



Das Lebensministerium



Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau

Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Heft 31/2007

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Ist-Analyse und Potenziale biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung
im Ackerbau Sachsens**

Inhaltsverzeichnis

Dipl.-Ing. agr. Elke Schubert und Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke, Fachgebiet Ökologischer Landbau, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Teilprojekt I:

1

„Analyse des Anbaus von Leguminosen in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen“

Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke, Fachgebiet Ökologischer Landbau, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Teilprojekt II:

81

„Ermittlung des N-Ertrages und der symbiotisch gebundenen N-Menge im legumenen Zwischenfruchtbau in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen“

Dipl.-Ing. agr. Elke Schubert und Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke, Fachgebiet Ökologischer Landbau, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Teilprojekt III:

96

„Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung der im Ackerbau im Freistaat Sachsen angebauten Leguminosen (Zeitraum 2000 bis 2005)“

Dr. Ronald Gocht und Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke, Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Teilprojekt IV:

160

„Ermittlung des Schwellenpreises für den Einsatz biologisch-regenerativer Verfahren der Stickstoffversorgung im konventionellen Landbau in Sachsen“

Teilprojekt I:

Analyse des Anbaus von Leguminosen in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen

Inhalt:

1	Einleitung und Problemstellung	2
2	Material und Methoden	2
2.1	Begriffserklärungen	2
2.2	Auswahl der befragten Betriebe	3
2.3	Erstellung des Fragebogens	5
3	Ergebnisse	5
3.1	Struktur der Befragungsbetriebe	5
3.2	Leguminosenanbau in den Untersuchungsbetrieben	7
3.3	Fruchtfolgegestaltung, Untersaaten, Zwischenfrüchte	9
3.3.1	Fruchtfolgegestaltung	9
3.3.2	Untersaaten mit Leguminosen	10
3.3.3	Zwischenfrucht-Anbau	11
3.4	Anbaustruktur 2005	11
3.5	Futterproduktion und Futterflächenanteil	13
3.6	Betriebliche Produktionsverfahren der Leguminosen	14
3.6.1	Körnerleguminosen	14
3.6.2	Futterleguminosen	18
3.7	Betriebliche Auswahlkriterien zum Anbau von Leguminosen	22
3.8	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	23
3.8.1	Körnerleguminosen	24
3.8.2	Futterleguminosen	27
4	Diskussion	30
4.1	Auswahl und Struktur der befragten Betriebe	30
4.2	Anbaustruktur und Fruchtfolgegestaltung	32
4.3	Kulturartenspezifische Erzeugungsverfahren	35
5	Literaturverzeichnis	39
6	Anhang	42

1 Einleitung und Problemstellung

Das Forschungsprojekt „Ist-Analyse und Potenziale biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung im Ackerbau Sachsens“ wurde in der Zeit vom 01.08.2006 bis 30.04.2007 am Fachgebiet Ökologischer Landbau der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Fachbereich Landbau/Landespflege bearbeitet. Ziel des Forschungsvorhabens war es u. a., anhand einer Erhebung in 30 repräsentativ ausgewählten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen Verfahren der Bereitstellung von Stickstoff über den Anbau von Leguminosen im Haupt- und Zwischenfruchtanbau zu analysieren und anhand der Ergebnisse der Ist-Analyse für ökologisch wirtschaftende Betriebe in Sachsen differenzierte Strategien abzuleiten, mit denen im Haupt- und Zwischenfruchtanbau von Leguminosen die biologisch-regenerative Stickstoffversorgung verfahrenstechnisch und betriebswirtschaftlich optimiert werden kann.

2 Material und Methoden

2.1 Begriffserklärungen

Agrarstrukturgebiete

Der Freistaat Sachsen hat die landwirtschaftliche Nutzfläche des Landes in 11 landwirtschaftliche Vergleichsgebiete unterteilt, die wiederum in fünf Agrarstrukturgebiete zusammengefasst sind (Tab. 1), die unterschiedliche Klima- und Standortfaktoren aufweisen. Das System der Agrarstrukturgebiete (ASG) wird häufig als Vergleichsbasis für landwirtschaftliche Untersuchungen genutzt. Die Klima- und Standortbedingungen der ASG sowie die Zuordnung der Vergleichsgebiete innerhalb der ASG befinden sich als Anlage 1 und 2 im Anhang.

Tabelle 1: Charakteristik der fünf Agrarstrukturgebiete in Sachsen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	LN des Agrarstrukturgebietes (in 1 000 ha)	Anteil an der LN in Sachsen (in %)	Mittlerer Anteil Grünland an der LN des Agrarstrukturgebietes (in %)
I	Sächsisches Heidegebiet, Riesa-Torgauer Elbtal	199,8	18,2	18,6
II	Oberlausitz, Sächsische Schweiz	180,7	16,5	16,1
III	Mittelsächsisches Lößgebiet	426,3	38,9	10,6
IV	Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland	215,4	19,7	21,4
V	Erzgebirgskamm	73,0	6,7	30,7

LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

Hauptfrucht

ist die Kulturart, die zum Hauptnutzen in einem Vegetationsjahr auf einem Standort wächst. Alle pflanzenbaulichen Maßnahmen sind auf sie abgestimmt.

Zwischenfruchtanbau

wird der Anbau von schnell wachsenden Pflanzen genannt, die zwischen zwei Hauptfrüchten stehen, wobei die Ernte der Zwischenfrucht nicht zum Verkauf bestimmt ist, sondern als Futter oder zur Gründüngung verwendet wird. Man unterscheidet Winter- und Sommerzwischenfrüchte. Auf den Boden wirkt sich ein Zwischenfruchtanbau positiv aus: Er lockert Fruchtfolgen auf, reichert Humus an, schützt den Boden vor Erosion und erhöht beim Anbau von Leguminosen als Zwischenfrucht den Stickstoff-Vorrat im Boden.

Untersaat

bezeichnet ein Saatverfahren, bei dem zwei Fruchtarten gemeinsam angebaut werden. Häufig werden kleeartige Pflanzen im Gemenge mit Gräsern als Untersaat in Getreide gesät, wobei das Getreide als Deckfrucht dient. Nach der Ernte der Deckfrucht kann die Untersaat weiter wachsen, schützt den Boden und liefert rasch einen Ertragsschnitt. Soll die Deckfrucht lediglich eine Stützfunktion für die Untersaat haben und damit eine sehr geringe Aussaatstärke verwendet werden, so wird diese Kultur auch Stützfrucht genannt.

Für eine detaillierte Ist-Analyse der Anbauverfahren von Leguminosen im ökologischen Landbau wurden Erhebungen in 32 Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen über eine Befragung der Betriebsleitung durchgeführt. Im Rahmen der Vor-Ort-Befragung sollten detaillierte Daten zu Anbauverfahren, Ertragsleistung und Anteilen der Leguminosen in der Fruchtfolge sowie zu Kosten einzelner Anbauverfahren erhoben werden. Erfasst wurden Daten in den Betrieben für das Produktionsjahr 2005, weil zum Zeitpunkt der Befragung (August bis Oktober 2006) die Ernte der Leguminosenbestände im Jahr 2006 noch nicht vollständig abgeschlossen war.

2.2 Auswahl der befragten Betriebe

Auf Grundlage der den Bearbeitern des Vorhabens seitens der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Kontrollbehörde für ökologischen Landbau) für Forschungszwecke zur Verfügung gestellten Liste der in Sachsen wirtschaftenden Betriebe des ökologischen Landbaus (nach Verordnung EWG 2092/91, Stand: 01.01.2006) wurden differenziert nach den fünf in Sachsen bestehenden Agrarstrukturgebieten die zu befragenden Betriebe ausgewählt. Um die Stichprobengröße je Stratum zu bestimmen, wurde nach Berechnung der Schichtbesetzungszahlen das Verfahren der abgeschwächten Proportionalität zu den Betriebszahlen je Schicht zur Auswahl der Betriebe, die so genannte wurzelproportionale Aufteilung genutzt. Bei der wurzelproportionalen Aufteilung gilt für

den Stichprobenumfang n_h der Schicht h die Aufteilungsformel

$$n_h = n \frac{\sqrt{N_h}}{\sum \sqrt{N_h}},$$

wobei n der Gesamtstichprobenumfang und N_h die Anzahl der Einheiten in der Schicht h bedeutet.

Die wurzelproportionale Abstufung (Statistisches Bundesamt 1960) ist der Präzisionsabstufung (KRUG et al. 2001), wie sie in den gängigen Stichprobenauswahlverfahren des Statistischen Bundesamtes unter anderem auch bei der Landwirtschaftserhebung Verwendung findet, sehr ähnlich. Sie dient zur Berechnung der Stichprobengröße bei regionaler Schichtung und hat gegenüber der proportionalen Schichtung, bei der die Proportionen zwischen den einzelnen Schichten (hier: Agrarstrukturgebiete) gewahrt bleibt, den Vorteil, dass sie Straten mit geringerer Anzahl an Elementen überproportional größere Schichtenstichproben zuordnet. Aus großen Schichten werden anteilig kleinere Stichproben gezogen. Dieses bedeutet einen umso geringeren Verlust an Genauigkeit, je geringer die Varianz wichtiger Merkmale in der jeweiligen Schicht bzw. je kleiner der Standardfehler ist.

Aus der Liste aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe im Freistaat Sachsen (2005: 282 Betriebe) wurden insgesamt 60 Unternehmen nach oben beschriebenen Verfahren ausgewählt. Diese liegen entsprechend den jeweiligen Anteilen an der Grundgesamtheit der ökologisch wirtschaftenden Betriebe über die fünf Agrarstrukturgebiete (ASG) in Sachsen verteilt. Dabei konnten 13 Unternehmen nicht eindeutig einem ASG zugeordnet werden, weil ihr Betriebssitz z. B. in einem anderen Bundesland liegt oder sie in mehreren ASG wirtschaften. Somit wurden für die Auswahl der Testbetriebe nur 269 Betriebe herangezogen. Die ausgewählten 60 Betriebe wurden schriftlich um eine Mitarbeit an der Befragung gebeten und innerhalb von zwei Wochen nochmals telefonisch kontaktiert, um einen Gesprächstermin zu vereinbaren bzw. die Gründe für eine Nicht-Teilnahme zu erfragen. Von den 60 ausgewählten Betrieben erklärten 14 ihre Bereitschaft an einer Teilnahme, 46 Betriebe gaben an, nicht mitwirken zu wollen bzw. zu können.

Gründe für eine Nicht-Mitwirkung waren:

- 28 Betriebe bauten im Jahr 2005 keine Leguminosen im Acker an, weil sie Grünland bewirtschafteten oder lediglich eine Kulturart auf der gesamten Ackerfläche im Jahr 2005 angebaut hatten.
- Vier Betriebe fielen in die Gruppe der gartenbaulichen Betriebe, so dass sie nicht der Zielgruppe (Landwirtschaftsbetriebe) entsprachen.
- Acht Betriebe waren telefonisch nicht erreichbar.
- Ein Betrieb sagte aus zeitlichen Gründen seine Teilnahme ab.
- Fünf Unternehmen nannten andere Gründe für die Nicht-Teilnahme, wie kein Interesse an der Befragung bzw. dass eine Betriebsabmeldung erfolgen solle oder bevor stünde.

Anschließend wurden weitere Unternehmen aus der Betriebsliste ausgewählt und telefonisch um eine Mitarbeit gebeten. Insgesamt wurden 82 sächsische Betriebe des ökologischen Landbaus kontaktiert, wobei letztlich insgesamt 32 Unternehmen an der Befragung teilnahmen.

2.3 Erstellung des Fragebogens

Der zur Datengewinnung entwickelte Fragebogen bestand aus vier Modulen (siehe Anlage 3):

- Unternehmensprofil, Betriebscharakteristik 2005
- I - Körnerleguminosen und deren Gemenge – Anbau und Ernte 2005
- II - Futterleguminosen und deren Gemenge – Anbau und Ernte 2005
- III - Leguminosen-Zwischenfrüchte – Anbau und Ernte 2005.

Diese Module sollten im Zuge der Befragung einzelbetrieblich variabel einsetzbar sein, so dass von jedem Betrieb eine allgemeine Betriebsbeschreibung auszufüllen war und zusätzlich je nach betriebspezifisch angebauten Leguminosenarten weitere Teile erfragt wurden. Alle Fragebögen wurden durch die Betriebsinhaber bzw. Hauptverantwortlichen für Pflanzenbau und der Projektmitarbeiterin gemeinsam in den Landwirtschaftsbetrieben ausgefüllt. Hierdurch konnte sichergestellt werden, dass die gleiche Befragungsweise und Zielorientierung vorlag und mögliche Fehlerquellen verringert wurden. Einige Tage vor dem Termin der Vor-Ort-Befragung haben alle Teilnehmer den Fragebogen erhalten. Ziel war es, die Befragung innerhalb von 60 bis 90 Minuten je Betrieb abzuschließen. Diese Vorgabe führte in zwei Betrieben dazu, dass lediglich die wichtigsten Verfahren des Leguminosenanbaus erhoben und weniger bedeutsame Verfahren in der Datenerhebung nicht erfasst wurden.

3 Ergebnisse

3.1 Struktur der Befragungsbetriebe

Für die Datenerhebung zum Leguminosenanbau im Jahr 2005 wurden 32 Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen befragt, die sich, wie in Tabelle 2 angegeben, auf die Agrarstrukturgebiete verteilten.

Tabelle 2: Befragte Unternehmen in den Agrarstrukturgebieten (ASG) Sachsens

Agrarstrukturgebiet mit Angabe der Summe ökologisch wirtschaftende Betriebe des entsprechenden ASG	Anzahl zu befragende Betriebe ¹⁾	Anzahl tatsächlich befragter Betriebe	Anteil an den insgesamt befragten Betrieben (in %)
ASG I - Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal (51 Betriebe)	6	6	18,7
ASG II – Oberlausitz, Sächsische Schweiz (38 Betriebe)	5	6	18,7
ASG III – Mittelsächsisches Lößgebiet (92 Betriebe)	8	9	28,2
ASG IV - Erzgebirgsvorland, Elsterbergland (63 Betriebe)	7	7	21,9
ASG V – Erzgebirgskamm (25 Betriebe)	4	4	12,5
Summe (269 Betriebe)	30	32	100

¹⁾Betriebe nach wurzelproportionaler Verteilung ausgewählt (Statistisches Bundesamt 1960)

Alle 32 befragten Landwirtschaftsbetriebe wirtschafteten nach der EU-Öko-Verordnung (EU-VO 2092/91). Zusätzlich waren 30 der befragten Betriebe einem Anbauverband des ökologischen Landbaus angeschlossen: 16 Gäa-Betriebe, 11 Naturland-Betriebe, zwei Bioland-Betriebe und ein biologisch-dynamisch wirtschaftender Betrieb. Insgesamt 24 der befragten Unternehmen wirtschafteten im Haupterwerb (14 Einzelunternehmen, 10 Juristische Personen). Acht Betriebe arbeiteten im Nebenerwerb. Die befragten Betriebe wiesen die in Tabelle 3 angegebene landwirtschaftliche Nutzfläche und Ackerfläche auf.

Tabelle 3: Größengliederung der befragten Unternehmen in landwirtschaftliche Nutzfläche und Ackerfläche

Größenklasse (Angabe in ha)	Landwirtschaftliche Nutzfläche		Ackerfläche	
	Anzahl Betriebe	Anteil an den befragten Betrieben (in %)	Anzahl Betriebe	Anteil in den befragten Betrieben (in %)
< 10	0	0,0	2	6,3
10 bis 50	10	31,3	15	46,9
50 bis 100	8	25,0	6	18,8
100 bis 500	11	34,4	7	21,9
> 500	3	9,4	2	6,3

Die deutliche Mehrheit der Betriebe (22, entspricht 68,8 %) verfügten über mehr als 50 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Allerdings bewirtschafteten 17 Unternehmen (53,2 %) nur bis zu 50 ha Ackerfläche. Sieben Betriebe verfügten über keine Grünlandfläche. Diese Unternehmen waren relativ gleichmäßig über alle Agrarstrukturgebiete verteilt. Lediglich im ASG V (Erzgebirgskamm) wurde in allen untersuchten Betrieben sowohl Acker- als auch Grünland bewirtschaftet.

Tabelle 4: Tierbesatz in den befragten 32 Betrieben

Anzahl Betriebe	in %	Tierbesatz (GV ha ⁻¹)
6	18,8	0,0
6	18,8	0,0 bis 0,2
12	37,5	0,2 bis 0,5
8	25,0	0,5 bis 1,0
0	0,0	> 1,0

In 26 der 32 befragten Betriebe war eine Tierhaltung vorzufinden (Tab. 4), wobei die Rinderhaltung (Milcherzeugung und Mutterkuhhaltung) das überwiegende Segment in der Tierhaltung darstellte (23 Betriebe). In jeweils sieben Betrieben wurden auch Schweine bzw. Schafe und in sechs Betrieben Ziegen gehalten. Eine Geflügel- und Pferdehaltung erfolgte in zwei Betrieben. Der Tierbesatz betrug in keinem der untersuchten Betriebe mehr als 1,0 GV ha⁻¹.

3.2 Leguminosenanbau in den Untersuchungsbetrieben

Der Anbau von Leguminosen in den einzelnen Betrieben erfolgte in unterschiedlicher Intensität. In Tabelle 5 ist die Anzahl Betriebe abgetragen, die eine oder mehrere Körner- und/oder Futter- und/oder Zwischenfruchtleguminosen im Jahr 2005 angebaut hatten. Insgesamt 12 Unternehmen (37,5 %) bauten nur eine Leguminosenart im Betrieb an. In 11 von 32 befragten Betrieben wurden zwei, in sechs Betrieben drei verschiedene Leguminosenarten angebaut. Lediglich in einem befragten Betrieb wurde im Jahr 2005 ein Zwischenfruchtanbau mit Leguminosen durchgeführt.

Tabelle 5: Anbau von Leguminosen in den 32 Betrieben im Jahr 2005 (ZF-L = Zwischenfruchtleguminose)

Anzahl Betriebe	Körnerleguminose			Futterleguminose			ZF-L
	Eine Art	Zwei Arten	Drei Arten	Eine Art	Zwei Arten	Drei Arten	Eine Art
1	x						
8	x			x			
5	x				x		
2		x			x		
1			x		x		
1		x		x			x
11				x			
3					x		

Aus der Kulturartenaufzählung aller 32 Betriebe, die entsprechend den Angaben zur Agrarförderung 2005 (Flächennachweis) sowie den betrieblichen Angaben während der Befragung erstellt wurde, wurden Körner- und Futterleguminosen, wie in Tabelle 6 und Tabelle 7, angegeben angebaut.

Bei den Körnerleguminosen erfolgte die Registratur von insgesamt 24 Anbaunennungen, wobei hier die Anbauhäufigkeit der Körnererbsen im Vergleich zu anderen Arten wie Ackerbohne, Schmalblättrige Lupine, Grünspeiseerbse und Gemüsebohne deutlich überwog. Die 11 Körnererbsen anbauende Betriebe lagen über alle fünf ASG in Sachsen verteilt. Die Schmalblättrige Lupine wurde vorwiegend im ASG I (Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) in vier Betrieben angebaut und nicht im ASG V (Erzgebirgskamm). Der Anbau der Ackerbohne erfolgte in einem Betrieb im ASG III (Mittelsächsisches Lößgebiet) und auf einer Kleinfläche mit ca. zwei Hektar im ASG IV (Erzgebirgsvorland, Elsterbergland). Die Erzeugung der Grünspeiseerbse und -bohne fand ausschließlich im ASG III statt.

Tabelle 6: Körnerleguminosen - Anzahl der Anbaubetriebe im Jahr 2005 sowie Anbauform und Nutzungsart der Körnerleguminosen

	Anzahl der Betriebe	Reinsaat	Gemengebau	Körnernutzung	GPS-Nutzung*
Körnererbse (1 × k. A.)	11	7	3	9	1
Ackerbohne	2	2		2	
Schmalblättrige Lupine (1 × k. A.)	7	6		6	
Grünspeiseerbse (1 × k. A.)	2	1		1	
Gemüsebohne	1	1		1	
Wick-Weizen	1		1	1	

* GPS = Ganzpflanzensilage, k. A. = keine Angaben zum Anbauverfahren

Tabelle 7: Futterleguminosen - Anzahl der Anbaubetriebe im Jahr 2005 sowie Anbauform und Nutzungsart der Futterleguminosen

	Anzahl der Betriebe	Schnittnutzung	Grünbrachenutzung
Reinsaaten			
Luzerne	11	11	2 × teilflächig
Rotklee (3 × k.A.)	7	4	1 × ganzflächig, 1 × teilflächig
Persischer Klee (1 × k.A.)	2	1	1
Weißklee	1	1	1
Gemenge			
Rotklee-Gras (3 × k.A.)	10	7	3 × teilflächig
Rot-Persisches Klee-Gras	1	1	0
Rot-Weißklee-Gras	4	4	1 × ganzflächig, 1 × teilflächig
Rotklee-Luzerne-Gras	1	1	0
Rot-Weißklee-Luzerne-Gras	1	1	0
Rot-Persisches-Klee-Luzerne-Gras	1	1	0
Weißklee-Gras	1	1	1 × teilflächig
Weißklee-Luzerne-Gras	1	1	1 × teilflächig

k. A. = keine Angaben zum Anbauverfahren

Bei den Futterleguminosen wurden insgesamt 41 Anbaunennungen registriert. Als wichtigster Futterleguminosenbestand unabhängig vom Standort und Klima ist hier das Klee-Gras (+Gemengepartner) mit 21 Nennungen hervorzuheben, gefolgt von 10 Nennungen Klee (+Gemengepartner). Ein Kleeanbau mit Gemengepartnern fand im Jahr 2005 in Sachsen in allen Agrarstrukturgebieten statt. Die Luzerne in Reinsaat wurde in 10 Betrieben angebaut, verteilt in den ASG I bis III, sowie in einem Betrieb als Luzerne-Gras-Gemenge.

3.3 Fruchtfolgegestaltung, Untersaaten, Zwischenfrüchte

3.3.1 Fruchtfolgegestaltung

In 21 (65,6 %) von 32 befragten Betrieben erfolgte eine kontinuierliche, festgelegte Fruchtfolgegestaltung. Die übrigen 11 befragten Betriebe gaben an, dass sich ihre Fruchtfolgen nach aktuellen Markterfordernissen wie nachgefragten Ackerkulturen richteten bzw. die betriebliche Fruchtfolge zum Zeitpunkt der Befragung noch entwickelt wurde. In den 21 Betrieben mit feststehender Fruchtfolge umfassten die Rotationen zwischen drei bis acht Jahre mit im Mittel 5,3 Jahre mit folgenden Anteilen der einzelnen Fruchtartengruppen:

- 2,9 Jahre (55,3 %) Getreide
- 1,8 Jahre (33,5 %) Futterleguminosen und -Gemenge
- 0,4 Jahre (7,8 %) Körnerleguminosen und -Gemenge
- 0,1 Jahre (1,7 %) sonstige Futterpflanzen (Ackergras, Silomais)
- 0,1 Jahre (1,7 %) Ölfrüchte (Raps, Sonnenblumen).

Insgesamt wurden im Durchschnitt der 21 Betriebe zu 59 % der Fruchtfolge nichtlegume und zu 41 % legume Ackerkulturen angebaut. Die betriebsspezifischen Fruchtfolgen sind in Anlage 4 im Anhang zusammengestellt. Folgende Schwankungsbreiten im Anteil einzelner Fruchtartengruppen in der Fruchtfolge waren zu verzeichnen: 33 bis 71 % Getreide, 0 bis 33 % Körnerleguminosen (genannte Arten: Körnererbse, Lupine, Grünspeiseerbse), 0 bis 50 % Futterleguminosen (genannte Arten: Klee, Klee gras, Luzerne), 0 bis 20 % sonstige Futterpflanzen und 0 bis 17 % Ölfrüchte. In 20 von 21 Betrieben wurde nach der Leguminose, unabhängig von Körner- oder Futterleguminose und deren Nutzungszeitraum, stets eine ertragsstarke Kulturart wie Winterweizen, Winterraps oder Mais angebaut. Als Vorkultur stand überwiegend Getreide, in einem Betrieb Sonnenblume und in einem weiteren Betrieb die Schmalblättrige Lupine vor Klee gras. Der Anbau von Futterleguminosen erfolgte vorwiegend mehrjährig. In einem Betrieb wurde ein zweijähriger Luzernebestand nach und vor Grünspeiseerbsen angebaut (vgl. Anlage 4 im Anhang).

Die betrieblichen Fruchtfolgen wurden in 15 Betrieben auf der gesamten Ackerfläche praktiziert. In sechs Betrieben gab es mehrere verschiedene Fruchtfolgen innerhalb des Betriebes. Als Gründe für unterschiedliche Fruchtfolgen im Betrieb wurden genannt: Unterschiedliche Bonität der Böden der betrieblichen Ackerfläche sowie Entfernung zu den betrieblichen Stallgebäuden. Deutlich erkennbar ist, dass mit zunehmender Ackerfläche innerhalb des Betriebes die Fruchtfolgegestaltung vielgestaltiger ausfiel. Alle Unternehmen, die über mehr als 100 ha Ackerfläche verfügten, praktizierten in der Regel einen 6- bis 7-jährigen Fruchtwechsel (vgl. Anlage 4 im Anhang).

3.3.2 Untersaaten mit Leguminosen

10 (31 %) von 32 befragten Betrieben bauten regelmäßig legume Untersaaten unter Getreide-Deckfrüchten an. Dies waren in drei Fällen eine Rotklee-, in zwei Fällen eine Weißklee- und in einem Fall eine Luzerne-Reinsaat. In vier Fällen wurde ein Rotklee gras untergesät, d.h. in einem separaten Arbeitsgang in etablierte Bestände des Wintergetreides (Winterweizen, Winterroggen, Triticale) bzw. in Sommergetreide (Hafer, Sommergerste) ausgebracht. Die Weißklee bestände dienten nach Angaben der Betriebsleitung dem Schutz des Bodens, einem Nährstofftransfer zur Deckfrucht und zur Gründüngung. Die Pflanzenbestände aus Rotklee, Luzerne und Rotklee gras dienten darüber hinaus als mehrjährige Futterpflanzen.

3.3.3 Zwischenfrucht-Anbau

In 11 Unternehmen (34 %) von 32 befragten Betrieben war in der Fruchtfolgeplanung eine Zwischenfrucht vorgesehen. Dieses war

- in acht Fällen der Gelbsenf
- in einem Fall Gelbsenf oder Serradella
- in einem Fall Gelbsenf, Körnererbse oder Ackerbohne oder Sommerwicke
- in einem Fall Körnererbse in Reinsaat
- in einem Fall ein Gemenge aus Sommerwicke, Körnererbse und Hafer.

Im Jahr 2005 wurde der geplante Anbau von Zwischenfrüchten mit Leguminosen allerdings nur in einem Fall realisiert (vgl. Angaben in Tab. 5). Die Zwischenfruchtbestände dienten nach Aussage der Betriebsleitung vor allem als Gründüngung. Je nach Höhe des erreichten Sprossmasseertrages und des betrieblichen Futterbedarfes war zudem in einem Fall vorgesehen (Körnererbse-Hafer-Sommerwicke), den Sprossertrag zu verfüttern. Der Anbau des Gelbsenfes diente in zwei Betrieben als schnell wachsende Gründüngung zwischen Ernte der Vorfrucht und Aussaat eines Wintergetreides. Die verbleibenden sechs Zwischenfrucht-Nennungen standen überjährig bis zur Aussaat der folgenden Sommerung. In einigen Betrieben wurde ein Aufwuchs aus Ausfallkörnern der Hauptfrucht und eine Saat mit einem Zwischenfruchtsaatgut minderer Qualität aus der betrieblichen Reinigung des Erntegutes einer Hauptfrucht genutzt, um den Zwischenfruchtbestand aufzuwerten. Insgesamt wurde lediglich in drei (9 %) von 32 befragten Betrieben sowohl eine gezielte Fruchtfolgegestaltung vorgenommen als auch eine legume Untersaat oder ein legumer Zwischenfruchtbau in Stoppelsaat betrieben.

3.4 Anbaustruktur 2005

Ein Gesamtüberblick der einzelbetrieblichen Darstellung zum Acker-Grünland-Verhältnis sowie zur Anbaustruktur im Jahr 2005 befindet sich als Anlage 5 im Anhang. Die durchschnittliche Betriebsgröße aller 32 befragten Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen betrug 184 ha mit einem Ackerflächenanteil von 69 % und Grünlandanteil von 31 % (Tab. 8). Die durchschnittliche Struktur aller Betriebe in Sachsen, die eine Agrarförderung im Jahr 2005 erhielten, wies einen Ackerflächenanteil von 79 % und für Grünland einen Anteil von 21 % je Unternehmen auf. Keines der befragten Unternehmen verfügte über eine landwirtschaftliche Nutzfläche von weniger als 10 ha. Drei Betriebe wiesen eine landwirtschaftliche Nutzfläche von mehr als 500 ha auf.

Der Grünlandanteil in den Betrieben war zwischen den Agrarstrukturgebieten sehr verschieden. So wurde auf den tierhaltenden Betrieben des Agrarstrukturgebietes V (Erzgebirgskamm) deutlich mehr Grünland bewirtschaftet als in den anderen Agrarstrukturgebieten. Für die Darstellung der Anbauverhältnisse wurden die Kulturarten in folgende Fruchtartengruppen eingeordnet:

1. Getreide (+ Körnermais)
2. Körnerleguminosen (+ Gemenge)
3. Futterleguminosen (+ Gemenge)
4. Sonstige Futterpflanzen (Ackergras, Silomais)
5. Ölfrüchte (Raps, Senf, Sonnenblume, Öllein)
6. Hackfrüchte (Futter- bzw. Zuckerrübe, Kartoffel)
7. Sonstige Kulturen

Tabelle 8: Durchschnittliche Betriebsgröße der befragten Betriebe sowie deren Acker- (AL) und Grünlandanteil (GL) im Jahr 2005

	Anzahl		AL	GL
	Untersuchungs-	Betriebsgröße		
ASG	betriebe	ha	%	%
I	6	107,9	81	19
II	6	186,3	69	31
III	9	81,3	80	20
IV	7	436,5	66	34
V	4	81,0	39	61
Ø*		183,6	69	31

*gewogenes Mittel, ASG: Agrarstrukturgebiet

Bezogen auf die Anteile einzelner Fruchtartengruppen an der Ackerfläche waren im Jahr 2005 zwischen den Agrarstrukturgebieten sehr große Unterschiede festzustellen (Tab. 9).

Tabelle 9: Anbauverhältnis der Fruchtartengruppen in den befragten Betrieben verschiedener Agrarstrukturgebiete (ASG) im Jahr 2005

ASG	Anbauverhältnis (Anteil in %)						
	Getreide (+ Körner- mais)	Körner- leguminosen (+ Gemenge)	Futter- leguminosen (+ Gemenge)	Sonsti- ge Fut- terpflan- zen	Ölfrüch- te	Hack- früch- te	Sons- tiges
I	43	21	13	3	18	0	2
II	59	8	26	4	0	0	3
III	45	19	25	3	1	7	0
IV	61	10	22	4	2	0	0
V	59	3	38	0	0	0	0
Ø*	56	12	22	4	4	1	1

*gewogenes Mittel, ASG: Agrarstrukturgebiet

Das mittlere Anbauverhältnis der einzelnen Kulturarten in den untersuchten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen im Jahr 2005 betrug:

- 56 % Getreide (+ Körnermais)
- 12 % Körnerleguminosen (+ Gemenge)
- 22 % Futterleguminosen (+ Gemenge)
- 4 % sonstige Futterpflanzen
- 4 % Ölfrüchte
- 1 % Hackfrüchte
- 1 % sonstige Kulturarten.

Im Mittel aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen wurden auf dem Ackerland im Jahr 2005 zu 63 % Getreide, zu 2 % Hackfrüchte, zu 6 % Leguminosen, zu 2 % Ölfrüchte, zu 22 % Ackerfutter und zu 3 % Feldgemüse angebaut (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2006).

In den befragten Betrieben erfolgte im Jahr 2005 der Anbau von Hackfrüchten lediglich im Agrarstrukturgebiet III (Mittelsächsisches Lößgebiet). Im Agrarstrukturgebiet V (Erzgebirgskamm) bestand in den vier untersuchten Betrieben die Fruchtfolge nur aus Getreide sowie Körner- und Futterleguminosen (siehe Anlage 4 im Anhang). Im Jahr 2005 war der Anbau von Getreide in allen Agrarstrukturgebieten der wichtigste Bestandteil in der Fruchtfolge (43 und 61 %), gefolgt vom Leguminosenanbau (32 bis 44 %). Somit waren im Jahr 2005 im Mittel der befragten Betriebe 34 % der Ackerfläche mit Leguminosen und 66 % mit Nichtleguminosen (Getreide, Öl- und Hackfrüchte, sonstige Futter- und Kulturpflanzen) bestellt. In drei Betrieben (jeweils aus den Agrarstrukturgebieten I, II und III) fand in jedem Jahr nur der Anbau einer Fruchtart statt (siehe Gesamtübersicht im Anhang in der Anlage 6). Die im Jahr 2005 angebauten Kulturen waren hier Luzerne, Körnererbsen und Winterweizen mit Weißklee-Untersaat. Die Folgefrüchte im Jahr 2006 auf den Flächen waren Luzerne, Wintergerste und Rotklee gras.

3.5 Futterproduktion und Futterflächenanteil

Von den 32 in der Untersuchung befragten Betrieben wirtschafteten sechs viehlos (18,8 %), wobei nur im Agrarstrukturgebiet V kein viehlos wirtschaftender Betrieb vertreten war. Im Durchschnitt aller 32 Betriebe war im Jahr 2005 in den Betrieben ein Viehbesatz von 0,33 GV ha⁻¹ vorhanden (siehe Anhang, Anlage 6), was in den 26 tierhaltenden Betrieben einem GV-Besatz von im Mittel 0,41 GV ha⁻¹ entsprach. In der Anlage 6 im Anhang ist die einzelbetriebliche Futterflächenausstattung aller 26 viehhaltenden ökologisch wirtschaftenden Betriebe aus dem Jahr 2005 aufgelistet. Der durchschnittliche Futterflächenanteil bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche der Betriebe in den fünf sächsischen Agrarstrukturgebieten ist in Tabelle 10 dargestellt. Die Futterfläche eines Unternehmens setzt sich dabei zusammen aus der Grünlandfläche sowie der im Acker mit Futter- und Körnerleguminosen und sonstigen Feldfutterpflanzen bestellten Fläche.

Tabelle 10: Prozentualer Futterflächenanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) der befragten viehhaltenden Betriebe (Anbaujahr 2005)

ASG	LN ha	GV- Besatz GV ha ⁻¹	GL- Anteil in %	Anteil Futterfläche an LN in %	
				einschließlich Körnerleguminosen	ohne Körner- leguminosen
I (4 Betriebe)	154,2	0,37	20	49	33
II (5 Betriebe)	214,0	0,46	33	55	50
III (7 Betriebe)	92,4	0,29	22	60	43
IV (6 Betriebe)	507,5	0,39	34	58	51
V (4 Betriebe)	81,0	0,62	61	77	76
Ø (26 Betriebe)*	209	0,41	32	58	50

*gewogenes Mittel, GL: Grünland, GV: Großvieheinheit, ASG: Agrarstrukturgebiet

Der Grünlandanteil in den befragten ökologisch wirtschaftenden Betriebe schwankte sehr stark zwischen 20 % der LN im ASG I (Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) und 61 % im ASG V (Erzgebirgskamm). Die Futterfläche ohne Körnerleguminosenanbau umfasste in den Agrarstrukturgebieten zwischen 33 und 76 % der LN.

Der Anteil Futterleguminosen in den Fruchtfolgen der 26 viehhaltenden Betriebe überstieg hier mit 13 bis 38 % den Anteil Körnerleguminosen (3 bis 21 %, Tab. 10). Zu den Körnerleguminosen, die in den Untersuchungsbetrieben angebaut wurden, zählen Ackerbohne, Körnererbse, Schmalblättrige Lupine sowie Grünspeiseerbse und Gemüsebohne im Feldgemüsebau. Außer der Körnererbse sind dieses Kulturpflanzen, die sehr hohe Ansprüche an Boden und das Klima stellen.

3.6 Betriebliche Produktionsverfahren der Leguminosen

3.6.1 Körnerleguminosen

Körnererbse

In den 32 untersuchten Betrieben haben im Jahr 2005 insgesamt 11 Unternehmen Körnererbsen angebaut, wobei ein Betrieb keine Angaben zum Produktionsverfahren gemacht hat. Insgesamt wurden somit 10 Anbaunennungen in die weitere Betrachtung integriert. Diese neun Körbererbse anbauende Betriebe befanden sich in den Agrarstrukturgebieten I, II, IV und V. Die Flächengrößen der Körnererbse lagen zwischen 1,2 ha und 76,4 ha je Schlag. In Anlage 7 im Anhang ist eine Übersicht zu den Anbauverfahren der Körnererbse in Reinsaat sowie im Gemengeanbau mit Nichtleguminosen enthalten. Als Vorfrucht zu Körnererbse wurden hinsichtlich der Nährstoffversorgung weniger anspruchsvolle Kulturarten gewählt z.B. Triticale und Hafer. Eine organische Düngung vor Anlage der Körnererbsenbestände wurde in einem Betrieb mit Stallung (Rind) durchgeführt. Eine Kalkung der Schläge nach der Beerntung der Vorfrucht im Herbst erfolgte in zwei Betrieben. Die Grundbodenbearbeitung vor der Körnererbse erfolgte in allen Fällen mit dem Pflug und in neun von 10 Fällen im Herbst. Als Saatbettbereitung kamen ein Grubber oder eine Schleppe zum Einsatz.

In sieben Betrieben erfolgte die Aussaat der Körnererbse in Reinsaat. In drei Betrieben wurde eine Ansaat mit einem Gemengepartner - in zwei Fällen mit Leindotter und in einem Fall mit Hafer - vorgenommen. Unabhängig von der Anbauform (Reinsaat- oder Gemengebau) wurden in den zehn Körnererbsen anbauenden Betrieben vier verschiedene Erbsensorten mit unterschiedlicher Häufigkeit für den Anbau gewählt: Harnas > Lido > Attika > Madonna. Das Saatgut wurde lediglich in zwei Betrieben als Z-Saatgut zugekauft. Im Jahr 2005 hatte in Sachsen der Nachbau somit beim Anbau der Körnererbse eine große Bedeutung. Die Aussaat erfolgte in Abhängigkeit von der Höhenlage und der Befahrbarkeit der Flächen zwischen dem 25.03. und dem 28.04.2005 mit einer durchschnittlicher Ablagetiefe von 4 cm (3 bis 5 cm) und in sortentypischen Aussaatstärken: Sorte Harnas 185 bis 210 kg ha⁻¹, Sorte Lido 240 bis 260 kg ha⁻¹, Sorte Attika 210 bis 250 kg ha⁻¹ und Sorte Madonna 240 kg ha⁻¹. Geringere Saatsmengen wurden bei zeitiger Aussaat gewählt und spätere Saattermine wurden mit Aufschlägen in der Saatgutmenge durchgeführt. Fast alle Betriebe (7) walzten die Flächen nach erfolgter Aussaat an, um einen schnelleren Bodenschluss für das Saatgut herzustellen bzw. auf dem Acker oben aufliegende Steine anzudrücken. Hierdurch sollten nach Angabe der Betriebsleiter nachfolgende Bearbeitungsgänge erleichtert werden.

Auf eine Unkrautregulierung nach der Saat der Körnererbsen wurde in zwei Betrieben verzichtet. In sechs Betrieben wurde der Körnererbsenbestand einmal und in einem Betrieb dreimal gestriegelt. Mit jeweils einem Striegel- und einem Hackeinsatz wurde in einem Betrieb die Unkrautregulierung in den Körnererbsen durchgeführt. Lediglich vier Unternehmen verzeichneten nach eigener Einschätzung keine Ertragseinbußen. Die übrigen Betriebsleiter nannten ausschließlich Witterungseinflüsse (Trockenheit, Sturmschaden, Starkregen) als ertragsmindernde Faktoren beim Anbau der Körnererbse im Jahr 2005.

Die Ernte der Körnererbse konnte in neun Betrieben im Jahr 2005 unter günstigen Witterungsbedingungen durchgeführt werden, so dass eine Nachrocknung nicht erforderlich war. Teilweise erfolgte eine Kaltbelüftung des Erntegutes, um eine längerfristige Lagersicherheit der Partien zu erreichen. Lediglich das Körnererbse-Hafer-Gemenge wurde als Ganzpflanzensilage geerntet. In acht Unternehmen erfolgte eine Körnerernte der Erbse, wobei in sechs Betrieben Teilmengen zur Saatgutgewinnung und eigenem Nachbau entnommen wurden. Der Gemengeanbau mit Leindotter wurde in den zwei Landwirtschaftsbetrieben ebenfalls zur Saatgutgewinnung genutzt. Hier erfolgte eine exakte Trennung der Erntemenge nach Fruchtart, so dass jede Saatgutpartie separat verwertet werden konnte. Die Erträge der Körnererbsen in Rein- oder Gemengesaat lagen im Jahr 2005 in den zehn untersuchten Öko-Betrieben zwischen 15 und 30 dt ha⁻¹. Als Folgefrucht der Erbse zum Anbau im Jahr 2006 wurden vorwiegend Getreidearten mit einem hohen N-Bedarf (Winterweizen, Wintergerste) gewählt.

Ackerbohne

Von den 32 untersuchten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen haben im Jahr 2005 lediglich zwei Unternehmen die Ackerbohne angebaut, wobei diese in den ASG IV (Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland) und III (Mittelsächsisches Lößgebiet) lagen und eine Anbaufläche

von 2,0 ha und 13,0 ha aufwiesen. In Anlage 8 im Anhang ist eine Übersicht zu den Produktionsverfahren zum Anbau der Ackerbohne in den zwei Betrieben enthalten.

Nach der Ernte der Vorfrucht wurden in beiden Betrieben die Flächen im Herbst 2004 gepflügt und im Frühjahr eine Saatbettbereitung mit Grubber bzw. Grubber und Kreiselegge durchgeführt. Es erfolgte keine organische oder mineralische Düngung direkt zur Ackerbohne. Die Aussaat erfolgte Anfang April (ASG IV) bzw. Ende April mit Aussaatstärken von 300 kg ha⁻¹ (Sorte Aurelia, ASG III) und 180 kg ha⁻¹ (Sorte Divine, ASG IV) sowie einer Saattiefe von 4 bis 5 cm. Anschließend wurden beide Flächen gewalzt. Zur Unkrautregulierung wurde jeweils zweimal im Nachauflauf der Bestände gestriegelt. Beide Betriebsleiter gaben an, dass es im Jahr 2005 zu keinen Ertragseinbußen gekommen war und damit die erzielten Ertragsleistungen von 20,0 dt ha⁻¹ im ASG IV und 48,0 dt ha⁻¹ im ASG III jeweils als standorttypisch angesehen wurden. In beiden Unternehmen dienten die Ackerbohnen als eiweißreiches Futter bzw. wurde anteilig als Saatgut für einen Nachbau genutzt. Der geringe Ernteertrag in Höhe von 20,0 dt ha⁻¹ im ökologisch wirtschaftenden Betrieb des ASG IV kann vermutlich auf eine späte Aussaat mit reduzierter Saatmenge zurückgeführt werden.

Schmalblättrige Lupine (Blaue Lupine)

Von den 32 untersuchten Betrieben des ökologischen Landbaus haben im Jahr 2005 insgesamt sieben Unternehmen die Schmalblättrige Lupine (Blaue Lupine) angebaut, wobei ein Betrieb keine Angaben zum Produktionsverfahren gemacht hat. Somit werden sechs Anbaunennungen in der weiteren Betrachtung beschrieben. In den 32 befragten Betrieben wurden im Jahr 2005 auch keine anderen Lupinearten (Gelbe oder Weiße Lupine) weder zur Körnernutzung noch zur Gründüngung angebaut. Von den sechs Betrieben, die die Schmalblättrige Lupine anbauten, befanden sich drei Unternehmen im ASG I (Sächsisches Heidegebiet), zwei Betriebe im ASG II (Oberlausitz, Sächsische Schweiz) und ein Betrieb im ASG IV (Erzgebirgsvorland, Elsterbergland). In Anlage 8 im Anhang ist eine Übersicht zu den Anbauverfahren der Schmalblättrigen Lupine in den sechs Betrieben enthalten.

Die Flächengröße der Ackerschläge mit Lupine betrug im Mittel 22,2 ha und lag zwischen 1,3 ha und 40,2 ha. Die Vorfrüchte der Schmalblättrigen Lupine auf den Schlägen waren vorwiegend Getreidearten sowie jeweils in einem Fall die Sonnenblume und ein Klee gras. Vor der Lupinenaussaat erfolgte stets eine Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug (in vier Fällen im Herbst, in zwei Fällen im Frühjahr), gefolgt von einem Arbeitsgang zur Saatbettbereitung (in drei Betrieben mittels Grubber, in zwei Betrieben mittels Schleppen und in einem Betrieb mittels Kreiselegge). Es erfolgte in keinem Fall eine organische oder mineralische Düngung zu den Lupinen. Die Aussaat erfolgte zwischen Anfang und Mitte April 2005 bei Saatstärken von 180 bis 250 kg ha⁻¹. Das Sortenspektrum umfasste die Sorten Sonett, Bora, Borno und Boltensia. Das dazugehörige Saatgut wurde überwiegend aus eigenem Nachbau erzeugt (vier Betriebe) und nur in zwei Unternehmen als Zertifiziertes Saatgut zugekauft. Ein Unternehmen verzichtete auch auf jegliche Maßnahme zur Unkrautregulierung. In vier Betrieben wurde einmalig gestriegelt bzw. in einem Betrieb wurde jeweils einmal gestriegelt und gehackt. Das Unternehmen, in dem auf eine Unkrautregulierung in den Lu-

pinen verzichtet wurde, hat trotz im Vergleich zu den anderen Betrieben höchster Aussaatmenge und nach eigener Einschätzung keine Ertragseinbußen beim Anbau der Schmalblättrigen Lupine erfahren. Mit einem Kornertrag von 11,8 dt ha⁻¹ erzielte dieser Betrieb allerdings den geringsten Ertrag aller befragten Lupinen anbauenden Betriebe. Nach Aussagen der Betriebsleiter gab es im Jahr 2005 in vier Unternehmen witterungsbedingte Ertragseinbußen beim Anbau der Schmalblättrigen Lupine, die nach Einschätzung der Betriebsleitung infolge von Trockenheit zwischen 20 und 50 % lagen.

Der höchste Kornertrag der Schmalblättrigen Lupine wurde mit 28,0 dt ha⁻¹ in einem Betrieb des ASG I (Sächsisches Heidefeld, Riesaer-Torgauer Elbtal) auf einem 20,0 ha großen Schlag erzeugt, der wie folgt bewirtschaftet wurde:

- Grundbodenbearbeitung mittels Pflug im Herbst nach Ernte der Getreidevorfrucht bei Unterlassung einer Düngung zur Lupine
- Saatbettbereitung mit Grubber im Frühjahr
- Aussaat Mitte April mit 230 kg ha⁻¹; Sorte Sonett
- Aussaattiefe 5 cm mit anschließendem Anwalzen
- Einmal Einsatz des Striegels zur Unkrautregulierung.

Als Folgefrüchte der Schmalblättrigen Lupine im Jahr 2006 wurden in den befragten Betrieben ausschließlich Getreidearten (Triticale, Winterroggen, Hafer, Sommergerste) angebaut.

Grünspeiseerbse und Gemüsebohne

In den 32 untersuchten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen haben im Jahr 2005 zwei Unternehmen Grünspeiseerbse angebaut, wobei ein Betrieb keine Angaben zum Produktionsverfahren gemacht hat. Somit kann hier lediglich das Anbauverfahren aus einem Unternehmen dargestellt werden, in dem im Jahr auch die Gemüsebohne (Buschbohne) angebaut wurde. Dieses Unternehmen befand sich im Agrarstrukturgebiet III (Mittelsächsisches Lößgebiet) und hat sich auf den Anbau von Frischgemüse zur Gefrierkonservierung spezialisiert. Dementsprechend häufig werden Leguminosen in der betrieblichen Fruchtfolge angebaut (ca. 67 % Anteil in der Fruchtfolge). Die Hauptkultur für die Frischgemüseproduktion stellte im Jahr 2005 die Grünspeiseerbse dar. Auf einigen Schlägen wurde als Zweitfrucht die Gemüsebohne unmittelbar nach der Ernte der Grünspeiseerbse angebaut und im Herbst geerntet. Nach Aussage des Betriebsleiters ist dies nur auf den zeitig gesäten Erbsenschlägen, die bis zum 10.06. beerntet worden sind, möglich.

Generell wurden, wie die Produktionsübersicht in Anlage 9 im Anhang zu entnehmen ist, nach Beerntung der Vorfrüchte die Flächen mittels Pflug im Herbst bearbeitet und zum besseren Bodenschluss und Einebnung der Flächen die Walze nach der Saat eingesetzt. Auf eine organische oder mineralische Düngung zur Grünspeiseerbse und -bohne wurde in allen Fällen verzichtet. Das Saatgut wurde stets zugekauft. Zur Unkrautregulierung wurde zweimalig gestriegelt. Im Jahr 2005 fiel

infolge von Trockenheit nach Einschätzung der Betriebsleiter der Ertrag der Grünspeiseerbse geringer aus.

Insgesamt schätzte der Betriebsleiter das Produktionsverfahren Grünspeiseerbse und anschließender Gemüsebohne als Zweitfrucht mit zwei Ernten in einer Vegetationsperiode als sehr positiv für das Betriebsergebnis ein. Dieses Zwei-Nutzungs-System ist allerdings stark abhängig von guten Witterungsbedingungen, zeitiger Erbsenaussaat und -ernte sowie einem geringem Unkraut-, Schädlings- und Krankheitsaufkommen am Standort.

3.6.2. Futterleguminosen

Reinsaaten

Bei den Futterleguminosen wurden Reinsaatbestände der Luzerne, des Rot- und Weißklee sowie des Persischen Klees angebaut. Der Luzerne, gefolgt vom Rotklee kam die größte Bedeutung zu. Weißklee und Persischer Klee wurden ausschließlich gemulcht und somit zur Gründung der Flächen genutzt.

Luzerne

Im Untersuchungsjahr 2005 wurde in elf der befragten 32 Betriebe Luzerne angebaut. Diese Unternehmen liegen ausschließlich in den Agrarstrukturgebieten I (Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal), II (Oberlausitz, Sächsische Schweiz) und III (Mittelsächsisches Lößgebiet), die sich allgemein durch humusreichere Böden auszeichnen. In Anlage 10 im Anhang ist eine Übersicht zu den betriebsspezifischen Anbauverfahren der Luzerne in den befragten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen zusammengestellt. Einer von insgesamt elf untersuchten Luzernebeständen wurde als Luzerne-Gras-Gemenge angebaut (Ansaatmischung 20 kg ha⁻¹ Luzerne, 10 kg ha⁻¹ Phazelia, 10 kg ha⁻¹ Weidelgras, 5 kg ha⁻¹ Wiesenlieschgras). Zum überwiegenden Teil erfolgte die Aussaat der Luzerne in Blanksaat (9 Betriebe). In einem Betrieb wurde Luzerne auch in die Deckfrucht Triticale bzw. mit der Stützfrucht Phazelia versehen. Die ältesten in der Befragung erfassten Luzernebestände wurden bereits im Frühjahr 2002 angelegt und standen in einigen Fällen noch im Jahr der Erhebung (2006). Lediglich in einem Betrieb stand die Luzerne nur einjährig nach Winterroggen (2004) und vor Winterweizen (2006). Grund für diesen kurzen Nutzungszeitraum war nach Aussagen des Betriebsleiters die zu starke Verunkrautung des Bestandes insbesondere mit Ampferarten, so dass nur ein geringer Futterwert des Bestandes erzielt wurde.

Vor der Luzerneaussaat wurde in den meisten Betrieben der Pflug zur Grundbodenbearbeitung eingesetzt (acht Betriebe im Herbst), ein Unternehmen verzichtete auf eine wendende Bodenbearbeitung und in zwei Betrieben gab es hierzu keine Angaben. Die anschließende Saatbettbereitung wurde vorwiegend mit einem Grubber durchgeführt. Generell überwog die Frühjahrsansaat der Luzerne im Vergleich zur Aussaat im Spätsommer (acht Betriebe im Frühjahr, drei Betriebe im Spätsommer), wobei nach der Aussaat grundsätzlich angewalzt wurde. Vier Bestände wurden im Frühjahr 2005 angelegt; die Vorfrüchte im Jahr 2004 waren ausschließlich Getreidearten (Winterweizen, Winterroggen, Hafer). Hinsichtlich der Sortenwahl gab es keine erkennbare Präferenz,

lediglich vier Betriebsleiter konnten ihre eingesetzten Luzernesorten benennen: Europe, Triade, Djulia und Pomosa. Die Aussaatstärken der Luzerne lagen zwischen 11 bis 40 kg ha⁻¹ bei Aussaat-tiefen zwischen 0,5 bis 2,5 cm.

Im Jahr 2005 erfolgte in keinem der elf Luzerne anbauenden Betriebe eine Maßnahme zur Unkraut-regulierung bzw. zur Düngung dieser Bestände. Die Ernte im Jahr 2005 schätzten drei Unterneh-men als zu gering infolge trockenheitsbedingter Ertragseinbußen ein. Die Aufwüchse wurden auch innerhalb der einzelnen Betriebe unterschiedlich genutzt. Als Nutzungen kamen vor:

- Gründüngung (zwei Betriebe)
- Erzeugung von Trockengrün zur Pelletierung (zwei Betriebe)
- Bereitung von Silage (sechs Betriebe)
- Werbung von Heu (fünf Betriebe)
- Schnittnutzung zur Frischfuttermittelverwertung (ein Betrieb)
- Beweidung (ein Betrieb).

Die Nutzungsintensität schwankte zwischen einmaliger und viermaliger Nutzung. Ursachen für die unterschiedliche Nutzungshäufigkeit waren u. a. im Zeitpunkt der Aussaat, im Alter der Bestände und in der Niederschlagsverteilung innerhalb der Vegetationsperiode zu sehen. Hinsichtlich der Ertragsschätzung beim Luzerneanbau herrschte eine große Unsicherheit in den Betrieben vor. Die genannten Jahreserträge in 2005 schwankten von 0,0 bis 790 dt ha⁻¹ Frischmasse. Drei Bestände wurden nach der Ernte im Jahr 2005 umgebrochen (nach einem bzw. drei Hauptnutzungsjahren), als Nachfrüchte im Jahr 2006 folgten hier Winterweizen, Kartoffeln und Körnererbsen.

Rotklee, Weißklee und Persischer Klee

Im Jahr 2005 wurde in zehn Betrieben Klee in Reinsaat angebaut, wovon vier Betriebe keine Anga-ben zum Produktionsverfahren machen konnten. Deshalb wird im vorliegenden Bericht der Anbau des Rotkleees in vier Unternehmen sowie jeweils aus einem Betrieb der Anbau des Weißkleees und des Persischen Kleees näher dargestellt. In Anlage 11 ist eine Übersicht zu den jeweiligen Anbau-verfahren der Reinsaatbestände von Rot-, Weiß- und Persischem Klee enthalten.

Die Vorfrucht im Jahr 2004 auf den zwei Schlägen, auf denen der Rotklee als Blanksaat etabliert wurde, war jeweils Winterweizen. Als Deckfrucht für den in Untersaat etablierten Rotklee (zwei Fälle), Weißklee und Persischen Klee (jeweils ein Fall) dienten Getreidearten (in drei Fällen Som-mergerste, in einem Fall Winterroggen). In einem Betrieb wurde die Aussaatmenge der Deckfrucht (Sommergerste) stark reduziert, so dass diese lediglich als Stützfrucht für die Untersaat Persischer Klee diene. Als Nachfrüchte im Jahr 2006 blieben zwei Rotkleebestände für ein zweites Hauptnut-zungsjahr stehen. In zwei Fällen wurde Hafer und jeweils in einem Fall Winterweizen bzw. Triticale nachgebaut.

Der Rotklee wurde in zwei Betrieben als Blanksaat im Spätsommer 2004 bzw. im Frühjahr 2005 gesät. Die Rotkleebestände, die zur Futterbereitung etabliert wurden, setzten sich aus den diploiden Sorten Pirat und Lucrum sowie der tetraploiden Sorte Titus zusammen. Das Saatgut wurde in allen Fällen zugekauft, bis 1,0 cm tief und in Saatstärken von bis zu 20,0 kg ha⁻¹ ausgesät. In zwei Unternehmen wurde nach der Saat gewalzt. Mit einer Ausnahme wurden die Kleebestände nicht gedüngt und keine Maßnahme zur Unkrautregulierung nach der Saat durchgeführt. Lediglich der Weißklee wurde im Herbst 2004 nach der Ernte der Deckfrucht mit einem mineralischen Phosphordüngemittel gedüngt. Ertragsmindernde Faktoren zur Ernte im Jahr 2005 wurden nicht angeführt, wodurch die Aufwüchse drei bis vierschnittig genutzt werden konnten, so z.B. als Silage, Frischfutter und zur Beweidung. Die Jahreserträge wurden nach entsprechenden Schätzungen der Betriebsleiter mit zwischen 250 bis 315 dt ha⁻¹ Frischmasse angegeben.

Von den sechs näher betrachteten Beständen wurde jeweils ein Schlag des Rotklees, des Weißklees und des Persischen Klees ausschließlich als Grünbrache mit zwei bis fünf Schnitten je Jahr genutzt.

Gemengeanbau mit Klee

In 22 der befragten Betriebe wurde im Jahr 2005 ein Gemengeanbau mit Futterleguminosen als Hauptkultur praktiziert, wobei in jedem Unternehmen lediglich eine Saatgutmischung zur Aussaat kam. In sechs dieser Betriebe wurde aber sowohl eine Kleeart (fünfmal Rotklee, einmal Persischer Klee) in Reinsaat als auch mit Gemengepartnern angebaut. Diese sechs Betriebe hielten alle Tiere mit einem Viehbesatz von 0,21 bis 0,46 GV ha⁻¹ und einem Futterflächenanteil (Summe aus Grünland, Körner- und Futterleguminosen, sonstige Futterfläche) von 54 bis 84 % bezogen auf die betriebliche landwirtschaftliche Nutzfläche (Anlage 6 im Anhang).

Rotklee-/Weißklee-/Persisches Klee- Luzerne-Gras

Bezüglich der Anbauverfahren im Jahr 2005 zum Gemengebau mit Futterleguminosen konnten fünf Betriebsleiter keine Angaben machen. Somit wurden insgesamt 17 Produktionsverfahren in der Auswertung betrachtet:

- sieben Rotklee-Gras-Bestände
- ein Rotklee-Persisches Klee-Gras
- vier Rotklee-Weißklee-Gras-Bestände
- ein Rotklee-Luzerne-Gras
- ein Rotklee-Weißklee-Luzerne-Gras
- ein Gemenge aus Rotklee, Persischer Klee, Luzerne und Gras
- ein Weißklee-Gras
- ein Weißklee-Luzerne-Knautgras.

Von diesen Beständen wurden sechs Gemenge unter einer Deckfrucht angesät (vier unter Sommergerste, jeweils ein Gemenge unter Hafer und Sommergerste/Hafer). Insgesamt 13 Mischungen der Futterleguminosen-Gras-Bestände wurden im Betrieb erstellt. Vier Ansaatmischungen wurden

als Gemengesaat zugekauft, so z.B. Q5, Q8 und Q9 der Sächsischen Qualitätssaatmischungen für den Ackerfutterbau sowie BSV LandGreen Öko NF3 (vgl. Anlage 12 im Anhang).

Bei den legumen Mischungspartnern kam dem Rotklee die Hauptbedeutung zu. Er war in 15 Mischungen enthalten, Weißklee in sieben, Luzerne in vier und Persischer Klee in 2 Mischungen. Von den Gras-Komponenten war das Weidelgras (Deutsches, Welsches oder Bastardweidelgras) in 12 Mischungen enthalten, Wiesenlieschgras in acht und Wiesenschwingel in vier Mischungen. Als sonstige Mischungspartner waren Knautgras und Rotschwingel in jeweils drei Mischungen enthalten. Eine detaillierte Darstellung der genutzten Gemengepartner befindet sich als Anlage 12 im Anhang.

Die Aussaat der untersuchten 17 Futterleguminosen-Gras-Gemenge erfolgte zwischen dem Frühjahr 2003 und Frühjahr 2005, wobei lediglich in einem Betrieb das Kleesaatgut aus eigenem Nachbau stammte. Nach Aussage von fünf Betriebsleitern stammte das Saatgut der Deckfrucht (Hafer oder Sommergerste) aus eigener Erzeugung. Die Aussaatmengen der Futterleguminosen-Gras-Gemenge schwankten zwischen 15 und 48 kg ha⁻¹ (Anlage 12 im Anhang). Die Saattiefe der Futterleguminosen-Gras-Gemenge lag zwischen 0,5 und 5,0 cm unabhängig vom Saatzeitpunkt (Frühjahrsaussaat oder Saat im Spätsommer). Unmittelbar nach der Aussaat wurden alle Schläge angewalzt (Anlage 13 im Anhang).

Alle untersuchten Futterleguminosen-Gras-Bestände waren für einen mehrjährigen Anbau vorgesehen. Im Nutzungsjahr 2005 standen:

- drei Bestände im dritten Hauptnutzungsjahr (Aussaat im Frühjahr 2003)
- sechs Bestände im zweiten Nutzungsjahr (Aussaat Herbst 2003 und Frühjahr 2004)
- acht Bestände im ersten Nutzungsjahr (Aussaat Herbst 2004 und Frühjahr 2005).

Die Grundbodenbearbeitung zur Aussaat erfolgte in vier Betrieben pfluglos und in 13 Betrieben mit dem Pflug (in elf Fällen im Herbst sowie in zwei Fällen im Frühjahr). Die anschließende Saatbettbereitung wurde in allen Unternehmen mit einem Grubber durchgeführt. Im Nutzungsjahr 2005 erfolgte in 13 Betrieben keine Unkrautregulierung der Futterleguminosen-Gras-Bestände, in jeweils zwei Betrieben jeweils eine Striegel- oder eine Mulchmaßnahme zur Unkrautregulierung. Die Maßnahmen zur Unkrautregulierung wurden unabhängig vom Alter der Bestände durchgeführt. Im Jahr 2005 wurde zudem keine organische oder mineralische Düngungsmaßnahme zu den Futterleguminosen-Gras-Beständen praktiziert. Hinsichtlich aufgetretener Ertragseinbußen im Anbaujahr 2005 schätzten nur zwei Betriebsleiter ein, dass trockenheitsbedingte Mindererträge auftraten. Das Erntegut der Futterleguminosen-Gras-Bestände wurde in den Betrieben bei zwei bis vier Schnitten mit unterschiedlicher Verwendung der Aufwüchse genutzt. Als Nutzung kamen vor:

- Gründüngung in sieben Betrieben
- Silagebereitung in elf Betrieben
- Heuwerbung in vier Betrieben
- Frischfuttermittelgewinnung in zwei Betrieben

- Weidenutzung in fünf Betrieben.

Hinsichtlich der Ertragsschätzung der Futterleguminosen-Gras-Gemenge herrschte bei den Betriebsleitern eine große Unsicherheit vor. Die genannten Erträge schwankten zwischen 370 bis 890 dt Frischmasse ha⁻¹, wobei sechs Unternehmen keine Angaben zu erzielten Erträgen machen konnten.

3.7 Betriebliche Auswahlkriterien zum Anbau von Leguminosen

Zur Ermittlung der Auswahlkriterien zum Anbau der jeweiligen Leguminose wurden die 32 Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen im Rahmen der Erhebungen gesondert befragt. Dazu waren entsprechende Kriterien/Parameter im Fragenkatalog (Anlage 3) vorgegeben sowie eine Einstufung der Bedeutung (Wichtung: 1 „hoch“ bis 5 „niedrig“). Die Betriebsleiter konnten darüber hinaus fakultativ noch weitere betriebsspezifische Kriterien für den Anbau der entsprechenden Kulturart angeben. Das Ergebnisse aller 58 Nennungen sowie die Einzelergebnisse zu bedeutenden Leguminosenarten sind in der nachstehenden Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Auswahlkriterien zum Anbau von Leguminosen und deren Relevanz nach Einschätzung der Betriebsleiter (Note 1 = hohe Relevanz bis Note 5 = geringe Relevanz)

	Mittel über die Arten*	Kulturart					
		E	AB	LP	LZ	RK	RKG
Anzahl der Nennungen	58	10	2	6	10	4	10
N-Anreicherung im Boden	1,2	1,3	1,5	1,7	1,4	1,0	1,1
Humusmehrung	1,6	1,7	3,0	1,8	1,4	1,0	1,2
FF-Auflockerung/ phytosanitäre Effekte	1,6	1,3	1,5	1,3	1,7	2,2	2,0
Unterbodendurchporung/ Nährstoffaufschluss	2,2	2,5	2,5	1,7	1,5	2,6	2,1
Unkrautunterdrückung	2,1	3,7	3,5	3,5	1,5	1,4	1,0
Preis/Erlös	3,9	2,7	3,5	3,7	4,3	4,4	4,2

* gewogenes Mittel, E: Körnererbse, AB: Ackerbohne, LP: Lupine, LZ: Luzerne, RK: Rotklee, RKG: Rotklee-gras, FF: Fruchtfolge

Die Zusammenfassung zeigt deutlich (Tab. 11), dass beim Anbau von Leguminosen für die Betriebe die N-Anreicherung im Boden verbunden mit einer Humusmehrung und einer Auflockerung der Fruchtfolge die wichtigsten Auswahlkriterien für den Anbau von Leguminosen waren und der Erlös eine untergeordnete Rolle spielte. Dem Anbau von Futterleguminosen (Luzerne, Rotklee, Rotklee-gras) zur Stickstoff- und Humusmehrung wurde in der Einschätzung der Betriebsleiter dem Anbau von Körnerleguminosen in dieser Hinsicht eine größere Bedeutung zugemessen. Andererseits

wurden die Körnerleguminosen (Körnererbse, Ackerbohne, Lupine) hinsichtlich einer Auflockerung der Fruchtfolge höherwertiger als die Futterleguminosen eingeschätzt (Tab. 11).

Als weitere betriebsspezifische Auswahlkriterien zum Anbau von Leguminosen wurden folgende Aspekte genannt:

- Betriebseigene Futtererzeugung (18 Nennungen)
- Vorfruchtwert z.B. für Winterweizen und Raps (fünf Nennungen)
- Markterfordernisse
- Saatguterzeugung
- Gründüngung, pH-Aufwertung und Bodengare.

Bei den Körnerleguminosen wurde der Markterlös bzw. die Verwertung als hochwertiges Futtermittel bedeutender als der Wirkung auf Unkrautunterdrückung eingeschätzt. Zu diesem Zweck wählen die Betriebsleiter die Futterleguminosen (Luzerne, Rotklee, Rotklee gras, z.B. zehn Bewertungen mit der Note 1,0 bei Rotklee gras).

3.8 Symbiotische N₂-Fixierleistung

Im Mittel aller Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen wurden auf 22 % der Ackerfläche Futterleguminosen und auf weiteren 12 % Körnerleguminosen angebaut (Tab. 9). Die Fruchtfolge aller 32 befragten Unternehmen umfasste eine Dauer von im Mittel 5,3 Jahre und beinhaltete zu 41 % legume Ackerkulturen. Hiervon entfielen 33,5 % (1,8 Jahre) auf Futter- und 7,8 % (0,4 Jahre) auf Körnerleguminosen.

Tabelle 12: Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen

	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
Körnererbse	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,4 - 0,005 × N _{min})
Ackerbohne	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,4 - 0,0025 × N _{min})
Schmalblättrige Lupine	1,25 × N-Entzug	N-Bindung – N-Entzug
Grünspeiseerbse	N-Saldo + N-Entzug	150 - 2,4 × N-Entzug

Quelle: LFL 2006, KOLBE 2007

Zur Ermittlung eines bedarfsgerechten Nährstoffeinsatzes wurde in Sachsen durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein Beratungsmodell entwickelt (BEFU). Diese wird regelmäßig den sich ändernden Rahmenbedingungen und Gesetzen angepasst und verbessert. Das BEFU-Programm kann Bedarfsermittlungen und daraus resultierende Düngeempfehlungen für die Hauptnährstoffe N, P, K und Mg in allen Kulturarten erstellen. Es kann im Rahmen des BEFU-Programms u. a. eine symbiotische N₂-Fixierung sowie der N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau von Leguminosen berechnet werden, die sich in Kurzformeln folgendermaßen für die Körnerlegumino-

searten Körnererbse, Ackerbohne, Schmalblättrige Lupine und Grünspeiseerbse darstellen (Tab. 12).

Hierbei definiert sich der N-Entzug aus dem Ertrag mal dem N-Gehalt im Ernteprodukt. Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Kolbe (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) stellen diese Kurzformeln lediglich ein Hilfsmittel zur Schätzung der N-Flüsse dar. Die exakten Daten werden in der elektronischen Version des BEFU-Modells berechnet. Die Kurzgleichungen zur Berechnung der der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen befinden sich als Anlage 13 für die Körner- sowie in den Anlagen 14 für Futter-(Schnittnutzung) und Anlage 15 für Futterleguminosen (Mulchen) im Anhang.

3.8.1 Körnerleguminosen

Körnererbse

Im Untersuchungsjahr 2005 wurden in zehn der befragten Betriebe des ökologischen Landbaus Körnererbsen angebaut, wobei ein Betrieb keine Angabe zum erzielten Korntrug gemacht hat. Die Kornträge der Körnererbsen in den neun Unternehmen schwankten zwischen 15 und 30 dt ha⁻¹ und betragen im Durchschnitt 21,6 dt ha⁻¹. Die einzelbetrieblichen Werte zur Ermittlung des N-Entzuges, der symbiotischen N₂-Fixierung und des daraus resultierenden N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau der Körnererbse sind in der nachfolgenden Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der Körnererbsen, die im Jahr 2005 in den befragten Betrieben angebaut wurden

Korn- Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		Korntrug × N- Gehalt im Korn	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,4 - 0,005 × Nmin)
dt ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
15,0	6	52,5	62,5	+10,0
15,4	1	53,9	64,1	+10,2
17,2	15	60,2	71,6	+11,4
19,8	12	69,3	82,5	+13,2
20,0	29	70,0	83,3	+13,3
25,0	3, 24	87,5	104,1	+16,6
27,0	22	94,5	112,5	+18,0
30,0	2	105,0	125,0	+20,0

*N-Gehalt im Korn = 3,5 kg N dt FM⁻¹, Nmin-Vorrat im Boden = 42 kg N ha⁻¹ (LfL 2005)

Beim Anbau der Körnererbsen wurden in den befragten Betrieben mit steigendem Ertragsniveau zwischen 62,5 und 125 kg N ha⁻¹ symbiotisch gebunden und mit dem Erntegut zwischen 52,5 bis 105 kg N ha⁻¹ vom Feld exportiert (Tab. 13). Weil keine organische Düngung zu den Körnererbsen

durchgeführt wurde, resultierte aus dem Anbau der Körnererbse ein N-Flächenbilanzsaldo zwischen +10 und +20 kg N ha⁻¹.

Ackerbohne

Die Ackerbohne wurde im Jahr 2005 nur in zwei der befragten Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen angebaut. Beim Anbau der Ackerbohne zur Körnernutzung wurden in den befragten Betrieben im Jahr 117 und 281 kg N ha⁻¹ symbiotisch gebunden und mit dem Erntegut 84 und knapp 202 kg N ha⁻¹ vom Feld abgefahren. Weil die Ackerbohnen in beiden Betrieben nicht organisch gedüngt wurden, führte der Anbau der Ackerbohne hier zu einem N-Flächenbilanzsaldo von +33 und +80 kg N ha⁻¹. Die Ackerbohne hinterließ somit bei gleichem Ertragsniveau in der Bilanz eine höhere N-Menge im Boden als die Körnererbse.

Tabelle 14: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der im Jahr 2005 in den befragten Betrieben angebauten Ackerbohnen zur Körnernutzung

Korn-Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		Korntrag × N-Gehalt im Korn	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,5 - 0,0025 × N _{min})
dt ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
20,0	16	84,0	117,2	+33,2
48,0	21	201,6	281,2	+79,6

*N-Gehalt im Korn = 4,2 kg N dt FM⁻¹, N_{min}-Vorrat im Boden = 42 kg N ha⁻¹ (LfL 2005)

Schmalblättrige Lupine

Im Untersuchungsjahr 2005 wurde in sechs der befragten Betriebe die Schmalblättrige Lupine bei Kornträgen zwischen 11,8 und 28,0 dt ha⁻¹ (Mittelwert 17,8 dt ha⁻¹) angebaut.

Tabelle 15: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der im Jahr 2005 in den befragten Betrieben angebauten Schmalblättrigen Lupine zur Körnernutzung

Korn-Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		Kornertrag × N-Gehalt	1,25 × N-Entzug	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug
dt ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
11,8	20	56,6	70,8	+14,2
12,0	9	57,6	72,0	+14,4
17,0	22	81,6	102,0	+20,4
18,0	17	86,4	108,0	+21,6
20,0	29	96,0	120,0	+24,0
28,0	31	134,4	168,0	+33,6

*N-Gehalt im Korn = 4,8 kg N dt FM⁻¹

In den befragten Betrieben wurde eine symbiotische N₂-Fixierleistung der angebauten Schmalblättrigen Lupine in Abhängigkeit von der Kornertragsleistung der Bestände zwischen 70,8 und 168 kg N ha⁻¹ erzielt. Mit dem Erntegut wurde zwischen 56,6 und 134,4 kg N ha⁻¹ vom Feld abtransportiert, so dass im hier ein N-Flächenbilanzsaldo zwischen +14,2 und +33,6 kg N ha⁻¹ zu verzeichnen war (Tab. 15).

Grünspeiseerbse

Die Grünspeiseerbse wurde im Jahr 2005 in einem Untersuchungsbetrieb (Betrieb Nr. 32) mit einem Frischmasseertrag von 22,0 dt ha⁻¹ angebaut.

Tabelle 16: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der im Jahr 2005 in dem befragten Betrieb angebauten Grünspeiseerbse

Korn-Ertrag	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
	Kornertrag × N-Gehalt	N-Saldo + N-Entzug	= 150 – 2,4 × N-Entzug
dt ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
22,0	20,0	122,0	+102,0

*N-Gehalt im Erntegut = 0,91 kg N dt FM⁻¹

Nach dem von der LfL abgeleiteten Schätzverfahren wurde beim Anbau der Grünspeiseerbse bei einem Ertragsniveau von 22 dt FM ha⁻¹ eine symbiotische N₂-Fixierleistung in Höhe von 122 kg N ha⁻¹ und ein N-Flächenbilanzsaldo in Höhe von +102 kg N ha⁻¹ erreicht (Tab. 16).

Gemüsebohne

Die Gemüsebohne wurde im Jahr 2005 in einem Untersuchungsbetrieb (Betrieb Nr. 32) mit einem Frischmasseertrag von 100,0 dt ha⁻¹ angebaut.

Tabelle 17: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der im Jahr 2005 in dem befragten Betrieb angebauten Gemüsebohne

Ertrag	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo*
	Kornertrag × N-Gehalt	0,3 * Ertrag	= N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug
dt ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
100,0	25,0	30,0	+ 5,0

*N-Gehalt im Erntegut = 0,25 kg N dt FM⁻¹

Nach dem von der LfL abgeleiteten Schätzverfahren wurde beim Anbau der Gemüsebohne bei einem Ertragsniveau von 100 dt FM ha⁻¹ eine symbiotische N₂-Fixierleistung in Höhe von 30 kg N ha⁻¹ und ein N-Flächenbilanzsaldo in Höhe von +5 kg N ha⁻¹ erzielt (Tab. 17).

3.8.2 Futterleguminosen

Im Jahr 2005 wurden in den befragten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen die Futterleguminosen wie in Tab. 18 angegeben genutzt:

Tabelle 18: Nutzungsart der Futterleguminosenbestände in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Anzahl Bestände		Ausschließlich Schnitt- oder Weide	Ausschließlich Grünbrache	Kombinierte Nutzung
8	Luzerne, Reinsaat	7	0	1
1	Luzernegras	1	0	0
3	Rotklee, Reinsaat	2	0	1
11	Klee gras	9	0	2

Bei 11 betrieblichen Produktionsverfahren zum Leguminosenanbau (zwei Fälle Luzerne, jeweils ein Fall Rot- und Weißklee sowie Persischer Klee, sechs Fälle Klee gras) wurden durch die Betriebsleiter keine Angaben zu Ertragsleistung gemacht. Ursache hierfür war, dass diese Bestände nur als Grünbrache (gemulcht, vier Fälle), kombiniert (Schnitt/Grünbrache, fünf Fälle) und/oder zur Beweidung genutzt wurden und hierbei keine Ertragsschätzung erfolgte.

Luzerne, Reinsaat

Im Jahr 2005 wurde in acht befragten Betrieben Luzerne in Reinsaat angebaut (Anlage 10 im Anhang), bei denen eine Ertragsleistungsschätzung erfolgte. Deren Nutzungshäufigkeit lag zwischen ein bis vier Schnitten, wobei in sieben Beständen die Aufwüchse einer alleinigen Futterverwertung

zugeführt wurden und ein Bestand einmalig gemulcht und anschließend zweimal zu Futterzwecken genutzt wurde. Hinsichtlich einer Ertragseinschätzung waren die Betriebsleiter sehr unsicher, wodurch Angaben zwischen 133 und 789 dt ha⁻¹ Frischmasse (fünf Betriebe, Ø 433,8 dt ha⁻¹ FM) sowie zwischen 16,7 und 60 dt ha⁻¹ Trockenmasse (vier Betriebe, Ø 33,3 dt ha⁻¹ TM) genannt wurden. Unter Verwendung der Ertragschätzungen der Betriebsleiter betrug die symbiotisch fixierte N-Menge der Luzerne nach dem hier genutzten Schätzverfahren zwischen 6 und 582 kg N ha⁻¹ und Jahr. Hiermit war ein N-Flächenbilanzsaldo der über Schnitt genutzten Bestände zwischen -6 und +93 kg N ha⁻¹ verbunden (Tab. 19).

Tabelle 19: Luzerne in Reinsaat zur Schnittnutzung – Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos der im Jahr 2005 genutzten Bestände in den befragten Betrieben

Schnittgut Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		= Ertrag × N-Gehalt	= 1,4 × N-Entzug - 120	= 0,65 × N-Entzug - 130
dt FM ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
133	11	82,5	6,1	-76,4
360	32	223,2	265,6	42,4
407	17	252,3	300,3	47,9
480	21	297,6	354,1	56,5
789	4	489,2	582,1	92,9

*N-Gehalt = 0,62 kg N dt FM⁻¹,

Luzernegras

Tabelle 20: Luzernegras bei Schnittnutzung – Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos des im Jahr 2005 genutzten Bestandes in einem der befragten Betriebe

Ertrag	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo*
	= Ertrag × N-Gehalt	= 1,35 × N-Entzug - 110	= 0,55 × N-Entzug - 150
dt FM ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
270	135,0	72,3	-75,8

*N-Gehalt = 0,5 kg N dt⁻¹ FM,

Ein Luzernegras-Gemenge wurde im Jahr 2005 nur in einem der befragten Betriebe angebaut. Es wurde in einem Aussaatverhältnis von 50 % Luzerne und 50 % Gras gedreht, die Nutzung erfolgte im Jahr 2005 zu drei Terminen als Schnitt mit einer Gesamterntemenge von 270 dt Frischmasse ha⁻¹.

Das Luzerne-Grasgemenge hat eine N₂-Fixierleistung in Höhe von 72 kg N ha⁻¹ und Jahr sowie einen N-Flächenbilanzsaldo in Höhe von -76 kg N ha⁻¹ aufgewiesen.

Rot- und Weißklee sowie Persischer Klee in Reinsaat

Im Untersuchungsjahr 2005 wurden in sechs der befragten Betriebe die Kleearten Rotklee (vier Betriebe), Weißklee (ein Betrieb) oder Persischer Klee (ein Betrieb) in Reinsaat angebaut. Eine Ertragseinschätzung durch den Betriebsleiter erfolgte lediglich in vier Unternehmen mit Rotkleeanbau. Hier lagen die Erträge im Durchschnitt bei im Mittel 288,3 dt Frischmasse ha⁻¹ und schwankten zwischen 250 bis 315 dt FM ha⁻¹. Unter Verwendung der Ertragsschätzungen der Betriebsleiter (Tab. 21) betrug die symbiotisch fixierte N₂-Menge der Rotklee-Reinsaaten nach dem hier genutzten Schätzverfahren im Durchschnitt 220,0 kg N ha⁻¹ und lag zwischen 189,4 und 241,1 kg N ha⁻¹ und Jahr (Tab. 21). Hiermit war ein N-Flächenbilanzsaldo der über Schnitt genutzten Bestände zwischen +29,4 und +52,6 kg N ha⁻¹ verbunden.

Tabelle 21: Rotklee in Reinsaat zur Schnittnutzung – Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos der im Jahr 2005 genutzten Bestände in den befragten Betrieben

Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		= Ertrag × N-Gehalt	= 1,45 × N-Entzug - 10	= 0,65 × N-Entzug - 60
dt ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
250	3	137,5	189,4	29,4
300	2	165,0	229,2	47,2
315	1	173,2	241,1	52,6

*N-Gehalt = 0,55 kg N dt FM⁻¹,

Klee-Gras-Gemenge

Im Untersuchungsjahr 2005 erfolgte ein Anbau von Klee-Gras-Gemengen in 17 untersuchten Betrieben, von denen in elf Unternehmen eine Ertragsschätzung durchgeführt wurde. Diese lag zwischen 175,0 und 1 000,0 dt Frischmasse ha⁻¹. Unter Verwendung der Formeln zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Klee gras (Verhältnis 70 % Klee, 30 % Gras) sowie des Faktors fünf für die Umrechnung des Trockenmasse- in Frischmasseertrag ergaben sich die in Tabelle 22 dargestellten Ergebnisse. Im Durchschnitt aller elf Bestände wurde eine symbiotische N₂-Fixierleistung von 261,5 kg N ha⁻¹ im Untersuchungsjahr 2005 im Klee grasanbau erreicht, wobei die Leistung zwischen 54,1 und 545,0 kg N ha⁻¹ schwankte. Der N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau des Klee gras fiel nach dem Kalkulationsverfahren lediglich in drei Betrieben positiv aus. Im Durchschnitt aller elf betrachteten Bestände lag der N-Flächenbilanzsaldo bei -7,9 kg N ha⁻¹ und schwankte zwischen -75,9 (Betrieb 26) und +85,0 kg N ha⁻¹ (Betrieb 15, Tab. 22).

Tabelle 22: Klee-Gras-Gemenge zur Schnittnutzung – Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos der im Jahr 2005 in den befragten Betrieben genutzten Bestände

Ertrag	Betrieb Nr.	N-Entzug*	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
		= Ertrag × N-Gehalt	= 1,19 × N-Entzug - 50	= 0,39 × N-Entzug - 110
dt ha ⁻¹		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
175,0	26	87,5	54,1	-75,9
260,0	29	130,0	104,7	-59,3
350,0	7	175,0	158,2	-41,7
370,0	19	185,0	170,1	-37,8
400,0	5	200,0	188,0	-32,0
500,0	3, 22	250,0	247,5	-12,5
510,0	27	255,0	253,4	-10,5
800,0	16	400,0	426,0	+46,0
896,0	12	448,0	483,1	+64,7
1000,0	15	500,0	545,0	+85,0

*N-Gehalt = 0,5 kg N dt⁻¹ FM,

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit widmete sich der Analyse des Anbaus von Leguminosen in Betrieben des ökologischen Landbaus im Freistaat Sachsen. Hierzu wurde eine Befragung in 32 Betrieben durchgeführt, um differenzierte Strategien abzuleiten, mit denen im Haupt- und Zwischenfruchtanbau von Leguminosen die biologisch-regenerative Stickstoffversorgung verfahrenstechnisch und betriebswirtschaftlich optimiert werden kann.

4.1 Auswahl und Struktur der befragten Betriebe

Als Untersuchungsjahr wurde das Kalenderjahr 2005 festgelegt, weil alle Angaben zum Produktionsverfahren innerhalb eines Jahres erfragt wurden und zum Befragungszeitpunkt (Mitte August bis Anfang Oktober 2006) die Ernte der Leguminosenarten noch nicht vollständig abgeschlossen war. Für die Auswahl der Untersuchungsbetriebe wurde durch die LfL für das Jahr 2005 eine Gesamtliste aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe im Kontrollbereich A (landwirtschaftliche Primärproduktion) laut Definition der EU-VO 2092/91 bereitgestellt. Diese Betriebe sind in die fünf Agrarstrukturgebiete eingeordnet und entsprechend der prozentualen Verteilung auf die Agrarstrukturgebiete in Sachsen wurden die befragten Betriebe zufällig ausgewählt (KRUG et al. 2001). Insgesamt wurden 82 Betriebe um ihre Mitarbeit gebeten, von denen 32 Betriebe an der Untersuchung teilnahmen.

Im Mittel aller 32 befragten Betriebe wiesen diese eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 184 ha auf (Tab. 3). Im Mittel aller sächsischen Betriebe des ökologischen Landbaus lag die landwirtschaftliche Nutzfläche im Jahr 2005 bei 84 ha (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft 2006). Somit verfügten die befragten Betriebe im Vergleich zu allen Betrieben über eine überdurchschnittlich große landwirtschaftliche Nutzfläche. Verglichen mit der Gesamtheit aller Landwirtschaftsunternehmen in Sachsen verfügten 90,6 % der 32 Untersuchungsbetriebe über weniger als 500 ha landwirtschaftliche Nutzfläche. Im Mittel der Betriebe in Sachsen lag dieser Wert im Jahr 2005 bei 94,8 % (von 7 437 Landwirtschaftsbetrieben). Eine Einordnung der Größenstaffelung zwischen den Agrarstrukturgebieten ist nicht möglich, weil hierfür, soweit erkennbar, keine Vergleichswerte für Sachsen vorliegen. Von den befragten ökologisch wirtschaftenden Betrieben arbeiteten im Jahr 2005 insgesamt 75 % (n = 24 Unternehmen) im Haupterwerb und 25 % (n = 8) im Nebenerwerb. Gemessen an allen landwirtschaftlichen Betrieben in Sachsen war der Anteil befragter Haupterwerbsbetriebe überdurchschnittlich hoch (Haupterwerbsbetriebe in Sachsen im Jahr 2005: 40,1 % bei n = 2 980; Nebenerwerbsbetriebe in Sachsen im Jahr 2005: 59,9 % bei n = 4 454, SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006).

Alle 32 Untersuchungsbetriebe unterlagen zum Zeitpunkt der Befragung den Vorschriften der EU-VO 2092/91 zum ökologischen Landbau, wobei 6 % der befragten Betriebe keinem privatrechtlichen Anbauverband des ökologischen Landbaus angeschlossen waren (vgl. Angaben in Abschnitt 3.1). Im Mittel Sachsens betrug dieser Anteil im Jahr 2005 4 %. Etwa 50 % der befragten Betriebe waren dem Gäa-Verband angeschlossen, was dem Durchschnitt in Sachsen entsprach. Mitgliedsbetriebe anderer Anbauverbände gehörten unter den befragten Betrieben zu 34 % dem Naturland-Verband (Ø Sachsen: 34 %), zu 6 % dem Bioland-Verband (Ø Sachsen: 7 %) an und 4 % wirtschafteten entsprechend den Vorschriften des biologisch-dynamischen Landbaus (Ø Sachsen 2005: 6 %, SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006). Somit repräsentierten hinsichtlich der Mitgliedschaft in einem privatrechtlichen Anbauverband die befragten ökologisch wirtschaftenden Betriebe die Gegebenheiten in Sachsen in einem sehr hohen Maße.

Eine Tierhaltung war in 26 der insgesamt 32 Untersuchungsbetriebe vorzufinden mit einem durchschnittlichen Viehbesatz von 0,41 GV ha⁻¹ (Tab. 4). Im Mittel aller 32 befragten Betriebe entsprach das einem Viehbesatz von 0,33 GV ha⁻¹, was in etwa auch den Durchschnitt der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen widerspiegelt (Ø Sachsen der Betriebe des ökologischen Landbaus im Jahr 2005: 0,39 GV ha⁻¹; alle Betriebe in Sachsen einschließlich konventionell wirtschaftende Betriebe: 0,5 GV ha⁻¹, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft 2006). Hieraus kann geschlossen werden, dass die Gruppe der befragten ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen in weiten Teilen als repräsentativ für die Grundgesamtheit hinsichtlich des Umfangs der Tierhaltung gelten kann. Allerdings konnten aufgrund des knapp bemessenen Bearbeitungszeitraumes für das Vorhaben nur die Bewirtschaftungsbedingungen der Betriebe in einer Vegetationszeit erhoben werden. Deshalb gelten die Schlussfolgerungen, die nachfolgend aus den erhobenen Daten gezogen werden, mit Vorbehalt, weil sich die Managementmaßnahmen der Be-

etriebe in einzelnen Fällen zwischen den Jahren deutlich unterscheiden können. Eine tiefer gehende Analyse müsste hierzu auf Daten mehrerer Bewirtschaftungsjahre zurückgreifen können.

4.2 Anbaustruktur und Fruchtfolgegestaltung

In 12 der befragten Betriebe (37,5 %) wurde im Jahr 2005 lediglich eine Leguminosenart (ein Betrieb mit einer Körnerleguminosenart, elf Betriebe mit jeweils einer Futterleguminosenart) angebaut (Tab. 5). Pflanzenbaulich kann der alleinige Anbau einer Leguminosenart in der Fruchtfolge ökologisch wirtschaftender Betriebe zur biologisch-regenerativen Stickstoffversorgung mit einem hohen phytosanitären Risiko behaftet sein. So können Körner- wie Futterleguminosen von einer Reihe bodenbürtiger und artspezifischer Schaderreger befallen werden (z. B. Erbse: *Mycosphäerella pinoides*, *Ascochyta pisi*; Rotklee: *Kabatiella caulivora*, *Fusarium* spp.; FREYER 2003), die bei zu geringen Anbaupausen der Leguminose in der Fruchtfolge die Ertrags- und N₂-Fixierleistung der entsprechenden Art deutlich begrenzen können. Zur Sicherung der Ertragsleistung im Ackerbau ist deshalb den entsprechenden Betrieben zu empfehlen, die biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Betrieb durch den Anbau von mindestens zwei verschiedenen Leguminosenarten im Ackerbau zu gewährleisten, wie es in der Mehrzahl (20 von 32) der befragten Betriebe auch der Fall war (Tab. 5).

Der Anbau der Schmalblättrigen Lupine ist in den sächsischen Betrieben des ökologischen Landbaus als sehr bedeutend einzuschätzen. Wie die Untersuchung der 32 Öko-Betriebe im Jahr 2005 zeigte, wurde in sieben Unternehmen die Schmalblättrige Lupine angebaut (Tab. 6). Die Schmalblättrige Lupine ist nach der Körnererbse die wichtigste Körnerleguminose. Bezogen auf den gesamten Leguminosenanbau im Jahr 2005 in Sachsen ist die Lupine mit der Ackerbohne im Anbauumfang mit rund 1 700 ha ähnlich hoch vertreten (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006).

Ein Zwischenfruchtanbau mit Leguminosen wurde im Jahr 2005 nur in einem von 32 befragten Betrieben realisiert (Tab. 5), wenngleich in der Fruchtfolgeplanung elf Betriebe (entspricht 34 %) einen Anbau von Leguminosen als Zwischenfrucht vorsahen (Abschnitt 3.3.1). Somit werden bestehende pflanzenbauliche Optionen zu einer Verbesserung der Stickstoffversorgung in der Fruchtfolge über legumen Zwischenfruchtanbau in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen bisher nur sehr wenig genutzt, d.h. weder in einem hohen Maße in der Fruchtfolgeplanung vorgesehen noch tatsächlich realisiert. Legume Zwischenfrüchte vor Kartoffeln und Mais (MÖLLER und REENTS 1997, KOLBE 2007), aber auch ein Weißkleeanbau in Form einer Untersaat in Raps zu Winterweizen (BÖHM 2007) haben im ökologischen Landbau zu einer deutlichen Steigerung der Ertragsleistung der Folgefrucht geführt, die wesentlich auf die Stickstoffzufuhr über den legumen Zwischenfruchtanbau zurückgeführt werden konnte. Seitens der befragten Betriebe wurde diese Schlussfolgerung auch geteilt, weil von ihnen eingeschätzt wurde, dass das Instrument des legumen Zwischenfruchtanbaus als Möglichkeit zur Unkrautunterdrückung, Nährstofflieferung und Erosionsminderung derzeit deutlich zu gering im ökologischen Landbau in Sachsen etabliert sei. Hemmnisse für einen legumen Zwischenfruchtanbau werden in den vergleichsweise hohen Kosten für ökologisch erzeugtes Saatgut, insbesondere bei kleinkörnigen Leguminosen, gesehen. Darüber hinaus wurde

von einigen Betriebsleitern bemängelt, dass die Verwendung von konventionell erzeugtem, ungebeiztem Zwischenfruchtsaatgut in Sachsen nicht gestattet sei, auch wenn die Aufwüchse später ausschließlich als Gründüngung genutzt werden. Offenbar werden die Regelungen zur Verwendung von Zwischenfruchtsaatgut in Deutschland von Kontrollbehörden derzeit unterschiedlich ausgelegt. Eine zumindest deutschlandweit einheitliche Auslegung scheint hier dringend geboten, um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden. Vor dem Hintergrund der vergleichsweise sehr hohen Saatgutkosten nutzen die am Zwischenfruchtbau interessierten Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen vorrangig den Gelbsenf (Abschnitt 3.3.3), obwohl ihnen bekannt ist, dass der Anbau einer Leguminose als Zwischenfrucht deutlich positiver zu bewerten ist.

Das Prinzip einer betriebsindividuell strukturierten Fruchtfolge wurde in 21 von 32 Betrieben (65,6 %) verfolgt (Anlage 4 im Anhang). Ersichtlich ist, dass die Vorkultur überwiegend eine abtragende Kultur darstellt und dass den Leguminosen in der Regel auch eine nährstoffbedürftige Getreideart folgt. Durch diese Fruchtfolgegestaltung kann sichergestellt werden, dass die Leguminosen aufgrund eines geringen N-Vorrates im Boden zu einer hohen N₂-Fixierleistung angeregt werden und die in der Regel hohe N-Nachlieferung im Boden aus Leguminosenvorfrüchten ertragswirksam genutzt wird (Heß 1989, Schmidtke 2004). Ob mit einer Verlängerung der Nutzungsdauer der Futterleguminosen (zweijährige statt einjährige Nutzungsdauer) ein erhöhter Fruchtfolgedeckungsbeitrag zu erzielen wäre, lässt sich aus vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht sicher beurteilen. Zwar sinken die Kosten zur Etablierung des Futterleguminosenbestandes, jedoch ist eine Ausdehnung des Nutzungszeitraumes der Futterleguminosen auf zwei Hauptnutzungsjahre auch damit verbunden, dass der mit sehr hoher N-Nachlieferung im Boden verbundene Umbruch eines Futterleguminosenbestandes in der Fruchtfolge nur alle sechs oder sieben Jahre auf einer Fläche genutzt werden kann (z. B. Betriebe Nr. 3, 12 und 18, Anlage 4). Im Falle einer nur ein- bzw. überjährigen Nutzung des Futterleguminosenbestandes erfolgt ein Umbruch des Futterleguminosenbestandes in der Regel alle vier oder fünf Jahre auf dem Ackerschlag (z.B. Betrieb Nr. 26, Anlage 4). Andererseits weisen Ergebnisse von LOGES (1998) darauf hin, dass ein zweijähriger Rotklee grasbestand einen höheren Vorfruchtwert im Vergleich zu einem einjährigen Bestand aufweisen kann.

Im Durchschnitt der dargestellten 21 Unternehmen wurde auf 55,3 % des Ackerlandes Getreide angebaut, auf 33,5 % Futterleguminosen und auf 7,8 % Körnerleguminosen (Anlage 4), was im Mittel der Betriebe einem Schaderregeraufkommen deutlich entgegenwirkt und die N-Versorgung in der Fruchtfolge sicherstellt. Anteile an Futterleguminosen in der Fruchtfolge von bis zu 50 % (Betrieb Nr. 2, 12 und 68, Anlage 4) lassen hingegen Probleme im Gesundheitsstatus der Pflanzen und in Einzelfällen auch einen zu hohen Überschuss an Stickstoff im Betrieb erwarten. Andererseits wirtschaften einige Betriebe in Sachsen mit einem Futterleguminosenanteil von unter 20 % in der Fruchtfolge (z. B. Betrieb Nr. 1 und 20, Anlage 4), so dass zu befürchten ist, dass Stickstoff nicht in ausreichendem Maße reproduziert wird und insbesondere mehrjährige Unkräuter stärker im Bestand vertreten sind. Diese Probleme dürften insbesondere im Betrieb Nr. 6 zutreffen, der ohne einen Anbau von Futterleguminosen wirtschaftet und Stickstoff nur über den Anbau der Körnererb-

se symbiotisch fixiert und zugeführt wird. Der Anteil Körnererbse beträgt in diesem Betrieb ein Drittel in der Fruchtfolge. Nach Abfuhr der Körner der Erbse verbleibt hier zu wenig Stickstoff netto auf der Fläche zurück (+ 10 kg N ha⁻¹, vgl. Angaben in Tab. 13), um mittelfristig eine ausreichende Stickstoffversorgung für zwei Getreidenachfrüchte sicherzustellen. Empfohlen werden Anteile von Futterleguminosen in der Fruchtfolge von mehr als 20 % (FREYER 2003), um die Stickstoffversorgung in der Fruchtfolge eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes zu gewährleisten.

Der Anteil der Körnerleguminosen in der Fruchtfolge ist mit im Mittel der befragten Betriebe 7,8 % als nicht sehr hoch zu bewerten. Insgesamt 12 von 21 Betrieben sahen sogar keinen Anbau von Körnerleguminosen in der Fruchtfolgeplanung vor (Anlage 4), so dass sich der Anteil an Körnerleguminosen in den übrigen elf Betrieben auf im Mittel 13,3 % belief. Zwei Betriebe (Nr. 6 und 32, Anlage 4) wirtschafteten sogar mit einem Anteil Erbsen in der Fruchtfolge von 33 %. Ein so hoher Anteil Körnererbsen in der Fruchtfolge kann nicht empfohlen werden, weil hier Ertragseinbußen von knapp 20 % im Vergleich zu einer sechsjährigen Anbaupause beobachtet wurden (MICHALEK et al. 1989). Die befragten Betriebe sprachen den Körnerleguminosen eine mittlere bis geringe Fähigkeit zur Unkrautunterdrückung zu, sahen aber gleichzeitig im Anbau dieser Kulturen eine hohe Relevanz zur Stickstoffanreicherung des Bodens (Tab. 11). Offenbar tragen schlechte Erfahrungen im Hinblick auf das Unkrautunterdrückungsvermögen der Körnerleguminosen dazu bei, dass in 50 % der befragten Betriebe keine Körnerleguminosen angebaut wurden. Eine Ausweitung des Körnerleguminosenanbaus in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen, die zu einer Verbesserung der N-Versorgung beitragen kann, dürfte deshalb voraussichtlich nur gelingen, wenn in den Betrieben effizientere Maßnahmen zur indirekten und direkten Unkrautregulierung wirksam werden. Ein Gemengeanbau mit Nichtleguminosen (KIMPEL-FREUND et al. 1998, SAUCKE und ACKERMANN 2006) und verbesserte Verfahren der mechanischen Unkrautregulierung (Siegel 2006) haben sich als in der Praxis leicht umsetzbare Strategien erwiesen, die es breiter in der Praxis des ökologischen Landbaus umzusetzen gilt. Ein Gemengebau mit einer Nichtleguminose wurde nur bei der Körnererbse und nur in drei von elf Fällen in den befragten Betrieben realisiert (Tab. 6). Zudem wurden Körnerleguminosen in den befragten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen in drei von 18 Fällen auch ohne jegliche mechanische Unkrautregulierung nach der Saat und in zwölf von 18 Fällen nur mit einem einmaligen Einsatz des Striegels angebaut (Anlagen 7 und 8).

Den Körnerleguminosen wird eine seitens der befragten Betriebe eine ähnlich hohe Kapazität zur N-Anreicherung des Bodens wie den Futterleguminosen zugesprochen (Tab. 11). Gleichzeitig wirkt sich unter den Körnerleguminosen der Anbau der Körnererbse nach Einschätzung der Betriebe am positivsten auf die N-Anreicherung im Boden aus (Tab. 11). Die Einschätzung der Betriebe zum N-Flächenbilanzsaldo von Körnerleguminosen im Vergleich zu Futterleguminosen deckt sich nicht mit neueren Forschungsergebnissen und den Ergebnissen der hier genutzten Kalkulationsverfahren (Tab. 13 und Tab. 19 und 21). So führt einerseits der Anbau der Erbse in der Regel im Vergleich zur Ackerbohne zu einem geringeren N-Flächenbilanzsaldo (SCHMIDTKE 2004, WICHMANN 2004) und andererseits lässt sich auch bei Schnittgutabfuhr mit dem Anbau der Luzerne deutlich höhere N-Flächenbilanzsalden erzielen (JUNG 2003) als mit dem Anbau von Körnerleguminosen (SCHMIDTKE

2001). Die Schmalblättrige Lupine, die in den Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen deutlich stärker vertreten ist (7 von 32 Betrieben, Tab, 6) als die Ackerbohne (2 von 32 Betrieben) nimmt in der Höhe der symbiotischen N₂-Fixierleistung als auch im N-Flächenbilanzsaldo eine Mittelstellung zwischen Erbse und Ackerbohne ein (WICHMANN 2004). Die artspezifischen Wirkungen des Anbaus von Körner- und Futterleguminosen auf den mit dem Anbau verbundenen N-Flächenbilanzsaldo scheinen in der landwirtschaftlichen Praxis in Sachsen nicht hinreichend bekannt zu sein, sonst würde dem Anbau der Ackerbohne, der in der Regel mit einem höheren N-Flächenbilanzsaldo verbunden ist als der Körnererbse, in Sachsen stärker verbreitet sein.

Anhand der Befragungsergebnisse konnte gezeigt werden, dass im Jahr 2005 in den befragten 32 ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Sachsen keine Winterformen der Körnerleguminosen, z.B. Winterkörnererbse oder Winterackerbohne, angebaut wurden. Auch wenn derzeit nicht in allen Fällen von einer ausreichenden Winterhärte im vorliegenden Sortenspektrum dieser Arten ausgegangen werden kann, liegen aus den zurückliegenden Jahren aus Praxis und Forschung im ökologischen Landbau viel versprechende Resultate zur Überwinterung und Ertragsleistung dieser Arten vor (URBATZKA et al. 2005, HOF-KAUTZ et al. 2007). Vor dem Hintergrund häufiger auftretender Vorkommertrockenheit in einigen Regionen Sachsens wäre der Anbau von Winterkörnerleguminosen an einigen Standorten in Sachsen sicherlich erfolgversprechend. Es besteht hier zudem noch ein spezifischer Forschungsbedarf zur Anbaueignung und -würdigkeit winteranrueller Körnerleguminosen unter sächsischen Klima- und Standortbedingungen.

4.3 Kulturartenspezifische Erzeugungsverfahren

Körnerleguminosen

Die Grundbodenbearbeitung zu den Körnerleguminosen erfolge in allen Fällen, die im Rahmen der Befragung erhoben wurden, mit dem Pflug. Nur in drei von 20 Fällen erfolgte eine Frühjahrs- statt einer Herbstfurche (vgl. Anlagen 7 bis 9). Der Einsatz des Pfluges zur Grundbodenbearbeitung vor der Saat einer Körnerleguminose dürfte als sehr günstig im Hinblick auf die Minderung des Wachstums von Samen- und Wurzelunkräutern zu bewerten sein (PALLUTT 2002). Der in allen erhobenen Fällen vorhandene Pflugeinsatz spiegelt auch die Einschätzung der Betriebe wider, dass Körnerleguminosen nur eine bedingte Unkrautunterdrückungswirkung aufweisen (Tab. 11). Allerdings wäre zur Regulation des Wachstums der Ackerkratzdistel eine Frühjahrsbearbeitung mit flächig-scheidendem Gerät (Pflug bzw. Grubber mit Gänsefußscharen) empfehlenswert, zumindest an Standorten, die eine Pflugbearbeitung im Frühjahr zulassen (z.B. sandige Böden). Hierdurch kann bei geringem Reservestoffvorrat in den Wurzeln, der Austrieb und das Wachstum der Ackerkratzdistel effizient über ein Abschneiden der ersten Sprosse im Frühjahr gemindert werden (ÖZER 1969).

Die symbiotische N₂-Fixierleistung der Körnerleguminosen dürfte allerdings durch den Pflugeinsatz im Vergleich zu einer reduzierten Bodenbearbeitung oder Direktsaat herabgesetzt werden, weil infolge der intensiven Bodendurchmischung mit dem Pflug die Stickstoffmineralisation im Boden und N-Aufnahme der Leguminose aus dem Boden deutlich gesteigert wird. Dies zeigen Feldversuche

mit Körnererbsen, in denen nach Pflugeinsatz im Vergleich zu einer reduzierten Bodenbearbeitung mit dem Grubber eine geringere symbiotische N₂-Fixierleistung der Erbse ermittelt wurde (REITER et al. 2002). Der Einsatz reduzierter Bodenbearbeitung oder einer Direktsaat der Körnerleguminose setzt im ökologischen Landbau allerdings voraus, dass nach der Saat Unkräuter effizient mechanisch in den Körnerleguminosen reguliert bzw. durch eine Mulchaufgabe unterdrückt werden. Allerdings müssen in der Forschung verfahrenstechnische Lösungen des Unkrautmanagements in Körnerleguminosenbeständen, die mit reduzierter Bodenbearbeitung oder in Direktsaat etabliert wurden, noch erarbeitet werden, insbesondere für die Bedingungen des ökologischen Landbaus.

Die Nutzung dieser Bodenbearbeitungsverfahren birgt andererseits eine Reihe Vorteile in sich: Kosteneinsparung durch reduzierten Aufwand bei der Primärbodenbearbeitung, erhöhter Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion sowie eine Steigerung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Körnerleguminose.

Positiv zu beurteilen ist, dass in den befragten Betrieben weder zu Körnerleguminosen noch zu Futterleguminosen stickstoffreiche organische Düngemittel verabreicht wurden (Anlage 7 bis 10 sowie 11 und 12). Lediglich in einem von 20 untersuchten Fällen (Anlage 7) wurde zu Körnererbse Stallmist gegeben. Stickstoffreiche organische Düngemittel zu Körnerleguminosen führten in Untersuchungen von SCHMIDTKE (2001) in der Tendenz zu einer Senkung des Kornertrages und zu signifikant geringeren symbiotischen N₂-Fixierleistung. Andererseits wurde in keinem der untersuchten Fälle des Körner- wie Futterleguminosenanbaus eine Düngung mit einem im ökologischen Landbau zugelassenen Phosphor- oder Kaliumdüngemittel vorgenommen (Anlage 7 bis 10 sowie 11 und 12). Die beim Körner- und Futterleguminosenanbau erfolgten Entzüge an Grundnährstoffen müssen deshalb an anderer Stelle der Fruchtfolge durch entsprechende Mengen organischer oder mineralischer Düngemittel substituiert werden, weil andernfalls mittelfristig eine Senkung des Ertragsleistung und symbiotisch fixierten N-Menge zu befürchten ist (RÖMER und LEHNE 2004). Neuere Arbeiten weisen darauf hin, dass insbesondere der Schwefelversorgung für die symbiotische N₂-Fixierung eine sehr große Relevanz zukommt (LANGE 1998). Schwefel wurde in keinem der befragten Betriebe zu einer Körner- oder Futterleguminose gezielt gedüngt bzw. der Versorgungszustand im Boden erfasst. Zur Schwefelversorgung in ökologisch bewirtschafteten Ackerschlägen und dessen Wirkungen auf die N₂-Fixierleistung der Leguminosen besteht auch noch erheblicher Forschungsbedarf.

Während in den befragten Betrieben bei Gemüseerbse, Gemüsebohne und Ackerbohne stets Zertifiziertes Saatgut zugekauft wurde, erfolgte ein Saatgutkauf bei Schmalblättriger Lupine und Körnererbse nur in vier von 16 untersuchten Fällen (Anlage 7 bis 9). Nachgebautes Saatgut muss nicht in jedem Fall eine schlechtere Qualität aufweisen als zugekauftes Zertifiziertes Saatgut. Allerdings bedarf es seitens der Betriebe besonderer Sorgfalt bei der Ernte sowie bei der Ein- und Auslagerung des Saatgutes der Körnerleguminosen, um Rissbildungen in der Samenschale zu vermeiden, die die Saatgutqualität erheblich senken können (STEINER 1989). Zusätzlich sollte eine Saatgutuntersuchung auf saatgutübertragbare Krankheiten erfolgen.

Futterleguminosen

In zehn (31 %) von 32 Betrieben wurde regelmäßig eine legume Untersaat mit Futterleguminosenarten etabliert (Abschnitt 3.3.2). Die Bestände aus Untersaaten werden nach Aussage der Betriebsleiter teilweise nach der Ernte der Deckfrucht als Futterfläche im gleichen Jahr bzw. als etablierte Bestände im Folgejahr genutzt. Andere Untersaaten dienen ausschließlich der Bodenbedeckung, der Bereitstellung von Stickstoff für die Deckfrucht oder der Unkrautunterdrückung. Nach Aussagen der Betriebsleiter wird bei den Untersaaten, die später zur Futtergewinnung dienen, ein deutlicher Entwicklungsvorsprung im Vergleich zu einer Blanksaat erreicht. Das Untersaatverfahren bietet, sofern eine Etablierung der untergesäten Bestände gelingt, viele pflanzenbauliche Vorteile (Unkrautunterdrückung, hohe Stickstoffbindung, Humusreproduktion, Minderung der Gefahr einer Nährstoffauswaschung, RAUHE 1969, WUNDERLICH et al. 1992) bei Senkung der Kosten für die Bestandesetablierung. Diese Vorteile nutzen derzeit in Sachsen etwa ein Drittel der Betriebe, die Futterleguminosen anbauen, wie über die vorliegende Untersuchung belegt werden konnte. Andererseits erfolgt die Etablierung der Luzernebestände zu 82 % (Anlage 10) in Blanksaat mit vorheriger Pflugbearbeitung, so dass die Mineralisation organisch gebundenen Stickstoffs im Boden angeregt wird. Der infolge intensiver Bodenbearbeitung zur Saat der Luzerne im Boden zusätzlich mineralisierte Stickstoff wird von der Luzerne zu Lasten der symbiotischen N₂-Fixierung aufgenommen, so dass dieses Verfahren der Etablierung von Luzernebeständen nicht nur kostenintensiv sondern auch als weniger effizient im Hinblick auf die Steigerung der biologisch-regenerativen N-Versorgung gelten kann. Acht von neun erfasste Luzernebestände, die in Reinsaat als Blanksaat etabliert wurden, wurden im Frühjahr gesät (Anlage 10). Luzerne weist wie auch der Rotklee eine sehr zögerliche Anfangsentwicklung auf, so dass bei im Frühjahr in Blanksaat gesäeter Luzerne das Lichtangebot zunächst nur unzureichend durch die Luzerne genutzt wird. Deshalb fällt sowohl die Leistung an Schnittgutertrag wie auch symbiotisch fixierter N-Menge der Luzerne nach Frühjahrsblanksaat deutlich geringer im Vergleich zu einem im August des Vorjahres gesäten Luzernebestand aus.

Durch Senkung der Bodenbearbeitungsintensität vor Saat von Futterleguminosenbeständen, z. B. durch Direktsaatverfahren in bzw. nach Getreide und Vorziehen des Saattermins der Futterleguminosen in das Jahr vor dem ersten Hauptnutzungsjahr (Untersaat in eine Deckfrucht oder Blanksaat im Spätsommer) lässt sich die Zufuhr an symbiotisch fixierten Stickstoff und die Ertragsleistung von Futterleguminosenbeständen deutlich steigern (KREUZ 1970, FRAME et al. 1998). Dies gilt es, wo immer es die Standort- und Fruchtfolgebedingungen zulassen, in den Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen verstärkt umzusetzen.

Bezüglich des Futterleguminosenanbaus konnten für das Untersuchungsjahr 2005 in den befragten 32 Betrieben des ökologischen Landbaus 42 Anbauverfahren im Rahmen der Untersuchung detailliert aufgenommen werden (Anlagen 10 bis 13). Davon entfielen jeweils 21 Bestände auf Reinsaaten und Gemenge mit Gräsern. Der hohe Anteil des Anbaus von Futterleguminosen in Reinsaat ist zumindest bei den Kleearten sowie bei Nutzung der Bestände als Grünbrache sowohl aus pflanzenbaulicher Sicht wie aus Gründen des Schutzes des Grundwassers vor Nitrateinträgen kritisch

zu bewerten. Reinsaaten der Kleearten sind häufig ertragsschwächer als Klee gras-Gemenge (SCHMIDTKE 1997, LOGES 1998), sie weisen eine geringere Fähigkeit zur Unkrautunterdrückung auf (HOF und RAUBER 2003, SCHMIDTKE 1997) und führen insbesondere bei Nutzung als Grünbrache zu einer stärkeren Gefahr der Nitratauswaschung als die entsprechenden Gemenge mit Gräsern (DREYMANN 2005). Weil andererseits die symbiotische N₂-Fixierleistung und der N-Vorfruchtwert mit steigendem Grasanteil im Klee gras-Gemenge sinkt (SCHMIDTKE 1997, LOGES 1998), sollte der Grasanteil auf etwa 20 % der Reinsaatstärke bei gleichzeitig 80 % der Reinsaatstärke des Klees im Gemenge beschränkt werden. Beimengungen von Weidelgras-Saatgut in Höhe von 15 oder sogar 30 kg je Hektar zu Rotklee, wie sie z. B. von den Betrieben Nr. 22 und Nr. 29 (Anlage 12) gewählt wurden, dürften zu grasdominierten Beständen mit verringerter N₂-Fixierleistung und reduziertem N-Vorfruchtwert führen.

Aus pflanzenbaulicher Sicht zu geringe bzw. stark überhöhte Saatstärken (MEINSEN 1983) fanden sich bei den Ansaaten mit Rotklee in den befragten Betrieben nicht (minimale/maximale Saatstärke 5,7 bis 20 kg ha⁻¹, Betriebe Nr. 7 bzw. 1 und 2, Anlage 12). Andererseits können bei sachgerechter Nutzung der Saatechnik und Wahl eines angepassten Saattermins Saatstärken der Luzerne von mehr als 20 kg ha⁻¹ als deutlich zu hoch angesehen werden. Bei einer Saat von 20 kg ha⁻¹ Luzerne werden auch bei höherem Tausendkorngewicht des Luzernesaatgutes die empfohlenen Bestandesdichten von 300 bis 400 Keimpflanzen je m² erreicht (FRAME et al. 1998). In sechs von elf hier untersuchten Fällen lag die Saatstärke der Luzerne in den befragten Betrieben über den empfohlenen Wert von maximal 20 kg ha⁻¹ in Reinsaat. Bei Einhaltung der für Luzerne optimalen Saattiefe von maximal 1,5 cm auf schweren und maximal 2,5 cm auf sandigen Böden (SUND et al. 1966) könnte deshalb bereits zur Saat der Luzerne der Bestand deutlich kosteneffizienter etabliert werden, in dem die Saatstärke auf 12 bis 20 kg ha⁻¹ gesenkt wird. Die optimale Saattiefe wurde offenbar bei Luzerne in den befragten Betrieben in allen Fällen realisiert (Anlage 10), nicht jedoch bei Klee-Gemengen, die bis zu 5 cm tief gesät wurden (Anlage 13, Betrieb. Nr. 27). Bei Rotklee führen bereits Saattiefen unter 2 cm zu einer drastischen Senkung des Feldaufganges (GRIMM 1928).

5 Literaturverzeichnis

- BÖHM, H. (2007): Auswirkungen einer Weißklee-Untersaat in Winterraps auf den Ertrag der Folgekultur Weizen. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. und Valle Zárate, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung – Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20-23. März 2007 in Hohenheim, Verlag Dr. Köster, Berlin, 153-156.
- DREYMAN, S. (2005): N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Diss. (agr.) Universität Kiel.
- FRAME, J., CHARLTON, J.F.L. and LAIDLAW, A.S. (1998): Temperate Forage Legumes. Cap International, Wallingford.
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen – Konventionell, integriert, biologisch. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- GRIMM, K. (1928) Untersuchungen über die Keimung des Klees und äußere Einflüsse auf diese. Dissertationsschrift an der Universität Berlin.
- HEß, J. (1989): Klee grasumbruch im Organischen Landbau - Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Klee gras - Klee gras - Weizen - Roggen. Diss. (agr.) Universität Bonn.
- HOF, C. und RAUBER, R. (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Hrsg: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn und Göttingen.
- HOF-KAUTZ, C., HOCHMUTH, C., SCHMIDTKE, K. UND RAUBER, R. (2007): Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standraumzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen. . In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. und Valle Zárate, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung – Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20-23. März 2007 in Hohenheim, Verlag Dr. Köster, Berlin, 121-124.
- KIMPEL-FREUND, H., SCHMIDTKE, K. UND RAUBER, R. (1998): Einfluß von Erbsen (*Pisum sativum* L.) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa* L.) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. Pflanzenbauwissenschaften, 2 (1), 25-36.
- KOLBE, H. (2007): Gleichungen zur Berechnung des symbiotischen N₂-Fixierung und des N-Flächenbilanzsaldo (Kurzfassungen) für Körnerleguminosen und Futterleguminosen (Schnittnutzung, Mulchen). Schriftliche Mitteilung per E-Mail Februar 2007.
- KOLBE, H. (2007): Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. und Valle Zárate, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung – Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20-23. März 2007 in Hohenheim, Verlag Dr. Köster, Berlin, 145-148.
- KREUZ, E. (1970): Sichere Aussaatmethoden für Luzerne, Rotklee und Rotklee gras. Feldgraswirtschaft 11, 126-127.
- KRUG, W., NOURNEY, M. UND SCHMIDT, J. (2001): Wirtschafts- und Sozialstatistik: Gewinnung von Daten. Oldenbourg-Verlag, München/Wien, 6. Auflage.

- LANGE, A. (1998): Einfluss der Schwefelversorgung auf die biologische Stickstofffixierung von Leguminosen. Diss. (agr.) Universität Bonn.
- LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT Hrsg.) 1999: Die landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete im Freistaat Sachsen. Broschüre der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden-Pillnitz.
- LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT Hrsg.) 2005: Umweltgerechte Landwirtschaft, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 1/2007.
- LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (2006): BEFU – Gleichungen zur manuellen Berechnung von N-Bindung und N-Saldo von Futter- und Körnerleguminosen (Kurzfassung), Version Frühjahr 2007.
- LOGES, R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotkleeergrasbeständen. Diss. (agr.) Universität Kiel.
- MEINSEN, CH. (1983): Pflanzenbauliche Aspekte der Ertragsprogrammierung beim Anbau von Rotklee und Rotkleeergras. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, 1. Auflage, 1-128.
- MICHALEK, H., POHLER, H., BRUMMUND, M. UND MELZER, H. (1989): Empfehlungen zur Saatgut- und Körnerfutterproduktion von Erbse und Gelben Süßlupinen. VE-Kombinat Pflanzenzüchtung und Saatgutwirtschaft, Quedlinburg.
- MÖLLER, K. und REENTS, H.J. (1999): Einfluß verschiedener Zwischenfrüchte nach Körnererbsen auf die Nitratgehalte im Boden und das Wachstum der Folgefrucht (Kartoffeln, Weizen). In: Hoffmann H. und Müller, S. (Hrsg.): Vom Rand zur Mitte - Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 23-25. Februar 1999 in Berlin, Verlag Dr. Köster, Berlin, 109-112.
- Özer, Z. (1969): Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Diss. (agr.) Universität Hohenheim.
- PALLUTT, B. (2002): Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung – Indirekte Maßnahmen. In: Zwerger P. und Ammon, H. U. (Hrsg.) Unkraut – Ökologie und Bekämpfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 105-117.
- Rauhe, K. (1969): Der Einfluß des Futterbaues sowie der organischen und mineralischen Düngung auf den C- und N-Gehalt des Bodens im Fruchtfolgedüngeversuch Seehausen. Thaeer-Archiv 13, 455-462.
- REITER, K., SCHMIDTKE, K. und RAUBER, R. (2002): The influence of long-term tillage systems on symbiotic N₂ fixation of pea (*Pisum sativum* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.). Plant and Soil 238, 41-55.
- RÖMER, W. und LEHNE, P. (2004): Vernachlässigte Phosphor- und Kaliumdüngung im ökologischen Landbau senkt die biologische Stickstofffixierung bei Rotklee und den Körnertrag bei nachfolgendem Hafer. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 167, 106-113.
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2006): AGRARBERICHT IN Zahlen 2005.
- SAUCKE, H. UND ACKERMANN, K. (2006): Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). Weed Research 46: 453-461.

- SCHMIDTKE, K. (1997): Einfluß von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) in Reinsaat und Gemenge mit Poaceen auf symbiotische N₂-Fixierung, bodenbürtige N-Aufnahme und CaCl₂-extrahierbare N-Fractionen im Boden. Diss. (agr.) Universität Gießen.
- SCHMIDTKE, K. (2001): Umweltgerechter Anbau von Leguminosen – Entwicklung und Anwendung eines Verfahrens zur Quantifizierung der N-Flächenbilanz (Az. 07312). Abschlußbericht des Forschungsvorhabens, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (Dezember 2001), 1-234.
- SCHMIDTKE, K. (2004): Stickstoffbilanz und Stickstoffvorfruchtwert von Leguminosen. Beiträge zum XXIX. Fortbildungskurs der Sächsischen Interessengemeinschaft Ökologischer Landbau e.V. (SIGÖL), 2004, Einsiedel, R. (Hrsg.), Wissenschaftliches Lektorat & Verlag Leipzig, 23-32.
- SIEGEL, C. (2007): Die Wirkung des Unkrautstriegels in den Kulturen Körnererbse und Silomais bei unterschiedlichen Strichabständen und Geschwindigkeiten. Diplomarbeit im Fachgebiet Ökologischer Landbau der HTW Dresden (FH).
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.) 1960: Stichproben in der amtlichen Statistik. Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- STEINER, A.M. (1989): Saatgutproduktion und Saatgutqualität bei Körnerleguminosen (*Vicia faba* L., *Pisum sativum* L., *Lupinus* ssp.). Schriftenreihe des BMELF, Reihe A, Angewandte Forschung 367, 64-71.
- SUND, J.M., BARRINGTON, G.P. and SCHOLL, J.M. (1966): Methods and depth of sowing forage grasses and legumes. In: Hill, A.G.G. (ed.) Proceedings of the X International Grassland Congress, Helsinki, Finland. Finnish Grassland Association, Helsinki, 319-323.
- URBATZKA, P., GRAß, R. UND SCHÜLER, C. (2005): Prüfung alter Wintererbsengenotypen in Rein- und Gemengesaat. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, 26 – 27.
- URBATZKA, P., GRAß, R. UND SCHÜLER, C. (2005): Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den Ökologischen Landbau am Beispiel von Wintererbsen. In: Heß, J. und G. Rahmann (Hrsg.), 2005: Ende der Nische – Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 59-60.
- WICHMANN, S. (2004): Ertragsleistung, Futterqualitätsentwicklung, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von verschiedenen Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. Diss. (agr.) Universität Kiel.
- WUNDERLICH, B., SCHMIDTKE, K. und RAUBER, R. (1992): Differenzierte Kleeergrasuntersaaten in Winterroggen - Wirkungen auf Ackerbegleitflora und Stickstoffhaushalt. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 5, 51-55.

6 Anhang

Anlage 1: Charakteristik der fünf Agrarstrukturgebiete in Sachsen

	I	II	III	IV	V
	Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal	Oberlausitz, Sächsische Schweiz	Mittelsächsisches Lößgebiet	Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland	Erzgebirgskamm
Ø Höhe in m über NN	134	264	199	418	621
Ø verfügbare Feldarbeitstage	209	161	176	147	131
Ackerzahl	32 bis 57	47 bis 49	51 bis 60	33 bis 38	26
Grünlandzahl	39 bis 43	44 bis 48	47 bis 53	36 bis 40	31
Ø Jahresniederschlagsmenge in mm	628	763	668	798	942
Ø Niederschlagsmenge Mai bis Juli in mm	202	237	209	265	300
Ø Jahrestemperatur in °C	8,3	7,4	8,0	6,4	5,5

Quelle: LfL 1999

Anlage 2: Zuordnung der landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete zu den fünf Agrarstrukturgebieten (ASG) in Sachsen

ASG	Vergleichsgebiete	
I - Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal		
	1	Lausitzer Heide und Teichgebiet
	10	Dübener-Dahlener Heide
	11	Sächsische Elbtalniederung
II – Oberlausitz, Sächsische Schweiz		
	2	Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland
	3	Elbsandsteingebirge
III – Mittelsächsisches Lößgebiet		
	7	Mittelsächsisches Hügelland
	8	Mittelsächsische Platte
	9	Leipziger Tieflandsbucht
IV – Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland		
	4	Nördliche Erzgebirgsabdachung
	6	Zwickauer-Chemnitzer Hügelland
	6 a	Elsterbergland
V – Erzgebirgskamm		
	5	Erzgebirgskamm

Quelle: LfL 1999

Anlage 3: Fragebogen (Darstellung des vollständigen der Befragung zu Grunde liegenden Fragebogens)

1.1 Fragebogen



Hochschule für
Technik und Wirtschaft (FH)
Fachbereich Landbau/Landespflege

Stiftungsprofessur Ökologischer Landbau
Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke
Dipl.-Ing. agr. Elke Schubert
Tel. 0351/462-2823

Forschungsprojekt:

Ist-Analyse und Potenziale biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung im Ackerbau Sachsens

Gefördert aus Mitteln des Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

(Datenerhebung bezogen auf Anbau und Ernte im Jahr **2005**)

Unternehmensprofil, Betriebscharakteristik 2005

Verschlüsselte Betriebs-Nr.:..... ..

Interview durchgeführt am:.....

durch:.....

A 1 Name:

Straße:

PLZ und Ort:.....

Tel:.....

E-Mail:.....

A 2 Name des Gesprächspartners:

Stellung im Unternehmen:

1.1.1.1 **A 3 Betriebsform** **Haupterwerb** **Nebenerwerb**
sonstiges

A 4 Betriebsgrößeha LN insgesamt
.....ha Ackerland
.....ha Grünland

A 5 Klima- und Standortverhältnisse Ø Jahresniederschlag: mm
Mittlere Jahrestemperatur: °C
Höhenlage:
Bodenart:.....
Acker-/Grünlandzahl:

A 6 Ökobetrieb seit:

A 7 Viehbesatz: bitte Kopie der Tierbestandsliste (Antrag auf Agrarförderung **2005**) beifügen; Ansonsten: Tierhaltung (Tierart und Umfang)

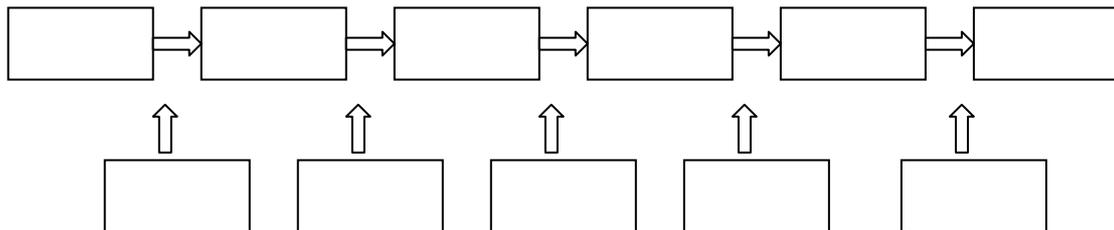
.....

A 8 Anbaustruktur: bitte Kopie vom Flächennachweis (Antrag auf Agrarförderung **2005**) beifügen; Ansonsten: Auflistung des Kulturartenverzeichnisses:

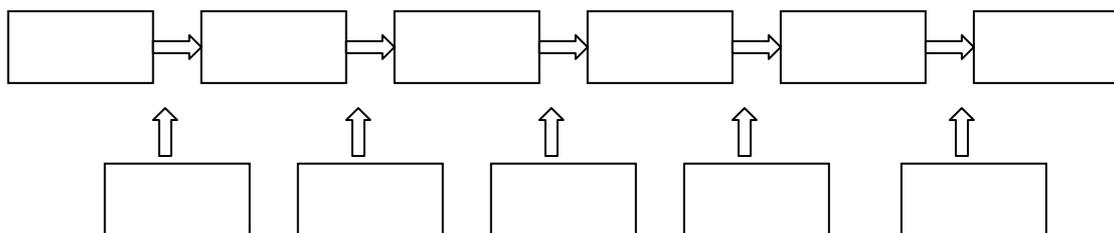
Fruchtart	Anbauumfang	Fruchtart	Anbauumfang
1 .....	..... ha	6. ....	..... ha
2 .....	..... ha	7. ....	..... ha
3 .....	..... ha	8. ....	..... ha
4 .....	..... ha	9. ....	..... ha
5 .....	..... ha	10. ....	..... ha

A 9 Fruchtfolge(n): bitte Haupt- und Zwischenfrüchte eintragen

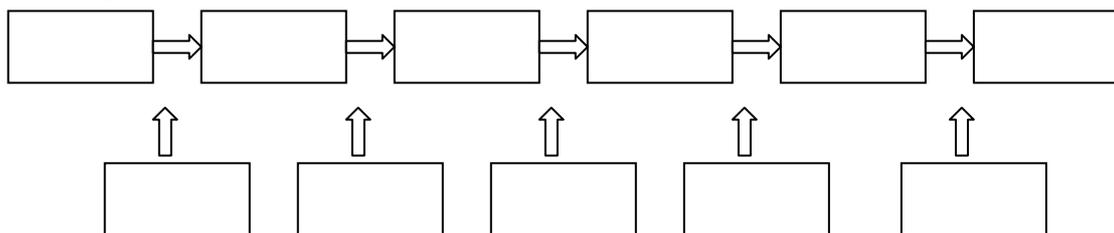
Fruchtfolge 1 auf :.....ha der Ackerfläche



Fruchtfolge 2 auf :.....ha der Ackerfläche



Fruchtfolge 3 auf :.....ha der Ackerfläche



A 10 Anbau von Leguminosen 2005

I. Körnerleguminosen (Hauptfrucht) und deren Gemenge:

	Reinsaat	Gemengepartner
Ackerbohne .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Futtererbse .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frisch-/Gemüseerbse .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Blaue Lupine .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leg.-gemenge (Sommerwicke) .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstige/andere .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

II. Futterleguminosen (Hauptfrucht) und deren Gemenge zur Futternutzung:

	Reinsaat	Gemengepartner
Luzerne .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luzernegras .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rotklee: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rotklee gras: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Persischer Klee: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Persischer Klee/Gras: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstige Futterleguminosen: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

III. Zwischenfruchtanbau (z.B. Landsberger Gemenge, Wickroggen)

a. Grobleguminosengemenge (z.B. Ackerbohne + Partner)

	Reinsaat	Gemengepartner
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Feinleguminosengemenge (z.B. Weißklee + Partner)

	Reinsaat	Gemengepartner
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arten: .....ha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A 11 Auswahl der Untersuchungsschläge

(Ziel ist die Produktionsanalyse auf repräsentativen Schlägen; KL, FL, ZF)

	1	2	3	4	5
Kulturart					
Schlag-Nr.					
Bezeichnung					
Größe [ha]					
AZ					
Bodenart					
Bodenanalyse					
Datum/Jahr					
P [mg P/100g]					
K [mg K/100g]					
Mg [mg Mg/100g]					
pH-Wert					
Verschlüsselte Schlag-Nr.					



Großkörnige Leguminosen als Hauptfrucht 2005

(Kulturarten: z.B. Ackerbohne, Futtererbse, Lupine)

B 1 Untersuchungsobjekt 2005

Fruchtart:

Schlag-Nr.:

Schlag-Bezeichnung:

Größe:

B 2 Fruchtfolgeeinordnung Vorfrucht 2004:

Zwischenfrucht 2004:

Zwischenfrucht 2005:

Nachfrucht 2006:

B 3 Bodenbearbeitung

Primär-BB:

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreit (AB)

Sekundär-BB:

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreit (AB)

B 4 Aussaattechnik Drillsaat

sonstiges:

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

B 5 Aussaat Aussaattermin:

Aussaattiefe:

Aussaastärke:kg/ha,Kö/m² (TKG

B 6 Saatgut Sorte:

Nachbau

Zukauf

Z-Saatgut

Basissaatgut

Kosten:€/dt

- B 10 Düngungsmaßnahmen (organisch) durchgeführt** ja nein
- Gülle/Jauchem³/ha (Tierart) Termin:
 - Schleppschlaucheinsatz bei Gülleausbringung ja nein
 - Tiefstallmistdt/ha Termin:
 - Rottemistdt/ha Termin:
 - Frischmistdt/ha Termin:
 - Bioabfallkompostdt/ha Termin:
- (Zusammensetzung, Analyseergebnis, wenn vorhanden beifügen)

	Düngungsmaßnahme	Düngungsmaßnahme
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite		

- B 11 Ertragseinbußen aufgetreten** ja nein
- Witterungsbedingungen/-einfluss
 - Schaderreger
 - sonstige:

wenn ja, welche:

Umfang des Schadens: gering mittel hoch

Körnerleguminosen - Ernte und Erntetechnik 2005

C 1 Ernte

Termin:

Erntemenge:

C 2 Verwertung der Erntemengen

innerbetrieblich

Verkauf - Erlös

Gründüngung/ Mulchen	Frischfutter	Heuwerbung	Silage/GPS	Beweidung

C 3 Prozentuale Ertragsanteile (bei Futternutzung)

..... % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)

C 4 Mähdrusch

Mähdrescher

sonstiges

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

Selbstfahrer gezogen

C 5 Mähtechnik

Kreiselmäher

Balkenmäher

sonstiges

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

Selbstfahrer gezogen

Gründe der Auswahl der Kulturart:

	Wichtung (1-hoch bis 5-niedrig)				
	1	2	3	4	5
N-Anreicherung					
Humusmehrung					
FF-Auflöckerung/ Phytopsanitäre Effekte					
Unterbodendurchporung/ Nährstoffaufschluss					
Unkrautunterdrückung					
Preis, Erlös					
Sonstiges:					
.....					

Bemerkungen:

.....

.....

.....



Kleinkörnige Leguminosen als Hauptfrucht 2005

(Kulturarten: z.B. Luzerne, Luzernegrass, Rotklee; Weißklee)

E 1 Untersuchungsobjekt 2005

Fruchtart:

Schlag-Nr.:

Schlag-Bezeichnung:

Größe:

E 2 Fruchtfolgeeinordnung Vorfrucht 2004:

Nachfrucht 2006:

E 3 Aussaatverfahren

Blanksaat

Untersaat

Art der Deckfrucht

Aussaatstärke der Deckfruchtkg/ha

E 4 Bodenbearbeitung

a. zur Blanksaat:

Primär-BB:

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

Sekundär-BB:

.....

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

b. zur Untersaat:

.....

Traktorleistung:KW, (.....PS)

Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

E 5 Aussaattechnik Kleegeige

- Breitsaat mit pneumatischem Düngerstreuer
- Breitsaat mit Tellerstreuer
- Drillsaat
- Traktorleistung:KW, (.....PS)
- Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

E 6 Hauptnutzungsjahr des Bestandes in 2005:

- 1. 3.
- 2. 4.

E 7 Aussaat

Aussaattermin:
 Aussaattiefe:
 Aussaatstärke:kg/ha,Kö/m² (TKG)

E 8 Saatgut

Sorte:
 Nachbau
 Zukauf Z-Saatgut
 Basissaatgut
 Kosten:
 Ansaatmischung vorgefertigt
 selbst gemischt

E 9 Zusammensetzung der Ansaatmischung

Pflanzenart	kg/ha in Saatmischung

E 10 Ernte der Deckfrucht

Erntezeitpunkt
 Erntemenge
 Stroh abgeräumt ja nein

E 11 Unkrautregulierung durchgeführt ja nein

- Schröpfschnitt im Herbst; Zeitraum/Termin:
- Traktorleistung:KW, (.....PS)
- Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

E 12 Düngungsmaßnahmen (mineralisch) durchgeführt ja nein

- P:kg/ha alsTermin:
- K:kg/ha alsTermin:
- Kalk:kg/ha alsTermin:

	Düngungsmaßnahme	Düngungsmaßnahme
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite		

E 13 Düngungsmaßnahmen (organisch) durchgeführt ja nein

- Gülle/Jauchem³/ha (Tierart) Termin:
Schleppschlaucheinsatz bei Gülleausbringung ja nein
- Tiefstallmistdt/ha Termin:
- Rottemistdt/ha Termin:
- Frischmistdt/ha Termin:
- Bioabfallkompostdt/ha Termin:
(Zusammensetzung, Analyseergebnis, wenn vorhanden beifügen)

	Düngungsmaßnahme	Düngungsmaßnahme
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite		

E 14 Ertragseinbußen aufgetreten ja nein

- Witterungsbedingungen/-einfluss
- Schaderreger
- sonstige:

wenn ja, welche:

Umfang des Schadens: gering mittel hoch

Futterleguminosen - Ernte und Erntetechnik 2005

F 1 Anzahl der Schnitte

- 1; Termin: 3; Termin:
 2; Termin: 4; Termin:

F 2 Verwertung der Erntemengen

- innerbetrieblich
 Verkauf - Erlös

Schnitt	1	2	3	4
Gründüngung/Mulchen				
Frischfutter				
Heuwerbung				
Silage				
Beweidung				

F 3 Erntemengen

1. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha
 2. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha
 3. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha
 4. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha

F 4 Prozentuale Ertragsanteile (bei Futterleguminosengemengen)

1. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)
 2. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)
 3. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)
 4. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)

F 5 Mähtechnik

- Kreiselmäher
 Balkenmäher
 sonstiges
 Traktorleistung:KW, (.....PS)
 Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreit (AB)
 Selbstfahrer gezogen

	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt
Traktorleistung (KW/PS)				
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite				

F 6 Narbenzerstörung

durchgeführt ja nein

wenn ja, wie: Termin:

Traktorleistung:KW, (.....PS)

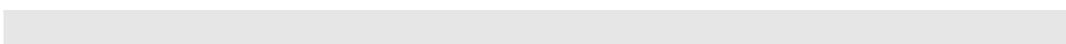
Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

Gründe der Auswahl der Kulturart:

	Wichtung (1-hoch bis 5-niedrig)				
	1	2	3	4	5
N-Anreicherung					
Humusmehrung					
FF-Auflockerung/ Phytosanitäre Effekte					
Unterbodendurchporung/ Nährstoffaufschluss					
Unkrautunterdrückung					
Preis, Erlös					
Sonstiges:					
.....					

Bemerkungen:

.....



(Kulturarten: z.B. Landsberger Gemenge, Wickroggen; Weißklee-Gras)

E 1 Untersuchungsobjekt 2005

Fruchtart:
Schlag-Nr.:
Schlag-Bezeichnung:
Größe:

H 1 Fruchtfolgeeinordnung Vorfrucht 2005:
Nachfrucht 2006:.....

H 2 Aussaatverfahren

- Blanksaat
- Stoppelsaat (ohne Pflugfurche)
- Untersaat
- Art der Deckfrucht
- Aussaatstärke der Deckfrucht
- Traktorleistung:KW, (.....PS)
- Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

H 3 Bodenbearbeitung

- a. zur Blanksaat:**
- Primär-BB:
 - Traktorleistung:KW, (.....PS)
 - Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)
- Sekundär-BB:
 - Traktorleistung:KW, (.....PS)
 - Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)
- b. zur Untersaat:**
- Traktorleistung:KW, (.....PS)
- Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

H 4 Aussaat Zusammensetzung der Ansaatmischung

Pflanzenart	kg/ha in Saatmischung

Aussaattermin:

Aussaattiefe:

Aussaatstärke:kg/ha,Kö/m² (TKG

H 5 Saatgut Sorte:

- Nachbau
- Zukauf Z-Saatgut
- Basissaatgut
- Kosten:

- Ansaatmischung vorgefertigt
- selbst gemischt

H 6 Unkrautregulierung im Bestand durchgeführt ja nein

- Striegeln, Zeitraum/Termin:
- Hacken, Zeitraum/Termin:
- Eggen, Zeitraum/Termin:
- Traktorleistung:KW, (.....PS)
- Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)

H 7 Düngungsmaßnahmen (mineralisch) durchgeführt ja nein

P:kg/ha alsTermin:

K:kg/ha alsTermin:

Kalk:kg/ha alsTermin:

	Düngungsmaßnahme	Düngungsmaßnahme
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite		

H 8 Düngungsmaßnahmen (organisch) durchgeführt ja nein

Gülle/Jauchem³/ha (Tierart) Termin:

Schleppschlaucheinsatz bei Gülleausbringung ja nein

Tiefstallmistdt/ha Termin:

Rottemistdt/ha Termin:

Frischmistdt/ha Termin:

Bioabfallkompostdt/ha Termin:

(Zusammensetzung, Analyseergebnis, wenn vorhanden beifügen)

	Düngungsmaßnahme	Düngungsmaßnahme
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät.....m Arbeitsbreite		

H 9 Schaderreger aufgetreten ja nein

wenn ja, welche:

Umfang des Schadens: gering mittel hoch



Leguminosen-Zwischenfrüchte - Ernte und Erntetechnik 2005

I 1 Anzahl der Schnitte:

- O 1. Schnitt: Termin:
- O 2. Schnitt: Termin:

I 2 Wahl des Schnittzeitpunktes

- O nach Bestandeshöhe, cm

I 3 Erntemengen

- O 1. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha
- O 2. Schnitt dt FM/ha; dt TM/ha

I 4 Prozentuale Ertragsanteile (bei Feldfuttermenge)

- O 1. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen (Gras)
- O 2. Schnitt % Leguminosen; % Nicht-Leguminosen

I 5 Verwertung der Erntemengen

- O innerbetrieblich
- O Verkauf - Erlös

	Abgefahren Frischfutter	Weide	Mulchen	Eingearbeitet Gründüngung	sonstiges
1. Schnitt					
2. Schnitt					

I 6 Mähetechnik

- O Kreismäher
- O Balkenmäher
- O sonstiges

	1. Schnitt	2. Schnitt
Traktorleistung (KW/PS)		
Bearbeitungsgerät....m Arbeitsbreite		

I 7 Narbenzerstörung durchgeführt O ja O nein

- wenn ja, wie; Termin:
 - Traktorleistung:KW, (.....PS)
 - Bearbeitungsgerät:m Arbeitsbreite (AB)
-

Gründe der Auswahl der Kulturart:

	Wichtung (1-hoch bis 5-niedrig)				
	1	2	3	4	5
N-Anreicherung					
Humusmehrung					
FF-Auflockerung/ Phytopsanitäre Effekte					
Unterbodendurchporung/ Nährstoffaufschluss					
Unkrautunterdrückung					
Preis, Erlös					
Sonstiges:					
.....					

Bemerkungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Anlage 4: Fruchtfolgegestaltung in den befragten Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen

Betrieb								
Nr.	Ackerland		Dauer FF Jahre	Prozentualer Anteil der Fruchtartengruppen in der FF (in %)				
	ha			Get.	KL	FL	SF	ÖF*
1	598	Klee-WW/Hafer/WRA-SG/Hafer-Erbse-Trit./WRO	6	66,7	16,7	16,7		
3	191	Klee-Klee-WRA-WW-Hafer-Dinkel/Trit.	6	50,0	0,0	33,3		16,7
5	44	KG-KG-Mais-SG/Hafer-Trit./WW/WRO	5	40,0	0,0	40,0	20,0	
6	11	Erbse-WG-Trit./WRO	3	66,7	33,3	0,0		
7	3	KG-KG-WW-WRO/Trit.-Hafer	5	60,0	0,0	40,0		
10	20	Trit.-Erbse-WW-Trit.-Luz./Erbse-Luz./Knautgras	6	50,0	16,7	33,3		
12	247	WW-WG-Trit.-KG-KG-KG	6	50,0	0,0	50,0		
13	12	WGetreide-SGetreide-Klee	3	66,7	0,0	33,3		
14	44	Trit.-WRO-Hafer-Luz.-Luz.	5	60,0		40,0		
17	14	Luz./KG-Luz./KG-WW-WG-Hafer-Erbse/Lupine-WRO-Dinkel	8	62,5	12,5	25,0		
18	68	WW-WRO-Luz.-Luz.	4	50,0	0,0	50,0		
19	2	KG-KG-WW-SG	4	50,0	0,0	50,0		
20	461	Klee-WW-WRO-WG-Erbse-WW-Hafer	7	71,4	14,3	14,3		
21	191	SB-Klee-WW-Trit.-Mais/SB-Klee	6	33,3	0,0	33,3	16,7	16,7
22	329	KG-KG-WW-Hafer/SG-Trit.-Lupine	6	50,0	16,7	33,3		
26	49	Luz.-WW-WRO-Hafer	4	75,0	0,0	25,0		
27	83	KG-KG-SW-WRO-Dinkel/SRO-Hafer	6	66,7	0,0	33,3		
28	24	KG-KG-WRO-Hafer-WRO-	5	60,0	0,0	40,0		
30	22	KG-KG-WW-Dinkel/Hafer-Trit./Dinkel	5	60,0	0,0	40,0		
31	93	KG-KG-WRO-Lupine-Trit.	5	40,0	20,0	20,0		
32	171	GSE-Luz.-Luz.-GSE-WW-WRO	6	33,3	33,3	33,3		
Durchschnitt (21 Betriebe)			5,3	55,3	7,8	33,5	1,7	1,7

*FF-Fruchtfolge, Get.: Getreide, KL: Körnerleguminosen, FL: Futterleguminosen + Gemenge, SF: Sonstige Futterpflanzen, ÖF: Ölfrüchte (Winterraps, Sonnenblume), KG: Klee gras, Luz.: Luzerne, WW: Winterweizen, WRO: Winterroggen, Trit.: Triticale, SW: Sommerweizen, SRO: Sommerroggen, WG: Wintergerste, WRA: Winterraps, GSE: Grünspeiseerbse

Anlage 5: Übersicht der betrieblichen Anbaustruktur der 32 des ökologischen Landbaus in Sachsen im Jahr 2005 (Fortsetzung)

Betrieb Nr.	ha LN Öko-Fläche insg.		davon AL ha %		GL ha %		Acker- land insg. ha	davon Getr. +KM ha %		KL +GM ha %		FL +GM ha %		SF ha %		Ölfrüchte Raps, Senf, SB ha %		Hackfr. FR, ZR, Kart. ha %		sonst. ha %		GV Besatz
	ha		ha	%	ha	%		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
21	250,0		191,3	0,8	58,7	0,2	191,3	60,3	0,3	49,5	0,3	32,2	0,2	9,3	0,0	0,0	0,0	40,0	0,2	0,0	0,0	0,5
32	171,4		140,2	0,8	31,3	0,2	140,2	54,9	0,4	54,7	0,4	29,1	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Ø	81,3		65,4	0,8	15,9	0,2	65,4	29,6	0,5	12,5	0,2	16,4	0,3	1,8	0,0	0,6	0,0	4,5	0,1	0,0	0,0	0,2
ASG IV - Erzgebirgsvorland, Elsterbergland																						
1	1126,6		598,0	0,5	528,5	0,5	598,0	297,4	0,5	59,0	0,1	241,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
2	10,7		10,7	1,0	0,0	0,0	10,7	3,9	0,4	1,3	0,1	1,5	0,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,8	0,1	2,6	0,2	0,0
3	253,2		190,9	0,8	62,3	0,2	190,9	100,8	0,5	20,9	0,1	59,4	0,3	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,3
12	246,8		246,8	1,0	0,0	0,0	246,8	215,3	0,9	19,2	0,1	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
23	131,6		84,4	0,6	47,2	0,4	84,4	57,1	0,7	0,0	0,0	27,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
16	77,9		49,7	0,6	28,2	0,4	49,7	30,8	0,6	2,9	0,1	6,9	0,1	6,6	0,1	2,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
22	1208,7		838,8	0,7	369,9	0,3	838,8	524,5	0,6	106,1	0,1	89,6	0,1	83,3	0,1	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Ø	436,5		288,5	0,7	148,0	0,3	288,5	175,7	0,6	29,9	0,1	62,6	0,2	12,9	0,0	6,6	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,3
ASG V - Erzgebirgskamm																						
15	27,0		18,7	0,7	8,2	0,3	18,7	3,9	0,2	4,0	0,2	10,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
19	105,2		1,8	0,0	103,4	1,0	1,8	1,2	0,7	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
27	129,1		83,1	0,6	46,0	0,4	83,1	54,7	0,7	0,0	0,0	28,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
28	62,7		24,1	0,4	38,6	0,6	24,1	15,1	0,6	0,0	0,0	9,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Ø	81,0		31,9	0,4	49,1	0,6	31,9	18,7	0,6	1,0	0,0	12,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Ø	183,6		125,9	0,7	57,7	0,3	125,9	70,3	0,6	15,5	0,1	28,3	0,2	4,8	0,0	4,6	0,0	1,4	0,0	1,0	0,0	0,3

*Durchschnittswerte bezogen auf 32 Untersuchungsbetriebe, LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche, AL: Ackerland, GL: Grünland, Getr.-Getreide, KM-Körnermais, KL-Körnerleguminosen, FL-Futterleguminosen, GM-Gemenge, SF-Sonstige Futterpflanzen (Ackergras), FR: Futterrübe, ZR: Zuckerrübe, Kart.: Kartoffel
GV-Großvieheinheit

Anlage 6: Futterflächenanteil in den 26 befragten viehhaltenden ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen (2005)

Betrieb											Berechnung der Futterflächen				
	ha LN	Öko	GL	KL		FL		SF				Futterfläche		ohne KL	
	insg.			+GM		+GM					GV	GL+KL+FL-SF	% an	GL+FL+SF	
Nr.	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	Besatz		ha	FF	ha	% an FF
ASG I - Sächs. Heidegebiete, Riesaer-Torgauer Elbtal															
6	- viehlos, ohne GL														
9	78,6	38,8	49,3%	15,0	41,6%	1,9	5,3%	12,0	33,3%	0,4		67,7	86,2%	52,7	67,1%
10	- viehlos, ohne GL														
14	60,8	16,8	27,6%	0,0	0,0%	19,2	43,7%	0,0	0,0%	0,7		36,0	59,2%	36,0	59,2%
29	362,6	46,0	12,7%	65,1	20,3%	28,4	8,9%	0,5	0,1%	0,1		140,0	38,6%	74,9	20,6%
31	114,8	22,4	19,5%	20,0	21,6%	15,9	17,2%	2,9	3,1%	0,2		61,2	53,3%	41,2	35,9%
Ø	154,2	31,0	20,1%	25,0	29,3%	16,4	19,1%	3,8	4,5%	0,4		76,2	49,4%	51,2	33,2%
ASG II - Oberlausitz, Sächs. Schweiz															
20	684,6	224,0	32,7%	29,6	5,9%	109,9	22,0%	16,4	3,3%	0,2		379,9	55,5%	350,3	51,2%
4	- viehlos, ohne GL														
5	80,4	36,5	45,4%	0,0	0,0%	6,7	15,1%	9,2	21,0%	0,9		52,4	65,2%	52,4	65,2%
17	24,1	10,5	43,6%	1,4	9,9%	5,0	36,7%	0,0	0,0%	0,3		16,9	69,9%	15,5	64,3%
24	176,6	30,6	17,3%	21,9	15,7%	26,4	18,8%	0,0	0,0%	0,1		78,9	44,7%	57,0	32,3%
25	104,5	46,1	44,1%	6,8	11,7%	5,6	9,7%	6,8	11,7%	0,7		65,2	62,5%	58,5	56,0%
Ø	214,0	69,5	32,5%	11,9	9,3%	30,7	23,9%	6,5	5,0%	0,5		118,7	55,4%	106,7	49,9%
ASG III - Mittelsächs. Lößgebiet															
30	27,2	5,4	20,0%	0,0	0,0%	16,5	76,0%	1,0	4,6%	0,3		23,0	84,4%	23,0	84,4%
11	93,9	7,3	7,8%	0,0	0,0%	17,9	20,7%	0,0	0,0%	0,1		25,2	26,8%	25,2	26,8%
18	- viehlos, ohne GL														
7	14,2	11,0	77,5%	0,0	0,0%	0,9	28,8%	0,0	0,0%	0,5		11,9	84,0%	11,9	84,0%
8	- viehlos, ohne GL														
26	76,8	27,6	35,9%	8,1	16,4%	18,8	38,2%	4,4	9,0%	0,5		58,9	76,7%	50,8	66,2%
13	13,2	1,4	10,3%	0,0	0,0%	3,4	28,5%	0,0	0,0%	0,2		4,7	35,9%	4,7	35,9%

Anlage 6: Futterflächenanteil in den 26 befragten viehhaltenden ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Sachsen (2005), Fortsetzung

Betrieb	ha LN										Berechnung der Futterflächen			
	Öko	GL		KL		FL		SF			Futterfläche		ohne KL	
	insg.			+GM		+GM				GV	GL+KL+FL-SF	% an	GL+FL+SF	
Nr.	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	Besatz	ha	FF	ha	% an FF
21	250,0	58,7	23,5%	49,5	25,9%	32,2	16,8%	9,3	4,9%	0,5	149,7	59,9%	100,2	40,1%
32	171,4	31,3	18,2%	54,7	39,0%	29,1	20,8%	1,4	1,0%	0,1	116,5	67,9%	61,8	36,0%
Ø	92,4	20,4	22,1%	16,0	24,5%	17,0	25,9%	2,3	3,5%	0,3	55,7	60,3%	39,7	42,9%
ASG IV - Erzgebirgsvorland, Elsterbergland														
1	1.126,5	528,5	46,9%	59,0	9,9%	241,6	40,4%	0,0	0,0%	0,3	829,2	73,6%	770,1	68,4%
2	- viehlos, ohne GL													
3	253,2	62,3	24,6%	20,9	10,9%	59,4	31,1%	0,0	0,0%	0,3	142,6	56,3%	121,7	48,1%
12	246,8	0,0	0,0%	19,2	7,8%	12,3	5,0%	0,0	0,0%	0,4	31,5	12,8%	12,3	5,0%
23	131,6	47,2	35,9%	0,0	0,0%	27,2	32,3%	0,0	0,0%	0,5	74,4	56,6%	74,4	56,6%
16	77,9	28,2	36,2%	2,9	5,8%	6,9	13,8%	6,6	13,3%	0,5	44,5	57,2%	41,7	53,5%
22	1.208,7	369,9	30,6%	106,1	12,7%	89,6	10,7%	83,3	9,9%	0,4	648,9	53,7%	542,8	44,9%
Ø	507,5	172,7	34,0%	34,7	12,0%	72,8	25,2%	15,0	5,2%	0,4	295,2	58,2%	260,5	51,3%
ASG V - Erzgebirgskamm														
15	27,0	8,2	30,6%	4,0	21,4%	10,8	57,8%	0,0	0,0%	0,3	23,1	85,5%	19,1	70,7%
19	105,2	103,4	98,3%	0,0	0,0%	0,6	33,3%	0,0	0,0%	0,6	104,0	98,9%	104,0	98,9%
27	129,1	46,0	35,6%	0,0	0,0%	28,4	34,2%	0,0	0,0%	0,9	74,3	57,6%	74,3	57,6%
28	62,7	38,6	61,5%	0,0	0,0%	9,0	37,3%	0,0	0,0%	0,7	47,6	75,9%	47,6	75,9%
Ø	81,0	49,1	60,6%	1,0	3,1%	12,2	38,2%	0,0	0,0%	0,6	62,3	76,9%	61,3	75,6%
Ø	219,3	71,0	32,4%	18,6	14,8%	31,7	25,2%	5,9	4,7%	0,4	127,2	58,0%	108,6	49,5%

*Durchschnittswerte bezogen auf 26 viehhaltende Untersuchungsbetriebe, LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche, GL: Grünland, KL-Körnerleguminosen, FL-Futterleguminosen, GM-Gemenge, SF-Sonstige Futterpflanzen (Ackergras), GV-Großvieheinheit, FF: Fruchtfolge

Anlage 7: Körnerbse - Übersicht zu Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Betrieb Nr.	2	3	6	12	15	22	29	1	24	25
ASG	IV	IV	I	IV	V	IV	I	IV	II	II
Ø AZ	36	32	24	42	39	33	31	22	50	50
Flächen- größe (ha)	1,2	20,9	10,7	19,2	4,0	76,4	24,9	59,0	21,9	6,7
Reinsaat	x	x	x	x	x	x	x			
Gemenge								Lein- dotter	Lein- dotter	Hafer
Vorfrucht 2004	Ge- müse	Trit.	Trit.	WW	SRa	Hafer	SB	Hafer	WG	Kart.
Nachfrucht 2006	Kart.	SG	WG	WG	SG	WG	WW	Trit.	WW	WRo
Sorte	Lido	Har- nas	Har- nas	Ma- dona	Attika	Lido	Har- nas	Lido	Attika	Har- nas
Aussaat- termin	01.04	11.04	25.03	04.04	28.04	16.04	05.04	18.04	04.04	04.04
Aussaattie- fe in cm	4	4	5	5	3	5	4	3	4	4
Aussaat- menge (kg ha ⁻¹)	240	210	185	240	250	250	200	260	210	180
Nachbau	x	x		x	x	x	x		x	x
Zukauf			x					x		
Grund-BB										
- mit Pflug Herbst	x	x		x	x	x	x	x	x	x
- mit Pflug Frühjahr			x							
- ohne Pflug										
Saatbettbereitung										
Grubbern		x	x		x		x		x	
- Schlep- pen	x			x		x		x		
- Kreisel- egge										x
Aussaat										
- mit walzen	x	x	x			x	x	x	x	
- ohne walz.				x	x					x
Unkrautregulierung										
- nein					x				x	
- Striegel1 x	x	x		x		x	x	x		x
- Striegel3 x			x							
- Hacken1 x							x			
Düngung										
- org., nein	x	x	x	x	x		x	x	x	x
- org., ja						x				
- min., nein	x	x		x	x		x	x	x	x
- min., ja			x			x				
Ertragseinbußen										
- ja		x			x		x	x	x	x
- nein	x		x	x		x				
- Ertrag	30	25	15	19,8	17,2	27	20	15,4	25	k.A.

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, BB: Bodenbearbeitung, Kart.: Kartoffel, WW: Winterweizen, Trit.: Triticale, SG:: Sommergerste, WG.: Wintergerste, SRa: Sommerraps, SB: Sonnenblume

Anlage 8: Ackerbohne und Schmalblättrige Lupine - Übersicht Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Betrieb Nr.	Ackerbohne		Schmalblättrige Lupine					
	16	21	9	17	20	22	29	31
ASG	IV	III	I	II	II	IV	I	I
Ø AZ	22	62	34	58	45	33	31	38
Flächengröße (ha)	2,0	13,0	12,1	1,3	29,6	29,8	40,2	20,0
Vorfrucht 2004	SG	Mais	Hafer	WG	KG	Trit	SB	WRo
Nachfrucht 2006	WW	Kart.	Hafer	WRo	WRo	SW	Trit	Trit
Sorte	Divine	Aurelia	Bolten-sia	k.A.	Bora	Sonett	Borno	Sonett
Aussaattermin	20.04.	03.04.	08.04.	12.04.	01.04.	14.04.	07.04.	18.04.
Aussaattiefe in cm	4	5	2	3	3	3	2	5
Aussaatzstärke in kg ha ⁻¹	180	300	k.A.	k.A.	250	192	180	230
Nachbau				x	x	x		x
Zukauf	x	x	x				x	
Grund-BB								
- mit Pflug Herbst	x	x		x		x	x	x
- mit Pflug Frühjahr			x		x			
- ohne Pflug								
Saatbettbereitung								
- Grubbern	x	x	x				x	x
- Schleppen				x		x		
- Kreiselegge		x			x			
Aussaat								
- mit Anwalzen	x	x		x	x	x	x	x
- ohne Anwalzen			x					
Unkrautregulierung								
- nein					x			
- Striegeln 1 x			x	x		x	x	x
- Striegeln 2 x	x	x						
- Hacken 1 x							x	
Düngung								
- organisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x
- organisch, ja								
- mineralisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x
- mineralisch, ja								
Ertragseinbußen								
- ja			x	x		x	x	
- nein	x	x			x			x
Ernte								
- Ertrag	20	48	12	18	11,8	17	20	28

*ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, BB: Bodenbearbeitung, Kart.: Kartoffel, WW: Winterweizen, Trit.: Triticale, SG:: Sommergerste, WG.: Wintergerste, SRa: Sommerraps, SB: Sonnenblume, KG: Klee gras, WRo: Winterroggen, SW: Sommerweizen

Anlage 9: Gemüsespeiseerbse und Gemüsebohne - Übersicht der Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

	Gemüsespeiseerbse	Gemüsebohne
Betrieb Nr.	32	32
ASG	III	III
Ø AZ	45	45
Flächengröße (ha)	21,6	4,5
Vorfrucht 2004	Winterroggen	Winterweizen
Nachfrucht 2006	Luzerne	Luzerne
Reinsaat	ja	ja
Sorte	Avona	Paulista
Aussaattermin	24.03.05	07.07.05
Aussaattiefe in cm	5,0	5,0
Aussaatzstärke	300 kg ha ⁻¹	4 E ha ⁻¹
Nachbau		
Zukauf	x	X
Grund-BB		
- mit Pflug Herbst	x	X
Saatbettbereitung		
- Grubbern	x	X
Aussaat		
- mit Anwalzen	x	X
Unkrautregulierung		
- Striegeln 2 x	x	X
Düngung		
- organisch, nein	x	X
- mineralisch, nein	x	X
Ertragseinbußen		
- ja	x	
- nein		x
Ernte		
- Ertrag	22 dt FM ha ⁻¹	100 dt FM ha ⁻¹

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, FM: Frischmasse, BB: Bodenbearbeitung

Anlage 10: Luzerne - Übersicht der Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Betrieb Nr.	4	9	10	11	14	17	18	21	25	26	32
ASG	II	I	I	III	I	II	III	III	II	III	III
Ø AZ	30	34	18	45	35	58	42	62	50	35	45
Fläche (ha)	47,8	3,0	2,6	17,6	18,4	2,5	29,2	7,7	5,6	11,5	13,7
Reinsaat	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Gemenge									x		
Blanksaat	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Untersaat								x	x ¹⁾		
Aussaat											
Frühjahr		2005	2002	2003		2005	2005	2003	2004	2005	
Herbst	2003				2002						2002
Vorfrucht '04	Luz.	WW	Luz.	Luz.	Luz.	WRo	WRo	Luz.	Luz.	HA	Luz.
Nachfrucht 2006	Luz.	Luz.	Luz.	Luz.	Luz.	WW	Luz.	Kart.	Luz.	Luz.	Erbse
Sorte	Europe	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Triade	Djulia	k.A.	k.A.	Pomosa
Saattiefe	2,0	1,0	k.A.	0,5	2,0	2,0	2,5	1,0	1,0	2,0	1,0
Aussaatstärke in kg ha ⁻¹	35	30	k.A.	20	25	40	17	20	45 ²⁾	25	11
Zukauf	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Grund-BB			k.A.					k.A.			
- mit Pflug Herbst		x		x	x	x	x		x	x	x
- ohne Pflug	x										
Saatbettber.			k.A.				nein	k.A.			
- Grubbern	x	x		x	x	x			x	x	x
- Kreiseleg.					x						
Aussaat											
- mit walzen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Unkrautregulierung 2005											
- nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Düngung 2005											
- org., nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- min., nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ertragseinbußen 2005											
- ja		x	x								x
- nein	x			x	x	x	x	x	x	x	
Ernte 2005											
1 x Nutzung		x	x	x							
2 x Nutzung					x					x	
3 x Nutzung	x					x	x		x		x
4 x Nutzung								x			
Nutzungsart	PPP*	G*	H*	S*	HB*	SSS*	GFB*	SSHF*	SHS*	SH*	PSS*
Ertrag 2005											
dt FM ha ⁻¹	789	0		133		407		480	595,4	k.A.	360
dt TM ha ⁻¹			20	36,4	16,7		60,0		150		

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, P: Zur Erzeugung von Luzerne-Pellets, S: Silagebereitung, H: Heuerbung, B: Beweidung, F: Frischfütterbergung, G: Gründüngung, FM: Frischmasse, TM: Trockenmasse, HA: Hafer, Luz.: Luzerne, WW: Winterweizen, WRo: Winterroggen, Kart.: Kartoffel, ¹⁾Stützfruchtfunktion der Deckfrucht, ²⁾Luzerne-Gras-Gemenge (Ansaatverhältnis in kg ha⁻¹: 20 Luzerne, 10 Phacelia, 10 Weidelgras und 5 Wiesenlieschgras)

Anlage 11: Rot- und Weißklee sowie Persischer Klee in Reinsaat – Übersicht der Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

	Rotklee		Weißklee		Persischer Klee	
Betrieb Nr.	1	2	3	24	13	30
ASG	IV	IV	IV	II	III	III
Ø AZ	22	36	32	50	50	40
Fläche (ha)	173,51	1,5	18,06	39,0	3,4	4,3
Blanksaat		x		x		
Untersaat	WRo		SG		SG	SG ¹⁾
Aussaart						
Frühjahr	2004	2005	2004		2004	2005
Herbst				2004		
Vorfrucht 2004	WRo	WW	SG	WW	SG	Dinkel
Nachfrucht 2006	Rotklee	Hafer	Rotklee	WW	Triticale	Hafer
Sorte	Titus (t) ²⁾	Pirat (d) ³⁾	Lucrum (d) ³⁾	k.A.	Nanouk	Maral
Aussaattermin	15.05.04	01.05.05	12.04.04	17.08.04	16.04.04	22.04.05
Aussaattiefe in cm	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Aussaatzstärke in kg ha ⁻¹	20	20	20	12,8	7,5	15
Zukauf	x	x	x	x	x	x
Grund-BB zur Saat	nein			nein	nein	
- mit Pflug Herbst		x	x			x
Saatbettbereitung zur Saat						nein
- Grubbern		x	x	x		x
- Striegeln	x					
Aussaart						
- mit Anwalzen		x	x	x		x
- ohne walzen	x				x	
Unkrautregulierung 2005						
- nein	x	x	x	x	x	x
Düngung 2005						
- org., nein	x	x	x	x	x	x
- min., nein	x	x	x	x	x	x
Ertragseinbußen 2005						
- ja	x	x	x		X	
- nein				x		x
Ernte 2005						
2 × Nutzung						x
3 × Nutzung		x	x		X	
4 × Nutzung	x					
5 × Nutzung				x		
Nutzungsart	SFBG*	SSS*	SBB*	GGGGG*	GGG*	GG*
Ertrag in 2005				k.A.	k.A.	k.A.
dt FM ha ⁻¹	315	300	250			

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, S: Silagebereitung, B: Beweidung, F: Frischfutterbergung, G: Gründüngung, FM: Frischmasse, BB: Bodenbearbeitung, WW: Winterweizen, WRo: Winterroggen, SG: Sommergerste, k.A.: Keine Angaben, ¹⁾ Stützfruchtfunktion der Deckfrucht, ²⁾ tetraploid, ³⁾ diploid

Anlage 12: Klee-Gemenge - Darstellung der Mischungen in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Betrieb	3	5	7	12	15	16	17	19	20	22	23	26	27	28	29	30	31
ASG	IV	II	III	IV	V	IV	II	V	II	IV	IV	III	V	V	I	III	I
	RG*	RWG*	RWLG*	RG*	RG*	RLG*	RPLG*	WG*	RWG*	RG*	RWG*	RPG*	RG*	RG*	RWG*	RG*	WLG*
	+DF		+DF*		+DF*	+DF*								+DF*		+DF*	
Ansaatmischung	e)	e)	a)	b)	e)	c)	e)	e)	e)	d)	e)	e)	e)	e)	e)	e)	e)
Aussaatzstärke , Summe Deckfrucht und Untersaat in kg ha ⁻¹																	
Saatstärke in kg/ha	120	28	140	25	132	180	40	22	15	27,5	25	25	16	118	48	115	16
Deckfrucht – Aussatzstärke der Deckfrucht in kg ha ⁻¹																	
Sommergerste	50		100		100	160										75	
Hafer	50													100			
Aussaatzstärke der Futterleguminosen und Gräser in kg ha ⁻¹																	
Rotklee (diploid)	15	14	0,9	3	15	3	20			4,4	10,5	10		15	12	15	
Rotklee (tetraploid)			4,8	9		3			10,5	7,7			10				
Weißklee		2	1,8					15	1,5		1				3		4
Persischer Klee							5					5					
Luzerne			3			7	8										6
Weidelgras	5	12	13,6		2		5	5	1,5	15,4	9,5	5			30	20	
Schwedenklee			0,6														
Rotschwingel			0,6						1,5				3				
Wiesenschwingel			6,9	9		5								3			
Wiesenrispe			1,8														
Knautgras			1,5													5	6
Wiesenschnittgras			3,9	4	15	2		2			3	5	3				
Wiesenfuchsschwanz			0,6														
Erdklee							2										

ASG: Agrarstrukturgebiet, R: Rotklee, W: Weißklee, L: Luzerne, P: Persischer Klee, G: Gras, DF: Deckfrucht, RG: Rotklee, RWG: Rotklee, RWLG: Rotklee, RPLG: Rotklee, WG: Weidelgras, e) Betriebseigene Mischung, a) Bayerische Saatvereinigung, Mischung SV LandGreen Öko NF3, b) Q5: Sächsische Qualitätssaatmischung für den Ackerfutterbau Nr. 5, c) Q8: Sächsische Qualitätssaatmischung für den Ackerfutterbau Nr. 8, d) Q9: Sächsische Qualitätssaatmischung für den Ackerfutterbau Nr. 9

Anlage 13: Klee-Gemeinde - Übersicht der Anbauverfahren in den befragten Betrieben im Jahr 2005

Betrieb Nr.	3	5	7	12	15	16	17	19
ASG	IV	II	III	IV	V	IV	II	V
Ø AZ	36	38	70	42	39	22	58	17
Flächengröße (ha)	41,3	6,6	0,9	12,3	10,8	6,9	2,8	0,6
Anbau 2005	RG	RWG	RwLG	RG	RG	RLG	RPLG	WG
Vorfrucht 2004	RG	RWG	Hafer	RG	RG	RLG	WRO	SG
Nachfrucht 2006	RG	RWG	RwLG	RG	RG	RLG	RPLG	WG
Blanksaat		x		x			x	x
Untersaat	x		x		x	x		
Aussaat								
Frühjahr	2004	2003	2005		2003	2004		2005
Herbst				2003			2004	
Aussaatzstärke in kg ha ⁻¹	120	28	140	25	132	180	40	22
Aussaattiefe in cm	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	2,0
Nachbau Saatgut							x	
Zukauf Saatgut	x	x	x	x	x	x		x
Grund-BB zur Saat								
- mit Pflug Herbst	X	X		x	x	x	x	x
- mit Pflug Frühjahr			x					
- ohne Pflug								
Saatbettbereitung zur Saat								
- Grubbern	x	x	x	x	x	x	x	x
Aussaat								
- mit Anwalzen	x	x	x	x	x	x	x	x
Unkrautregulierung 2005								
- nein	x		x	x	x	x		
- Striegeln 1 ×		x						
- Mulchen 1 ×							x	x
Düngung 2005								
- organisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x
- mineralisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x
Ertragseinbußen 2005								
- ja		x						
- nein	x		x	x	x	x	x	x
Ernte 2005								
2 × Nutzung			x		x			
3 × Nutzung	x	x		x		x	x	
4 × Nutzung								
Nutzungsart	SBB	SSG	SS	SSS	HB	SSS	GFB	GSS
Ertrag dt FM ha ⁻¹	500	400		896			k.A.	370
Ertrag dt TM ha ⁻¹			70		200	160		

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, R: Rotklee, W: Weißklee, G: Gras, L: Luzerne, P: Persischer Klee, S: Silagebereitung, B: Beweidung, F: Frischfütterbergung, G: Gründüngung, FM: Frischmasse, TM: Trockenmasse, WRO: Winterroggen, WG: Wintergerste, SG: Sommergerste, Trit. Triticale,

**Anlage 13: Klee-Gemenge - Übersicht der Anbauverfahren in den befragten Betrieben
im Jahr 2005 (Fortsetzung)**

Betrieb Nr.	20	22	23	26	27	28	29	30	31
ASG	II	IV	IV	III	V	V	I	III	I
Ø AZ	45	33	31	35	28	28	31	40	38
Flächengröße (ha)	99,8	79,5	27,2	7,2	28,4	9,0	28,4	12,2	15,9
Anbau 2005	RWG	RG	RWG	RPG	RG	RG	RWG	RG	WLG
Vorfrucht 2004	RWG	RG	Hafer	Hafer	RG	RG	Trit	Hafer	Trit
Nachfrucht 2006	RWG	Dinkel	RWG	RPG	RG	WRO	RWG	RG	WG
Blanksaat	x	x	x	x	x		x		x
Untersaat						x		x	
Aussaat									
Frühjahr			2005	2005		2003		2005	
Herbst	2003	2003			2003		2004		2004
Aussaatstärke in kg ha ⁻¹	15	27,5	25	25	16	118	48	115	16
Aussaattiefe in cm	0,5	3,0	0,5	2,0	5,0	3,0	0,5	5,0	0,5
Nachbau Saatgut									
Zukauf Saatgut	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Grund-BB zur Saat									
- mit Pflug Herbst	x			x	x		x		
- mit Pflug Frühjahr						x			
- ohne Pflug		x	x					x	x
Saatbettbereitung zur Saat									
- Grubbern	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aussaat									
- mit Anwalzen	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Unkrautregulierung 2005									
- nein	x	x	x	x	x	x	x	x	
- Striegeln 1 ×									x
- Mulchen 1 ×									
Düngung 2005									
- organisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- mineralisch, nein	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ertragseinbußen 2005									
- ja						x			
- nein	x	x	x	x	x		x	x	x
Ernte 2005									
2 × Nutzung	x			x			x		
3 × Nutzung			x		x	x		x	x
4 × Nutzung		x							
Nutzungsart	GG	SFSS	BBG	SH	SSS	SSB	HH	SGS	HHG
Ertrag dt FM ha ⁻¹	k.A.	500	k.A.		510	k.A.		k.A.	k.A.
Ertrag dt TM ha ⁻¹				35			52		

ASG: Agrarstrukturgebiet, AZ: Ackerzahl, R: Rotklee, W: Weißklee, G: Gras, L: Luzerne, P: Persischer Klee, S: Silagebereitung, B: Beweidung, F: Frischfutterbergung, G: Gründüngung, FM: Frischmasse, TM: Trockenmasse, WRO: Winterroggen, WG: Wintergerste, SG: Sommergerste, Trit. Triticale,

Anlage 14 : Körnerleguminosen – Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierung und des N-Flächenbilanzsaldos (Kurzfassungen)

Fruchtarten	Korn-Ertrag dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt FM ⁻¹	N-Entzug kg ha ⁻¹	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
				Gleichung	N ₂ -Fixierl. kg N ha ⁻¹	Gleichung	N-Saldo kg N ha ⁻¹
Körnererbse	30	3,50	105	N-Saldo + N-Entzug	126	N-Entzug × (0,4 – 0,005 × N _{min})	21
Ackerbohne	30	4,20	126	N-Saldo + N-Entzug	176	N-Entzug × (0,5 – 0,0025 × N _{min})	50
Schmalblättrige Lupine	25	4,80	120	1,25 × N-Entzug	150	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	30
Gelbe Lupine	25	6,10	153	1,25 × N-Entzug	191	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	38
Weißer Lupine	25	5,20	130	1,25 × N-Entzug	163	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	33
Wicke	15	3,80	57	1,05 × N-Entzug	60	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	3
Linse	15	3,90	59	1,30 × N-Entzug	77	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	18
Sojabohne	20	5,50	110	0,86 × N-Entzug	95	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	-15
Hülsenfruchtgemenge	30	4,60	138	1,224 × N-Entzug	169	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	31
Hülsenfrucht- /Nichtleguminosen- Gemenge	40	3,03	121	1,15 × N-Entzug	139	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	18
Gemüseerbse	40	0,91	36	N-Saldo + N-Entzug	100	150 – 2,4 × N-Entzug	64
Gemüsebohne	100	0,25	25	0,3 × Ertrag	30	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	5

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt im Erntegut, N_{min} = 40 kg N ha⁻¹, (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006)

Anlage 15: Futterleguminosen und Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge (Schnitt) – Gleichungen zur manuellen Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos bei Schnittnutzung

Nutzungsvarianten		Fruchtarten (Anteil Leguminose : Nichtleguminose)	FM-Ertrag (dt ha ⁻¹)	N-Gehalt (kg N dt FM ⁻¹)	N-Entzug (kg ha ⁻¹)	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
						Gleichung	N ₂ -Fixierl. (kg N ha ⁻¹)	Gleichung	N-Saldo (kg N ha ⁻¹)
Futterpflanzen: SCHNITT	Gemenge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	1,19 × N-Entzug - 50	155	0,39 × N-Entzug - 110	-43
		Kleegras 50 : 50	400	0,47	188	1,19 × N-Entzug - 50	174	0,39 × N-Entzug - 110	-37
		Kleegras 70 : 30	400	0,50	200	1,19 × N-Entzug - 50	188	0,39 × N-Entzug - 110	-32
		Luzernegras 30 : 70	400	0,45	180	1,35 × N-Entzug - 110	133	0,55 × N-Entzug - 150	-51
		Luzernegras 50 : 50	400	0,50	200	1,35 × N-Entzug - 110	160	0,55 × N-Entzug - 150	-40
		Luzernegras 70 : 30	400	0,55	220	1,35 × N-Entzug - 110	187	0,55 × N-Entzug - 150	-29
		Weißklee 50 : 50	400	0,47	188	1,4 × N-Entzug - 10	253	0,6 × N-Entzug - 60	53
	Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	1,24 × N-Entzug - 60	223	0,44 × N-Entzug - 130	-30	
	Rein- saat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	1,24 × N-Entzug - 60	213	0,44 × N-Entzug - 130	-33
		Weißklee	400	0,55	220	1,45 × N-Entzug - 10	309	0,65 × N-Entzug - 60	83
		Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	1,4 × N-Entzug - 120	227	0,65 × N-Entzug - 130	31
	Ganzpflanzen- Silage	Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge LGG 30 : 70	220	0,46	101	0,4 × N-Entzug + 65	105	N-Bindung – N-Entzug	4
		LGG: Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 50 : 50	220	0,52	114	0,4 × N-Entzug + 65	111	N-Bindung – N-Entzug	-3
		LGG: Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 70 : 30	220	0,59	130	0,4 × N-Entzug + 65	117	N-Bindung – N-Entzug	-13
Legum.-Gemenge (grobkörnig) LGG		220	0,65	143	0,4 × N-Entzug + 65	122	N-Bindung – N-Entzug	-21	

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt; N_{min} = 40 kg N ha⁻¹, LGG: Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge (grob-körnig), (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006)

Anlage 16: Futterleguminosen (Mulchen) – Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos bei Nutzung als Grünbrache (Kurzfassungen)

Nutzungsvarianten		Fruchtarten (Anteil Leguminose : Nichtleguminose)	FM-Ertrag	N-Gehalt	N-Entzug	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
			dt ha ⁻¹	kg N dt FM ⁻¹	kg ha ⁻¹	Gleichung	N ₂ -Fixierl. kg N ha ⁻¹	Gleichung	N-Saldo kg N ha ⁻¹
Futterpflanzen: MULCHEN	Gemeinge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	147	Entspricht Verfahren zur Berechnung der symbiotischen N ₂ -Fixierleistung	
		Kleegras 50 : 50	400	0,47	188	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	165		
		Kleegras 70 : 30	400	0,50	200	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	179		
		Luzernegras 30 : 70	400	0,45	180	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	126		
		Luzernegras 50 : 50	400	0,50	200	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	152		
		Luzernegras 70 : 30	400	0,55	220	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	178		
		Weißklee 50 : 50	400	0,47	188	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	241		
	Klee-, Luzernegemeinge	400	0,57	228	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	212			
	Reinsaat	Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	202		
		Weißklee	400	0,55	220	$(1,45 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	294		
Luzerne, Serradella u. Esparsette		400	0,62	248	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 120) \times 0,95$	216			

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt, N_{min} = 40 kg N/ha (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006)

Teilprojekt II:

„Ermittlung des N-Ertrages und der symbiotisch gebundenen N-Menge im legumen Zwischenfruchtbau in Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen“

Inhalt:

1	Einleitung	82
2	Material und Methoden	82
3	Ergebnisse	84
3.1	Stoppelsaaten	84
3.2	Untersaaten	89
4	Diskussion	93
5	Literaturverzeichnis	95

1 Einleitung

Durch den Anbau von legumen Zwischenfrüchten kann Stickstoff symbiotisch in erheblichem Umfang fixiert und die Stickstoffversorgung nachfolgender Früchte verbessert werden (SCHMIDTKE 2002). Soweit erkennbar lagen zu Vorhabensbeginn keine Daten zur Ertrags- und symbiotischen N₂-Fixierleistung von Leguminosen im Zwischenfruchtanbau aus Betrieben des ökologischen Landbaus in Sachsen vor. Deshalb sollte auf 30 Ackerschlägen mit legumen Zwischenfrüchten in der Vegetationsperiode 2006 das in den Betrieben tatsächlich realisierte Ertragsniveau und die symbiotische N₂-Fixierleistung legumer Zwischenfruchtbestände erfasst und dokumentiert werden.

2 Material und Methoden

Auf Grundlage der den Bearbeitern des Vorhabens seitens der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Kontrollbehörde für ökologischen Landbau) für Forschungszwecke zur Verfügung gestellten Liste der in Sachsen wirtschaftenden Betriebe des ökologischen Landbaus (nach Verordnung EWG 2092/91, Stand: 01.01.2006) wurden im Juli 2006 etwa 150 Betriebe über ein Telefonat angesprochen und nach legumen Zwischenfrüchten befragt, die in der Vegetationsperiode 2006 in den Betrieben beprobt werden könnten. Es wurden insgesamt 30 Ackerschläge mit Leguminosen identifiziert, die für die Untersuchung geeignet erschienen. Hierbei wurde differenziert nach Ackerschlägen, auf denen in Getreidebeständen im Frühjahr 2006 eine legume Untersaat eingebracht worden war, und Ackerschlägen, auf denen eine Stoppelsaat mit Leguminosen im Sommer 2006 etabliert werden sollte. Im Zeitraum Mitte Juli bis Mitte August 2006 wurden auf den ausgewählten Ackerschlägen je zwei Messparzellen markiert (Größe etwa 10 m² jeweils mit mindestens 20 m Abstand zu den Feldrändern und stets außerhalb des Vorgewendes). Zu jeder Messparzelle wurde in direkter Nachbarschaft eine Referenzparzelle mit etwa 10 m² Größe angelegt, der vorhandene Bestand mit Leguminosen mit Handhacken vorsichtig entfernt und Welsches Weidelgras von Hand eingesät. Ziel war es, mit Hilfe dieser nichtlegumen Referenzfrucht die symbiotisch fixierte N-Menge der Leguminosen über die erweiterte N-Differenzmethode (STÜLPNAGEL 1982, HAUSER 1987) zu schätzen.

Die Einsaat des Welschen Weidelgrases erfolgte in den Stoppelsaaten jeweils wenige Tage nach Auflaufen des Bestandes. In den Untersaatbeständen wurde die Einsaat nach dem Drusch der Deckfrucht vorgenommen, so dass in Teilen die Einsaat erst Mitte August erfolgen konnte. In einigen Fällen war zudem das Wachstum der legumen Untersaatpflanzen bereits zum Zeitpunkt des Drusches der Deckfrucht soweit fortgeschritten, dass eine Anlage einer Referenzparzelle mit Welschem Weidelgras als nicht mehr sinnvoll erachtet wurde. In diesen Fällen hätte zur Entfernung der Leguminosen der Boden intensiver bearbeitet werden müssen, in dessen Folge Stickstoff im Boden vermehrt mineralisiert worden wäre und der Referenzfrucht hätte, im Vergleich zum Bestand mit Leguminosen, ein deutlich höheres Angebot an bodenbürtigem Stickstoff zur Verfügung gestanden. Eine treffgenaue Schätzung der symbiotisch fixierten N-Menge der Leguminosen wäre unter diesen Bedingungen nicht möglich gewesen (HAUSER 1987). In den betreffenden Fällen wurden diese Untersaatbestände dennoch weiter für die Untersuchung genutzt und nur die Stickstoffakkumulation der Pflanzen ermittelt, ohne in den Beständen nach luft- und bodenbürtiger Herkunft des Stickstoffs zu unterscheiden. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, weil im Jahr 2006, bedingt durch

die lang anhaltende Trockenperiode im Juli, keine weiteren Flächen mit legumen Zwischenfruchtanbau in sächsischen Betrieben des ökologischen Landbaus zur Verfügung standen. In zwei Fällen konnten keine Daten von den angelegten Messparzellen gewonnen werden, weil die Bestände von den Betrieben ohne Rücksprache mit den Versuchsanstellern genutzt wurden.

Die aus Untersaat erwachsenen legumen Zwischenfrüchte wurden in einigen Fällen zwischenzeitlich über Schnitt und Abfuhr des Schnittgutes bzw. Mulchen des Bestandes genutzt, so dass bis zum Vegetationsende ein zweiter Aufwuchs erfolgte. In diesen Fällen wurde zum Nutzungszeitpunkt die Schnittgutmasse der Bestände beprobt (jeweils 2 m² je Kleinteilfläche) sowie der Gehalt an Stickstoff und Kohlenstoff im Schnittgut erfasst. Vor Einarbeitung der Zwischenfruchtbestände bzw. zu Vegetationsende wurden auf allen Ackerschlägen jeweils vier Kleinteilflächen je Schlag beprobt (zwei Flächen mit Leguminosen sowie die jeweils dazugehörigen Referenzflächen mit Welschem Weidelgras). Hierzu wurde von Hand je Kleinteilfläche auf zwei m² die Sprossmasse mit Gartenschere erfasst und von Hand in die Bestandteile Leguminosen und Nichtleguminosen separiert. Das Schnittgut wurde anschließend in zwei Teilproben geteilt und bei 60 °C (Material zur N- und C-Analyse) bzw. 105 °C (zur Bestimmung des Trockenmasseanteiles) im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

In den Kleinteilflächen mit Leguminosen und den Referenzflächen mit Welschem Weidelgras wurde auf einer Fläche von 30 cm x 30 cm und in einer Tiefe von 30 cm Bodenmonolithe zur Bestimmung der Wurzelmasse der Bestände entnommen. Im Anschluss wurden die Wurzeln aus den Bodenproben über Siebe ausgewaschen (Maschenweite des Siebes: 0,25 mm²), bei 60 °C (zur Analyse) bzw. 105 °C (zur N- und C-Analyse) getrocknet und gewogen. Je Kleinteilfläche wurde zur Ermittlung des N_{min}-Vorrates im Boden aus 0 bis 60 cm Tiefe, unterteilt in zwei gleich lange Segmente zu je 30 cm Länge, mit einem Pürckhauer Bohrstock von Hand entnommen. Je Kleinteilfläche wurden vier Einstiche entnommen, die vier Bodensegmente einer Tiefenstufe zu einer Mischprobe vereinigt (VDLUFA 1991) und im Feld in Kühtaschen mit Gefrierenlementen verpackt. Im Feld wurden die entnommenen N_{min}-Proben zuvor homogenisiert und am gleichen Tag bei -18 °C in einer Gefriertruhe bis zur Analyse zwischengelagert. Zur Extraktion mit einer 0,01 M CaCl₂-Lösung wurden 100 g der gefrorenen Probe in Kautex-Flaschen eingewogen, bei 20 °C eine Stunde im Horizontalschüttler geschüttelt und über N-freien Faltenfiltern abfiltriert. Die Filtrate wurden auf den Gehalt an Nitrat- und Ammoniumstickstoff mittels luftsegmentierter Durchflussanalyse und photometrischem Detektionsverfahren (Flow Solution III, Firma Alpkem) im Analyselabor des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften der Universität Göttingen untersucht. Die Pflanzenproben wurden mittels einer Ultrazentrifugalmühle (Fa. Retsch) aus ≤ 2 mm vermahlen und mittels Elementaranalyse auf den Gehalt an Stickstoff (Dumas-Methode) und Kohlenstoff untersucht (Fa. Elementar im Analyselabor des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften der Universität Göttingen).

Zur Schätzung der symbiotisch fixierten N-Menge in der entnommenen Spross- und Wurzelmasse der Leguminosen (N₂fix) wurde die erweiterte Differenzmethode (STÜLPNAGEL 1982, HAUSER 1987) angewandt, bei der über die Differenz in der Gesamtstickstoffaufnahme (Spross- und Wurzel-N in der Pflanze), die ein Bestand mit Leguminosen und ein benachbart wachsender, nichtnodulierender

Pflanzenbestand (Referenzpflanze Welsches Weidelgras) aufweist, die zur selben Zeit am gleichen Standort gewachsen sind. In die Berechnung ging auch die Differenz im Vorrat an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden (Nmin) ein, der zum Zeitpunkt der Spross- und Wurzelmasseerfassung der Pflanzen im Boden vorlag:

$$N_2\text{fix} = (\text{Spross- und Wurzel-N des Bestandes mit Leguminosen} - \text{Spross- und Wurzel-N des Referenzpflanzenbestandes}) + (\text{Nmin-Vorrat im Boden des Bestandes mit Leguminosen} - \text{Nmin-Vorrat im Boden des Referenzpflanzenbestandes})$$

3 Ergebnisse

3.1 Stoppelsaaten

Der Gesamt-Sprossertrag der untersuchten Stoppelsaatbestände mit Leguminosen betrug im Jahr 2006 zwischen 7,1 und 37,8 dt TM ha⁻¹ bei Sprosserträgen der Leguminosen im Bestand zwischen 1,1 und 27,0 dt TM ha⁻¹ (Tab. 1). Zusätzlich befanden sich 6,1 und 18,2 dt TM ha⁻¹ der Bestände in der Wurzelmasse. Gleichzeitig vollzog sich eine Sprossmassebildung der Referenzfrucht Welsches Weidelgras in Höhe von 5,2 bis 29,9 dt TM ha⁻¹ (Tab. 1). Im Spross akkumulierten die Zwischenfruchtbestände mit 15,3 (Serradella in Reinsaat) und 124,6 kg N ha⁻¹ (Wickengemenge), die sich unter Einschluss der in den Wurzeln akkumulierten Stickstoffmenge in den Beständen auf Werte zwischen 21,6 (Serradella in Reinsaat) und 146,7 kg N ha⁻¹ (Wickengemenge) summierten (Tab. 2).

Über die Referenzfrucht Welsches Weidelgras konnte eine Stickstoffaufnahme aus dem Boden an den Standorten zwischen 20,9 und 98,0 kg N ha⁻¹ (N-Akkumulation in Spross und Wurzel) festgestellt werden, was auf ein sehr unterschiedlich hohes Angebot an Stickstoff aus dem Boden an den Standorten des Zwischenfruchtanbaus schließen lässt (Tab. 2). Die Wickenzwischenfrüchte wiesen ein sehr enges C/N-Verhältnis mit 9,0 auf im Vergleich zu der nur schwach gewachsenen Serradella (Tab. 3). Somit dürfte nach Einarbeitung der Zwischenfruchtbiomasse der organisch gebundene Stickstoff aus der Biomasse der Wicken sehr rasch im Boden mineralisiert werden. Andererseits wiesen die Nichtleguminosen im Zwischenfruchtgemenge und die Wurzelmasse der Zwischenfruchtbestände in der Regel ein deutlich weiteres C/N-Verhältnis auf, was einer schnellen Stickstoffmineralisation im Boden entgegenwirken dürfte. Deutliche Unterschiede waren sowohl bei den legumen Zwischenfruchtbeständen der Stoppelsaaten als auch unter der Referenzfrucht Welsches Weidelgras an den Standorten im Vorrat an Nmin-Stickstoff im Boden zum Zeitpunkt der Beerntung im Herbst zu verzeichnen (Tab. 4). In 0 bis 60 cm Bodentiefe lag unter den legumen Zwischenfruchtbeständen zwischen 8,0 (Rotkleegrass) und 46,3 kg Nmin-N ha⁻¹ (Wickengemenge) vor, wobei in vielen, jedoch nicht in allen Fällen mehr mineralisierter Stickstoff im Boden unter den legumen Zwischenfruchtbeständen als unter der Referenzfrucht Welsches Weidelgras nachgewiesen werden konnte (7,3 bis 34,8 kg Nmin-N ha⁻¹; Tab. 4). Der legume Zwischenfruchtanbau in Stoppelsaat führte in vier von 17 Fällen zu keiner mit der hier genutzten Methode nachweisbaren symbiotischen N₂-Fixierung (Tab. 4). Im Mittel wurde deshalb mit den legumen Zwischenfrüchten in den Betrieben 31,9 kg N ha⁻¹ symbiotisch fixiert, wobei die höchsten Leistungen bei knapp 129 kg N ha⁻¹ (Gemenge mit Wicken) lagen.

Tabelle 1: Ertrag an Spross- und Wurzeltrockenmasse der legumen Stoppelsaaten und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Zwischenfruchtbestand (dt TM ha ⁻¹)			Welsches Weidelgras (dt TM ha ⁻¹)	
		Spross Legumino-se	Spross Nichtlegu-minose	Wurzel	Spross Nichtlegu-minose	Wurzel
Rotklee gras (09619)	15.09.2006 und 20.10.2006	7,2	15,9	18,2	29,9	24,9
Persischer Klee (04747)	29.09.2006	13,1	4,1	9,1	9,7	13,2
Ackerbohne-Erbse-Hafer (04428)	21.09.2006	19,1	15,7	10,8	16,6	14,9
Serradella (08538)	26.10.2006	3,5	3,7	6,1	5,2	11,6
Erbse + Ausfallgetreide (02906)	19.10.2006	10,5	13,9	8,8	23,9	12,3
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	21,8	13,8	15,0	27,2	31,5
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	12,6	24,3	17,9	17,9	15,9
Erbse/Senf (02633)	18.10.2006	0,2	17,0	10,4	17,7	16,5
Rotklee gras/Ausfallgetreide (09385)	10.10.2006	1,1	22,2	16,0	17,0	14,8
Zottelwicke-Rübsen-Triticale (01665)	17.10.2006	2,4	14,5	9,1	15,1	7,6
Erbse (04860)	26.10.2006	7,8	4,5	11,5	10,9	19,6
Rotklee (01848)	18.10.2006	1,4	8,8	11,5	16,7	17,7
Persischer Klee (01848)	18.10.2006	2,0	9,6	14,9	19,9	24,8
Erbse/Senf (01848)	20.09.2006	3,8	3,3	4,9	14,1	5,7
Sommer- u. Zottelwicke/Ausfallgetreide (01809)	11.10.2006	27,0	1,5	10,2	19,0	7,2
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	10,0	9,0	15,0	20,9	11,2
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	25,1	12,7	8,8	23,2	12,0

Tabelle 2: Stickstoffertrag in Spross- und Wurzelmasse der legumen Stoppelsaaten und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Zwischenfruchtbestand (kg N ha ⁻¹)			Welsches Weidelgras (kg N ha ⁻¹)	
		Spross Legumino- se	Spross Nichtlegu- minose	Wurzel	Spross Nichtlegu- minose	Wurzel
Rotklee gras (09619)	15.09.2006 und 20.10.2006	27,7	44,8	39,1	75,1	11,3
Persischer Klee (04747)	29.09.2006	48,3	13,3	14,2	20,2	11,2
Ackerbohne-Erbse-Hafer (04428)	21.09.2006	63,1	45,0	20,1	36,7	18,6
Serradella (08538)	26.10.2006	5,8	9,5	6,3	10,7	10,2
Erbse + Ausfallgetreide (02906)	19.10.2006	46,7	44,2	10,8	59,3	14,2
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	71,2	31,8	20,4	55,9	24,9
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	48,2	51,2	15,8	31,8	15,9
Erbse/Senf (02633)	18.10.2006	0,5	34,7	12,1	33,2	12,4
Rotklee gras/Ausfallgetreide (09385)	10.10.2006	3,6	31,1	10,8	30,2	14,4
Zottelwicke-Rübsen-Triticale (01665)	17.10.2006	10,6	21,5	11,3	27,2	10,3
Erbse (04860)	26.10.2006	24,9	14,5	16,7	31,8	16,3
Rotklee (01848)	18.10.2006	6,2	28,2	18,2	34,6	13,6
Persischer Klee (01848)	18.10.2006	7,9	28,4	25,1	37,8	13,9
Erbse/Senf (01848)	20.09.2006	12,5	11,5	8,6	34,3	6,0
Sommer- u. Zottelwicke/Ausfallgetreide (01809)	11.10.2006	120,2	4,4	22,1	38,1	8,9
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	20,6	26,9	31,0	56,6	41,4
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	86,6	35,7	24,2	61,2	16,0

Tabelle 3: C/N-Verhältnis in Spross- und Wurzelmasse der Stoppelsaaten und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Zwischenfruchtbestand			Welsches Weidelgras	
		Spross Leguminose	Spross Nichtleguminose	Wurzel	Spross Nichtleguminose	Wurzel
Rotkleegras (09619)	15.09.2006 und 20.10.2006	11,8	15,2	17,9	15,5	29,9
		11,5	14,9		18,9	
Persischer Klee (04747)	29.09.2006	11,5	13,1	25,6	20,0	42,4
Ackerbohne-Erbse-Hafer (04428)	21.09.2006	13,2	14,1	22,6	18,2	26,8
Serradella (08538)	26.10.2006	25,6	16,6	30,6	20,1	25,4
Erbse + Ausfallgetreide (02906)	19.10.2006	10,0	13,7	22,9	15,2	29,6
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	13,5	18,6	29,9	19,3	27,9
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	11,6	20,8	25,5	20,2	23,9
Erbse/Senf (02633)	18.10.2006	14,9	21,1	35,3	19,9	27,7
Rotkleegras/Ausfallgetreide (09385)	10.10.2006	13,1	30,6	33,8	23,3	28,8
Zottelwicke-Rübsen-Triticale (01665)	17.10.2006	9,9	28,5	31,4	22,2	30,0
Erbse (04860)	26.10.2006	13,9	12,6	20,7	14,7	18,1
Rotklee (01848)	18.10.2006	10,3	13,0	26,7	20,5	35,3
Persischer Klee (01848)	18.10.2006	11,2	14,0	26,0	22,2	28,4
Erbse/Senf (01848)	20.09.2006	12,8	11,3	26,1	17,2	31,8
Sommer- u. Zottelwicke/Ausfallgetreide (01809)	11.10.2006	9,0	14,4	16,2	14,2	23,1
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	15,1	13,5	17,9	15,9	11,7
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	12,2	14,5	15,4	16,0	23,2

Tabelle 4: Symbiotisch fixierte N-Menge des Zwischenfruchtbestandes (Stoppelsaaten) sowie Nmin-Menge im Boden zum Erntetermin unter dem Zwischenfruchtbestand und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (Angaben in kg N ha⁻¹; PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Zwischenfruchtbestand			Welsches Weidelgras	
		N ₂ -Fixierleistung	Nmin in 0 - 30 cm	Nmin in 30 - 60 cm	Nmin in 0 - 30 cm	Nmin in 30 - 60 cm
Rotklee gras (09619)	15.09.2006 und 20.10.2006	28,0	7,0	8,1	5,2	7,1
Persischer Klee (04747)	29.09.2006	46,7	6,3	5,4	4,4	5,0
Ackerbohne-Erbse-Hafer (04428)	21.09.2006	78,2	11,4	8,3	6,6	7,8
Serradella (08538)	26.10.2006	0	6,2	3,6	5,3	5,4
Erbse + Ausfallgetreide (02906)	19.10.2006	20,9	8,2	19,3	10,2	24,6
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	42,5	6,1	6,5	4,8	7,9
Sommerwicke/Hafer (02906)	19.10.2006	68,0	4,6	12,7	6,0	10,8
Erbse/Senf (02633)	18.10.2006	0	5,3	7,8	5,9	10,6
Rotklee gras/Ausfallgetreide (09385)	10.10.2006	0	3,9	4,1	7,1	3,1
Zottelwicke-Rübsen-Triticale (01665)	17.10.2006	8,8	5,6	4,6	4,0	3,3
Erbse (04860)	26.10.2006	17,1	22,2	14,1*	13,2	14,0*
Rotklee (01848)	18.10.2006	9,3	5,7	7,6	4,6	3,8
Persischer Klee (01848)	18.10.2006	11,0	4,9	4,8	5,1	3,3
Erbse/Senf (01848)	20.09.2006	19,5	21,2	19,9	9,0	4,9
Sommer- u. Zottelwicke/Ausfallgetreide (01809)	11.10.2006	128,9	36,5	9,8	10,9	6,2
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	0	9,1	6,8	5,6	6,7
Persischer Klee (04838)	24.10.2006	63,6	6,9	5,3	8,7	9,2

* in 30 bis 45 cm Tiefe

3.2 Untersaaten

Tabelle 5: Ertrag an Spross- und Wurzelrockenmasse der legumen Untersaatbestände sowie der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Untersaatbestand (dt TM ha ⁻¹)			Welsches Weidelgras (dt TM ha ⁻¹)	
		Spross Leguminose	Spross Nichtleguminose	Wurzel	Spross Nichtleguminose	Wurzel
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	20,6	0,8	32,5	16,2	14,8
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	18,5	7,4	24,9	18,7	17,9
Rotklee (04523)	11.08.2006 24.10.2006	19,9	6,7	15,1	_2)	_2)
Luzerne (04838)	25.10.2006	16,7	2,6	25,4	9,2	13,5
Rotklee (08626)	28.09.2006	21,0 ¹⁾		13,5	10,6	11,9
Rotklee (08626)	28.09.2006	22,7 ¹⁾		9,0	_2)	_2)
Rotklee (09619)	16.10.2006	4,8	6,5	9,0	22,7	14,4
Rotklee (09619)	16.10.2006	7,9	7,4	7,1	13,7	19,1
Zottelwicke (01809)	15.10.2006	23,2	-	7,3	14,1	14,7
Rotklee (09306)	30.08.2006 17.10.2006	24,5	3,7	17,3	_2)	_2)
Rotklee (09638)	20.10.2006	10,7	5,4	10,7	6,9	11,1

¹⁾nicht separat erhoben; ²⁾eine Einsaat der Referenzpflanze Welsches Weidelgras konnte nicht mehr erfolgen, weil die Untersaat zum Zeitpunkt des vorgesehenen Einsaattermins (Ende Juli/Mitte August 2006) bereits zu stark entwickelt war

Der Gesamt-Sprossertrag der untersuchten Untersaaten mit Leguminosen lag im Jahr 2006 zwischen 11,3 und 28,2 dt TM ha⁻¹ bei Sprossertragsanteilen der Leguminosen im Bestand zwischen 43 und 100 % (Tab. 5). Einschließlich der Wurzelmasse befanden sich in der Biomasse der Bestände zwischen 20,3 und 53,9 dt TM ha⁻¹. Der Sprossertrag der benachbart wachsenden Referenzfrucht Welsches Weidelgras betrug zwischen 6,9 und 22,7 dt TM ha⁻¹ (Tab. 5). Im Spross akkumulierten die Zwischenfruchtbestände aus Untersaaten in Getreide zwischen 39,1 (Rotklee) und 103,0 kg N ha⁻¹ (Untersaat Zottelwicke, Tab. 6). In der Summe aus Spross und Wurzel addierte sich die akkumulierte Stickstoffmenge der Zwischenfruchtbestände aus Untersaat auf Werte zwischen 54,9 (Rotklee) und 159,4 kg N ha⁻¹ (Weißkleeuntersaat, Tab. 6). Hierbei lag bis zu 47 % des gesamt-pflanzlichen Stickstoffs in der Wurzelmasse vor (Weißklee). Die Referenzfrucht Welsches Weidelgras nahm aus dem Boden an den Standorten zwischen 18,0 und 37,1 kg N ha⁻¹ (N-Akkumulation in Spross und Wurzel) auf (Tab. 6).

Tabelle 6: Stickstofftrag in Spross- und Wurzelmasse der legumen Untersaaten und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Untersaatbestand (kg N ha ⁻¹)			Welsches Weidelgras (kg N ha ⁻¹)	
		Spross Leguminose	Spross Nichtleguminose	Wurzel	Spross Nichtleguminose	Wurzel
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	81,5	2,7	75,2	34,4	15,1
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	76,5	7,4	64,6	54,2	17,9
Rotklee gras (04523)	11.08.2006 24.10.2006	59,1	-	25,3	_2)	_2)
Luzerne (04838)	25.10.2006	50,1	6,6	40,4	16,8	13,6
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	65,2 ¹⁾		29,9	19,8	17,4
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	63,0 ¹⁾		20,9	_2)	_2)
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	18,4	20,7	15,8	57,5	21,7
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	28,5	19,2	13,2	28,6	20,4
Zottelwicke (01809)	15.10.2006	103,1	-	9,4	23,6	11,5
Rotklee gras (09306)	30.08.2006 17.10.2006	74,7	10,3	45,5	_2)	_2)
Rotklee gras (09638)	20.10.2006	39,7	15,1	28,2	17,1	4,5

¹⁾ nicht separat erhoben; ²⁾ eine Einsaat der Referenzpflanze Welsches Weidelgras konnte nicht mehr erfolgen, weil die Untersaat zum Zeitpunkt des vorgesehenen Einsaattermins (Ende Juli/Mitte August 2006) bereits zu stark entwickelt war

Die engsten C/N-Verhältnisse in der Sprossmasse der Leguminosen waren bei der Zottelwicke (9,9) und beim Weißklee (9,2) zu finden (Tab. 7). Somit dürfte nach Einarbeitung der Zwischenfruchtbiomasse der organisch gebundene Stickstoff aus der Biomasse der Wicken und des Weißklees sehr rasch im Boden mineralisiert und der Nachfrucht zur Verfügung gestellt werden. Die Nichtleguminosen der Untersaatbestände und die Wurzelmasse der Zwischenfruchtbestände wiesen in den meisten Fällen ein weiteres C/N-Verhältnis als die Leguminosensprossmasse auf (Tab. 7).

Tabelle 7: C/N-Verhältnis in Spross- und Wurzelmasse der legumen Untersaaten und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Untersaatbestand			Welsches Weidelgras	
		Spross Legumino-se	Spross Nichtlegu-minose	Wurzel	Spross Nichtlegu-minose	Wurzel
Weißklee (02894)	08.09.2006	11,0	12,5	17,6	17,5	28,6
	14.10.2006	10,7	10,5		20,0	
Weißklee (02894)	08.09.2006	9,2	9,7	15,6	14,5	24,8
	14.10.2006	11,1	11,7		14,6	
Rotklee gras (04523)	11.08.2006	17,3	14,7	22,0	_2)	_2)
	24.10.2006	11,6	13,5			
Luzerne (04838)	25.10.2006	14,8	16,3	19,5	20,5	29,5
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	14,4 ¹⁾		19,3	22,8	25,2
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	15,8 ¹⁾		17,8	_2)	_2)
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	11,6	13,7	26,4	16,4	27,0
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	12,5	16,6	22,1	20,2	34,7
Zottelwicke (01809)	15.10.2006	9,9	-	31,5	24,6	37,2
Rotklee gras (09306)	30.08.2006	16,1	14,3	15,8	_2)	_2)
	17.10.2006	13,9	14,5			
Rotklee gras (09638)	20.10.2006	11,9	14,9	15,3	17,3	23,6

¹⁾ nicht separat erhoben; ²⁾ eine Einsaat der Referenzpflanze Welsches Weidelgras konnte nicht mehr erfolgen, weil die Untersaat zum Zeitpunkt des vorgesehenen Einsaattermins (Ende Juli/Mitte August 2006) bereits zu stark entwickelt war

Deutliche Unterschiede im Vorrat an Nmin-Stickstoff im Boden zum Zeitpunkt der Beerntung im Herbst waren sowohl bei den legumen Untersaatbeständen als auch unter der Referenzfrucht Welsches Weidelgras an den Standorten zu verzeichnen (Tab. 8). In 0 bis 60 cm Bodentiefe lag unter den legumen Zwischenfruchtbeständen zwischen 9,0 (Zottelwicke) und 71,5 kg Nmin-N ha⁻¹ (Weißklee) vor, wobei in vielen, jedoch nicht in allen Fällen mehr mineralisierter Stickstoff im Boden unter den legumen Zwischenfruchtbeständen als unter der Referenzfrucht Welsches Weidelgras nachgewiesen werden konnte (6,3 bis 31,5 kg Nmin-N ha⁻¹; Tab. 8). Der legume Zwischenfruchtanbau in Untersaat führte nur in einem von acht untersuchten Fällen zu keiner mit der hier genutzten Methode nachweisbaren symbiotischen N₂-Fixierung (Tab. 8). Die mittlere symbiotische N₂-Fixierleistung der legumen Zwischenfrüchte aus Untersaat betrug im Jahr 2006 in den Betrieben 63,3 kg N ha⁻¹ (Tab. 8). Mit insgesamt 152,3 kg N ha⁻¹ konnte mit der Untersaat Weißklee die höchste Leistung an symbiotischer N₂-Fixierung aller hier untersuchten Zwischenfruchtbestände festgestellt werden (Tab. 4 und Tab. 8).

Tabelle 8: Symbiotisch fixierte N-Menge des Zwischenfruchtbestandes (Untersaaten) sowie Nmin-Menge im Boden zum Erntetermin unter dem Zwischenfruchtbestand und der Referenzfrucht Welsches Weidelgras (Angaben in kg N ha⁻¹; PLZ = Postleitzahl Untersuchungsstandort)

Bestand und Standort (PLZ)	Erntetermin	Legumer Zwischenfruchtbestand			Welsches Weidelgras	
		N ₂ -Fixierleistung	Nmin in 0 - 30 cm	Nmin in 30 - 60 cm	Nmin in 0 - 30 cm	Nmin in 30 - 60 cm
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	152,3	32,3	39,2	21,3	7,8
Weißklee (02894)	08.09.2006 14.10.2006	90,7	18,1	6,5	6,4	3,9
Rotklee gras (04523)	11.08.2006 24.10.2006	n.e.	12,8	3,9	_ ²⁾	_ ²⁾
Luzerne (04838)	25.10.2006	65,5	10,8	4,4	10,8	5,6
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	59,8	10,0	7,0	6,7	5,7
Rotklee gras (08626)	28.09.2006	n.e.	7,7	5,3	_ ²⁾	_ ²⁾
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	0,0	10,4	7,3	13,3	6,6
Rotklee gras (09619)	16.10.2006	14,8	7,8	4,8	7,4	2,3
Zottelwicke (01809)	15.10.2006	80,1	5,5	3,5	3,9	2,4
Rotklee gras (09306)	30.08.2006 17.10.2006	n.e.	9,3	3,4	_ ²⁾	_ ²⁾
Rotklee gras (09638)	20.10.2006	43,0	6,1	7,0	11,7	19,8

¹⁾ nicht separat erhoben; ²⁾ eine Einsaat der Referenzpflanze Welsches Weidelgras konnte nicht mehr erfolgen, weil die Untersaat zum Zeitpunkt des vorgesehenen Einsaattermins (Ende Juli/Mitte August 2006) bereits zu stark entwickelt war, n. e. = nicht ermittelbar

4 Diskussion

Die Erhebungen zum legumen Zwischenfruchtanbau in sächsischen Betrieben des ökologischen Landbaus haben gezeigt, dass in 20 % (5 von 25 untersuchten Beständen, Tab. 4 und 8) offenbar nur eine sehr geringe, mit den hier angewandten Methoden nicht nachweisbare symbiotische N₂-Fixierleistung der Leguminosen einherging. Hierfür dürfte in erster Linie eine geringe Ertragsleistung der Leguminose (Tab. 1 und 5), die vermutlich in zu geringer Saatstärke im Gemenge vertreten war oder zu spät etabliert wurde, verantwortlich sein. Im Mittel war mit dem Untersaatverfahren in der Praxis eine nahezu doppelt so hohe symbiotische N₂-Fixierleistung zu verzeichnen als nach Anbau von Zwischenfruchtleguminosen in Stoppelsaat (63,3 kg N ha⁻¹ im Vergleich zu 31,9 kg N ha⁻¹). Offenbar lässt sich durch das Untersaatverfahren unter Praxisbedingungen besser gewährleisten, dass die Zwischenfruchtleguminose bis Vegetationsende eine hohe Ertragsleistung erzielt. Deshalb können unter sächsischen Anbaubedingungen pflanzenbauliche (Unkrautunterdrückung, Humusreproduktion, Minderung der Gefahr einer Nährstoffauswaschung, RAUHE 1969, WUNDERLICH et al. 1992), ökonomische (Direktsaatverfahren) wie ökologische Vorteile von Untersaaten mit einer höheren N₂-Fixierleistung der aus Untersaat erwachsenen Leguminosenzwischenfrüchte genutzt werden. Die Unterlassung einer Bodenbearbeitung zur Etablierung der Untersaatbestände führt auch dazu, dass bodenbürtiger Stickstoff im Vergleich zu einer Stoppelsaat mit einhergehender Bodenbearbeitung in deutlich geringerem Maße den legumen Zwischenfrüchten zur Verfügung steht und sie deshalb zur N₂-Fixierung angeregt werden. So betrug die N-Aufnahme in Spross und Wurzel der Referenzfrucht Welsches Weidelgras im Mittel nur 28,7 kg N ha⁻¹ in den Messparzellen der Untersaaten (Tab. 6) gegenüber im Mittel 55,0 kg N ha⁻¹ in den Messparzellen der Stoppelsaaten (Tab. 2). Der Verzicht auf die Bodenbearbeitung im Untersaatverfahren kann deshalb als Strategie zur Minderung des Angebotes an bodenbürtigem Stickstoff für legume Zwischenfrüchte und Steigerung der symbiotischen N₂-Fixierleistung im Zwischenfruchtanbau genutzt werden.

Andererseits ließen sich auch nach Stoppelsaat der Leguminosen ein N-Zufluss über die Symbiose von bis zu 129 kg N ha⁻¹ erzielen (Tab. 4), was auch die Leistungsfähigkeit eines Leguminosenzwischenfruchtanbaus mit Stoppelsaaten untermauert. Die Wicken haben sich sowohl bei den Stoppelsaaten als auch bei den Untersaaten als äußerst leistungsfähig erwiesen (Tab. 4 und 8). Im Untersaatverfahren dürfte dem Weißklee mit einer symbiotischen N₂-Fixierleistung von mehr als 150 kg N ha⁻¹ eine Vorrangstellung zur biologisch-regenerativen Stickstoffversorgung zukommen, wie die vorliegende Untersuchung gezeigt hat (Tab. 8). Der in Feldversuchen erzielte hohe N-Vorfruchtwert einer Weißkleeuntersaat (BÖHM et al. 2007) dürfte neben der hohen Kapazität zur symbiotischen N₂-Fixierung des Weißkleees auch darin begründet sein, dass im Spross des Weißkleees ein sehr enges C/N-Verhältnis vorliegt (Tab. 7).

Die unter Praxisbedingungen in Sachsen ermittelte symbiotische N₂-Fixierleistung der legumen Zwischenfrüchte lag in Teilen sogar über der Leistung, die bisher in Feldversuchen im ökologischen Landbau ermittelt wurde (KÖNIG 1996). Der Erfassung der in der Wurzelmasse der Zwischenfrüchte enthaltenen N-Menge kommt hierbei große Relevanz zu. In der vorliegenden Arbeit lagen bis zu 44 % (Weißklee, Tab. 6) der gesamt-pflanzlichen N-Menge in der Wurzelmasse vor.

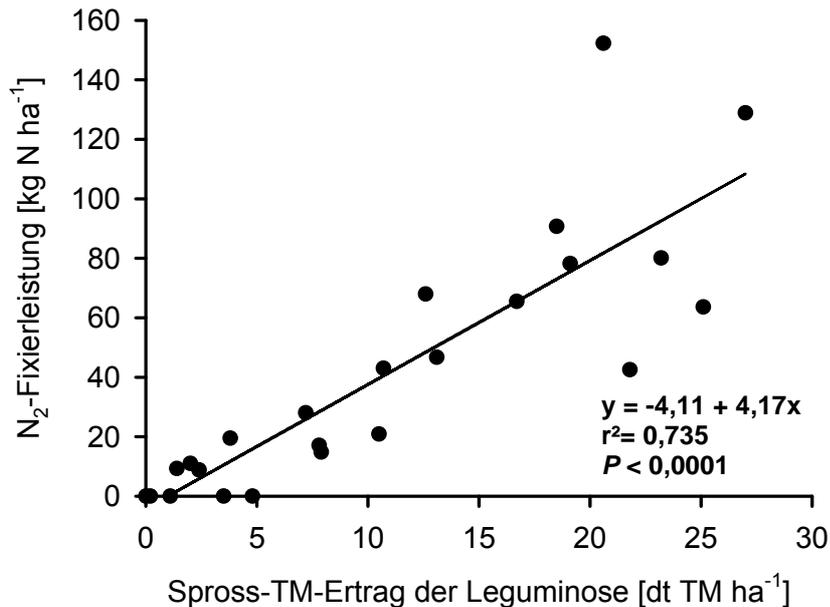


Abbildung 1: Einfluss des Spross-TM-Ertrages der Leguminosen auf die symbiotische N₂-Fixierleistung der aus Untersaat und Stoppelsaat erwachsenen Leguminosenzwischenfrüchte in sächsischen Betrieben des ökologischen Landbaus im Jahr 2006

Entscheidend für die Erzielung einer hohen symbiotischen N₂-Fixierleistung im legumen Zwischenfruchtbau ist offenbar der erzielte Sprossmasseertrag der Leguminose. So zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass unabhängig vom Verfahren der Etablierung der Zwischenfrucht - Untersaat oder Stoppelsaat -, und unabhängig von der Leguminosenart und des Standortes, dass zu 73 % die Höhe der ermittelten symbiotischen N₂-Fixierleistung durch den Sprossertrag der Leguminosen bestimmt wurde (Abb. 1). Deshalb müssen zur Erzielung einer hohen symbiotischen N₂-Fixierleistung der legumen Zwischenfrüchte alle pflanzenbaulichen Maßnahmen vorrangig darauf gerichtet sein, den Sprossertrag der Leguminose zu optimieren. Frühe Saattermine der legumen Zwischenfrüchte, Saatanteile der Leguminosen von mindestens 80 % der Reinsaatstärke, Einhaltung der artspezifisch optimalen Saattiefe und Wahl einer standort- und saatezeitangepassten Leguminosenart dürften hierbei die wichtigsten pflanzenbauliche Steuerungselemente darstellen (KOLBE et al. 2004).

5 Literaturverzeichnis

- Böhm, H. (2007): Auswirkungen einer Weißklee-Untersaat in Winterraps auf den Ertrag der Folgekultur Weizen. In: Zikeli, S., Claupein, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T. und Valle Zárate, A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung – Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20-23. März 2007 in Hohenheim, Verlag Dr. Köster, Berlin, 153-156.
- HAUSER, S. (1987): Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Diss. (agr.) Universität Göttingen.
- KOLBE, H., SCHUSTER, M., HÄNSEL, M., SCHLIEßER, I., KÖHLER, A., KARALUS, W., KRELLIG, B., POMMER, R. und ARP, B. (2004): Zwischenfrüchte im ökologischen Landbau. Fachmaterial der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 1-121.
- KÖNIG, U.J. (1996): Zwischenfruchtbau von Leguminosen – Verfahren zur Minimierung der Nitrausträge und Optimierung des N-Transfers in die Folgefrüchte. Schriftenreihe des Instituts für biologisch-dynamische Forschung e.V., Darmstadt 6, 1-148.
- SCHMIDTKE, K. (2002): Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau. Vortrag auf dem polnisch-deutschen Seminar zur Nachhaltigen Landnutzung an der Universität Göttingen, 29.05.2002.
- STÜLPNAGEL, R. (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 151, 446-458.
- VDLUFA (Hrsg.) (1991): VDLUFA Methodenbuch Band I, Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag Darmstadt, 4. Auflage.
- WUNDERLICH, B., SCHMIDTKE, K. und RAUBER, R. (1992): Differenzierte Klee-grasuntersaaten in Winterroggen - Wirkungen auf Ackerbegleitflora und Stickstoffhaushalt. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 5, 51-55.

Teilprojekt III:

Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung der im Ackerbau im Freistaat Sachsen angebauten Leguminosen (Zeitraum 2000 bis 2005)

Inhalt:

1	Einleitung und Problemstellung	97
2	Material und Methoden	97
3	Ergebnisse	99
3.1	N _{min} -Vorrat im Boden	99
3.2	Leguminosenanbau in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005	100
3.3	Körnerleguminosen – Anbau und symbiotische N ₂ -Fixierleistung	102
3.3.1	Körnererbse	102
3.3.2	Ackerbohne	105
3.3.3	Lupine	107
3.4	Feldgemüseanbau mit Leguminosen – Anbau und symbiotische N ₂ -Fixierleistung	107
3.4.1	Grünpfeiseerbse	108
3.4.2	Gemüsebohne	109
3.5	Futterleguminosen– Anbau und symbiotische N ₂ -Fixierleistung	110
3.5.1	Luzerne	110
3.5.2	Klee, Klee gras und Klee-Luzerne-Gemenge	112
3.6	Gesamtsymbiotische N ₂ -Fixierleistung der Leguminosen in Sachsen	115
3.7	Äquivalente Klimarelevanz	119
3.8	Monetäre Bewertung der symbiotischen N ₂ -Fixierleistung der Leguminosen	120
4	Diskussion	121
4.1	Verfügbare Datengrundlage	121
4.2	Vergleich von Methoden zur Schätzung der symbiotischen N ₂ -Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen	123
4.3	Symbiotische N ₂ -Fixierleistung und N-Flächenbilanzsalden	126
4.4	Klimarelevanz der symbiotischen N ₂ -Fixierung	128
5	Literaturverzeichnis	129
6	Anhang	131

1 Einleitung und Problemstellung

Ziel des Forschungsprojektes „Ist-Analyse und Potenziale biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung im Ackerbau Sachsens“ war es u. a., die im Ackerbau des Freistaates Sachsen symbiotisch fixierte N-Menge durch die im Acker angebauten Leguminosen zu quantifizieren und die Einsparung der Emission klimawirksamer Spurengase durch Nutzung der symbiotischen N-Zufuhr im Vergleich zum Einsatz äquivalenter Mengen mineralischer N-Düngemittel zu berechnen. Hierbei wurden vorliegende Daten zum Anbau von Leguminosen in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 genutzt.

2 Material und Methoden

Die Daten zum Anbau von Leguminosen und deren Gemenge mit Nichtleguminosen in Sachsen, die dieser Auswertung zu Grunde lagen, wurden durch das Statistische Landesamt des Freistaates Sachsen zur Verfügung gestellt und umfassen die Anbaujahre 2000 bis 2005 (Statistisches Landesamt Sachsen 2006). Es handelt sich hierbei um Angaben zum Anbauumfang und der Ertragsleistung der Leguminosen, die von allen landwirtschaftlichen Unternehmen erhoben wurden, unabhängig von ihrer Wirtschaftsweise (konventioneller oder ökologischer Landbau). In der Summe aller Betriebe in Sachsen lagen Angaben zu folgenden Kulturen bzw. Gemengen (Leguminosen einschließlich nichtlegumer Gemengepartner) vor:

a. Ackerfrüchte (Körner- und Futterleguminosen)

Körnererbse

Ackerbohne

Lupine (nur als Einzelwert für das Jahr 2005)

Luzerne

Klee, Klee gras und Klee-Luzerne-Gemisch

b. Feldgemüseanbau mit Leguminosen

Gemüsespeiseerbse (gedroschen ohne Hülsen)

Gemüsebohne (Früh- und Spätaussaat).

Als detaillierte Anbaudaten (Anbauumfang und Ertragsleistung) lagen auf Ebene der Landkreise Daten für Körnererbse, Ackerbohne und Luzerne sowie ein Gesamtwert für den Anbau von Klee, Klee gras und Klee-Luzerne-Gemisch in den Jahren 2000 bis 2005 vor. Für andere Leguminosenarten oder -gemenge im Hauptfruchtanbau sowie Leguminosen im Zwischenfruchtanbau lagen keine Angaben vor. Es lagen ferner keine Daten vor, aus denen sich der Anbauumfang der Leguminosenarten differenziert nach Bewirtschaftungsweise, konventionell oder ökologisch, ableiten ließ.

Zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der einzelnen Leguminosenarten wurden neben dem Anbauumfang und dem Durchschnittsertrag auch Daten zum N_{min}-Vorrat im Boden zum Zeitpunkt des Vegetationsbeginns im Frühjahr benötigt. Die entsprechenden Angaben für die Ackerflächen in Sachsen wurden durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007)

bereitgestellt. Sie spiegeln die Ergebnisse auf den sächsischen Dauertestflächen in den Jahren 2000 bis 2005 wider. Es wurden Daten für die zwei Fruchtartengruppen „Körnerleguminosen“ und „Futterleguminosen“ in den fünf sächsischen Agrarstrukturgebieten als Mittelwert aller Bewirtschaftungsformen zur Verfügung gestellt.

Als Grundlage zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Leguminosen diente das Beratungsmodell BEFU, welches an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL 2006) unter Leitung von Herrn Dr. Kolbe entwickelt wurde. Es wird regelmäßig den sich ändernden Rahmenbedingungen und Gesetzen angepasst und verbessert. Mit Hilfe des BEFU-Programms können Bedarfsermittlungen und daraus resultierende Düngeempfehlungen für die Hauptnährstoffe N, P, K und Mg in allen Kulturarten erstellt werden. Um die Stickstoffflüsse beim Anbau von Leguminosen zu schätzen, wird hierzu eine symbiotische N₂-Fixierleistung sowie eine N-Flächenbilanzsaldo berechnet, wobei eine ähnliche Berechnungsweise für die Körnerleguminosenarten Körnererbse, Ackerbohne, Schmalblättrige Lupine und Gemüsespeiseerbse genutzt wird (Tab. 1).

Tabelle 1: Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen (Auswahl)

	Symbiotische N₂-Fixierleistung	N-Flächenbilanzsaldo
Körnererbse	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,4 - 0,005 × N _{min})
Ackerbohne	N-Saldo + N-Entzug	N-Entzug × (0,4 - 0,0025 × N _{min})
Grünspeiseerbse	N-Saldo + N-Entzug	150 - 2,4 × N-Entzug
Gemüsebohne	0,3 × Ertrag	N-Bindung – N-Entzug
Schmalblättrige Lupine	1,25 × N-Entzug	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug
Luzerne, Schnitt	1,4 × N-Entzug - 120	0,65 × N-Entzug - 130
Luzerne, Mulchen	(1,4 × N-Entzug – 120) × 0,95	

Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006, Kolbe 2007

Hierbei wird der N-Entzug aus Korntrug (in dt ha⁻¹) mal dem N-Gehalt im Ernteprodukt gebildet. N_{min} steht für den Vorrat an mineralischen Stickstoff im Boden zu Vegetationsbeginn (in kg N ha⁻¹). Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Kolbe (2007) stellen diese Kurzformeln lediglich ein Hilfsmittel zur Schätzung der N-Flüsse dar. Die exakten Werte können erst nach Überarbeitung im elektronisch verfügbaren BEFU-Modell berechnet werden. Dieses lag allerdings zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes noch nicht vor. Weitere, hier genutzte Kalkulationsverfahren der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen finden sich in Anlage 1 für die Körner- sowie in den Anlage 2 für Futterleguminosen zur Schnittnutzung und Anlage 3 für Futterleguminosen bei Grünbrachenutzung (Mulchen) im Anhang.

3 Ergebnisse

Die nachfolgenden Auswertungen sind für die Jahre 2000 bis 2005 auf der Ebene der Landkreise und deren Zusammenfassung für die Regierungspräsidien (RP) Chemnitz, Leipzig und Dresden in Sachsen dargestellt. Die angestrebte Ergebnisauswertung auf der Basis der fünf Agrarstrukturgebiete (ASG) in Sachsen war nicht möglich, weil die Datenbereitstellung seitens des Statistischen Landesamtes (Anbauumfang und Ertragsleistung der Kulturpflanzen der Jahre 2000 bis 2005) nur auf Ebene der Landkreise erfolgte. Wie der Anlage 4 im Anhang zu entnehmen ist, ist eine eindeutige Zuordnung der Landkreise zu den einzelnen ASG nicht möglich. Die N_{\min} -Vorräte im Boden zu Vegetationsbeginn im Frühjahr, die zur Berechnung der N-Flüsse beim Anbau der Körnererbse und Ackerbohne erforderlich sind, wurden durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007) ebenfalls auf Landkreisebene zur Verfügung gestellt.

3.1 N_{\min} -Vorrat im Boden

Durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft werden jährlich die N_{\min} -Vorräte im Boden (0 bis 60 cm Bodentiefe) zu Vegetationsbeginn auf den Dauertestflächen (DTF) ermittelt. Diese stellen sich für die Jahre 2000 bis 2005 wie folgt dar:

Tabelle 2: N_{\min} -Vorrat im Boden (0 bis 60 cm, Angaben in kg N ha^{-1}) zu Vegetationsbeginn auf den Dauertestflächen in den Regierungspräsidien des Freistaates Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 (LfL, 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
RP Chemnitz	42,9	62,8	47,6	44,0	49,4	43,8
RP Dresden	45,3	58,3	39,8	45,8	52,8	35,0
RP Leipzig	44,0	60,2	51,0	49,3	56,2	37,0
Mittel Sachsen	44,1	60,4	45,7	46,1	52,5	38,7

Die detaillierten Angaben zum N_{\min} -Vorrat im Boden für einzelne Landkreise befinden sich als Anlage 5 im Anhang. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Stichprobenumfang je Landkreis unterschiedlich hoch ausfiel. Er schwankte zwischen jährlich acht DTF im Landkreis Aue-Schwarzenberg und 93 DTF im Landkreis Torgau-Oschatz in den Jahren 2000 und 2001. Im Durchschnitt wurden 48 DTF je Landkreis und Jahr beprobt, d.h. im gesamten Freistaat Sachsen etwa 1 150 DTF je Jahr.

Die N_{\min} -Vorräte im Boden schwankten zu Vegetationsbeginn im Durchschnitt aller sächsischen DTF zwischen $38,7 \text{ kg N ha}^{-1}$ (2005) und $60,4 \text{ kg N ha}^{-1}$ (2001). Der N_{\min} -Vorrat im Boden lag im Mittel der sechs Untersuchungsjahre bei $47,9 \text{ kg N ha}^{-1}$. Der höchste N_{\min} -Vorrat im Boden in Höhe von $100,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ wurde im Jahr 2001 im Landkreis Döbeln ($n = 28$) ermittelt und der niedrigste Wert in Höhe von $26,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ im Jahr 2002 im Weißeritzkreis ($n = 24$).

Die dargestellten N_{\min} -Vorräte im Boden zu Vegetationsbeginn werden für die Berechnung der symbiotischen N_2 -Fixierleistung bei den Kulturarten Körnererbse und Ackerbohne benötigt, weil sie in die Gleichung zur Berechnung des N-Flächenbilanzsaldos einfließen (Tab. 1 und Anlage 1 im Anhang).

3.2 Leguminosenanbau in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005

Im Durchschnitt der Untersuchungsjahre wurden in Sachsen auf 37 520 ha Leguminosen im Acker angebaut. Hinsichtlich des Anbauumfanges war am weitesten verbreitet der Anbau der Körnererbse (durchschnittlich 17 786 ha), gefolgt von Klee-Gemengen ($\bar{\varnothing}$ 12 216 ha), der Ackerbohne ($\bar{\varnothing}$ 2 738 ha), der Grünspeiseerbse ($\bar{\varnothing}$ 2 365 ha), der Luzerne ($\bar{\varnothing}$ 1 745 ha), der Lupine in 2005 ($\bar{\varnothing}$ 1 628 ha) und der Gemüsebohne ($\bar{\varnothing}$ 399 ha).

In Sachsen wurden die drei Körnerleguminosen Körnererbse, Ackerbohne und Schmalblättrige Lupine in unterschiedlichem Anbauumfang angebaut. Entsprechend den Standort- und Klimagesprächen der Kulturen war die Körnererbse am stärksten im Anbau vertreten. Der Anbauumfang in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 lag bei der Körnererbse zwischen 15 186 ha und 21 047 ha (Tab. 3) mit einem Durchschnittsertrag an Kornmasse von 25,9 dt ha^{-1} bis 39,3 dt ha^{-1} . Mit jeweils ca. 2 000 ha waren die Ackerbohne und Lupine ähnlich häufig im Anbau. Die Kornerträge schwankten bei der Ackerbohne zwischen 22 und 44 dt ha^{-1} . Bei der Lupine lagen sie für das zugrunde liegende Untersuchungsjahr 2005 bei ca. 22 dt Korn ha^{-1} . Das Trockenjahr 2003 schlug sich bei allen Kulturen in Mindererträgen nieder. Die Grünspeiseerbse wurde im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2005 auf 2.365 ha mit einem mittleren Ertrag von 51,1 dt Frischmasse ha^{-1} angebaut, die Gemüsebohne auf durchschnittlich 399 ha mit einem mittleren Ertrag von 90,8 dt Frischmasse ha^{-1} .

Tabelle 3: Leguminosenanbau in Sachsen – Anbauumfang und Korn- bzw. Schnittgutertrag in den Jahren 2000 bis 2005 (Statistisches Landesamt Sachsen 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
Körnererbse	18 186	21 047	18 545	17 903	15 186	15 850
Ackerbohne	3 676	2 968	3 676	2 846	1 559	1 700
Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1.628
Grünspeise- erbse	2 031	2 272	2 452	2 678	2 495	2 260
Gemüsebohne	435	361	367	435	406	390
Luzerne	1 976	1 828	1 234	1 387	1 685	2 361
Klee-Gras- Gemenge	14 149	13 122	11 650	10 344	11 287	12 742
Summe Sach- sen	40 453	41 598	37 924	35 593	32 618	36 931
	Korn- bzw. Schnittgutertrag (dt ha⁻¹)					
Körnererbse	27,7	30,9	26,6	25,9	39,3	32,6
Ackerbohne	31,6	39,9	31,6	22,5	43,8	43,3
Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	21,5
Grünspeise- erbse	44,4	58,6	53,6	38,6	55,3	56,1
Gemüsebohne	99,0	106,7	91,5	50,4	103,6	93,5
Luzerne	104,9	94,7	94,4	56,8	100,4	97,9
Klee-Gras- Gemenge	108,8	107,5	114,9	75,7	107,9	104,3

(k.A. = keine Angaben)

Bei den Futterleguminosen wurden seitens des Statistischen Landesamtes nur Daten für die Luzerne sowie die Kulturartengruppe „Klee, Klee gras und Klee-Luzerne-Gemengeanbau“ zur Verfügung gestellt. In den sechs Untersuchungsjahren schwankte der Luzerneanbau zwischen 1 234 ha und 2 361 ha mit Schnittguterträgen von im Mittel 56,8 dt ha⁻¹ bis 100,4 dt ha⁻¹. Der Kleeanbau mit nichtlegumem Gemengepartnern fand auf einer Anbaufläche von insgesamt 10 344 ha bis 14 149 ha und mittleren Schnittguterträgen von 75,7 dt TM ha⁻¹ bis 114,9 dt TM ha⁻¹ statt. Bezogen auf die drei Regierungspräsidien in Sachsen ergaben sich folgende Anbaureihenfolgen und Ertragsstufungen:

Tabelle 4: Rangfolge der Leguminosen hinsichtlich Anbauumfang und Ertragsleistung in Sachsen differenziert nach Regierungspräsidien

	Anbauumfang			Ertragsleistung		
	RP C	RP DD	RP L	RP C	RP DD	RP L
Körnererbse	3	1	2	1	2	3
Ackerbohne	1	2	3	3	1	2
Luzerne	3	2	1	2	1	2
Klee (-Gras-Gemenge)	1	2	3	1	3	1

C = RP Chemnitz, DD = RP Dresden, L = RP Leipzig

Die Körnererbse wurde im Durchschnitt der sechs Untersuchungsjahre am häufigsten im RP Dresden (Ø 7 392 ha) angebaut, gefolgt vom Anbau in RP Leipzig (Ø 7 389 ha) und RP Chemnitz (Ø 3 005 ha). Im RP Chemnitz lag der höchste mittlere Ertrag der Körnererbse (Ø 32,3 dt TM ha⁻¹), gefolgt vom RP Dresden (Ø 30,5 dt TM ha⁻¹) und RP Leipzig (Ø 29,9 dt TM ha⁻¹). Die Ackerbohne wurde am häufigsten im RP Chemnitz (Ø 1 555 ha) angebaut, gefolgt vom RP Dresden (Ø 831 ha) und RP Leipzig (Ø 375 ha). Die Durchschnittserträge lagen im RP Dresden am höchsten (Ø 36,3 dt TM ha⁻¹), gefolgt vom RP Leipzig (Ø 34,5 dt TM ha⁻¹) und RP Chemnitz (Ø 32,5 dt TM ha⁻¹). Die größte Anbaufläche der Luzerne war im RP Leipzig vorhanden (Ø 1 189 ha), gefolgt vom RP Dresden (Ø 433 ha) und RP Chemnitz (Ø 125 ha), wobei der höchste mittlere Schnittgutertrag der Luzerne im RP Dresden (Ø 98,6 dt TM ha⁻¹) erzeugt wurde, gefolgt vom RP Chemnitz (Ø 89,0 dt TM ha⁻¹) und dem RP Leipzig (Ø 88,8 dt TM ha⁻¹). Der Kleeanbau war am umfangreichsten im RP Dresden (Ø 8 326 ha), gefolgt vom RP Dresden (Ø 3 153 ha) und dem RP Leipzig (Ø 736 ha). Der höchste Schnittgutertrag wurde im RP Leipzig erzeugt (Ø 105,5 dt TM ha⁻¹), gefolgt vom RP Chemnitz (Ø 104,9 dt TM ha⁻¹) und RP Leipzig (Ø 98,0 dt TM ha⁻¹). Zum Anbau der Kulturarten Grünspeiseerbse, Gemüsebohne und Lupine gab es keine Daten, die nach Regierungspräsidien differenziert vorlagen.

3.3 Körnerleguminosen – Anbau und symbiotische N₂-Fixierleistung

3.3.1 Körnererbse

In Sachsen wurden in den Jahren 2000 bis 2005 im Durchschnitt 17 786 ha Körnererbsen mit einem Kornertrag von im Mittel 30,5 dt ha⁻¹ angebaut. Der Anbauumfang der Körnererbse je Landkreis ist in der Anlage 6 und die mittleren Kornerträge der Erbse sind in Anlage 7 im Anhang dargestellt. Zusammengefasst für die Regierungsbezirke ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 5: Körnererbse - Anbauumfang und Kornertrag in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
RP Chemnitz	2.386	3.215	3.155	3.189	2.992	3.094
RP Dresden	6.877	8.759	7.811	7.451	6.309	7.147
RP Leipzig	8.923	9.073	7.579	7.263	5.885	5.609
Summe Sachsen	18.186	21.047	18.545	17.903	15.186	15.850
	Kornertrag (dt ha⁻¹)					
RP Chemnitz	32,3	35,8	22,2	31,1	37,9	34,0
RP Dresden	28,3	29,0	28,5	23,1	40,8	33,2
RP Leipzig	26,0	31,0	26,5	26,5	38,4	31,0
Mittel Sachsen*	27,7	30,9	26,6	25,9	39,3	32,6

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

Der größte Anbauumfang der Körnererbse war im Gebiet der RP Dresden und Leipzig zu verzeichnen. Der geringste Kornertrag der Körnererbse in Höhe von 22,2 dt ha⁻¹ wurde im Jahr 2002 im RP Chemnitz, der höchste Kornertrag wurde mit 40,8 dt ha⁻¹ im Jahr 2004 im RP Leipzig erzielt. Bezogen auf die Landkreise wurde im Jahr 2002 mit im Mittel 9,2 dt ha⁻¹ in Freiberg der geringste Ertrag, im Jahr 2004 im Zwickauer Land mit 48,7 dt ha⁻¹ der höchste Kornertrag geerntet (Anlage 7 im Anhang). Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse zur Schätzung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau der Körnererbse in den drei Regierungspräsidien.

In Abhängigkeit von der jeweiligen Anbaufläche, den erzielten Kornerträgen und den N_{min}-Vorräten im Boden schwanken die Ergebnisse für die symbiotische N₂-Fixierung der Erbse zwischen den Jahren und der Regierungsbezirken stark. Die höchste Menge an symbiotischer N₂-Fixierung wurde im Jahr 2004 im RP Dresden mit im Mittel 162,2 kg N ha⁻¹ erzielt, was einer Gesamtmenge symbiotisch fixierten Stickstoffs durch die Körnererbse in diesen Regierungsbezirk in Höhe von 1 023 t entspricht. Die niedrigste N₂-Fixierleistung war im RP Chemnitz im Jahr 2002 mit 90,3 kg N ha⁻¹ gegeben, was einer Gesamtmenge von 285 t Stickstoff entspricht. Für Sachsen insgesamt wurde in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 eine mittlere symbiotische N₂-Fixierleistung von 123,7 kg N je Hektar Anbaufläche Körnererbse ermittelt, wobei der mittlere N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren bei +17,0 kg N ha⁻¹ lag.

Tabelle 6: Körnererbse – Symbiotische N₂-Fixierleistung und dem N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	134,0	136,1	90,3	128,4	152,9	140,5
RP Dresden	116,2	112,5	119,8	94,7	162,2	142,3
RP Leipzig	107,4	119,2	106,2	107,0	150,4	131,8
Mittel Sachsen*	114,4	118,7	109,1	106,0	156,5	137,7
	N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	+21,0	+10,8	+12,6	+19,6	+20,3	+21,5
RP Dresden	+17,2	+11,0	+20,0	+13,8	+19,4	+26,1
RP Leipzig	+16,4	+10,7	+13,4	+14,2	+16,0	+23,3
Mittel Sachsen*	+17,4	+10,6	+16,0	+15,4	+18,9	+23,6

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

Die ermittelten Einzelwerte der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Körnererbse in den Landkreisen des Freistaates Sachsen sind in Anlage 8 (kg N ha⁻¹) und Anlage 9 (t N) im Anhang zusammengestellt. Die mit dem Anbau der Körnererbse verbundenen N-Flächenbilanzsalde sind in der Anlage 10 (kg N ha⁻¹) und Anlage 11 (t N) im Anhang dargestellt. Die jährliche N₂-Fixierleistung der Körnererbse in den Landkreisen des Freistaates Sachsen schwankte zwischen 39,6 kg N ha⁻¹ (2002, Landkreis Freiberg) und 194,0 kg N ha⁻¹ symbiotisch gebundenem Stickstoff (2005, Zwickauer Land). Der niedrigste N-Flächenbilanzsaldo, der mit dem Anbau der Körnererbse im Berechnungszeitraum in einem Landkreis zu verzeichnen war, lag bei im Mittel -12,4 kg N ha⁻¹ (2001, Landkreis Döbeln), der höchste N-Flächenbilanzsaldo wurde mit +40,6 kg N ha⁻¹ im Jahr 2003 im Landkreis Annaberg erreicht.

Auf Grundlage der Formel zur Berechnung des N-Flächenbilanzsalde beim Anbau der Körnererbse ($N\text{-Flächenbilanzsaldo} = N\text{-Entzug} \times (0,4 - 0,005 \times N_{\min})$) ist ersichtlich, dass ein negativer N-Flächenbilanzsaldo ab einem N_{min}-Vorrat im Boden von größer 80,0 kg ha⁻¹ entsteht. Dies trat im Untersuchungszeitraum 2000 bis 2005 lediglich im Landkreis Döbeln auf, wo im Jahr 2001 der N_{min}-Vorrat im Frühjahr bei 100 kg N ha⁻¹ und im Jahr 2004 bei 86 kg N ha⁻¹ lag. Somit betrug der

N-Flächenbilanzsaldo, der mit dem Anbau der Körnererbse einherging, im Jahr 2001 im Landkreis Döbeln $-12,4 \text{ kg N ha}^{-1}$ und im Jahr 2004 $-4,7 \text{ kg N ha}^{-1}$ (siehe Anlagen 5 und 10 im Anhang).

3.3.2 Ackerbohne

In den Jahren 2000 bis 2005 wurden in Sachsen durchschnittlich jährlich 2 737 ha Ackerbohnen mit einem Kornertrag von im Mittel $35,4 \text{ dt ha}^{-1}$ angebaut. Der Anbauumfang der Ackerbohne je Landkreis ist in Anlage 12 und der dazugehörige Durchschnittsertrag in Anlage 13 im Anhang dargestellt. Zusammenfassend für die Regierungsbezirke ergeben sich die in Tabelle 7 aufgeführten Werte.

Tabelle 7: Ackerbohne - Anbauumfang und erzielte Kornerträge in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
RP Chemnitz	2.045	1.729	1.554	1.448	1.554	1.001
RP Dresden	1.236	1.001	1.236	851	292	372
RP Leipzig	395	239	395	547	349	327
Summe Sachsen	3.676	2.968	3.676	2.846	1.559	1.700
	Kornertrag (dt ha⁻¹)					
RP Chemnitz	33,5	39,0	29,4	23,2	29,4	40,3
RP Dresden	28,6	41,6	28,6	21,4	41,9	55,5
RP Leipzig	31,2	39,5	31,2	22,4	44,3	38,7
Mittel Sachsen*	31,6	39,9	31,6	22,5	43,8	43,3

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

Die Ackerbohne wurde am häufigsten im Bereich des RP Chemnitz angebaut, gefolgt vom RP Leipzig und RP Dresden. Der höchste Kornertrag wurde mit $55,5 \text{ dt ha}^{-1}$ im Jahr 2004 im RP Dresden erzielt, der geringste Kornertrag mit $21,4 \text{ dt ha}^{-1}$ ebenfalls im RP Dresden im Jahr 2003. Bezogen auf die Landkreise wurde im Jahr 2005 in Meißen der höchste Kornertrag mit $61,3 \text{ dt ha}^{-1}$ gemessen, der geringste Kornertrag wurde im Jahr 2003 in Mittweida mit $16,9 \text{ dt ha}^{-1}$ realisiert (siehe Anlage 13 im Anhang). Die Tabelle 8 enthält die Ergebnisse zur Schätzung der symbiotischen N_2 -Fixierleistung und dem N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau der Ackerbohne in den drei Regierungsbezirken des Freistaates Sachsen.

Tabelle 8: Ackerbohne – Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	196,0	220,0	170,5	135,4	170,0	235,4
RP Dresden	166,6	236,6	168,2	124,5	240,7	329,3
RP Leipzig	182,1	223,9	179,9	129,5	252,9	228,9
Mittel Sachsen*	184,4	226,1	183,9	130,9	251,8	255,2
	N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	+55,3	+56,2	+47,0	+38,0	+46,5	+66,1
RP Dresden	+46,5	+61,9	+48,1	+34,6	+64,8	+96,2
RP Leipzig	+51,1	+58,0	+48,8	+35,4	+66,9	+66,2
Mittel Sachsen*	+51,7	+58,5	+51,2	+36,4	+67,8	+73,3

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

In Abhängigkeit von den jeweils erzielten regionalen Durchschnittserträgen und N_{min}-Vorräten im Boden schwankten die Ergebnisse der N₂-Fixierleistung der Ackerbohne zwischen den Jahren und der Regierungsbezirken stark. Die höchste N₂-Fixierleistung war im Jahr 2005 im RP Dresden mit 329,3 kg N ha⁻¹ zu verzeichnen, was einer Gesamtmenge für den Regierungsbezirk von 122,5 t Stickstoff entspricht. Die niedrigste N₂-Fixierleistung war im Jahr 2001 ebenfalls im RP Dresden mit 124,5 kg N ha⁻¹ gegeben (entspricht insgesamt 29,5 t). Insgesamt für Sachsen wurde in den sechs Untersuchungsjahren eine durchschnittliche symbiotische N₂-Fixierleistung der Ackerbohne in Höhe von 205,4 kg N ha⁻¹ (entspricht insgesamt 537 t Stickstoff je Jahr) ermittelt. Der mittlere N-Flächenbilanzsaldo lag in den Jahren 2000 bis 2005 bei +56,5 kg N ha⁻¹ (147,6 t Stickstoff).

Die ermittelte symbiotische N₂-Fixierleistung der Ackerbohne ist als Anlage 14 (kg N ha⁻¹) und Anlage 15 (t N) im Anhang und die daraus resultierenden N-Flächenbilanzsalden in einzelnen Landkreisen sind in den Anlagen 16 (kg N ha⁻¹) und 17 (t N) im Anhang beigefügt. Bezogen auf einzelne Landkreise betrug die jährliche N₂-Fixierleistung der Ackerbohne zwischen 98,0 kg N ha⁻¹ im Jahr 2003 im Landkreis Mittweida und 359,8 kg N ha⁻¹ im Jahr 2005 im Landkreis Meißen. Der höchste jährliche N-Flächenbilanzsaldo lag im Jahr 2005 mit +105,7 kg N ha⁻¹ im Weißeritzkreis und der niedrigste N-Flächenbilanzsaldo mit +28,9 kg N ha⁻¹ im Landkreis Löbau-Zittau im Jahr 2003.

Auf Grundlage der Formel zur Berechnung des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau der Ackerbohne ($N\text{-Flächenbilanzsaldo} = N\text{-Entzug} \times (0,5 - 0,0025 \times N_{\min})$) ist ersichtlich, dass ein negativer N-Flächenbilanzsaldo ab einem N_{\min} -Vorrat im Boden zu Vegetationsbeginn von $200,0 \text{ kg N ha}^{-1}$ entsteht. Dies trat im Untersuchungszeitraum 2000 bis 2005 in keinem der Landkreise auf, so dass mit dem Anbau der Ackerbohne nach dem hier genutzten Kalkulationsverfahren stets ein positiver N-Flächenbilanzsaldo verbunden war (siehe Anlagen 5 und 16 im Anhang).

3.3.3 Lupine

Angaben über den Anbauumfang der Lupine wurden durch das Statistische Landesamt nur für das Jahr 2005 zur Verfügung gestellt. Es wurde eine Anbaufläche von $1\,628 \text{ ha}$ ausgewiesen bei einem mittleren Kornertrag von $21,5 \text{ dt ha}^{-1}$. Diese Zahlen spiegeln in der Summe den Anbau in Sachsen wider. Sie geben keine Auskunft über den Anbau in den einzelnen Regierungsbezirken. Es wurde auch nicht ausgewiesen, um welche Lupinenart (Schmalblättrige, Gelbe oder Weiße Lupine) es sich hierbei gehandelt hat. Wie der Anlage 1 im Anhang zu entnehmen ist, wird im Rahmen des von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellten Kalkulationsverfahrens eine identische Berechnungsgrundlage für die Schätzung der symbiotischen N_2 -Fixierleistung und den N-Flächenbilanzsaldo bei allen drei Lupinearten genutzt, wobei allerdings der Stickstoffgehalt im Korn zwischen $4,8$ (Schmalblättrige Lupine) über $5,2$ (Weiße Lupine) bis $6,1 \text{ kg N je dt Korn}$ (Gelbe Lupine) in die Bewertung artspezifisch berücksichtigt wird. Die Schmalblättrige Lupine ist die derzeit in Deutschland am häufigsten angebaute Lupinenart. Ihr Anteil an der gesamten Anbaufläche der Lupine liegt bei derzeit 92% (FAO 2006, ANONYMUS 2007). Weil der N-Gehalt im Korn bei der Schmalblättrigen Lupine mit $4,8 \text{ kg N je dt}$ bei den drei Lupinearten am geringsten ist, wurde für die weitere Berechnung angenommen, dass die vom Statistischen Landesamt herausgegebene Anbaufläche der Lupine im Jahr 2005 vollständig mit Schmalblättriger Lupine bestellt war. Somit ergab sich im Mittel eine symbiotische N_2 -Fixierleistung der Lupine in Höhe von 129 kg ha^{-1} (Summe der Fläche in Sachsen: $210,0 \text{ t N}$). Mit dem Anbau der Lupine war im Mittel ein N-Flächenbilanzsaldo in Höhe von $+25,8 \text{ kg N ha}^{-1}$ verbunden (Summe der Fläche in Sachsen $42,0 \text{ t N}$).

3.4 Feldgemüseanbau mit Leguminosen – Anbau und symbiotische N_2 -Fixierleistung

Der Feldgemüseanbau mit Grünspeiseerbsen und Gemüsebohnen fand in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 vorrangig auf humusreichen und steinarmen Böden statt. Zumeist lagen diese Standorte in der Nähe zum Verarbeiter, weil alle Gemüsearten erntefrisch, d.h. zeitnah verarbeitet werden müssen. Auch bei diesen Kulturarten überstieg der Grünspeiseerbsenanbau die Anbaufläche der Gemüsebohnen. Die Ertragsdepression im Trockenjahr 2003 ist auch hier deutlich sichtbar (Tab. 9 und Tab. 11). Die Anbaudaten der Grünspeiseerbse und -bohne liegen seitens des Statistischen Landesamtes nur als Summenwert für den gesamten Freistaat Sachsen vor.

3.4.1 Grünspeiseerbse

In Sachsen wurden in den Jahren 2000 bis 2005 auf durchschnittlich 2 365 ha Grünspeiseerbse mit einem mittleren Frischmasseertrag in Höhe von 51,1 dt ha⁻¹ angebaut.

Tabelle 9: Grünspeiseerbse - Anbauumfang und Frischmasseertrag an Erbsenkorn in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006)

Jahr					
2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anbaufläche (ha)					
2.031	2.272	2.452	2.678	2.495	2.260
Kornertrag (dt FM ha⁻¹)					
44,4	58,6	53,6	38,6	55,3	56,1

Der jährliche Anbauumfang im Freistaat Sachsen war bei der Grünspeiseerbse in den Jahren 2000 bis 2005 relativ konstant. Jedoch schwankten die erzielten Ertragsleistungen zwischen den Jahren relativ stark. Sie lagen zwischen 38,6 dt FM ha⁻¹ (2003) und 58,6 dt FM ha⁻¹ (2001, Tab. 9). Unter Verwendung des von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellten Berechnungsverfahrens ergab sich für die Grünspeiseerbse in den Anbaujahren 2000 bis 2005 die in Tabelle 10 gelistete symbiotische N₂-Fixierleistung.

Tabelle 10: Grünspeiseerbse – Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Symbiotische N₂-Fixierleistung						
In kg N ha ⁻¹	93,4	75,3	81,7	100,8	79,6	78,5
Summe Sachsen (in t N)	189,8	117,2	200,4	270,0	198,5	177,5
N-Flächenbilanzsaldo						
In kg N ha ⁻¹	53,0	22,0	32,9	65,7	29,2	27,5
Summe Sachsen (in t N)	107,7	50,0	80,8	175,9	72,9	62,1

Beim Anbau der Grünspeiseerbse wurden in den Jahren 2000 bis 2005 durchschnittlich 84,9 kg N ha⁻¹ symbiotisch fixiert, was einer gesamten Fixierleistung der in Sachsen angebauten Grünspeiseerbse in Höhe von 201,2 t Stickstoff im Durchschnitt der Jahre entspricht. Der daraus resultierende N-Flächenbilanzsaldo betrug im Mittel der sechs Untersuchungsjahre bei der Grünspeiseerbse +38,4 kg N ha⁻¹, so dass sich die N-Flächenbilanzsalden für Sachsen auf insgesamt 91,6 t Stickstoff summieren.

Nach dem Berechnungsverfahren resultiert ein negativer N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau der Grünspeiseerbse ab einem Ertrag von 68,7 dt FM ha⁻¹. Diese durchschnittliche Erntemenge wurde in keinem der sechs Untersuchungsjahre in Sachsen erreicht (Tab. 10).

3.4.2 Gemüsebohne

In Sachsen wurden in den Jahren 2000 bis 2005 auf durchschnittlich 399 ha Gemüsebohnen mit einem mittleren Frischmasseertrag in Höhe von 90,7 dt ha⁻¹ angebaut (Tab. 11).

Tabelle 11: Gemüsebohne - Anbauumfang und Frischmasseerträge an Hülsen in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
Gemüsebohnen (Früh- und Spät- aussaat)	435	361	367	435	406	390
	Hülserertrag (dt FM ha⁻¹)					
Gemüsebohnen (Früh- und Spät- aussaat)	99,0	106,7	91,5	50,4	103,6	93,5

Der jährliche Anbauumfang der Gemüsebohne in Sachsen war in den Jahren 2000 bis 2005 wie bei der Gemüsespeiseerbse relativ konstant, jedoch wiesen die Ertragsleistungen starke Schwankungen auf. Sie lagen bei der Gemüsebohne zwischen 50,4 dt FM ha⁻¹ (2003) und 106,7 dt FM ha⁻¹ (2001). Unter Verwendung des von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellten Berechnungsverfahrens ergaben sich für die Gemüsebohne in den Anbaujahren 2000 bis 2005 folgende symbiotische N₂-Fixierleistungen und N-Flächenbilanzsalden:

Tabelle 12: Gemüsebohne – symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung					
In kg N ha ⁻¹	29,7	32,0	27,5	15,1	31,1	28,1
Summe Sachsen (t N)	12,9	11,6	10,1	6,6	12,1	10,9
	N-Flächenbilanzsaldo					
In kg N ha ⁻¹	5,0	5,3	4,6	2,5	5,2	4,7
Summe Sachsen (t N)	2,2	1,9	1,7	1,1	2,1	1,8

Mit dem Anbau der Gemüsebohne war in den Jahren 2000 bis 2005 eine durchschnittliche symbiotische N₂-Fixierleistung von 27,2 kg N ha⁻¹ verbunden, was in Abhängigkeit vom Anbauumfang und dem erzielten Ertrag einer gesamten symbiotischen N₂-Fixierleistung für Sachsen in Höhe von 10,8 t Stickstoff im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 entsprach. Der daraus resultierende N-Flächenbilanzsaldo betrug im Mittel der sechs Untersuchungsjahre +4,5 kg N ha⁻¹. Für Sachsen insgesamt summiert sich hieraus ein positiver Bilanzsaldo in Höhe von 1,8 t Stickstoff je Jahr.

Rechnerisch entsteht unter Nutzung des von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft herausgegebenen Kalkulationsverfahrens bei der Gemüsebohne in keinem Fall ein negativer N-Flächenbilanzsaldo, da die symbiotische N₂-Fixierleistung der Gemüsebohne immer höher ausfällt als die Stickstoffabfuhr mit dem Ernteprodukt.

3.5 Futterleguminosen - Anbauumfang und symbiotische N₂-Fixierleistung

3.5.1 Luzerne

Der Anbau der Luzerne erfolgte in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 auf durchschnittlich jährlich 1 745 ha mit einem mittleren Schnittgutertrag von 91,5 dt Trockenmasse ha⁻¹. Die Anbauumfänge der Luzerne je Landkreis sind in Anlage 18, die Durchschnittserträge in Anlage 19 im Anhang dargestellt. Zusammenfassend für die Regierungspräsidien ergeben sich die in Tabelle 13 verzeichneten Werte:

Tabelle 13: Luzerne - Anbauumfang und Ertrag in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
RP Chemnitz	61	58	115	117	175	223
RP Dresden	393	331	343	346	456	729
RP Leipzig	1.523	1.439	777	924	1.054	1.409
Summe Sachsen	1.976	1.828	1.234	1.387	1.685	2.361
	Mittlerer Schnittgutertrag (dt Trockenmasse ha⁻¹)					
RP Chemnitz	98,5	100,7	76,4	62,6	96,4	99,4
RP Dresden	108,2	92,8	116,4	57,1	120,4	97,0
RP Leipzig	104,3	94,9	87,3	55,9	92,4	98,1
Mittel Sachsen*	104,9	94,7	94,4	56,8	100,4	97,9

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

Die Luzerne wurde in den Anbaujahren 2000 bis 2005 mit deutlichem Abstand am häufigsten im RP Leipzig angebaut (durchschnittlich 1 188 ha), gefolgt vom RP Dresden (durchschnittlich 433 ha) und dem RP Chemnitz (durchschnittlich 125 ha). Der höchste Schnittgutertrag der Luzerne in Höhe von 120,4 dt TM ha⁻¹ wurde im Jahr 2004 im RP Dresden erzielt, der geringste Ertrag im Jahr 2003 im RP Leipzig mit 55,9 dt TM ha⁻¹. Bezogen auf die Landkreise wurde der höchste Schnittgutertrag der Luzerne im Jahr 2000 im Landkreis Kamenz mit 170,9 dt TM ha⁻¹ geerntet und der geringste Ertrag im Jahr 2003 im Landkreis Torgau-Oschatz mit 36,3 dt TM ha⁻¹ (siehe Anlage 19 im Anhang).

Zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierung der Futterleguminosen wurden in Abhängigkeit von der Nutzung der Bestände (Schnitt- oder Grünbrache) durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft unterschiedliche Berechnungsverfahren zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 2 und Anlagen 2 und 3 im Anhang). Im Datenmaterial, das durch das Statistische Landesamt bereitgestellt wurde (Anbauumfang und Erträge), war nicht erkennbar, ob die Luzerne einer Schnittnutzung oder Grünbrachenutzung unterlag. Deshalb wurde für die weitere Berechnung unterstellt, dass alle Angaben auf einer Schnittnutzung basieren. Ferner wurde ein mittlerer Trockenmasse-Anteil im Schnittgut der Luzerne in Höhe von 20 % zu Grunde gelegt, so dass mit dem Faktor fünf eine Umrechnung der Ertragsdaten von Trocken- auf Frischmasse erfolgte. Dies war notwendig, weil die Angaben der Erntemenge des Statistischen Landesamtes in Trockenmasse vorlagen und die Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos nach dem Verfahren der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft auf Basis des Frischmasse-Ertrages durchzuführen ist. Somit ergab sich unter Verwendung der im Anhang 2 in der Anlage (Luzerne-Anbau zur Schnittnutzung) genannten Gleichung eine symbiotische N₂-Fixierleistung der Luzerne in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 in Höhe von bis zu 403 kg N ha⁻¹ (Tab. 14).

Tabelle 14: Luzerne – symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	307,5	317,0	211,6	151,7	298,4	311,4
RP Dresden	349,6	282,8	385,2	127,8	402,5	301,0
RP Leipzig	332,7	291,9	258,9	122,6	281,0	305,8
Mittel Sachsen*	335,3	291,0	289,7	126,5	315,7	304,9
	N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	+68,5	+72,9	+23,9	-3,9	+64,2	+70,3
RP Dresden	+88,0	+57,0	+104,5	-14,9	+112,6	+65,5
RP Leipzig	+80,2	+61,2	+45,9	-17,4	+56,2	+67,7
Mittel Sachsen*	+81,4	+60,8	+60,2	-15,5	+72,3	+67,3

RP Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

In Abhängigkeit vom jeweiligen Anbauumfang und dem erzielten Durchschnittsertrag beim Anbau der Luzerne in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 schwankte die symbiotische N₂-Fixierleistung zwischen den Jahren und den Regierungspräsidien erheblich. Die höchste symbiotisch fixierte N-Menge war im Jahr 2004 im RP Dresden gegeben und lag bei 402,5 kg ha⁻¹, die niedrigste Leistung der Luzerne lag im RP Leipzig mit 122,6 kg ha⁻¹ im Jahr 2003 vor. Für Sachsen insgesamt wurde in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 eine durchschnittliche symbiotische N₂-Fixierleistung der Luzerne in Höhe von 277,2 kg N ha⁻¹ je Jahr ermittelt. Der mittlere N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau der Luzerne lag in den Jahren 2000 bis 2005 bei +54,4 kg N ha⁻¹, wobei hier das Trockenjahr 2003 sich deutlich nach unten abhebt. Die ermittelten Einzelwerte für die symbiotische N₂-Fixierung der Luzerne in den Landkreisen sind in Anlage 20 mit Angaben zur flächenbezogenen N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹) und in Anlage 21 als Gesamtmenge in t Stickstoff je Landkreis, Regierungsbezirk und für den gesamten Freistaat Sachsen enthalten. Der mit dem Anbau der Luzerne verbundene N-Flächenbilanzsaldo in den Landkreisen Sachsens ist in Anlage 22 (Angaben in kg N ha⁻¹) und die Anlage 23 (Angaben in t Stickstoff) im Anhang enthalten. Insgesamt schwankte die jährliche symbiotische N₂-Fixierleistung der Luzerne in den Landkreisen zwischen 37,5 kg N ha⁻¹ im Jahr 2003 im Landkreis Torgau-Oschatz und 639,5 kg ha im Jahr 2002 im Landkreis Bautzen. Der höchste N-Flächenbilanzsaldo lag analog der symbiotischen N₂-Fixierleistung im Jahr 2002 mit +222,6 kg N ha⁻¹ im Landkreis Bautzen und der niedrigste N-Saldo mit -56,9 kg N ha⁻¹ im Landkreis Torgau-Oschatz (2003).

Auf Grundlage der Formel zur Berechnung des N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau der Luzerne ($N\text{-Saldo} = 0,65 \times N\text{-Entzug} - 130$) ist ersichtlich, dass ein negativer N-Flächenbilanzsaldo entsteht, wenn der Schnittgutertrag der Luzerne kleiner oder gleich 64,5 dt ha⁻¹ Trockenmasse beträgt (entspricht 322,5 dt ha⁻¹ Frischmasse). Dies war überwiegend im Jahr 2003 in fast allen Landkreisen und somit als Summe auch in den Regierungspräsidien der Fall. Darüber hinaus trat dieser Fall auch im Jahr 2005 im Landkreis Riesa-Großenhain mit einem Schnittgutertrag von 62,9 dt TM ha⁻¹ ein (Siehe Anlagen 19 und 22 im Anhang).

3.5.2 Klee, Klee gras und Klee-Luzerne-Gemenge

Der Anbau von Klee, Klee gras und deren Gemenge mit Nichtleguminosen war in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 sehr umfangreich. Weil bei der Datenbereitstellung zur Anbaufläche und dem Durchschnittsertrag durch das Statistische Landesamt alle Kleearten und deren Gemengeanbau nur in Summe der Rein- und Gemengesaaten herausgegeben wurde, konnten keine Berechnungen zur symbiotischen N₂-Fixierleistung einzelner Kleearten (z.B. Rot- und Weißklee sowie Persischer Klee) durchgeführt werden. Ferner lagen keine Angaben zur Nutzungsart (Schnitt- oder Grünbrachenutzung/Mulchen) der Aufwüchse vor. Insgesamt hat der Kleeanbau einen sehr hohen Wasserbedarf für das Wachstum, deshalb zeichnet sich das Trockenjahr 2003 durch extreme Ertragseinbußen deutlich ab.

Der Anbau von Klee, Klee gras und deren Gemenge erfolgte in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 auf durchschnittlich jährlich 12 216 ha mit einem mittleren Schnittgutertrag von 103,2 dt TM ha⁻¹. Der Anbauumfang dieser Bestände je Landkreis ist in Anlage 24 und deren Durchschnittsertrag in Anlage 25 im Anhang dargestellt. Zusammenfassend für die Regierungspräsidien ergaben sich beim Anbau von Klee, Klee gras und deren Gemenge mit Nichtleguminosen die in Tabelle 15 verzeichnete symbiotische N₂-Fixierleistung und ein entsprechender N-Flächenbilanzsaldo.

Tab. 15: Klee-Gras-Gemenge - Anbauumfang und Ertrag in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN, 2006)

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anbaufläche (ha)					
RP Chemnitz	9.584	8.953	8.070	7.229	7.728	8.393
RP Dresden	3.655	3.351	2.907	2.578	2.878	3.552
RP Leipzig	910	818	673	538	681	797
Summe Sachsen	14.149	13.122	11.650	10.344	11.287	12.742
	Schnittgutertrag (dt TM ha⁻¹)					
RP Chemnitz	111,2	107,6	115,4	79,5	108,7	107,1
RP Dresden	94,5	107,1	115,3	66,3	106,0	98,7
RP Leipzig	140,4	108,2	107,8	69,3	107,3	100,1
Mittel Sachsen*	108,8	107,5	114,9	75,7	107,9	104,3

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

Klee und deren Gemenge mit Nichtleguminosen wurden in den Jahren 2000 bis 2005 mit deutlichem Abstand am häufigsten im RP Chemnitz angebaut (durchschnittlich 8 326 ha), gefolgt vom RP Dresden (durchschnittlich 3 154 ha) und dem RP Leipzig (736 ha). Der höchste Schnittgutertrag der Bestände in Höhe von 115,4 dt ha⁻¹ wurde im Jahr 2002 im RP Chemnitz erzielt, der geringste Ertrag im Jahr 2003 im RP Dresden mit 66,3 dt ha⁻¹ (Tab. 15). Bezogen auf die Landkreise wurde der höchste Schnittgutertrag im Jahr 2000 im Landkreis Delitzsch mit 175,1 dt TM ha⁻¹ geerntet, der geringste Ertrag im Jahr 2003 in Torgau-Oschatz mit 43,8 dt ha⁻¹ (siehe Anlage 25 im Anhang).

Zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierung der Futterleguminosen-Bestände wurden in Abhängigkeit von der Nutzung der Bestände als Schnitt oder zur Grünbrache durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006) unterschiedliche Berechnungsverfahren zur Verfügung gestellt. Für den Klee- und Klee-Gras-Gemengeanbau sind in Abhängigkeit von den Mischungsverhältnissen der Fruchtarten im Gemenge differenzierte Schätzverfahren abgeleitet worden (siehe Anlagen 2 und 3 im Anhang). Um eine landesweite Berechnung zur symbiotischen N₂-Fixierleistung und dem N-Flächenbilanzsaldo dieser Bestände vornehmen zu können, wurde im Weiteren ange-

nommen, dass der Klee stets im Gemenge mit einem Graspartner im Mischungsverhältnis 70 % Klee zu 30 % Gras angebaut wurde und ausschließlich eine Schnittnutzung vorlag. Zudem wurde ein Faktor fünf für die Umrechnung der Ertragsangaben von Trocken- auf Frischmasseertrag genutzt. Dieses war notwendig, weil die Angaben der Erntemenge des Statistischen Landesamtes in Trockenmasse vorlagen und die Berechnungen zur N₂-Fixierleistung und dem N-Flächenbilanzsaldo anhand der Frischmasse-Erträge durchzuführen waren.

Unter Verwendung der Gleichungen zur Schätzung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos entsprechend den Anlagen 2 und 3 im Anhang wurden die in Tabelle 16 dargestellten Werte zur symbiotischen N₂-Fixierleistung der Bestände und den hiermit verbundenen N-Flächenbilanzsaldo ermittelt.

Tabelle 16: Klee-Gras-Luzerne-Gemenge – symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	280,8	270,1	293,3	186,5	273,4	268,6
RP Dresden	231,1	268,6	293,0	147,2	265,4	243,6
RP Leipzig	367,7	271,9	270,7	156,2	269,2	247,8
Mittel Sachsen*	273,7	269,8	291,8	175,2	271,0	260,3
	N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)					
RP Chemnitz	-1,6	-5,1	+2,5	-32,5	-4,0	-5,6
RP Dresden	-17,9	-5,6	+2,4	-45,4	-6,6	-13,8
RP Leipzig	+26,9	-4,5	-4,9	-42,4	-5,4	-12,4
Mittel Sachsen*	-3,9	-5,2	+2,0	-36,2	-4,8	-8,3

RP: Regierungspräsidium, *gewogenes Mittel

In Abhängigkeit von der jeweils verschiedenen Anbaufläche der Bestände und dem erzielten Durchschnittsertrag in den Regierungspräsidien in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 schwankte die symbiotische N₂-Fixierung zwischen den Jahren und Regierungspräsidien deutlich. Die höchste symbiotische N₂-Fixierleistung der Bestände war im Jahr 2000 im RP Chemnitz gegeben und lag bei 367,7 kg N ha⁻¹ (insgesamt 2 691 t Stickstoff), die niedrigste im RP Dresden mit 147,2 kg N ha⁻¹ (entspricht 379,6 t Stickstoff bezogen auf die Anbaufläche im RP Dresden) im Jahr 2003. Für Sachsen insgesamt wurde in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 eine durchschnittliche symbiotische N₂-Fixierleistung der Klee-Gras-Luzerne-Gemenge in Höhe von 257,0 kg N ha⁻¹ (ent-

spricht 3 166,7 t Stickstoff bezogen auf die gesamte Anbaufläche) je Jahr ermittelt. Der mittlere N-Flächenbilanzsaldo beim Anbau von Klee-Gras-Luzerne-Gemenge lag in den Jahren bei -9,4 kg N ha⁻¹ (entspricht -105,7 t Stickstoff).

Die ermittelte symbiotische N₂-Fixierleistung der Klee-Gras-Luzerne-Gemenge in den Landkreisen ist als Anlage 26 im Anhang (Angaben in kg N ha⁻¹) und für die Gesamtmenge in t Stickstoff je Landkreis, Regierungsbezirk und Sachsen in Anlage 27 enthalten. Die mit dem Anbau der Futterleguminosen-Gras-Bestände verbundenen N-Flächenbilanzsalden in den einzelnen Landkreisen sind die Anlage 28 (Angabe in kg N ha⁻¹) und die Anlage 29 (Angabe in t Stickstoff) im Anhang verzeichnet. Die jährliche N₂-Fixierleistung der Futterleguminosen-Gras-Bestände in den Landkreisen schwankte zwischen 63,1 kg N ha⁻¹ in Görlitz (Stadt) im Jahr 2000 und 470,9 kg N ha⁻¹ im Jahr 2000 im Landkreis Delitzsch. Der höchste N-Flächenbilanzsaldo, der mit dem Anbau der Futterleguminosen-Gras-Bestände zu verzeichnen war, lag mit +60,7 kg N ha⁻¹ (2000, Landkreis Delitzsch), der niedrigste mit -73,0 kg N ha⁻¹ ebenfalls im Jahr 2000 in Görlitz, Stadt.

Auf Grundlage der Formel zur Berechnung des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Klee-Gemengen ($N\text{-Saldo} = 0,39 \times N\text{-Entzug} - 110$) ist ersichtlich, dass ein negativer N-Flächenbilanzsaldo entsteht, sofern der Schnittgutertrag kleiner oder gleich 112,8 dt TM ha⁻¹ beträgt (entspricht 564,0 dt Frischmasse ha⁻¹). Dies war überwiegend in allen betrachteten Jahren und allen Landkreisen der Fall. In 107 Landkreis-Nennungen der sechs Untersuchungsjahre betrug der Durchschnittsertrag weniger als 112,8 dt TM ha⁻¹. Im Jahr 2003 fiel in allen Landkreisen Sachsens der Ertrag deutlich geringer als 112,8 dt TM ha⁻¹ aus, so dass der N-Flächenbilanzsaldo negativ wurde (siehe Anlagen 25 und 28 im Anhang).

3.6 Gesamtsymbiotische N₂-Fixierleistung der Leguminosen in Sachsen

Zur Quantifizierung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Leguminosen, die insgesamt in Sachsen angebaut wurden, sind alle zuvor berechneten Beträge eines Jahres addiert und in der nachfolgenden zusammengefasst worden.

Tabelle 17: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsalden beim Anbau von Leguminosen im Ackerbau in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
Körnererbse	114,4	118,7	109,1	106,0	156,5	137,7
Ackerbohne	184,4	226,1	183,9	130,9	251,8	255,2
Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	129,0
Grünpiseseerbse	93,4	75,3	81,7	100,8	79,6	78,5
Gemüsebohne	29,7	32,0	27,5	15,1	31,1	28,1
Luzerne	335,3	291,0	289,7	126,5	315,7	304,9
Klee-Gras-Gemenge	273,7	269,8	291,8	175,2	271,0	260,3
Mittel Sachsen*	171,8	168,8	164,0	109,1	184,3	170,5
	N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)					
Körnererbse	+17,4	+10,6	+16,0	+15,4	+18,9	+23,6
Ackerbohne	+51,7	+58,5	+51,2	+36,4	+67,8	+73,3
Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	+25,8
Grünpiseseerbse	+53,0	+22,0	+32,9	+65,7	+29,2	+27,2
Gemüsebohne	+5,0	+5,3	+4,6	+2,5	+5,2	+4,7
Luzerne	+81,4	+60,8	+60,2	-15,5	+72,3	+67,3
Klee-Gras-Gemenge	-3,9	-5,2	+2,0	-36,2	-4,8	-8,3
Mittel Sachsen*	+34,1	+25,3	+27,8	+11,4	+31,4	+30,5

* gewogenes Mittel

Hierfür wurden ausschließlich die Daten zum Anbauumfang und Durchschnittsertrag in den Jahren 2000 bis 2005 für Sachsen insgesamt verrechnet und nicht die der einzelnen Regierungspräsidien oder Landkreise, weil z.B. die Summe der Anbauumfänge der Landkreise nicht dem Wert des Anbauumfangs für Sachsen insgesamt entsprach (siehe z.B. für Körnererbse Anlage 6 und für Ackerbohne Anlage 12 im Anhang). In den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 lag die durchschnittliche N₂-Fixierleistung je ha angebaute Leguminose im Ackerbau in Sachsen bei 161,4 kg N ha⁻¹. Die höchste Menge an symbiotischer N₂-Fixierleistung betrug im Mittel 184,3 kg N ha⁻¹ im Jahr 2004. Die geringste symbiotisch fixierte N-Menge wurde mit im Mittel 109,1 kg N ha⁻¹ im Jahr 2003 ermittelt. Die daraus resultierenden N-Flächenbilanzsalden lagen im Mittel bei +26,8 kg N ha⁻¹ und schwankten zwischen +34,1 kg N ha⁻¹ (2000) und +11,4 kg N ha⁻¹ (2003). Zwischen den angebaute Leguminosenarten waren große Unterschiede in der symbiotischen N₂-Fixierleistung und dem N-Flächenbilanzsaldo zu verzeichnen. Die höchste symbiotische N₂-Fixierleistung war mit 335,3 kg

N ha^{-1} bei Luzerne im Jahr 2000, die geringste Menge im Jahr 2003 bei der Gemüsebohne mit $15,1 \text{ kg N ha}^{-1}$ zu verzeichnen. In ähnlichem Umfang schwankten die N-Flächenbilanzsalden zwischen $+81,4 \text{ kg N ha}^{-1}$ bei Luzerne (2000) und $-36,2 \text{ kg N ha}^{-1}$ beim Klee-Gras-Gemenge (2003). Bezogen auf die jährliche kulturartenspezifische symbiotische N_2 -Fixierleistung war im Durchschnitt der Untersuchungsjahre der Anbau der Luzerne in Reinsaat mit im Mittel $277,2 \text{ kg N ha}^{-1}$ mit der höchsten Leistung unter sächsischen Anbaubedingungen verbunden, gefolgt von Klee(-Gemenge) mit im Mittel $257,0 \text{ kg N ha}^{-1}$, der Ackerbohne mit im Mittel $205,4 \text{ kg N ha}^{-1}$, der Schmalblättrigen Lupine (in 2005) mit im Mittel $129,0 \text{ kg N ha}^{-1}$, der Körnererbse mit im Mittel $123,7 \text{ kg N ha}^{-1}$, der Grünspeiseerbse mit im Mittel $84,9 \text{ kg N ha}^{-1}$ und der Gemüsebohne mit im Mittel $27,3 \text{ kg N ha}^{-1}$.

Hinsichtlich des resultierenden N-Flächenbilanzsaldo hinterließen im Mittel der Untersuchungsjahre die in Sachsen angebaute Leguminosen für die Nachkultur nachstehende Stickstoffmengen:

Ackerbohne $56,5 \text{ kg N ha}^{-1}$, Luzerne $54,4 \text{ kg N ha}^{-1}$, Grünspeiseerbse $38,3 \text{ kg N ha}^{-1}$, Lupine (in 2005) $25,8 \text{ kg N ha}^{-1}$, Körnererbse $17,0 \text{ kg N ha}^{-1}$, Gemüsebohne $4,6 \text{ kg N ha}^{-1}$. Der Anbau der Klee(-Gemenge) war nach den genutzten Berechnungsverfahren im Mittel mit einem negativen N-Flächenbilanzsaldo in Höhe von durchschnittlich $9,4 \text{ kg N ha}^{-1}$ verbunden. In Tabelle 18 ist die insgesamt in den Untersuchungsjahren von den im Ackerbau in Sachsen angebaute Leguminosen symbiotisch fixierte N_2 -Menge zusammengestellt. Gleichzeitig war mit dem Anbau der Leguminosen in Summe ein in Tabelle 18 verzeichneter N-Flächenbilanzsaldo in den untersuchten Jahren verbunden.

Tabelle 18: Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsaldo der in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005 im Ackerbau angebaute Leguminosen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (t N insgesamt)					
Körnererbse	2.079,6	2.499,3	2.022,6	1.898,0	2.376,0	2.181,9
Ackerbohne	678,03	670,96	676,08	372,42	392,55	433,83
Schmalblättrige Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	210,0
Gemüsespeise- erbse	189,8	117,2	200,4	270,0	198,5	177,5
Gemüsebohne	12,9	11,6	10,1	6,6	12,6	10,9
Luzerne	662,5	531,9	357,5	175,5	532,0	719,8
Klee-Gras- Gemenge	3.872,3	3.540,5	3.399,8	1.812,3	3.058,8	3.316,6
Summe Sach- sen	7.495,1	7.371,5	6.666,5	4.534,8	6.570,5	7.050,5
	N-Flächenbilanzsaldo (t N insgesamt)					
Körnererbse	+316,5	+223,1	+296,1	+275,1	+287,2	+373,5
Ackerbohne	+190,2	+173,6	+188,2	+103,5	+105,8	+124,7
Schmalblättrige Lupine	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	+42,0
Gemüsespeise- erbse	+107,7	+50,0	+80,8	+175,9	+72,9	+62,1
Gemüsebohne	+2,2	+1,9	+1,7	+1,1	+2,1	+1,8
Luzerne	+160,8	+111,2	+74,3	-21,6	+121,8	+158,8
Klee-Gras- Gemenge	-55,5	-68,1	+23,6	-374,4	-54,1	-105,9
Summe Sach- sen	+721,9	+491,7	+664,7	+159,6	+535,7	+657,0

k.A.: keine Angaben verfügbar

Die höchste symbiotische N₂-Fixierleistung war im Jahr 2000 mit dem Klee-Gras-Gemenge (14 149 ha Anbaufläche) und einer Zufuhr von 3 872,3 t Stickstoff verbunden. Hingegen wurden im Jahr 2003 durch die Gemüsebohne insgesamt in Sachsen etwa 6,6 t Stickstoff auf 435 ha Anbaufläche symbiotisch fixiert. Die durchschnittliche Gesamtmenge an symbiotisch fixiertem Stickstoff beim Anbau von Leguminosen im Ackerbau Sachsens lag in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 bei 6 614,8 t Stickstoff und schwankte zwischen 4 534,8 t (2003) und 7 495,1 t Stickstoff (2000,

Tab. 18). Der N-Flächenbilanzsaldo der im Ackerbau Sachsens mit Leguminosen bestellten Fläche betrug in den Untersuchungsjahren +538,4 t Stickstoff und schwankte zwischen 159,6 t (2003) und 721,9 t Stickstoff (2000).

3.7 Äquivalente Klimarelevanz

Beim Anbau von Leguminosen wird für deren Wachstum kein mineralisches N-Düngemittel benötigt, weil sie in Symbiose mit Rhizobien molekularen Luftstickstoff reduzieren und nutzen können. Stickstoff wird, wie die Übersicht in Tabelle 18 für den Ackerbau in Sachsen zeigt, in erheblichem Umfang für die land- und gartenbauliche Erzeugung über die symbiotische N₂-Fixierung zugeführt. Diese N-Mengen müssten im Falle unterbliebener symbiotischer N₂-Fixierung dem Produktionssystem über mineralische N-Düngemittel zugeführt werden. Die Herstellung mineralischer N-Düngemittel geht mit einer Emission klimarelevanter Spurengase einher. PATYK & REINHARDT (1997) bezifferten den Energiebedarf für die Bereitstellung, d.h. die Synthese, den Transport und die Ausbringung der in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten mineralischen N-Düngemittel mit im Mittel 49,1 MJ je Kilogramm Stickstoff. Im Zuge der Energierbereitstellung aus fossilen Energieträgern werden im Mittel 2984 g Kohlendioxid (CO₂) je Kilogramm Mineraldüngestickstoff freigesetzt. Zusätzlich wird dabei Distickstoffoxid (N₂O) in Höhe von 15,1 g und Methan (CH₄) in Höhe von 7,45 g je Kilogramm Mineraldüngestickstoff in die Atmosphäre entlassen, die einer emittierten Menge an Kohlendioxid in Höhe von 4836 g CO₂ je kg N äquivalent sind (massenbezogene Treibhauspotentiale über einen Zeithorizont von 100 Jahren, nach IPCC 1995). Für die Bereitstellung eines Kilogramm mineralischen N-Düngemittels kann somit eine Klimarelevanz angesetzt werden, die einer Emission von 7 820 g CO₂ äquivalent ist (SCHMIDTKE 2002).

Tabelle 19: Symbiotische N₂-Fixierleistung der im Ackerbau Sachsens angebaute Leguminosen sowie die im Vergleich zu gleichen N-Mengen eingesetzten mineralischen N-Düngemitteln hervorgerufene Minderung an äquivalenter CO₂-Emission für die Jahre 2000 bis 2005 in Sachsen

	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)					
Mittel Sachsen*	185,3	177,2	175,8	127,4	201,4	190,9
	Minderung äquivalente CO₂-Emission (kg CO₂ ha⁻¹)					
Mittel Sachsen*	1.445,3	1.382,2	1.371,2	993,7	1.570,9	1.489,0
	Symbiotische N₂-Fixierleistung (t N insgesamt)					
Summe Sachsen	7.495,1	7.371,5	6.666,5	4.534,8	6.570,5	7.050,5
	Minderung äquivalenter CO₂-Emission (t CO₂)					
	58.461,8	57.497,7	51.998,7	35.371,4	51.249,9	54.993,9

* gewogenes Mittel

Im Mittel der Jahre und bezogen auf alle untersuchten Leguminosenarten wurden im Ackerbau Sachsens im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 beim Anbau von Leguminosen 176,3 kg N ha⁻¹ symbiotisch fixiert. Sofern diese Stickstoffmenge über mineralische N-Düngemittel zugeführt worden wäre, wären zusätzlich Spurengase emittiert worden, die einer Emission von 1 375,1 kg CO₂ äquivalent ist (Tab. 19). Bezogen auf die insgesamt im Ackerbau Sachsens symbiotisch fixierte N-Menge wurden durch die Leguminosen im Mittel der Untersuchungsjahre 6 614,8 t N je Jahr symbiotisch fixiert, was sich im Vergleich zum Einsatz gleicher Mengen mineralischer N-Düngemittel auf eine Minderung der Klimarelevanz in Höhe einer äquivalenten Emission von 51 595,4 t CO₂ je Jahr beziffern lässt.

3.8 Monetäre Bewertung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Leguminosen

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass im Durchschnitt aller Leguminosenbestände in den Untersuchungsjahren 2000 bis 2005 je ha Anbaufläche eine symbiotische N₂-Fixierleistung von 176,3 kg N ha⁻¹ in Sachsen im Acker erreicht wurde (Tab. 19), was einer jährlichen Menge von insgesamt 6 614,8 t Stickstoff entspricht. Nach Ergebnissen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2006) im Rahmen des Düngemittleinsatzes in Referenzbetrieben des Programms Umweltgerechte Landwirtschaft wurden im Jahr 2005 im Mittel aller 61 konventionell wirtschaftenden Referenzbetriebe 123,75 kg N ha⁻¹ über Mineraldüngemittel ausgebracht. Bei einer Ackerfläche in Sachsen von insgesamt 720 560 ha (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft 2006, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006) entspräche dies einer gesamten Menge von etwa 89 169 t N, die in Form von mineralischen Düngemitteln in Sachsen auf den Acker verabreicht werden. In Tabelle 20 ist der monetäre Wert des symbiotisch fixierten Stickstoffs in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis kalkuliert und dargestellt worden.

Tabelle 20: Monetäre Bewertung der im Ackerbau Sachsens eingesetzten mineralischen N-Düngemittel sowie des Stickstoffs aus symbiotischer N₂-Fixierung der Leguminosen anhand des Preises für mineralische N-Düngemittel

	Preis mineralische N-Düngemittel (€ je kg N)				
	0,50	0,60	0,65	0,70	0,80 €
Einsatz mineralischer N-Düngemittel ¹⁾	(Wert in EURO)				
123,75 kg N ha ⁻¹	61,88	74,25	80,44	86,63	99,00
= 89 169,3 t N auf 720 560 ha in Sachsen	44 584 650	53 501 580	57 960 045	62 418 510	71 335 440
Symbiotische N ₂ -Fixierleistung der Leguminosen ²⁾					
176,3 kg N ha ⁻¹	88,15	105,78	114,60	123,41	141,04
6 614,8 t in Sachsen	3 307 400	3 968 880	4 299 620	4 630 360	5 291 840

¹⁾ Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006); ²⁾ vgl. Angaben in Tab. 18

Bei einem Verbrauch mineralischer N-Düngemittel in Höhe von $123,75 \text{ kg N ha}^{-1}$ und einem Preis von $0,50 \text{ € je kg N}$ entstehen Düngemittelkosten in Höhe von $61,88 \text{ € je ha}$. Steigt der Düngemittelpreis auf $0,80 \text{ € je kg N}$, erhöhen sich die Ausgaben auf $99,00 \text{ € ha}^{-1}$. Bei einem Gesamtverbrauch an mineralischen N-Düngemitteln in Sachsen im Jahr 2005 von etwa $89\,169 \text{ t N}$ und einem Preis von $0,50 \text{ € je kg N}$ entspricht das einem Kostenumfang von insgesamt $44,6$ Millionen Euro. Dieser Kostenumfang stiege auf ca. $71,3$ Millionen Euro bei einer Erhöhung des Düngemittelpreises auf $0,80 \text{ € je kg N}$.

Bei einer mittleren symbiotischen N_2 -Fixierleistung der im Ackerbau Sachsens angebaute Leguminosen in Höhe von $176,3 \text{ kg N ha}^{-1}$ (Tab. 19), beliefe sich der Wert an eingespartem mineralischen N-Düngemittel auf $88,15 \text{ € ha}^{-1}$, sofern ein Preis in Höhe von $0,50 \text{ € je kg N}$ aus mineralischem N-Düngemittel angesetzt wird. Stiege der Preis auf $0,80 \text{ € je kg N-Düngemittel}$ an, entspräche dies einem Wert in Höhe von $141,04 \text{ € ha}^{-1}$, der durch Nutzung der symbiotischen N_2 -Fixierung der im Ackerbau angebaute Leguminosen zu verzeichnen wäre. Eine im Rahmen dieser Untersuchung ermittelte symbiotische N_2 -Fixierleistung der Leguminosen von jährlich insgesamt $6\,614,8 \text{ t N}$ im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 in Sachsen entspricht bei einem Preis in Höhe von $0,50 \text{ € je kg N}$ aus mineralischem N-Düngemittel einem Wert von $3,3$ Millionen Euro je Jahr. Bei einem Preisniveau des Düngemittels in Höhe von $0,80 \text{ € je kg N}$ wäre eine Leistung von etwa $5,3$ Millionen Euro je Jahr anzusetzen.

Diese Überlegungen zeigen ferner, dass im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 in Sachsen über die symbiotische N_2 -Fixierung der Leguminosen etwa $6,9 \%$ der insgesamt über mineralische N-Düngemittel und symbiotische N_2 -Fixierung im Ackerbau zugeführten N-Menge ($6\,614 \text{ t N}$ plus $89\,169 \text{ t N}$) aus der symbiotischen N_2 -Fixierung stammten.

4 Diskussion

4.1 Verfügbare Datengrundlage

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, erstmalig für ein deutsches Bundesland die Gesamtmenge des durch Leguminosen im Ackerbau symbiotisch fixierten Stickstoffs und der hiermit verbundenen N-Flächenbilanzsalden mit neuen Kalkulationsverfahren zu quantifizieren. Zu diesem Zweck stellte das Statistische Landesamt in Sachsen Daten zum Anbauumfang und zur Ertragsleistung der wichtigsten im Anbau befindlichen Leguminosenarten in Sachsen zur Verfügung. Im Zuge der Zusammenfassung der Daten stellte sich allerdings heraus, dass bezüglich des Anbauumfanges einzelner Fruchtarten die Summe der Angaben für die Landkreise nicht dem vom Statistischen Landesamt herausgegebenen Wert für das jeweilige Regierungspräsidium entsprach (Siehe Anlagen 6, 12, 18 und 24 im Anhang). Hier wäre eine stärkere Prüfung der Plausibilität der Daten seitens des Statistischen Landesamtes in Sachsen wünschenswert, um stärker regional differenzierte Ergebnisse zur symbiotischen N_2 -Fixierleistung der Leguminosen im Ackerbau ausweisen zu können. Die dargestellte Gesamtanbaufläche an Leguminosen in Sachsen war andererseits identisch mit der Summe des verzeichneten Anbauumfanges in den drei Regierungspräsidien. Somit konnte nur in den Aus-

führungen zu den einzelnen Leguminosenarten (Abschnitt 3) auf die vorhandenen Daten aus den Landkreisen zurückgegriffen werden. Im Rahmen der Gesamtberechnung für Sachsen wurde auf die Angaben zu den Regierungspräsidien genutzt.

Die Angaben zum Anbauumfang und/oder Ertrag einzelner Leguminosenarten lagen am Statistischen Landesamt in Sachsen in Teilen nur lückenhaft und nicht in jedem Fall nach Arten differenziert vor. So wurden erst ab dem Jahr 2005 Daten zum Anbauumfang und zur Ertragsleistung von Lupinen ausgewiesen (vgl. Tab. 3), so dass hier die von Lupinen symbiotisch fixierte Stickstoffmenge der Jahre 2000 bis 2004 nicht berechnet werden konnte. Da die durch Lupinen im Acker symbiotisch fixierte N-Menge im Jahr 2005 nur einen Anteil von 2,9 % an der insgesamt fixierten N-Menge einnahm (Tab. 18) und der Anbauumfang der Lupinen in den Jahren 2000 bis 2004 nicht wesentlich vom Anbauumfang im Jahr 2005 abgewichen sein dürfte, kann die hier nicht berücksichtigte Menge an symbiotisch fixierten Stickstoffs durch die Lupine als vergleichsweise gering (etwa 3 %) eingeschätzt werden. Bei einigen Kulturarten lagen in einzelnen Landkreisen Angaben zum Ertrag vor, so dass hier auch Daten zum Anbauumfang hätten vorliegen müssen. So sind z.B. für die Ackerbohne im Jahr 2000 Ertragsangaben in den Landkreisen Bautzen und Meißen ausgewiesen, der Anbauumfang wurde aber nicht mitgeteilt (siehe Anlagen 12 und 13 im Anhang). Weitere Beispiele sind bei Luzerne (Anlagen 18 und 19) sowie Klee-Gemenge (Anlagen 24 und 25) zu finden.

Gravierender für die Schätzung der insgesamt im Ackerbau symbiotisch fixierten N-Menge dürfte sich die Tatsache ausgewirkt haben, dass im Rahmen der statistischen Erhebung nicht zwischen dem Anbau verschiedener Kleearten und dem Gemengeanbau unterschieden wird. So konnte Jung (2003) in Untersuchungen mit Luzerne, Rotklee und Persischem Klee und deren Gemenge mit Gräsern zeigen, dass deutliche Unterschiede zwischen Reinsaaten und Gemengen sowie zwischen den geprüften Futterleguminosenarten in der je Ertragseinheit (Schnittgut) verbundenen symbiotisch fixierten N-Menge bestehen. Eine Schnittnutzung von Futterleguminosenbeständen führt zudem zu einer deutlich höheren symbiotischen N₂-Fixierleistung als eine Nutzung des gleichen Bestandes als Grünbrache (LOGES UND HEUWINKEL 2004). Mangels Angaben zur Nutzungsart der im Freistaat Sachsen angebauten Futterleguminosen konnte dieser Sachverhalt leider nicht in den Kalkulationen berücksichtigt werden.

Es wurde für die Kalkulationen generell eine Schnittnutzung mit Abfuhr des Schnittgutes unterstellt, was zu einer leichten Überschätzung der beim Anbau von Futterleguminosen symbiotisch fixierten N-Menge beigetragen haben dürfte. Im ökologischen Landbau in Sachsen, dies zeigen die eigenen Erhebungen (vgl. Angaben in Tab. 7 des Projektteiles I), wurden die angebauten Futterleguminosenbestände zu etwa 10 bis maximal 30 % der Fälle als Grünbrachen genutzt. Entsprechende nach Arten und Nutzungsform (Schnitt- oder Grünbrachenutzung) differenzierte Kalkulationsverfahren zur Schätzung der symbiotischen N₂-Fixierleistung liegen vor (JUNG 2003, LfL 2006). Hier könnte im Falle einer nach Arten und Gemengezusammensetzung sowie Nutzungsart differenzierteren Do-

kumentation des Anbauumfanges und der Ertragsleistung von Futterleguminosenbeständen eine genauere Kalkulation der symbiotisch fixierten N-Menge im Ackerbau vorgenommen werden, als es die vorliegende Datengrundlage zuließ.

Die in Tab. 18 dargestellte symbiotisch fixierte N-Menge der im Ackerbau Sachsens angebaute Leguminosen dürfte andererseits auch unterschätzt worden sein, weil die über Leguminosen-Zwischenfrüchte eingetragene N-Menge hier nicht quantifiziert wurde. Es lagen beim Statistischen Landesamt Sachsen und an anderer Stelle keine öffentlich zugänglichen Angaben zum Umfang und der Ertragsleistung im legumen Zwischenfruchtanbau in Sachsen vor. Allerdings wird der Umfang des legumen Zwischenfruchtanbaus in Sachsen als gering eingeschätzt, weil auch im ökologischen Landbau nur in 12,5 % der untersuchten Fruchtfolgen (vgl. Angaben in Abschnitt 3.3.3 des Teilprojektes I) ein legumer Zwischenfruchtanbau seitens der Betriebsleitung vorgesehen war. Im Jahr 2005 erfolgte sogar nur in einem der befragten 32 Betriebe des ökologischen Landbaus in Sachsen ein legumer Zwischenfruchtanbau.

Es wurde im vorliegenden Datenmaterial des Statistischen Landesamtes Sachsen zudem zur Ertragsleistung und zum Anbauumfang von Leguminosen keine Einordnung nach Art der Bewirtschaftung konventioneller bzw. ökologischer Landbau vorgenommen, so dass eines der Ziele des Vorhabens, eine nach Bewirtschaftungsweise differenzierte Zuweisung der symbiotisch fixierten N-Menge vorzunehmen, nicht erreicht werden konnte.

Das bei Ackerbohne und Erbse zur Kalkulation der symbiotisch fixierten N-Menge genutzte Datenmaterial zum N_{\min} -Vorrat im Boden zu Vegetationsbeginn, das die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft bereitstellte, lag sehr umfangreich und räumlich differenziert vor. Eine Unterscheidung der Dauertestflächen in Flächen des konventionellen und ökologischen Landbaus sowie eine Zuordnung in einzelne Fruchtartengruppen war im Datenmaterial der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft vorhanden. Es konnte allerdings in eine nach Bewirtschaftungsweise differenzierte Bewertung nicht einfließen, weil hierzu Angaben zu den entsprechenden Erträgen und Anbauumfängen der Leguminosen im ökologischen und konventionellen Landbau fehlten. Deshalb wurden für die Kalkulation der symbiotisch fixierten N-Menge bei Erbse und Ackerbohne die N_{\min} -Vorräte der Dauertestflächen von ökologisch und konventionell bewirtschafteten Ackerschlägen als Mittel aller vorliegenden Angaben berücksichtigt.

4.2 Vergleich von Methoden zur Schätzung der symbiotischen N_2 -Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Leguminosen

Erst in den zurückliegenden sechs Jahren sind differenzierte Kalkulationsverfahren zur Ermittlung der von Leguminosen symbiotisch fixierten N-Menge und des mit dem Anbau von Leguminosen verbundenen N-Flächenbilanzsaldo erarbeitet worden. So entwickelte SCHMIDTKE (2001) aufbauend auf Feldversuchsserien mit Körner- und Futterleguminosen erstmals ein Verfahren, bei dem differenziert nach bodenbürtigem Angebot an Stickstoff, dem Anteil Ernteverlust und den Witterungsbe-

dingungen in der Kornfüllungsphase der Körnerleguminose auch die N-Rhizodeposition (N-Abgabe während des Wachstums der Leguminosen über die Wurzel in den Boden) in einem erweiterten Kalkulationsverfahren berücksichtigt wurde. Dieses Verfahren wurde unter Einbezug von weiteren Feldversuchsdaten für Körnerleguminosen von JOST (2003) sowie für Futterleguminosen von JUNG (2003) auch für Gemenge mit Nichtleguminosen weiter ausgebaut. Zunächst lagen nur vereinfachte Kalkulationsverfahren vor, die bei Körnerleguminosen lediglich auf Grundlage einer Angabe zum Korntrag eine Schätzung der leguminosenbedingten N-Flüsse vornahmen (z.B. SchuVO 1996). Diese vereinfachten Verfahren überschätzten z.B. die im Feld gemessenen N-Flüsse beim Anbau von Körnererbsen um bis zu 120 kg N ha^{-1} (SCHMIDTKE 1997). Die derzeit aktuellsten Verfahren zur Kalkulation der N-Flüsse beim Anbau von Leguminosen sind von JOST et al. (2007) vorgelegt worden.

Am Beispiel der in Sachsen im Anbau wichtigsten Körnerleguminose, der Körnererbse (vgl. Angaben in Tab. 3), sollen die Ergebnisse des von der LfL 2006 herausgegebenen Kalkulationsverfahrens diesem Verfahren gegenübergestellt werden (Tab. 21). Hierbei wurde im Verfahren nach LfL (2006) ein N_{\min} -Angebot im Boden von 50 kg N ha^{-1} zugrunde gelegt. Im Verfahren nach SCHMIDTKE (2007) wurde ebenfalls ein bodenbürtiges N-Angebot in der gesamten Vegetationsperiode der Körnererbse von 50 kg N ha^{-1} angenommen. Darüber hinaus erfordert dieses Verfahren Angaben zum Ernteverlust (hier jeweils mit 2 % angenommen), zur mittleren Verunkrautung des Körnererbsenbestandes (hier jeweils mit sehr gering angenommen) sowie zu den Witterungsbedingungen in der Blüte bis Kornfüllungsphase der Erbse. Ferner liegt hier ein Anteil Trockenmasse im Korn von 86 % zugrunde, zu dem üblicherweise Kornträge angegeben und Korngut gelagert wird.

Tabelle 21: Vergleich von zwei Schätzverfahren zur Kalkulation der von Körnererbse symbiotisch fixierten N-Menge und dem beim Anbau der Körnererbse zu verzeichnenden N-Flächenbilanzsaldo

	Kalkulationsverfahren nach LfL (2006) Angaben in kg N ha ⁻¹			Kalkulationsverfahren nach SCHMIDTKE (2007) Angaben in kg N ha ⁻¹					
	Korn-N	N ₂ fix	N-Saldo	Bei trocken-warmer Witterung ¹⁾			Bei kühl-feuchter Witterung ¹⁾		
Korn-N				N ₂ fix	N-Saldo	Korn-N	N ₂ fix	N-Saldo	
Kornertrag dt FM ha ⁻¹									
15	52,5	60,4	7,9	47,6	34,9	-12,7	46,7	70,5	23,8
20	70,0	80,5	10,5	61,6	56,3	-5,3	61,7	96,0	34,2
25	87,5	100,6	13,1	75,7	77,7	2,0	76,8	121,4	44,7
30	105,0	120,8	15,8	89,8	99,1	9,4	91,8	146,9	55,1
35	122,5	140,9	18,4	103,8	120,6	16,8	106,9	172,4	65,5
40	140,0	161,0	21,0	117,9	142,0	24,1	121,9	197,9	75,9
45	157,5	181,1	23,6	131,9	163,4	31,5	137,0	223,3	86,4
50	175,0	201,3	26,3	146,0	184,8	38,9	152,0	248,8	96,8
55	192,5	221,4	28,9	160,0	206,3	46,2	167,1	274,3	107,2

N₂fix = Symbiotisch fixierte N-Menge; N-Saldo = N-Flächenbilanzsaldo, ¹⁾ in der Phase Blüte und Kornfüllung der Erbse

Es zeigt sich, dass mit dem Verfahren der LfL (2006) im Vergleich zum Verfahren nach SCHMIDTKE (2007) stets höhere Korn-N-Mengen im Erntegut geschätzt werden (Tab. 21). Generell geringere symbiotische N₂-Fixierleistungen der Körnererbse als nach dem Verfahren der LfL (2006) resultieren bei Nutzung des Verfahrens nach SCHMIDTKE (2007), sofern unterstellt wurde, dass die Erbse unter trocken-warmen Bedingungen gewachsen ist (Tab. 21). Werden hier kühl-feuchte Bedingungen zugrunde gelegt, liegen die nach LfL (2006) geschätzten Beträge der symbiotischen N₂-Fixierleistung unter den Beträgen, die nach dem Verfahren von Schmidtke (2007) geschätzt werden. In diesem Beispiel sind Abweichungen in der geschätzten N₂-Fixierleistung der Körnererbse zwischen den Schätzverfahren von minimal 10,1 kg N ha⁻¹ (bei einem Kornertrag von 15 dt ha⁻¹) bis maximal 52,9 kg N ha⁻¹ zu verzeichnen (bei einem Kornertrag von 55 dt ha⁻¹, Tab. 21). Jeweils stärker als nach dem Verfahren der LfL (2006) reagiert nach dem Kalkulationsverfahren von SCHMIDTKE (2007) der berechnete N-Flächenbilanzsaldo auf die Höhe des Kornertrages der Erbse. Während eine Differenz im Kornertrag von 40 dt ha⁻¹ (15 im Vergleich zu 55 dt ha⁻¹) in dem Verfahren nach LfL (2006) zu einem Anstieg des N-Flächenbilanzsaldos von nur 21 kg N ha⁻¹ führt, beträgt der Anstieg bei Nutzung des Kalkulationsverfahrens nach SCHMIDTKE (2007) 58,9 bzw. 83,4 kg N ha⁻¹ (Tab. 21). Hieraus kann insgesamt geschlossen werden, dass bei Nutzung derzeit aktueller Kalkulationsverfahren deutliche Unterschiede in der Höhe geschätzten symbiotischen

N₂-Fixierleistung zu verzeichnen sind, die allerdings geringer ausfallen als die Unterschiede zwischen den geschätzten N-Flächenbilanzsalden (Tab. 21). Es ist deshalb erforderlich, beide Verfahren einer weiteren Überprüfung an gemessenen N₂-Fixierleistungen von Körnererbse zu unterziehen, um die Güte der Schätzung bewerten zu können und die Verfahren weiter zu entwickeln.

Andererseits zeigt der Vergleich der Verfahren, dass zur Ermittlung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Körnererbse bei Nutzung des Verfahrens nach SCHMIDTKE (2007) sehr spezifische Angaben erforderlich sind, die eine differenzierte Schätzung für Einzelfälle (schlag- und jahresspezifisch) erlaubt, jedoch in geringerem Maße auf die Schätzung der symbiotischen N₂-Fixierleistung der Körnererbse für größere Regionen gerichtet ist. Hierzu müssten auch in diesem Verfahren pauschalierende Angaben zu den Ernteverlusten, der Verunkrautung der Bestände, des Witterungsgeschehens sowie des N-Angebotes im Boden unterstellt werden. Beide hier gegenübergestellte Verfahren zur Quantifizierung der symbiotisch fixierten N-Menge und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau der Körnererbse dürften allerdings bei der Schätzung der N-Flüsse dem wahren Fluss deutlich näher kommen als vereinfachte Verfahren, wie sie beispielsweise auch noch im aktuellen Bericht zur Emission klimaschädlicher Spurengase (DÄMMGEN 2007b) zugrunde gelegt sind. In diesem Bericht wird für die Körnererbse unabhängig vom Ertrag und dem Angebot an bodenbürtigem N-Angebot pauschal eine symbiotisch fixierte N-Menge in Höhe von 250 kg N ha⁻¹ a⁻¹ unterstellt (DÄMMGEN 2007b).

4.3 Symbiotische N₂-Fixierleistung und N-Flächenbilanzsalden

Die im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 in Sachsen beim Anbau von Leguminosen symbiotisch fixierten N-Mengen betragen 176,3 kg N ha⁻¹ (Tab. 19) und waren mit einem N-Flächenbilanzsaldo von im Mittel +26,8 kg N ha⁻¹ verbunden (Tab. 17). Unter den sächsischen Anbaubedingungen wies im Vergleich der Körnerleguminosenarten die Ackerbohne mit im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 sowohl die höchste N₂-Fixierleistung (205,4 kg N ha⁻¹), gefolgt von der Körnererbse (123,7 kg N ha⁻¹), der Gemüsespeiseerbse (84,9 kg N ha⁻¹) und der Gemüsebohne (27,3 kg N ha⁻¹) als auch den höchsten mittleren N-Flächenbilanzsaldo auf (Ackerbohne: +56,0 kg N ha⁻¹, Gemüseeerbse +38,9 kg N ha⁻¹, Körnererbse + 17,0 kg N ha⁻¹, Gemüsebohne +4,6 kg N ha⁻¹, Tab. 17). Der Ackerbohne kommt deshalb eine präferenzielle Stellung im Hinblick auf die biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit zu. Allerdings weisen die nach Agrarstrukturgebieten und Landkreisen differenzierten Berechnungen darauf hin, dass die Ackerbohne nur bei Realisierung hoher Kornerträge den anderen Körnerleguminosen in der symbiotischen N₂-Fixierleistung überlegen ist. So wurden beispielsweise mit einer symbiotischen N₂-Fixierleistung von 144 kg N ha⁻¹ (vgl. Anlage 8) der Körnererbse im Landkreis Mittweida im Jahr 2003 eine höhere Leistung erzielt als mit dem Anbau der Ackerbohne, die nur 98,0 kg N ha⁻¹ erzielte (Landkreis Mittweida im Jahr 2003, vgl. Anlage 14).

Bei den Futterleguminosen zeigte sich, dass die Luzerne sowohl hinsichtlich der symbiotischen N₂-Fixierleistung (Mittel der Jahre 2000 bis 2005: 277,2 kg N ha⁻¹) als auch dem N-Flächenbilanzsaldo

den Klee und Klee gras-Gemengen (N_2 -Fixierleistung: $257,0 \text{ kg N ha}^{-1}$; N-Saldo: $-9,4 \text{ kg N ha}^{-1}$) im Mittel überlegen zu sein scheint. Allerdings muss auch hier auf regionale Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Bestände verwiesen werden, die in Teilen der Luzerne auch eine nachrangige Stellung zukommen lässt (vgl. Anlagen 20 und 26, Jahr 2003, Landkreis Riesa-Großenhain). Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass Reinsaaten von Kleearten (z.B. Rotklee) nicht gesondert ausgewertet werden konnten. Aus Messungen zur symbiotischen N_2 -Fixierleistung des Rotklee im Vergleich zu Luzerne ist bekannt, dass standortspezifisch der Rotklee der Luzerne in der symbiotischen N_2 -Fixierleistung deutlich überlegen sein kann (JUNG 2003). Deshalb gilt es zur Optimierung der Zufuhr symbiotisch fixierten Stickstoffs standortspezifisch eine Leguminosenart zu wählen, die hier im Mittel der Jahre den höchsten Korn- bzw. Schnittgutertrag im Vergleich zu anderen Arten erwarten lässt. Hierdurch kann in der Regel auch die höchste N_2 -Fixierleistung erzielt werden.

Die Ergebnisse zur symbiotischen N_2 -Fixierleistung der in Sachsen im Ackerbau angebauten Leguminosen zeigen darüber hinaus sehr deutlich, wie stark der N-Zufluss durch Trockenheit verringert wird. So wurden im Jahr 2003 mit geringem Niederschlag im Sommer auf 35.600 ha Leguminosenanbaufläche in Sachsen 4 535 t Stickstoff symbiotisch fixiert, während es im Jahr 2005 bei nahezu gleich großer Anbaufläche (36 931 ha) 7.050 t N waren (Tab. 3 und Tab. 18). Diese Zahlen untermauern sehr deutlich, dass ein Ackerbausystem, dessen N-Zufluss im verstärkten Maße auf symbiotische N_2 -Fixierung abgestellt ist, durch Trockenheit nicht nur in der Ertragsleistung der aktuell wachsenden Früchte sondern auch im N-Zufluss für Nachfrüchte limitiert wird.

Im Rahmen der Berechnung der nationalen Emissionen an klimaschädlichen Spurengasen aus der Landwirtschaft wurde auch die über die symbiotische N_2 -Fixierung der im Ackerbau kultivierten Leguminosen geschätzt. Hierbei wurde auf sehr vereinfachte Kalkulationsverfahren zurückgegriffen, die pauschal für Hülsenfrüchte eine symbiotische N_2 -Fixierleistung in Höhe von $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, für Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemische $200 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und für Luzerne in Reinsaat $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ zugrunde legten (DÄMMGEN 2007b). Diese Annahmen werden durch die hier ermittelten N_2 -Fixierleistungen der Fruchtarten bzw. Fruchtartengruppen in keinem Fall gestützt. So wies die Luzerne im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 nach den hier genutzten Kalkulationsverfahren unter sächsischen Anbaubedingungen eine um etwa $23 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ geringere N_2 -Fixierleistung auf. Die N_2 -Fixierleistung der Klee-Gemenge wurde hingegen um im Mittel $57 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ unterschätzt (Tab. 18). Eine mittlere N_2 -Fixierleistung von $250 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, wie von DÄMMGEN (2007b) angenommen, wurde im Mittel bei keiner der in Sachsen angebauten Körnerleguminosen erreicht (Tab. 18). Deshalb erstaunt es auch nicht, wenn für das Bundesland Sachsen in dem dazugehörigen Bericht (DÄMMGEN 2007a) eine N_2 -Fixierleistung der im Ackerbau genutzten Leguminosen in Höhe von insgesamt 9,1, 9,4, 8,4, 8,1 7,4 und 8,1 Gg (= Gigagramm) $N \text{ a}^{-1}$ für die Jahre 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 und 2005 ausgewiesen ist (entspricht im Mittel $8,4 \text{ Gg N a}^{-1}$), so dass die hier ermittelte symbiotische N_2 -Fixierleistung von im Mittel dieses Zeitraumes in Höhe von $6,6 \text{ Gg N a}^{-1}$ (Tab. 18) vermutlich um im Mittel $1,8 \text{ Gg N a}^{-1}$ überschätzt wurde. Im gleichen Maße dürften dann auch die im Rahmen des nationalen Emissionsberichtes aus dem Leguminosenanbau in Sachsen

resultierenden Emissionen an klimaschädlichen Gasen (NO-, N₂O-Freisetzung) in diesem Bericht überschätzt worden sein. Dieser Sachverhalt unterstreicht die Notwendigkeit, dass offenbar derzeit nur über eine regional differenzierte und unter Einbezug der Ertragsleistung und des bodenbürtigen N-Angebotes durchgeführte Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung von Leguminosen belastbare Daten zu den leguminosenbedingten N-Flüssen in Agrarökosystemen liefern kann. In dieser Hinsicht stellt die hier vorgestellte Arbeit einen ersten Ansatz für eine differenzierte Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung für ein Bundesland dar, um die wahren N-Flüsse treffgenauer charakterisieren zu können.

4.4 Klimarelevanz der symbiotischen N₂-Fixierung

Die Leistungen des Leguminosenanbaus in Sachsen, die durch die Bereitstellung symbiotisch fixierten Stickstoffs zu verzeichnen sind, sind im Rahmen der vorgelegten Arbeit erstmals differenzierter quantifiziert worden. Es ist eine Einsparung klimarelevanter Spurengase in Höhe einer äquivalenten CO₂-Emission von im Mittel 51 600 t je Jahr zu verzeichnen im Vergleich zu einer Bereitstellung einer entsprechenden Stickstoffmenge über mineralische N-Düngemittel. Hierbei sind allerdings die insgesamt symbiotisch fixierten N-Mengen angesetzt worden, die im Mittel je Hektar von den in Sachsen angebauten Leguminosen fixiert wurden (176,3 kg N ha⁻¹, Tab. 19). Eine Ausweitung des Leguminosenanbaus in Sachsen würde im Mittel je Hektar Ackerfläche eine Senkung des Bedarfes an Mineralstickstoff von im Mittel 123,75 kg N ha⁻¹ induzieren können (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006, SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2006), weil Leguminosen normalerweise nicht mit Stickstoff gedüngt werden. Zusätzlich verringert sich im Mittel der Stickstoffdüngbedarf der Nachfrucht um etwa 16,0 kg N ha⁻¹, sofern davon ausgegangen wird, dass 60 % des N-Flächenbilanzüberschusses (im Mittel 26,8 kg N ha⁻¹, Tab. 18), der im Mittel beim Anbau von Leguminosen in Sachsen zu verzeichnen ist, für die Nachfrüchte ertragswirksam verfügbar wird. Somit würden insgesamt knapp 140 kg N je ha⁻¹ Ackerfläche an mineralischem Düngestickstoff im Mittel durch Ausweitung des Leguminosenanbaus substituiert werden können, was eine Reduktion der Emission klimarelevanter Spurengase in Höhe von 1 092 kg CO₂ je Hektar entspräche.

Insofern führen unterschiedliche Maßstäbe des Vergleiches – Berücksichtigung der insgesamt symbiotisch fixierten N-Menge der Leguminose oder Anrechnung ausschließlich des Stickstoffsubstitutionswertes einer Ausweitung des Leguminosenanbaus zu Lasten des Anbaus nichtlegumer Früchte im Ackerbau – zu unterschiedlich hohen Entlastungen bei der Emission klimarelevanter Spurengase. Festzuhalten bleibt allerdings, dass substantielle Mengen an klimarelevanten Spurengasemissionen durch eine Ausweitung des Leguminosenanbaus bzw. stärkere Nutzung biologisch-regenerativer Verfahren der Stickstoffversorgung im Landbau eingespart werden könnten.

5 Literaturverzeichnis

- ANONYMUS (2007): Kulturdatenblatt Lupine. <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzliche-erzeugung/ackerbau/getreide-und-koernerleguminosen/kulturdatenblatt-lupine/>, eingesehen am 20.02.2007.
- DÄMMGEN, U. (Hrsg.) (2007a): Calculations of Emissions from German agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005 – Tables. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 304 A.
- DÄMMGEN, U. (Hrsg.) (2007b): Calculations of Emissions from German agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005 – Introduction, Methods and Data (GAS-EM). Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 304.
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) 2006: Harvested area of lupins. www.faostat.fao.org, eingesehen am 21.05.2007.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1995): In: Patyk & Reinhardt (1997).
- 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*. Diss. (agr.) Universität Göttingen.
- JOST, B., SCHMIDTKE, K. UND RAUBER, R. (2007): Implementierung eines internetgestützten Informationssystems zur Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von Leguminosen im ökologischen Landbau (Az. 23181). Abschlußbericht des Forschungsvorhabens, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (im Druck).
- 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. Diss. (agr.) Universität Göttingen.
- KOLBE, H. (2007): Gleichungen zur Berechnung des symbiotischen N₂-Fixierung und des N-Flächenbilanzsaldo (Kurzfassungen) für Körnerleguminosen und Futterleguminosen (Schnittnutzung, Mulchen). Schriftliche Mitteilung per E-Mail Februar 2007.
- LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (1999): Die landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete im Freistaat Sachsen.
- LFL (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (2006): BEFU – Gleichungen zur manuellen Berechnung von N-Bindung und N-Saldo von Futter- und Körnerleguminosen (Kurzfassung), Version Frühjahr 2007.
- LOGES, R. und HEUWINKEL, H. (2004): Mulchen oder Schnittnutzung von Klee gras – Auswirkungen der Bewirtschaftung von Klee grasbeständen auf den N-Haushalt von Fruchtfolgen. In: Viehloser Öko-Ackerbau – Beiträge Beispiele Kommentare. Schmidt, H. (Hrsg.), Verlag Dr. Köster, Berlin, 21-25.
- PATYK, A. und REINHARDT, G.A. (1997): Düngemittel – Energie- und Stoffstrombilanzen. Verlag Vieweg, Braunschweig.

- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2005): Umweltgerechte Landwirtschaft. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 1/2007.
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2007): Nmin-Werte zu Vegetationsbeginn auf Dauertestflächen 2000-2005.
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2006): Agrarbericht in Zahlen 2005.
- SCHMIDTKE, K. (2007): Kalkulationsverfahren der symbiotisch fixierten N-Menge und des N-Flächenbilanzsaldos beim Anbau von Körnererbsen. In: JOST, B., SCHMIDTKE, K. UND RAUBER, R. (2007): Implementierung eines internetgestützten Informationssystems zur Kalkulation der symbiotischen N₂-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von Leguminosen im ökologischen Landbau (Az. 23181). Abschlußbericht des Forschungsvorhabens, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (im Druck).
- SCHMIDTKE, K. (1997): Schätzverfahren zur Ermittlung der N-Flächenbilanz bei Leguminosen. VDLUFA-Schriftenreihe 46, Kongreßband 1997, 659-662.
- SCHMIDTKE, K. (2001): Umweltgerechter Anbau von Leguminosen – Entwicklung und Anwendung eines Verfahrens zur Quantifizierung der N-Flächenbilanz (Az. 07312). Abschlußbericht des Forschungsvorhabens, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (Dezember 2001), 1-234.
- SCHMIDTKE, K. (2002): Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau. In: Moderne Agrarforschung für eine Nachhaltige Landbewirtschaftung, Analysen – Methoden – Konzepte. Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen (Hrsg.), Tagungsband zum Polnisch-Deutschen Workshop, 29. und 30. Mai 2002, 64-69.
- SCHUVO (1996): Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten des Landes Niedersachsen.
- STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN (HRSG.) (2006): Flächen und Erträge ausgewählter Kulturarten nach Kreisen im Freistaat Sachsen der Jahre 2000-2005. Schriftliche Mitteilung vom August 2006.

Anhang

Anlage 1: Körnerleguminosen – Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierung und des N-Flächenbilanzsaldos (Kurzfassungen)

Fruchtarten	Korn-Ertrag dt ha ⁻¹	N-Gehalt kg N dt FM ⁻¹	N-Entzug kg ha ⁻¹	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
				Gleichung	N ₂ -Fixierl. kg N ha ⁻¹	Gleichung	N-Saldo kg N ha ⁻¹
Körnererbse	30	3,50	105	N-Saldo + N-Entzug	126	N-Entzug × (0,4 – 0,005 × N _{min})	21
Ackerbohne	30	4,20	126	N-Saldo + N-Entzug	176	N-Entzug × (0,5 – 0,0025 × N _{min})	50
Schmalblättrige Lupine	25	4,80	120	1,25 × N-Entzug	150	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	30
Gelbe Lupine	25	6,10	153	1,25 × N-Entzug	191	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	38
Weißer Lupine	25	5,20	130	1,25 × N-Entzug	163	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	33
Wicke	15	3,80	57	1,05 × N-Entzug	60	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	3
Linse	15	3,90	59	1,30 × N-Entzug	77	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	18
Sojabohne	20	5,50	110	0,86 × N-Entzug	95	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	-15
Hülsenfruchtgemenge	30	4,60	138	1,224 × N-Entzug	169	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	31
Hülsenfrucht-/Nichtleguminosengemenge	40	3,03	121	1,15 × N-Entzug	139	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	18
Gemüseerbse	40	0,91	36	N-Saldo + N-Entzug	100	150 – 2,4 × N-Entzug	64
Gemüsebohne	100	0,25	25	0,3 × Ertrag	30	N ₂ -Fixierleistung – N-Entzug	5

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt im Erntegut, N_{min} = 40 kg N/ ha⁻¹, (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006)

Anlage 2: Futterleguminosen und Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge (Schnitt) – Gleichungen zur manuellen Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos bei Schnittnutzung

Nutzungsvarianten		Fruchtarten (Anteil Leguminose : Nichtleguminose)	FM-Ertrag (dt ha ⁻¹)	N-Gehalt (kg N dt FM ⁻¹)	N-Entzug (kg ha ⁻¹)	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
						Gleichung	N ₂ -Fixierl. (kg N ha ⁻¹)	Gleichung	N-Saldo (kg N ha ⁻¹)
Futterpflanzen: SCHNITT	Gemenge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	1,19 × N-Entzug - 50	155	0,39 × N-Entzug - 110	-43
		Kleegras 50 : 50	400	0,47	188	1,19 × N-Entzug - 50	174	0,39 × N-Entzug - 110	-37
		Kleegras 70 : 30	400	0,50	200	1,19 × N-Entzug - 50	188	0,39 × N-Entzug - 110	-32
		Luzernegras 30 : 70	400	0,45	180	1,35 × N-Entzug - 110	133	0,55 × N-Entzug - 150	-51
		Luzernegras 50 : 50	400	0,50	200	1,35 × N-Entzug - 110	160	0,55 × N-Entzug - 150	-40
		Luzernegras 70 : 30	400	0,55	220	1,35 × N-Entzug - 110	187	0,55 × N-Entzug - 150	-29
		Weißklee 50 : 50	400	0,47	188	1,4 × N-Entzug - 10	253	0,6 × N-Entzug - 60	53
	Rein- saat	Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	1,24 × N-Entzug - 60	223	0,44 × N-Entzug - 130	-30
		Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	1,24 × N-Entzug - 60	213	0,44 × N-Entzug - 130	-33
		Weißklee	400	0,55	220	1,45 × N-Entzug - 10	309	0,65 × N-Entzug - 60	83
	Ganzpflanzen- Silage	Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	1,4 × N-Entzug - 120	227	0,65 × N-Entzug - 130	31
		Legum.-(grob-körnig) / Getr.-GemengeLGG 30 : 70	220	0,46	101	0,4 × N-Entzug + 65	105	N-Bindung – N-Entzug	4
		LGG: Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 50 : 50	220	0,52	114	0,4 × N-Entzug + 65	111	N-Bindung – N-Entzug	-3
		LGG: Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 70 : 30	220	0,59	130	0,4 × N-Entzug + 65	117	N-Bindung – N-Entzug	-13
	Legum.-Gemenge (grobkörnig) LGG	220	0,65	143	0,4 × N-Entzug + 65	122	N-Bindung – N-Entzug	-21	

FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt; N_{min} = 40 kg N ha⁻¹, LGG: Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge (grob-körnig), (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006, Kolbe 2007)

Anlage 3: Futterleguminosen (Mulchen) – Gleichungen zur Berechnung der symbiotischen N₂-Fixierleistung und des N-Flächenbilanzsaldos bei Nutzung als Grünbrache (Mulchen, Kurzfassungen)

Nutzungsvarianten		Fruchtarten (Anteil Leguminose : Nichtleguminose)	FM- Ertrag	N- Gehalt	N- Entzug	Berechnung N ₂ -Fixierleistung		Berechnung N-Flächenbilanzsaldo	
			dt ha ⁻¹	kg N dt FM ⁻¹	kg ha ⁻¹	Gleichung	N ₂ -Fixierl. kg N ha ⁻¹	Gleichung	N-Saldo kg N ha ⁻¹
Futterpflanzen: MULCHEN	Gemenge	Kleegras 30 : 70	400	0,43	172	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	147	Entspricht Verfahren zur Berechnung der symbiotischen N ₂ -Fixierleistung	
		Kleegras 50 : 50	400	0,47	188	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	165		
		Kleegras 70 : 30	400	0,50	200	$(1,19 \times \text{N-Entzug} - 50) \times 0,95$	179		
		Luzernegras 30 : 70	400	0,45	180	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	126		
		Luzernegras 50 : 50	400	0,50	200	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	152		
		Luzernegras 70 : 30	400	0,55	220	$(1,35 \times \text{N-Entzug} - 110) \times 0,95$	178		
		Weißklee 50 : 50	400	0,47	188	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	241		
	Reinsaat	Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	212		
		Kleearten (außer Weißklee)	400	0,55	220	$(1,24 \times \text{N-Entzug} - 60) \times 0,95$	202		
		Weißklee	400	0,55	220	$(1,45 \times \text{N-Entzug} - 10) \times 0,95$	294		
	Luzerne, Serradella u. Esparsette	400	0,62	248	$(1,4 \times \text{N-Entzug} - 120) \times 0,95$	216			

N/ FM = Frischmasse; N-Entzug = FM-Ertrag × N-Gehalt, N_{min} = 40 kg ha; (Quelle: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2006, Kolbe 2007)

Anlage 4: Zuordnung der Landkreise in Sachsen zu den Agrarstrukturgebieten

Landkreis/Regierungsbezirk	Agrarstrukturgebiet (ASG)				
	I	II	III	IV	V*
Regierungsbezirk Chemnitz					
Chemnitz, Stadt				x	
Plauen, Stadt				x	
Zwickau, Stadt				x	
Annaberg				x	x
Chemnitzer Land			x	x	
Freiberg			x	x	x
Vogtlandkreis				x	x
Mittlerer Erzgebirgskreis				x	x
Mittweida			x		
Stollberg				x	
Aue-Schwarzenberg				x	x
Zwickauer Land			x	x	
Regierungsbezirk Dresden					
Dresden, Stadt			x		
Görlitz, Stadt		x			
Hoyerswerda, Stadt	x				
Bautzen	x	x			
Meißen	x		x		
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	x	x			
Riesa-Großenhain	x		x		
Löbau-Zittau		x			
Sächsische Schweiz		x		x	
Weißeritzkreis			x	x	x
Kamenz	x	x			
Regierungsbezirk Leipzig					
Leipzig, Stadt			x		
Delitzsch	x		x		
Döbeln			x		
Leipziger Land			x		
Muldentalkreis			x		
Torgau-Oschatz	x		x		

*ASG I (Sächsisches Heidefeld, Riesa-Torgauer Elbtal), ASG II (Oberlausitz, Sächsische Schweiz), ASG III (Mittelsächsisches Lößgebiet), ASG IV (Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland), ASG V (Erzgebirgskamm)

Anlage 5: N_{min}-Vorrat im Boden im Frühjahr in Sachsen in den Jahren 2000 bis 2005

Landkreis/Regierungsbezirk	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N_{min}-Vorrat im Boden (0 bis 60 cm) in kg N ha⁻¹						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	51	60	39	30	45	29
Chemnitzer Land	48	78	63	61	71	49
Freiberg	50	67	34	46	43	44
Vogtlandkreis	36	60	43	44	54	46
Mittlerer Erzgebirgskreis	31	49	35	38	41	39
Mittweida	38	66	55	48	56	39
Stollberg	40	55	55	48	48	63
Aue-Schwarzenberg	56	52	58	39	34	46
Zwickauer Land	36	78	46	42	53	39
RP Chemnitz	42,9	62,8	47,6	44,0	49,4	43,8
Dresden, Stadt	86	77	52	54	69	35
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	53	62	48	53	54	37
Meißen	38	59	44	41	48	41
Niederschlesischer Oberlausitz- kreis	42	59	36	43	52	31
Riesa-Großenhain	34	58	46	39	43	33
Löbau-Zittau	41	48	44	49	59	48
Sächsische Schweiz	37	58	30	49	53	29
Weißeritzkreis	34	55	26	40	44	28
Kamenz	43	49	32	44	53	33
RP Dresden	45,3	58,3	39,8	45,8	52,8	35,0
Leipzig, Stadt	44	33	41	45	47	27
Delitzsch	48	68	53	41	47	29
Döbeln	36	100	52	59	86	40
Leipziger Land	55	59	68	47	52	49
Muldentalkreis	43	54	43	52	46	42
Torgau-Oschatz	38	47	49	52	59	35
RP Leipzig	44,0	60,2	51,0	49,3	56,2	37,0
Sachsen insgesamt	44,1	60,4	45,7	46,1	52,5	38,7

RP: Regierungspräsidium

Anlage 6: Körnererbse – Anbauumfang in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungsbezirk	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anbaufläche (ha) je Anbaujahr						
Chemnitz, Stadt	31	50	82	99	178	102
Plauen, Stadt	-	-	54	60	80	170
Zwickau, Stadt	-	36	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	23	-	-
Chemnitzer Land	85	310	408	260	344	164
Freiberg	-	538	407	414	340	441
Vogtlandkreis	712	852	835	805	742	870
Mittlerer Erzgebirgskreis	58	184	125	130	169	160
Mittweida	765	790	732	987	743	740
Stollberg	44	30	-	-	38	42
Aue-Schwarzenberg	-	49	-	-	-	20
Zwickauer Land	267	322	410	335	268	335
RP Chemnitz	2.386	3.215	3.155	3.189	2.992	3.094
Dresden, Stadt	-	-	-	105	57	106
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	817	930	1.040	1.376	968	1.421
Meißen	703	867	593	609	445	383
Niederschlesischer Oberlausitz- kreis	1.473	1.862	1.634	1.557	1.537	1.607
Riesa-Großenhain	1.388	1.862	1.725	1.374	1.276	1.484
Löbau-Zittau	469	532	486	388	377	353
Sächsische Schweiz	484	606	-	554	486	616
Weißeritzkreis	307	407	-	290	357	285
Kamenz	1.146	1.577	1.331	1.197	806	894
RP Dresden	6.877	8.759	7.811	7.451	6.309	7.147
Leipzig, Stadt	-	-	-	274	327	303
Delitzsch	2.538	2.509	2.473	2.456	2.057	1.929
Döbeln	-	-	534	514	310	280
Leipziger Land	-	1.028	-	631	514	590
Muldentalkreis	1.986	1.895	1.441	1.361	1.355	1.307
Torgau-Oschatz	2.553	2.703	2.019	2.026	1.322	1.201
RP Leipzig	8.923	9.073	7.579	7.263	5.885	5.609
Sachsen insgesamt	18.186	21.047	18.545	17.903	15.186	15.850

RP: Regierungspräsidium

Anlage 7: Körnerertrage – Durchschnittserträge in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungsbezirk	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Kornertrag (dt ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	28,4	36,0	33,6	41,9	40,5
Plauen, Stadt	-	-	22,2	27,3	35,5	29,1
Zwickau, Stadt	-	41,4	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	46,4	-	-
Chemnitzer Land	35,0	37,5	20,5	29,9	33,3	37,1
Freiberg	36,4	30,3	9,2	33,1	36,6	26,0
Vogtlandkreis	28,0	37,6	25,0	24,7	33,4	30,5
Mittlerer Erzgebirgskreis	36,7	34,2	13,2	39,0	31,2	24,3
Mittweida	35,8	36,4	26,0	35,5	41,8	39,5
Stollberg	-	26,0	-	-	37,7	26,2
Aue-Schwarzenberg	24,0	13,1	-	-	-	34,9
Zwickauer Land	26,6	41,4	27,6	29,2	48,7	46,0
RP Chemnitz	32,3	35,8	22,2	31,1	37,9	34,0
Dresden, Stadt	30,7	-	-	27,6	42,5	37,9
Görlitz, Stadt	25,0	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	25,9	33,5	35,5	28,0	43,3	36,5
Meißen	32,5	36,4	32,3	25,7	39,5	33,6
Niederschlesischer Oberlausitz- kreis	31,6	26,8	28,0	21,7	42,0	32,9
Riesa-Großenhain	24,1	28,5	25,6	13,9	37,1	28,7
Löbau-Zittau	39,7	28,7	29,2	33,5	46,2	41,4
Sächsische Schweiz	29,4	22,9	-	29,7	41,7	36,1
Weißeritzkreis	37,9	33,5	-	36,7	40,3	29,5
Kamenz	20,6	27,3	24,9	18,4	39,0	31,4
RP Dresden	28,3	29,0	28,5	23,1	40,8	33,2
Leipzig, Stadt	-	-	-	28,5	40,8	25,8
Delitzsch	27,9	31,9	28,2	26,3	41,3	30,3
Döbeln	33,8	35,5	26,9	31,1	44,3	47,1
Leipziger Land	28,3	31,6	-	31,0	39,7	29,2
Muldentalkreis	25,2	26,4	26,4	30,0	32,6	33,9
Torgau-Oschatz	21,1	31,1	24,5	21,4	37,6	27,6
RP Leipzig	26,0	31,0	26,5	26,5	38,4	31,0
Sachsen insgesamt	27,7	30,9	26,6	25,9	39,3	32,6

RP: Regierungspräsidium

Anlage 8: Körnererbse – Symbiotische N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Symbiotische N ₂ -Fixierleistung (kg N ha ⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	203,0	-	-
Chemnitzer Land	142,1	132,6	77,8	114,6	121,8	150,0
Freiberg	146,5	112,9	39,6	135,5	151,8	107,4
Vogtlandkreis	119,6	144,8	103,7	102,0	132,1	124,9
Mittlerer Erzgebirgskreis	159,9	138,3	56,6	165,2	130,5	102,5
Mittweida	151,6	136,3	102,4	144,1	163,9	166,6
Stollberg	-	102,4	-	-	153,1	99,5
Aue-Schwarzenberg	94,1	52,3	-	-	-	142,9
Zwickauer Land	113,6	146,3	113,0	121,6	193,5	194,0
RP Chemnitz	134,0	136,1	90,3	128,4	152,9	140,5
Dresden, Stadt	104,2	-	-	109,2	156,9	162,5
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	102,9	127,8	144,1	111,2	171,3	155,2
Meißen	137,6	140,8	133,4	107,5	160,4	140,5
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	131,6	103,6	119,6	90,0	167,6	143,4
Riesa-Großenhain	103,8	110,7	104,8	58,6	153,9	124,1
Löbau-Zittau	166,0	116,5	120,6	135,4	178,7	168,1
Sächsische Schweiz	125,0	89,0	-	120,1	165,7	158,6
Weißeritzkreis	163,2	131,9	-	154,1	166,4	130,1
Kamenz	85,4	110,4	108,1	76,0	154,9	135,7
RP Dresden	116,2	112,5	119,8	94,7	162,2	142,3
Leipzig, Stadt	-	-	-	117,2	166,4	114,2
Delitzsch	113,3	118,3	112,0	110,0	168,4	133,1
Döbeln	144,3	111,8	107,3	120,3	150,4	197,8
Leipziger Land	111,4	122,2	-	126,4	158,4	118,0
Muldentalkreis	104,5	104,4	109,5	119,7	133,5	141,2
Torgau-Oschatz	89,4	126,8	99,0	85,4	145,4	118,3
RP Leipzig	107,4	119,2	106,2	107,0	150,4	131,8
Sachsen insgesamt	114,4	118,7	109,1	106,0	156,5	137,7

RP: Regierungspräsidium

Anlage 9: Körnererbse – Symbiotische N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N₂-Fixierleistung (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	4,7	-	-
Chemnitzer Land	12,1	41,1	31,8	29,8	41,9	24,6
Freiberg	-	60,8	16,1	56,1	51,6	47,4
Vogtlandkreis	85,1	123,3	86,6	82,1	98,0	108,7
Mittlerer Erzgebirgskreis	9,3	25,4	7,1	21,5	22,1	16,4
Mittweida	116,0	107,7	74,9	142,3	121,7	123,3
Stollberg	-	3,1	-	-	5,8	4,2
Aue-Schwarzenberg	-	2,6	-	-	-	2,9
Zwickauer Land	30,3	47,1	46,3	40,7	51,8	65,0
RP Chemnitz	319,8	437,5	284,9	409,6	457,6	434,8
Dresden, Stadt	-	-	-	11,5	8,9	17,2
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	84,1	118,9	149,9	153,1	165,8	220,6
Meißen	96,8	122,1	79,1	65,5	71,4	53,8
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	193,9	193,0	195,4	140,1	257,6	230,4
Riesa-Großenhain	144,0	206,2	180,8	80,5	196,3	184,1
Löbau-Zittau	77,9	62,0	58,6	52,5	67,4	59,3
Sächsische Schweiz	60,5	53,9	-	66,5	80,5	97,7
Weißeritzkreis	50,1	53,7	-	44,7	59,4	37,1
Kamenz	97,9	174,0	143,8	91,0	124,9	121,3
RP Dresden	799,3	985,5	935,8	705,4	1.023,5	1.017,3
Leipzig, Stadt	-	-	-	32,1	54,4	34,6
Delitzsch	287,5	296,9	277,0	270,2	346,4	256,7
Döbeln	-	-	57,3	61,8	46,6	55,4
Leipziger Land	-	125,6	-	79,8	81,4	69,6
Muldentalkreis	207,6	197,9	157,8	162,9	180,9	184,5
Torgau-Oschatz	228,1	342,8	200,0	173,0	192,2	142,1
RP Leipzig	958,2	1.081,9	804,9	777,0	885,1	739,4
Sachsen insgesamt	2.079,6	2.499,3	2.022,6	1.898,0	2.376,0	2.181,9

RP: Regierungspräsidium

Anlage 10: Körnererbse – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	40,6	-	-
Chemnitzer Land	19,6	1,3	6,1	9,9	5,2	20,1
Freiberg	19,1	6,9	7,4	19,7	23,7	16,4
Vogtlandkreis	21,6	13,2	16,2	15,6	15,2	18,1
Mittlerer Erzgebirgskreis	31,5	18,6	10,4	28,7	21,3	17,4
Mittweida	26,3	8,9	11,4	19,9	17,6	28,3
Stollberg	-	11,4	-	-	21,1	7,8
Aue-Schwarzenberg	10,1	6,4	-	-	-	20,8
Zwickauer Land	20,5	1,4	16,4	19,4	23,0	33,0
RP Chemnitz	21,0	10,8	12,6	19,6	20,3	21,5
Dresden, Stadt	-3,2	-	-	12,6	8,2	29,8
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	12,2	10,6	19,9	13,2	19,7	27,5
Meißen	23,9	13,4	20,3	17,5	22,1	22,9
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	21,0	9,8	21,6	14,1	20,6	28,2
Riesa-Großenhain	19,4	11,0	15,2	10,0	24,0	23,6
Löbau-Zittau	27,1	16,1	18,4	18,2	17,0	23,2
Sächsische Schweiz	22,1	8,8	-	16,1	19,7	32,2
Weißeritzkreis	30,5	14,7	-	25,7	25,4	26,8
Kamenz	13,3	14,8	20,9	11,6	18,4	25,8
RP Dresden	17,2	11,0	20,0	13,8	19,4	26,1
Leipzig, Stadt	-	-	-	17,5	23,6	23,9
Delitzsch	15,6	6,7	13,3	17,9	23,9	27,0
Döbeln	26,0	-12,4	13,2	11,4	-4,7	33,0
Leipziger Land	12,4	11,6	-	17,9	19,5	15,8
Muldentalkreis	16,3	12,0	17,1	14,7	19,4	22,5
Torgau-Oschatz	15,5	18,0	13,3	10,5	13,8	21,7
RP Leipzig	16,4	10,7	13,4	14,2	16,0	23,3
Sachsen insgesamt	17,4	10,6	16,0	15,4	18,9	23,6

RP: Regierungspräsidium

**Anlage 11: Körnererbse – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen
(t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)**

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	0,9	-	-
Chemnitzer Land	1,7	0,4	2,5	2,6	1,8	3,3
Freiberg	-	3,7	3,0	8,2	8,1	7,2
Vogtlandkreis	15,4	11,2	13,5	12,5	11,3	15,8
Mittlerer Erzgebirgskreis	1,8	3,4	1,3	3,7	3,6	2,8
Mittweida	20,1	7,0	8,3	19,6	13,0	21,0
Stollberg	-	0,3	-	-	0,8	0,3
Aue-Schwarzenberg	-	0,3	-	-	-	0,4
Zwickauer Land	5,5	0,5	6,7	6,5	6,2	11,1
RP Chemnitz	50,0	34,6	39,7	62,5	60,7	66,6
Dresden, Stadt	-	-	-	1,3	0,5	3,2
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	10,0	9,8	20,7	18,2	19,1	39,0
Meißen	16,8	11,6	12,1	10,7	9,8	8,8
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	31,0	18,3	35,2	21,9	31,6	45,3
Riesa-Großenhain	26,9	20,4	26,3	13,7	30,7	35,0
Löbau-Zittau	12,7	8,6	8,9	7,1	6,4	8,2
Sächsische Schweiz	10,7	5,3	-	8,9	9,6	19,8
Weißeritzkreis	9,4	6,0	-	7,5	9,1	7,7
Kamenz	15,3	23,4	27,8	13,9	14,9	23,1
RP Dresden	118,2	96,5	156,6	103,0	122,5	186,9
Leipzig, Stadt	-	-	-	4,8	7,7	7,3
Delitzsch	39,7	16,8	33,0	44,1	49,1	52,2
Döbeln	-	-	7,0	5,9	-1,4	9,2
Leipziger Land	-	11,9	-	11,3	10,0	9,3
Muldentalkreis	32,4	22,8	24,6	20,0	26,3	29,5
Torgau-Oschatz	39,6	48,5	26,8	21,2	18,3	26,1
RP Leipzig	146,2	97,5	101,9	103,4	94,1	130,8
Sachsen insgesamt	316,5	223,1	296,1	275,1	287,2	373,5

RP: Regierungspräsidium

Anlage 12: Ackerbohne – Anbauumfang in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anbaufläche (ha)						
Chemnitz, Stadt	178	165	187	159	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	126	-	142	159	71	163
Freiberg	650	323	322	331	176	129
Vogtlandkreis	221	231	241	235	229	180
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	540	513	377	349	294	353
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	277	310	229	192	-	78
RP Chemnitz	2.045	1.729	1.554	1.448	1.554	1.001
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	-	409	-	171	-	-
Meißen	-	151	-	158	112	126
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	47	-	47	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	268	258	268	332	85	84
Sächsische Schweiz	121	84	121	53	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	130	-	85
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	1.236	1.001	1.236	851	292	372
Leipzig, Stadt	.	-	.	-	-	-
Delitzsch	.	-	.	-	37	-
Döbeln	.	-	.	-	23	-
Leipziger Land	.	-	.	253	172	218
Muldentalkreis	.	37	.	102	-	25
Torgau-Oschatz	.	-	.	120	-	-
RP Leipzig	395	239	395	547	349	327
Sachsen insgesamt	3.676	2.968	3.676	2.846	1.559	1.700

RP: Regierungspräsidium

Anlage 13: Ackerbohne – Durchschnittserträge in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Kornertrag (dt ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	32,5	47,7	36,0	33,0	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	32,5	-	35,0	32,1	51,0	41,8
Freiberg	32,6	28,8	32,7	23,8	34,7	32,6
Vogtlandkreis	26,9	37,6	30,0	23,7	43,4	40,1
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	38,5	39,6	26,0	16,9	48,8	41,6
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	32,4	44,2	22,2	17,4	-	38,5
RP Chemnitz	33,5	39,0	29,4	23,2	29,4	40,3
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	23,5	42,7	23,5	25,0	-	-
Meißen	38,5	49,6	38,5	26,1	51,7	61,3
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	29,2	-	29,2	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	32,1	39,2	32,1	18,2	32,0	53,4
Sächsische Schweiz	19,1	31,2	19,1	19,8	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	20,0	-	58,5
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	28,6	41,6	28,6	21,4	41,9	55,5
Leipzig, Stadt	-	-	-	-	-	-
Delitzsch	-	-	-	-	43,4	-
Döbeln	-	-	-	-	43,4	-
Leipziger Land	-	-	-	19,4	44,1	39,7
Muldentalkreis	23,5	44,0	23,5	19,3	-	20,1
Torgau-Oschatz	-	-	-	26,9	-	-
RP Leipzig	31,2	39,5	31,2	22,4	44,3	38,7
Sachsen insgesamt	31,6	39,9	31,6	22,5	43,8	43,3

RP: Regierungspräsidium

Anlage 14: Ackerbohne – Symbiotische N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Symbiotische N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	188,4	-	197,3	181,7	283,3	241,8
Freiberg	188,3	161,2	194,3	138,4	202,9	190,3
Vogtlandkreis	159,3	213,2	175,5	138,4	248,8	233,3
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	227,2	222,0	148,8	98,0	278,7	245,0
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	191,9	242,3	129,1	101,9	-	226,8
RP Chemnitz	196,0	220,0	170,5	135,4	170,0	235,4
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	135,0	241,2	136,2	143,6	-	-
Meißen	227,2	281,8	224,8	153,2	299,7	359,8
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	171,1	-	172,9	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	188,4	227,2	187,4	105,3	181,8	309,5
Sächsische Schweiz	112,9	177,6	114,3	114,6	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	117,6	-	351,4
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	166,6	236,6	168,2	124,5	240,7	329,3
Leipzig, Stadt	-	-	-	-	-	-
Delitzsch	-	-	-	-	252,0	-
Döbeln	-	-	-	-	234,2	-
Leipziger Land	-	-	-	112,6	253,8	229,7
Muldentalkreis	137,4	252,3	137,4	111,1	-	117,8
Torgau-Oschatz	-	-	-	154,8	-	-
RP Leipzig	182,1	223,9	179,9	129,5	252,9	228,8
Sachsen insgesamt	184,4	226,1	183,9	130,9	251,8	255,2

RP: Regierungspräsidium

Anlage 15: Ackerbohne – Symbiotische N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Symbiotische N₂-Fixierleistung (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	23,7	-	28,0	28,9	20,1	39,4
Freiberg	122,4	52,1	62,6	45,8	35,7	24,5
Vogtlandkreis	35,2	49,2	42,3	32,5	57,0	42,0
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	122,7	113,9	56,1	34,2	82,0	86,5
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	53,1	75,1	29,6	19,6	-	17,7
RP Chemnitz	400,7	380,3	265,0	196,1	264,1	235,6
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	-	98,7	-	24,5	-	-
Meißen	-	42,5	-	24,2	33,6	45,3
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	8,0	-	8,1	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	50,5	58,6	50,2	35,0	15,5	26,0
Sächsische Schweiz	13,7	14,9	13,8	6,1	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	15,3	-	29,9
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	205,9	236,8	207,9	106,0	70,3	122,5
Leipzig, Stadt	-	-	-	-	-	-
Delitzsch	-	-	-	-	9,3	-
Döbeln	-	-	-	-	5,4	-
Leipziger Land	-	-	-	28,5	43,6	50,1
Muldentalkreis	-	9,3	-	11,3	-	2,9
Torgau-Oschatz	-	-	-	18,6	-	-
RP Leipzig	71,9	53,5	71,0	70,8	88,3	74,8
Sachsen insgesamt	678,0	671,0	676,1	372,4	392,5	433,8

RP: Regierungspräsidium

Anlage 16: Ackerbohne – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	51,9	-	50,3	46,8	69,1	66,3
Freiberg	51,3	40,2	57,0	38,5	57,2	53,4
Vogtlandkreis	46,3	55,3	49,5	38,8	66,5	64,8
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	65,5	55,7	39,6	27,0	73,8	70,3
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	55,8	56,6	35,9	28,9	-	65,1
RP Chemnitz	55,3	56,2	47,0	38,0	46,5	66,1
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	36,3	61,9	37,5	38,6	-	-
Meißen	65,5	73,4	63,1	43,6	82,5	102,3
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	48,4	-	50,3	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	53,6	62,6	52,6	28,9	47,4	85,2
Sächsische Schweiz	32,7	46,5	34,1	31,4	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	33,6	-	105,7
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	46,5	61,9	48,1	34,6	64,8	96,2
Leipzig, Stadt	-	-	-	-	-	-
Delitzsch	-	-	-	-	69,7	-
Döbeln	-	-	-	-	51,9	-
Leipziger Land	-	-	-	31,2	68,5	62,9
Muldentalkreis	38,7	67,5	38,7	30,0	-	33,3
Torgau-Oschatz	-	-	-	41,8	-	-
RP Leipzig	51,1	58,0	48,8	35,4	66,9	66,2
Sachsen insgesamt	51,7	58,5	51,2	36,4	67,8	73,3

RP: Regierungspräsidium

**Anlage 17: Ackerbohne – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen
(t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)**

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	-	-	-	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	6,5	-	7,1	7,4	4,9	10,8
Freiberg	33,4	13,0	18,4	12,7	10,1	6,9
Vogtlandkreis	10,2	12,8	11,9	9,1	15,2	11,7
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	35,4	28,6	14,9	9,4	21,7	24,8
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	-	-
Zwickauer Land	15,5	17,6	8,2	5,5	-	5,1
RP Chemnitz	113,0	97,1	73,1	55,0	72,2	66,2
Dresden, Stadt	-	-	-	-	-	-
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	-	25,3	-	6,6	-	-
Meißen	-	11,1	-	6,9	9,2	12,9
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	2,3	-	2,4	-	-	-
Riesa-Großenhain	-	-	-	-	-	-
Löbau-Zittau	14,4	16,1	14,1	9,6	4,0	7,2
Sächsische Schweiz	4,0	3,9	4,1	1,7	-	-
Weißeritzkreis	-	-	-	4,4	-	9,0
Kamenz	-	-	-	-	-	-
RP Dresden	57,4	62,0	59,5	29,5	18,9	35,8
Leipzig, Stadt	-	-	-	-	-	-
Delitzsch	-	-	-	-	2,6	-
Döbeln	-	-	-	-	1,2	-
Leipziger Land	-	-	-	7,9	11,8	13,7
Muldentalkreis	-	2,5	-	3,1	-	0,8
Torgau-Oschatz	-	-	-	5,0	-	-
RP Leipzig	20,2	13,9	19,3	19,4	23,3	21,7
Sachsen insgesamt	190,2	173,6	188,2	103,5	105,8	124,7

RP: Regierungspräsidium

Anlage 18: Luzerne – Anbauumfang in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anbaufläche (ha)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	27	-	38	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	13	-	-	-	23
Freiberg	-	-	-	-	31	53
Vogtlandkreis	21	23	31	-	32	78
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	14	40	36	37	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	9	-
Zwickauer Land	-	4	8	-	11	15
RP Chemnitz	61	58	115	117	175	223
Dresden, Stadt	-	-	-	-	13	30
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	34	23	49	68	78	99
Meißen	64	63	32	-	42	127
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	27	20	-	19	192
Riesa-Großenhain	123	101	87	65	99	77
Löbau-Zittau	-	20	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	63	65	85	65
Weißeritzkreis	-	-	44	79	77	69
Kamenz	67	-	29	34	43	57
RP Dresden	393	331	343	346	456	729
Leipzig, Stadt	-	-	121	-	71	99
Delitzsch	423	352	164	228	258	310
Döbeln	-	-	9	-	14	74
Leipziger Land	311	258	133	201	212	267
Muldentalkreis	344	412	162	239	299	414
Torgau-Oschatz	358	294	189	185	199	245
RP Leipzig	1.523	1.439	777	924	1.054	1.409
Sachsen insgesamt	1.976	1.828	1.234	1.387	1.685	2.361

RP: Regierungspräsidium

Anlage 19: Luzerne – Durchschnittserträge in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Schnittgutertrag (dt Trockenmasse ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	72,0	-	68,0	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	145,0	-	-	-	128,0
Freiberg	-	-	-	-	137,5	125,0
Vogtlandkreis	98,4	-	75,1	-	95,9	95,9
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	86,0	75,2	64,6	100,0	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	90,0	-
Zwickauer Land	-	75,0	105,0	-	94,0	80,0
RP Chemnitz	98,5	100,7	76,4	62,6	96,4	99,4
Dresden, Stadt	-	-	-	-	66,4	98,2
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	133,5	-	175,0	75,0	136,0	116,7
Meißen	95,0	-	100,3	-	104,0	102,3
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	92,8	75,0	-	131,7	70,3
Riesa-Großenhain	82,9	78,7	100,7	43,7	128,0	62,9
Löbau-Zittau	-	-	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	130,5	52,2	110,0	150,0
Weißeritzkreis	-	-	140,0	54,6	120,1	120,0
Kamenz	170,9	-	82,0	62,4	128,8	97,9
RP Dresden	108,2	92,8	116,4	57,1	120,4	97,0
Leipzig, Stadt	-	-	110,2	-	120,0	120,2
Delitzsch	131,5	76,5	109,2	62,2	94,3	75,0
Döbeln	-	-	86,5	-	92,0	127,6
Leipziger Land	79,0	107,6	50,0	70,4	92,0	89,3
Muldentalkreis	93,7	106,9	61,1	42,6	87,1	111,7
Torgau-Oschatz	101,1	75,9	102,6	36,3	88,6	96,1
RP Leipzig	104,3	94,9	87,3	55,9	92,4	98,1
Sachsen insgesamt	104,9	94,7	94,4	56,8	100,4	97,9

RP: Regierungspräsidium

Anlage 20: Luzerne – N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	192,5	-	175,1	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	509,3	-	-	-	435,5
Freiberg	-	-	-	-	476,8	422,5
Vogtlandkreis	307,1	-	205,9	-	296,2	296,2
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	253,2	206,4	160,4	314,0	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	270,6	-
Zwickauer Land	-	205,5	335,7	-	288,0	227,2
RP Chemnitz	307,5	317,0	211,6	151,7	298,4	311,4
Dresden, Stadt	-	-	-	-	168,2	306,2
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	459,4	-	639,5	205,5	470,2	386,5
Meißen	292,3	-	315,3	-	331,4	324,0
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	282,8	205,5	-	451,6	185,1
Riesa-Großenhain	239,8	221,6	317,0	69,7	435,5	153,0
Löbau-Zittau	-	-	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	446,4	106,5	357,4	531,0
Weißeritzkreis	-	-	487,6	117,0	401,2	400,8
Kamenz	621,7	-	235,9	150,8	439,0	304,9
RP Dresden	349,6	282,8	385,2	127,8	402,5	301,0
Leipzig, Stadt	-	-	358,3	-	400,8	401,7
Delitzsch	450,7	212,0	353,9	149,9	289,3	205,5
Döbeln	-	-	255,4	-	279,3	433,8
Leipziger Land	222,9	347,0	97,0	185,5	279,3	267,6
Muldentalkreis	286,7	343,9	145,2	64,9	258,0	364,8
Torgau-Oschatz	318,8	209,4	325,3	37,5	264,5	297,1
RP Leipzig	332,7	291,9	258,9	122,6	281,0	305,8
Sachsen insgesamt	335,3	291,0	289,7	126,5	315,7	304,9

RP: Regierungspräsidium

Anlage 21: Luzerne – N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N₂-Fixierleistung (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	5,2	-	6,7	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	6,6	-	-	-	10,0
Freiberg	-	-	-	-	14,8	22,4
Vogtlandkreis	6,4	-	6,4	-	9,5	23,1
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	3,5	8,3	5,8	11,6	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	2,4	-
Zwickauer Land	-	0,8	2,7	-	3,2	3,4
RP Chemnitz	18,8	18,4	24,3	17,7	52,2	69,4
Dresden, Stadt	-	-	-	-	2,2	9,2
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	15,6	-	31,3	14,0	36,7	38,3
Meißen	18,7	-	10,1	-	13,9	41,1
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	7,6	4,1	-	8,6	35,5
Riesa-Großenhain	29,5	22,4	27,6	4,5	43,1	11,8
Löbau-Zittau	-	-	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	28,1	6,9	30,4	34,5
Weißeritzkreis	-	-	21,5	9,2	30,9	27,7
Kamenz	41,7	-	6,8	5,1	18,9	17,4
RP Dresden	137,4	93,6	132,1	44,2	183,6	219,4
Leipzig, Stadt	-	-	43,4	-	28,5	39,8
Delitzsch	190,7	74,6	58,0	34,2	74,6	63,7
Döbeln	-	-	2,3	-	3,9	32,1
Leipziger Land	69,3	89,5	12,9	37,3	59,2	71,4
Muldentalkreis	98,6	141,7	23,5	15,5	77,1	151,0
Torgau-Oschatz	114,1	61,6	61,5	6,9	52,6	72,8
RP Leipzig	506,6	420,0	201,2	113,3	296,2	430,8
Sachsen insgesamt	662,5	531,9	357,5	175,5	532,0	719,8

RP: Regierungspräsidium

Anlage 22: Luzerne – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	15,1	-	7,0	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	162,2	-	-	-	127,9
Freiberg	-	-	-	-	147,1	121,9
Vogtlandkreis	68,3	-	21,3	-	63,2	63,2
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	43,3	21,5	0,2	71,5	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	51,4	-
Zwickauer Land	-	21,1	81,6	-	59,4	31,2
RP Chemnitz	68,5	72,9	23,9	-3,9	64,2	70,3
Dresden, Stadt	-	-	-	-	3,8	67,9
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	139,0	-	222,6	21,1	144,0	105,2
Meißen	61,4	-	72,1	-	79,6	76,1
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	57,0	21,1	-	135,4	11,7
Riesa-Großenhain	37,0	28,6	72,9	-41,9	127,9	-3,3
Löbau-Zittau	-	-	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	133,0	-24,8	91,7	172,3
Weißeritzkreis	-	-	152,1	-20,0	112,0	111,8
Kamenz	214,4	-	35,2	-4,3	129,5	67,3
RP Dresden	88,0	57,0	104,5	-14,9	112,6	65,5
Leipzig, Stadt	-	-	92,1	-	111,8	112,2
Delitzsch	135,0	24,1	90,0	-4,7	60,0	21,1
Döbeln	-	-	44,3	-	55,4	127,1
Leipziger Land	29,2	86,8	-29,3	11,9	55,4	49,9
Muldentalkreis	58,8	85,4	-6,9	-44,2	45,5	95,1
Torgau-Oschatz	73,7	22,9	76,7	-56,9	48,5	63,6
RP Leipzig	80,2	61,2	45,9	-17,4	56,2	67,7
Sachsen insgesamt	81,4	60,8	60,2	-15,5	72,3	67,3

RP: Regierungspräsidium

Anlage 23: Luzerne – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (t N)						
Chemnitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Plauen, Stadt	-	-	0,4	-	0,3	-
Zwickau, Stadt	-	-	-	-	-	-
Annaberg	-	-	-	-	-	-
Chemnitzer Land	-	2,1	-	-	-	2,9
Freiberg	-	-	-	-	4,6	6,5
Vogtlandkreis	1,4	-	0,7	-	2,0	4,9
Mittlerer Erzgebirgskreis	-	-	-	-	-	-
Mittweida	-	0,6	0,9	0,0	2,6	-
Stollberg	-	-	-	-	-	-
Aue-Schwarzenberg	-	-	-	-	0,5	-
Zwickauer Land	-	0,1	0,7	-	0,7	0,5
RP Chemnitz	4,2	4,2	2,8	-0,5	11,2	15,7
Dresden, Stadt	-	-	-	-	0,0	2,0
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	4,7	-	10,9	1,4	11,2	10,4
Meißen	3,9	-	2,3	-	3,3	9,7
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-	1,5	0,4	-	2,6	2,2
Riesa-Großenhain	4,6	2,9	6,3	-2,7	12,7	-0,3
Löbau-Zittau	-	-	-	-	-	-
Sächsische Schweiz	-	-	8,4	-1,6	7,8	11,2
Weißeritzkreis	-	-	6,7	-1,6	8,6	7,7
Kamenz	14,4	-	1,0	-0,1	5,6	3,8
RP Dresden	34,6	18,9	35,9	-5,2	51,3	47,7
Leipzig, Stadt	-	-	11,1	-	7,9	11,1
Delitzsch	57,1	8,5	14,8	-1,1	15,5	6,5
Döbeln	-	-	0,4	-	0,8	9,4
Leipziger Land	9,1	22,4	-3,9	2,4	11,7	13,3
Muldentalkreis	20,2	35,2	-1,1	-10,6	13,6	39,4
Torgau-Oschatz	26,4	6,7	14,5	-10,5	9,7	15,6
RP Leipzig	122,1	88,1	35,7	-16,0	59,2	95,3
Sachsen insgesamt	160,8	111,2	74,3	-21,6	121,8	158,8

RP: Regierungspräsidium

Anlage 24: Klee-Gemenge – Anbauumfang in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anbaufläche (ha) je Anbaujahr						
Chemnitz, Stadt	144	102	144	115	190	147
Plauen, Stadt	73	119	51	62	68	75
Zwickau, Stadt	29	52	32	40	37	50
Annaberg	1.623	1.474	1.352	1.241	1.313	1.334
Chemnitzer Land	167	164	134	96	74	83
Freiberg	2.024	1.939	1.727	1.563	1.527	1.838
Vogtlandkreis	1.066	1.220	1.030	909	954	1.503
Mittlerer Erzgebirgskreis	1.552	1.165	1.177	946	1.160	1.003
Mittweida	757	623	527	475	421	431
Stollberg	619	454	492	487	388	562
Aue-Schwarzenberg	891	823	791	773	1.092	785
Zwickauer Land	639	819	614	522	505	582
RP Chemnitz	9.584	8.953	8.070	7.229	7.728	8.393
Dresden, Stadt	3	-	-	4	-	39
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	385	298	286	300	342	333
Meißen	239	205	78	119	149	133
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	209	126	36	20	35	268
Riesa-Großenhain	156	149	127	99	190	160
Löbau-Zittau	336	298	207	243	191	183
Sächsische Schweiz	777	733	649	463	481	664
Weißeritzkreis	1.256	1.245	1.004	849	1.043	1.257
Kamenz	245	239	430	457	417	393
RP Dresden	3.655	3.351	2.907	2.578	2.878	3.552
Leipzig, Stadt	138	92	159	-	-	71
Delitzsch	115	84	71	-	-	98
Döbeln	119	96	68	70	52	117
Leipziger Land	243	223	133	164	396	123
Muldentalkreis	164	170	154	118	111	135
Torgau-Oschatz	131	152	89	64	50	252
RP Leipzig	910	818	673	538	681	797
Sachsen insgesamt	14.149	13.122	11.650	10.344	11.287	12.742

RP: Regierungspräsidium

Anlage 25: Klee-Gemenge – Durchschnittserträge in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Schnittgutertrag (dt Trockenmasse ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	149,1	135,3	120,0	71,3	89,2	105,4
Plauen, Stadt	102,0	95,0	72,0	63,5	68,0	59,6
Zwickau, Stadt	114,1	125,5	115,8	86,9	109,7	125,6
Annaberg	106,5	99,6	115,1	83,3	107,9	102,5
Chemnitzer Land	50,0	135,3	114,3	71,3	98,8	116,6
Freiberg	124,6	111,0	116,7	75,8	115,8	126,5
Vogtlandkreis	99,1	107,5	104,3	79,9	112,2	99,2
Mittlerer Erzgebirgskreis	102,5	88,5	110,8	70,5	112,3	93,1
Mittweida	115,8	97,0	107,4	56,0	85,0	76,1
Stollberg	127,4	117,3	135,5	95,2	102,2	124,4
Aue-Schwarzenberg	117,1	117,3	109,7	94,4	110,2	95,8
Zwickauer Land	101,8	125,5	140,1	86,9	109,7	125,6
RP Chemnitz	111,2	107,6	115,4	79,5	108,7	107,1
Dresden, Stadt	93,8	97,0	-	71,3	-	100,0
Görlitz, Stadt	38,0	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	93,8	-	-	-	-	-
Bautzen	128,5	136,0	129,3	69,9	110,6	119,4
Meißen	96,3	97,0	133,8	77,3	143,0	62,6
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	87,0	63,2	95,6	68,0	116,3	54,8
Riesa-Großenhain	70,6	99,9	104,0	97,9	117,6	79,4
Löbau-Zittau	119,2	102,7	124,9	79,2	106,8	101,4
Sächsische Schweiz	86,0	104,6	108,3	65,5	99,9	98,5
Weißeritzkreis	85,3	109,9	124,6	60,4	109,1	115,8
Kamenz	110,5	120,1	86,4	58,8	82,0	75,1
RP Dresden	94,5	107,1	115,3	66,3	106,0	98,7
Leipzig, Stadt	161,2	52,5	96,0	-	-	120,8
Delitzsch	175,1	94,4	92,6	-	-	90,2
Döbeln	151,0	131,6	124,8	87,6	108,1	120,9
Leipziger Land	142,7	145,4	138,2	82,9	118,8	130,9
Muldentalkreis	151,6	103,2	103,2	70,7	83,9	64,5
Torgau-Oschatz	60,5	86,0	90,0	43,8	99,6	92,5
RP Leipzig	140,4	108,2	107,8	69,3	107,3	100,1
Sachsen insgesamt	108,8	107,5	114,9	75,7	107,9	104,3

RP: Regierungspräsidium

Anlage 26: Klee-Gemenge – N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N₂-Fixierleistung (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	393,6	352,5	307,0	162,1	215,4	263,6
Plauen, Stadt	253,5	232,6	164,2	138,9	152,3	127,3
Zwickau, Stadt	289,4	323,4	294,5	208,5	276,4	323,7
Annaberg	266,8	246,3	292,4	197,8	271,0	254,9
Chemnitzer Land	98,8	352,5	290,0	162,1	243,9	296,9
Freiberg	320,7	280,2	297,2	175,5	294,5	326,3
Vogtlandkreis	244,8	269,8	260,3	187,7	283,8	245,1
Mittlerer Erzgebirgskreis	254,9	213,3	279,6	159,7	284,1	227,0
Mittweida	294,5	238,6	269,5	116,6	202,9	176,4
Stollberg	329,0	299,0	353,1	233,2	254,0	320,1
Aue-Schwarzenberg	298,4	299,0	276,4	230,8	277,8	235,0
Zwickauer Land	252,9	323,4	366,8	208,5	276,4	323,7
RP Chemnitz	280,8	270,1	293,3	186,5	273,4	268,6
Dresden, Stadt	229,1	238,6	-	162,1	-	247,5
Görlitz, Stadt	63,1	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	229,1	-	-	-	-	-
Bautzen	332,3	354,6	334,7	158,0	279,0	305,2
Meißen	236,5	238,6	348,1	180,0	375,4	136,2
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	208,8	138,0	234,4	152,3	296,0	113,0
Riesa-Großenhain	160,0	247,2	259,4	241,3	299,9	186,2
Löbau-Zittau	304,6	255,5	321,6	185,6	267,7	251,7
Sächsische Schweiz	205,9	261,2	272,2	144,9	247,2	243,0
Weißeritzkreis	203,8	277,0	320,7	129,7	274,6	294,5
Kamenz	278,7	307,3	207,0	124,9	194,0	173,4
RP Dresden	231,1	268,6	293,0	147,2	265,4	243,6
Leipzig, Stadt	429,6	106,2	235,6	-	-	309,4
Delitzsch	470,9	230,8	225,5	-	-	218,3
Döbeln	399,2	341,5	321,3	210,6	271,6	309,7
Leipziger Land	374,5	382,6	361,1	196,6	303,4	339,4
Muldentalkreis	401,0	257,0	257,0	160,3	199,6	141,9
Torgau-Oschatz	130,0	205,9	217,8	80,3	246,3	225,2
RP Leipzig	367,7	271,9	270,7	156,2	269,2	247,8
Sachsen insgesamt	273,7	269,8	291,8	175,2	271,0	260,3

RP: Regierungspräsidium

**Anlage 27: Klee- Gemenge – N₂-Fixierleistung in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen (t N
je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)**

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N₂-Fixierleistung (t N)						
Chemnitz, Stadt	56,7	36,0	44,2	18,6	40,9	38,7
Plauen, Stadt	18,5	27,7	8,4	8,6	10,4	9,5
Zwickau, Stadt	8,4	16,8	9,4	8,3	10,2	16,2
Annaberg	433,1	363,1	395,4	245,5	355,8	340,1
Chemnitzer Land	16,5	57,8	38,9	15,6	18,1	24,6
Freiberg	649,1	543,4	513,2	274,3	449,7	599,8
Vogtlandkreis	261,0	329,2	268,1	170,6	270,7	368,4
Mittlerer Erzgebirgskreis	395,7	248,5	329,1	151,1	329,5	227,7
Mittweida	222,9	148,6	142,0	55,4	85,4	76,0
Stollberg	203,7	135,7	173,7	113,6	98,6	179,9
Aue-Schwarzenberg	265,8	246,1	218,6	178,4	303,4	184,5
Zwickauer Land	161,6	264,8	225,2	108,9	139,6	188,4
RP Chemnitz	2.691,4	2.418,3	2.367,1	1.348,3	2.112,7	2.254,5
Dresden, Stadt	0,7	-	-	0,6	-	9,7
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	127,9	105,7	95,7	47,4	95,4	101,6
Meißen	56,5	48,9	27,1	21,4	55,9	18,1
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	43,6	17,4	8,4	3,0	10,4	30,3
Riesa-Großenhain	25,0	36,8	32,9	23,9	57,0	29,8
Löbau-Zittau	102,4	76,1	66,6	45,1	51,1	46,1
Sächsische Schweiz	159,9	191,4	176,7	67,1	118,9	161,4
Weißeritzkreis	255,9	344,8	322,0	110,1	286,4	370,2
Kamenz	68,3	73,4	89,0	57,1	80,9	68,2
RP Dresden	844,8	900,2	851,8	379,6	763,7	865,4
Leipzig, Stadt	59,3	9,8	37,5	-	-	22,0
Delitzsch	54,2	19,4	16,0	-	-	21,4
Döbeln	47,5	32,8	21,8	14,7	14,1	36,2
Leipziger Land	91,0	85,3	48,0	32,2	120,2	41,7
Muldentalkreis	65,8	43,7	39,6	18,9	22,2	19,2
Torgau-Oschatz	17,0	31,3	19,4	5,1	12,3	56,7
RP Leipzig	334,6	222,4	182,2	84,0	183,3	197,5
Sachsen insgesamt	3.872,3	3.540,5	3.399,8	1.812,3	3.058,8	3.316,6

RP: Regierungspräsidium

Anlage 28: Klee- Gemeinde – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo (kg N ha⁻¹)						
Chemnitz, Stadt	35,4	21,9	7,0	-40,5	-23,0	-7,2
Plauen, Stadt	-10,6	-17,4	-39,8	-48,1	-43,7	-51,9
Zwickau, Stadt	1,2	12,4	2,9	-25,3	-3,0	12,5
Annaberg	-6,2	-12,9	2,2	-28,8	-4,8	-10,1
Chemnitzer Land	-61,3	21,9	1,4	-40,5	-13,7	3,7
Freiberg	11,5	-1,8	3,8	-36,1	2,9	13,3
Vogtlandkreis	-13,4	-5,2	-8,3	-32,1	-0,6	-13,3
Mittlerer Erzgebirgskreis	-10,1	-23,7	-2,0	-41,3	-0,5	-19,2
Mittweida	2,9	-15,4	-5,3	-55,4	-27,1	-35,8
Stollberg	14,2	4,4	22,1	-17,2	-10,4	11,3
Aue-Schwarzenberg	4,2	4,4	-3,0	-18,0	-2,6	-16,6
Zwickauer Land	-10,7	12,4	26,6	-25,3	-3,0	12,5
RP Chemnitz	-1,6	-5,1	2,5	-32,5	-4,0	-5,6
Dresden, Stadt	-18,5	-15,4	-	-40,5	-	-12,5
Görlitz, Stadt	-73,0	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-18,5	-	-	-	-	-
Bautzen	15,3	22,6	16,1	-41,8	-2,2	6,4
Meißen	-16,1	-15,4	20,5	-34,6	29,4	-49,0
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-25,2	-48,4	-16,8	-43,7	3,4	-56,6
Riesa-Großenhain	-41,2	-12,6	-8,6	-14,5	4,7	-32,6
Löbau-Zittau	6,2	-9,9	11,8	-32,8	-5,9	-11,1
Sächsische Schweiz	-26,2	-8,0	-4,4	-46,1	-12,6	-14,0
Weißeritzkreis	-26,8	-2,8	11,5	-51,1	-3,6	2,9
Kamenz	-2,3	7,1	-25,8	-52,7	-30,1	-36,8
RP Dresden	-17,9	-5,6	2,4	-45,4	-6,6	-13,8
Leipzig, Stadt	47,2	-58,8	-16,4	-	-	7,8
Delitzsch	60,7	-18,0	-19,7	-	-	-22,1
Döbeln	37,2	18,3	11,7	-24,6	-4,6	7,9
Leipziger Land	29,1	31,8	24,7	-29,2	5,8	17,6
Muldentalkreis	37,8	-9,4	-9,4	-41,1	-28,2	-47,1
Torgau-Oschatz	-51,0	-26,2	-22,3	-67,3	-12,9	-19,8
RP Leipzig	26,9	-4,5	-4,9	-42,4	-5,4	-12,4
Sachsen insgesamt	-3,9	-5,2	2,0	-36,2	-4,8	-8,3

RP: Regierungspräsidium

**Anlage 29: Klee- Gemeinde – N-Flächenbilanzsaldo in den Jahren 2000 bis 2005 in Sachsen
(t N je Landkreis, Regierungspräsidium, Sachsen insgesamt)**

Landkreis/Regierungspräsidium	Jahr					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N-Flächenbilanzsaldo– (t N)						
Chemnitz, Stadt	5,1	2,2	1,0	-4,7	-4,4	-1,1
Plauen, Stadt	-0,8	-2,1	-2,0	-3,0	-3,0	-3,9
Zwickau, Stadt	0,0	0,6	0,1	-1,0	-0,1	0,6
Annaberg	-10,0	-19,0	3,0	-35,7	-6,3	-13,4
Chemnitzer Land	-10,2	3,6	0,2	-3,9	-1,0	0,3
Freiberg	23,2	-3,4	6,5	-56,4	4,4	24,5
Vogtlandkreis	-14,3	-6,3	-8,6	-29,2	-0,6	-20,0
Mittlerer Erzgebirgskreis	-15,6	-27,6	-2,3	-39,0	-0,6	-19,3
Mittweida	2,2	-9,6	-2,8	-26,3	-11,4	-15,4
Stollberg	8,8	2,0	10,9	-8,4	-4,0	6,3
Aue-Schwarzenberg	3,7	3,6	-2,4	-13,9	-2,8	-13,0
Zwickauer Land	-6,9	10,1	16,3	-13,2	-1,5	7,3
RP Chemnitz	-15,1	-45,6	20,3	-234,9	-31,0	-46,8
Dresden, Stadt	-0,1	-	-	-0,2	-	-0,5
Görlitz, Stadt	-	-	-	-	-	-
Hoyerswerda, Stadt	-	-	-	-	-	-
Bautzen	5,9	6,7	4,6	-12,6	-0,7	2,1
Meißen	-3,8	-3,2	1,6	-4,1	4,4	-6,5
Niederschlesischer Oberlausitzkreis	-5,3	-6,1	-0,6	-0,9	0,1	-15,2
Riesa-Großenhain	-6,4	-1,9	-1,1	-1,4	0,9	-5,2
Löbau-Zittau	2,1	-2,9	2,4	-8,0	-1,1	-2,0
Sächsische Schweiz	-20,3	-5,9	-2,9	-21,4	-6,1	-9,3
Weißeritzkreis	-33,7	-3,5	11,5	-43,4	-3,8	3,7
Kamenz	-0,6	1,7	-11,1	-24,1	-12,5	-14,5
RP Dresden	-65,3	-18,7	7,0	-116,9	-19,1	-48,9
Leipzig, Stadt	6,5	-5,4	-2,6	-	-	0,6
Delitzsch	7,0	-1,5	-1,4	-	-	-2,2
Döbeln	4,4	1,8	0,8	-1,7	-0,2	0,9
Leipziger Land	7,1	7,1	3,3	-4,8	2,3	2,2
Muldentalkreis	6,2	-1,6	-1,4	-4,8	-3,1	-6,4
Torgau-Oschatz	-6,7	-4,0	-2,0	-4,3	-0,6	-5,0
RP Leipzig	24,5	-3,7	-3,3	-22,8	-3,7	-9,9
Sachsen insgesamt	-55,5	-68,1	23,6	-374,4	-54,1	-105,9

RP: Regierungspräsidium

Teilprojekt IV:

Ermittlung des Schwellenpreises für den Einsatz biologisch-regenerativer Verfahren der Stickstoffversorgung im konventionellen Landbau in Sachsen

Inhalt:

1	Ermittlung des Schwellenpreises	161
1.1	Zielstellung	161
1.2	Material und Methoden	161
1.3	Schwellenpreis für mineralischen Stickstoff im Ackerbaubetrieb	162
1.4	Schwellenpreis für mineralischen Stickstoff im Haupterwerbsbetrieb mit gemischter Betriebsform	164
2	Bewertung des Stickstoffs im ökologischen Landbau	168
2.1	Zielstellung	168
2.2	Material und Methoden	169
2.3	Ergebnis	169
3	Ermittlung der Kosten für symbiotisch fixierten Stickstoff im Zwischenfruchtbau des ökologischen Landbaus	171
3.1	Stickstoffbereitstellung durch Untersaaten	171
3.2	Stickstoffbereitstellung durch Stoppelsaaten	172
4	Diskussion	173
5	Literaturverzeichnis	174

1 Ermittlung des Schwellenpreises

1.1 Zielstellung

Die biologisch-regenerative Stickstoffbereitstellung über den Anbau von Leguminosen stellt eine Alternative zum Einsatz mineralischer N-Düngemittel im konventionellen Landbau Sachsens dar. Im Folgenden sollen die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen eines entsprechenden Ersatzes mineralischer N-Düngemittel durch Nutzung der symbiotischen N₂-Fixierung von Leguminosen für Sachsen untersucht werden. Hierzu sollen Schwellenpreise ermittelt werden, ab denen der Ersatz mineralischer N-Düngemittel durch Nutzung der legumen Stickstofffixierung zu erwarten ist.

1.2 Material und Methoden

Um unter wirtschaftlichem Gesichtspunkt die derzeitige Ersatzsituation zwischen mineralischer und biologisch-regenerativer Stickstoffbereitstellung zu untersuchen, wurde die Methode der linearen Programmierung angewendet. Berücksichtigt wurden die Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft Sachsens, indem die Daten aus der Planungsdatenbank der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft genutzt wurden (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007). Die dort für die Leistungsgruppe „mittel“ angegebenen Daten repräsentieren die langjährigen Durchschnittserträge, die in Sachsen im Wirtschaftsgebiet I und II mit standörtlichen Gegebenheiten hinsichtlich des Bodens D6, L65/6, V2 bzw. Ackerzahlen über 44 erzielt werden. Grundsätzlich wurde die Ausgeglichenheit der Stickstoffbilanz im hier genutzten Planungsverfahren unterstellt, d.h. die Zufuhr von Stickstoff durch mineralische Düngemittel und eine Gabe an Wirtschaftsdüngemitteln sowie symbiotische N₂-Fixierung gleicht den Entzug von Stickstoff durch Abfuhr über Ernteprodukte innerhalb des Unternehmens aus.

In einem ersten Schritt wurde die relative Vorzüglichkeit von Produktionsverfahren für einen Ackerbaubetrieb bei verschiedenen Stickstoff-Bereitstellungsverfahren untersucht. Für die Darstellung der Ersatzsituation diente ein Modellbetrieb mit einer Größe von 306 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF), die der durchschnittlichen Unternehmensgröße sächsischer Ackerbaubetriebe im Vollerwerb entspricht (ohne Nebenerwerbsbetriebe, eigene Berechnung nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006 S. 4 ff.). Dieser Größe folgend wurde eine mittlere Mechanisierungsvariante bei einer Schlaggröße von 10 Hektar unterstellt. Einbezogen wurden die Produktionsverfahren Winter-Qualitätsweizen, Winter-Brotweizen, Winter-Futterweizen, Wintertriticale, Winter-Brotroggen, Winter-Futtergerste, Sommer-Futtergerste, Sommer-Braugerste, Sommer-Industriehafer, Körnermais, Ackerbohne, Körnerlupine, Körnererbse, Winter-Food-Raps, Sonnenblume, Öllein, Speisekartoffel, Zuckerrübe, Non-Food-Raps, Non-Food-Raps (Biodiesel) sowie Eruca-Raps. Die Daten zur Ertragsleistung der Ackerfrüchte und dem N-Flächenbilanzsaldo jedes Anbauverfahrens sind im Anhang 1 verzeichnet. Der mit diesen Produktionsverfahren gebildete optimale Produktionsplan wurde ermittelt, wobei die Bedingung einer ausgeglichenen Flächenbilanz für den Hauptnährstoff Stickstoff und folgende weitere Restriktionen Beachtung fanden:

Weil Marktbegrenzungen bei Hackfrüchten bestehen, wurde der Anbauumfang der Zuckerrübe und Speisekartoffel auf den durchschnittlichen sächsischen Flächenanteil von 1,75 % bzw. 0,81 % der

landwirtschaftlich genutzten Fläche beschränkt (eigene Berechnung nach STATISTISCHES JAHRBUCH SACHSEN 2006, STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN 2006). Um weiterhin einseitige Fruchtfolgen auszuschließen, wurden maximale Anbaukonzentrationen in der Fruchtfolge (nach KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT 2005, S. 291) unterstellt:

- Anteil des Weizens kleiner 58 %,
- Anteil von Kruziferen (Raps) kleiner 30 %,
- Anteil der Körnerleguminosen kleiner 23 %,
- Anteil der Erbsen kleiner 19 %.

Aufgrund der geringen Bedeutung wurde der Anteil von Eruca-Raps auf 10 % der Rapsanbaufläche (= 3 % der Ackerfläche) begrenzt.

Als Stickstoff bereitstellende Verfahren standen einerseits mineralische Düngung durch Gabe von Kalkammonsalpeter (N-Gehalt: 27 %) und andererseits biologisch-regenerativ erzeugter Stickstoff durch den Anbau von Körnerleguminosen mittels Ackerbohne, Körnererbse oder Blauer Körnerlupine zur Verfügung. Ihre Stickstoffbereitstellung wurde anhand des von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft herausgegebenen Schätzverfahrens (KOLBE 2007) quantifiziert. Ausgangspunkt bildete der in der Planungsdatenbank verwendete Stickstoffpreis von 0,51 € je kg N.

1.3 Schwellenpreis für mineralischen Stickstoff im Ackerbaubetrieb

Der ermittelte optimale Anbauplan, dargestellt in Abb. 1, sieht bei einer Ackerfläche von insgesamt 306 ha den Anbau von 177,5 ha Winter-Brotweizen, 34,3 ha Winter-Futtergerste, 2,5 ha Speisekartoffel, 5,4 ha Zuckerrübe, 8,6 ha Eruca-Raps und 77,8 ha Non-Food-Raps zur Biodieselgewinnung bei einer Gabe von durchschnittlich 119,7 kg N ha⁻¹ in Form von KAS vor.

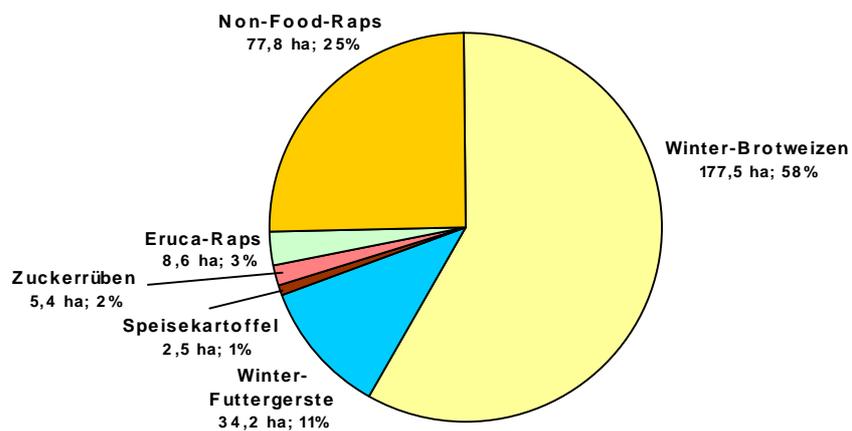


Abbildung 1: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb bei einem Stickstoffpreis für KAS in Höhe von 0,51 € je kg N

Luftstickstoff bindende Produktionsverfahren sind bei einem Stickstoffpreis von 0,51 € je kg N nicht im ermittelten Anbauplan enthalten. Unter den dargestellten Restriktionen ist im konventionellen Ackerbau die mineralische Düngung durch Kalkammonsalpeter betriebswirtschaftlich der biologisch-regenerativen Stickstoff-Bereitstellung vorzuziehen.

Abhängig von der Höhe des Stickstoffpreises ergeben sich vorteilhafte Ersatzmöglichkeiten der mineralischen Stickstoffdüngung, deren Eintreffen durch Auswertung der Stabilitätsbereiche der Lösung der Linearen Programmierung (LP-Lösung) festgestellt wurde (Abb. 2). Ab einem auf 64,6 Cent je kg N angestiegenen Stickstoffpreis erfolgt der Ersatz von Winter-Futtergerste in der Fruchtfolge durch das weniger Stickstoff zehrende Produktionsverfahren Sonnenblume in vollem Umfang. Bei einem weiteren Preisanstieg auf 91 Cent je kg N wird dieses wiederum vollständig durch den Anbau der Körnererbse substituiert. Ab einem Preisniveau von 1,53 € je kg N wird der Winterweizenanbau zugunsten einer Ausdehnung des Körnererbsenanbaus in der Fruchtfolge eingeschränkt. Ein weiterer Anstieg auf einen Preis für mineralischen Stickstoff von 1,57 € je kg N bewirkt, dass der stark stickstoffbedürftige Weizenanbau zugunsten der Aufnahme der Ackerbohne in den Anbauplan zusätzlich eingeschränkt wird. Ab einem Stickstoffpreis von 1,75 € je kg N wird der Erbsenanbau durch die stärker Stickstoff bereitstellende Ackerbohne ersetzt. Hervorzuheben ist der im Ackerbaubetrieb ermittelte Schwellenpreis in Höhe von 0,91 € je kg N für den Ersatz des mineralischen Stickstoffdüngemittels Kalkammonsalpeter durch den Anbau der Körnererbse.

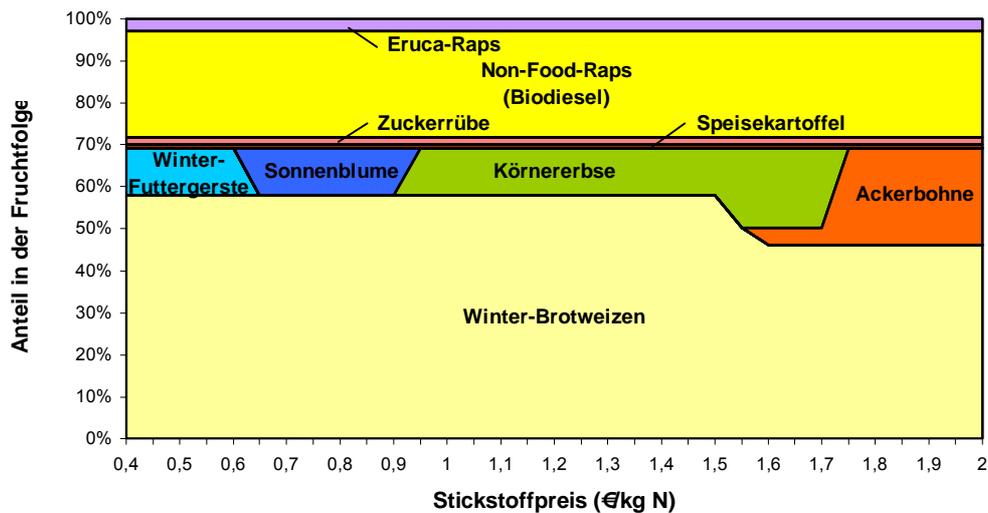


Abbildung 2: Veränderung des optimalen Anbauplanes eines im Berechnungsverfahren zugrunde gelegten sächsischen Modell-Ackerbaubetriebes in Abhängigkeit vom Preis für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter

1.4 Schwellenpreis für mineralischen Stickstoff im Haupterwerbsbetrieb mit gemischter Betriebsform

In einem zweiten Schritt wurde die gleiche Vorgehensweise auf einen mittleren sächsischen Haupterwerbs-Modellbetrieb angewendet. Seine Größe wurde mittels gewichteten Durchschnitts der Betriebsformen Ackerbaubetrieb, Verbundbetrieb und Futterbaubetrieb, jeweils ohne Nebenerwerbsbetriebe, berechnet.

Dieser Haupterwerbs-Modellbetrieb verfügt über eine Flächenausstattung von 322,3 ha LF (eigene Berechnung nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006, S. 4 ff.), wobei die mittlere sächsische Bodennutzung im Verhältnis von 79,4 % Ackerfläche (entspricht 255,9 ha) zu 20,6 % Dauergrünlandfläche (entspricht 66,4 ha) (nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2006, S. 6) auf den Modellbetrieb übertragen wurde.

Dabei wurde das Spektrum der Produktionsverfahren um eine Futterproduktion, eine Grünlandbewirtschaftung und den Einsatz von Wirtschaftsdüngemitteln erweitert. Die hinzukommenden Produktionsverfahren waren

- Kleegras-Grünfutter (mehrjährig)
- Kleegras-Heu (mehrjährig)
- Kleegras-Anwelksilage (mehrjährig)
- Luzernegras-Anwelksilage (mehrjährig)
- Welsches Weidelgras-Anwelksilage
- Mais zur Silageerzeugung (Silomais)
- Grünmais
- Lieschkolbenschrotsilage
- Getreide-Ganzpflanzensilage
- Mais zur Erzeugung von Corn-Cob-Mix
- Grünland-Mähweide
- Grünland-Koppelweide
- Grünland-2-Schnittwiese.

Die Wechselwirkungen zur Tierproduktion wurden einbezogen, indem ein durchschnittlicher sächsischer Viehbestand von 0,502 Vieheinheiten je ha LF (eigene Berechnung nach STATISTISCHES JAHRBUCH SACHSEN 2006, STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN 2006, S. 299) mit einem Energiebedarf von 48.210 MJ ME (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007, Planungsdatenbank) und einer Stickstoffausscheidung von 104 kg N je Vieheinheit und Jahr (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT 2005, S. 262) zugrunde gelegt wurde. Die Ausbringung der Wirtschaftsdüngemittel wurde in Form der Verfahren Rinderfestmist, Rindergülle und Schweinegülle ermöglicht, wobei Rotteverluste bei Festmist in Höhe von 25 %, Lagerungsverluste bei Gülle in Höhe von 10 % und Ausbringungs-

verluste in Höhe von 20 % (SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2005,, S. 44 bzw. Anhang 3) berücksichtigt wurden. Der daraufhin ermittelte optimale Produktionsplan weist zusätzlich zu den bereits im Ackerbaubetrieb verwendeten Ackerkulturen die Produktion von Silomais mit einem Anteil von 13,2 % der Ackerfläche aus, um einen Teil des Futterbedarfes der Tierproduktion zu decken (Abb. 3).

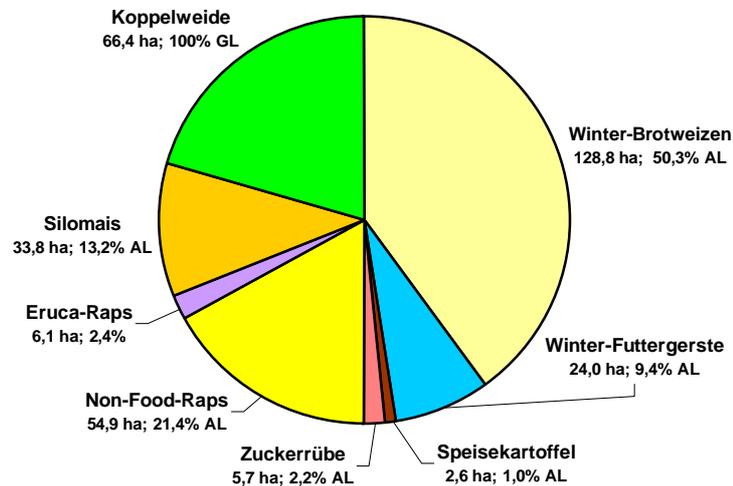


Abbildung 3: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modell-Haupterwerbsbetrieb bei einem Preis für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter in Höhe von 0,51 € je kg N

Der LP-Lösung folgend ist die Grünlandfläche vollständig als Koppelweide zu nutzen. Zur Nährstoffversorgung wird die Ausbringung der Wirtschaftsdünger bis zur Verfügbarkeitsgrenze präferiert. Um den Stickstoffbedarf zu decken, sind zusätzlich im Mittel 296,8 kg KAS je ha LF (entspricht 80,1 kg N je ha LF) auszubringen.

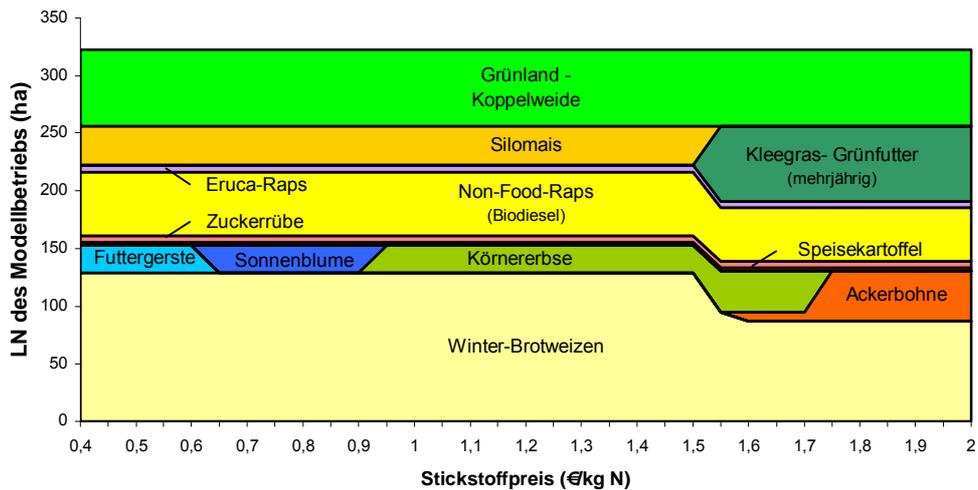


Abbildung 4: Veränderung des optimalen Anbauplanes eines im Berechnungsverfahren zugrunde gelegten sächsischen Modell-Haupterwerbsbetriebes in Abhängigkeit vom Preis für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter

Mit dem Ackerbaubetrieb übereinstimmend (Abb. 2) ergeben sich Vorteile, wenn das Produktionsverfahren Winter-Futtermalze bei einem Stickstoffpreis von 0,65 € je kg N durch Sonnenblume und Sonnenblume bei einem Stickstoffpreis von 0,91 € je kg N durch Körnererbse ersetzt wird (Abb. 4). Der Anbau von Klee gras-Grünfütter wird ab einem Stickstoffpreis von 1,51 € je kg N aufgenommen, während der Körnererbsenanbau erweitert, der Anbau von Silomais aufgegeben sowie der Anbau von Raps und Brotweizen reduziert werden. Eine weitere Einschränkung erfährt die Anbaufläche für Brotweizen zugunsten des Ackerbohnenanbaus bei einem Preis für Kalkammonsalpeter in Höhe von 1,57 € je kg N. Der Ersatz der Körnererbse durch die Ackerbohne in der Fruchtfolge ist bei einem Stickstoffpreis von 1,74 € je kg N vorteilhaft (Abb. 4).

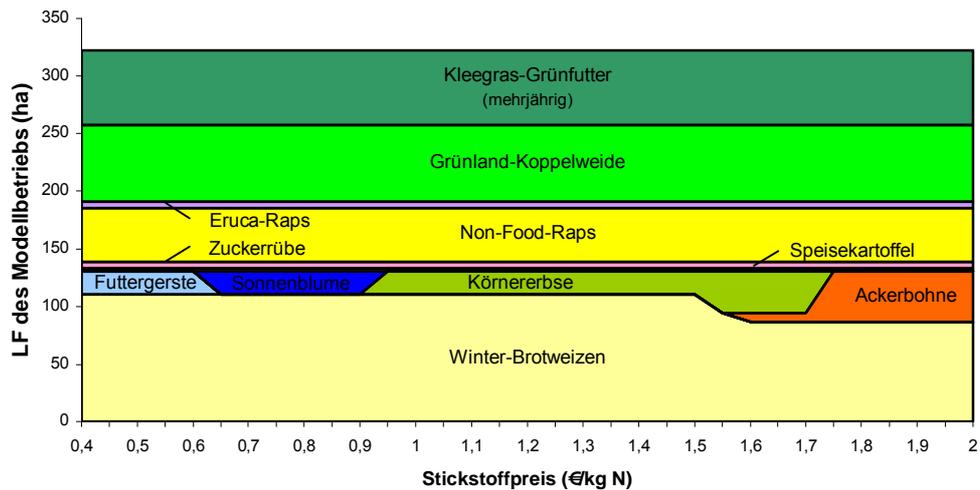


Abbildung 5: Veränderung des optimalen Anbauplanes eines im Berechnungsverfahren zugrunde gelegten sächsischen Modell-Haupterwerbsbetriebes in Abhängigkeit vom Preis für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpe-ter bei Ausschluss des Maisanbaus

Sollte ein Anbau des Mais aufgrund klimatischer Gegebenheiten oder Schaderregeraufkommens nicht möglich sein, ist die Veränderung des optimalen Produktionsplanes ohne den Anbau von Mais in Abhängigkeit des Stickstoffpreises in Abb. 5 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Futterbereitstellung durch den Maisanbau mit dem Verfahren Kleegras im Umfang von 65,4 ha ersetzt werden sollte. Ohne Maisanbau wird Kleegras unabhängig von der Höhe des Stickstoffpreises vorzüglich. Um ohne Maisanbau den Futterbedarf zu decken, wird eine größere Fläche erforderlich. Somit kann von den Ackerkulturen ein geringerer Umfang angebaut werden. Der Anbau von Brotweizen findet zunächst im Umfang von 110,5 ha statt, wird schließlich bei steigendem Stickstoffpreis auf 94,6 bzw. 86,9 ha reduziert. Die Stickstoffpreise, bei denen die Vorzüglichkeit der Kulturen wechselt, bleiben ansonsten unverändert.

Die Veränderungen des optimalen Produktionsplanes, hervorgerufen durch den zunehmenden Preis für mineralischen Stickstoff, bewirken einen abnehmenden Stickstoffaufwand und einen abnehmenden Deckungsbeitrag des Modellbetriebes (Haupterwerbsbetrieb mit Anbau von Mais, Abb. 6). So sinkt im Mittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Einsatz von mineralischem N- So sinkt im Mittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Einsatz von mineralischem N-Düngemittel von 80,1 kg N bei einem Stickstoffpreis von 0,40 € je kg N auf 31,8 kg N bei einem Stickstoffpreis von 2,00 € je kg N.

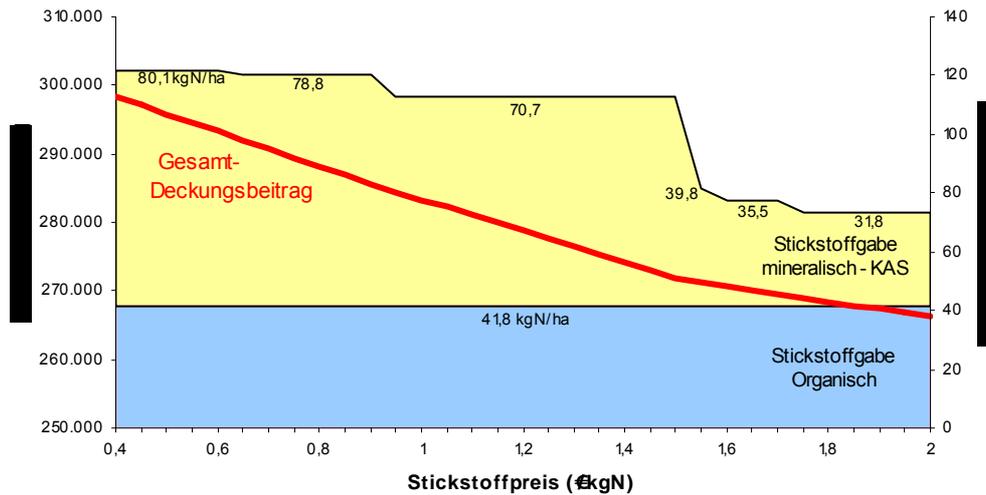


Abbildung 6: Gesamtdeckungsbeitrag und Gabe an mineralischem Stickstoff in Abhängigkeit vom Preis für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter berechnet für einen sächsischen Modell-Haupterwerbsbetrieb

Im betrachteten Bereich des Preises für mineralischen Stickstoff sinkt der Gesamtstickstoffeinsatz (organisch + mineralisch) im Betrieb von 39 300 kg und Jahr auf rund 23 700 kg und Jahr (Abb. 6). Gleichzeitig fällt der Gesamtdeckungsbeitrag von 298 450 € auf 266 300 €. Im Bereich eines Preises für Stickstoff in Form von Kalkammonsalpeter in Höhe von 40 bis 90 Cent je kg N bewirkt eine Stickstoffpreissteigerung um einen Cent eine Minderung des Gesamt-Deckungsbeitrages des Betriebes um 256 €.

2 Bewertung des Stickstoffs im ökologischen Landbau

2.1 Zielstellung

Die Kosten für die Bereitstellung eines Kilogramms Stickstoff im ökologischen Landbau werden zwischen 2 € je kg (Stilllegung mit einjährigem Klee gras) und 7 € je kg (Leguminosenschrote) angegeben (REDELBERGER 2004). Die variablen Kosten für die Stickstoffdüngung im ökologischen Gemüsebau durch Hornmehlausbringung belaufen sich auf 4,01 € je kg N (eigene Berechnung nach SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007).

Unbeantwortet bleibt dabei die Frage, ob der Einsatz dieser organischen Stickstoffdüngemittel im ökologischen Landbau auf Grund der hohen Kosten wirtschaftlich ist. Es soll daher im Folgenden ermittelt werden, bis zu welchem Stickstoffpreis sich der Einsatz in der ökologischen Landwirtschaft lohnt.

2.2 Material und Methoden

Die Bewertung des Stickstoffs erfolgte durch Anwendung der linearen Programmierung. Dabei wurde der Wert des Stickstoffs als Schattenpreis ermittelt. Er stellt die Besserstellung an Produktionsoutput dar, der bei Einsatz einer Einheit Stickstoff erhältlich wäre. Die Methode folgt somit der Bewertung nicht marktfähiger Güter mit dem Veredlungswert.

Die Produktionsverhältnisse im ökologischen Landbau Sachsens wurden nachvollzogen, indem der zur Berechnung verwendete Modellbetrieb die durchschnittlichen Strukturen hinsichtlich Ackerfläche im Umfang von 101,7 ha, Grünlandfläche von 35,5 ha und Viehbesatz von 0,39 GVE/ha aufweist (eigene Berechnungen nach STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN 2006) sowie die dem entsprechenden Verfahrensdaten bei ökologischer Wirtschaftsweise aus der Planungsdatenbank der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2007) übernommen wurden. Es wurden in den Berechnungen als Leistungsgruppe „mittel“ und als Mechanisierungsvariante „klein“ unterstellt sowie neben obigen Fruchtfolgerestriktionen die Ausgeglichenheit der Stickstoffbilanz, die erforderliche Grundfutterbereitstellung für die Tierproduktion und die anfallenden Wirtschaftsdüngemittel aus der Tierproduktion einbezogen. Weil im ökologischen Landbau die Fruchtfolge strengen Anforderungen zu unterwerfen ist, wurden als zusätzliche Anforderungen formuliert:

- Anteil des Getreides in der Fruchtfolge kleiner 67 %,
- Anteil einzelner Getreidearten in der Fruchtfolge kleiner 25 %,
- Anteil von Sonnenblume in der Fruchtfolge kleiner 20 %;
- Anteil einzelner Körnerleguminosenarten in der Fruchtfolge kleiner 20 %,
- Anteil von Raps in der Fruchtfolge kleiner als 20 %.

Daten zum Bruttoertrag und Stickstoffhaushalt jedes Anbauverfahrens sind in Anhang 2 ersichtlich.

2.3 Ergebnis

Die Lineare Programmierung berechnete für den ökologisch wirtschaftenden Modellbetrieb einen optimalen Anbauplan, dessen Flächennutzung in Abb. 7 dargestellt ist. Der maximal zulässige Getreideanteil an der Ackerfläche von 67 % sollte durch den Anbau von Winter-Brotweizen, Dinkel und Wintergerste ausgeschöpft werden. Die Berechnungen ergaben einen Anteil mit Weizen, Dinkel und Wintergerste genutzte Fläche des Betriebes in Höhe von 50 %. Hinzu kommt der Anbau von Sonnenblume, Körnererbse, Speisekartoffel, Klee gras-Grünfütter sowie auf dem Grünland Koppelweide.

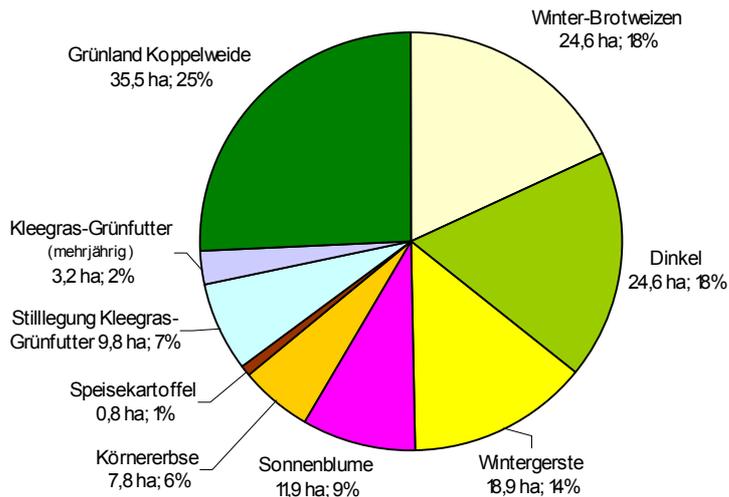


Abbildung 7: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellbetrieb des ökologischen Landbaus

Der ermittelte optimale Anbauplan weist weiterhin die Ausbringung organischer Wirtschaftsdüngemittel, die den Flächen im erheblichen Maß den Nährstoff Stickstoff wiederzuführen, bis zur Ausschöpfung der Verfügbarkeit in Höhe von 40,6 kg N brutto je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche aus.

Für ein weiter hinzukommendes Kilogramm an verfügbarem Stickstoff im ökologisch wirtschaftenden Modellbetrieb wird ein Betrag in Höhe von 1,32 € durch die lineare Programmierungslösung angegeben. Dieser als Schattenpreis ausgewiesene Betrag stellt den maximal bezahlbaren Preis einschließlich Ausbringung für den Nährstoff Stickstoff bei durchschnittlicher Verfügbarkeit von Wirtschaftsdüngern dar. Bei variablen Kosten bis zu diesem Betrag ist im ökologischen Anbau Stickstoffdünger wirtschaftlich einsetzbar, oberhalb dessen übersteigen die Düngungskosten den Wert der durch den Stickstoffeinsatz zusätzlich erzielbaren Produktion. Der oben genannte Einsatz des Stickstoffdüngers Hornmehl ist, zumindest bei durchschnittlicher Verfügbarkeit von anderen Wirtschaftsdüngern, im ökologisch wirtschaftenden Landwirtschaftsbetrieb nicht sinnvoll, da die Düngungskosten die dadurch erhältliche Mehrproduktion übersteigen.

3 Ermittlung der Kosten für symbiotisch fixierten Stickstoff im Zwischenfruchtbau des ökologischen Landbaus

3.1 Stickstoffbereitstellung durch Untersaaten

Tabelle 1: Deckungsbeitragsrechnung für die Stickstoffbereitstellung durch legume Untersaaten im ökologischen Zwischenfruchtanbau

Produktionstechnische Daten		Klee gras 2 ha Gründüngung *			
<i>Kosten</i>					
Aussaatmenge	U ha ⁻¹	16,00			
Saatgutpreis	€ U ⁻¹	2,70			
Saatgutkosten	€ ha ⁻¹	43,20			
∑ Direktkosten	€ ha ⁻¹	43,20			
Direktkostenfreie Leistung	€ ha ⁻¹	-43,20			
variable Maschinenkosten (eigen)	€ ha ⁻¹	39,44			
∑ sonstige variable Kosten	€ ha ⁻¹	39,44			
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	-82,64			
<i>Leistungen Klee gras 50 : 50</i>					
Bruttoaufwuchs	dt FM ha ⁻¹	100	150	200	250
Stickstoffgehalt Klee gras 50 : 50 **	kg dt FM ⁻¹	0,47			
Stickstoffmenge in der Biomasse	kg ha ⁻¹	47	70,5	94	117,5
Davon symbiotisch fixierter Stickstoff **	kg ha ⁻¹	5,6	32,2	58,8	85,3
Variable Kosten je kg symbiotisch fixierter Stickstoff	€ je kg N	13,93	2,44	1,34	0,92
<i>Leistungen Klee gras 70 : 30</i>					
Bruttoaufwuchs	dt FM ha ⁻¹	100	150	200	250
Stickstoffgehalt Klee gras 70 : 30 **	kg dt FM ⁻¹	0,50			
Stickstoffmenge in der Biomasse	kg ha ⁻¹	50	75,0	100	125
Davon symbiotisch fixierter Stickstoff **	kg ha ⁻¹	9,5	39,3	69,0	98,8
Variable Kosten je kg symbiotisch fixierter Stickstoff	€ je kg N	8,70	2,11	1,20	0,84

* Quelle: REDELBERGER 2004

** Quelle: KOLBE 2007

3.2 Stickstoffbereitstellung durch Stoppelsaaten

Tabelle 2: Gemenge aus Saatwicke und Einjährigem Weidelgras

Produktionstechnische Daten		Weidelgras-Saatwicke-Zwischenfrucht 2ha Gründungung			
<i>Kosten</i>					
Aussaatmenge Einjähriges Weidelgras	kg/ha	10,00			
Aussaatmenge Saatwicke	kg/ha	50,00			
Saatgutpreis Einjähriges Weidelgras *	€/kg	2,14			
Saatgutpreis Saatwicke *	€/kg	1,28			
Saatgutkosten	€/ha	85,40			
∑ Direktkosten	€/ha	85,40			
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	-85,40			
Var. Kosten Bodenbearbeitung (1. Stoppelgrubbern flach, 3m; 83 kW; mittel) ****	€/ha	13,12			
Var. Kosten Bestellung (Säen von Erbse mit Sämaschine; 3m; 54 kW; mittel) ****	€/ha	8,55			
variable Maschinenkosten (eigen)	€/ha	21,67			
∑ sonstige variable Kosten	€/ha	21,67			
Deckungsbeitrag	€/ha	107,07			
<i>Leistungen Leguminosen-Gras-Gemisch 70 : 30</i>					
Frischmasse-Ertrag	dt FM ha ⁻¹	100	150	200	250
Stickstoffgehalt Gemenge 70 : 30 ***	kg dt FM ⁻¹	0,59			
N-Entzug (Stickstoffmenge im Ertrag)	kg ha ⁻¹	59	88,5	118	147,5
N-Bindung (symbiotisch fixierter Stickstoff) **	kg ha ⁻¹	88,6	100,4	112,2	124,0
Variable Kosten je kg symbiotisch fixierter Stickstoff	€ je kg N	1,21	1,07	0,95	0,86
* Quelle: camena-samen 2007					
** Quelle: KOLBE 2007					
*** in Anlehnung an KOLBE 2007					
**** Quelle: KTBL 2004					

4 Diskussion

Für konventionell wirtschaftende, mittlere sächsische Betriebe wurden Schwellenpreise ermittelt, ab denen der Einsatz biologisch-regenerativ erfolgender Stickstoffbereitstellung gegenüber mineralischer Düngung mittels Kalkammonsalpeter vorzuziehen ist. Als legume Ackerfrucht, die für den sächsischen Betrieb am ehesten nichtlegume Ackerfrüchte im Anbauplan verdrängen kann, wurde die Körnererbse ermittelt. Ab einem Stickstoffpreis von 0,91€/kg N sollte der Körnererbsenanbau aufgenommen, ab 1,53 €/kg N erweitert werden. Bei einem Stickstoffpreis von 1,57 €/kg N sollten Ackerbohnen in den Anbauplan aufgenommen werden. Der Haupterwerbsbetrieb mit Tierhaltung ersetzt die Futterbereitstellung mittels Silomais ab einem Stickstoffpreis von 1,51 €/kg N durch mehrjähriges Klee gras-Grünfütter.

Um die Ersatzsituation zu beurteilen, sind die berechneten Schwellenpreise den Marktpreisen für Stickstoffdüngemittel gegenüber zu stellen. Als Ausgangspunkt der Schwellenpreisermittlung diente ein Stickstoffpreis von 0,51 €/ kg N für KAS 27, welcher der Planungsdatenbank der LfL entnommen wurde. Am Markt für mineralische Düngemittel, insbesondere bei Stickstoffdüngern, waren erhebliche Preisveränderungen zu verzeichnen.

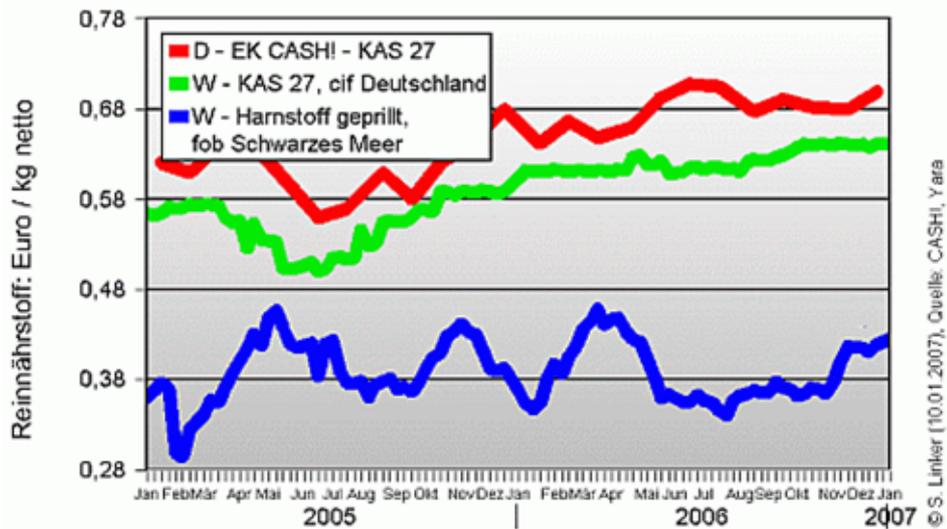


Abbildung 8: Preisentwicklung für mineralische Stickstoffdünger

In den Jahren 2002 bis 2004 schwankte der Stickstoffpreis für KAS 27 um obigen Wert und stieg bis Anfang 2007 auf 0,70 €/kg N an (LINKER 2007).

Die ermittelten Schwellenwerte für konventionell wirtschaftende Betriebe werden derzeit nicht erreicht. Die mineralische Düngung mittels Kalkammonsalpeter ist der biologisch-regenerativen Stickstoffbereitstellung ökonomisch überlegen und damit vorzuziehen.

Sollte der mittlere Preisanstieg der letzten 24 Monate (Februar 2005 bis Februar 2007), für die Düngemittelsorte KAS 27 von ca. 0,0033 €/kgN anhalten, wäre das Erreichen des Schwellenpreises von 0,91 €/kgN etwa Mitte 2012 und des Schwellenpreises von 1,51 €/kgN etwa im Jahr 2027 zu erwarten. Diese Berechnungen sind wegen fehlender amtlicher Datengrundlage und der Marktvolatilität mit großer Unsicherheit behaftet.

Sollte der Maisanbau nicht möglich sein, ist die Futterbereitstellung im mittleren sächsischen Haupterwerbsbetrieb durch mehrjährigen Anbau von Klee-Grünfütter gegenüber anderen, nichtlegumigen Futterbereitstellungsverfahren vorzuziehen.

Für die ökologisch wirtschaftenden sächsischen Betriebe hat die biologisch-regenerative Stickstoffbereitstellung durch Leguminosenanbau erheblich größere Bedeutung. Der Flächenanteil legumer (Körnererbse) bzw. leguminosenhaltiger Kulturen (Klee-Grünfütter, Grünland Koppelweide) am optimalen Anbauplan liegt bei 40 %.

Als Entscheidungskriterium darüber, ob eine Stickstoffbereitstellung bei ökologischer Wirtschaftsweise im mittleren sächsischen Betrieb wirtschaftlich sinnvoll ist, wurde ein Schattenpreis von 1,32 €/kg N ermittelt. Liegen die variablen Kosten der Stickstoffbereitstellung einschließlich der Ausbringung oberhalb dieses Wertes, kann der durch die zusätzliche Stickstoffversorgung entstandene Mehrertrag die Kosten dieser zusätzlichen Stickstoffversorgung unter genannten Bedingungen nicht decken.

Die Berechnungen der Stickstoffbereitstellungskosten für den Zwischenfruchtanbau ökologisch wirtschaftender Betriebe zeigen, dass unter günstigen Bedingungen und guter Bestandesführung der ermittelte Schattenpreis für Stickstoff von 1,32 €/kg N unterschritten werden kann. Zwischenfruchtanbau kann ökonomisch vorteilhaft sein.

5 Literaturverzeichnis

- KOLBE, H. (2007): Gleichungen zur manuellen Berechnung von N-Bindung und N-Saldo (Kurzfasungen).
- LINKER, S. (2007): N-Dünger: Preisrallye am Harnstoff-Markt; http://www.agrarberatung-hessen.de/markt/aktuell/0101_2007q1/01012007011002.html , (25.01.2007).
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTBL) (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft.
- REDELBERGER, H. (Hrsg.) (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft - Verfahren, Kostenrechnungen, Baulösungen. KTBL-Schrift 426, Landwirtschaftsverlag Münster.
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL) (2005): BEFU 2005
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL) (2007): Planungsdatenbank; www.smul.sachsen.de/bpsplan ; 15.01.2007
- SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2006): Agrarbericht in Zahlen 2005.

STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2006): Statistisches Jahrbuch Sachsen 2006.
KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT KTBL-Schrift 426, S. 178
Camena-Samen (2007): Saatgut-Katalog. Lauenau.
KTBL (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005; KTBL-Datensammlung und Kalkulationsprogramm zur Datensammlung „Maschinen-, Arbeits- und Verfahrenskosten in der Pflanzenproduktion“

Anhang 1: Daten der Anbauverfahren bei konventioneller Wirtschaftsweise (Quelle: LfL, Planungsdatenbank)

Anbauverfahren	Bruttoertrag (dt ha⁻¹)	Düngeraufwand (kg N ha⁻¹)	N-Saldo (kg ha⁻¹)
Winter-Qualitätsweizen	65	143	
Winter-Brotweizen	70	126	
Winter-Futterweizen	70	126	
Wintertriticale	55	99	
Winter-Brotroggen	55	82,5	
Winter-Futtergerste	60	102	
Sommer-Futtergerste	45	76,5	
Sommer-Braugerste	45	63	
Industriehafer	45	67,5	
Körnermais	80	120	
Ackerbohne	35	0	+57,4
Körnerlupine	25	0	+30
Körnererbse	35	0	+24,5
Winter-Food-Raps	35	115,5	
Sonnenblume	30	84	
Öllein	20	70	
Speisekartoffel	380	133	
Zuckerrübe	520	93,6	
Non-Food-Raps	35	115,5	
Eruca-Raps	33	108,9	
Kleegras-Grünfutter (mehrjährig)	450	117	-27,5
Kleegras-Heu (mehrjährig)	450	117	-27,5
Kleegras-Anwelksilage (mehrjährig)	450	117	-27,5
Luzernegras-Anwelksilage (mehrjährig)	450	22,5	26,25
Welsches Weidelgras-Anwelksilage	450	216	
Silomais	470	178,6	
Grünmais	460	174,8	
Lieschkolbenschrotsilage	190	165,3	
Getreide-Ganzpflanzensilage	260	143	
Corn-Cob-Mix	130	136,5	
Grünland-Mähweide	90	94,5	
Grünland-Koppelweide	280	100,8	
Grünland-2-Schnittwiese	260	88,4	

Anhang 2: Daten der Anbauverfahren bei ökologischer Wirtschaftsweise (Quelle: LfL, Planungsdatenbank)

Anbauverfahren	Bruttoertrag (dt ha⁻¹)	Nährstoffabfuhr (kg N ha⁻¹)	Nährstoffzufuhr N (kg N ha⁻¹)
Speisekartoffel	190	66,5	
Dinkel	30	52,5	
Wintergerste	30	45	
Winter-Futtergerste	30	45	
Winter-Brotroggen	28	37,8	
Winter-Futterroggen	28	37,8	
Winter-Triticale	28	43,4	
Winter-Futterweizen	33	52,8	
Winter-Qualitätsweizen	30	48	
Winter-Brotweizen	33	52,8	
Qualitätshafer	23	31,05	
Körnermais	38	57	
Sommer-Futtergerste	23	34,5	
Sommer-Braugerste	23	32,2	
Sommer- Brotweizen	28	50,4	
Sonnenblumen	15	42	
Winterraps	15	49,5	
Ackerbohnen	18	73,8	90
Körnererbsen	18	64,8	79,2
Körnerlupinen	18	63	72
Kleegras-Heu	315	163,8	110,25
Kleegras-Anwelksilage	315	163,8	110,25
Kleegras-Grünfutter	315	163,8	110,25
Silomais	235	89,3	89,3
Stilllegung, Kleegras-AWS	315	163,8	110,25
Stilllegung, Kleegras-Grünfutter	315	163,8	110,25
Stilllegung, Kleegras-Heu	315	163,8	110,25
3-Schnittwiese	250	80	20
Koppelweide	250	80	84
Mähweide	150	80	72

Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/publikationen/
- Autoren:** Dipl.-Ing. agr. Elke Schubert
Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke
Dr. Ronald Gocht
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)
Fachbereich Landbau/Landespflege
Pillnitzer Platz 2
01326 Dresden
- Redaktion:** Dr. Hartmut Kolbe
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung
Telefon: 0341 9174-149
Telefax: 0341 9174-189
E-Mail: hartmut.kolbe@smul.sachsen.de
- Endredaktion:** Anne-Christin Matthies-Umhau, Ramona Scheinert, Matthias Löwig
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon: 0351 2612-345
Telefax: 0351 2612-151
E-Mail: anne-christin.matthies@smul.sachsen.de
- ISSN:** 1861-5988
- Redaktionsschluss:** Dezember 2007

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des
Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft finanziert.

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.