

Nährstoffgehalte der Fruchtarten im Ökologischen Landbau

Brigitte Köhler, Leipzig und Dr. Hartmut Kolbe, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung

1 Einleitung

Nährstoffgehalte der Fruchtarten finden eine vielfältige Verwendung in Praxis und Wissenschaft. Sie geben Auskunft über die Ernährungsbedingungen der Fruchtart selbst und können somit direkt für die Düngbedarfsermittlung verwendet werden. Ferner geben sie Auskunft über die Qualität des pflanzlichen Produktes für die Ernährung von Mensch und Tier. Eine genaue Kenntnis der Nährstoffgehalte kann die Güte von Nährstoffbilanzen sowie das gesamte Nährstoffmanagement verbessern. Somit können diese Berechnungen wichtige Informationen über die Nährstoffeffizienzen der eingesetzten Ressourcen und der Umweltverträglichkeit von Anbauverfahren liefern.

Schon lange Zeit gibt es Hinweise aus Untersuchungen, dass die Gehalte vieler Nährstoffe sich in der Höhe auch zwischen verschiedenen Anbauverfahren unterscheiden. So wurden immer wieder Unterschiede zwischen konventionellem und alternativem bzw. ökologischem Anbau gefunden (siehe WOESE et al., 1995a, b). Auf diesem umstrittenen Gebiet gibt es auch immer wieder Veröffentlichungen, in denen kaum Unterschiede gefunden wurden oder in denen manchmal sogar eine Neigung zur „Verschleierung“ von Unterschieden zwischen den Anbauverfahren sichtbar wurde (siehe VETTER, 1987; TAUSCHER et al., 2003).

Allgemein bekannt sind die z. T. deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Anbauverfahren in der Backqualität von Weizenprodukten oder die relativ niedrigen Gehalte an Nitrat in Gemüse und Kartoffeln. Diese Unterschiede können im Wesentlichen auf ein z. T. deutlich niedrigeres Ernährungsniveau mit dem Nährstoff Stickstoff zurückgeführt werden (KOLBE, 1993; KOLBE et al., 2003). Es konnte aufgezeigt werden, dass die N-Gehalte in ökologischen pflanzlichen Produkten im Durchschnitt niedriger liegen.

Aus diesen Ergebnissen wuchs die Erkenntnis, dass für die verschiedenen Verwendungszwecke jeweils eigene Zusammenstellungen der wichtigsten Inhaltsstoffe der Fruchtarten aus ökologischem Anbau erforderlich sind. Daher wird in dieser Arbeit ein umfangreicher Versuch unternommen, erstmals ein Tabellenwerk über die Gehalte an den Nährstoffen Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) sowie der Trockenmasse (TM) für möglichst alle im Anbau befindlichen Fruchtarten des Haupt- und Zwischenfruchtbaus inklusive des Grünlandes aus vielen Quellen des mitteleuropäischen Anbaubereiches zu erstellen.

Da die Höhe der Nährstoffgehalte der Kulturen von verschiedenen Bewirtschaftungs- und Umweltbedingungen abhängig ist, ist die Aufstellung einer Liste repräsentativer Gehalte kein einfacher,

trivialer Vorgang, sondern bedarf einer enormen Anstrengung, damit in Anzahl an Wiederholungen und in Anbetracht der hohen Artenanzahl ein verlässliches Zahlenmaterial zusammengestellt werden kann.

Somit musste aus vielen Quellen und Erhebungen Zahlenmaterial gesichtet werden. Besonders wichtig waren hierbei auch Quellen der sogenannten „grauen Literatur“ sowie bisher unveröffentlichte Ergebnisse. Unser besonderer Dank gilt an dieser Stelle der konventionellen „AG Düngung“ und der „AG der Versuchsansteller im Ökologischen Landbau“ in denen eine länderübergreifende Zusammenarbeit über den Verband der Landwirtschaftskammern (VLK) organisiert wird.

2 Material und Methoden

Neben einer möglichst genauen Ertragserfassung sind die Nährstoffgehalte der einzelnen Anbaukulturen z.B. für die Berechnung von Nährstoffentzügen bedeutend. Meistens bilden Richtwertvorgaben, herausgegeben von den zuständigen Stellen der Bundesländer (Ländereinrichtungen) zur Einhaltung der guten fachlichen Praxis, die Basis für die Berechnung von Nährstoffvergleichen und Düngungsempfehlungen. Seltener liegen eigene Analysenwerte vor, die in den Bilanzierungsverfahren Anwendung finden. Die Tabellenwerke der Ländereinrichtungen entsprechen häufig den konventionellen Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren. Für die Bilanzierung, so BACH & FREDE (2005), stellen diese Tabellenwerke abgesicherte repräsentative Mittelwerte dar und können gut als Standard verwendet werden. Jedoch wird bei diesen Werten die naturgemäß auftretende Variabilität in den Nährstoffgehalten nicht berücksichtigt. In Bezug auf die Bilanzgenauigkeit treten, je kleiner die Bezugseinheiten (Betriebs- oder Flächenbilanzen) sind, zunehmend Abweichungen vom „wahren Wert“ auf (BACH & FREDE, 2005).

Die natürliche Streubreite in den Nährstoffgehalten wird durch Einflussfaktoren wie Sorte, Boden, Witterung, Fruchtfolge und Düngung bestimmt. Den größten Einfluss auf die N-Konzentration im Erntegut hat neben dem genetischen Faktor von den exogenen Faktoren insbesondere die Düngung (BIERMANN, 1995). Somit ist durch eine andere Produktionsweise, z.B. die des ökologischen Landbaus, von zusätzlichen Streuungen und Abweichungen in den Nährstoffgehalten auszugehen. Eine Anwendung von Richtwerten, übernommen aus konventionellen Versuchsergebnissen, kann für die Bilanzierung im ökologischen Landbau daher mit großen Fehlern behaftet sein (KOLBE et al., 2003). Auch STEIN-BACHINGER et al. (2004) diskutieren die Unterschiede in den berechneten Nährstoffmengen zwischen ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben, die neben den niedrigeren Erträgen auch durch niedrigere Nährstoffgehalte zustande kommen. Somit können sich bei Anwendung von konventionellen Faustzahlen, wie z.B. KTBL-Faustzahlen oder Richtwerte der Ländereinrichtungen, für Ökobetriebe sehr ungenaue Ergebnisse ergeben.

Das Hauptproblem der Bereitstellung von Richtwerten aus dem ökologischen Landbau war bisher vielfach die zu geringe Datenbasis an Untersuchungswerten aus dieser Produktionsweise. Da in

neuester Zeit aus vielen Forschungsprojekten z.B. des Bundesprogramms Ökologischer Landbau Analysen von Nährstoffgehalten der Kulturen gemacht wurden, liegen weitestgehend für alle relevanten Kulturarten des ökologischen Landbaus gesicherte Datenmengen an Nährstoffgehalten vor. Diese konnten zur Berechnung von repräsentativen Mittelwerten genutzt werden.

Laut Ergebnissen aus Exaktversuchen konventioneller und ökologischer Versuchsreihen war zu erkennen, dass die Nährstoffgehalte der Fruchtarten Unterschiede aufweisen (KOLBE et al., 2003). Insbesondere beim Stickstoff zeigen sich zum Teil deutlich niedrigere Gehalte als im Vergleich zu den gleichen konventionell erzeugten Produkten. Dies belegen umfangreiche Untersuchungen vor allem auch beim Getreide. Durch diese Vergleichsuntersuchungen wurde von KOLBE et al. (2003) festgestellt, dass im Durchschnitt der untersuchten Kulturen 16 % (je nach Art 5 – 25 %) niedrigere N-Gehalte im ökologischen Landbau erzielt wurden.

Dagegen wurden bei den legumenen Fruchtarten kaum Unterschiede in den N-Konzentrationen gefunden (KOLBE et al., 2002). Jedoch werden die Leguminosen auf Grund ihrer Funktion und des hohen Anbauumfangs im ökologischen Landbau ausführlich erfasst, weil zu diesen Arten wegen der geringeren Anbaubedeutung im konventionellen Landbau kein detailliertes Datenmaterial vorlag, für die Berechnung der symbiotischen N-Bindung aber möglichst genaue Kalkulationsunterlagen erforderlich sind. Bei der Erstellung dieser Listen wurde bei den Futter- und Körnerleguminosen insbesondere auf eine detaillierte Erfassung des Gemengeanbaus Wert gelegt, da die N-Gehaltsunterschiede vor allem von den Leguminosen-Ertragsanteilen abhängig sind.

Von den vorliegenden Datenquellen und beschriebenen Versuchsauswertungen im ökologischen Landbau wurden für die praxisrelevanten Fruchtarten durch arithmetische Mittelwertbildung repräsentative Nährstoffgehalte ermittelt. Bei einer zu geringen Datengrundlage zur Berechnung eines abgesicherten Mittelwertes, wurden in Bezug auf die Untersuchungen von KOLBE et al. (2003) für einige meistens selten im Anbau vorkommende Arten die N-Gehalte des Datenmaterials aus konventionellen Quellen mit einem 15 %-igen Abzug versehen.

Im Gegensatz zum Stickstoff zeigten sich insgesamt bei den Fruchtarten zwischen den Bewirtschaftungsformen keine größeren Abweichungen in den Nährstoffgehalten an P, K und Mg. Laut KOLBE (2001) ergaben sich aus den vorliegenden Untersuchungen zu diesen Nährstoffgehalten im ökologischen Landbau geringfügig niedrigere sowie auch höhere Konzentrationen im Vergleich zu konventionellen Werten. In der erstellten Datenbank sind Mittelwerte von P-, K- und Mg-Gehalten vorrangig aus Versuchen des ökologischen Landbaus übernommen worden. Bei fehlenden Analysenwerten aus dem ökologischen Landbau wurde ohne Änderungen der Nährstoffkonzentration auf entsprechende konventionelle Werte zurückgegriffen.

Das Tabellenwerk wurde unter Angabe der Gehaltswerte der Haupt- und Nebenprodukte zum Zeitpunkt der Ernte in Frischmasse (kg Nährstoff/dt FM) ausgearbeitet. Der TM-Gehalt zum Erntezeit-

punkt von Haupt- (HP) und Nebenprodukt (NP) sowie das HP:NP-Verhältnis werden mit angegeben, um bei Angabe der Erntemengen Berechnungen für die Gesamtpflanze zu ermöglichen.

Weiterhin stellte sich auch die Frage, ob zwischen konventionellem und ökologischem Anbau Unterschiede in den HP:NP-Verhältnissen der Arten auftreten. Es wurde jedoch festgestellt, dass dieser Parameter in den Versuchsauswertungen des ökologischen Landbaus nur sehr selten erhoben wurde. Weder als Ergebnis der Züchtungsarbeiten noch bei den vielfältigen Landessortenversuchen werden z.B. bei Getreide die Stroherträge erfasst (KARALUS, 2004). Ergebnisse aus dem ökologischen Getreideanbau mit Erfassung der Korn:Stroh-Verhältnisse liegen hauptsächlich von STEIN-BACHINGER et al. (2004) vor, deren Daten mit in die Auswertungen eingeflossen sind. Jedoch bieten die vorhandenen Versuchsergebnisse noch keine ausreichende Datenbasis zur genauen Festlegung der HP:NP-Verhältnisse bestimmter Arten für den Anbau nach ökologischen Bedingungen. Daher sind zur Überarbeitung der HP:NP-Verhältnisse weitere konventionelle Quellen der Landeseinrichtungen mit eingeflossen. Die HP:NP-Verhältnisse seltener Fruchtarten, die aber insbesondere im ökologischen Landbau häufiger vorkommen, wurden ebenfalls aus Ergebnissen konventioneller Standardwerke des Pflanzenbaus abgeleitet.

In einer erweiterten Darstellung wird bei den Arten des Futterbaus auf Grund der unterschiedlichen Nutzungsregime eine zusätzliche Differenzierung der N-Gehalte vorgenommen. Durch die Auswahl des Vegetationsstadiums zum Erntezeitpunkt „vor“, „in“ und „nach der Blüte“ können die unterschiedlich hohen N-Gehalte berücksichtigt werden.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Körnerfrüchte

Wie im konventionellen Anbau ist Getreide auch im ökologischen Landbau eine Hauptanbaukultur. Auf Grund der hohen Flächenanteile sind genaue Daten über die Nährstoffgehalte z.B. für die Berechnung von Nährstoffbilanzen wichtig. Aus umfassenden Sorten- und Qualitätsversuchen im ökologischen Getreideanbau lagen ausreichende Versuchsergebnisse, auch von eigenen Versuchen aus Sachsen zur Berechnung repräsentativer Mittelwerte vor. Insbesondere ist an dieser Stelle auf das umfangreiche Datenmaterial der „AG der Versuchsansteller“ im VLK hinzuweisen. Die im ökologischen Landbau häufiger vorkommenden Getreidearten, wie z. B. Weizen, Roggen oder auch Dinkel, wurden in der Datensammlung besonders berücksichtigt, um speziell von diesen Kulturen gesicherte Werte anzubieten (Tab. 1).

Im Vergleich zu konventionellen Analysen zeigen die Untersuchungen von KOLBE et al. (2003) eindeutig niedrigere N-Gehalte im Getreide aus ökologischem Anbau an. Dies wird ebenso von STEIN-BACHINGER et al. (2004) und weiteren Autoren belegt. Die P-, K- und Mg-Gehalte aller Getreidearten im ökologischen Landbau entsprechen dagegen den Werten des konventionellen

Anbaus, da keine größeren Abweichungen festgestellt wurden. Übernommen wurden daher die P- und K-Gehalte weitgehend von der konventionellen „AG Düngung“ im VLK (Stand 1997). Die Mg-Gehalte der Getreidearten wurden anhand mehrerer Quellen nochmals überprüft und abgeändert. Die Nährstoffgehalte des Getreidegemenges wurden als Mittelwert aus den gängigen Sommer- und Winterungen berechnet.

Tabelle 1: Nährstoff- und TM-Gehalte der Körnerfrüchte im Haupt- und Nebenprodukt zur Ernte (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM)

FRUCHTART	TM (%)		HP : NP (HP=1)	N		P		K		Mg	
	HP	NP		HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Qualitätsweizen	86	86	1,1	1,75	0,44	0,35	0,13	0,50	1,16	0,12	0,12
Winterweizen	86	86	1,1	1,68	0,44	0,35	0,13	0,50	1,16	0,12	0,12
Winterweizen (Brau)	86	86	1,1	1,68	0,44	0,35	0,13	0,50	1,16	0,12	0,12
Wintergerste	86	86	1,1	1,35	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Wintergerste (Brau)	86	86	1,1	1,35	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Winterroggen	86	86	1,3	1,29	0,44	0,35	0,13	0,50	1,66	0,12	0,12
Triticale	86	86	1,2	1,36	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Dinkel	86	86	1,1	2,13	0,44	0,35	0,13	0,75	1,41	0,12	0,12
Sommerweizen	86	86	1,1	1,80	0,44	0,35	0,13	0,50	1,16	0,12	0,12
Durumweizen	86	86	1,0	2,00	0,44	0,35	0,13	0,50	1,16	0,12	0,12
Sommergerste (Futter)	86	86	1,0	1,34	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Sommergerste (Brau)	86	86	1,0	1,34	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Sommerroggen	86	86	1,3	1,25	0,44	0,35	0,13	0,50	1,66	0,12	0,12
Hafer	86	86	1,1	1,58	0,40	0,32	0,13	0,47	1,41	0,12	0,06
Getreidegemenge	86	86	1,1	1,46	0,44	0,35	0,13	0,50	1,41	0,12	0,12
Körnermais	86	86	0,8	1,28	0,78	0,33	0,09	0,40	1,65	0,20	0,14
Buchweizen	86	86	2,3	1,66	0,60	0,31	0,32	0,43	2,00	0,18	0,23

Insbesondere beim Getreide ist die Erfassung der Korn:Stroh-Verhältnisse für verschiedene Berechnungen notwendig und wichtig, jedoch sind kaum Ergebnisse über die Korn:Stroh-Verhältnisse aus ökologischen Versuchsanstellungen vorhanden. Die ermittelten Ergebnisse zeigten nur geringe Abweichungen zwischen konventioneller und ökologischer Produktionsweise. Auf Grund der geringen Datenbasis wurden daher unter Hinzuziehung der konventionellen länderspezifischen Zahlenwerke die Verhältniszahlen überarbeitet.

Von den Fruchtarten Körnermais und Buchweizen liegen ebenfalls nur wenige Daten aus dem ökologischen Landbau vor. Die N-Gehalte dieser Kulturen wurden aus konventionellen Anbauversuchen ohne N-Düngung und von konventionellen Standardwerken nach 15 %iger Verringerung der N-Gehalte entnommen.

3.2 Hülsenfrüchte

Bei den Körnerleguminosen gibt es zwischen den Produktionsweisen „konventionell“ und „ökologisch“ kaum unterschiedliche Konzentrationen in den N-Gehalten. Dagegen zeigten Untersuchungen im ökologischen Landbau, dass sogar höhere K- und Mg-Gehalte im Korn und Stroh auftreten können (KOLBE et al., 2002). Die Datenbasis für die Nährstoffgehalte der Körnerleguminosen im Druschanbau basiert auf eigenen Versuchsergebnissen sowie Untersuchungen von DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1997), KELLER et al. (1999) SCHMIDTKE & RAUBER (2000), KOLBE et al. (2002), LEITHOLD et al. (2003) u. a. Quellen (Tab. 2).

Die Nährstoffgehalte der Grünspeiseerbse wurden entsprechend dem üblichen Erntezeitpunkt mit 22 % TM ermittelt. Die N-Gehalte der Grünspeiseerbse wurden aus experimentell ermittelten Werten aus dem Ökolandbau übernommen (JOST, 2003; LABER, 2004a, b). Die P-, K- und Mg-Gehalte wurden von den Werten der Körnererbse abgeleitet indem diese auf den TM-Gehalt zum Erntezeitpunkt der Grünspeiseerbse umgerechnet wurden. Die Korn:Stroh-Verhältnisse der Hülsenfrüchte werden entsprechend den vorliegenden konventionellen Daten übernommen, da nach KARALUS (2004) aufgrund der fehlenden N-Düngung in beiden Produktionsweisen weitgehend keine Unterschiede auftreten. Durch das moderne Sortenspektrum sind die Korn:Stroh-Verhältnisse enger geworden als im Vergleich zu früheren Zeiten.

Tabelle 2: Nährstoff- und TM-Gehalte der Hülsenfrüchte im Haupt- und Nebenprodukt zur Ernte (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM)

FRUCHTART	TM (%)		HP : NP (HP=1)	N		P		K		Mg	
	HP	NP		HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Ackerbohne	86	86	1,0	4,20	1,20	0,47	0,15	1,13	1,52	0,16	0,16
Erbse	86	86	1,0	3,50	1,40	0,43	0,14	1,06	1,20	0,13	0,21
Grünspeiseerbse	22	17	5,8	0,91	0,52	0,11	0,06	0,27	0,50	0,03	0,06
Lupine (blau)	86	86	1,0	4,80	1,10	0,42	0,10	0,90	0,96	0,16	0,16
Lupine (gelb)	86	86	1,0	6,10	1,10	0,42	0,10	0,90	0,96	0,16	0,16
Lupine (weiß)	86	86	1,0	5,20	1,10	0,42	0,10	0,90	0,96	0,16	0,16
Wicke	86	86	1,0	3,80	1,50	0,40	0,14	0,92	1,20	0,17	0,21
Sojabohne	86	86	1,0	5,50	0,90	0,57	0,15	1,29	0,90	0,22	0,26
Linse	86	86	1,0	3,90	1,50	0,39	0,14	0,76	1,20	0,12	0,21
Hülsenfruchtgemenge	86	86	1,0	4,60	1,20	0,44	0,13	0,99	1,11	0,16	0,19
Hülsenfrucht-/Nicht-leguminosen-Gemenge	86	86	1,0	3,03	0,82	0,40	0,13	0,75	1,26	0,11	0,17

3.3 Ölfrüchte

Insgesamt stand bei den Ölfrüchten nur eine geringe Analysenanzahl aus dem ökologischen Landbau zur Verfügung. Da aber der Anbau von Ölfrüchten - insbesondere Raps - deutlich zunimmt, wurden soweit vorhanden neueste Ergebnisse aus Öko-Versuchen in die Mittelwertberechnungen für die Nährstoffe N, P, K und Mg mit aufgenommen. Zum N-Gehalt der Ölpflanzen wurden weitere Quellen von PAULSEN (2003), REINBRECHT et al. (2005), STEIN-BACHINGER et al. (2004) und DEBRUCK (2005) sowie Ergebnisse aus eigenen Feldversuchen berücksichtigt (Tab. 3).

Für die Ölfrüchte Sonnenblume, Öllein, Senf und Leindotter lagen keine ausreichenden Daten vor. Deshalb wurde auf die konventionellen Tabellenwerke der Ländereinrichtungen unter Abzug von 15 % des N-Gehaltes zurückgegriffen. Allgemein sind bei den Ölfrüchten z. T. niedrigere N-Gehalte gegenüber konventionellen Werten zu verzeichnen. Die P-, K- und Mg-Gehalte wurden mit den Werten der konventionellen Tabellenwerke aus verschiedenen Bundesländern sowie mit den ökologischen Werten von STEIN-BACHINGER et al. (2004) abgeglichen. Die Korn:Stroh-Verhältnisse bei den Ölfrüchten mussten weitgehend von den konventionellen Angaben der Ländereinrichtungen übernommen werden.

3.4 Hackfrüchte

Aus den vielen Versuchsergebnissen aus ökologischem Anbau waren gut abgesicherte, repräsentative Mittelwerte sowohl von Frühkartoffeln als auch von mittelfrühen Kartoffeln zu bestimmen. Im Vergleich zum konventionellen Anbau zeigen sich deutlich niedrigere N-Gehalte bei den ökologisch erzeugten Kartoffeln (Tab. 3). Die P-, K- und Mg-Gehalte bei den Kartoffeln stammen weitgehend aus ökologischen Anbauversuchen. Auch für die Bestimmung der HP:NP-Verhältnisse bei den Kartoffeln konnte auf eigene Versuchsdaten zurückgegriffen werden (KOLBE et al., 2003; MÖLLER et al., 2003).

Für die Zucker- und Futterrüben konnten zur Überprüfung der Nährstoffgehalte nur wenige Werte aus ökologischem Anbau bereitgestellt werden (KOLBE & PETZOLD, 2002; STEIN-BACHINGER et al., 2004). Die P, K und Mg-Gehalte wurden vorrangig anhand der konventionellen Tabellenwerke der Bundesländer überprüft und angepasst.

Tabelle 3: Nährstoff- und TM-Gehalte der Öl- und Hackfrüchte sowie bei Samenvermehrung im Haupt- und Nebenprodukt zur Ernte (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM)

FRUCHTART		TM (%)		HP : NP	N		P		K		Mg	
		HP	NP	(HP=1)	HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Ölfrüchte	Winterraps	91	86	2,0	2,80	0,50	0,78	0,13	0,80	1,66	0,24	0,09
	Sommerraps	91	86	2,0	3,00	0,50	0,78	0,14	0,80	1,66	0,24	0,09
	Sonnenblume	91	86	2,0	2,40	1,15	0,71	0,35	1,70	3,74	0,42	0,18
	Öllein	91	86	1,5	3,10	0,45	0,53	0,09	0,80	1,16	0,35	0,10
	Senf	91	86	1,5	3,86	0,45	0,53	0,09	0,80	1,16	0,30	0,10
	Leindotter	91	86	1,4	3,70	0,68	0,68	0,13	0,80	1,25	0,16	0,06
Hackfrüchte	Frühkartoffeln	22	25	0,2	0,39	0,34	0,07	0,07	0,60	0,50	0,02	0,13
	Mittelfrühe Kartoffeln	22	25	0,2	0,31	0,34	0,06	0,07	0,50	0,50	0,02	0,13
	Spätkartoffeln	22	25	0,3	0,31	0,34	0,06	0,07	0,50	0,50	0,02	0,13
	Zuckerrüben	23	16	0,7	0,16	0,30	0,04	0,05	0,21	0,59	0,05	0,06
	Gehaltsrüben	15	12	0,4	0,16	0,26	0,03	0,04	0,41	0,52	0,03	0,05
	Masserüben	12	12	0,4	0,14	0,25	0,03	0,02	0,37	0,32	0,03	0,08
Samenvermehrung	Grassamen	86	86	7,5	1,84	1,10	0,30	0,16	0,46	1,80	0,10	0,24
	Klee-, Luzernesamen	91	86	8,0	5,50	1,50	0,64	0,13	1,04	2,16	0,16	0,24
	Serradellasamen	91	86	3,0	3,50	1,50	0,64	0,13	1,04	2,16	0,16	0,24
	Rübensamen	86	30	6,0	1,53	0,60	0,52	0,17	1,16	0,83	0,18	0,09

3.5 Samenvermehrung

Die Saatguterzeugung im ökologischen Landbau erfolgt heute unter den spezifischen Produktionsbedingungen. Eine Abweichung der Höhe der Nährstoffgehalte der zur Samenvermehrung in Frage kommenden Fruchtarten konnte aufgrund der zu geringen Analysenwerte aus dem ökologischen Landbau nicht direkt ermittelt werden. Die Nährstoffgehalte der Leguminosen zur Samenvermehrung wurden von den Richtwerten der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft übernommen (KERSCHBERGER et al., 2002). Entsprechend den vorliegenden Ergebnissen bei den Körnerleguminosen werden bei der Samenvermehrung keine niedrigeren N-Gehalte bei den Leguminosen angenommen. Bei den Gras- und Rübensamen wurde ein N-Abzug von 15 % veranschlagt. Die P-, K- und Mg-Gehalte entsprechen konventionellen Analysenwerten (Tab. 3).

3.6 Futterpflanzen

Auf Grund ihrer Fähigkeit zur Luftstickstoffbindung, aber auch wegen guter Erträge und Futterqualitäten werden speziell im ökologischen Landbau Leguminosen und Leguminosen-Nichtleguminosengemenge angebaut. Sie können hohe Flächenanteile erreichen und sind auch dadurch wichtige Fruchtarten in der Fruchtfolge. Dieser besonderen Bedeutung der Futterpflanzen wird durch eine detaillierte Erfassung einzelner Arten mit ihren jeweiligen Nährstoffgehalten Rechnung getragen und bildet einen Schwerpunkt in der Erstellung der Datenbank (Tab. 4).

Diese Datenliste über die Futterpflanzen aus ökologischem Anbau wurde erstellt aus langjährigen wissenschaftlichen Feldversuchen (bundesweit), eigenen Erhebungen aus der Praxis in Sachsen (von Klee grasflächen und Grünland), sowie verschiedenen Ergebnissen aus Futterqualitätsuntersuchungen. Nachfolgend sind die Hauptbezugsquellen für die Nährstoffgehalte von Futterpflanzen aufgeführt worden: BOMMER (1954), SCHEFFER & ULRICH (1960), NEHRING (1972), LÜDDENCKE (1976), FAUSTZAHLEN (1978), HEINZMANN (1981), MEINSEN (1983), OEHMICHEN (1986), KIRCHMANN (1988), SCHMIDTKE (1997), LOGES (1998), LOGES & TAUBE (1999), SCHMIDTKE & RAUBER (2000), LWK-SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001), JOST (2003), JUNG (2003), SCHMIDTKE (2003), DIETL & LEHMANN (2004), HAAS (2004), LWK-HANNOVER (2004), PIETSCH (2004).

Für die Ermittlung repräsentativer Mittelwerte - auch für verschiedene Gemengeanbauformen - konnte auf umfangreiche Versuchsergebnisse aus dem ökologischen Landbau zurückgegriffen werden. Bei den Reinbeständen an Futterleguminosen zeigen sich zwischen ökologischen und konventionellen Quellen, auch bei Beachtung der im ökologischen Landbau häufig vorkommenden Sorten und Erntebedingungen, keine deutlichen Unterschiede in den N-Konzentrationen.

Tabelle 4: Nährstoff- und TM-Gehalte der Futterpflanzen im Haupt- und Nebenprodukt zur Ernte (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM)

FRUCHTART	TM (%)		HP : NP (HP=1)	N		P		K		Mg	
	HP	NP		HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Leguminosen-/Nichtlegum.-Gemenge											
Kleegras (30:70)	20	-	-	0,43	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Kleegras (50:50)	20	-	-	0,47	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Kleegras (70:30)	20	-	-	0,50	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Luzernegras (30:70)	20	-	-	0,45	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Luzernegras (50:50)	20	-	-	0,50	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Luzernegras (70:30)	20	-	-	0,55	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Landsberger Gemenge	17	-	-	0,40	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Leguminosen-(grobk.)/Nicht-leguminosen-Gemenge	20	-	-	0,44	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge (GPS) (30:70)	30	-	-	0,46	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge (GPS) (50:50)	28	-	-	0,52	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge (GPS) (70:30)	25	-	-	0,59	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-
Leguminosen											
Rotklee (und andere Kleearten)	18	-	-	0,55	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Luzerne	18	-	-	0,62	-	0,06	-	0,50	-	0,05	-
Klee-, Luzernegemenge	18	-	-	0,57	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Leguminosengemenge (fein- u. grobk.)	18	-	-	0,54	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Leguminosengemenge (grobk.)	18	-	-	0,52	-	0,06	-	0,50	-	0,06	-
Leguminosengemenge (grobk.) (GPS)	25	-	-	0,65	-	0,07	-	0,50	-	0,05	-

Tabelle 4: (Fortsetzung)

FRUCHTART	TM (%)		HP : NP	N		P		K		Mg	
	HP	NP	(HP=1)	HP	NP	HP	NP	HP	NP	HP	NP
Nichtleguminosen											
Silomais	30	-	-	0,34	-	0,07	-	0,40	-	0,05	-
Silomais (Zweitfrucht)	25	-	-	0,28	-	0,06	-	0,37	-	0,05	-
Grünmais	17	-	-	0,25	-	0,05	-	0,35	-	0,04	-
Corn-Cob-Mix (CCM)	60	60	0,8	0,83	0,56	0,20	0,06	0,32	1,16	0,14	0,11
Getreide Ganzpflanze	20	-	-	0,36	-	0,07	-	0,52	-	0,04	-
Getreide (GPS)	30	-	-	0,39	-	0,07	-	0,52	-	0,04	-
Feldgras	20	-	-	0,38	-	0,07	-	0,54	-	0,04	-
Futtermais, Rübsen	13	-	-	0,35	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Senf	15	-	-	0,34	-	0,06	-	0,52	-	0,06	-
Sonnenblume	13	-	-	0,27	-	0,05	-	0,52	-	0,06	-
Nichtleguminosengemenge (Kreuzblütler)	15	-	-	0,35	-	0,06	-	0,50	-	0,05	-

grobk. = grobkörnig; feink. = feinkörnig; GPS = Ganzpflanzensilage

Deutliche Abweichungen in den N-Gehalten zeigen sich bei den Gemengen erst bei differenzierter Betrachtung unterschiedlicher Leguminosen-Ertragsanteile im Pflanzenbestand. Deshalb wurde eine detaillierte Auflistung der Klee- und Luzernegrasbestände vorgenommen. Außer in Reinbeständen werden die N-Gehalte für Klee- und Luzernegras in Stufen mit 30 %, 50 % und 70 % Leguminosen-Ertragsanteil differenziert und in dieser Form als Fruchtarten getrennt aufgeführt. Die größten Unterschiede in den N-Gehalten bestehen bei den reinen Nichtleguminosenbeständen, insbesondere bei reinen Grasbeständen.

Ferner werden die Nährstoffgehalte nach bestimmten Nutzungsverfahren, z. B. als Ganzpflanzensilage (GPS) oder Frischfutter bei Schnittnutzung, unterschieden. Bei den Futterpflanzen allgemein bestehen in den P-, K- und Mg-Gehalten meistens nur geringfügige Unterschiede zwischen den verschiedenen Produktionsweisen. Der Maisanbau gewinnt im ökologischen Landbau neben der Futtermutzung auch zur Biogasgewinnung immer mehr an Bedeutung. Vom Silomais lagen Nährstoffgehalte aus ökologischem Landbau vor (BECKMANN & KOLBE 2002). Vom Corn-Cob-Mix (CCM) und Körnermais (Tab. 1) wurde von konventionellen Werten ein N-Abzug von 15 % vorgenommen und daraus ein Mittelwert abgeleitet. Abweichungen in den Nährstoffgehalten von Energiemais können aufgrund fehlender Daten nicht belegt werden. Zum Kolben: bzw. Korn:Restpflanzen-Verhältnis von Mais lagen keine Ökoversuchsdaten vor. Von Versuchsergebnissen aus Brandenburg (SCHMALER, 2005) konnten aus Versuchen ohne N_{min} -Düngungsvarianten Verhältniszahlen gewonnen werden. Vorrangig nach dieser Quelle sowie aus den Tabellenwerken

der Ländereinrichtungen wurde für den ökologischen Anbau ein HP:NP-Verhältnis von 1:0,8 für beide Erntevarianten abgeleitet.

Bei der Betrachtung der Nährstoffgehalte in verschiedenen Vegetationsstadien zeigten sich bei den Kulturen im Futterbau Unterschiede in den N-Konzentrationen der TM (Tab. 5). Als hauptsächliche Quelle für die Ausweisung der N-Gehalte nach dem Vegetationsstadium dienten die Rohproteingehalte aus den DLG Futterwerttabellen (DLG-FUTTERWERTTABELLEN, 1997) sowie weitere Versuchsergebnisse. Im Allgemeinen nehmen die N-Konzentrationen vom Stadium „vor der Blüte“ bis zum Stadium „nach der Blüte“ ab. Insbesondere bei den Klee gras-Gemengen können durch diese Auswahlmöglichkeit die N-Gehalte zwischen Leguminosen und Gräsern genauer erfasst werden.

Tabelle 5: Stickstoff- und TM-Gehalte der Futterpflanzen differenziert nach dem Vegetationsstadium

FRUCHTARTEN	vor der Blüte			in der Blüte			nach der Blüte		
	TM	N		TM	N		TM	N	
	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)
Leguminosen-/ Nichtlegum.-Gemenge									
Kleegras 30:70	19,3	0,46	2,38	24,5	0,41	1,69	29,0	0,42	1,44
Kleegras 50:50	18,7	0,49	2,62	23,8	0,45	1,89	28,0	0,46	1,64
Kleegras 70:30	17,2	0,52	3,02	23,2	0,49	2,11	27,0	0,50	1,85
Luzernegras 30:70	19,5	0,49	2,51	24,5	0,44	1,80	28,9	0,42	1,45
Luzernegras 50:50	18,9	0,54	2,86	23,8	0,50	2,10	27,8	0,47	1,69
Luzernegras 70:30	18,3	0,59	3,22	23,1	0,55	2,39	26,8	0,52	1,94
Leguminosen-(feink.)/Nichtlegum.-Gemenge	18,7	0,49	2,62	23,8	0,45	1,89	28,0	0,46	1,64
Landsberger Gemenge	15,0	0,43	2,87	16,0	0,38	2,38	18,0	0,39	2,17
Leguminosen-(grobk.)/Nichtlegum.-Gemenge	13,5	0,45	3,33	16,0	0,43	2,69	25,0	0,46	1,84
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge GPS 30:70							30,0	0,46	1,53
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge GPS 50:50							27,5	0,52	1,89
Leguminosen-(grobk.)/Getreide-Gemenge GPS 70:30							25,0	0,59	2,36
Leguminosen									
Luzerne	17,5	0,65	3,71	22,0	0,63	2,86	25,2	0,58	2,30
Rotklee	17,0	0,56	3,29	22,1	0,54	2,44	25,6	0,55	2,15
Weißklee	13,4	0,53	3,96	15,0	0,51	3,40	19,2	0,53	2,76
Alexandrinerklee	15,3	0,52	3,40	20,5	0,61	2,98	24,0	0,63	2,63
Inkarnatklee	14,0	0,47	3,36	19,4	0,45	2,32	24,5	0,50	2,04
Persischer Klee	13,0	0,50	3,85	19,0	0,55	2,89	23,0	0,60	2,61
Gelbklee	15,5	0,58	3,74	19,8	0,60	3,03	24,5	0,63	2,57
Hornklee	15,5	0,58	3,74	19,8	0,60	3,03	24,5	0,63	2,57
Espарette	18,0	0,61	3,39	20,3	0,56	2,76	24,5	0,66	2,69
Serradella	15,5	0,54	3,48	19,8	0,58	2,93	24,5	0,60	2,45
Erdklee	15,5	0,58	3,74	19,8	0,60	3,03	24,5	0,63	2,57
Klee-, Luzernegemenge	17,3	0,58	3,35	22,1	0,58	2,62	25,4	0,59	2,32
Leguminosengemenge (fein- u. grobk.)	15,0	0,54	3,60	19,0	0,54	2,84	25,0	0,60	2,40

Tabelle 5: (Fortsetzung)

FRUCHTARTEN	vor der Blüte			in der Blüte			nach der Blüte		
	TM	N		TM	N		TM	N	
	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)	(%)	(kg/dt FM)	(kg/dt TM)
Ackerbohne Futter	15,0	0,62	4,13	16,7	0,48	2,87	30,0	0,76	2,53
Futtererbse	13,7	0,45	3,28	19,2	0,50	2,60	24,3	0,60	2,47
Lupine	11,7	0,43	3,68	14,0	0,45	3,21	25,0	0,45	1,80
Wicke Futter	13,0	0,60	4,62	15,9	0,55	3,46	23,8	0,61	2,56
Leguminosengemenge (grobk.)	12,8	0,54	4,22	15,7	0,51	3,25	25,0	0,61	2,44
Leguminosengemenge (grobk.) GPS							25,0	0,65	2,60
Deutsches Weidelgras	17,3	0,41	2,37	22,8	0,36	1,58	28,0	0,40	1,43
Welsches Weidelgras	17,3	0,40	2,31	22,8	0,33	1,45	28,0	0,37	1,32
Einjähriges Weidelgras	20,3	0,41	2,02	25,5	0,35	1,37	30,4	0,40	1,32
Knaulgras	21,0	0,45	2,14	27,8	0,38	1,37	32,5	0,34	1,05
Wiesenfuchsschwanz	21,0	0,45	2,14	26,5	0,35	1,32	32,0	0,30	0,94
Wiesenschwanz	23,0	0,41	1,78	28,0	0,38	1,36	33,0	0,35	1,06
Wiesenschwingel	22,0	0,44	2,00	25,0	0,40	1,60	29,0	0,37	1,28
Feldgras	20,3	0,42	2,07	25,5	0,36	1,41	30,4	0,36	1,18
Futterraps	11,0	0,35	3,18	12,0	0,32	2,67	13,0	0,32	2,46
Rübsen	11,0	0,35	3,18	12,0	0,34	2,83	13,0	0,31	2,38
Senf Futter	13,0	0,44	3,38	15,0	0,50	3,33	17,0	0,40	2,35
Nichtleguminosengemenge (Kreuzblütler)	16,0	0,36	2,25	19,3	0,35	1,81	22,4	0,31	1,38
Futtergerste	17,0	0,40	2,35	23,0	0,32	1,39	30,0	0,36	1,20
Futterhafer	18,0	0,35	1,94	23,5	0,30	1,28	30,0	0,35	1,17
Futterroggen	16,0	0,40	2,50	21,5	0,35	1,63	30,0	0,40	1,33
Futterweizen	22,0	0,40	1,82	25,0	0,34	1,36	30,0	0,36	1,20
Getreide Ganzpflanze	18,0	0,39	2,17	22,7	0,33	1,45	29,7	0,37	1,25
Getreide Ganzpflanze GPS							29,7	0,37	1,25
Grünmais	17,0	0,25	1,47	20,5	0,26	1,27	28,5	0,33	1,16
Silomais (Zweitfrucht)	17,0	0,25	1,47	20,5	0,26	1,27	28,5	0,33	1,16
Sonnenblume Futter	11,0	0,28	2,55	12,0	0,25	2,08	14,0	0,21	1,50
Nichtleguminosengemenge	16,5	0,34	2,10	20,0	0,31	1,61	25,0	0,32	1,29
Nichtleguminosengemenge GPS							27,5	0,44	1,60

grobk. = grobkörnig; feink. = feinkörnig; GPS = Ganzpflanzensilage

3.7 Zwischenfrüchte

Auch der Zwischenfruchtanbau ist in Artenanzahl und Anbauverhältnissen sehr umfangreich und vielfältig. Auf Grund der unzureichenden Datengrundlage aus dem ökologischen Landbau wurden in dem Handbuch von STEIN-BACHINGER et al. (2004) die Nährstoffgehaltsangaben für Zwischenfrüchte lediglich in legume und nichtlegume Sommer- und Winterzwischenfrüchte unterteilt. Es wurde darauf verwiesen, dass allgemein gültige Angaben über die Höhe der Nährstoffkonzentrationen schwierig zu ermitteln sind, da sie entsprechend der klimatischen Voraussetzungen und der Wuchsleistung der Arten ganz unterschiedliche Entwicklungsstadien erreichen.

Es wurden zahlreiche Ergebnisse aus konventionellem und ökologischem Anbau ausgewertet (KOLBE et al., 2004). Die vielfältigen Kulturen im Zwischenfruchtanbau werden möglichst einzeln mit ihren jeweiligen Nährstoffgehalten erfasst (Tab. 6). Durch die kurze Vegetationszeit haben anbauwürdige Zwischenfrüchte ein sehr hohes N-Aneignungsvermögen. Das ist ein Grund dafür, dass sich keine deutlichen Unterschiede in den Nährstoffgehalten zwischen den Arten und der Produktionsweise ergeben. Die N-Gehalte von Nichtleguminosen sind im Allgemeinen im Zwischenfruchtanbau etwas höher als im Hauptfutteranbau (vgl. Tab. 4 – 6).

Tabelle 6: Nährstoff- und TM-Gehalte der Zwischenfrüchte zur Ernte (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM)

FRUCHTARTEN	TM (%)	N	P	K	Mg
Leguminosen-/ Nichtlegum.-Gemenge					
Kleegras 30:70	17	0,46	0,057	0,47	0,045
Kleegras 50:50	17	0,48	0,058	0,46	0,048
Kleegras 70:30	17	0,50	0,059	0,45	0,051
Landsberger Gemenge	17	0,46	0,050	0,50	0,040
Luzernegras 30:70	17	0,46	0,057	0,47	0,045
Luzernegras 50:50	17	0,48	0,058	0,46	0,048
Luzernegras 70:30	17	0,50	0,059	0,45	0,051
Wickroggen	17	0,45	0,050	0,50	0,045
Leguminosen-/Nichtlegum.-Gemenge	17	0,46	0,050	0,50	0,040
Leguminosen					
Rotklee und andere Kleearten	15	0,53	0,057	0,45	0,055
Luzerne	15	0,53	0,057	0,45	0,055
Klee-, Luzernegemenge	15	0,53	0,057	0,45	0,055
Leguminosengemenge (fein- u. grobk.)	15	0,53	0,060	0,43	0,050
Leguminosengemenge (grobk.)	15	0,52	0,055	0,40	0,045
Nichtleguminosen					
Senf, Futterraps, Rübsen, Ölrettich	15	0,37	0,053	0,38	0,033
Phacelia	15	0,37	0,053	0,38	0,033
Buchweizen	15	0,30	0,048	0,36	0,059
Feldgras	15	0,43	0,060	0,47	0,041
Getreide Ganzpflanze	15	0,38	0,057	0,45	0,039
Markstammkohl, Steckerübe, Stoppelrübe	15	0,35	0,050	0,42	0,040
Futtermöhre	15	0,35	0,050	0,42	0,040
Sonnenblume	15	0,30	0,048	0,36	0,059
Grünmais	15	0,25	0,056	0,45	0,038
Nichtleguminosengemenge	15	0,35	0,050	0,42	0,040

grobk. = grobkörnig; feink. = feinkörnig

3.8 Grünland

Grundlage der Nährstoffgehalte von Grünlandaufwüchsen bildet eine Zusammenstellung des „Arbeitskreises Düngung“ des VLK (siehe FÖRSTER et al., 2004). Um eine Anpassung an die Produktionsbedingungen des ökologischen Landbaus zu erzielen, wurden weitere Analysenwerte ausschließlich aus ökologischer Bewirtschaftung zusammengestellt und mit den vorhandenen Daten verglichen. Diese Gegenüberstellung verdeutlichte einerseits nur geringe Unterschiede zwischen den Anbauverfahren. Andererseits war eine klare Differenzierung nach der Intensität der Nutzung zu erkennen. Deshalb wurde auch für die ökologische Bewirtschaftung eine nach der Nutzungsintensität differenzierte Gehaltstabelle übernommen (Tab. 7).

Die Praxis der ökologischen Grünlandbewirtschaftung kann sowohl einer extensiven Nutzung bei sehr niedrigen N-Gehalten als auch einer intensiven Bewirtschaftung mit 4 Nutzungen und hohen N-Gehalten entsprechen. Bei günstigen Standortverhältnissen können im ökologischen Landbau durchaus hohe Erträge (bis 500 dt/ha FM) erreicht werden. Die P-, K- und Mg-Gehalte steigen entsprechend den Nutzungsintensitäten deutlich an.

Tabelle 7 Nährstoffgehalte von Grünland bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten (Angaben in kg Reinnährstoff/dt FM, bei 20 % TM)

Nutzungsintensität (dt FM/ha)	N	P	K	Mg
0 - 200	0,26	0,05	0,25	0,04
200 - 300	0,36	0,06	0,42	0,05
300 - 400	0,44	0,08	0,48	0,06
400 - 500	0,54	0,09	0,50	0,07
>500	0,56	0,09	0,50	0,07

In einer Erweiterung können die N-Gehalte auch bei den Grünlandaufwüchsen je nach Vegetationsstadium differenziert aufgeführt werden (Tab. 8). Jedoch werden durch die Nutzungsintensitäten bereits bestimmte Erntezeitpunkte festgelegt, da bei einer Mehrschrittnutzung keine Ernten mehr im Stadium „nach der Blüte“ möglich sind.

Tabelle 8: N-Gehalte und TM-Gehalte von Grünland differenziert nach Nutzungsintensität und Vegetationsstadium

Nutzungsintensität: (dt FM/ha) Vegetationsstadium	1 Aufwuchs		2 Aufwüchse		3 Aufwüchse		4 Aufwüchse	
	0 - 200		200 - 300		300 - 400		> 400	
	TM	N	TM	N	TM	N	TM	N
	(%)	(kg/dt FM)	(%)	(kg/dt FM)	(%)	(kg/dt FM)	(%)	(kg/dt FM)
vor der Blüte	25	0,43	18	0,44	18	0,48	17	0,51
in der Blüte	38	0,51	23	0,43	21	0,51	21	0,54
nach der Blüte	43	0,56	--	--	--	--	--	--

4 Zusammenfassung

Nach zahlreichen Auswertungen von Untersuchungen zu Nährstoffgehalten zeigten sich teilweise deutliche Unterschiede in den Nährstoffgehalten nach Produktionsweise. Jedoch fehlte bislang eine Ausarbeitung eines Tabellenwerkes mit Daten speziell für die Anwendung im ökologischen Landbau. Aufgrund dessen wurden mittlere Werte für die Gehalte der Nährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium sowie an Trockenmasse und die Verhältnisse zwischen Haupt- und Nebenprodukt zur Erntereife der Fruchtarten zusammengestellt. Hierfür wurden vornehmlich Quellen aus ökologischem Anbau verwendet. Nur wenn keine genügend hohe Werteanzahlen einzelner Fruchtarten vorlagen, wurden auch Quellen aus konventionellem Anbau genutzt. Die Fruchtarten wurden getrennt nach Körner-, Hülsen-, Öl- und Hackfrüchte aufgeführt. Die Arten des Futterbaus im Haupt- und Zwischenfruchtanbau sowie des Grünlandes wurden ausführlich behandelt, indem zusätzlich auch die Nährstoffgehalte des Erntematerials unterschiedlicher Gemengeanteile, Nutzungsintensitäten sowie die N-Gehalte für die Vegetationsstadien „vor“, „in“ und „nach der Blüte“ erfasst wurden.

5 Literaturverzeichnis

- BACH, M. & H.G. FREDE (2005): Methodische Aspekte und Aussagemöglichkeiten von Stickstoff-Bilanzen. Institut für Landwirtschaft und Umwelt, Bonn
- BECKMANN, U. & H. KOLBE (2002): Maisanbau im Ökologischen Landbau. Broschüre, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- BIERMANN, S. (1995): Flächendeckende, räumlich differenzierte Untersuchung von Stickstoffflüssen für das Gebiet der neuen Bundesländer. Dissertation, Halle/Wittenberg. Berichte aus der Agrarwissenschaft, Verlag Shaker, Aachen
- BOMMER, D. (1954): Untersuchungen über die Ernterückstände von Feldfutterpflanzen in verschiedenen Höhenlagen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 99, 239 – 258
- DEBRUCK, J. (2005): Bioraps für Könner. Sächsische Bauernzeitung, Berlin, 22 – 24
- DIETL, W. & J. LEHMANN (2004): Ökologischer Wiesenbau. Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Österreich
- DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1997): DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer, 7. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main
- FAUSTZAHLEN (1978): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Ruhr-Stickstoff, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup
- FÖRSTER, F., H. ERNST & E. ALBERT (2004): BEFU 2005. Broschüre, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig
- HAAS, G. (2004): Stickstoffversorgung von Weißkohl, Silo- und Körnermais durch Winterzwischenfrucht-Leguminosen. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau. Institut für Organischen Landbau, Bonn
- HEINZMANN, F. (1981): Assimilation von Luftstickstoff durch verschiedene Leguminosenarten und dessen Verwertung durch Getreidenachfrüchte. Dissertation, Hohenheim.
- JOST, B. (2003): Untersuchungen und Kalkulationstabellen zur Schätzung der N₂-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von *Lupinus albus* und *Lupinus luteus* in Reinsaat und von *Vicia faba* und *Pisum sativum* in Reinsaat und im Gemenge mit *Avena sativa*. Dissertation, Göttingen
- JUNG, R. (2003): Stickstoff-Fixierleistung von Luzerne (*Medicago sativa* L.) Rotklee (*Trifolium pratense* L.) und Persischem Klee (*Trifolium resupinatum* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen. Experimentelle Grundlagen und Kalkulationsverfahren zur Ermittlung der Stickstoff-Flächenbilanz. Dissertation, Göttingen
- KARALUS, W. (2004): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 4 - Pflanzliche Erzeugung, Nossen, mündliche Mitteilung
- KELLER, E. R. et al. (1999): Handbuch des Pflanzenbaus, Bd. 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Ulmer Verlag, Stuttgart
- KERSCHBERGER, M., G. FRANKE & H. HEß (2002): Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung. Schriftenreihe Heft 10, Jena. http://www.tll.de/tll_idx.htm

- KIRCHMANN, H. (1988): Shoot and root growth and nitrogen uptake by six green manure legumes. *Acta Agric. Scand.* 38, 25 - 31
- KOLBE, H. (1993): Acker- und pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Vergleich verschiedener landwirtschaftlicher Bewirtschaftungssysteme unterschiedlicher Intensität und Schlußfolgerungen für weitere notwendige Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Bedingungen in den neuen Bundesländern. Literaturstudie. Institut für Bodenkultur und Pflanzenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig.
- KOLBE, H. & W. PETZOLD (2002): Zuckerrübenanbau im Ökologischen Landbau. Broschüre, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau, Leipzig
- KOLBE, H. et al. (2002): Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau. Broschüre, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- KOLBE, H. et al. (2003): Stickstoffgehalte pflanzlicher Produkte aus dem ökologischen Landbau. SÖL Berater-Rundbrief Nr. 2, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim
- KOLBE, H. et al. (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Broschüre, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig
- LABER, H. (2004a): Praxisversuche zur N-Düngung in sächsischen Öko-Gemüsebaubetrieben. Infodienst für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung Nr. 1, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 105 – 117
- LABER, H. (2004b): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich 5 - Gartenbau, Dresden-Pilnitz, mündliche Mitteilung
- LEITHOLD, G., F. SCHULZ & K.-P. FRANZ (2003): Eignung von Sojabohnensorten mit kurzer Vegetationszeit für einen Anbau auf einem ökologisch bewirtschafteten Grenzstandort unter Berücksichtigung unterschiedlicher Reihenabstände. *Pflanzenbauwiss.* 7, 21 - 28
- LOGES, R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorruchtwert von Rotklee- und Rotkleeergrasbeständen. Dissertation, Kiel
- LOGES, R. & F. TAUBE (1999): Ertrag und N₂-Fixierungsleistung unterschiedlich bewirtschafteter Futterleguminosenbestände. In: H. HOFFMANN & S. MÜLLER: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Vom Rand zur Mitte“. Verlag Dr. Köster, Berlin, 101 - 104
- LÜDDECKE, F. (1976): Ackerfutter. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- LWK-HANNOVER (2004): Grundwasserschutz durch Ökologischen Landbau in Futterbaubetrieben. Abschlussbericht des Versuchsvorhabens. Landwirtschaftskammer, Hannover
- LWK-SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001): Kleeergrasuntersaaten. Grundfutterproduktion in der Praxis des ökologischen Landbaus. Sommergetreide/Erbsen GPS. <http://www.lwk-sh.de/fachinfo/ackerbau/oeko-landbau/>
- MEINSEN, C. (1983): Pflanzenbauliche Aspekte der Ertragsprogrammierung beim Anbau von Rotklee und Rotkleeergras. Akademie der Landwirtschaftswiss. DDR, Berlin
- MÖLLER K., H. KOLBE & H. BÖHM (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Österreich

- NEHRING, K. (1972): Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen
- OEHMICHEN, J. (1986): Pflanzenproduktion. Band 2: Produktionstechnik. Verlag Paul Parey, Berlin
- PAULSEN, H. M. (2003): Fruchtfolgegestaltung im Ökobetrieb zur Erlangung einer Treibstoffautarkie. Institut für Ökologischen Landbau, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig. <http://orgprints.org/2211/>
- PIETSCH, G. (2004): N₂-Fixierleistung und Wasserverbrauch von Futterleguminosen im Ökologischen Landbau unter klimatischen Bedingungen der pannonischen Region Österreichs. Dissertation, Wien
- REINBRECHT, C. et. al. (2005): Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten für den Ökologischen Landbau unter den Aspekten Speiseölgewinnung und Eiweißquelle. Universität Hohenheim. <http://orgprints.org/4844/>
- SCHEFFER, F. & B. ULRICH (1960): Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. III. Teil, Humus und Humusdüngung. Band I, Morphologie, Biologie, Chemie und Dynamik des Humus. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- SCHMALER, K. (2005): Ergebnisse von Maisversuchen aus Brandenburg. Institut Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Humboldt-Universität, Berlin, schriftliche Mitteilung
- SCHMIDTKE, K. (1997): Einfluß von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen auf symbiontische N₂-Fixierung, bodenbürtige N-Aufnahme und CaCl₂-extrahierbare N-Fractionen im Boden. Dissertation, Gießen
- SCHMIDTKE, K. (2003): Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität, Göttingen, persönl. Mittlg.
- SCHMIDTKE, K. & R. RAUBER (2000): Stickstoffeffizienz von Leguminosen im Ackerbau. In: Chr. MÖLLERS: Stickstoffeffizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Initiativen zum Umweltschutz 21, 48 – 69
- STEIN-BACHINGER, K. et al. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau, KTBL Schrift 423, KTBL, Darmstadt
- TAUSCHER, B., G. BRACK, G. FLACHOWSKY, M. HENNIG, U. KÖPKE, A. MEIER-PLOEGER, K. MÜNZIG, U. NIGGLI, G. RAHMANN, C. WILLHÖFT & E. MAYER-MIEBACH (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht 2003. <http://orgprints.org/754>
- VETTER, H. (1987): Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel „alternativ“ und „modern“ im Vergleich. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, T. 1 – T. 3.
- WOESE, K., D. LANGE, C. BOESS & K. W. BÖGL (1995a): Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Eine Literaturstudie. Teil I. BGVV-Heft 4, 1 – 371
- WOESE, K., D. LANGE, C. BOESS & K. W. BÖGL (1995b): Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich. Eine Literaturstudie. Teil II. BGVV-Heft 5, 372 – 758