



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmitteltechnologie
Studiengang Agrarwirtschaft

BACHELORARBEIT

„Humusaufbau und Methoden der Humusbilanzierung
anhand zweier Marktfruchtbetriebe in den Regionen
Fehmarn und Mecklenburgische Seenplatte“

vorgelegt von
Robert Plescher

Eingereicht am: 21. September 2010

Prüfer: Prof. Dr. sc. agr. Bernhard Seggewiß
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. agr. Bernd Schulze

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis2010-0509-9

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
Eidesstattliche Erklärung	III
Einleitung	1
1 Theorie	2
1.1 Humus	2
1.2 Humusbilanzierung	2
1.3 Viehloser Ökobetrieb	3
1.4 Entwicklung des ökologischen Landbaus	4
1.4.1 Biologisch-dynamischer Landbau	6
1.4.2 Organisch-biologischer Landbau	7
2 Untersuchte Betriebe	8
2.1 Fehmarn	8
2.1.1 Betrieb Kleingarn/Brinkmann	9
2.1.2 Standortfaktoren	10
2.1.3 Fruchtfolge	11
2.2 Mecklenburgische Seenplatte	13
2.2.1 Betrieb Müritz Agrar GmbH & Co. KG	14
2.2.2 Standortfaktoren	15
2.2.3 Fruchtfolge	16
3 Methoden der Humusbilanzierung	17
3.1 Die VDLUFA-Methode	18
3.1.1 Vorgehensweise	19
3.1.2 Funktion	20
3.1.3 Berechnung der Bilanzen	20
3.2 Die Humuseinheiten – Methode	22
3.2.1 Vorgehensweise	23
3.2.2 Funktion	23
3.2.3 Berechnung der Bilanzen	24
3.3 ROS – Methode	25
3.3.1 Vorgehensweise	26
3.3.2 Funktion	26
3.3.3 Berechnung der Bilanzen	26
4 Auswertung	28
4.1 Die Ergebnisse	28
4.2 Vergleich der Methoden	29
4.3 Praxiskonforme Anwendbarkeit	29
4.3.1 ROS-Methode	30
4.3.2 HE-Methode	30
4.3.3 VDLUFA-Methode	30

5	Diskussion	31
	Quellen	33
	Anhang	36
	Temperaturdaten Fehmarn/Westermarkelsdorf.....	36
	Niederschlagsmengen Fehmarn/Westmarkelsdorf.....	36
	Temperaturdaten Mecklenburgische Seenplatte/Trollenhagen	37
	Niederschlagsmengen Mecklenburgische Seenplatte/Trollenhagen	37
	Tabelle 1	38
	Tabelle 2	39
	Tabelle 3	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung ökologischer Landbau	5
Abbildung 2	.....	6
Abbildung 3	Betriebskreislauf ökologischer Landbau	7
Abbildung 4	.....	10
Abbildung 5	.....	10
Abbildung 6	Kleeuntersaat	12
Abbildung 7	.....	13
Abbildung 8	.....	15
Abbildung 9	.....	16
Abbildung 10	Übersicht Methoden der Humusbilanzierung	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Humusbedarf Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA-Methode	20
Tabelle 2	Humusreproduktion Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA- Methode	21
Tabelle 3	Humussaldo Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA-Methode.....	21
Tabelle 4	Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode	21
Tabelle 5	Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode.....	21
Tabelle 6	Humussaldo Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode	22
Tabelle 7	Humusbedarf Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach HE-Methode	24
Tabelle 8	Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach HE-Methode	24
Tabelle 9	Humusreproduktion Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach HE-Methode	24
Tabelle 10	Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach HE-Methode	25
Tabelle 11	Humusbedarf Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach ROS-Methode	26
Tabelle 12	Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach ROS-Methode	26
Tabelle 13	Humusreproduktion Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach ROS-Methode	27
Tabelle 14	Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach ROS-Methode	27

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Bachelorarbeit ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die aus den Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Neubrandenburg, 21. September 2010

Unterschrift

.....

Robert Plescher

Einleitung

Die Landwirtschaft prägt seit einigen tausend Jahren die Landschaft sowie den Boden auf dem diese betrieben wird. Doch in den letzten Jahrzehnten geriet der Blick weg von dem Gut, das für die Landwirtschaft ausschlaggebend ist, der Boden. Denn durch die Entdeckung und Verfügbarmachung künstlicher Dünge- und Pflanzenschutzmittel ist es weniger wichtig geworden, auf den Boden und die in diesem eigenen Kosmos ablaufenden Vorgänge zu erkennen und verstehen.

Denn durch die synthetischen Dünger wurden Jahr für Jahr neue Höchstserträge erzielt.

Hinzu kommt die Entwicklung zu einer Stallmistfreien Tierhaltung, indem der Mist mehr als Hindernis als vollwertiger Dünger und wichtiger Bestandteil eines Humusaufbaus angesehen wurde. Auch die Änderung von Futterbaufolgerfolgen mit humusmehrenden Leguminosen und langjährigem Grasanaubau hin zu einer humuszehrenden Silomaisfruchtfolge beschleunigte den Abbau organischer Substanz im Boden.

Die Landwirte haben jedoch nicht allein Schuld an dieser Situation. Sie müssen aufgrund der Kostenoptimierung und den ständig schwankenden Preisen ihre Fruchtfolgen an den Markt und die dort geforderten Güter anpassen. Dies führt zu getreidelastigen Fruchtfolgen. In diesen haben jedoch humusaufbauende Früchte, die zu einer Bodenerholung und Erhöhung des Humusgehaltes beitragen, keine Chance. Diese kurzfristige Ausrichtung auf Gewinn führt jedoch dazu, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig darunter leidet. Es ist jedoch auch bekannt, dass die verlorene Bodenfruchtbarkeit nicht wieder kurzfristig sondern nur langfristig über mehrere Jahrzehnte aufgebaut werden kann.

Zum Beginn meines Studiums, habe ich mir auch keine großen Gedanken über Humus und Bodenfruchtbarkeit gemacht. Es war ja so: Wenn man aufs Feld ging, war Boden da und dieser sah auch gesund aus.

Ich bin erst durch einen von mir gehaltenen Vortrag im Seminar für umweltschonende Pflanzenproduktion auf dieses Thema gestoßen. In diesem Vortrag ging es um die Frage „Ist ein viehloser Öko-Betrieb überhaupt ökologisch vertretbar?“. Durch die Recherche stieß ich auch auf verschiedene Untersuchungen zur Humusbilanzierung und Humusreproduktion, im ökologischen, wie auch im konventionellen Bereich. Da ich bereits ein Praktikum auf einem ökologischen Marktfruchtbetrieb absolvierte, kannte ich die Problematik insbesondere der Stickstoffversorgung und der Fruchtfolge.

Daraus entwickelte sich meine Idee für diese Bachelorarbeit. Da für mich die Arbeit auf einem konventionell wirtschaftenden Betrieb diesen Sommer anstand, fand ich es interessant die beiden Betriebe hinsichtlich ihrer Fruchtfolgen und nach den gängigen Bilanzierungsmethoden zu vergleichen.

Dabei werde ich zu Beginn einige Begriffe theoretisch erklären. Anschließend stelle ich die Betriebe in den beiden Regionen vor und gehe auf deren Standortfaktoren und Fruchtfolgen ein.

Die Methoden der Humusbilanzierung, deren Vorgehensweisen und Funktionen sind Grundlage des dritten Gliederungspunktes. In diesem Zusammenhang führe ich auch die entsprechenden Rechnungen durch.

Die Ergebnisse der Methoden werde ich anschließend durch deren Vergleich auswerten und auf ihre praxiskonforme Anwendbarkeit prüfen.

Abschließend werde ich die Vor- und Nachteile der Humusbilanzierung diskutieren und Empfehlungen für beide Betriebe formulieren.

1 Theorie

1.1 Humus

Der Humus tritt als Teil der organischen Substanz des Bodens auf. Die Autoren Scheffer und Schachtschabel bezeichnen ihn als die Gesamtheit der organischen Substanz, andere Autoren dagegen sehen nur die Huminstoffe des Bodens als Humus. Es handelt sich dabei um alle in und auf dem Mineralboden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte.¹

Als Ausgangsstoffe für die Bildung von Humus dienen in erster Linie Ernterückstände (Pflanzenwurzeln, oberirdisch anfallende Pflanzenteile), Gründüngung, Stroh, Blätter aller Art (Streu) und in geringerem Maße Bodenlebewesen.²

Während des Abbaus der organischen Masse kommt es zur Zersetzung (Mineralisierung) dieser und gleichzeitigem Aufbau neuer bodeneigener Stoffe aus den Zwischen- und Endprodukten der Mineralisierung. Dieser Vorgang wird auch als Humifizierung bezeichnet. Erst durch diesen Prozess kann sogenannter Dauerhumus gebildet werden, der nicht mehr mineralisiert wird und langfristig im Boden verbleibt.

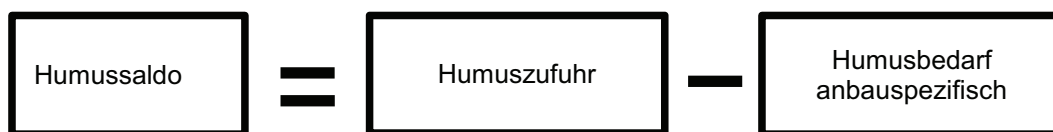
Der Humus bildet dabei eine sehr wichtige Komponente für die Bodenfruchtbarkeit.

Um diese zu erhalten, gibt es wichtige ackerbauliche Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung des Humusgehaltes von Ackerböden:

- Standortgerechte ausgewogene vielfältige Fruchtfolge
- Ausreichende Versorgung des Bodens mit organischer Substanz.
- Homogene Verteilung und Einarbeitung von Pflanzenresten und organischen Düngern
- Vermeidung von Schadverdichtungen
- Standort- und bedarfsgerechte Bodenbearbeitung
- Beachtung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis bei Düngungsmaßnahmen
- Standortgerechte Kalkversorgung³

1.2 Humusbilanzierung

Der standort- und bewirtschaftungsbedingte Humusgehalt des Bodens als Träger von Nährstoffen ist wesentliches Kennzeichen der Bodenfruchtbarkeit. Daher muss dem natürlichen und bewirtschaftungsbedingten Abbau der organischen Substanz eine regelmäßige Zufuhr entgegengesetzt werden. Die regelmäßige Zufuhr sowie der unvermeidliche Abbau werden daher in einer Bilanz festgehalten. Dies ist in der folgenden Abbildung noch einmal veranschaulicht worden:



Diese Bilanz sollte ausgeglichen sein: Es werden weder die natürlichen Ressourcen durch zu geringen Ersatz ausgebeutet, noch ergeben sich Gefahren des Austrages.⁴

Besonders durch enge Fruchtfolgen bzw. durch Monokulturen (Mais zur Biogaserzeugung) führen zu stark negativen Humusbilanzen. Es werden hohe Mengen organischer Substanz abgebaut. Um diesem Abbau entgegen zu treten, besteht seit 2004 die Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DIREKTZAHLVERPFLV 2004). Unter dieser müssen bestimmte Bedingungen zur Humusbilanzierung erfüllt werden. Der Landwirt muss auf seiner betrieblichen Ackerfläche eine Bestimmung des Bodenhumusgehaltes im Turnus von min 6 Jahren mit wissenschaftlich anerkannten Messmethoden durchführen. Sollt er dies nicht tun, können ihm Direktzahlungen einbehalten werden.

¹ vgl. Scheffer/ Schachtschabel 2002, S. 51

² vgl. Lütke et al. 2000, S. 66

³ vgl. Capriel 2003, S. 6

⁴ vgl. Heyland 1996, S. 218

Es gibt jedoch auch Kritik an der Humusbilanzierung aufgrund verschiedener Punkte. So sagt Capriel, dass Humusbilanzierung keine Beurteilung des Humusversorgungszustandes von Ackerflächen erlaubt.⁵

Preger et al. fragen, „ ob eine alleinige Verwendung der Humusbilanzierung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit einer Wirtschaftsweise ausreichend sein kann.

Die Humusbilanz kann vielmehr nur in Verbindung mit dem Humusspiegel beurteilt werden, da sonst die Gefahr besteht, eine generelle Unter- oder Überversorgung (Nitratauswaschungsgefahr) des Bodens mit organischer Substanz zu übersehen. Ferner müsste im Konzept der Humusbilanzierung intensiver auf verschiedene Bodenarten und klimatische Gegebenheiten eingegangen werden.“⁶

1.3 Viehloser Ökobetrieb

Als viehloser Ökobetrieb bezeichnet man einen Hof, der aufgrund seiner Struktur keine Tierhaltung praktiziert.

Es handelt sich dabei oft um spezialisierte Marktfruchtbetriebe. Diese unterscheiden sich in mehreren Punkten von viehhaltenden Höfen. Es fehlt die Nutzung von fein sämigen Leguminosen zur Futtermittelverwertung und es stehen keine eigenen Wirtschaftsdünger zur Verfügung. Aufgrund dieser Besonderheiten müssen die Betriebe eigene Konzepte im Bereich der Fruchtfolgegestaltung, Pflanzenernährung und Beikrautregulierung erarbeiten sowie anwenden.

Zu Beginn der ökologischen Landwirtschaft war es oftmals so, dass die Betriebe ohne Tierhaltung wirtschafteten. Erst durch das Idealbild eines Gemischtbetriebes, setzte sich der Gedanke durch, eine Ökowiirtschaft müsse auch Tierhaltung beinhalten. Oftmals entstanden auch viehlose Ökobetriebe der Nebenerwerbslandwirtschaft und der Extensivierung, da die zeitaufwändige Tierhaltung entfällt oder bewusst nicht praktiziert wurde.

Jedoch darf nicht aus den Augen gelassen werden, dass diese Unternehmen aufgrund ihrer Spezialisierung verschiedene Probleme lösen müssen. Als Beispiele sind hierbei die angepasste Fruchtfolge, fehlende Wirtschaftsdünger, Nutzung des Kleegrasschnittes usw. zu nennen. Außerdem fehlt der mehrjährige Futteranbau der verschiedene Unkräuter zuverlässig unterdrückt (Distel, Ampfer) und auch die Ausrichtung der Fruchtfolge auf Produkte, die der Markt fordert, aber stark humuszehrend sind und somit die Humusbilanz stark in den negativen Bereich zieht, sind Punkte die den viehlosen Ökobetrieb beschäftigen.

Es gibt jedoch auch verschiedene positive Merkmale, die die Spezialisierung ohne Tierhaltung interessant und wirtschaftlich machen. Hierzu meint G. Alvermann (2004), dass sich die Vorteile spezialisierter Marktfrucht Systeme auf mehreren Ebenen zeigen. Als Beispiele wäre auf der einen Seite die betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Vorteile und auf der anderen Seite der Standorteinfluss. Er bezieht sich dabei stark auf die Spezialisierung der umgestellten Betriebe, da diese sich schon während der konventionellen Bewirtschaftung auf ihrem Gebiet spezialisiert haben und aufgrund dessen im Bereich Boden, Arbeit sowie Kapital sehr gut aufgestellt sind. Diese Vorteile wirken somit auch in ökologischer Bewirtschaftung weiter.

Als ein weiterer Punkt wird der Standorteinfluss beschrieben. Der gewählte Standort für den viehlosen Betrieb kann verschiedene Probleme, die auftreten können, ver- oder entschärfen.

Als Präferenz für einen idealen Standort als spezialisierter Marktfruchtbetrieb gibt Alvermann (2004) folgende Daten an:

- ca. 50 Bodenpunkte,
- 700mm Niederschlag,
- 8,5 Grad Durchschnittstemperatur.

Diese Standortparameter sind handhabbar, es gibt wenige Probleme mit Wurzelunkräutern und außerdem erlaubt dieser Standort die volle Nutzung der Leguminosenauswahl (Körnerleguminose, Zwischenfrüchte, Untersaaten).

⁵vgl. Capriel 2003, S. 5

⁶ Preger 2006, S. 12

Wenn sich jedoch auch nur ein Parameter ändert oder verschiebt, sei es bei Wasser, Temperatur oder Boden, kann dies zur Verringerung der Vorzüglichkeit des Marktfruchtsystems gegenüber anderen Systemen führen.

In der Region der mecklenburgischen Seenplatte verhindert häufig die zu geringe Jahresniederschlagsmenge die Vorzüge des reinen Marktfruchtbaus gegenüber viehhaltenden Betrieben. Da aufgrund der fehlenden Niederschläge der Anbau von Zwischenfruchtleguminosen und Untersaaten unsicher wird.⁷

1.4 Entwicklung des ökologischen Landbaus

Seit rund 11 000 Jahren wird auf der Erde Landwirtschaft betrieben. In dieser Zeit hat sich diese grundlegend verändert. Durch Selektion und Vermischung entstanden neue, leistungsfähigere Sorten und es gelangten durch verschiedene Völkerwanderungen und Handel neue Arten in die verschiedenen Anbauregionen.

Dabei stellt man fest, dass viele vormoderne landwirtschaftliche Anbauweisen, sowie einige heute noch existierende Formen der traditionellen Subsistenz-Landwirtschaft in Entwicklungsländern der ökologischen Landwirtschaft in der Nichtanwendung bestimmter Technologien (Mineraldünger, bestimmte Pflanzenschutzmittel) ähneln.⁸

Um jedoch nicht mit der Urgeschichte zu beginnen, soll diese Entwicklung begrenzt werden. Dabei dient als Beginn der ökologischen Landwirtschaft der Zeitraum ab den 1920er Jahren:

Durch ökonomische, soziale und ökologische Krisen in der Zwischenkriegszeit (1918-1939) verschlechterte sich die Lage der deutschen Landwirtschaft.

Die Ursachen waren:

- Ertragseinbrüche nach dem Ersten Weltkrieg und Verschuldung (durch Mechanisierung und Motorisierung der Landbewirtschaftung) bedrohten die Existenz vieler Betriebe,
- Mit der beginnenden Industrialisierung der Landbewirtschaftung zeichnete sich der Untergang der bäuerlichen Tradition und Lebenswelt ab,
- Auftreten „ökologischer“ Schädigungen an Böden und im Naturhaushalt, Bodenverdichtung, Bodenmüdigkeit, Saatgutabbau, Zunahme von Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall, abnehmende Nahrungsmittelqualität durch steigende Stickstoffdüngung.

Diese Ertragseinbrüche und Schäden wurden teils zu Recht teils zu Unrecht mit der beginnenden chemisch-technischen Intensivierung in Zusammenhang gebracht.

Diese Probleme weckten in der damaligen Zeit erste Zweifel an der Nachhaltigkeit einer chemisch-technisch intensivierten Landwirtschaft.

Daher suchten Personen, insbesondere aus dem Umfeld der anthroposophischen und der Lebensreformbewegung, Auswege aus der sich in der Landwirtschaft anbahnenden ökologischen Krise.

Die Lebensreformbewegung wollte zurück zu einer natürlichen und naturgemäßen Lebensweise. Sie betrieb Selbstversorgergärten mit dem Ziel, hohe Nahrungsmittelqualität zu erzielen. Dabei wurden folgende Grundsätze verfolgt:

- weitgehend viehlose Bewirtschaftung,
- an Kleinbetriebe angepasste Technologie,
- biologisches Verständnis von Bodenfruchtbarkeit und Humuswirtschaft.⁹

Auf dieser Grundlage und der Sorge um die Lebensmittelqualität sowie die abnehmende Fruchtbarkeit des Bodens beschlossen anthroposophische Landwirte, den Gründer der Anthroposophie Rudolf Steiner um Rat zu fragen. Auf der Grundlage des „landwirtschaftlichen Kurses“ nach Steiner entstand der biologisch-dynamische Landbau.

⁷ vgl. Alvermann 2004, S.13

⁸ URL 1

⁹ vgl. Vogt, G. 2000 (Internetquelle)

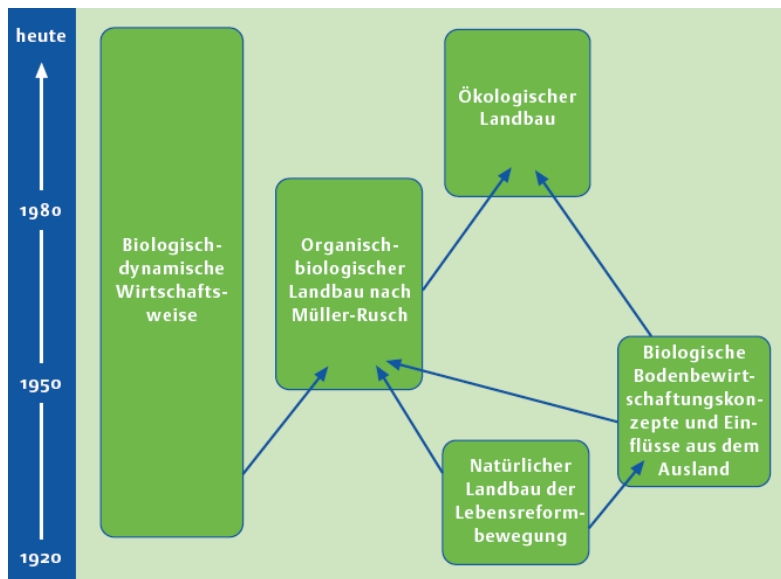


Abbildung 1 - Entwicklung ökologischer Landbau

Diese biologisch-dynamische Wirtschaftsweise blieb lange Zeit, bis in die 1950er Jahre, die alleinige ökologische Wirtschaftsweise mit Richtlinien und eigenen Vermarktungsstrategien.

Denn der heute als biologisch-organisch bekannte Landbau entwickelte sich auf der Wirkung des Schweizer Hans Müller, wie in der Darstellung gut erkennbar ist.

Dieser wollte „die Existenz kleinbäuerlicher Familienbetriebe in der Schweiz sichern. Dazu propagierte er vom Zukauf an Betriebsmitteln möglichst unabhängige Betriebe, wofür er den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit durch pflegliche und intensive Nutzung des wirtschaftseigenen Düngers als wesentlich ansah.“¹⁰

Von wissenschaftlicher Seite aus flankiert, wurde diese Form der Landwirtschaft von Hans Peter Rusch und seiner Hypothese des Kreislaufs von lebender Substanz (Mikroorganismen) und durch die Glieder der Nahrungskette (Boden - Pflanze - Tier - Mensch).¹¹

Aufgrund der zunehmenden Umweltprobleme, auch hervor gerufen durch die Landwirtschaft und die damit einhergehenden ethischen, umweltpolitischen sowie religiösen Fragen, ließen viele konservative Landwirte an dieser Entwicklung der Landwirtschaft zweifeln. Sie fanden dadurch in den Vorstellungen des biologisch-dynamischen Landbaus ihre Ideen von angemessener Landwirtschaft wieder und gründeten 1971 den ersten Anbauverband „Bioland“.

Es bildeten sich in den folgenden Jahren weitere Verbände (1979 Biokreis, 1982 Naturland, 1985 Ecovin). Daraufhin schlossen sich diese 1989 in der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (A-GÖL) zusammen.

Diese definierte in gemeinsamen Basisrichtlinien den Mindeststandard des Ökologischen Landbaus und nahm die politische Interessenvertretung wahr.¹²

Ab diesem Zeitpunkt wurde der ökologische Landbau auch staatlich gefördert. Durch diese Förderung gewann er auch auf der wirtschaftlichen Seite für umstellungswillige Landwirte an Attraktivität.

Aufgrund der politischen Situation durch die Vereinigung der BRD und der ehemaligen DDR und der wirtschaftlichen Förderung ergaben sich insbesondere in den neuen Bundesländern erhebliche Wachstumsmöglichkeiten für den ökologischen Landbau. Es kam daher in den frühen 90er Jahren zu einer zweiten großen Umstellungswelle. Aus dieser entstanden auch 2 neue Anbauverbände (Gäa 1989 und Biopark 1991), die insbesondere in den neuen Bundesländern aktiv sind.

Insgesamt lässt sich die Entwicklung des Ökolandbaus in verschiedene Entwicklungs- bzw. Wachstumsphasen zusammenfassen:

- Erste Ausdehnungsphase als Reaktion auf ökologische Probleme (1968 bis 1988),
- Zweite Ausdehnungsphase (1988 bis 2000),
- Dritte Ausdehnungsphase ab 2001.

Oben wurden bereits die erste Phase bis zur politischen und staatlichen Einigung der BRD und DDR und die Auswirkungen auf den Ökolandbau beschrieben.

¹⁰ BÖLW 2009, S. 6

¹¹ ebenda, S. 5ff.

¹² ebenda, S. 7

Aufgrund der staatlichen Förderung, seit 1989 im Rahmen des EG Extensivierungsprogramms, seit 1994 durch die EG-Verordnung 2078/92 und seit 2000 durch die EG-Verordnung 1257/1999 trug dies maßgeblich dazu bei, die weitere Entwicklung des Ökolandbaus in Deutschland voranzutreiben. Durch das von der rot-grünen Bundesregierung angestrebte politische Ziel „20% ökologischer Landbau“¹³ wurde eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für eine Ausweitung des ökologischen Landbaus durchgeführt.

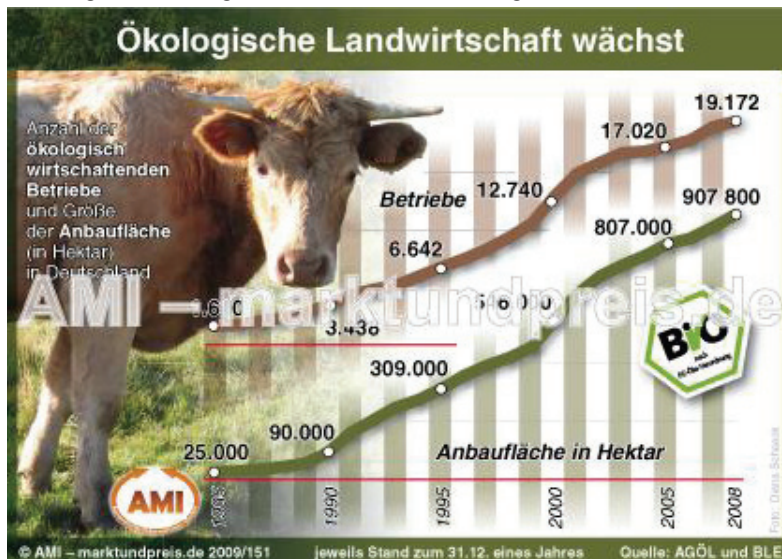


Abbildung 2

Durch diese Zielstellung und deren Umsetzung mit Hilfe von neuen Förderprogrammen wuchs der ökologische Landbau, aber auch die Verarbeitungsindustrie, ab 2001 rasant. Wie es auch in der Abbildung sehr gut erkennbar ist. Diese Entwicklung hat sich in den letzten zurückliegenden Jahren etwas abgeflacht und insbesondere durch die seit 2009 wirkende Finanzkrise und deren Auswirkung auf die Weltwirtschaft kommt es nun zu einer Konsolidierung im Bereich der ökologischen Landwirtschaft. Es kann aber davon ausgegangen werden dass es in den nächsten Jahren zu einem weiteren moderaten Anstieg der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland kommen wird.

1.4.1 Biologisch-dynamischer Landbau

Als biologisch-dynamische (b.-d.) Wirtschaftsweise versteht man Landbau, Viehzucht, Saatgutproduktion und Landschaftspflege nach anthroposophischen Grundsätzen. Sie beruht auf der Lehre des Begründers der Anthroposophie Rudolf Steiner.

Diese Lehre wirkt sich auf den landwirtschaftlichen Betrieb wie folgt aus, „er wird als Organismus und Individualität angesehen, der seine eigene Charakteristik hat. Daher unterliegt die Verwendung aller Rohstoffe und Hilfsmittel, die nicht ebenfalls aus biologisch-dynamischen Betrieben stammen, starken Einschränkungen.“¹⁴

Weitere wichtige Voraussetzungen für den b.-d. Landbau: „dass möglichst viele Tier- und Pflanzenarten auf dem Hof leben sollen“¹⁵ und dass die Haltung von Wiederkäuern insbesondere Rindern zwingend erforderlich ist. Das wiederum ist es beim biologisch-organischen Landbau nicht.

Als großes Alleinstellungsmerkmal „werden bestimmte Präparate verwendet, wobei die "kosmische Rhythmen" des Mondes und der Planeten berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass neben den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen auch geisteswissenschaftliche Erfahrungen eine Rolle spielen.

Die kosmischen Einflüsse der Mondphase und seine Stellung sind vor allem bei der Aussaat zu berücksichtigen, da sie im Zusammenhang mit Biorhythmen im Organismenreich stehen.

Zwar gibt es einige Untersuchungen, die diese Annahmen stützen, eine naturwissenschaftlich gesehen eindeutige Erklärung des Phänomens steht allerdings aus.

Wie schon im Text erwähnt, gibt es verschiedene Gruppen von Präparaten, jeweils für bestimmte Anwendungsgebiete: Feld- oder Spritzpräparate (Hornkiesel und Hornmist), Düngerezusatzpräparate (Schafgarben-, Kamillen-, Brennnessel-, Eichenrinde-, Löwenzahn- und Baldrianpräparat), Spezialpräparate wie Schachtelhalmkochung und die sogenannten Aschenpräparate zur Beikraut- und Schädlingsbekämpfung.

¹³ URL 2

¹⁴ URL 3

¹⁵ ebenda

Diese ganze Vorgehensweise unterscheidet sich vom „normalen Ökolandbau“, aber aufgrund dieser Wirtschaftsweise grenzt er sich von anderen ab und durch den eigenen Anbauverband (Demeter), der auch die Vermarktung übernimmt, zieht dieser seinen eigenen Kundenstamm an sich und ist seit nun 80 Jahren erfolgreich.¹⁶

1.4.2 Organisch-biologischer Landbau

In den 1950er Jahren entwickelte sich der organisch-biologische (o.-b.) Landbau durch zunehmende Industrialisierung und Urbanisierung. Die Ursprünge dieser Wirtschaftsweise liegen dabei in der Schweiz. Es sollte eine Bewegung zurück zur ursprünglichen bäuerlichen Lebensweise sein.

Die wissenschaftliche Grundlage des o.-b. Landbau legte der deutsche Wissenschaftler Rusch mit seinen neuen Forschungserkenntnissen zur Bodenmikrobiologie.

In dieser Wirtschaftsweise liegt der Hauptgedanke darin, dass

- „ein möglichst geschlossener betrieblicher Nährstoffkreislauf vorliegt,
- Futter- und Nährstoffgrundlage soll der eigene Betrieb sein,
- die Bodenfruchtbarkeit soll erhalten und vermehrt werden,
- Tiere besonders artgemäß gehalten werden.“¹⁷

Die Bewirtschaftung wird ähnlich wie im b.-d. Landbau als Kreislaufmodell gesehen, in dem in einem möglichst geschlossenen Betriebskreislauf gearbeitet wird. Jedoch nur geringe Mengen an betriebsfremden Mitteln eingeschleust werden und überschaubare Mengen an veredelten Lebensmitteln (Fleisch, Milch) nach außen getragen werden. Was sich jedoch aufgrund der doch häufig auftretenden Spezialisierung einzelner Betriebe nicht gewährleisten lässt.

Daher kann dieses Kreislaufmodell auch als theoretisches Idealbild angesehen werden, dass wenig mit der Praxis zu tun hat.¹⁸

Als weiteres Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem b.-d. Landbau dürfen wesentlich mehr Mittel auf natürlicher Grundlage als:

- Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel,
- Düngemittel,
- Komposte und Substrate,
- Futtermittel,
- Futtermittelzusatzstoffe

und weitere hier nicht aufgeführte Betriebsmittel eingesetzt werden.

Es wird im Ökolandbau hauptsächlich nach den Vorstellungen des o. – b. gearbeitet.

Wahrscheinlich sind den meisten Landwirten die Vorgehensweise und die anthroposophischen Grundsätze zu suspekt um Ökolandbau so zu betreiben.

Wie auch im b. – d. gibt es im o. – b. Landbau Anbauverbände. Diese besitzen ihre eigenen an die EU-Öko-Verordnung angelehnten, jedoch häufig noch dazu verschärfte, Richtlinien.

Oftmals unterscheiden sich die Richtlinien in den Bereichen Tierbesatz und Einsatz von Handelsdüngern.

Als große Anbauverbände treten in Deutschland Bioland, Naturland sowie Biopark auf. Diese teilen unter sich den größten Anteil der verbandsgebundenen Betriebe. Wobei man nicht vergessen sollte, dass ein Großteil der landwirtschaftlichen Unternehmen nach den Richtlinien der EU-Öko-Verordnung wirtschaftet.

Doch gleich ist, ob nun biologisch-dynamische oder organisch – biologische Landwirtschaft betrieben wird, es sind die gleichen Eckpfeiler, die in den Bewirtschaftungssystemen Bodenlebewesen fördern und den Humusgehalt erhalten und steigern.

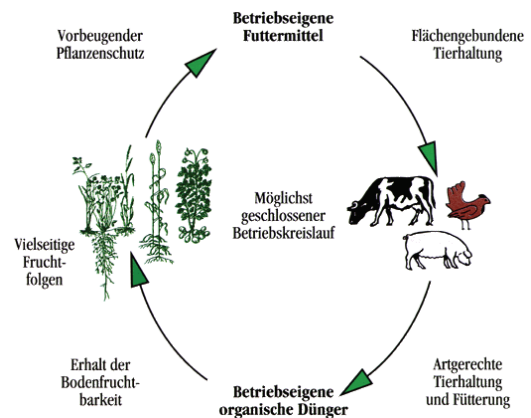


Abbildung 3 – Betriebskreislauf ökologischer Landbau

¹⁶ vgl. URL 4

¹⁷ URL 5

¹⁸ vgl. AID 2001, S. 14

2 Untersuchte Betriebe

Die zur Untersuchung herangezogenen Betriebe liegen in Norddeutschland. Die Betriebe wurden durch ihre Anbauweise und den Verzicht auf Tierhaltung ausgewählt. In den folgenden Punkten beschäftige ich mich näher mit den Betriebsstrukturen, Regionen und den Standortfaktoren.

Es soll jedoch kein Vergleich zwischen den Betrieben werden, es geht vielmehr darum wie die Betriebe wirtschaften und welche an die Standortbedingungen angepasste Fruchtfolge erfolgt.

Die ausgewählten Regionen präsentieren zwei vollkommen unterschiedliche Agrarregionen. Auf der einen Seite die Hohertragsregion Fehmarn mit seiner hohen Bodengüte. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Insel früher auch als die „Kornkammer Schleswig-Holsteins“¹⁹ bezeichnet.

Auf der anderen Seite steht die Mecklenburgische Seenplatte mit ihren recht heterogenen Böden mit geringer bis mittlerer Bodengüte und dem Problem der häufig auftretenden Frühjahrstrockenheit.

2.1 Fehmarn

Die Insel Fehmarn, rund 185km² groß, liegt im Nordosten des Bundeslandes Schleswig-Holstein. Die Insel befindet sich zwischen der Kieler Bucht im Nordwesten und der Mecklenburgischen Bucht im Nordosten. Sie gehört zum Landkreis Ostholstein.

Die Insel ist durch die Fehmarnsundbrücke mit dem holsteinischen Festland verbunden.

Aus der Geschichte heraus war Fehmarn schon immer stark landwirtschaftlich geprägt. So werden heute immer noch rund 70-75% der gesamten Fläche Fehmarns landwirtschaftlich genutzt. Die Landwirtschaft auf Fehmarn hat sich aufgrund der Preissituation stark in Richtung Marktfrüchte gedreht. Das Klima und die Bodenverhältnisse sind Gründe dafür, dass oft nur Fruchtfolgen mit zwei Kulturen genutzt werden, welche auf den Marktfruchtbetrieben folgendermaßen aussieht:

1. Jahr W. Raps
2. Jahr W. Weizen
3. Jahr W. Weizen.

Es werden dabei zu 85-90% B-Weizen angebaut. Einige Prozent A- oder E-Weizen und rund 10% C-Weizen. Dabei liegen die Erträge weit über 100dt/ha.

Einige Betriebe bauen jedoch auch noch Gemüsesorten sowie Gras-, Gemüsesamen und Blumenzwiebeln an.

Aufgrund der besonderen Standortfaktoren existieren bis heute nur noch wenige viehhaltende Betriebe auf Fehmarn, die Milchvieh-, Schweine- oder Schafhaltung betreiben.

Eine geschichtliche Besonderheit in der Agrarstruktur besitzt Fehmarn gegenüber dem Festland auch noch:

Die Insel begann früh mit dem uneingeschränkten Handel mit dem Festland. So wurde der Bildung von Gütern vor allem durch Adlige entgegen gewirkt.²⁰ Diese frühzeitige Entwicklung erkennt man auch noch heute sehr gut. Es gibt auf Fehmarn keine Gutshäuser oder ähnliches, sondern ausschließlich große alteingesessene Bauernhöfe mit den dazugehörigen Stallungen und Scheunen.

Durch den Bau der Fehmarnsundbrücke Anfang der 60er Jahre entdeckten die Touristen die Insel. Sehr schnell begannen daraufhin die Landwirte Platz auf dem Hof für die zahlungskräftigen Gäste zu schaffen. Seitdem wurde die bis dahin so wichtige Landwirtschaft durch den Tourismus nicht ersetzt, sondern entwickelte sich zum zweit wichtigsten Wirtschaftszweig.

Als weitere auch den Landwirten zu kommende Einnahmequelle gilt der Teil der erneuerbaren Energien. Schon sehr früh wurden auf Fehmarn Windkraftträder, oft durch mehrere Landwirte finanziert, errichtet. Jedoch ist bekannt, dass diese in touristisch erschlossenen Gebieten nicht besonders positiv angenommen werden.

Der neuere Teil in diesem Bereich umfasst die Solarenergie. Fehmarn erreicht mit rund 1.910 Sonnenstunden einen hohen Wert im Norden. Da durch die Vergütung von Solarstrom im Erneuerbare-Energien-Gesetz langjährige Einspeisevergütungen festgeschrieben sind, boomt die Installation von Sonnenkollektoren auf der Insel. Fördernd kommt noch hinzu, dass viele Quadratmeter Dachfläche der Bauernhäuser und Scheunen hier zur Verfügung stehen. So sieht man seit einigen Jahren immer häufiger Kollektoren auf den Dächern alter und neuer Gebäude.

¹⁹ URL 6

²⁰ vgl. URL 2

Diese Gegebenheiten bieten den landwirtschaftlichen Unternehmen auf Fehmarn verschiedene Einkommensmöglichkeiten.

2.1.1 Betrieb Kleingarn/Brinkmann

Der Betrieb ist ein reiner Ackerbaubetrieb mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 200ha. Wobei die Fläche zu rund 50% Eigentum der Familie Kleingarn ist und der andere Teil gepachtet wurde.

Die Hofstelle und das Land befinden sich seit mehreren Generationen in Hand der Familie Kleingarn.

Seit 1989 wird die gesamte Fläche ökologisch bewirtschaftet. Die Umstellung erfolgte aufgrund der fortschreitenden ökologischen Probleme und den immer stärker forcierten Einsatz von PSM in der Landwirtschaft. Da ab 1989 eine erste staatliche Förderung für den ökologischen Landbau gezahlt wurde, konnte dieser Schritt auch finanziell gewagt werden.

Wie auch viele andere Betriebe auf Fehmarn besaß die Familie schon vor der Umstellung keine Viehhaltung.

Es wurde jedoch schon frühzeitig, Anfang der 1970er Jahre, in den Fremdenverkehr investiert und Wirtschaftsgebäude und Teile des Bauernhauses zu Ferienwohnungen umgewandelt.

Der Betrieb setzt auf der technischen Seite auf eine komplette Eigenmechanisierung, da es beim Versuch eine Maschinenkooperation zu etablieren zu Problemen, insbesondere in dem Verständnis der Wartung, gekommen ist.

Zu dieser Mechanisierung gehören zwei Traktoren, ein Mähdrescher, verschiedene Bodenbearbeitungsgeräte und eine Drillmaschine. Da auf dem Betrieb auch ökologisches Saatgut erzeugt wird, wurden Investitionen in eine Saatgutreinigung mit eigener Wiegeeinrichtung und Verpackung getätigt. Als Weiteres wurde 2008 eine gebrauchte Trocknungsanlage angeschafft und installiert. Hierbei handelt es sich um einen Durchlauf Trockner mit einer Nettoleistung von 4t/h.

Insgesamt wurde in den letzten vier Jahren viel auf dem Betrieb investiert. Zu der Trocknungsanlage wurden gleichzeitig vier Getreidesilos in die Scheune integriert, damit die getrocknete Ware nicht sofort verkauft werden muss, sondern diese noch gelagert und durch Kaltluft gelüftet werden kann. Da diese Kapazitäten an Silofläche aufgrund der Flächenanpachtung nicht ausreichten, wurden im Winter 08/09 an der Hofstelle vier weitere Hochsilos aufgebaut.

Bereits in der Ernte 2009 konnten diese zu 100% genutzt werden, da eine sehr gute Ernte eingefahren wurde, aber die Marktpreise für Brotgetreide einen sofortigen Verkauf ab Hof nicht rechtfertigten. Die Silos werden durch eine zentrale Annahme gefüllt. Das Erntegut wird dabei vor dem Einlagern durch eine Reinigungsanlage geführt, um Verunreinigungen wie Unkrautsamen, Strohstücke usw. zu entfernen.

Auf der Führungsebene wird der Betrieb von Frau Kleingarn in Kooperation mit Ihrem Lebensgefährten Herrn Brinkmann betrieben. Wobei Frau Kleingarn für die Verwaltung des Hofes als Urlaubsort zuständig ist und Herr Brinkmann sich um den gesamten Bereich des Ackerbaus kümmert.

Um im Sommer die Ernte sowie die Bodenbearbeitung zu bewältigen, wurden bisher Austauschstudenten oder Fachschüler, mit Hilfe eines Austauschprogrammes über Bioland, aus der ehemaligen UDSSR genutzt. Im letzten Jahr wurde diese Tätigkeit jedoch aufgrund eines Inserates auf der Internetseite einer bekannten landwirtschaftlichen Zeitschrift an mich als Student der Hochschule Neubrandenburg vermittelt.

Wie schon beschrieben, umfasst die Fläche rund 200ha, wobei die Flurstücke nicht arrondiert sind, sondern teilweise rund 10-15km von der Hofstelle entfernt sind. Dies hat den großen Nachteil, dass während der Ernte der Transport sehr lange dauern kann. Denn aufgrund der starken touristischen Ausrichtung und der eher einfachen Infrastruktur führt dies im Sommer zu starken Behinderungen. Es kann dabei vorkommen, dass der Mähdrescher mit vollem Korntank auf dem Feld seine Arbeit beenden muss, da kein Anhänger zur Verfügung steht.

Der Ackerbau ist jedoch nur ein Standbein von mehreren, die die Familie Kleingarn betreibt. Denn neben diesem und der Vermietung von Ferienwohnungen besitzt sie noch eine Photovoltaik-Anlage, die Ihnen zusätzliche Einnahmen bringt.

Der Betrieb ist somit recht breit aufgestellt und wohl auch zukunftsfähig, um an die nächste Generation, die auf dem Hof schon vorhanden ist, weiter gegeben zu werden.

2.1.2 Standortfaktoren

Der Betriebsstandort liegt rund 350 km nordwestlich von Neubrandenburg entfernt. Der Standort entspricht den Verhältnissen der gesamten Insel weicht jedoch dadurch vom Holsteinischen Festland ab. Der Standort gehört aufgrund der sehr guten Bedingungen zu den besten in Schleswig-Holstein. Die Insel liegt dabei in der gemäßigten Zone wie die gesamte Norddeutsche Ebene. Beeinflusst durch die Lage, an der Ostsee, herrscht auf der Insel ein maritimes Klima, was die Sommertemperaturen mild bleiben lassen und die Wintertemperaturen nicht zu stark in den Minusbereich gehen. Dies erkennt man auch sehr gut an der Abbildung 4.

In den letzten Jahren lag dabei die Jahresmitteltemperatur bei rund 10°C.

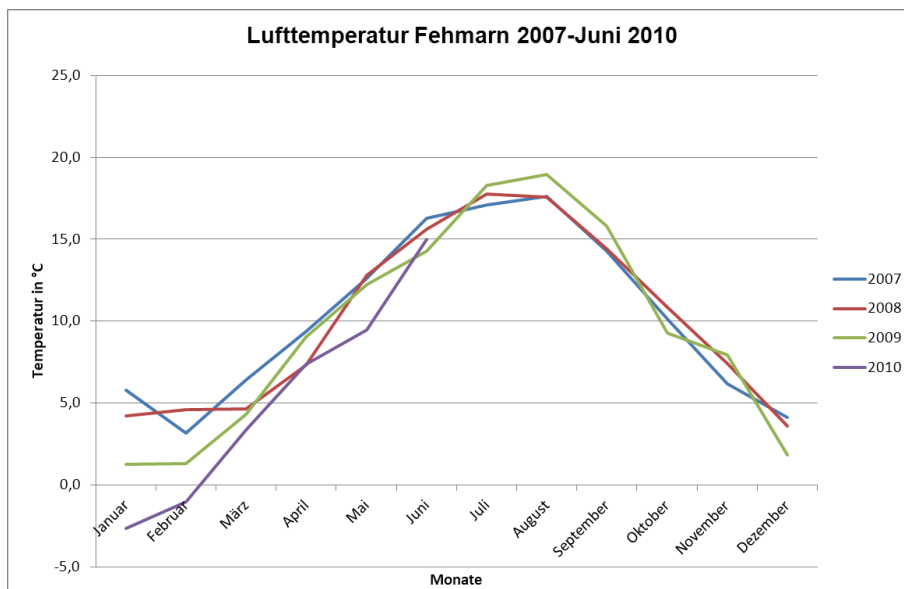


Abbildung 4 (Daten vom DWD, Westermarkelsdorf/Fehmarn)

Die Jahresniederschlagssumme lag in den letzten beiden Jahren bei rund 500mm und im langjährigen Mittel bei 511mm. Somit zählt Fehmarn zu den trockensten Gebieten in ganz Deutschland.

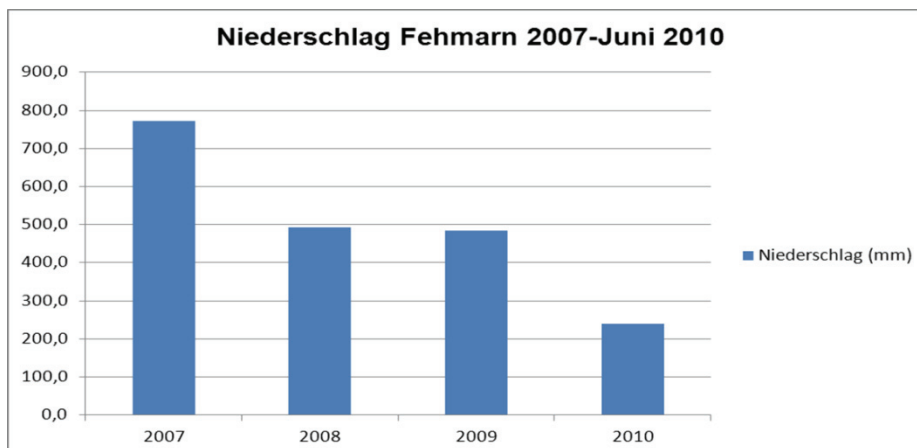


Abbildung 5 (Daten vom DWD, Westermarkelsdorf/Fehmarn)

Dieses Klima erklärt sich durch die „flache Oberfläche und die freie Ostsee, denn dadurch können die Luftmassen ungebremst abziehen und es wird eine besondere Land- und Seewindzirkulation bewirkt“²¹. Dies führt zu einer erheblichen Abweichung der Niederschlagsmenge gegenüber dem Festland, wo bereits nahe Fehmarn 600mm fallen und weiter westlich sogar bis zu 750mm pro Jahr.

Als weiterer Standortfaktor spielt der Boden eine große Rolle, der auf Fehmarn noch wichtiger ist. Es handelt sich nämlich hierbei um sogenannte „Parabraunerde-Tschernosem und Parabraunerde aus

²¹ URL 7

Geschiebemergel und lößähnlichen Beckenablagerungen²² diese Böden treten eigentlich nur in zwei Arealen auf „die Uckermark und die Inseln Fehmarn und Poel“²³. Diese stark veränderten Schwarzerderrelikte besitzen einen hohen Ton- sowie Humusgehalt, wobei der Humusgehalt zwischen 2-6% liegt.²⁴

Aufgrund der dunklen Farbe der Huminstoffe im Boden kommt es im Frühjahr zu einer begünstigten Erwärmung des Bodens, somit zu einer längeren Vegetationsperiode und durch den hohen Humusgehalt ist der Boden außerdem in der Lage, wichtige pflanzenverfügbare Mikronährstoffe sowie Wasser ausreichend zu speichern.

Diese Eigenschaften machen diese Böden zu sehr fruchtbaren und ausgezeichneten Ackerböden wenn nicht ein begrenzender Faktor wäre, der fehlende Niederschlag.

Diese ausgezeichneten Ackerböden spiegeln sich auch in den Bodenpunkten wieder die auf dem Betrieb zwischen 70-85 liegen. Wobei es sich dabei um sehr heterogene Standorte handelt, die nicht arrondiert sind sondern teilweise rund 10-15km von der Hofstelle entfernt liegen.

2.1.3 Fruchtfolge

Die Fruchtfolge im viehlosen Ökobetrieb spielt eine ungemein wichtige Rolle. Da „in viehlosen Systemen die Futternutzung von Leguminosen innerbetrieblich nicht möglich ist....“ und somit wichtige Nährstoffe fehlen, müssen“ dort an die Fruchtfolgegestaltung besonders hohe Ansprüche gestellt werden.“²⁵

Diese Ansprüche sind so formuliert, dass ein Anbau von Leguminosen zur Stickstofffixierung unabdingbar ist. Das Problem der fehlenden Verwertung und Veredlung der Futterleguminosen führt zu vielschichtigen Problemen im Anbau, wie:

- Fehlende Bodenruhe,
- erhöhter Unkrautdruck und
- vermehrtes Auftreten von Schädlingen und Krankheiten.

Es besteht zwar für viehlose Betriebe die Möglichkeit, auf Futterleguminosen zu verzichten und Körnerleguminosen anzubauen, doch dies führt oft zu den oben aufgezählten Problemen. Daher wäre eine Variante, diese durch eine einjährige Grünbrache zu ersetzen, wie es auch der hier beschriebene Betrieb vollzieht.

Die Grünbrache übernimmt hierbei die Vorteile der Futterleguminosen, führt jedoch aufgrund des nur einjährigen Anbaus zu keinem längerfristigem negativen Deckungsbeitrag.

Für viehlose Betriebe ist es jedoch auch ohne die Futterleguminosen möglich, eine entsprechende Fruchtfolge zu etablieren.

In einem Forschungsprojekt des Bundesprogramms Ökologischer Landbau(viehloser Öko-Ackerbau 2003) kam dies sehr gut zur Geltung. Dieses Projekt enthielt auch eine Umfrage unter viehlosen Betrieben, dabei zeigte sich eine große Differenzierung in den Fruchtfolgen.

Sie reichen von:

- 1/3 überjährige Grünbrache, 2/3 Druschfrüchte und Kompostimport über
- 20 % einjährige Grünbrache, 10 % Körnerleguminosen und 70% Getreide in weiter Reihe mit Untersaaten sowie
- 20 % mehrjährige Luzerne (unterschiedliche Nutzung), 30 % Getreide und 50 % verschiedene Hackfrüchte und Sonderkulturen bis hin zu
- einer Fruchtfolge ohne Grünbrache, mit 20 % Körnerleguminosen, 40 % Hackfrüchten, 40 % Getreide mit Untersaaten und maximaler Zufuhr an organischen Zukaufsdüngern.²⁶

Dabei werden die Fruchtfolgen oft je nach Bedingungen (z.B. Markt, Unkrautdruck, Stickstoffversorgung) flexibel geändert. Es spielt auch eine Rolle, welche Kulturen der jeweilige Betrieb anbaut. Häufiger werden in viehlosen Fruchtfolgen auch Frischgemüse oder verstärkt Hackfrüchte integriert, da diese einen höheren Ertrag und Preis erwirtschaften.

²² URL 8

²³ URL 8

²⁴ vgl. Scheffer/Schachtschabel 2002, S.495

²⁵ vgl. H. Schmidt 1997, S. 8

²⁶ vgl. H. Schmidt 2004, S. 7

Auf dem Betrieb wurden über mehrere Jahre auch Hackfrüchte angebaut, doch aufgrund fehlender Vermarktung wurden diese aus der Fruchtfolge genommen und diese auf reine Marktfrüchte ausgerichtet.

Daher sieht die Fruchtfolge auf dem Betrieb auch folgendermaßen aus:

1. Jahr: Kleegetränk (Rot-, Schweden- und Weißklee)
2. Jahr: Winterweizen(US)
3. Jahr: Winterroggen
4. Jahr: Hafer

Wobei die Erträge durch den sehr guten Boden relativ hoch sind. Diese liegen im Durchschnitt, je nachdem wie hoch die Niederschlagsmenge war, bei 50-55dt.

Das Kleegetränk wird dabei auf dem Hof nach persönlichen Erfahrungen angemischt. Es soll dabei zur Beikrautregulierung dienen, insbesondere Ackerfuchsschwanz, Kamille und Distel stellen Probleme dar. Als weiteren wichtigen Punkt liefert der Klee den nötigen Stickstoff, der dem nachfolgenden Winterweizen zur Entwicklung und Ertragsausbildung dient. Der Kleebestand wird dabei regelmäßig gemulcht.

Durch den Verzicht auf die Futterleguminosen entsteht eine andere Fragestellung: Wie wirkt sich die Bewirtschaftung von Kleegetränkbeständen auf den N-Haushalt aus?

Da auf dem Betrieb gemulcht wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Probleme, die in der Literatur beschrieben werden, wie „ein unsauberes Schnittbild und stärkere Verletzungen besonders an den Kleepflanzen“²⁷ auch zum großen Teil hier auftreten. Als weiteres Problem entgast aus dem Mulchmaterial Ammoniak. Die Verluste erreichen dabei „bis zu 40% der N-Menge im Mulch“²⁸. Neben diesen gasförmigen Ammoniakverlusten weisen verschiedene Untersuchungen auf Verluste in Form von N₂O, die nachweislich aus dem Mulch stammen. Als Problem stellt sich dies als starkes Treibhausgas dar.

Bei der Fruchtfolge auf dem Hof Kleingarn/Brinkmann handelt es sich um eine einfache. Diese ist durch den 1½ jährigen Kleegetränkasanbau bestimmt. Darauf folgt ein Winterweizen, in den letzten Jahren A-Weizen, im Frühjahr wird dabei mit Hilfe eines Pneumatikdüngerstreuers nochmals ein Kleegetränk ausgesät. Wenn genügend Feuchtigkeit im Frühjahr vorhanden ist und sich der Kleebestand dadurch gut entwickeln konnte, unterdrückt dieser Beikräuter erfolgreich.

Als Bodenbearbeitungsgänge erfolgen nach der Ernte jeweils ein flacher Grubberarbeitsgang und nach dem auflaufen der ausgefallenen Körner ein tieferer(10-15cm) Arbeitsgang. Darauf folgt noch die Herbstfurche mit dem Pflug und Vorschälern zur besseren Einarbeitung der Untersaat sowie der Ernterückstände. Wobei diese auf dem Feld verbleiben und Nährstoffe zurückgeführt werden

Als weiteres Glied in der Fruchtfolge kommt ein Winterroggen. Dieser ist aufgrund seiner Genügsamkeit sehr gut als weitere Saat geeignet. Der Roggen benötigt weniger Stickstoff und weitere Nährstoffe als der anspruchsvollere Weizen oder Hackfrüchte. Durch seine Halmlänge schafft er es, ausreichend die Beikräuter zu unterdrücken. Anhand dieser Merkmale sieht man, dass auf dem Betrieb noch rund 50-60dt Roggen geerntet werden können. Dabei konnte man auch aufgrund der Kleeuntersaat (Abbildung 6) im Weizen erkennen, dass der Roggen auf den Böden mit ausreichend Wasser ins Lager geriet, da genügend Stickstoff zur Verfügung stand.

Als abschließende Frucht wird auf dem Betrieb nach dem anspruchsloseren Roggen im Frühjahr noch Hafer gedreht.

Dieser gilt genauso wie der Roggen als eine extensive Getreideart und somit als Schwachzehrer. Es werden dabei auf Fehmarn Industrie- und



Abbildung 6 Kleeuntersaat

²⁷ Loges/ Heuwinkel 2004, S. 21

²⁸ ebenda S.22

Saatguthafer angebaut. Als Sorten wurden in den letzten Jahren im Saatgutbereich Aragon eingesetzt und als Industriehafer die Sorte Duffy. Wobei die Erträge und Qualitätsparameter wie Hektolitergewicht dabei im geforderten Soll lagen.

Was aus dieser Fruchtfolge ersichtlich wird, ist der fehlende Einsatz von Blattfrüchten oder auch der in der Literatur geforderte Wechsel zwischen Blatt- und Halmfrüchten.

Dieser fehlende Wechsel kann zu einer einseitigen Beikrautentwicklung führen und Beikräuter auf Jahre hinaus auf den Feldern etablieren. Diese Unterdrückungswirkung erkennt man auch sehr gut anhand der hier gezeigten Tabelle.

Kulturart	Hauptwurzel- masse Bodentiefe in cm	Unterdrückungswir- kung gegenüber Un- kraut	N- Lieferung	Durchwurze- lungsintensität
Klee-, Luzerneinsaa- ten	-60	+++	+++	++
Klee-, Luzernegrasge- menge	-60	+++	+++	+++
Körnerleguminosen	-20	+++	+++	+++
Hafer-, Erbsengemen- ge	-40	++	++	++
Kartoffeln, Rüben, Mais	-20	+	0	+
Wintergetreide	-20	+	0	+
Sommergetreide	-20	+	0	+

Abbildung 7 (Quelle Freyer 2003; 0 = ohne Wirkung / + = gering, ++ = mittel, +++ = hoch)

Somit lastet der größte Teil der Beikrautregulierung auf der Kleeinsaat. Da diese Wirkung auf dem Betrieb durch die Fruchtfolge sehr stark begrenzt ist, hat sich als Beispiel die Ackerkratzdistel in den letzten Jahren stark etabliert und zu einem ernst zu nehmendem Problem entwickelt. Durch eine Verringerung der Fruchtfolgeglieder und damit dem Aussetzen des Haferanbaus wird auf dem Betrieb versucht, dieses Problem zu lösen.

In Bezug auf die Humusbilanzierung ist jedoch zu sagen, dass es mit dieser Fruchtfolge keine Probleme mit abnehmenden Humusgehalten geben wird. Dafür sprechen mehrere Merkmale:

- Fehlende humuszehrende Kulturen,
- Ernterückstände verbleiben auf dem Feld und
- Einsatz von Untersaaten.

2.2 Mecklenburgische Seenplatte

Bei der Mecklenburgischen Seenplatte handelt es sich um eine walddreiche hügelige Endmoränenlandschaft mit mehr als eintausend Gewässern.

Sie erstreckt sich sichelförmig von der Landesgrenze zu Niedersachsen bis an das Ueckertal im Osten. Im südlichen Teil wird dabei auch die Landesgrenze nach Brandenburg überschritten. Entstanden ist die Seenplatte während des Verlaufes der Weichsel-Eiszeit vor rund 12000 Jahren in den Urstromtälern und Sander des pommerschen Stadiums.²⁹

Durch diese Entwicklung ist die gesamte Region auch landschaftlich wie landwirtschaftlich gezeichnet. Das Gebiet zählt zu den am dünnsten besiedelten in Deutschland, da nur rund 78 Einwohner auf 1km² leben.

Die Wirtschaft der Mecklenburgischen Seenplatte sehr touristisch geprägt. Aufgrund der Ausweisung verschiedener Naturparks, Naturschutzgebiete bis hin zu Nationalparks (Müritz-Nationalpark) und der daraus resultierenden limitierenden Nutzung konnte sich eine unberührte Natur entwickeln und erhalten.³⁰ Dies trägt dazu bei, dass die Region für Urlauber sehr attraktiv ist. Daher ist dieser Wirtschaftsbereich auch der größte.

²⁹ vgl. URL 9

³⁰ vgl. URL 10

Als weitere Wirtschaftszweige stellen mittelständische Betriebe der Land- und Forstwirtschaft, Lebensmittelindustrie sowie aus dem Dienstleistungssektor eine wichtige Rolle in der Region dar.³¹

Die Landwirtschaft in der Mecklenburgischen Seenplatte ist dabei multifunktional aufgestellt. Schwerpunkte liegen deutlich im Pflanzenbau und der Produktion von Getreide und Ölfrüchten. Darüber hinaus werden Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben und Futterpflanzen angebaut.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche liegt in den Kreisen der Seenplatte bei rund 204.860ha³², wobei ein Großteil für den Ackerbau genutzt wird.

Auf der Ertragsseite stehen dabei im Mittel bei Getreide 60-62dt/ha und beim Raps 35dt/ha, wobei es jährliche Schwankungen gibt³³.

Als ein stetig zunehmender Teil, an der landwirtschaftlichen Gesamtfläche, entwickelt sich in der Mecklenburgischen Seenplatte der ökologische Landbau. In den zugehörigen Kreisen (Müritz, Mecklenburg-Strelitz und Uecker-Randow) beträgt der prozentuale Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche zwischen 8% (Müritz) bis hin zu 22,5% (UER).³⁴ Insgesamt beträgt dieser Anteil in M-V rund 9% an der Gesamtfläche³⁵

Diese Verschiebung und einhergehende Ausweitung des ökologischen Landbaus von West nach Ost entlang des Gebietes kann durch den abnehmenden Niederschlag sowie die Bodenverhältnisse erklärt werden. Es ist für viele Betriebe, insbesondere im Landkreis Uecker-Randow, sinnvoller, ökologischen Landbau zu betreiben, da sie auf Grenzstandorten wirtschaften. Diese erlauben oft keinen wirtschaftlich erfolgreichen Anbau von Weizen und Raps. Daher wirtschaften sie ökologisch, um die zusätzliche Hektarprämie und höhere Marktpreise zu erhalten. Dies sichert ihr wirtschaftliches Überleben stärker als der konventionelle Anbau.

Diese Grenzstandorte, die als landwirtschaftlich genutzte Flächen und aufgrund ihrer natürlichen Voraussetzungen ein geringes Ertragspotenzial besitzen und an der Untergrenze der wirtschaftlichen Ertragsfähigkeit liegen, sind in der beschriebenen Region stark vertreten.³⁶

Es handelt sich hierbei hauptsächlich um Sandböden mit Ackerzahlen kleiner als 28 sowie D3a-Standorte (sickerwasserbestimmte Tieflehme und Sande) mit Ackerzahlen kleiner 30 bei schlechter bzw. unregelmäßiger Wasserversorgung.³⁷

Daher liegen die Ackerzahlen in der Region auch zwischen 20 und 40.

Aufgrund dieser Parameter ist die Region anders als Fehmarn auch nicht als Hohertragsregion geeignet und bekannt, doch die Landwirtschaft nach in der Vergangenheit hier eine wichtige Rolle ein und wird es auch in Zukunft tun.

2.2.1 Betrieb Müritz Agrar GmbH & Co. KG

Bei der Müritz Agrar GmbH & Co. KG handelt es sich um einen Marktfruchtbetrieb mit rund 2400ha landwirtschaftlicher Nutzfläche. Außerdem werden auch noch rund 250 Mutterkühe auf dem betriebs-eigenen Grünland gehalten.

Der Firmensitz der GmbH befindet sich in der Ortschaft Luplow im Landkreis Demmin.

Durch verschiedene Zugewinne an Fläche insbesondere aus dem Landkreis Müritz – der Hauptanteil der Ackerfläche befindet sich in diesem Landkreis – entschied man in der Geschäftsleitung die Firma 2009 in den heute gültigen Namen umzufirmieren.

Der Betrieb setzt auf eine komplette Eigenmechanisierung und übernimmt für einen Milchviehbetrieb die gesamte Saat, PSM-Behandlung und Ernte des Silomaisbestandes. Außerdem befinden sich in mehreren Betriebsstätten Lager- und Trocknungsanlagen.

Auf der Seite der Geschäftsführung wird die Firma von zwei Gesellschaftern geführt, sowie durch einen Verwalter am Unternehmenssitz in Luplow.

Aufgrund der Größe beschäftigt das Unternehmen rund 18 Mitarbeiter und vier bis fünf Erntehelfer in der Saison.

Die Ausbreitung der Fläche erstreckt sich durch die Entwicklung der letzten Jahre von Wulkenzin, westlich von Neubrandenburg, bis Klein Gievitze, nordöstlich von Waren.

³¹ vgl. URL 11

³² vgl. URL 12

³³ vgl. URL 13

³⁴ vgl. BUND 2009, S.6

³⁵ vgl. URL 14

³⁶ vgl. LUNG 2003, S.14

³⁷ vgl. ebenda S.15

Diese Flächenausdehnung führt dazu, dass erhebliche Transportwege zurückgelegt werden müssen und daher die Logistik sehr gut funktionieren muss.

Die weitere wirtschaftliche Entwicklung sieht wohl eine weitere Erhöhung der Fläche vor und ebenfalls eine Ausrichtung hin zu einer Kostenoptimierung und Gewinnsteigerung.

2.2.2 Standortfaktoren

Durch die große Ausdehnung der Fläche des Betriebes schwanken auch deren Standortfaktoren. Es kann hier daher auch nicht explizit z.B. auf die Jahresniederschlagsmenge hingewiesen werden. Die Daten, die hier aufgezeigt werden, beziehen sich zum Großteil auf den Hauptsitz der Gesellschaft in Luplow (DM).

Die Spanne der Ackerzahlen der Bodenparameter beträgt zwischen 30 in der westlichen Ausdehnung nahe Waren und bis zu 55 am Standort Luplow und Umgebung.

Es handelt sich dabei um Böden der Klasse D3 bis D5. Diese lassen sich als gute Sandböden und anlehmige Sandböden mit Anteilen lehmiger Sandböden (D3) beschreiben, bis zu lehmigen und stark lehmigen Sandböden mit Anteilen von Lehmböden (D5).³⁸

Der Betrieb liegt in einer Region, die nach den Daten des DWD eine durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge von rund 500-550mm. Daher zählt diese Region auch zu den trockeneren Regionen in Deutschland.³⁹

Durch eine häufige Frühjahrstrockenheit ab Anfang April bis Mitte Juni wird die Jugendentwicklung insbesondere des Wintergetreides geprägt.

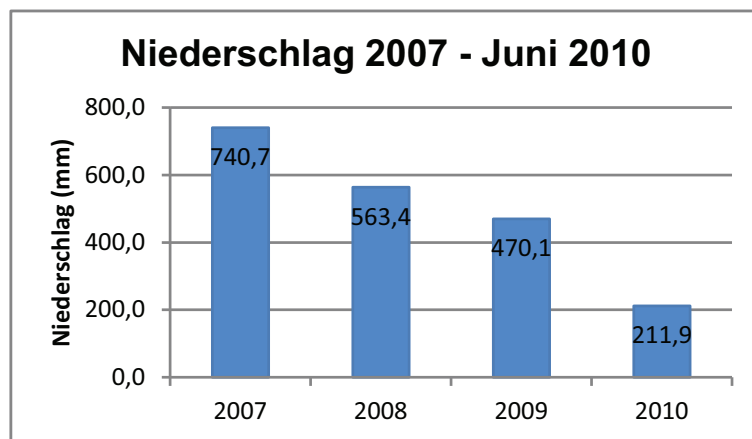


Abbildung 8 (Daten vom DWD, Trollenhagen)

Insbesondere das Jahr 2009 war mit unter 500mm Niederschlag von sehr trockenen Perioden geprägt. Die Frühjahrstrockenheit jedoch fiel nicht so stark aus, wie in den zurückliegenden Jahren. Der April zeigte sich noch sehr trocken mit 2,9 mm, der Mai dagegen konnte diese fehlenden Niederschläge wieder ausgleichen mit rund 60mm (siehe Anhang Tabelle 4)

Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,7°C und liegt somit im optimalen Bereich für Getreide. Im Winter können gegenüber der Region Fehmarn aufgrund der kontinentalen Lage starke Kahlfröste bis zu -20°C auftreten, was zu Auswinterungsschäden führen kann. Ein Beispiel dafür ist der Winter 2009/2010.

³⁸ vgl. LUNG 2003, S.31-34

³⁹ vgl. URL 15

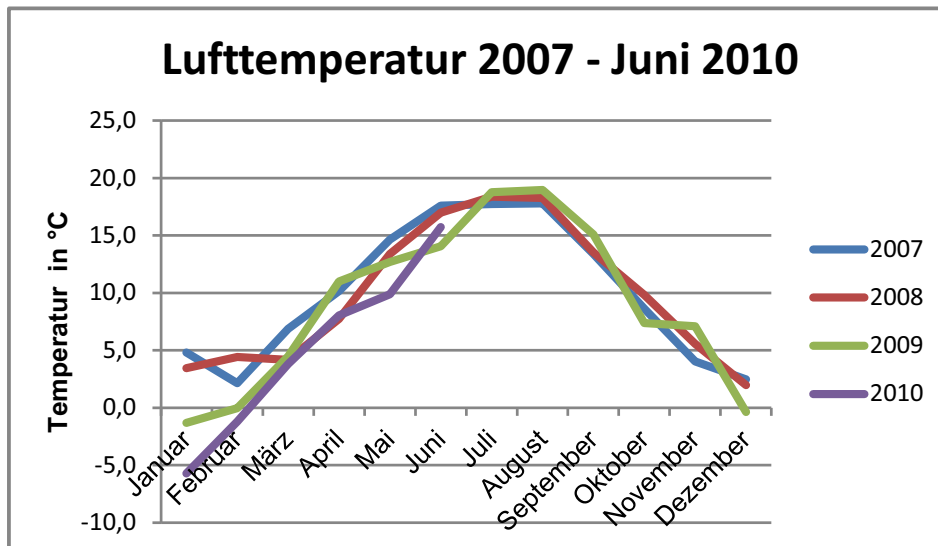


Abbildung 9 (Daten vom DWD- Trollehagen)

Bis auf den begrenzenden Faktor des Wassers ist die Region ein guter Agrarstandort und erzielt daher auch bei guten Bedingungen Erträge von 70-80dt/ha im Weizen und sogar bis zu 55dt/ha im Raps. Die Müritz Agrar GmbH und Co. KG erreicht diese Werte ebenfalls.

2.2.3 Fruchtfolge

Die Fruchtfolge im beschriebenen Betrieb ist auf Marktfrüchte ausgerichtet. Sie stellt eine im konventionellen Bereich immer häufiger auftretende vereinfachte Fruchtfolge dar. In dieser wird Winterraps aufgrund seiner Marktleistung und Preisgestaltung an erster Stelle geführt. Danach folgt wegen der guten Vorfruchtwirkung und Rückführung von Nährstoffen der anspruchsvolle Winterweizen. Nachfolgend wird je nach Marktlage und Bodenparameter entweder ein Stoppelweizen angebaut oder eine Wintergerste.

Wobei im Betrieb darauf geachtet wird, dass der Rapsanteil an der Anbaufläche nicht mehr als 33% beträgt, um der Ausbreitung von Fruchtfolgekrankheiten wie Kohlhernie, Phoma lingam oder Sklerotinia entgegen zu wirken. Daher wird auch auf die Wintergerste trotz ihrer schlechten Preissituation nicht verzichtet und in die Fruchtfolge integriert.

Daher sieht die Fruchtfolge wie folgt aus:

1. Winterraps
2. Winterweizen(A)
3. Winterweizen(B)/ Wintergerste
4. Winterraps.

3 Methoden der Humusbilanzierung

Es gibt verschiedenste Anwendungsweisen zur Analyse und Bewertung landwirtschaftlicher Betriebssysteme. Diese wurden jedoch allzu oft für Bedingungen des konventionellen Anbaus entwickelt und noch nicht an die Wirtschaftsbedingungen des ökologischen Landbaus angepasst. Dadurch kann es zu Fehlern in der Bewertung kommen und somit falsche Folgeerscheinungen getroffen werden.

Dies gilt auch für die Analyse und Bewertung des Humushaushaltes ackerbaulich genutzter Böden, worauf bereits mehrfach verwiesen wurde.⁴⁰

Daher ist es unabdingbar für den ökologischen Landbau, eine angepasste Methode der Humusbilanzierung zu etablieren, da anhand der Besonderheiten der ackerbaulichen Bodennutzung die Notwendigkeit einer Anpassung der Humusbilanzierung an die spezifischen Bedingungen des ökologischen Landbaus zu begründen sind.

Doch um diese spezialisierten Methoden der Bilanzierung anwenden zu können, soll hier kurz das grundsätzliche einer Humusbilanzierung erläutert werden.

Durch die Humusbilanzierung soll überprüft werden, „ob zwischen den humusaufbauenden und humusabbauenden Prozessen in Ackerböden ein Fließgleichgewicht besteht.“⁴¹ Dies soll aussagen, dass durch den Anbau verschiedener Kulturen ein Gleichgewicht im Abbau sowie Aufbau von organischer Bodensubstanz (OBS) entstehen soll. Die Bilanzierung dient daher als Hilfsmittel um einen Abbau oder Aufbau im Betrieb durch Zahlen erkenntlich zu machen.

Eine ausgeglichene Humusbilanz lässt daher auch darauf schließen, ob der Humusgehalt im Boden im Sinne einer integrierten Produktion erhalten bleibt. Darüber hinaus informiert die Humusbilanz über einen ggf. bestehenden ungedeckten Bedarf an organischer Substanz bzw. über eine bestehende Überversorgung. Überdies gibt es die Möglichkeit, Managemententscheidungen zur Verbesserung der Humusersatzwirtschaft im Betrieb abzuleiten.

Es ist jedoch immer noch nicht möglich, verlässliche Aussagen über optimale Humusgehalte für z.B. den konventionellen und ökologischen Landbau zu treffen oder für verschiedene Intensitätsstufen der Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse.

Allgemein gültige Bestimmungsgründe für einen optimalen Humusgehalt können jedoch hilfreich sein, um die speziellen Effekte der konventionellen und ökologischen Bodennutzung besser zu erkennen und in den Bilanzen zu berücksichtigen.

Dabei kann man von einem optimalen Gehalt ausgehen, wenn „die im engeren Zusammenhang mit dem Humusvorrat stehenden Bodenfunktionen so ausgeprägt sind, dass eine hohe Flächenproduktivität, Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der Produktion gewährleistet ist.“⁴²

Gegenwärtig sind in Deutschland drei Humusbilanzen gebräuchlich:

Methode	Maßeinheit	Literatur
ROS	Reproduktionswirksame organische Substanz (ROS) = organische Trockenmasse (TM) von Stalldung 1 t ROS = 1 t org. TM von Stalldung	ASMUS & HERMANN (1977)
HE	Humuseinheiten (HE) = 1 t Humus mit 55 kg N und 580 kg C 1 t ROS = 0,35 HE	LEITHOLD & HÜLSBERGEN (1998)
VDLUFA	Humusäquivalent = 1 kg Humus-C 1 t ROS = 200 kg Humus-C 1 HE = 580 kg Humus-C	VDLUFA (2004)

Abbildung 10 Übersicht Methoden der Humusbilanzierung

Wie diese Verfahren angewandt werden, soll in den folgenden Unterpunkten 3.1 bis 3.3 beschrieben werden.

Die älteste Methode stellt dabei das ROS-Verfahren nach Asmus und Hermann (1977) dar.

Diese wurde auf der Grundlage von Dauerversuchen aus den 1970er Jahren erarbeitet und reflektiert; somit auch die Ertrags- und Bewirtschaftungssituation aus dieser Zeit.

⁴⁰ vgl. Leithold/ Brock 2006, S.1

⁴¹ ebenda

⁴² ebenda

Als Bezugsbasis wurde dabei Stalldung gewählt, da für diese Art des organischen Düngers die meisten Langzeituntersuchungen vorlagen. Leider stellt der Stallmist keine homogene Masse mit gleichen Inhaltsmengen und je nach Bearbeitung unterschiedliche Zusammensetzung dar und es kommt somit zu Variationen.

Die Methode wird jedoch noch immer in der VDLUFA-Methode angewandt, um die unteren Werte der Humuskoeffizienten zu berechnen.

Eine weitere Methode ist die der Humuseinheitenmethode. Diese HE-Methode nach Leithold et al. (1997) wurde im Wesentlichen auf der Grundlage des Stickstoffhaushaltes abgeleitet, um einen Ertragsbezug herstellen zu können.

Hierbei wird eine Humuseinheit (HE) als eine Tonne Humus mit einem Gehalt von 55 kg organisch gebundenem Stickstoff und 580 kg organisch gebundenem Kohlenstoff bezeichnet.⁴³

Als einzige Methode unterscheidet diese dabei zwischen konventionellem und ökologischem Landbau. Im ökologischen Landbau wird ein höheres Humusreproduktionsniveau als Ziel definiert.⁴⁴

Die Maßeinheit HE kann auch in die Maßeinheit ROS durch den Faktor 0,35 umgerechnet werden. Dies ergibt: 1t ROS = 0,35 HE und 1 HE = 2,8t ROS.

3.1 Die VDLUFA-Methode

Die VDLUFA-Methode wurde im Jahr 2004 mit dem Ziel einer Harmonisierung der Humusbilanzmethoden verabschiedet; sie stellt einen Kompromiss der beteiligten Wissenschaftler dar.⁴⁵

In dieser Methode wird ein Saldo aus dem Humusverlust (Anbau humuszehrender Kulturarten) und der Humuszufuhr (Anbau humusmehrender Kulturarten, organische Düngung) errechnet und in Form von Koeffizienten wiedergegeben.⁴⁶ Dabei spiegeln die Koeffizienten die Menge des im Humus gebundenen Kohlenstoffs (in Humusäquivalenten [HÄQ]) wider. Außerdem wurden die Koeffizienten der unteren Werte der VDLUFA-Methode aus den ROS-Koeffizienten abgeleitet, die der oberen Werte aus den HE-Koeffizienten.⁴⁷ Es besteht dadurch die Möglichkeit mit den unteren bzw. oberen Werten zu rechnen. Aufgrund der Konzipierung hinsichtlich des konventionellen Landbaus und der damit einhergehenden Datengrundlage, muss die Methode für die Berechnung des Humusbilanzsaldos im ökologischen Landbau bezüglich der Bilanzparameter angepasst werden.

Für die Berechnungsgrundlage, ob die unteren Werte oder oberen Werte genutzt werden, können einfache Auswahlkriterien nach Kolbe herangezogen werden:

Untere Werte („einfache Reproduktion“)

- Cross Compliance
- Böden in gutem Kulturzustand
- Flächen mit hoher Nährstoffzufuhr (N)
- Standorte mit geringem Humusabbau (niedrige Durchschnittstemperaturen und hohen Niederschlägen, Bergstandorte, grundwasserbeeinflusste Moorböden).

Obere Werte („erweiterte Reproduktion“)

- mit Humus unterversorgte Böden
- Flächen mit niedrigerer Nährstoffversorgung (N)
- Anbauverfahren mit höherem Bedarf an organischer Substanz
- Standorte mit hohem Humusabbau (hohe Durchschnittstemperaturen, sehr aktive Lehmböden, grundwasserferne Moorböden).⁴⁸

Diese Werte wurden durch die beteiligten Wissenschaftler aus „verschiedenen langjährigen Fruchtfolge-Düngungsversuchen anhand der Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik

⁴³ vgl. Leithold 2004, S.2

⁴⁴ vgl. Leithold et al. 1997, S.44

⁴⁵ vgl. Brock et al. 2008, S. 23

⁴⁶ vgl. Kolbe 2008, S.1

⁴⁷ vgl. Brock et al. 2008, S. 23

⁴⁸ vgl. Kolbe 2008, S. 1

im Boden abgeleitet.⁴⁹ Es wurde hierbei der Optimalbedarf des jeweiligen Düngeversuches an organischer Düngung ermittelt und dann mit dem durch die Bilanzierungsmethode errechneten Bedarf an organischer Masse in Rottemist-Äquivalenten gegenüber gestellt.

Dabei wurde durch die rechnerische Bilanzierung der tatsächliche Bedarf an Humus um rund 20% überschritten⁵⁰

Diese Methode zeigte trotz allem auf den verschiedenen Böden und Standortfaktoren der Dauerfeldversuche eine relativ gute Übereinstimmung.

Als Änderung gegenüber den schon vorherrschenden Bilanzierungsmethoden wurde, wie bereits oben erwähnt, eine neue Einheit gewählt „Humusäquivalente(Häq)“. Diese wurde auf der Grundlage einer einheitlichen Humusbilanzierung ausgewählt. Hierbei handelt es sich um Richtwerte die „für diejenigen Humusmengen (ausgedrückt als kg C ha⁻¹)“ stehen und „die im Boden nutzungsbedingt durch Abbau verloren gehen sowie durch organische Düngung ersetzt werden sollten“.⁵¹

Dem steht bei der Bilanzierung die sehr unterschiedliche Humusreproduktion durch verschiedene organische Substanzen gegenüber, die deshalb ebenfalls in Humusäquivalenten, d.h. in kg des daraus durch Humifizierung entstehenden Boden-C je Tonne des betreffenden Substrats ausgedrückt wird.

Die beschriebenen Richtwerte sind dabei in Tabelle 1 (siehe Anhang) aufgelistet und zeigen wie hoch der Verlust oder Gewinn an kg Humus C ha⁻¹ ist. Auch diese unterscheiden sich in untere und obere Werte, je nach Standort.

Um die Bewertung der errechneten Bilanz zu vereinfachen und auch schnell Information aus der Bilanz ziehen zu können wurde eine Saldengruppe erarbeitet. Diese unterscheidet (siehe Anhang Tabelle 3) 5 Gruppen von A-D. Wobei die Gruppe A einen sehr niedrigen Humussaldo beschreibt und die Gruppe D einen sehr hohen Humussaldo darstellt. Als eine optimale Humusversorgung wird ein Standort angesehen der in der Gehaltsgruppe C liegt, da es dort zu keinen Stickstoffverlusten kommt oder die Ertragssicherheit gefährdet wäre.

Die Gehaltsklasse C erstreckt sich dabei in einem Rahmen von -75 kg Humus C ha⁻¹ bis 100kg Humus – C ha/a und führt langfristig zur Einstellung standortangepasster Humusgehalte.

3.1.1 Vorgehensweise

Die Humusbilanzierung nach der Methode der VDLUFA soll für die praktische Landwirtschaft eine Erleichterung erlauben.

Die Vorgehensweise ist daher auch aufgrund der bereits vorhandenen Richtwerte der fruchtartspezifischen Veränderung des Humusvorrates im Boden (Anhang Tabelle1) recht unkompliziert.

Als Grundsatz sollte jedoch die Bilanzierung stets über eine ganze Fruchtfolge angewandt werden falls es dieses nicht vorhanden ist sollte die Bilanzierung die letzten 5 – 10 Wirtschaftsjahre beinhalten.

Es ist positiv bei dieser Methode zu sehen, dass man keine weiteren Kennzahlen zu den Standortfaktoren benötigt. Es genügt die jeweilige Anbaugröße der Kulturen zu kennen und wie hoch der jeweilige Ertrag der Kultur ist.

Am Anfang der Bilanzierung steht die Ermittlung des Humusbedarfes der Fruchtfolge.

Je nach Kultur kann aus den Daten der Humusbedarf entnommen werden. Diese Daten werden am Ende, die gesamten Fruchtfolgeglieder haben ihren jeweiligen Humusbedarf in kg C/ha –a erhalten, addiert.

Die daraus entstandene Summe ergibt den jeweiligen Humusbedarf für die ausgewählte Fruchtfolge. Diese muss, falls in der Fruchtfolge Kulturen durch andere ersetzt werden, neu berechnet werden.

In einem weiteren Schritt wird die Humusreproduktion der anfallenden und zugeführten organischen Dünger wie Stroh, Gülle, Mist, Kompost berechnet.

Dabei ist das Korn – Stroh – Verhältnis zu beachten. Es gibt an wie hoch das Verhältnis zwischen dem Hauptprodukt und dem Nebenprodukt ist. Dieses unterscheidet sich in den verschiedenen Kulturen im ökologischen Landbau gegenüber dem konventionellen Landbau.

Die anfallenden oder ausgebrachten Mengen an organischem Dünger werden hierbei wieder mit einem jeweiligen Richtwert aus den Datensätzen der VDLUFA multipliziert und zum Schluss zusammen addiert. Als Ergebnis erhält man hier den Wert an Humus – C/ha der in der gesamten Fruchtfolge anfällt.

⁴⁹ VDLUFA 2004, S.4

⁵⁰ vgl. ebenda, S.5

⁵¹ ebenda, S. 6

Am Ende werden die beiden vorherigen Summen, Humusreproduktion und Humusbedarf, miteinander verrechnet und der Betrag durch die Jahre der Fruchtfolge, als Beispiel 5, geteilt. Man erhält dadurch den Humussaldo in Humusäquivalenten der Fruchtfolge und kann anhand der Klasse ablesen in welcher sich der Schlag, auf dem diese durchgeführt wird, befindet.

Diese Vorgehensweise wird je nach Fruchtfolge des Schlages durchgeführt.

Wie die Bilanz berechnet wird und aus welchen Daten sich diese zusammensetzt wird an zwei verschiedenen Fruchtfolgen in Punkt 3.1.3 erkennbar sein.

3.1.2 Funktion

Die Bilanzierung nach der VDLUFA – Methode erlaubt „Kalkulationen ohne Kenntnis der Gehalte an Humus sowie ohne Kenntnis der erlangten Erträge der Kulturarten der Fruchtfolge“⁵². Dieses sind große Vorteile beim praktischen Einsatz. Einfache Angaben aus der Schlagkartei genügen für die Durchführung der Berechnungen, wozu nicht unbedingt ein PC erforderlich ist.

Es besteht durch die Festlegung von Richtwerten die Möglichkeit seine Humusbilanzierung je nach Ermessen mit den unteren Werten, also niedrigeren Humus – C Verlusten oder Gewinnen, zu rechnen oder nach höheren Werten die höhere Verlust bzw. Gewinnraten beinhalten.

Vereinfacht gesagt wird durch die VDLUFA – Methode „ein Saldo aus dem Humusverlust und dem Humusaufbau ermittelt“⁵³.

Ziel dieser Methode ist es auch nicht eine Bestimmung von absoluten Humusgehaltsänderungen der Böden zu erkennen. Der Funktionsschwerpunkt liegt vielmehr auf der indirekten Einschätzung der Humusversorgung des Bodens und der gewählten Fruchtfolge.

Der Humusbedarf gleicht daher dem Humusaufkommen.

Aufgrund der Tatsache, dass je nach Ausgangssituation und Vorbewirtschaftung eine Zu - oder Abnahme der Humusgehalte im Boden stattfindet, soll die Methode dazu dienen, dass das Versorgungsniveau an organischer Substanz aufrechterhalten wird um einen maximalen bzw. optimalen Ertrag der Fruchtarten zu erreichen.

Weitere Funktionen die erlangt werden, sind orientierende Ergebnisse über die Versorgung mit organischer Substanz.

Dabei ist jedoch die Umrechnung von Saldoergebnissen in Humusgehalte des Bodens nicht möglich. Daher ist die Methode auch als Instrument zur vertiefenden Betriebsberatung nicht sehr gut anwendbar.⁵⁴

Jedoch besitzt diese Methode aufgrund der Einfachheit eine wichtige Praxisfunktion um überhaupt Humusbilanzen einfach und schnell zu erstellen.

3.1.3 Berechnung der Bilanzen

Die Humusbilanz für den Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach den unteren Richtwerten der VDLUFA – Methode⁵⁵ berechnet sich folgendermaßen:

Fruchtart	Humusbedarf kg Humus-C ha-1
1.Klee	700
2.Winterweizen/ Untersaat Klee	-400 300
3. Winterroggen	-400
4.Hafer	-400
Humusbedarf	-200

Tabelle 1 Humusbedarf Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA-Methode

⁵² Kolbe 2006, S.3

⁵³ ebenda, S.1

⁵⁴ vgl. ebenda S.8

⁵⁵ vgl. VDLUFA 2004, S.8

Dazu kommen die noch zugeführten organischen Dünger:

Fruchtart	Organische Dünger		Humusreproduktion	
	Art	Menge t ha-1	kg Humus-C (t Substrat)-1	kg Humus-C ha-1
1. Klee				
2. Winterweizen/ Untersaat	Stroh	5,5	110	605
3. Winterroggen	Stroh	5	110	550
4. Hafer	Stroh	4,5	110	495
Summe				1650

Tabelle 2 Humusreproduktion Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA- Methode

Dies ergibt ein Humussaldo in der Fruchtfolge von:

Humusbedarf	Humusreproduktion	Humussaldo	
		Je Fruchtfolge	je Jahr
-200	1650	1450	363

Tabelle 3 Humussaldo Kleingarn/Brinkmann nach VDLUFA-Methode

Als Ergebnis kann also festgehalten werden, dass am Standort Fehmarn im Betrieb Kleingarn/Brinkmann ein Humussaldo je Fruchtfolge von 1450 kg Humus – C ha-1 bzw. 363 kg Humus-C ha-1 je Jahr erreicht wird.

Dies bedeutet, dass der Betrieb mit seinen Schlägen nach dem VDLUFA-Schema in Gehaltsklasse E einzuordnen ist. Nach Kolbe (2006) liegt dieser Wert für den ökologischen Landbau dagegen in der Gehaltsklasse C.

Die Bewertung richtet sich dabei nach der Tabelle 3.

Humusbilanz nach den unteren Richtwerten der VDLUFA – Methode⁵⁶ für den Betrieb Müritz Agrar:

Fruchtart	Humusbedarf kg Humus-C ha-1
1. Winterraps	-280
2. Winterweizen	-280
3. Winterweizen	-280
4. Wintergerste	-280
Humusbedarf	-1120

Tabelle 4 Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode

Fruchtart	Organische Dünger		Humusreproduktion	
	Art	Menge t ha-1	kg Humus-C (t Substrat)-1	kg Humus-C ha-1
1. Winterraps	Stroh	6,5	80	520
2. Winterweizen	Stroh	6,4	80	512
3. Winterweizen	Stroh	5,6	80	448
4. Wintergerste	Stroh	5,6	80	448
Summe				1928

Tabelle 5 Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode

⁵⁶ vgl. VDLUFA Standpunkt 2004, S.8

Es ergibt sich dadurch ein Humussaldo von:

Humusbedarf	Humusreproduktion	Humussaldo in kg Humus-C/ha je Fruchtfolge je Jahr	
-1120	1928	808	202

Tabelle 6 Humussaldo Betrieb Müritz Agrar nach VDLUFA-Methode

Das Ergebnis von 202 Humus-C ha⁻¹ a⁻¹ entspricht einer Einstufung in die Gehaltsklasse D.

3.2 Die Humuseinheiten – Methode

Diese Methode der Humusbilanzierung wurde von den Autoren Rauhe und Schönmeier (1966) erarbeitet. Dabei wird „die Humuswirkung verschiedener Kulturen und organischer Dünger in Tonnen Humus- TM pro ha“⁵⁷ ausgewiesen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass eine Tonne Humus „580kg organisch gebundenen Kohlenstoff und 50kg organisch gebundenen Stickstoff“⁵⁸ entspricht und dieser „Entzug von 50kg Stickstoff aus dem Bodenvorrat dem Verlust von 1t Humus entspricht“⁵⁹.

Als Maßeinheit zur Ermittlung des Gewinns oder Verlustes an Humus wurde die Humuseinheit(HE) benannt. Diese entspricht nach Rauhe und Schönmeier(1966) „dem Humusverbrauch pro Jahr beim Anbau von Getreide mit einem Ertrag von 35dt/ha Korn und 50dt/ha Stroh“⁶⁰.

Da es sich bei den Autoren um Wissenschaftler der ehemaligen DDR handelt und die Methode in dieser Zeit erarbeitet wurde, ist diese „auf leichte und bessere Böden Ostdeutschlands abgestimmt“⁶¹. Durch eine Kombination der HE – Methode und der erweiterten ROS-Methode schuf Leithold et al. (1997) neue HE Koeffizienten.

„Die Festlegung der Bedarfswerte erfolgte dabei in 2 Schritten (Leithold & Hülsbergen 1998).

1. Bedarfsermittlung für verschiedene Fruchtfolgesysteme auf der Grundlage von Dauerfeldversuchen, insbesondere Seehausen.

2. Berechnung von Bedarfswerten für Einzelkulturen mittels fruchtartenspezifischer Stickstoffbilanzen mit der horizontalen N-Bilanz nach LEITHOLD (1991a/b), durch die der Bedarf an organischer Substanz unter Berücksichtigung des Ertragsniveaus und der Mineraldüngermenge errechnet werden kann.

Es gibt bei der HE – Methode auch zwei Anwendungsmöglichkeiten. Denn neben der statischen Methode nach Leithold et al. (1997) gibt es auch eine computergestützte dynamische Methode nach Hülsbergen (2003) bei der Standortfaktoren, Ertrag sowie Mineraldüngung als Einflussfaktoren beachtet werden.“⁶²

Als einzige Bilanzierungsmethode enthält die HE – Methode hier verschiedene Bilanzwerte für den integrierten konventionellen Landbau und den ökologischen Landbau(ÖLB). Die Bilanzierung nach der ROS – Methode ergab nämlich für Betriebe aus dem ÖLB Versorgungsgrade von 150-200% OPS, wobei 100% eine ausgeglichene Bilanz darstellt.

Die Gründe für eine Anpassung der Humusbilanzkoeffizienten der HE-Methode liegen nach Leithold (1996) bei:

1. Realisierung eines höheren Humusgehaltes und einer größeren Umsatzgeschwindigkeit der organischen Substanz im Boden im Vergleich zum integrierten Landbau
2. Schnellerer mikrobieller Abbau der eingebrachten organischen Dünger sowie von Stoppel- und Wurzelrückständen im Boden
3. Ausgleich der positiven direkten und indirekten Humusersatzwirkung des Mineral – N durch mehr organische Substanz

⁵⁷ Ude 2006, S.35

⁵⁸ Leithold 2004, S.2

⁵⁹ Rauhe/ Schönmeier 1966, S.4

⁶⁰ ebenda S.4

⁶¹ Ude 2006, S.35

⁶² ebenda

4. Geringerer Nährstoffgehalt in tierischen Exkrementen (Miehe, 1994; Biermann, 1995)
5. Anregung der Mineralisation durch stärkere mechanische Pflegemaßnahmen.

Aufgrund dieser Tatsachen und der Bilanzergebnisse mit den teils stark überhöhten Versorgungsgraden wurden die Koeffizienten durch verschiedene Wissenschaftler auf diesem Gebiet (Leithold, Hülsbergen, Michel, Schönmeier; 1997) angepasst. Diese Anpassung betrug eine Erhöhung der Werte um rund 50%.⁶³

3.2.1 Vorgehensweise

Ähnlich wie bei der VDLUFA – Methode soll die Humuseinheitenmethode eine Möglichkeit bieten, der Praxisseite der Landwirtschaft die Bilanzierung zu erleichtern.

Bereits nach Rauhe und Schönmeier (1966) sind die Humusersatzwirtschaft und die damit einhergehende Humusbilanzierung Voraussetzung für die Erzielung hoher und sicherer Erträge.⁶⁴

Da die HE- Methode der Vorreiter und auch immer noch ein Teil der VDLUFA – Methode darstellt ähneln sich die Vorgehensweisen.

Man spricht in der Bilanzberechnung bei der HE-Methode von Humuszehrnern, die einen negativen HE- Wert besitzen und Humusmehrern, die danach einen positiven HE-Wert besitzen.

Je nach Humuszufuhr oder Aufbau unterscheidet sich dieser Wert.

Aufgrund seiner Fruchtfolge sucht man sich den jeweiligen HE-Wert der Kultur aus einer Richtwerte - Tabelle (siehe URL 17).

Nun wird dieser Wert mit der Fläche, auf der diese insgesamt im Betrieb steht, multipliziert.

Dies wird mit allen Kulturen so gemacht die als Humuszehrer in der Fruchtfolge auftreten, als Beispiel Zuckerrüben, Mais, Getreide.

Wenn alle diese Parameter vorhanden sind, werden die Werte für die Humusmehrern aus der Tabelle für die Humuskoeffizienten entnommen. Dazu zählen auch die Werte für die Stroh- und Gründüngung sowie die organischen Dünger aus der tierischen Produktion.

Diese beiden Kennwerte werden dann miteinander addiert wobei man mit dem Humusabbauwert beginnt.

Als Ergebnis erhält man ein Saldo aus beiden Zwischenergebnissen. Je nach Verbrauch oder Aufbau kann diese Zahl positiv oder negativ sein. Sie gibt dabei jedoch immer nur an wie viel t/ha HE verloren gehen oder gewonnen werden.

Zum Abschluss kann noch durch eine einfache Berechnung der Versorgungsgrad in Prozent angegeben werden. Dieser sagt aus ob der „Versorgungsgrad des Bodens mit organischer Primärschubstanz (OPS) ca. 100 %“⁶⁵ beträgt und meint damit, dass der Boden ausreichend mit OPS versorgt wird.

Aufgrund der Kulturen und deren Anteil in der Fruchtfolge kann dieser Versorgungsgrad über- oder unterschritten werden.

Zu sehen in Punkt 3.2.3. in der Berechnung der Bilanzen der Betriebe.

3.2.2 Funktion

Die alleinige Funktion in der Anwendung der HE – Methode ist die Ermittlung eines einigermaßen aussagekräftigen Ergebnisses zur Humusbilanzierung.

Durch die Entwicklung dieser Methode nach Rauhe und Schönmeier (1966) und deren Weiterentwicklung nach Leithold et al. (1997) und nach Hülsbergen (2003) erkennt man die Funktion die diese erfüllen soll.

Sie erfüllt den Zweck des Sichtbarmachens von langen Zeiträumen. Denn wenn die Humusbilanz negativ ist kann davon ausgegangen werden, dass in den folgenden Jahrzehnten der Humusgehalt des Bodens sinken wird. Mithilfe dieser Methode kann es frühzeitig geändert werden und eine Fruchtfolge so optimiert werden, wenn man die wirtschaftlichen Begebenheiten ausblendet, dass ein Humusgleichgewicht entsteht. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Richtwerte sich aufgrund der Bewirtschaftung unterscheiden. Die Werte für den integrierten konventionellen Anbau sind geringer als die des ökologischen Landbaus aufgrund des fehlenden Mineraldüngers.

⁶³ vgl. Leithold et al. 1997, S.4-7

⁶⁴ vgl. Rauhe/ Schönmeier 1966, S. 3

⁶⁵ Leithold/ Brock 2006, S.1

3.2.3 Berechnung der Bilanzen

Diese Bilanzen wurden mithilfe des Programms „Humusbilanzierer“⁶⁶ von Prof. U. Thome (HS Neubrandenburg) berechnet. Da sich die Werte der Humuskoeffizienten zwischen dem konventionellen Betrieb und dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb unterscheiden, soll nochmals hier drauf hingewiesen werden.

Berechnung Humuszehrsaldo:

Betrieb Kleingarn/Brinkmann

Fruchtart	Humuskoeffizienten in HE/ha ⁶⁷
1. Klee	1,50
2. Weizen/US	-1,05
3. Roggen	-1,05
4. Hafer	-1,05
Saldo	-1,65

Tabelle 7 Humusbedarf Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach HE-Methode

Betrieb Müritz Agrar

Fruchtart	Humuskoeffizienten in HE/ha ⁶⁸
1. Raps	-0,70
2. Weizen	-0,70
3. Weizen	-0,70
4. Gerste	-0,70
Saldo	-2,80

Tabelle 8 Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach HE-Methode

Berechnung Humusersatz organische Düngung:

Betrieb Kleingarn/Brinkmann

Form	Menge in t/ha	Umrechnungsfaktor	Humusersatz in HE/ha
Weizenstroh	5	0,12	0,6
Untersaat			0,6
Roggenstroh	5	0,12	0,6
Haferstroh	5	0,12	0,6
Saldo			2,4

Tabelle 9 Humusproduktion Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach HE-Methode

⁶⁶ URL 16

⁶⁷ URL 17

⁶⁸ URL 17

Betrieb Müritz Agrar

Form	Menge in t/ha	Umrechnungsfaktor	Humusersatz in HE/ha
Rapsstroh	5	0,12	0,6
Weizenstroh	8	0,12	0,96
Weizenstroh	7,5	0,12	0,9
Gerstenstroh	7	0,12	0,84
Saldo			3,3

Tabelle 10 Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach HE-Methode

Berechnung der Gesamtsalden:

Bilanz Kleingarn/Brinkmann:	Bedarf Fruchtfolge	-1,65 HE/ha
	Ersatz organische Düngung	+2,40 HE/ha
	Saldo	+0,75 HE/ha

Bilanz Müritz Agrar:	Bedarf Fruchtfolge	-2,80 HE/ha
	Ersatz organische Düngung	+3,30 HE/ha
	Saldo	+0,50 HE/ha

Berechnung des Versorgungsgrades(%):

Ersatz organische Düngung *100
Bedarf Fruchtfolge

$$\text{Versorgungsgrad Kleingarn/Brinkmann} = \frac{2,4\text{HE}}{1,65\text{HE}} * 100 = \underline{145\%}$$

$$\text{Versorgungsgrad Müritz} = \frac{3,30\text{HE}}{2,80\text{HE}} * 100 = \underline{117\%}$$

3.3 ROS – Methode

Unter den, in Deutschland am häufigsten verwendeten, Humusbilanzmethoden ist die ROS – Methode die älteste. Diese wurden von Asmus und Herrmann(1977) erarbeitet.

Wobei das ROS für(= reproduktionswirksame organische Substanz) steht.

Die Einheit der ROS drückt dabei die Veränderungen im Humushaushalt eben dieser organischen Substanz aus. Wobei 1t ROS als Tonne organischer Trockenmasse von Stallung mit einem Humifizierungskoeffizienten von 0,35 ausgewiesen wird⁶⁹.

Auf der Grundlage mehrerer Dauerfeldversuche wurden die, zur Erhaltung des Humusgehaltes erforderlichen Mengen an ROS erarbeitet. Anhand dieser Mengen wurden im weiteren Verlauf Koeffizienten zur Erhaltung und Erhöhung der ROS zu den verschiedenen Kulturen abgeleitet.

Als heutiges Problem stellt sich die Tatsache dar, dass diese Methode aus den 1960er bis 1970er Jahren stammt. Daraus leiten sich auch die Ertrags- und Wirtschaftssituationen ab.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass Stallung keine homogene Masse mit immer gleichen Inhaltsstoffen- und gehalten ist und es daher zu Schwankungen kommt.

Die Werte für die Bilanzierung wurden aus „Humusversorgung im ökologischen Landbau: Analyse und Bewertung des Humushaushaltes mit Hilfe von Humusbilanzen“ von Leithold (2004) sowie aus „Ausgleich von Humusverlusten in Ackerböden Bewertung der „guten fachlichen Praxis“ des Ausgleiches mit Kompost“ von der Bundesgütegemeinschaft Kompost (2008) da diese Quellen verschiedene Kennzahlen für Komposte und andere organische Dünger zur Verfügung stellen die während der Ausarbeitung der ROS-Methode noch nicht zur Verfügung standen.

⁶⁹ vgl. Ude 2006, S.34

3.3.1 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise bei der Bilanzermittlung ähnelt stark der HE-Methode. Aus einer Liste, in der sich die Koeffizienten zur jeweiligen Frucht oder des organischen Düngers befinden, wird der jeweilige Wert entnommen und mit der Fläche multipliziert.

Es muss erst der Wert der Humuszehrer der Fläche errechnet werden um diese dann mit dem Wert der Humusmehrer zu addieren.

Dieser entstandene Wert sagt indes aus in t ROS/ha oder durch einen Umrechnungsfaktor wie viel t Humus/ha entstehen oder verloren gehen.

Danach folgt zur besseren Übersicht noch die Berechnung des Versorgungsgrades des Betriebes. Dieser gibt an ob die Flächen nach der genutzten Fruchtfolge genügend mit organischer Substanz versorgt ist, oder ob ein jährlicher Abbau stattfindet.

3.3.2 Funktion

Da es sich hier um eine, wenn nicht um die älteste Bilanzierungsmethode für Humus geht, wird diese auch nur noch selten angewandt.

In ihrer Funktion findet sie jedoch noch ständig Anwendung in der Methode nach VDLUFA.

Da werden nämlich die Werte der unteren Koeffizienten von der ROS-Methode abgeleitet.

Diese werden aufgrund der Tatsache verwendet, da die Methode für gut versorgte problemlose Böden immer noch annähernd richtige Werte liefert. Soweit dies für eine Methode möglich ist in der nur Richtwerte und keine genauen Messwerte angewandt werden.

3.3.3 Berechnung der Bilanzen

Berechnung der Salden der Humuszehrer:

Betrieb Kleingarn/Brinkmann

Fruchtart	Humusbilanzkoeffizienten in ROS t/ha ⁷⁰
1. Klee	3,0
2. Weizen/US	-1,5
3. Roggen	-1,5
4. Hafer	-1,5
Saldo	-1,5

Tabelle 11 Humusbedarf Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach ROS-Methode

Betrieb Müritz Agrar

Fruchtart	Humusbilanzkoeffizienten in ROS t/ha
1. Raps	-1,5
2. Weizen	-1,5
3. Weizen	-1,5
4. Gerste	-1,5
Saldo	-6,0

Tabelle 12 Humusbedarf Betrieb Müritz Agrar nach ROS-Methode

⁷⁰ Leithold 2004; Humusversorgung im ökologischen Landbau: Analyse und Bewertung des Humushaushaltes mit Hilfe von Humusbilanzen S.6

Berechnung Humusersatz organische Düngung:

Betrieb Kleingarn/Brinkmann

Form	Menge in t/ha	Umrechnungsfaktor ⁷¹	Humusersatz in ROS t/ha
Weizenstroh	5	0,50	2,5
Untersaat			0,08
Roggenstroh	5	0,50	2,5
Haferstroh	5	0,50	2,5
Saldo			7,58

Tabelle 13 Humusreproduktion Betrieb Kleingarn/Brinkmann nach ROS-Methode

Betrieb Müritz Agrar

Form	Menge in t/ha	Umrechnungsfaktor	Humusersatz in HE/ha
Rapsstroh	5	0,50	2,5
Weizenstroh	8	0,50	4,0
Weizenstroh	7,5	0,50	3,75
Gerstenstroh	7	0,50	3,5
Saldo			13,75

Tabelle 14 Humusreproduktion Betrieb Müritz Agrar nach ROS-Methode

Berechnung der Gesamtsalden:

Bilanz Kleingarn/Brinkmann: Bedarf Fruchtfolge -1,5 ROS t/ha
 Ersatz organische Düngung +7,58 ROS t/ha
 Saldo +6,08 ROS t/ha

Bilanz Müritz Agrar: Bedarf Fruchtfolge - 6,00 ROS t/ha
 Ersatz organische Düngung +13,75 ROS t/ha
 Saldo +7,75 ROS t/ha

Berechnung des Versorgungsgrades(%):

Ersatz organische Düngung *100
 Bedarf Fruchtfolge

Versorgungsgrad Kleingarn/Brinkmann = $\frac{7,58 \text{ t ROS}}{1,5 \text{ t ROS}} * 100 = \underline{505\%}$

Versorgungsgrad Müritz = $\frac{13,75 \text{ t ROS}}{6,00 \text{ t ROS}} * 100 = \underline{229\%}$

⁷¹ Bundesgütegemeinschaft Kompostwirtschaft 2008, S.3

4 Auswertung

4.1 Die Ergebnisse

Die Fruchtfolge und die daraus resultierende Humusbilanz können ganz unterschiedlich sein. Die große Anzahl verschiedenster Kennzahlen spielen eine große Rolle. Daher ist der Vergleich, der hier vorgestellten Methoden der Humusbilanzierung, auch nur ein Ausschnitt einer großen Vielzahl. Denn wenn auch nur eine Kultur in den Betrieben durch eine andere ersetzt wird führt, dies zu ganz anderen Bilanzen.

Doch für einen Überblick zum Auf- oder Abbau von Humus auf den untersuchten Betrieben geben die Bilanzen gute Ergebnisse.

Es ist ersichtlich, dass die Fruchtfolgen, die im Zeitraum der Bilanzierung, die letzten 3-4 Jahre, auf den Betrieben durchgeführt wurden, ausgeglichen sind.

Man erkennt, dass der Betrieb aus der Mecklenburgischen Seenplatte in allen drei Methoden den höchsten Humusbedarf besitzt. Dies liegt an der Fruchtfolge, die nur Marktfrüchte beinhaltet. Die Erzeugnisse werden als Korn zu 100% abgefahren und verkauft. Dieser Verkauf führt zu einem hohen negativen Humusbedarf in den Methoden, zu sehen in den Tabellen 4, 8 und 12. Da jedoch auf dem Feld das gesamte Stroh gehäckselt bleibt, sorgt dies wiederum für eine ausreichende Rückführung organischen Materials und Nährstoffen.

Daher ist auf der anderen Seite und zwar die Zufuhr von OPS auch sehr hoch. Der konventionelle Betrieb erreicht durch diese Rückführung z.B. in der VDLUFA-Methode eine Rückführung von rund 1928 kg Humus – C/ha zum Aufbau des Humuspools. Wobei hier auch noch ein auf den konventionellen Landbau berücksichtigtes Korn – Stroh – Verhältnis von 1:0,70 berücksichtigt wurde.

Was jedoch in eine andere Richtung beachtet werden sollte, ist die N-Bilanz. Diese kann aufgrund der Rückführung des gesamten Strohs, bei Weizen rund 5,6-6,4 t/ha, sowie der normal durchgeführten N-Mineraldüngung von 180-200kg N/ha zu einem Überschuss führen.

Nach Lütke Entrup und Oehmichen (2000) beträgt der Anteil des N im Stroh bei dieser Menge rund 30-40kg N/ha was zurückgeführt wird. Bei Rapsstroh liegt dieser Wert sogar noch höher

Insbesondere vom Vegetationsende bis zum Vegetationsbeginn im zeitigen Frühjahr kann dies daher zu erheblichen N-Auswaschungen führen. Da die Pflanzen bis zur Vegetationsruhe es nicht schaffen den gesamten Stickstoff der durch das Stroh zur Verfügung gestellt wurde aufzunehmen. Durch das weite C – N – Verhältnis von 100:10 kann es auch eine längere Zeit dauern bis das Stroh zersetzt wird. Es kann auch nach Lütke Entrup und Oehmichen (2000) zu einer Ansammlung von schwer zersetzbaaren Strohbestandteilen in der oberen Bodenkrume führen und zu einem puffig werden, einer Übergare des Bodens.⁷²

Doch diese Problematik ist ein weiteres großes und eigenständiges Feld des Pflanzenbaus. Man kann jedoch die Aussage treffen, dass es in der Fruchtfolge und Verfahrensweise des konventionellen Betriebes zu N-Auswaschungen kommen kann. Wobei die Höhe je nach Mineralisierungsrate sowie dem Witterungsverlauf des Herbstes und Winters stark schwanken kann.

Da jedoch durch die Fruchtfolge immer eine Bodenbedeckung gegeben ist und es sich zum Großteil um keine sorptionsschwachen Standorte handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die Nitratauswaschung untere Werte erreicht.

Durch eine angepasste N-Düngung sowie Nmin-Untersuchungen im zeitigen Frühjahr kann diese Ursache auch abgeändert werden.

Ähnliche Ergebnisse wie im konventionellen Betrieb finden sich auch im ökologischen Betrieb. Jedoch müssen diese anders bewertet werden.

Man erkennt anhand der Tabellen 1, 7 und 11, dass der Saldo an Humus, der für die Fruchtfolge benötigt wird, bei allen Methoden niedriger ist als bei dem konventionellen Betrieb. Dies kann verschiedene Ursachen haben.

Zum einen kann dies durch den zwingenden Anbau von Leguminosen beeinflusst werden, wobei es hier auch noch große Unterschiede z.B. ob Körnerleguminosen oder Kleinleguminosen angebaut werden, gibt.

Zum anderen wird durch den fehlenden Einsatz mineralischen Düngers ein erhöhter Einsatz OPS erzwungen. Da durch den Anbau von Klee oder anderen Kleinleguminosen nicht nur Stickstoff den nachfolgenden Kulturen zur Verfügung gestellt wird, sondern, wie es auch bei diesem ökologischen

⁷² vgl. Lütke Entrup und Oehmichen 2000, S. 487

Betrieb geschieht, der gesamte anfallende Grünschnitt und die dazu gehörigen unterirdischen Pflanzenteile. Dies trägt zum hauptsächlich geringen negativen Humuszehrer saldo (Tabellen 1, 7 und 11) bei. Durch die Tatsache, dass nur das Endprodukt als Getreide vom Feld gefahren wird und das Stroh auf dem Feld verbleibt, wird ein über alle Bilanzmethoden positiver Saldo erreicht.

Man erkennt deutlich, dass durch den Anbau eines Klee gemisches innerhalb einer Fruchtfolge die Humusbilanz in einen hohen positiven Bereich rückt.

Die durch den ökologischen Betrieb ausgebrachte Untersaat trägt dagegen nur einen geringen Anteil dazu bei (Tabellen 9 und 13). Diese dient jedoch auch eher dem Zweck der Stickstofflieferung für den Weizen, um ausreichende Proteingehalte im Korn zu erzielen.

Da die Untersaat aufgrund der auftretenden Frühjahrstrockenheit nicht jedes Jahr einen ausreichenden Effekt erzielt, kann sie nicht als Lieferant von OPS und dem weiteren Aufbau von Humus im Boden zugesprochen werden.

Was dennoch auch im ökologischen Betrieb durch die Fruchtfolge passieren kann, ist eine Auswaschung von Stickstoff in Form von Nitrat. Da wissenschaftliche Ergebnisse von einer N-Fixierungsleistung von 50 – 450kg N/hain einem Kleebestand sprechen, die nachfolgende Frucht diese Mengen aber nicht komplett aufnehmen kann, führt dies zwangsläufig zu Nitratverlusten durch Auswaschung.

⁷³ Auf dem Betrieb sollen die Verluste durch einen Umbruch im zeitigen Sommer und sofort folgender Bestellung des Feldes in Grenzen gehalten werden.

Es ist also als Ergebnis festzuhalten, dass auf beiden Betrieben durch die Fruchtfolge eine positive Humusbilanz erreicht wird. Es ist weiter anzunehmen, dass durch den positiven Humussaldo ein Aufbau bzw. ein Ausgleich stattfindet.

4.2 Vergleich der Methoden

Die in dieser Arbeit vorgestellten Methoden zur Humusbilanzierung unterscheiden sich weniger in ihrer Vorgehensweise als der Aussagekraft.

Die Unterschiede innerhalb der Berechnung ist bei allen drei Methoden gleich. Es ist auch so, dass die Methoden nach VDLUFA und HE auf der ROS-Methode zum Teil basieren. Sie kommen lediglich alle zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die Methoden ROS und HE drücken das Ergebnis in Koeffizienten aus, bei der VDLUFA-Methode erhält man eine genaue Maßeinheit und durch die Einstufung in eine Gehaltsklassentabelle eine allgemeine Aussage über den Wirtschaftszustand.

Bei den Methoden HE und ROS dagegen wird ein Versorgungsgrad, angegeben in Prozent, errechnet. Das stellt einen Mehraufwand gegenüber der VDLUFA-Methode dar.

Außerdem wird bei der Berechnung der Humusbilanz immer wieder das gleiche Schema benutzt. Es ist dabei kein Unterschied zwischen den drei Methoden zu finden. Es beginnt mit der Berechnung des Humusabbaus, woraufhin die Berechnung des Humusaufbaus durch organische Substanz, die auf dem Acker verbleibt oder durch organische Dünger wieder Zugeführt wird, folgt. Als Abschluss wird die Summe aus beiden Teilergebnissen gezogen.

Für den Anwender und daher auch Landwirt ist die Methode nach VDLUFA am effektivsten. Diese Methode erlaubt es schnell und ohne großen Aufwand sich die für die persönliche Fruchtfolge wichtigen Zahlen aus einer Datentabelle zu entnehmen und sich seine persönliche Bilanz auszurechnen. Ähnlich funktioniert dies bei der HE - Methode und der ROS – Methode, doch sind die Koeffizienten für Berechnung der Bilanz nicht leicht zu finden. Sei es in Literatur oder Internet. Da die VDLUFA-Methode in der Praxis häufig angewandt wird, sind die Zahlen zur Berechnung dagegen bei Landwirtschaftskammern oder auch auf deren Internetseiten zu finden.

4.3 Praxiskonforme Anwendbarkeit

Aufgrund der Bewirtschaftung des Bodens kommt es zu nicht unerheblichen Beeinflussungen des Humus-, C- und N- Vorrates. Diese Bewirtschaftung macht es schwierig innerhalb eines kurzen Zeitfensters eine Änderung z.B. beim Humusgehalt festzustellen. Da sich insbesondere der Humusgehalt des Bodens nur langsam verändert, ist es schwierig, diesen durch kurzfristige Maßnahmen zu beeinflussen. Als Hilfe können die hier vorgestellten Methoden zur Humusbilanzierung dienen.

Es sollte dabei in der Praxis immer auf die aktuellste Methode zurückgegriffen werden.

⁷³ vgl. Rowell 1997, S. 474

Dies ist momentan die Methode nach VDLUFA. Sie vereint die beiden älteren ROS- und HE-Bilanzierungsmethoden.

Die Anwendbarkeit soll hier zur besseren Übersicht einzeln beschrieben werden. Dabei wird chronologisch mit der ältesten begonnen.

4.3.1 ROS-Methode

Diese Methode zur Humusbilanzierung stammt aus den 60-70 Jahren des letzten Jahrhunderts. Die Ertragserwartungen und die Bezugsbasis Stallung zur Bilanzierung, entfallen auf vorliegenden Langzeituntersuchungen aus dieser Zeit. Die Ertragserwartungen sind seitdem jedoch stark gestiegen, auch das Korn-Stroh-Verhältnis hat sich geändert. Es ist also für die praktische Landwirtschaft schwierig mit Zahlen eine Humusbilanz zu erstellen, die rund 40 bis 50 Jahre alt sind und daher an Aktualität verloren haben.

Dies erkennt man auch daran, dass einige für heutige Verhältnisse normale organische Dünger wie Biogasgülle, nicht als Koeffizienten zur Verfügung stehen.

Durch Kundler wurde die ROS-Methode zu einer erweiterten Humusreproduktion entwickelt.

Dass die ROS-Methode ihre Berechtigung jedoch nicht gänzlich verloren hat, erkennt man an der Tatsache, dass sie in die VDLUFA-Methode eingearbeitet wurde und dort den Bereich der „unteren Werte“ zur Bilanzierung abdeckt.

In der Praxis hat sie allerdings keine Bedeutung mehr und wird durch andere Methoden ersetzt.

4.3.2 HE-Methode

Diese Methode, die durch Leithold et al (1997) abgeleitet wurde, basiert auf der Grundlage des Stickstoffhaushaltes und den Bezug auf die Ertragserwartung.

Durch Hülsbergen (2003) wurde die bis dahin statische Methode durch eine dynamische computergestützte Anwendung ergänzt. Bei dieser werden die Standortbedingungen, die Höhe der N-Düngung und der Ertrag als Einflussfaktoren berücksichtigt. Es handelt sich demnach um eine erweiterte Reproduktion.

Auf dieser Methodengrundlage entstand das Programm zur Humusbilanzierung „REPRO“. „Der Humusbilanzierer“ von Prof. U. Thome der Hochschule Neubrandenburg basiert ebenfalls auf ihr.

Durch die Möglichkeit der PC-optimierten Nutzung ist die praxiskonforme Anwendung der HE-Methode höher als die der ROS-Methode.

Da diese Methode auch angepasste Koeffizienten besitzt, kann sie in der Praxis gut zur Humusbilanzierung angewendet werden, bedarf jedoch ein wenig Einarbeitungszeit. Nur bei der HE-Methode werden die Humusbilanzen mit Hilfe einer eigenen Teilmethode, auf der Grundlage des ökologischen Landbaus (Öko-Methode), berechnet.

4.3.3 VDLUFA-Methode

Diese Methode gilt als die aktuellste zur Humusbilanzierung. Sie wurde 2004 von mehreren Wissenschaftlern erarbeitet. Diese Methode stellt einen Kompromiss und eine Zusammenführung der bereits genannten Methoden dar.

Es gibt bei ihr keine spezielle Version für den ökologischen Landbau, sondern richtet sich an konventionell wirtschaftende Betriebe. Die Humusbilanz nach dieser Vorgehensweise zu erstellen, setzt keine besonderen Kenntnisse voraus, da nur die benötigten Kennzahlen aus einer Liste entnommen werden müssen und zu einer Summe addiert werden.

Für die praktische Landwirtschaft stellt sich diese innerhalb der drei Methoden als die einfachste heraus. Daher wurde diese auch in die CC-Regelungen mit einbezogen.

Da die Methode in ihrer einfachsten Variante nur Rahmenbedingungen darstellt, was den Humusbedarf angeht, hat Kolbe eine erweiterte Version ausgearbeitet. Diese berücksichtigt rund sechs Standortgruppen die alle wesentlichen Standortbedingungen Deutschlands abdecken.

Für die Landwirtschaft ist die VDLUFA – Methode die praktikabelste Möglichkeit eine Humusbilanz für den eigenen Betrieb zu erstellen. Ökologische Betriebe sollten jedoch nur auf Kolbes erweiterte Version zurückgreifen.

5 Diskussion

Aufgrund der Direktzahlungen- Verpflichtungenverordnung muss jeder landwirtschaftliche Betrieb der Direktzahlungen erhält, eine Humusbilanzierung für seine Flächen vorweisen. Denn nach Paragraph 3 ruft diese Verordnung die Landwirte zum Erhalt der organischen Substanz im Boden und Schutz der Bodenstruktur auf.

Doch leider wird die Bilanzierung oder auch eine nach wissenschaftlichen Methoden durchgeführte Bodenuntersuchung zur Ermittlung des Humusgehaltes von Seiten der Praxis als Bürokratieaufwand angesehen.

Es soll natürlich nicht der Eindruck geweckt werden, dass jeder Landwirt diesen Aufwand als unnötig ansieht. Jedoch ist mir durch Gespräche mit verschiedenen Landwirten bewusst geworden, wie wenig dieses Thema der Humusbilanzierung und dem damit einhergehenden Ab- und Aufbau einer so wichtigen Bodensubstanz unter Praktikern beachtet wird. Wenn man bedenkt, dass Humus als wichtiges Element zur Ertragsbildung, Wasser- und Nährstoffspeicherung dient.

Doch gleichzeitig kann sich die Frage gestellt werden, ob solch eine theoretische und gegenüber regelmäßigen Bodenuntersuchungen ungenaue Humusbilanzierung angewendet werden sollte.

Aus meiner Sicht sollte dies nicht nur auf der Grundlage der Direktzahlungen- Verpflichtungenverordnung geschehen, sondern aus der reinen Überzeugung. Denn der Boden, den jeder Landwirt insbesondere reine Ackerbauern bewirtschaftet, ist der Teil der seinen wirtschaftlichen Erfolg maßgeblich beeinflusst. Es gibt hierzu auch verschiedene Vorteile, die eine Humusbilanzierung rechtfertigen.

Als wichtigstes Argument ist zu nennen, dass die Änderungen des Humusvorrates durch die landwirtschaftliche Nutzung schnell und unkompliziert abgeschätzt werden kann. Es ist dabei möglich eine Betriebs-, Fruchtfolge- oder Schlagbilanz zu erstellen. Aufgrund dieser, je nach Gesichtspunkt, allgemeinen oder speziellen Bilanz kann kurzfristig auf einen zu niedrigen oder zu hohen Humusbedarf reagiert werden. Somit können langfristige Änderungen des Humusgehaltes im Boden vorhergesehen und rechtzeitig verhindert werden.

Wobei durch den zunehmenden Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und der Erzeugung von pflanzlicher Biomasse zur Herstellung von Strom und Gas die Stellung der Humusbilanzierung immer wichtiger wird, da insbesondere durch den Anbau von Silomais ein hoher negativer Humusbedarf entsteht. Nur durch eine durchgeführte Humusbilanzierung kann dabei erkannt werden, ob der Silomais in der Fruchtfolge den Humusbedarf stark in den negativen Bereich zieht und somit ein Humusabbau in den folgenden Jahren erscheint.

Ein weiterer Vorteil ist die Beschäftigung mit dem Kapital Boden. Denn wer eine Humusbilanz erstellt, achtet dabei unter Umständen auf weitere Kennzeichen, die zur Bodenschonung und Erhaltung beitragen, wie verringerten Bodendruck oder Precision-farming-Anwendungen.

Außerdem kann der minimale Einsatz von Eingabewerten angeführt werden. Dies bedeutet, der Landwirt benötigt nur wenige Kennziffern, mit denen er ständig auf dem Betrieb arbeitet, in die Bilanz einzugeben, um ein Ergebnis zu erhalten.

Es ist bei den vorgestellten Methoden auch nicht nötig den Humusgehalt des Bodens zu kennen. Auch der Einsatz eines Computers zur Bilanzberechnung ist nicht zwingend erforderlich da die Koeffizienten zur Berechnung auch in Papierform vorliegen und einfach in die persönliche Bilanzierung eingetragen werden können.

Es müssen auch keine teuren Programme, die extern eingekauft werden müssten, zur Humusbilanzierung verwendet werden. Es besteht daher eine kostensparende Komponente.

Ein weiterer Vorteil ist die Transparenz der Humusbilanzierung und deren angegebene Aussage. Dies bedeutet, dass jede Bilanz schnell erkennbar und auswertbar ist, ohne dass man sich vorher lange in die Thematik einarbeiten müsste.

Aber es gibt auch Nachteile, die hier nicht ungenannt bleiben sollen.

Es kann daher angemerkt werden, dass die Methoden nur eine Schätzung des Humusbedarfes errechnen, jedoch nie eine genaue Aussage treffen können. Es ist daher auch keine absolut sichere Feststellung möglich, ob die errechnete ausgeglichene Humusbilanz nach einer Methode auch wirklich den Humusaufbau und die Mineralisation im Boden abschätzt; es also doch nicht eher zu einer Über- bzw. Unterschätzung des Humusbedarfes kommt.

Da sich die Humusbedarfskoeffizienten für die verschiedenen Kulturen auch aufgrund verschiedener Standortbedingungen unterscheiden, kann hierbei auch ein weiterer Kritikpunkt liegen. Denn so unterschiedlich die landwirtschaftlichen Standorte sowie Klimaverhältnisse sind, so ungenau kann auch dabei der Humusbedarf der Kulturen sein. Die verschiedenen Standortfaktoren sowie die unterschiedlichen betrieblichen Grundlagen (mit Vieh, ohne Vieh, wenig Hackfrüchte etc.) führen in den Methoden

zu einer Über- bzw. Unterbewertung des Humusbedarfes. Wobei dieser Kritikpunkt bereits in der Wissenschaft aufgegriffen und Lösungen erarbeitet wurden.

Es ist auch bei einer Humusbilanzierung nicht möglich, einen gewissen Aufwand der betrieben werden muss von der Hand zu weisen. Auch wenn nur wenige Eingabemerkmale nötig sind, sie müssen erstellt werden.

Als ein weiterer Nachteil ist die Ergebnisgenauigkeit der Methoden zu nennen. Wie bereits oben beschrieben, erreicht diese Genauigkeit niemals das Ergebnis einer nach wissenschaftlichen Methoden durchgeführten Ermittlung des Humusgehaltes des Bodens.

Aus meiner persönlichen Einschätzung und der ausführlichen Recherche zu diesem Thema überwiegen die Vorteile für eine Humusbilanzierung. Denn solange es keine anderen schnellen und unkomplizierten Methoden zur genaueren Ermittlung und Abschätzung des Humusgehaltes gibt, wird es auch keinen Weg an der Humusbilanzierung vorbei geben. Wobei ich der Meinung bin, dass die Bilanzierung nach der VDLUFA-Methode zurzeit die einfachste und auch transparenteste Möglichkeit ist.

Dies würde ich auch als Empfehlung den hier vorgestellten Betrieben geben. Da die Bilanzergebnisse der Methoden doch stark variieren. Ich finde bei der ROS-Methode werden die Versorgungsgrade beider Betriebe erheblich überschätzt. Dagegen liegt die HE-Methode schon eher in einem Rahmen der angenommen werden kann und die Bilanz nach VDLUFA beschreibt nach meiner Meinung ein vernünftiges Ergebnis. Es stimmt am ehesten mit den Einnahmen der beiden Betriebe überein.

Daher würde ich den Betrieben auch empfehlen, die Fruchtfolge weiter so durchzuführen, da sich nach den Humussalden ein leichter Anstieg des Humusgehaltes in den nächsten Jahren auf den Standorten einstellen müsste. Dieses Ergebnis sollte dabei als positiv angesehen werden.

Der ökologische Betrieb auf Fehmarn liegt aufgrund seiner Wirtschaftsweise im optimalen Humusversorgungsbereich und erreicht dadurch auch ein hohes Grundniveau. Dies führt zu einem langfristigen zufriedenstellendem Ertragsniveau sowie zu verringerten Umwelteinflüssen und anhaltend guter Bodenfruchtbarkeit.

Der Betrieb in der mecklenburgischen Seenplatte, in seiner konventionellen Wirtschaftsweise, sowie der Stellung als reiner Marktfruchtbetrieb zieht seine Vorteile für die Humusbilanz aus der fehlenden Viehhaltung und der Ausrichtung der Fruchtfolge auf reine Marktfrüchte. Auch bei diesem Betrieb kann ich nur die Empfehlung aussprechen, dass die Fruchtfolge so weitergeführt werden kann. Die Bilanzergebnisse aus der optimalen Methode, nach VDLUFA, weisen einen Versorgungsgrad in der Klasse D aus. Um eine optimale Ertragssituation zu erreichen, kann die Fruchtfolge auch dahingehend geändert werden, dass eine Frucht mit geringerem Deckungsgrad teilweise durch eine mit höherem Deckungsgrad ersetzt werden kann. Dies soll bedeuten, dass der Wintergerstenanbau durch Maisanbau in Teilen ersetzt werden könnte. Wobei auf die phytosanitäre Situation geachtet werden sollte. Es besteht somit noch die Möglichkeit für den konventionellen Betrieb, innerhalb in der Fruchtfolge zu variieren und trotz allem eine ausgeglichene Humusbilanz zu erreichen.

Quellen

AID Infodienst: Ökologischer Landbau – Grundlagen und Praxis. Bonn, 2001

Alvermann: Viehloser Ackerbau im ökologischen Landbau aus Viehloser Ökoackerbau, Beiträge, Beispiele, Kommentare Hrsg. H. Schmidt, Köster. Berlin 2004, Seiten 12-14

Brock, C., Hoyer, U.; Leithold, G.; Hülsbergen, K.-J.: Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Universität Gießen, 2008

Bundesgütegemeinschaft Kompostwirtschaft: Ausgleich von Humusverlusten in Ackerböden: Bewertung der „guten fachlichen Praxis“ des Ausgleiches mit Kompost. Humus&Kompost 3-174, 2003

BUND Landesverband Mecklenburg-Vorpommern: Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung ökologischer Erzeugnisse in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin, 2009

BÖLW Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V.: Nachgefragt: 28 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel (3. überarbeitete Auflage). Berlin, 2009

BÖLW Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V.: Zahlen, Daten, Fakten, Die Bio-Branche 2010. Berlin, 2010

Capriel, P. : Humusversorgung der Ackerböden, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising. 2010

Diepenbrock, W. / Ellmer, F. / Léon, J. : Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung(2. überarbeitete Auflage): Grundwissen Bachelor. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2005

Entrup, L. / Oehmichen, J.: Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 1: Grundlagen. Gelsenkirchen: Th. Mann Verlag, 2000

Entrup, L. / Oehmichen, J.: Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 2: Kulturpflanzen (2. überarbeitete Auflage). Gelsenkirchen: Th. Mann Verlag, 2000

Hennig, E. : Geheimnisse der fruchtbaren Böden: Die Humuswirtschaft als die Bewahrerin unserer natürlichen Lebensgrundlage(4. überarbeitete Auflage). Xanten: Organischer Landbauverlag, 2002

Heyland, K.-U. : Allgemeiner Pflanzenbau(7. überarbeitete Auflage).Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1996

Hoyer, U., Lemnitzer, B. und Hülsbergen K.-J.: Einfluss des ökologischen Landbaus auf unterschiedliche Humuspools im Boden und Schlussfolgerungen zur Humusbilanzierung. 2007
<http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html>

Kolbe, H. : Anforderungen an die Humusbilanzierung in der Praxis des ökologischen Landbaus. Sächsische Landesamt für Landwirtschaft, Leipzig. 2006

Kolbe, H. : Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Uni. Hohenheim, 2007

Kolbe, H. / Prutzer, I. : Überprüfung und Anpassung von Bilanzierungsmodellen für Humus

Kolbe, H. : Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig, 2008
<http://orgprints.org/13626/>

- Kolbe, H. : Nährstoffmanagement im Umstellungsbetrieb. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig, 2008
<http://orgprints.org/13630>
- LUNG Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie : Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern; Böden in Mecklenburg-Vorpommern, Abriss ihrer Entstehung, Verbreitung und Nutzung. Güstrow, 2003
- Leithold, G. : Humusbilanzausgleich durch organische Düngemittel – Chancen für Bioabfallkomposte: Universität Giessen. 2004
- Leithold, G.; Humusversorgung im ökologischen Landbau: Analyse und Bewertung des Humushaushaltes mit Hilfe von Humusbilanzen. Universität Giessen, 2004
- Leithold, G. / Brock, C. : Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Universität Gießen, 2006
- Leithold, G. / Hülsbergen, K.-J./ Michel, D. / Schönmeier, H.: Humusbilanzierung- Methoden und Anwendung als Agrar- Umweltindikator: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig 1997
- Loges R.; Heuwinkel, H.: Mulchen oder Schnittnutzung von Klee gras – Auswirkung der Bewirtschaftung von Klee grasbeständen auf den N-Haushalt von Fruchtfolgen aus Viehloser Öko-Ackerbau: Beiträge, Beispiele, Kommentare. H. Schmidt, Verlag Dr. Köster, Berlin 2004 (überarbeitete Auflage), Seiten 21-25
- Martin, K. / Sauerborn, J. : Agrarökologie. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 2006
- Overesch, M. / Broll, G. / Höper, H. : Humusversorgung von ackerbaulich genutzten Dauerflächen in Niedersachsen: Möglichkeiten des Einsatzes von Kompost. Vechta: Vechtaer Druckerei und Verlag, 2003
- Preger, A. C. et. al.: Humusgehalte in nordrhein-westfälischen Ackerböden: Aktueller Status und zeitliche Entwicklung. Bonner Bodenkundliche Abhandlungen Band 45, Bonn, 2006
- Rauhe, K. / Schönmeier, H. : Über die Bedeutung des Humusersatzes beim Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden. Karl-Marx Universität Leipzig, 1966
- Rowell, D. L. : Bodenkunde: Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Düsseldorf: Verlag Springer , 1997
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung: Humusbilanzierung- Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. Leipzig, 1997
- Scheffer, F. / Schachtschabel, P. : Lehrbuch der Bodenkunde (15. überarbeitete Auflage).Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag,2002
- Schmidt, H. Diss.: Viehlose Fruchtfolge im Ökologischen Landbau: Auswirkungen systemeigener und systemfremder Stickstoffquellen auf Prozesse im Boden und die Entwicklung der Feldfrüchte. Witzenhäusen, 1997
- Schmidt, H.: Ergebnisse einer Beraterumfrage zum viehlosen Öko-Ackerbau aus Viehloser Öko-Ackerbau: Beiträge, Beispiele, Kommentare. H. Schmidt, Verlag Dr. Köster, Berlin 2004, Seiten 2-11
- Stiftung Ökologischer Landbau (SÖL): Entwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland, 2008
- Ude, B. M. : Möglichkeiten einer monetären Bewertung von organischer Substanz für die Betriebszweigabrechnung im ökologischen Landbau. Universität Kassel, 2006
- VDLUFA Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten: Standpunkt, Humusbilanzierung: Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Bonn, 2004

Vogt, G. : Geschichte des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum.
<http://orgprints.org/00001110>

URL 1: http://abhilfe.net/article/%C3%B6kologische_Landwirtschaft
(Stand: 12.06.2010)

URL 2: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme>
(Stand: 14.06.2010)

URL 3: http://de.wikipedia.org/wiki/Biologisch-organisch#Organisch-biologische_Landwirtschaft
(Stand 10.06.2010)

URL 4: <http://www.demeter.de/index.php?id=1535&MP=12-1490>
(Stand 14.06.2010)

URL5: http://www.bmelv.de/cln_163/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Oekolandbau/Oekologischer_LandbauDeutschland.html#doc377838bodyText1
(Stand: 16.06.2010)

URL 6: <http://www.schleswig-holstein.de/Portal/DE/LandLeute/LandschaftNatur/Inseln/fehmar.html>
(Stand: 23.06.2010)

URL 7: http://www.lexolino.de/c,geographie_inseln_deutschland,fehmar
(Stand: 23.06.2010)

URL 8: <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/fischer-zujkov-ute-2000-12-05/HTML/chapter1.html>
(Stand: 02.07.2010)

URL 9: http://www.lung.mv-regierung.de/wasser_daten/Dateien/Kap_2_1_Geologie.htm#_top
(Stand: 05.07.2010)

URL 10: http://de.wikipedia.org/wiki/Mecklenburgische_Seenplatte
(Stand 05.07.2010)

URL 11: <http://mecklenburgische-seenplatte.mandarin-ccds.com/de/unternehmen>
(Stand 06.07.2010)

URL12: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online;jsessionid=52C1A4F6E7C154A085B28C170446A9D5>
(Stand: 06.07.2010)

URL 13: <http://www.mvnet.de/inmv/land-mv/stala/sis/tabelle.php?&id=2013>
(Stand: 07.07.2010)

URL 14: http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/Im/Themen/Landwirtschaft/index.jsp
(Stand: 07.07.2010)

URL 15: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_spezielle_nutzer_landwirtschaft_agrarwetter&activePage=&_nfls=false
(Stand: 27.06.2010)

URL 16: <http://www.vhe.de/fileadmin/docs/publikation/humusbilanzierer/HumusStart.htm>
(Stand: 27.07.2010)

URL17:<http://www.vhe.de/fileadmin/docs/publikation/humusbilanzierer/HumusbilanzTxT.htm#Kennziffern>
(Stand 28.07.2010)

Anhang

Temperaturdaten Fehmarn/Westermarkelsdorf

Deutscher Wetterdienst

Lufttemperatur-Tagesmittel 2 m (°C)

Zeitraum: Januar 2007- 27.Juni 2010

Station: Fehmarn/Westermarkelsdorf



Monat / Jahr	2007	2008	2009	2010
Januar	5,8	4,2	1,3	-2,6
Februar	3,2	4,6	1,3	-1,0
März	6,4	4,7	4,3	3,4
April	9,4	7,3	9,1	7,4
Mai	12,6	12,8	12,2	9,5
Juni	16,3	15,6	14,3	15,0
Juli	17,1	17,8	18,3	-
August	17,6	17,6	19,0	-
September	14,3	14,4	15,8	-
Oktober	10,1	10,9	9,3	-
November	6,2	7,4	7,9	-
Dezember	4,1	3,6	1,8	-
Jahr	10,3	10,1	9,5	5,3

Niederschlagsmengen Fehmarn/Westmarkelsdorf

Niederschlag (mm)

Zeitraum: Januar 2007- 27.Juni 2010

Station: Fehmarn/Westermarkelsdorf

Monat / Jahr	2007	2008	2009	2010
Januar	98,4	37,0	16,1	28,2
Februar	72,0	14,2	28,9	32,8
März	42,8	42,5	37,7	31,9
April	2,3	43,3	8,8	18,7
Mai	111,3	7,4	47,0	77,3
Juni	128,8	40,2	59,3	50,8
Juli	105,6	33,5	72,9	-
August	71,7	118,7	22,0	-
September	41,6	16,6	16,9	-
Oktober	35,6	55,3	53,3	-
November	28,9	41,5	88,7	-
Dezember	34,0	42,2	32,4	-
Jahr	773,0	492,4	484,0	239,7

Temperaturdaten Mecklenburgische Seenplatte/Trollenhagen

Lufttemperatur-Tagesmittel 2 m (°C)

Zeitraum: Januar 2007- 27.Juni 2010

Station: Trollenhagen

Monat / Jahr	2007	2008	2009	2010
Januar	4,8	3,4	-1,3	-5,7
Februar	2,1	4,4	0,0	-1,2
März	6,9	4,2	4,5	3,8
April	10,2	7,7	11,0	8,0
Mai	14,7	13,4	12,7	9,9
Juni	17,6	17,0	14,1	15,7
Juli	17,7	18,4	18,8	-
August	17,8	18,3	19,0	-
September	13,4	13,5	15,1	-
Oktober	8,6	9,8	7,4	-
November	4,0	5,6	7,1	-
Dezember	2,5	2,0	-0,4	-
Jahr	10,0	9,8	9,0	5,1

Niederschlagsmengen Mecklenburgische Seenplatte/Trollenhagen

Niederschlag (mm)

Zeitraum: Januar 2007- 27.Juni 2010

Station: Trollenhagen

Monat / Jahr	2007	2008	2009	2010
Januar	79,3	67,3	8,7	18,3
Februar	33,8	15,5	25,7	18,0
März	58,5	61,5	39,9	31,9
April	0,6	59,6	2,9	16,6
Mai	74,3	9,6	59,9	112,6
Juni	135,5	33,3	50,2	14,5
Juli	105,9	74,4	80,1	-
August	95,6	47,5	30,1	-
September	59,8	39,0	22,6	-
Oktober	16,5	80,8	61,7	-
November	49,3	39,3	64,8	-
Dezember	31,6	35,6	23,5	-
Jahr	740,7	563,4	470,1	211,9

Tabelle 1

Richtwerte für die anbauspezifische Veränderung der Humusvorräte von Böden in Humusäquivalenten (kg Humus-C) ha-1a-1 *)

(Negative Werte zeigen den erforderlichen Humusbedarf. In Fruchtfolgen können sich positive und negative Veränderungen ganz oder teilweise kompensieren.)

Hauptfruchtarten	kg Humus-C ha-1 Verlust (-) oder Gewinn(+)	
	untere Werte	obere Werte
Zucker- und Futterrübe, einschließlich Samenträger	-760	-1300
Kartoffeln und 1. Gruppe Gemüse / Gewürz- und Heilpflanzen	-760	-1000
Silomais, Körnermais und 2. Gruppe Gemüse / Gewürz und Heilpflanzen	-560	-800
Getreide einschließlich Öl- und Faserpflanzen, Sonnenblumen sowie 3. Gruppe Gemüse/ Gewürz- und Heilpflanzen	-280	-400
Körnerleguminosen	160	240
Bedarfsfaktoren für Zucker- und Futterrüben, Getreide einschließlich Körnermais und Ölrüben ohne Koppelprodukte; bei den restlichen Fruchtarten ist die Humusersatzleistung der Koppelprodukte im Humusbedarf berücksichtigt.		
Mehrjähriges Feldfutter		
Ackergras, Leguminosen, Leguminosen-Gras- Gemenge, Vermehrung und 4. Gruppe Gemüse/ Gewürz / Heilpflanzen		
· je Hauptnutzungsjahr	600	800
· im Ansaatjahr		
als Frühjahrsblanksaat	400	500
bei Gründedeckfrucht	300	400
als Untersaat	200	300
als Sommerblanksaat	100	150
Zwischenfrüchte (Aufwuchs abgefahren***)		
Winterzwischenfrüchte	120	160
Stoppelfrüchte	80	120
Untersaaten	200	300
Brache		
Selbstbegrünung		
· Ab Herbst		180
· ab Frühjahr des Brachejahres		80
Gezielte Begrünung		
· ab Sommer der Brachlegung incl. des folgenden Brachejahres **)		700
· ab Frühjahr des Brachejahres		400

*) Umrechnungsfaktoren: 1 t ROS ~ ca. 200 kg Humus-C 1 HE ~ ca. 580 kg Humus-C

**) gilt auch für nachfolgende Jahre

***) Bei Verbleib des Aufwuchses als Gründüngung Grünmassezufuhr zusätzlich nach Tab. 2 berechnen.

Tabelle 2

Richtwerte für die Humus-Reproduktionsleistung verschiedener organischer Materialien in Humus-äquivalenten in (kg Humus-C) je t Substrat *)

Material		TM%	Humus-Reproduktion kg Humus-C (t Substrat)-1
Pflanzenmaterial	Stroh ¹	86	80-110
	Gründüngung, Rübenblatt, Marktabfälle	10	8
	Grünschnitt	20	16
Stallmist	frisch	20	28
		30	40
	verrottet (auch Feststoff aus Gülleseparierung)	25	40
		35	56
	kompostiert	35	62
	55	96	
Gülle	Schwein	4	4
		8	8
	Rind	4	6
		7	9
	Geflügel(Kot)	10	12
		15	12
		25	22
		35	30
	45	38	
Bioabfall	nicht verrottet	20	30
		40	62
	Frischkompost	30	40
		50	66
	Fertigkompost	40	46
		50	58
	60	70	
Klärschlamm	ausgefällt, unbehandelt	10	8
		15	12
		25	28
		35	40
		45	52
	kalkstabilisiert	20	60
		25	20
		35	36
		45	46
		55	56

Gärrückstände	flüssig	4	6
		7	9
	fest	10	12
		25	36
	Kompost	35	50
Sonstiges		30	40
	Rindenkompst	60	70
		30	60
	See- und Teichschlamm	50	100
		10	10
		40	40

1) für abbauintensive Standorte den niedrigeren Richtwert verwenden

*) Umrechnungsfaktoren: 1 t ROS ~ ca. 200 kg Humus-C 1 HE ~ ca. 580 kg Humus-C

Tabelle 3

Bewertung der Humussalden

Humussaldo		Bewertung
kg Humus-C ha-1 a-1 *)	Gruppe	
< -200	A sehr niedrig	ungünstige Beeinflussung von Bodenfunktionen und Ertragsleistung
-200 bis -76	B niedrig	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus angereicherten Böden
-75 bis 100	C optimal	optimal hinsichtlich Ertragssicherheit bei geringem Verlustrisiko langfristig Einstellung standortangepasster Humusgehalte
101 bis 300	D hoch	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus verarmten Böden
> 300	E sehr hoch	erhöhtes Risiko für Stickstoff-Verluste, niedrige N-effizienz

*) Umrechnungsfaktoren: 1 t ROS ~ ca. 200 kg Humus-C 1 HE ~ ca. 580 kg Humus-C