge hat. Ferner wird in Zukunft auf den

Anbau von Hafer verzichtet, der durch Wassermangel mindere Qualität aufweist, sowie voraussichtlich auch der Rapsanbau aufgrund schlechter Erträge durch Befall mit Rapsglanzkäfern aufgegeben. Außerdem ist das Verfahren Wintergetreide mit Kleegrasuntersaat auf den stark heterogenen Flächen nicht optimal verlaufen. Das Getreide hat oft die Untersaat unterdrückt und im Kleegras ergaben sich dann große Lücken im Bestand, die von der Quecke gefüllt wurden. Zukünftig soll Sommergetreide mit einer Luzernegrasuntersaat angebaut werden, um dichtere Bestände zu erhalten (PETERSEN 2006).

Eine mögliche Fruchtfolge für leichtere Böden könnte in Zukunft wie folgt aussehen:

KLEEGRAS – SOMMERWEIZEN – WINTERUNG (TRITICALE ODER ROGGEN) – LUPINE – WINTERZWISCHENFRUCHT (Z. B. ÖLRETTICH) – SOMMERGERSTE MIT LUZERNE- ODER KLEEGRASUNTERSAAT

Hier werden die negativen Auswirkungen von zwei aufeinander folgenden Winterungen durch das Verfahren Kleegras – Sommerweizen – Winterung vermieden. Die Kleegrasstilllegung wird erst im Frühjahr umgebrochen. Durch das Verlegen des Pflügens ins Frühjahr wird die Stickstoffmineralisierung, die in bearbeiteten durchlüfteten Böden im Winter abläuft, vermieden.

Bei Betrachtung der angebauten Fruchtarten auf den untersuchten Beispielschlägen (siehe 4.1.4) ist zu erkennen, dass sich auch hier nur sehr vage an die Vorgaben der Zielfruchtfolgen gehalten wurde.
Generell basieren jedoch alle Fruchtfolgen auf einer einjährigen Kleegrasgrünbrache, die vordergründig die Stickstoffversorgung der nachfolgenden Früchte sicherstellen soll. Die Grünbrache wird als Untersaat in die Vorfrucht etabliert – Untersaaten gelingen zu 80 %, sonst Blanksaat im Frühjahr – und im Hauptnutzungsjahr mehrmals gemulcht bzw., wie im Kapitel 4.1.1 beschrieben, abgeweidet. Die Aufwuchsmasse wird vom Betrieb mit 80 - 90 dt TM/ha angegeben, unterliegt aber witterungsbedingt starken Schwankungen. Wenn der Niederschlag fehlt, was oft im Frühsommer der Fall ist, stellen die Leguminosen ihr Wachstum ein und binden auch keinen Luftstickstoff mehr. Die Biomasse der Stilllegung verbleibt komplett auf den Flächen und trägt wesentlich zum Aufbau des Humus bei. Eine zukünftige Nutzung der Aufwüchse zur Produktion von Energie aus Biogas ist in Planung. Die dabei entstehenden Gärrückstände könnten als Dünger mit leicht verfügbaren Nährstoffen bedarfsgerecht auf den Ackerflächen ausgebracht werden.

Der Stilllegungsanteil wird vom Betrieb mit 24 % angegeben. Die Zielfruchtfolgen 1 und 2 kommen jedoch nur auf einen Stilllegungsanteil von 17 %. Im Literaturteil unter 3.2.2 wurde ein Grünbracheanteil von mindestens 25 % genannt. Es könnte also zu Problemen mit der Stickstoffversorgung kommen, allerdings hat Gut Wilmersdorf durch den Anbau von Erbsen und Lupinen noch andere Leguminosen im Programm. Der Anbau von Zwischenfrüchten gestaltet sich aufgrund der geringen Niederschläge (siehe 4.1.3) problematisch. Vor allem für Winterzwischenfrüchte reicht der Bodenwasservorrat im Herbst meist nicht mehr aus.

Eine schematische Darstellung der Fruchtfolgen auf den Beispielschlägen mit Daten zur Düngung, Bodenbearbeitung, Erträgen und Witterungsbedingungen befindet sich im Anhang unter 8.7.

5.5 Nährstoffe

Aus den Ergebnissen der Bodenbeprobung wird – mit den unter 5.2.7 gemachten Einschränkungen – deutlich, dass die untersuchten Böden um Wilmersdorf, ausgehend von einem standortbedingten geringen Nährstoffgehalt, durch landwirtschaftliche Nutzung über die Jahre an Nährstoffen zunehmend verarmen. Es wird davon ausgegangen, dass die Situation auf den restlichen Flächen des Betriebes ähnlich ist. Überwiegend liegen die Nährstoffgehalte in den Gehaltsklassen A und B. Das liegt vermutlich daran, dass nur in sehr geringem Maße eine Nährstoffersatzwirtschaft betrieben wurde und kontinuierlich Nährstoffe über das Erntegut und durch unvermeidliche Verluste aus dem System exportiert wurden. Zudem ist bei den sandigen Böden nur mit einer unwesentlichen Nachlieferung von Nährstoffen durch Verwitterungsprozesse zu rechnen. Auf einzelnen Flächen wurden Düngungsmaßnahmen durchgeführt (siehe 4.1.4). Vom Betrieb gibt es aber kein konsequentes Düngungskonzept zum Ersatz der entzogenen Nährstoffe. Es kam im Ökologischen Landbau zugelassener Mineraldünger zum Einsatz, jedoch keine organischen Düngemittel.

Das Problem der schleichenden Verarmung der Böden wurde von dem Betrieb erkannt. Man ist sich bewusst, dass das Ertragsniveau und die Bodenfruchtbarkeit ohne Nährstoffersatz nicht aufrechterhalten werden können. LOGES & HEUWINKEL (2004), die im Rahmen einer Untersuchung viehloser Öko-Ackerbaubetriebe (SCHMIDT 2004) auch Gut Wilmersdorf analysiert haben, stellen fest: „Wenn langfristig kein Raubbau an der Bodenfruchtbarkeit betrieben werden soll, dann muss rechtzeitig mit Erhaltungsdüngung begonnen werden.“ Eine organische Düngung mit Getreideschlempe wird

z. Zt. diskutiert und soll in den nächsten Jahren erprobt werden. Hier ist jedoch fraglich, in wie weit diese Nährstoffquelle mit den Grundsätzen des Ökologischen Landbaus vereinbar ist. Die Getreideschlempe wird wahrscheinlich aus konventionell erzeugtem Roggen stammen, der mit leichtlöslichem Mineraldünger versorgt wurde. Es würden sich also indirekt Nährstoffe zu Nutzen gemacht, die im Ökolandbau nicht zugelassen sind.

Durch die geplante Biogasanlage könnte das Nährstoffmanagement verbessert werden und mit dem dann zur Verfügung stehendem mobilen Dünger könnten Nährstoffverluste vermieden und die Erträge gesteigert werden.

5.6 Fazit Gut Wilmersdorf

Es ist festzustellen, dass der Betrieb Gut Wilmersdorf zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht nachhaltig und auf Kosten der Bodenfruchtbarkeit wirtschaftet. Dem Boden durch Ernte und Verluste entzogene Nährstoffe werden nicht (oder nur in geringem Umfang) durch Düngung ersetzt. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann sich diese extraktive Wirtschaftsweise in geringeren Erträgen ausdrückt. Die viehlose und quasi Biovegane Landbewirtschaftung zeigt sich in diesem Betriebsbeispiel als nicht nachhaltiges Verfahren. Das liegt daran, dass hier nicht das volle Potential von bodenfruchtbarkeits-erhaltenden und -fördernden Möglichkeiten, die im Bioveganen Landbau zur Verfügung stehen, ausgeschöpft wird. Seit der Umstellung auf viehlose Bewirtschaftung 1992 hat das System funktioniert, aber die Erträge werden in Zukunft vermutlich einknicken, wenn die Bodennährstoffvorräte weiter aufgezehrt werden. Vorstellbar wäre auch eine Beteiligung der aktiven Nährstoffmobilisierung nach SCHELLER (siehe 3.1.1.3), aufgrund derer das Ertragsniveau bislang stabil geblieben ist. Zur genauen Abschätzung der Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit und letztendlich zur abgesicherten Bewertung des Systems fehlen aber langjährige Daten zu den Nährstoff- und Humusgehalten der Böden. Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Analysen stellen lediglich einen Orientierungswert dar und können als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen.

Abgesehen von der Nährstoffersatzproblematik steht der Betrieb Gut Wilmersdorf aber recht gut da. In der Fruchtfolgegestaltung wird mit ausreichend Leguminosenanbau eine gute Grundlage für die Bodenfruchtbarkeit geschaffen. Es kommen standortangepasste Kulturen zum Einsatz und der Boden ist meist ganzjährig bedeckt, was sich positiv auf die Bodengare auswirkt und Erosion verhindert. Das Anbauprogramm und die Gründüngung, vor allem auch durch den Verbleib des gesamten Strohs auf den Flächen, sorgen für positive Humussalden und minimalen Nährstoffexport.

5.7 Fazit Bioveganer Landbau

Biovegane Landwirtschaft stellt sich als eine Alternative zur heutigen herkömmlichen Konventionellen und Ökologischen Landwirtschaft dar. Sie ist ein Landnutzungskonzept, das höchsten Ansprüchen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Schonung der Umwelt gerecht werden will. In Form des viehlosen Ökologischen Landbaus, der bei dem Verzicht auf Import von tierischen Düngemitteln quasi als Biovegane Landwirtschaft bezeichnet werden kann, findet diese Wirtschaftsweise heute zunehmend Verbreitung. SCHMIDT (2004) bestätigt, dass „der Anteil viehloser (ökologischer) Betriebe in Zukunft wahrscheinlich weiter steigen wird". Allerdings sind dies größtenteils aus ökonomischen Gründen spezialisierte Öko-Marktfruchtbetriebe, deren nutztierlose Wirtschaftsweise nicht vordergründig aus ethischen oder umweltschonenden Motiven geschieht. Mit einem zunehmenden Bewusstsein für die Verknappung der lebenswichtigen Ressourcen unserer Erde und den vielen negativen Auswirkungen herkömmlicher Landbewirtschaftung werden aber gerade diese Motive verstärkte Bedeutung gewinnen und mit ihnen die notwendige Akzeptanz für den Bioveganen Landbau.

Die Erkenntnis, dass Bioveganer bzw. viehloser Öko-Ackerbau in der Praxis funktionieren kann und kein exotischer Sonderfall mehr ist, findet immer weitere Verbreitung. So schreibt EIMER (2003): „Vermutlich bestätigt sich die Annahme vieler Autoren (SEKERA 1984, LAMPKIN 1990, HERRMANN & PLAKOLM 1991), dass es durchaus möglich ist, die viehlose Wirtschaftsweise im Ökologischen Landbau erfolgreich zu praktizieren. Allerdings deutete sich auch an, dass nur eine ausgewogene und vielfältige Fruchtfolge, mit einem genügenden Anteil an legumen Hauptfrüchten und einer guten Ausstattung mit Zwischenfrüchten, die Stabilität der Ertragsniveaus einiger Fruchtarten, besonders der des Weizens, gewährleisten kann." Und SCHMIDT (2004) resümiert: „In der Praxis gibt es eine ganze Reihe von Öko-Ackerbaubetrieben, die augenscheinlich erfolgreich viehlos wirtschaften." Dabei muss erwähnt werden, dass es *den* Bioveganen Landbau oder viehlosen Öko-Ackerbau als solchen nicht gibt. Wenn ein Betrieb erfolgreich nach diesen Verfahren wirtschaftet, heißt das nicht, dass diese uneingeschränkt auf andere Betriebe übertragbar sind. In der Praxis sind alle Landwirtschaftsbetriebe Einzelfälle (unterschiedliche Standortbedingungen, Interessen des Betriebsleiters, Kapitalausstattung, etc.) mit sich ständig weiter entwickelnden individuellen Anbausystemen. Daher müssen auch für jeden Betrieb angepasste Lösungen gefunden werden.

Meiner Meinung nach ist das Hauptproblem im Bioveganen Landbau aus pflanzenbaulicher Sicht die langfristige Versorgung der Kulturen mit ausreichend Nährstoffen, um den Entzug durch Ernteprodukte und die immer auftretenden produktionsbedingten Nährstoffverluste auszugleichen. Die Beachtung der Besonderheiten der Bioveganen Wirtschaftsweise, wie vielfältige, standortangepasste und ausgeglichene Fruchtfolgen mit ausreichendem legumen Stilllegungsanteil, vorausgesetzt, stellt die Düngung, gerade auf armen Standorten, bei den eingeschränkten Nährstoffquellen den Knackpunkt für ein nachhaltiges Wirtschaften dar.

Bioveganer Landbau darf kein aus Kurzsichtigkeit resultierendes extraktives Landnutzungssystem sein. Die Auswirkungen heutigen Wirtschaftens werden teilweise erst Jahrzehnte später deutlich; die Veränderung der Bodennährstoffvorräte vollzieht sich langsam und ist nicht leicht zu erkennen. Nachhaltig Wirtschaften bedeutet auch, die zukünftigen Folgen gegenwärtigen Handelns abschätzen zu können. Die Vorschläge aus dem Literaturteil zum Nährstoffersatz zeigen einerseits Möglichkeiten auf, lassen aber auch noch viele Fragen zur letztendlichen Praktikabilität ungeklärt. Hier ist weitere Forschung von Nöten. Es ist noch ein langer Weg, bis der, nach meiner Auffassung, Optimalzustand geschlossener Nährstoffkreisläufe in Bezug auf die Rückführung der in menschlichen Ausscheidungen enthaltenen Nährstoffe realisiert ist. Ob die Pflanzen nun mit den Abprodukten von Rindern, Schweinen oder Hühnern ernährt werden oder mit denen von Menschen, dürfte keine Rolle spielen. Bis verlässliche Forschungsergebnisse zu dieser Düngungsmethode vorliegen und eine praktische Durchführung möglich ist, empfiehlt sich zur Verbesserung des Nährstoffmanagements in Bioveganen Betrieben die schon heute mögliche Kompostierung von organischem Material unterschiedlicher Herkunft (Bioabfall, Grünschnitt von kommunalen Flächen, Gärten, aus der Landschaftspflege) oder die Kombination der Landwirtschaft mit der Produktion von Biogas. Diese würde neben der Erzeugung von CO_2-neutraler Energie eine mobile Nährstoffquelle zur termingerechten Düngung, vor allem stickstoffbedürftiger Kulturen, liefern und eine Nutzung der Grünbracheaufwüchse ermöglichen. Allerdings sind die Kosten einer solchen Anlage oft zu hoch für einzelne Betriebe. Dieses Problem könnte durch gemeinschaftlich betriebene Anlagen gelöst werden, wodurch dann auch eine höhere und effizientere Auslastung gegeben wäre.

Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass ökonomische Aspekte, die in unserem gegenwärtigen marktwirtschaftlichen System jedes Wirken grundsätzlich mitbestimmen, in dieser Arbeit keine Beachtung gefunden haben. Die Biovegane Landwirtschaft

ist keine Höchstertragslandwirtschaft, die bestrebt ist, mit großem Aufwand Maximalerträge zu erzielen. Im Gegensatz dazu ist sie eher ein extensives Landbewirtschaftungsverfahren, über welches sich u. a. auch Ziele im Naturschutz, deren ökonomische Bewertung heutzutage noch als eher unbedeutend angesehen wird, besser realisieren lassen. Die Beurteilung der Produktivität und ökonomischen Machbarkeit bleibt also weiteren Forschungsaktivitäten überlassen.

5.8 Ausblick

Die Frage, ob der Biovegane Landbau per se kritischer zu beurteilen ist als der ökologische Gemischtbetrieb oder sogar mit dem Anspruch auf Nachhaltigkeit des Ökolandbaus nicht vereinbar ist, kann auf Basis des derzeitigen Erkenntnisstandes nicht schlüssig beantwortet werden. Bisher gibt es zu wenige schon über Jahrzehnte viehlos wirtschaftende Betriebe bzw. langfristige, vergleichende Versuche zu diesem Thema. Allein aus dem Wissen um die große positive Wirkung von Futterbau und Wirtschaftsdüngern auf Boden und Pflanze kann nicht sicher gefolgert werden, dass Systeme ohne diese Komponenten nicht nachhaltig funktionieren können (SCHMIDT 2004). Die vorliegende Arbeit soll mithelfen, die nutztierlose Landwirtschaft zu erforschen, da Landwirte, die aus ethischen, ökologischen und holistischen Motiven biovegan wirtschaften wollen, ein wissenschaftliches Fundament für ihr Wirken brauchen. Die Arbeit leistet einen Beitrag zur Verbreitung des Wissens über diese umwelt- und ressourcenschonende Form der Landwirtschaft und soll mithelfen zu zeigen, dass Lebensmittelproduktion ohne den „Umweg“ über das Tier möglich ist.

6 Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit wird ein Überblick über den Bioveganen Landbau gegeben und seine Leistung in Bezug auf die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit anhand der aktuellen Literatur und eines praktischen Betriebsbeispiels untersucht. Der Biovegane Landbau ist bestrebt, die Vorteile des Ökologischen Landbaus und des Veganismus zu verbinden, um so möglichst umweltgerecht und nachhaltig, sowie mit einem ethischen Unterbau Lebensmittel und pflanzliche Rohstoffe zu erzeugen. Dies soll durch den generellen Verzicht auf Nutztierhaltung und Verwendung tierischer Produkte erreicht werden.

Bioveganer Landbau hat sich als Alternative zur herkömmlichen Landwirtschaft entwickelt, die Mitverursacher einer Ökologischen Krise ist, in der sich unsere Welt heute befindet. Die Tierhaltung mit ihrem hohen Bedarf an Energie, Fläche, Wasser und pflanzlichen Kalorien, sowie den hohen klima-, boden- und wasserschädlichen Emissionen hat daran erheblichen Anteil. Da der Biovegane Landbau eine Reaktion auf die sich langsam immer mehr durchsetzende Erkenntnis der negativen Auswirkungen der herkömmlichen Landwirtschaft ist, ist er ein noch relativ junges Konzept der Landbewirtschaftung und noch im Aufbau begriffen. Neben einem Anbauverband in England gibt es mittlerweile Netzwerke in Österreich und Deutschland, die sich für die Verbreitung und Förderung des Bioveganen Landbaus einsetzen. Landwirte, die nach bioveganen Verfahren wirtschaften, können sich in den Verbänden des Ökologischen Landbaus organisieren, da diese (mit Ausnahme des Demeter Verbandes für biologisch-dynamische Landwirtschaft) nutztierlose Landwirtschaft nicht ausschließen. Bioveganer Landbau unterscheidet sich von dem mittlerweile relativ weit verbreiteten und stetig wachsenden viehlosen Ökologischen Landbau darin, dass nicht nur keine Tiere auf dem Betrieb gehalten werden, sondern auch keine tierischen Düngemittel aus betriebsfremden Quellen eingesetzt werden. Außerdem sind ethische Überlegungen, die den Tieren und der Mitwelt des Menschen einen höheren Wert, als es bei dem heutzutage (nicht nur) in der Landwirtschaft weit verbreiteten anthropozentrischen Weltbild der Fall ist, einräumen, ein häufiges Motiv für Bioveganen Landbau.

Im Literaturteil der Arbeit habe ich mich mit den Besonderheiten des Bioveganen Landbaus in Bezug auf die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit beschäftigt und dabei festgestellt, dass der Hauptunterschied zum Ökologischen Landbau die noch stärker eingeschränkten Möglichkeiten zur Pflanzenernährung sind. Im Folgenden habe ich potentielle alternative Nährstoffquellen erläutert. So käme als möglicher Ersatz für

tierische Ausscheidungen zur Düngung der Kulturpflanzen etwa der menschliche Urin in Frage. Durch diesen könnten 60 - 90 % der Nährstoffe rezykliert werden, was auch im Sinne einer nachhaltigen Landnutzung erstrebenswert ist. Die Fruchtbarkeit der Böden Chinas, Koreas und Japans konnte auf diese Weise über Jahrtausende aufrechterhalten werden. Eine weitere Nährstoffquelle stellen unterschiedliche organische Materialien dar, die in Form von Kompost oder nach Vergärung in einer Biogasanlage als Pflanzenjauche zur Düngung eingesetzt werden könnten. Dafür bieten sich Bioabfälle, Grünschnitt von kommunalen Flächen und Gärten sowie Nebenprodukte der industriellen Verarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen wie Getreideschlempe oder Vinasse an. Durch diese Form der organischen Düngung werden auch positive Effekte auf die Humusversorgung und die pH-Werte der Böden erreicht. Erwähnung fand noch eine weitere mögliche Nährstoffquelle, die bei jeder Form der Bodennutzung eine Rolle spielt und keine Düngungsmaßnahme im eigentlichen Sinn darstellt: die aktive Nährstoffmobilisierung der Pflanzen und Mikroorganismen. Durch sie sollen die Pflanzen in der Lage sein, aus dem Mineralkörper des Bodens spezifische benötigte Nährstoffe selbstständig über Wurzelausscheidungen oder mit Hilfe von Mikroorganismenaktivität zu lösen.

Neben den Besonderheiten der Nährstoffversorgung und Düngung im Bioveganen Landbau stellt diese Wirtschaftsweise bestimmte Ansprüche an die Fruchtfolgegestaltung. Wichtig ist die Einhaltung eines Mindestanteiles an Leguminosen (25 - 30 %) in der Fruchtfolge, da diese die einzige Stickstoffquelle darstellen, wenn keine organische Düngung stattfindet. Die Leguminosenbestände sollten gut entwickelt sein, um ihr volles Potential entfalten zu können. Es sollten vielgliederige, sogenannte „weite“ Fruchtfolgen mit hoher Diversität, zur optimalen Ausnutzung der Bodenfruchtbarkeit angebaut werden. Unerlässlich ist auch die Gründüngung mit ihren positiven Eigenschaften auf die Bodenfruchtbarkeit. Da es für die Aufwüchse der Stilllegung und anderer Gründüngungsaufwüchse keine Nutzungsmöglichkeit in Form von Verfütterung an Tierbestände gibt, verursachen diese aus ökonomischer Sicht nur Kosten im bioveganen Betrieb. Als mögliche Lösung wird hier die Nutzung des Schnittgutes in einer Biogasanlage genannt, welche zusätzlich einen mobilen Dünger in Form von Biogasjauche zur bedarfsgerechten Düngung liefert. Über die Fruchtfolgegestaltung sollten auch mögliche Nährstoffverluste durch Verlagerung und Auswaschung reduziert werden, was durch den Anbau von Zwischenfrüchten als so genannte *catch crops* realisiert werden kann.

Im praktischen Teil dieser Arbeit wurde anhand eines Beispielbetriebes untersucht, welche Auswirkungen Bioveganer Landbau auf die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit hat. Auf dem rund 1000 ha großen viehlos ökologisch wirtschaftenden Marktfruchtbetrieb Gut Wilmersdorf wurden auf drei Beispielschlägen Bodenuntersuchungen durchgeführt, Humusbilanzen errechnet und die Fruchtfolgen analysiert. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen liefern für die Böden aus lehmigem Sand bis stark sandigem Lehm nur sehr niedrige Nährstoffgehalte (bis auf Kalium) und pH-Werte überwiegend im stark sauren Bereich. Als Ursache wird die nur vereinzelt erfolgte Düngung der seit 1992 viehlos bewirtschafteten Flächen gesehen. Die ermittelten Werte für den Kohlenstoffgehalt und die Ergebnisse der Humusbilanzierung deuten an, dass durch die intensive Gründüngung (u. a. Verbleib sämtlichen Strohs auf den Flächen) standorttypische Verhältnisse vorliegen und sich der Humusgehalt durch die positiven Bilanzsalden in Zukunft erhöhen kann. Die Fruchtfolgen basieren auf einer einjährigen Kleegrasstilllegung, die mehrmals gemulcht wird. Die gesamten Stilllegungsaufwüchse tragen zur Humusreproduktion bei. Eine zukünftige Nutzung der Aufwüchse in einer Biogasanlage wird z. Zt. diskutiert. Der Zwischenfruchtanbau gestaltet sich aufgrund häufigen Wassermangels schwierig. Vor allem für Winterzwischenfrüchte reicht der Bodenwasservorrat im Herbst meist nicht mehr aus.

Durch die seit der Umstellung auf viehlose Wirtschaftsweise nur in geringem Maße durchgeführte Düngung, nimmt der Nährstoffgehalt der von Natur aus armen Böden kontinuierlich ab. Durch das Erntegut und unvermeidbare Verluste werden ständig Nährstoffe von den Flächen weggeführt. Überwiegend liegen die Nährstoffgehalte in den VDLUFA-Gehaltsklassen A und B. Um die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu erhalten muss mit einer Erhaltungsdüngung begonnen werden. Als mögliche Nährstoffquelle kommt der Einsatz von Getreideschlempe in Frage.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann bei dem untersuchten Beispielbetrieb keine nachhaltige Wirtschaftweise festgestellt werden. Ohne Düngung wird die Bodenfruchtbarkeit zurückgehen und mit ihr die Erträge. Es kann von einer extraktiven Wirtschaftsweise gesprochen werden. Das liegt daran, dass hier nicht das volle Potential von bodenfruchtbarkeitserhaltenden und -fördernden Möglichkeiten, die im Bioveganen Landbau zur Verfügung stehen, ausgeschöpft wird.

Generell bietet Biovegane Landwirtschaft die Möglichkeit, auf umweltgerechte und ressourcenschonende Art, Lebensmittel und pflanzliche Rohstoffe ohne Tiernutzung zu erzeugen. Mittlerweile findet die nutztierlose Landwirtschaft verstärkt Zustimmung und

wird allgemein akzeptiert, was sicher auch an der zunehmenden Erforschung liegt. Die Zahl der Betriebe, die viehlosen Öko-Ackerbau betreibt steigt ständig. Diese Arbeit trägt dazu bei, dass vielleicht auch der Biovegane Landbau weitere Verbreitung findet.

7 Literaturverzeichnis

7.1 Literatur

AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage, Hannover.

AIGNER, A. (2006): Fruchtfolgegestaltung. In: Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft. 12. Auflage 2006, BLV Buchverlag, München, 182.

BAEUMER, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. 3. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, 257, 385, 386.

BECKETT, J. L. & OLTJEN, J. W. (1993): Estimation of the water requirement for beef production in the United States. Journal of Animal Science 71, 818-826.

BIOLAND (1991): Bioland-Richtlinien. Bioland-Verband für organisch-biologischen Landbau, Uhingen.

BIOLAND (1994): Bioland-Richtlinien. Bioland-Verband für organisch-biologischen Landbau, Uhingen.

BOGUSLAWSKI, E. v. (1981): Ackerbau. Grundlagen der Pflanzenproduktion. DLG Verlag, Frankfurt/Main, 258.

CAPRIEL, P. (2006): Humus. In: Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft. 12. Auflage 2006, BLV Buchverlag, München, 43, 44.

DAVID, C., FABRE, B., GAUTRONNEAU, Y. (1996): Towards modelling the conversion of stockless farming to organic farming. On-farm research in South East of France. In: KRISTENSEN, N. H., HØGH-JENSEN, H. (eds.): New Research in Organic Agriculture. IFOAM, Ökozentrum Imsbach, Tholey-Theley, 23-27.

EIMER, M., SCHMIDTKE, K., RAUBER, R., INHETVEEN, H. (2004): Ökologischer Landbau ohne Nutztiere. In: Gäa-Journal 4/04, 23-25.

EIMER, M. (2003): Ökologischer Landbau ohne Nutztiere. Empirische Studie von 16 Marktfruchtbetrieben. Masterarbeit, Universität Göttingen.

ENZLER, J. & SCHNECK, H. (2006): Ökologischer Landbau. In: Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft. 12. Auflage 2006, BLV Buchverlag, München, 965.

FORSCHUNGSRING FÜR BIOLOGISCH-DYNAMISCHE WIRTSCHAFTSWEISE (2002): Demeter Richtlinien, Erzeugung. Forschungsring, Darmstadt.

FRAGSTEIN, P. v. (1996): Organic arable farming – a contradiction? In: VAN ITTERSUM (et al.): Forth congress of the ESA – Book of abstracts, Volume II. European society of agronomy, Colmar Cedex, NL, 438-439.

GORKE, M. (1999): Artensterben. Von der ökologischen Theorie zum Eigenwert der Natur. Klett-Cotta Verlag, Stuttgart.

GRONAUER, A. & HELM, M. (1994): Bioabfallkompost im Ökologischen Landbau - ein Januskopf? In: Ökologie & Landbau, 4/1994, 19-23.

HAMPL, U. (1996): Gründüngung. Leopold Stocker Verlag, Graz.

HEGE, U. & PERETZKI, F. (2006): Pflanzenernährung und Düngung. In: Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft. 12. Auflage 2006, BLV Buchverlag, München, 241, 253.

KING, F. H. (2005): 4000 Jahre Landbau in China, Korea und Japan. Organischer Landbau Verlag Kurt Walter Lau, Xanten.

KLAPP, E. (1958): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. 5. Auflage, Parey Verlag, Stuttgart

Kolbe, H. (2006): Leistungsfähigkeit von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit für das Nährstoffmanagement des Ökologischen Landbaus. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich pflanzliche Erzeugung, Leipzig.

KÖNEMANN, E. (1925): Viehloser Ackerbau - natürliche Bodenbearbeitung. TAO - Monatsblätter für Verinnerlichung und Selbstgestaltung 11,1-20 (Nachdruck in Organischer Landbau 7 (4), 1964, 63-64, 75-76, 7(5), 103-104)

KÖNEMANN, E. (1939): Biologische Bodenkultur und Düngewirtschaft. Verlag Siebeneicher, Tutzing

KÖRSCHENS, M. et al. (2004): Standpunkt Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. VDLUFA, Bonn.

KRÄMER, G. & SCHEFFLER, M. (2001): Verschwendung durch Fleisch. In: Atlas der Weltverwicklungen. Welthaus Bielefeld, Peter Hammer Verlag, Wuppertal, 41.

KTBL (Hrsg.) (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 13. Auflage, Darmstadt, 238, 293.

LANGLEY, G. (1999): Vegane Ernährung. Echo Verlag, Göttingen

LEITHOLD, G. & HÜLSBERGEN, K.-J. (1998): Humusbilanzierung im Ökologischen Landbau. In: Ökologie & Landbau 105, 32-35.

LOCHMANN, G. (1985): Möglichkeiten eines biologischen Landbaus ohne Viehhaltung. Diplomarbeit, Universität Göttingen.

LOGES, R. & HEUWINKEL, H. (2004): Kommentare zu Betriebsbeispiel 3. In: SCHMIDT (Hrsg.) Viehloser Öko-Ackerbau. Beiträge. Beispiele. Kommentare. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Wissenschaftliche Schriftenreihe Ökologischer Landbau Band 2, Verlag Dr. Köster, Berlin, 87.

MENZEL, C. (2001): Studie zum bio-veganen Landbau in Deutschland – erste Erhebungen unter Bioland Betrieben. Vegetarier-Bund Deutschlands e.V, Hannover.

MEYER, J. & HEß, J. (1997): Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? In: Ökologie & Landbau 103, 18-22.

MIERSCH, M. & VETTER, R. (1999): Stickstoffversorgung und -dynamik in Fruchtfolgen vieharmer Betriebe des ökologischen Landbaus. Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung Müllheim (IfUL), 31, 88.

Müller, C. et al. (2006): Bodenschutz. In: Pflanzliche Erzeugung. Die Landwirtschaft. 12. Auflage 2006, BLV Buchverlag, München, 89, 90.

NATURLAND (1994): Naturland-Richtlinien. Naturland-Verband für naturgemäßen Landbau e. V., Gräfelfing.

REGENWURM Nr. 20 (2005): Biovegane PraktikerInnenliste. BioVegaN, Wien, 20.

RIECK, C. (2001): Sinnvolle Verwertungsstrategien für menschlichen Urin. Diplomarbeit, Universität Kassel.

ROSCHKE, M. (2005): Versorgungszustand Brandenburger Böden mit Hauptnährstoffen. Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Abt. 4, Ref. 43 Acker- und Pflanzenbau.

ROSCHKE, M. et al. (2000): Rahmenempfehlungen zur Düngung 2000 im Land Brandenburg. Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.), Frankfurt (Oder).

SAUERBECK, B. & HELAL, M. (1989): Carbon Turnover in the Rhizosphere. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 152, 211-216.

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 115, 270.

SCHELLER, E. (1992): Die Düngungspraxis im ökologischen Landbau - unverantwortlich oder wissenschaftlich fundiert? In: VOGTMANN, H. (Hrsg.): Ökologische Landwirtschaft - Landbau mit Zukunft. Alternative Konzepte 70, Verlag Müller, Karlsruhe, 93-110.

SCHMIDT, H. (1997): Viehlose Fruchtfolge im Ökologischen Landbau. Auswirkungen systemeigener und systemfremder Stickstoffquellen auf Prozesse im Boden und die Entwicklung der Feldfrüchte. Dissertation, Universität Kassel, Fachbereich Landwirtschaft, internationale Agrarentwicklung und ökologische Umweltsicherung.

SCHMIDT, H. (2004): Viehloser Öko-Ackerbau. Beiträge. Beispiele. Kommentare. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Wissenschaftliche Schriftenreihe Ökologischer Landbau Band 2, Verlag Dr. Köster, Berlin, 90, 191.

SCHMIDT, H. (2004): Ergebnisse einer Beraterumfrage zum viehlosen Öko-Ackerbau. In: SCHMIDT, H. (Hrsg): Viehloser Öko-Ackerbau. Beiträge. Beispiele. Kommentare. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Wissenschaftliche Schriftenreihe Ökologischer Landbau Band 2, Verlag Dr. Köster, Berlin, 5.

SCHMIDT, H., & HACCIUS, M. (1992): EG-Verordnung „Ökologischer Landbau". Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim und Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.

SCHMIDT, H., v. FRAGSTEIN, P., KÖLSCH, E., RAKETE, P. (1995): Die Bedeutung der Grünbrache für viehlose Betriebe. In: Ökologie & Landbau 95, 32-33.

SCHNECK, H. (2004): Kulturbeschreibungen zum Öko-Landbau. BLE 2004, H. Drangmeister, AID.

SEKERA, M. (1984): Gesunder und kranker Boden. Leopold Stocker Verlag, 5. Auflage, Graz-Stuttgart.

SEYFERT, F. & RUNGE, H. (1964): Landwirtschaftliche Wetterkunde. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

SIMON, W. & WERNER, W. (1963): Der Einfluss von Futterpflanzen als Haupt- und Zwischenfrüchte auf die Erträge und Fruchtbarkeit verschiedener Böden, Teil III: Erträge von Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Futterpflanzenanteil auf Lehmböden in feuchter Lage. Albrecht-Thaer-Archiv, 7, 261-288.

SPOHN, L. (1992): Viehloser Ökologischer Landbau. Diplomarbeit, Fachhochschule Rheinland-Pfalz, Abteilung Bingen.

SPOHN, L. & NEUERBURG, W. (1993): Viehloser Ökologischer Landbau. Erfahrungen aus der Praxis. In: Ökologie & Landbau 85, 43-45.

STOPES, C., BULSON, H., WELSH, J., WOODWARD, L. (1996): Stockless organic farming - Research Review 1987-1995. Elm Farm Research Centre, Hamstead Marshall, GB.

THAER, A.D. & BENEKE, J.C. (1799): Annalen der Niedersächsischen Landwirtschaft. 1. Jg. 2. St., Celle, Anm. 258.

VOGT, G. (2000): Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim.

WILHELM, S. (1989): Gründüngung in viehlos-biologisch wirtschaftenden Betrieben. Diplomarbeit, Universität Kassel.

WOLF, B. (2000): Veganismus aus wissenschaftlicher Sicht. Arbeitskreis vegane ErnährungswissenschafterInnen. Universität Wien.

WRANKMORE, A. (1990): Mineralisation von Ernte- und Wurzelrückständen verschiedener Vorfrüchte sowie deren Wirkung auf die N_{an}-Dynamik des

Bodens und auf die Ertragsbildung von Winterweizen. Dissertation, Universität Halle.

ZIMMER, J. & DITTMANN, B. (2003): Nährstoffbilanzen im Ökologischen Landbau unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme. 115. VDLUFA-Kongreß, Kurzfassungen der Referate. VDLUFA-Verlag 2003, 8-9

ZIMMERMANN, J. (2002): Ethische Fragen zur Notwendigkeit der Tierhaltung in der Landwirtschaft. Diplomarbeit, Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 5, 65.

WBGU (Hrsg.) - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1994): Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994, Bonn.

7.2 Mündliche Quellen

PETERSEN, H. (Produktionsleiter auf Gut Wilmersdorf): Gespräche 2005 und 2006.

7.3 Internetquellen

SONNENSEITE.COM, Meldung vom 21.2.2006 „Ökolandwirtschaft wächst 2005 weltweit um 20 Prozent“, Franz Alt.
http://sonnenseite.com/index.php?pageID=6&news:oid=n4662&synlink:docID=&synlink:linkID=1&template=news_detail.html

SASSE, A. (2006): Präsentation auf der IOSDV-Wintertagung im März 2006 in Rauischholzhausen.
http://www.agrar.hu-berlin.de/struktur/institute/pfb/struktur/ackerpflanzenb/for/iosdv.pdf

CIELEJEWSKI, H. (2002): Tendenzen in der Rindviehhaltung. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen.
http://www.landwirtschaftskammer.com/fachangebot/technik/bauberatung/tendenzen-rindviehhaltung.htm

GUT WILMERSDORF: Analyseergebnisse der angebauten Kulturen.
http://gut-wilmersdorf.de/Kulturen.htm

KINDT, M. (2004): Ideensammlung zum Thema „Fleischeslust“.
http://www.inform24.de/fleisch.html#oeko

LEITHOLD, G. (2004): Humusversorgung im Ökologischen Landbau: Analyse und Bewertung des Humushaushaltes mit Hilfe von Humusbilanzen. Giessener Elektronische Bibliothek.
http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2004/1446/pdf/LeitholdGuenter-2004-03-04.pdf

LEITHOLD, G. & BROCK, C. (2006): Humusbilanzierung im Ökologischen Landbau. Giessener Elektronische Bibliothek.
http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2006/3134/pdf/LeitholdGuenter-2006-07-28.pdf

THE VEGAN-ORGANIC TRUST (2004): The Stockfree-Organic Standards.
http://www.veganorganic.net/images/standards.pdf

WIKIPEDIA, Eintrag Veganismus.
http://de.wikipedia.org/wiki/Vegan

Da nicht sichergestellt werden kann, dass alle verwendeten Inhalte aus dem Internet zukünftig online verfügbar sind, werden sie beim Autor lokal gespeichert und können mindestens fünf Jahre lang per email angefordert werden.

martin.gemeinholzer@web.de

8 Anhang

8.1 LEITBILD DES NETZWERKES BIOVEGAN II
8.2 ADRESSEN BIOVEGANER ORGANISATIONEN II
8.3 ADRESSE GUT WILMERSDORF III
8.4 SCHLAGKARTEN IV
8.5 VDLUFA GEHALTSKLASSEN VII
8.6 ZIELFRUCHTFOLGEN VIII
8.7 SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER FRUCHTFOLGEN IX
ERKLÄRUNG **X**

8.1 Leitbild des Netzwerkes BioVegaN

„Unser Ziel ist es, allen an bio-veganer Wirtschafts- und Lebensweise Interessierten eine Plattform zu bieten. Wir verbinden die positiven Aspekte des Biolandbaus und des Veganismus, um ein Höchstmaß an Menschen-, Tier- und Umweltschutz zu erreichen.
Bio-vegane Landwirtschaft steht für den Weg in Richtung Friedfertigkeit. Ihr Bestreben ist es, unserer Mitwelt und deren Zukunft die Lebensgrundlagen zu garantieren. Darum wirtschaftet sie ohne chemisch-synthetische Mittel sowie ohne Tierhaltung und deren Produkte, also auch ohne tierische Düngemittel.
Wir verknüpfen Lebensfreude in einer intakten Mitwelt mit der notwendigen Wandlung zu Schlichtheit und Bescheidenheit. Wir respektieren den Eigenwert der belebten und unbelebten Natur unabhängig von ihrem Nutzen für uns Menschen."

(Regenwurm Nr. 7, Sommer 2001, S. 3)

8.2 Adressen bioveganer Organisationen

Biologisch-Veganes Netzwerk (BVN)
c/o Ökodorf Sieben Linden
Sieben Linden 1
38486 Poppau
Tel.: 039000-90621
Fax: 039000-51232 (z. Hd. S. Campe)

e-mail: biovegan@web.de

BioVegaN Österreich
Biologisch-Veganes Netzwerk für Garten- und Landbau
Altenmarkt 95
8333 Riegersburg
Tel.: +43/676/9221433
Fax: +43/676/9221434

Website: www.biovegan.org
e-mail: dialog@biovegan.org

Veröffentlichungen:
- Zeitschrift „Regenwurm", erscheint halbjährlich
- PraktikerInnenliste

Vegan Organic Network (VON)
161 Hamilton Rd
Longsight, Manchester M13 0PQ

Website: www.veganorganic.net
email: info@veganorganic.net

Veröffentlichungen:
- Zeitschrift „Growing Green International", erscheint halbjährlich
- verschiedene Infoblätter
- VON Standards (Richtlinien für Zertifizierung)
  http://www.veganorganic.net/images/standards.pdf

8.3 Adresse Gut Wilmersdorf

Gut Wilmersdorf GbR
Hauptstrasse 23
16278 Wilmersdorf
Tel. 033334/7514
Fax 033334/7515

http://www.gut-wilmersdorf.de
email: info@gut-wilmersdorf.de

Bioland-Betrieb Nr. 111495
EU Kontroll-Nr. D-BB-006-10905-AB

8.4 Schlagkarten

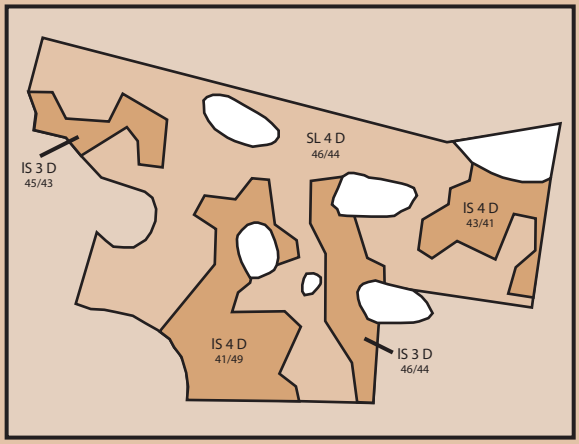
Luftbild mit Markierung der Bodenprobenentnahmestellen

Betrieb Gut Wilmersdorf

Schlag 4

Größe:	18,1 ha
Bodenart (nach RBS):	SL, IS
Bodenpunkte:	39
Bewuchs:	Winterweizen

Datum der Probenentnahme: 31.11.2005



Schlagskizze mit Daten der Reichsbodenschätzung

Datum der Aufnahmen: 1.12.2005

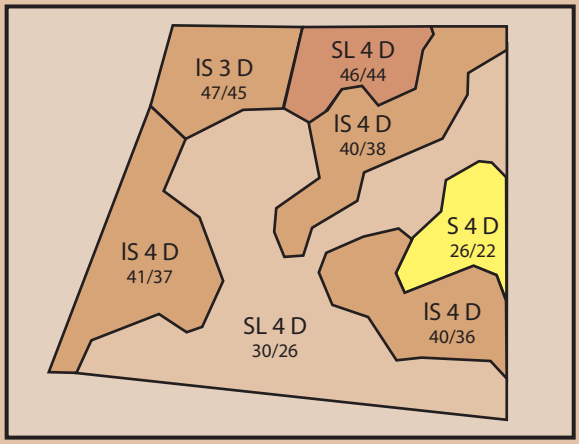
Luftbild mit Markierung der Bodenprobenentnahmestellen

Betrieb Gut Wilmersdorf

Schlag 17

Größe:	22,3 ha
Bodenart (nach RBS):	SL, IS, S
Bodenpunkte:	34
Bewuchs:	Dinkel

Datum der Probenentnahme: 31.11.2005



Schlagskizze mit Daten der Reichsbodenschätzung

Datum der Aufnahmen: 1.12.2005

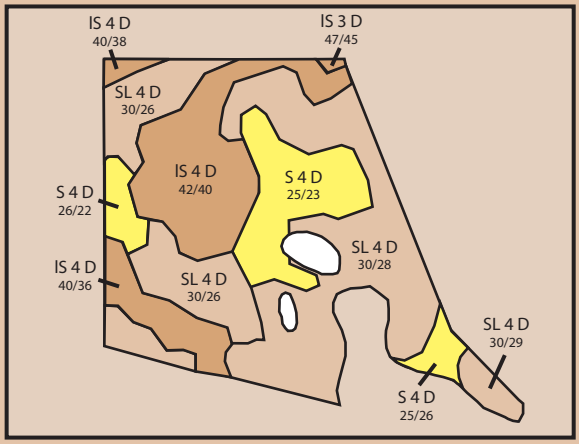
Luftbild mit Markierung der Bodenprobenentnahmestellen

Betrieb Gut Wilmersdorf

Schlag 18

Größe:	25,3 ha
Bodenart (nach RBS):	SL, lS, S
Bodenpunkte:	30
Bewuchs:	-

Datum der Probenentnahme: 1.12.2005



Schlagskizze mit Daten der Reichsbodenschätzung

Datum der Aufnahmen: 1.12.2005

8.5 VDLUFA Gehaltsklassen

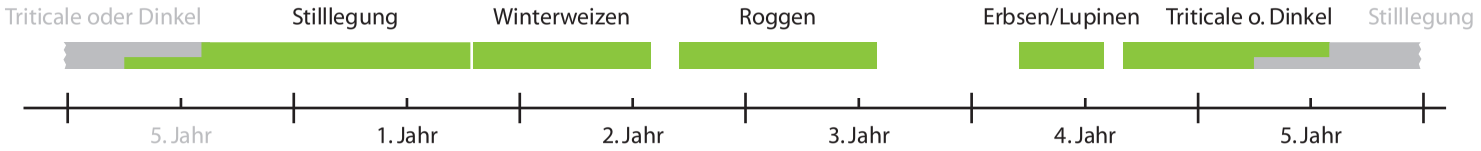
Beschreibung der Reaktionsstufen von Ackerböden

Gehalts-klasse	Definition
A	**sehr niedriger Gehalt des Bodens** Düngung nach Entzug des Pflanzenbestandes und hoher Zuschlag für die Anhebung des Nährstoffgehaltes des Bodens, sehr hoher Düngungseffekt.
B	**niedriger Gehalt des Bodens** Düngung nach Entzug des Pflanzenbestandes und Zuschlag für die Anhebung des Nährstoffgehaltes in die Gehaltsklasse C, hoher Düngungseffekt.
C	**anzustrebender Gehalt des Bodens** Am Entzug des Pflanzenbestandes orientierte Düngung = Erhaltungsdüngung, niedriger Düngungseffekt.
D	**hoher Gehalt des Bodens** Im Verhältnis zum Entzug des Pflanzenbestandes reduzierte Düngung, allgemein kein Düngungseffekt, meistens kein Mehrertrag; Ziel: allmähliche Abnahme des Nährstoffgehaltes bis zur Gehaltsklasse C.
E	**sehr hoher Gehalt des Bodens** Düngung vorübergehend aussparen, kein Düngungseffekt; Ziel: eine wirksame Nährstoffabschöpfung, regelmäßige Bodenuntersuchung zur Kontrolle erforderlich.

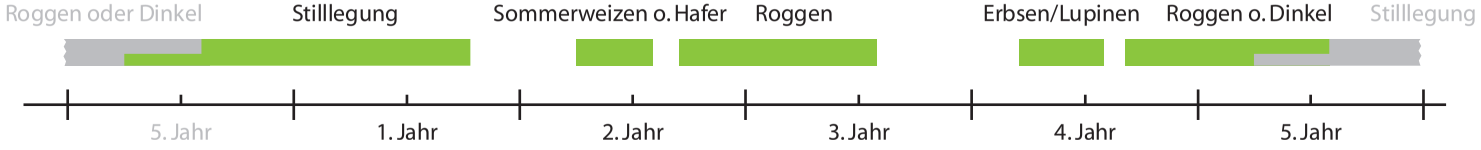
Beschreibung der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer P-, K- und Mg-Gehalte von Ackerböden

pH-Klasse	Definition	Düngebedarf
A	**sehr niedriger pH-Wert** sehr hoher Kalkbedarf, erhebliche Beeinträchtigung von Bodenstruktur und Nährstoff-verfügbarkeit, stark erhöhte Verfügbarkeit von Schwermetallen im Boden, signifikante Ertragsverluste. Kalkung hat Vorrang vor anderen Düngungsmaßnahmen	**Gesun-dungs-kalkung**
B	**niedriger pH-Wert** hoher Kalkbedarf, keine optimalen Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoff-verfügbarkeit, meist noch signifikante Ertragsverluste bei kalkanspruchsvollen Kulturen. Kalkung innerhalb der Fruchtfolge	**Aufkalkung**
C	**optimale, anzustrebende Bodenreaktion** geringer Kalkbedarf, optimale Bedingungen, kaum Mehrerträge durch Kalkung. Erhaltung des Versorgungszustandes durch Kalkzufuhr zu kalkanspruchsvollen Kulturen	**Erhaltungs-kalkung**
D	**hoher pH-Wert** kein Kalkbedarf, Erniedrigung der Bodenreaktion durch Unterlassung der Kalk-zufuhr	**keine Kalkung**
E	**sehr hoher pH-Wert** zu hohe Bodenreaktion, Verfügbarkeit einzelner Nährstoffe kann beeinträchtigt sein. Unterlassung jeglicher Kalkzufuhr, Einsatz physiologisch sauer wirkender Düngemittel zur Erniedrigung des Reaktionszustandes	**keine Kalkung**

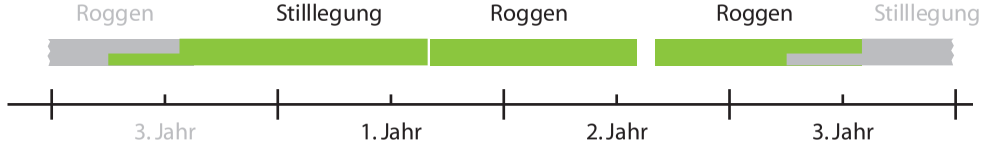
Ziel-Fruchtfolge 1
Ackerzahl > 50



Ziel-Fruchtfolge 2
Ackerzahl 30-50

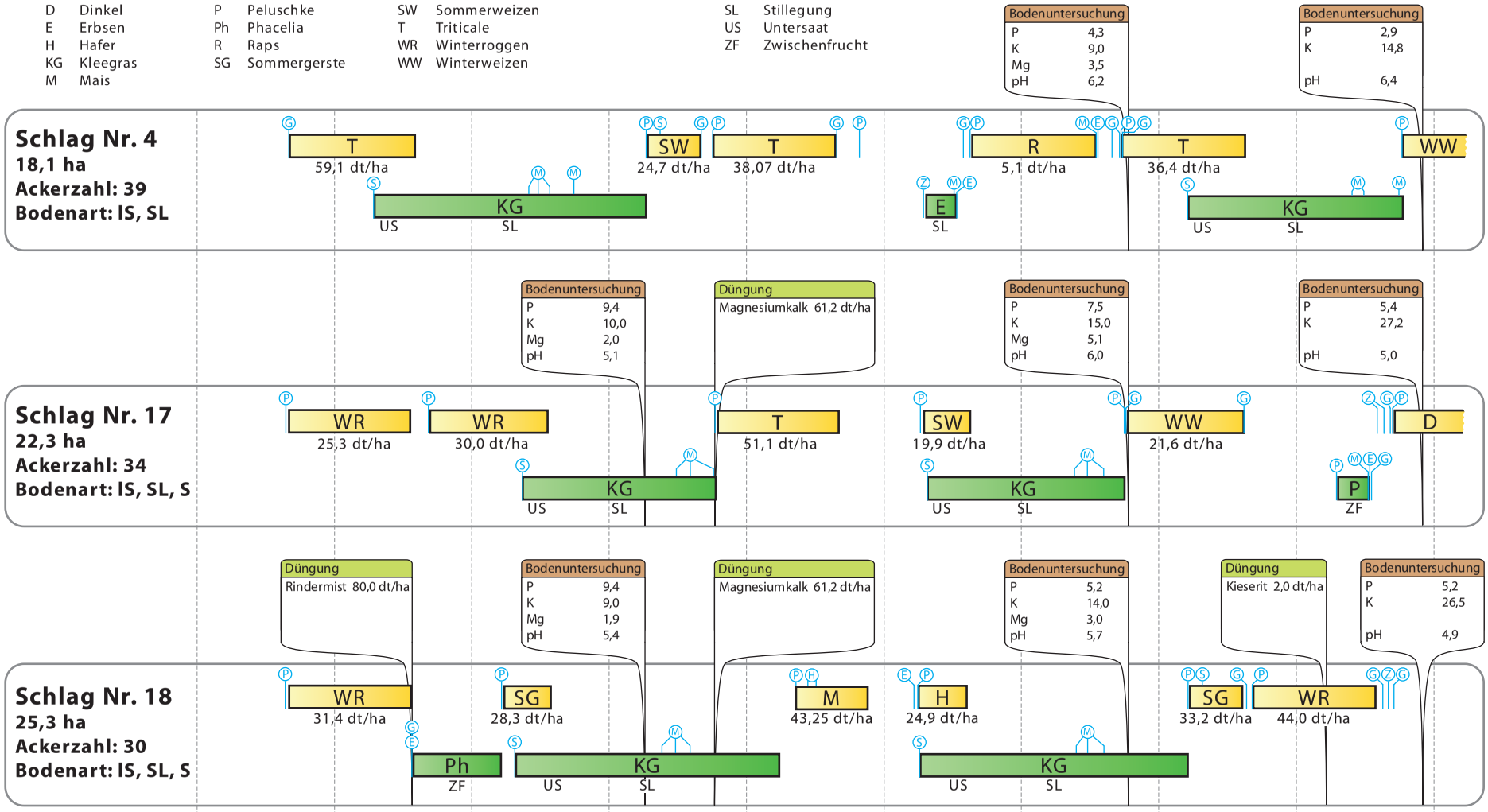


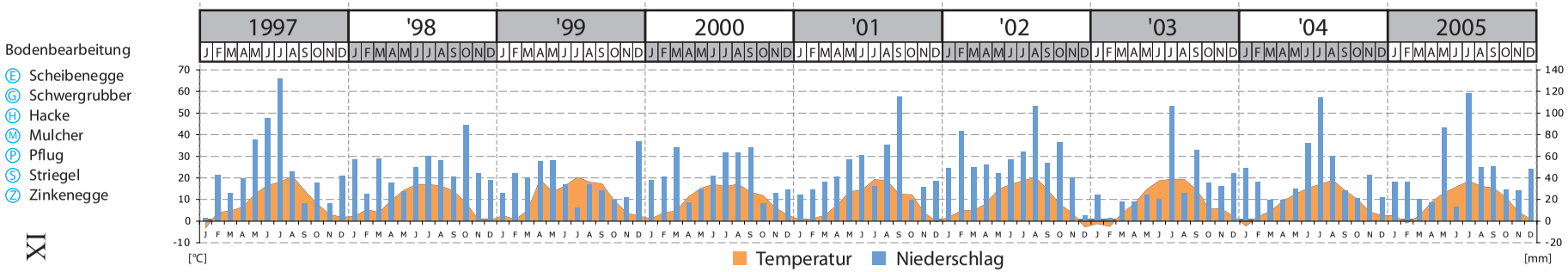
Ziel-Fruchtfolge 3
Ackerzahl < 30



8.7 Schematische Darstellung der Fruchtfolgen

D Dinkel
E Erbsen
H Hafer
KG Kleegras
M Mais
P Peluschke
Ph Phacelia
R Raps
SG Sommergerste
SW Sommerweizen
T Triticale
WR Winterroggen
WW Winterweizen
SL Stillegung
US Untersaat
ZF Zwischenfrucht





Bodenbearbeitung
Ⓔ Scheibenegge
Ⓖ Schwergrubber
Ⓗ Hacke
Ⓜ Mulcher
Ⓟ Pflug
Ⓢ Striegel
Ⓩ Zinkenegge

Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

_____

Ort, Datum **Unterschrift**