

Leipzig, 16.12.1997

Bericht zum Forschungsprojekt:

„Einfluß der Bewirtschaftung auf den C-N-Kreislauf im Boden und den N-Austrag in die Umwelt“

Teilthema:

„Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf der Querfurter Platte“

Burghard Meyer, Leipzig

Berichtszeitraum: 01.10.1997-31-12.1997

Verwendung von Bewirtschaftungsdaten für CANDY auf der Querfurter Platte

Um CANDY mit flächendeckenden landschaftsrelevanten Bewirtschaftungsdaten in Verbindung setzen zu können, müssen umfangreiche datentechnische Vorarbeiten durchgeführt werden. Diese umfassen die Datenrecherche und Datenbeschaffung, die Digitalisierung bzw. das Einscannen einer einheitlichen räumlichen Bezugsgrundlage und den Aufbau einer Datenbank mit Informationen zu Betrieben, Schlagbezeichnungen und Fruchtfolgen auf der Querfurter Platte.

Neben der exakten geographischen Zuordnung der Bewirtschaftungsdaten sind Informationen zu einzelnen Maßnahmetypen der Bewirtschaftung erforderlich. Dies sind Angaben zur Fruchtart (Vorfrucht, Aufgang, Ernte, Nachfrucht), zum organischen und mineralischem Dünger und zu Bodenbearbeitung, Zwischenernte, Beregnung und Pestizidbehandlungen der Schläge. Die Zuordnung der Werte zu CANDY ist im CANDY-Benutzerhandbuch (S.77) dargestellt.

Für die Wahl des Arbeitsmaßstabes (1:25.000) und des Darstellungsmaßstabes der kartographischen Grundlagen (1:50.000) war der Maßstab der Bodenkarte des Kreises Merseburg-Querfurt (1:50.000) ausschlaggebend. Grundsätzlich sollte der kleinste Maßstab im Sinne der Datengenauigkeit (schlechteste Datengrundlage ist hier die Bodenkarte) als Basis gewählt werden.

Folgende Aufgaben waren für den Bereich Bewirtschaftungsdaten und die flächenkonkrete Anwendung von CANDY zu erarbeiten:

1. die Beschaffung von Basisinformationen
2. die Erstellung einer Schlagkarte der Querfurter Platte
3. die schlaggenaue Beschreibung typischer Fruchtfolgen für die Querfurter Platte
4. die Kopplungsmöglichkeit der Schlagkarte mit DASKE
5. die Prüfung der statistischen Signifikanz der eingehenden Datensätze
6. die Entwicklung erster Szenarien für die Fruchtfolgegestaltung

1. Beschaffung von Basisinformationen

Zur Erarbeitung der Schlagkarte wurden die Topographischen Karten 1:25.000 (TK25 Nrn: 4535; 4536, 4536, 4634, 4635, 4636, 4637, 4735, 4736) gekauft und digital aufbereitet. Die Blätter wurden mit ARC/INFO georeferenziert. Hiermit wurde die räumliche Bezugsgrundlage für das Projekt erstellt, worauf auch die Bodenkarte und die Wetterinformationen eingepaßt werden. Für die Einteilung des Agrarraumes in Schläge wurden folgende Informationen genutzt, die sich an ehemaligen LPG-Schlagaufteilungen orientieren (Tab. 1). Diese Karten wurden aus verschiedenen Quellen beschafft.

Tab. 1: Grundlagenkarten für die Darstellung der Schlagaufteilung der Querf. Platte

LPG	Maßstab	Datenquelle
Milzau	1:50.000	Grundlagenkarte Landwirtschaft (1985)
Schafstädt	1:100.000	Kühn (1982)
Barnstädt	1:50.000	Grundlagenkarte Landwirtschaft (1987)
Querfurt	1:25.000	Grundlagenkarte Landwirtschaft (1984)
Rothenschirmbach	1:25.000	Grundlagenkarte Landwirtschaft (1984)
Albersroda	ohne	Schlagkarte (ohne Jahr)

Die von KÜHN (1982) erstellte Dissertation über die „Typisierung landwirtschaftlicher Nutzflächen nach Maßnahmen zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf die natürliche Ausstattung“ erwies sich als einzige verfügbare schlagkonkrete Datengrundlage zur Bewirtschaftung. Die Arbeit wurde aus der Bibliothek beschafft.

Weitere Datengrundlagen sind eine von FRANKO (1996) auf Basis einer 32jährigen Datenreihe nach BÖNING (1996) durchgeführte Modellierung der Wasser- und Stoffflüsse im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Milzau. Des weiteren wurden Bewirtschaftungsdaten für die Jahre 1991-1996 von BÖNING (1997) erst im Dezember 1997 geliefert, so daß sie nicht mehr auf Plausibilität geprüft werden konnten. Die Daten umfassen ca. 3500 ha. im Bereich Barnstädt.

Die Biotoptypenkartierung des Landes Sachsen-Anhalt (1:10.000) wurde bestellt, stand jedoch bis Ende 1997 nicht zur Verfügung. Eine sinnvolle Verwendung dieser Daten ist im weiteren Verlauf der Arbeit zu diesem Teilthema nicht mehr möglich.

Zusätzlich liegen als Informationen Forschungsberichte (z.B. UFZ-Berichte 1994; 1997) und Unterlagen zur Agrarstrukturellen Vorplanung (AVP) vor, welche jedoch nur allgemeine Aussagen über Fruchtfolgen, Schlagaufteilung, Anbauverhältnisse und Bewirtschaftung ermöglichen. Kreisstatistiken über Anbauverhältnisse der Fruchtarten der Ämter für Landwirtschaft liegen vor.

2. Die Erstellung einer Schlagkarte der Querfurter Platte

Nach den in Tab. 1 aufgeführten Grundlagen wird eine Schlagkarte der Querfurter Platte mit ARC/INFO vor dem Hintergrund der topographischen Karten am Bildschirm digitalisiert (Karte 1). Die sehr allgemeinen und topographisch ungenauen Inhalte der Schlagkarten Landwirtschaft müssen an die Konturen der Topographischen Karte angepaßt werden. Dabei wird die Darstellungsgenauigkeit an den Maßstab 1:50.000 angeglichen. Es müssen unterschiedliche Generalisierungen der auf den Karten dargestellten Information durchgeführt werden. Manche Informationen (Einzelbäume, kleine Parzellen am Dorfrand etc.) werden nicht dargestellt. Aus Maßstabsgründen werden die Schlaggrenzen auf die Mitte der Wege und Straßen gelegt, (welche nur durch kartographische Verdrängung der Information dargestellt werden könnten). D.h. die mit GIS ermittelten Flächengrößen der Schläge sind geringfügig größer als in der Realität, da sie Wegeflächen und Straßenräume den Ackerflächen zurechnen. Dieser Fehler wird auf durchschnittlich ca. 0,5 % der Ackerfläche geschätzt.

Anschließend werden zur Parallelisierung notwendige Informationen als Datenbanken im GIS an die Flächen angehängen. Über die GIS-ID-Nummer ist auf jeden Fall eine eindeutige Zuordnung möglich. Es wird zwischen der Zuordnung zur ehemaligen LPG (ITEM: NR), der konkreten Schlagbezeichnung (ITEM: SCHLAGNA) und der Fruchtfolgeinformation (ITEM: FRUCHT) unterschieden.

Tabelle 2 ordnet dem ITEM NR die entsprechende LPG zu. Auch die innerhalb des Territoriums liegenden Nichtackerflächen (Dörfer, Industriegelände, Abbauf Flächen, Wald, etc.) werden jeweils einem Betrieb zugeordnet, damit zusammenhängende Räume dargestellt werden können.

Tab. 2: Zuordnung des ITEMS NR zu Landwirt. Produktionsgenossenschaften

LPG	ITEM: NR
Milzau	5
Schafstädt	3
Barnstädt (Kerngebiet)	11
Barnstädt (Ergänzungsraum)	1
Querfurt	4
Rothenschirmbach	6
Albersroda	2

Datenbasis siehe Tab. 1.

Der ITEM SCHLAGNA wird entsprechend den in Tab. 1 verzeichneten Betriebskarten übertragen. Es handelt sich um eine maximal vierstellige Zahl. Zur eindeutigen Zuordnung eines Schlates ist die Auswahl des Betriebes und die Auswahl des ITEM SCHLAGNA notwendig, da in unterschiedlichen Betrieben der gleiche Schlagname verwendet sein kann.

Flächen ohne Schlagname (z.B. Feldgehölze, Ortschaften etc.) werden mit ITEM SCHLAGNA = 9999, Hopfenflächen mit SCHLAGNA = 9998 und Grünland mit SCHLAGNA = 1000 belegt.

3. Die schlaggenaue Beschreibung typischer Fruchtfolgen für die Querfurter Platte

Die Daten von BÖNING (1996) und BÖNING (1997) beschreiben für kleine Teilräume (wenige Schläge) das Fruchtfolgeschehen und die für CANDY notwendigen Bewirtschaftungsdaten für eine Anzahl von Jahren. Für schlaggenaue Aussagen zum Gesamttraum (Querfurter Platte) liegen keine entsprechenden Informationen vor. Der Aufwand für die Erfassung der benötigten Information für einen großen Raum ist nicht vertretbar. Drei Lösungswege boten sich an:

1. der Verzicht auf schlagkonkrete Information und die weitere Verwendung plausibler Faustzahlen und durchschnittlicher Daten. (Nachteil: große Ungenauigkeiten der Analyse. Vorteil: schnelle Handhabbarkeit).

Tab. 3: Die 18 unterschiedlichen Fruchtfolgetypen im Untersuchungsraum

ITEM FRUCHT	Fruchtfolgetyp
1	mehrfähriger Luzerneanbau im Wechsel mit Wintergetreide und teilweise mit Zuckerrüben mit niedriger NPK- und org. Düngung auf mitteltiefer u. teilweise auf tiefer Ackerkrume
2	mehrfähriger Luzerneanbau im Wechsel mit Wintergetreide und teilweise mit Zuckerrüben mit niedriger NPK- u. ohne org. Düngung auf flacher Ackerkrume
3	Wintergetreide im Wechsel mit Mais mit hoher N-, niedriger PK- und hoher organischer Düngung auf überwiegend mitteltiefer Ackerk.
4	Wintergetreide im Wechsel mit Mais mit hoher N-, niedriger PK- u. organ. Düngung auf flacher u. teilweise auf mitteltiefer Ackerkrume
5	W.-getreide im Wechsel mit Mais mit mittlerer N-, hoher PK- u. ohne organ. Düngung auf flacher und teilweise auf mitteltiefer Ackerkrume
6	Wintergetreide im Wechsel mit Mais mit mittlerer N-, geringer PK- u. ohne organ. Düngung auf flacher Ackerkrume
7	Wintergetreide im Wechsel mit Mais mit hoher N-, ohne PK- u. organ. Düngung auf flacher Ackerkrume
8	Wintergetreide im Wechsel mit Kartoffeln mit hoher NPK- u. niedriger organ. Düngung auf tiefer u. teilw. auf mitteltiefer Ackerkrume
9	Wintergetreide im Wechsel mit Kartoffeln mit mittlerer N-, verschiedenhoher P-, niedriger K- u. organ. Düngung auf tiefer Ackerkrume
10	Zuckerrüben u. teilweise Kartoffeln im Wechsel mit Getreide mit hoher N-, niedriger PK- u. hoher organ. Düngung auf mitteltiefer u. teilweise auf tiefer Ackerkrume
11	Wintergetreide im Wechsel mit Zuckerrüben u. teilweise mit Kartoffeln mit mittlerer N-, geringer PK- u. hoher organ. Düngung auf mitteltiefer Ackerkrume
12	Getreide im Wechsel mit Hackfrüchten u. teilweise mit Mais auf mittlerer N-, geringer PK- u. hoher organ. Düngung auf mitteltiefer Ackerkrume
13	Zuckerrüben u. teilweise Kartoffeln im Wechsel mit Getreide mit hoher PK- u. organ. Düngung u. mittlerer N-Düngung auf mitteltiefer Ackerkrume
14	Zuckerrüben u. teilweise Kartoffeln im Wechsel mit Getreide mit mittlerer N-, niedriger PK- u. ohne organ. Düngung auf mitteltiefer Ackerkrume
15	Z.Rüben im Wechsel mit Wintergetreide mit hoher NPK- u. niedriger organ. Düngung auf mitteltiefer u. teilweise auf tiefer Ackerkrume
16	Zuckerrüben-Sommergerste-Übergänge im Wechsel mit Getreide-Übergängen mit mittlerer N-, hoher PK- u. niedriger organ. Düngung auf mitteltiefer Ackerkrume
17	Zuckerrüben-Sommergerste-Übergänge im Wechsel mit Wintergetreide mit mittlerer N-, niedriger PK- u. organ. Düngung auf mitteltiefer u. teilweise auf tiefer Ackerkrume
18	Zuckerrüben-Sommergerste-Übergänge im Wechsel mit Getreide-Übergängen mit hoher N-, ohne PK- u. niedriger organ. Düngung auf mitteltiefer u. teilweise auf flacher Ackerkrume

(KÜHN 1982)

2. die Zuordnung von DASKE an jeden Schlag des Untersuchungsraumes für den Zeitraum 1981-1989. (Nachteil: extrem hoher z.T. manueller Zuordnungsaufwand bzw. Programmierung eines Auswertungsalgorithmus erforderlich; Diese Vorgehensweise ist nicht maßstabsadäquat. Vorteil: alle für CANDY notwendigen Daten werden in hoher Auflösung geliefert).

3. die Übernahme der Fruchtfolgetypen nach KÜHN (1982) oder anderer zusammengefaßter schlagkonkreter Information aus der Literatur. (Nachteil: Fruchtfolgetypen müssen durch wenige DASKE-Auswertungen validiert werden. Vorteil: schnelle Einordnung und Differenzierung der unterschiedlichen Fruchtfolgetypen für die meisten Schläge des Untersuchungsraumes.

In diesem Projekt wurde der Lösungsweg nach Punkt 3 gewählt, da hiermit eine hinreichend genaue und aussagekräftige Datenbasis für den Gesamttraum mit vertretbarem Zeitaufwand geschaffen werden kann. Hierfür wurden zuerst die Informationen aus KÜHN (1982) als ITEM FRUCHT ins GIS übernommen (Tab. 3). Des weiteren werden im ITEM FRUCHT Ackerflächen ohne klar zuordbare Fruchtfolgeinformation mit FRUCHT = 100 und alle weiteren Flächen (Ortschaften, Wald, Feldgehölze, Industrie- und Abbauand mit FRUCHT = 9999 bezeichnet.

Die Fruchtfolgetypen lassen sich wie in Tab. 4 dargestellt systematisieren:

Tab. 4: Fruchtfolgetypen nach KÜHN (1982)

FRUCHT (GIS)	Fruchtfolge	N-Düngungstyp	PK-Düngungstyp	org.Düngungstyp	maximaler Pflugtieftyp
1	LW	1	1	1	N+
2	LW	1	1	0	F
3	MW	3	2	1	N
4	MW	3	3	1	F
5	MW	2	2	0	F
6	MW	2	1	0	F
7	MW	3	0	0	F
8	KW	3	2	1	T
9	KW	2	1	1	T
10	HG	3	1	2	N+
11	ZW	2	1	2	N
12	HM	2	1	2	N
13	HG	2	1	1	N
14	HG	2	1	0	N
15	ZW	3	2	1	N+
16	ZS	2	2	1	N
17	ZS	2	2	1	N+
18	ZS	3	0	1	N-

Legende Spalte Fruchtfolge

G	Getreide
H	Hackfrüchte
K	Kartoffeln
L	Luzerne
M	Mais
S	Sommergerste
W	Wintergetreide
Z	Zuckerrüben
LW	mehrfährige Luzerne im Wechsel mit Wintergetreide
MW	Wintergetreide im Wechsel mit Mais
KW	Kartoffeln im Wechsel mit Wintergetreide
HG	Hackfrüchte im Wechsel mit Getreide (allgemein)
ZW	Zuckerrüben im Wechsel mit Wintergetreide
HM	Hackfrüchte und Mais im Wechsel mit Winterweizen
ZS	Zuckerrüben im Wechsel mit Sommergerste

Legende Spalte N (N-Düngungstyp)

1	0-75kg/N/ha
2	76-111kg/N/ha
3	>112kg/N/ha

Legende Spalte PK (PK-Düngungstyp)

entfällt für die Anwendung von CANDY

Legende Spalte (ORG. Düngungstyp) N-Zuordnung unklar

0	ohne organische Düngung
1	niedrige organische Düngung
2	hohe organische Düngung

Legende Spalte (maximaler Pflugtieftyp)

F	<22,5cm
N-	22,5-27,5cm
N	27,5-31cm
N+	31-32,5cm
T	>32,5cm

Es lassen sich also grundsätzlich 7 Fruchtfolgetypen unterscheiden, welche durch Differenzierung nach N-, PK- u. organischer Düngung und Tiefe der Ackerkrume in 18 Fruchtfolgetypen gegliedert werden. Diese kommen in unterschiedlicher Häufigkeit auf der Querfurter Platte vor.

4. Die Kopplungsmöglichkeit der Schlagkarte mit DASKE

Wie oben dargestellt, sind zur Anwendung von CANDY genauere Bewirtschaftungsinformationen notwendig, die für den Zeitraum 1981-89 über eine Kopplung mit DASKE und dem Fruchtfolgentyp erarbeitet werden können. Dafür werden zuerst die vorliegenden Datenquellen auf ihre Verwendbarkeit im Überblick untersucht (Tab. 5).

Tab. 5: Bewertung der Aussagekraft der in die Arbeit eingeflossenen Datengrundlagen

Indikator/ Datenebene	betr. Schlagkarten	Kreisstatistik	KÜHN (1982)	DASKE (81-89)	BÖNING (1996)	BÖNING (1997)
Auswertungsaufwand	2	1	1	3	2	2
gesamträumliche Aussagekraft	3	1	1	1	3	3
betriebsspezifische Aussagekraft	1	2	1	1	1	1
schlagkonkrete Aussagekraft	1	3	1	1	3	1
Länge der Zeitreihe	-	-	6 Jahre	9 Jahre	32 Jahre	6 Jahre
Aktualität der Zeitreihe	-	-	2	2	1	1
Umfang der Datenreihe	-	-	1	1	3	2 (3)
Datenlücken	1	-	1	3	1	1
Datentiefe	-	3	2	1	1	1
Fruchtfolge	-	-	2	1	1	1
Mineraldüngung	-	-	2	1	1	1
Bodenbearbeitung (Tiefe)	-	-	2	1	1	1
Bodenbearbeitung (Termine)	-	-	3	1	1	1
Organische Düngung	-	-	2	1	1	1
Ernteentzug	-	-	3	1	1	1

Bewertung: 1 gut, vollständig; 2 mäßig, unvollständig; 3 keine, sehr unvollständig (- nicht relevant)

Aus Tab. 5 ergibt sich, daß für die regionale Themenstellung die Verbindung von DASKE und KÜHN (1982) zu sinnvollen Ergebnissen unter vertretbarem Aufwand kommt. Dabei liegt die Annahme zu Grunde, daß sich die Fruchtfolgen von 1976-1989 unverändert fortsetzen.

Es muß eine statistisch ausreichende Zufallsauswahl für jeden Fruchtfolgetyp nach KÜHN mit DASKE-Zeitserien korreliert werden. Die Verbindung von DASKE und CANDY erfolgt über zwei Selektionsschritte.

1. Der Abgleich des GIS-ITEM NR (= Betrieb) mit der Betriebsnummer von DASKE (BETRIEBSNUM in Kopfzeile der DASKE-DBF-Datei) (Tab. 6): (Erste Selektion)
2. Der Abgleich des GIS-ITEM SCHLAGNA mit der Schlagnummer (SCHLAGNUM in Kopfzeile der DASKE-DBF-Datei (Zweite Selektion).

Damit ist die Verbindung zwischen den schlagkonkreten Bewirtschaftungsinformationen und der GIS-Datenbank erfolgt (Tab. 6).

Tab. 6: Beispiel für die Struktur der DASKE-Datei für Getreideanbauflächen

ZÄHLNUMMER	FRUCHTARTN	BEZIRKSNUM	KRSNUMMER
BETRIEBSNUM	BEREICHSNR	SCHLAGNUM	SCHLAGUNTL
ANBAUSTELL	ERNTEJAHR	NSTEGRUPPE	SCHLAGGRÖß
BESTELLFLÄ	ZWICHFRUCH	VORFRUCHT	VORVORFRUC
FRUCHTART_	SORTE	ANBAUSTUFE	TKM_IN_GRA
KEIMFÄHIGK	REIHENABST	LEITSPURVF	N_ANALYSE_
AUFGANGSTM	JUGENDENTW	STANDFESTI	NSTE_____
VHKLFLÄCHE	BODENZAHL_	STOPLUMBRN	STOPLUMBRI
GRUNDBOBEN	GRUNDBOBEI	SAATBER_1N	SAATBER_1I
SAATBER_2N	SAATBER_2I	P_DÜNGUNGN	P_DÜNGUNGI
K_DÜNGUNGN	K_DÜNGUNGI	MG_DÜNGUNN	MG_DÜNGUNI
CA_DÜNGUNN	CA_DÜNGUNI	N1DÜNGUNGN	N1DÜNGUNGI
N2DÜNGUNGN	N2DÜNGUNGI	N3DÜNGUNGN	N3DÜNGUNGI
MIKRONÄH1N	MIKRONÄH1I	ORGANDÜN1N	ORGANDÜN1I
ORGANDÜN2N	ORGANDÜN2I	BODENREPRN	BODENREPRI
AUSSAAT_NO	AUSSAAT_IS	WALZEN_1N	WALZEN_1I
EGGEN_STRN	EGGEN_STRI	HACKEN__N	HACKEN__I
SONSTPFLGN	SONSTPFLGI	BEWÄSSR_1N	BEWÄSSR_1I
BEWÄSSR_2N	BEWÄSSR_2I	HERBIZID1N	HERBIZID1I
HERBIZID2N	HERBIZID2I	INSEKTIZ1N	INSEKTIZ1I
FUNGIZID1N	FUNGIZID1I	WACHSTREGN	WACHSTREGI
FUNGIZID2I	FUNGIZID3I	KÖRNERERNN	KÖRNERERNI
STROHERNTN	STROHERNTI		

Quelle: DASKE ge80sl70.dbf

Die 2. Selektion ist aufgrund von Schlagteilungen und Schlagumbenennungen nicht automatisierbar; allerdings ist eine manuelle Zuordnung bei der Zufallsauswahl von 10-15 % aller Schläge oder 3 bis 5 Fälle jeden Fruchtfolgetyps bei kleineren statistischen Grundgesamtheiten nach dem Arbeitsaufwand praktikabel.

Insgesamt unterscheidet DASKE zwischen 5 verschiedenen Dateien für unterschiedliche Gruppen von Feldfrüchten (Tab. 7):

Tab. 7: Dateitypen von DASKE (1981-89)

DASKE-Datei (Typbeispiel)	Inhalt
fu82sl97	Futterbau
ge80sl70	Getreide
ka81sl95	Kartoffeln
zr81sl12	Zuckerrüben

Die Inhalte der in Tabelle 7 verzeichneten Dateitypen unterscheiden sich. Dies muß bei einer Auswertung beachtet muß.

5. Die Prüfung der statistischen Signifikanz der eingehenden Datensätze

Diese Problematik ist im momentanen Arbeitsstadium des Projektes nicht abschließend darstellbar. Dennoch ist für die Bearbeitung von regionalen und dennoch schlagkonkreten Fragestellungen die statistische Signifikanz der eingehenden Datensätze von ausgesprochener Bedeutung.

Zwei grundsätzlich unterschiedliche Herangehensweisen für den Einsatz von CANDY auf regionalem Niveau sind denkbar:

1. die schlagkonkrete Anwendung der nach der Kreisstatistik oder anderen Informationen (zB. AVP) abgeleiteten allgemeinen Bewirtschaftungsfolgen. Diese Herangehensweise ist allerdings aus methodischen Gründen valide maximal bis auf das Niveau der Gemeindebetrachtung nutzbar. Diese Vorgehensweise könnte als Top-Down-Ansatz bezeichnet werden.
2. die Ermittlung jedes einzelnen Schlages mit anschließender Zusammenfassung der Ergebnisse zu einem regionalen (durchschnittlichen) Ergebnis. Es liegt nahe, daß in diesem Falle die Methodenwahl nicht sachadäquat ist, da nur Einzelfälle summiert werden. Diese Vorgehensweise könnte Bottom-Up-Ansatz genannt werden.

Sinnvoll ist eine statistische Verbindung beider Ansätze. D.h. die nach statistischem Zufallsprinzip ausgewählten Einzelschläge werden entsprechend dem Bottom-Up-Ansatz in ausreichender Anzahl simuliert, wobei auf den Rest der Grundgesamtheit (vergleichbare Schläge) geschlossen wird. Das summierte Ergebnis darf nicht signifikant von den Kreis ermittelten Daten, also von dem Top-Down-Ansatz abweichen.

Folgende Datenprobleme treten auf, für deren Ausschaltung innerhalb des durchgeführten Projektes in ihrer Gesamtheit keine abschließende Bewertung vorgenommen werden kann. Dennoch sind diese Datenprobleme für die mit CANDY erzielten Simulationsergebnisse bedeutend.

Probleme:

- 5.1. Es liegen nur wenige Zeitreihen vor
- 5.2. Die Daten haben eine ungleiche Datentiefe und einen unterschiedlichen Aggregationsgrad
- 5.3. Die wenigen Zeitreihen sind flächenkonkret, aber räumlich ungleich verteilt
- 5.4. Die Betriebe haben einen entscheidenden Einfluß auf die Fruchtfolge
- 5.5. Naturraum, Böden und Bodenwasserverhältnisse haben einen deutlichen Einfluß auf die Fruchtfolge

Weitere Probleme:

- 5.6. Der Einfluß des Marktes/der Politik/des Betriebsstrukturwandels auf Fruchtfolgen und Düngung; die Änderung der Schlagaufteilung und Schlagbenennung; Betriebszuordnung; die Fassung der Quantitäten der organischen Düngung und der Einflüsse der Tierproduktion.

5.1. Es liegen nur wenige Zeitreihen vor

Wie in Tab. 5 dargestellt liegen nur 4 unterschiedliche Zeitreihen vor. Außerdem ist das Datenniveau dieser Zeitreihen auf unterschiedlicher räumlicher Betrachtungsebene zu finden. Es werden Kreis-, Betriebs- und Schlag- oder Bewirtschaftungsdaten unterschieden:

1. **Kreisdaten** können - soweit vorliegend - als Kontrolle der Gesamtheit der für die einzelnen Schläge angenommenen Fruchtartenverteilung genutzt werden.
2. **Betriebsdaten** können - soweit vorliegend - als Kontrolle der Gesamtheit der für die einzelnen Schläge angenommenen Fruchtartenverteilung genutzt werden. Mit Betriebsdaten können Unterschiede der Fruchtfolge zur Betriebsorganisation erklärt werden.
3. **Schlag- und Bewirtschaftungsdaten** können bei regionaler Anwendung nur für wenige Jahre und einige Schläge mit der für CANDY notwendigen Genauigkeit ermittelt werden. Zusätzlich müssen plausible Analogieschlüsse zur Schließung der Datenreihen genutzt werden. Es sollten möglichst lange Zeiträume abgedeckt werden, da Bewirtschaftungssysteme und deren Veränderungen vom Modell abgebildet werden sollen (Datenreihe BÖNING 1996 (1958-1989; 12 Schläge), KÜHN (1976-1981, 460 Schläge), DASKE (1981-1989, xx- Schläge), Datenreihe BÖNING 1997 (1992-1997, xx Schläge)

5.2. Die Daten haben eine ungleiche Datentiefe und einen unterschiedlichen Aggregationsgrad

Wie bei der Beschreibung der Datenebenen und -inhalte dargelegt, weisen die unterschiedlichen Datenreihen jeweils verschiedene Inhalte auf (Tab. 5). Die am genauesten belegbaren Daten (BÖNING 1996; BÖNING 1997) stellen teilweise idealtypische Abstraktionen der betrieblichen Abläufe dar, bzw. ihre Information ist aus datenrechtlichen Gründen nicht zu einem konkreten Schlag zuzuordnen. Ihre Information ist nur durch eine geringe Fallzahl (Schlagzahl $n = 12$; $n = xx$) belegt. Der für diese Arbeit nur bruchstückhaft zur Verfügung stehende Datenspeicher standortspezifischer Kennzahlen DASKE dagegen beinhaltet vollständige Datensätze für alle von CANDY geforderten Daten bis zum Jahr 1989. Größere Probleme ergaben sich bei der Nutzung des DASKE-Datenspeichers. Dieser wurde zwar vom UFZ 1994 für die Jahre 1981-1989 gekauft; seine Nutzung ist jedoch wegen der allgemeinen Unkenntnis des Datenverbleibes nicht möglich. Die Personen, die über den Verbleib der Daten Aussagen machen könnten, erwiesen sich als nicht kooperativ. Dennoch sollte im weiteren Verlauf des Projektes DASKE genutzt werden, da nur in DASKE ausreichende Informationen zur Bewirtschaftung und zu Ausgangsbedingungen der heutigen Modellierung verzeichnet sind.

Für regionale Fragestellungen war es im Rahmen des bearbeiteten Teilthemas unangebracht, einen vollständigen Aufbau einer auf alle Schläge ($n = 646$) konkreten DASKE-Datei für alle verfügbaren Jahre anzustreben.

Die Überwindung dieser Problematik wurde in Absatz 4 durch die Kopplung von CANDY, DASKE und der Schlagkarte angeregt. Die Datentiefe gliedert sich wie folgt nach Datenebenen und -inhalten:

1. **Kreisdaten** (Statistik, jahresbezogene Fruchtartenverteilung, gemeindebezogene Daten)
2. **Betriebsdaten** (KÜHN 1982): Durchschnittliche N-Düngung pro Jahr, pro Fruchtart, organischer Düngungstyp, Bearbeitungstiefe),

3. Schlagdaten:

-KÜHN: 18 **Fruchtfolgetypen** (1976-1981), Aussagen über schlagkonkrete Bearbeitungstiefe (Klasse), N-Düngung (Klasse), Organische Düngung (Klasse) Fruchtfolgen (Typ); keine Information über jahreskonkrete und taggenaue Bewirtschaftung, Fruchtfolge und Düngung.

-**Bewirtschaftungsdaten** BÖNING 1997 (1991-1996) schlagkonkrete genaue Daten, zu Bearbeitung, Fruchtart, N-Düngung, Bodenbearbeitung und Ernteentzügen. Wenige aber genaue Daten für Schläge, wahrscheinlich teilweise von der Realität abstrahiert.

-**DASKE** (1981-1989), schlagkonkrete genaue Daten, zu Bearbeitung, Fruchtart, N-Düngung, Bodenbearbeitung und Ernteentzügen. Problem: unvollständige Datenreihen, Zuordnung zu Realschlägen schwierig.

-**Datenreihe Fruchtarten Milzau (BÖNING 1996)**: taggenaue Daten zu Bearbeitung, Fruchtart, N-Düngung, Bodenbearbeitung und Ernteentzügen für einen Fruchtfolgetyp (Nr. 18: Zuckerrüben-Sommergerste-Übergänge nach KÜHN 1996); wahrscheinlich teilweise von der Realität abstrahiert.

5.3. Die wenigen Zeitreihen sind flächenkonkret, aber räumlich ungleich verteilt

Das Grundproblem der Übertragung von Informationen aus Einzeluntersuchungen auf die Fläche (Punkt-Fläche-Problematik) kann in diesem Zusammenhang nur durch plausible Annäherung an die Realität beantwortet werden. Datenlücken müssen mit plausiblen Annahmen geschlossen werden. Diese können ua. lauten:

1. die für eine Zeitreihe ermittelten Fruchtfolgeinformationen gelten für den Gesamttraum, wenn dies mit den Kreisdaten belegbar ist.
2. die für eine Zeitreihe ermittelten Fruchtfolgeinformationen setzen sich soweit unverändert in die Zukunft fort, bis neue Zeitreihen vorliegen.
3. Datenlücken können durch plausible Faustzahlen, Trends etc. geschlossen werden.
4. Es wird angenommen, daß die heutige Schlagaufteilung nicht grundlegend von der der LPG abweicht. (siehe Schlagkarte).

Dies bedeutet für die regionale Untersuchung, daß von wenigen Flächen mit zeitlich begrenzter Auflösung auf die regionale Gesamtheit geschlossen werden muß (siehe oben). Plausibilitätsüberprüfungen sind notwendig.

5.4. Die Betriebe haben einen entscheidenden Einfluß auf die Fruchtfolge

Die Analyse der betrieblichen Fruchtfolgen ist in dieser Untersuchung nur nach den Angaben von KÜHN 1982 für den Zeitraum 1976-1981 möglich. Tab. 8 charakterisiert die von KÜHN (1982) statistisch untersuchten Flächen, welche natürlich von den in dieses Projekt einbezogenen Flächen aufgrund unterschiedlicher Grenzziehungen abweichen (Tab. 8a). In beiden Fällen sind die Informationen nicht einheitlich über den Gesamttraum verteilt. Für eine LPG (Albersroda) liegen keine Informationen vor. Dennoch ist die Information genügend aussagekräftig für den Untersuchungsraum. Die Aufteilung der durchschnittlichen Anbaufrüchte in den Jahren 1976-1981 ist in Tab. 9 dargestellt:

Tab. 8: Von KÜHN (1982) statistisch untersuchte Flächen in der Querfurter Platte auf Betriebsbasis

Name (LPG)	untersuchte Schläge	ha	Durchschnittliche Schlaggröße
Rothenschirmbach	104	4470	43
Barnstädt	147	7705	52
Schafstädt	74	5265	71
Milzau	81	4145	51
Querfurt	177	8072	46
Summe	583	29657	263

Tab. 8a): Untersuchungsraum und Verteilung der Bewirtschaftungsinformation

Querfurter Platte	Schläge (Anzahl)	Fläche (ha)	Fläche (%)
Gesamtfläche	646	37860	100 %
Ackerflächen	646	33492	88,3 % (100 %)
davon: Ackerflächen mit Fruchtfolgetyp nach KÜHN (1982)	460	24332	64,3 % (76,7%)
sonstige Fläche	-	4367	11,7 % (23,3%)

Es ergeben sich deutliche Unterschiede bei den durchschnittlichen betrieblichen Fruchtartenverhältnissen (siehe Tabelle 9).

Tab. 9: Verteilung der unterschiedlichen Feldfrüchte nach Betrieben der Querfurter Platte 1976-1981 in % und in ha (nach KÜHN (1982), eigene Berechnung).

Name (LPG)	ohne	R	WW	SW	WG	SG	H	M	Z	K	Kl	L	G	E	A	So	Summe
Feldfrüchte 1976-1981 (%)	ohne	R	WW	SW	WG	SG	H	M	Z	K	Kl	L	G	E	A	So	Summe
Rothenschirmbach	0,0	0,5	29,2	0,0	16,4	9,1	3,0	10,6	14,7	5,9	3,5	5,8	0,2	0,2	0,0	1,0	100,0
Barnstädt	4,3	2,4	27,8	0,7	15,4	8,2	4,2	9,1	15,9	6,0	0,0	5,2	0,2	0,0	0,0	0,7	100,0
Schafstädt	0,0	1,8	27,7	2,9	14,9	12,2	1,6	5,4	10,4	6,8	2,5	11,5	0,0	0,0	0,5	2,0	100,0
Milzau	1,7	0,0	30,3	0,2	17,3	7,4	2,9	9,7	11,1	10,7	0,0	4,7	4,1	0,0	0,0	0,0	100,0
Querfurt	4,5	0,8	26,9	0,7	14,5	11,0	2,0	7,9	13,8	3,9	0,9	6,8	1,5	4,3	0,5	0,1	100,0
Durchschnitt Q.P.	2,1	1,1	28,4	0,9	15,7	9,6	2,7	8,5	13,2	6,7	1,4	6,8	1,2	0,9	0,2	0,8	100,0
Feldfrüchte 1976-1981 (ha), eigene Berechnung	ohne	R	WW	SW	WG	SG	H	M	Z	K	Kl	L	G	E	A	So	Summe
Rothenschirmbach	0	21	1304	0	731	408	136	473	659	265	158	258	7	7	0	43	4470
Barnstädt	332	183	2140	52	1188	629	323	699	1224	463	0	401	18	0	0	52	7705
Schafstädt	0	95	1458	154	782	640	83	285	545	356	131	605	0	0	24	107	5266
Milzau	68	0	1254	9	716	307	119	401	461	444	0	196	171	0	0	0	4145
Querfurt	365	61	2174	53	1170	890	160	638	1117	312	69	547	121	350	38	7	8071

Legende:

ohne ohne Angabe einer Fruchtart
R Winterroggen, Sommerroggen, Futterroggen als Hauptfrucht
WW Winterweizen
SW Sommerweizen

WG	Wintergerste
SG	Sommergerste
H	Hafer
M	Mais überwiegend mit Futterroggen als Vorfrucht
Z	Zuckerrüben, Zuckerrübensamen, Futterrüben
K	Kartoffeln
KL	Klee und Klee gras
L	Luzerne, Luzernegras
G	Ackergras
E	Erbsen, Ackerbohnen, Wicken
A	Ackerfutter
So	Sonderkulturen

Die in diese Untersuchung übernommenen 460 Schläge mit Informationen zur Fruchtfolge nach KÜHN (1992) sind wie in Tab. 10ff dargestellt auf die Betriebe verteilt. Es ist nicht eindeutig nachvollziehbar durch welche Faktoren die Fruchtfolgen begründet sind; die betriebliche Organisation ist entscheidend. Die Zuweisung bzw. Auswertung von Szenarien zu bzw. im Rahmen der Flächen eines Betriebes erhöht jedoch die Plausibilität des CANDY-Einsatzes deutlich. (Die Erklärung der Fruchtfolgen ist in den Tabellen 3 und 4 dargestellt).

Tab. 10: Schläge nach Betrieben und Fruchtfolgetypen auf der Querfurter Platte (eigene Berechnung auf Grundlage der digitalen Schlagkarte der Querfurter Platte)

Betrieb /Fruchtfolge	1	2	3	4	5	6	11	Querfurterplatte
1	2	0	1	8	0	4	4	19
2	1	0	19	5	0	2	0	27
3	0	0	0	18	0	0	2	20
4	6	0	0	12	0	9	3	30
5	3	0	1	4	0	0	0	8
6	4	0	1	0	0	0	0	5
7	3	0	4	1	16	0	0	24
8	0	0	0	8	0	3	2	13
9	4	0	0	0	0	0	1	5
10	5	0	1	20	0	4	5	35
11	4	0	9	18	0	8	8	47
12	6	1	9	6	1	3	10	36
13	1	0	4	12	0	5	6	28
14	7	0	15	5	0	4	7	38
15	1	0	1	14	0	3	9	28
16	0	0	1	1	0	0	0	2
17	7	0	5	5	1	1	1	20
18	10	0	7	0	46	10	2	75
100	22	100	13	38	5	1	7	186
Summe	86	101	91	175	69	57	67	646

Legende Fruchtfolge Tab. 3. ; Legende Betriebe Tab. 2

Tab. 11: Prozentuale Verteilung der Schläge nach Betrieben und Fruchtfolgetypen auf der Querfurter Platte (eig. Berechnung nach der digitalen Schlagkarte der Querf. Platte)

Betrieb /Fruchtfolge	1	2	3	4	5	6	11	Querfurter Platte
1	0,023	0,000	0,011	0,046	0,000	0,070	0,060	0,029
2	0,012	0,000	0,209	0,029	0,000	0,035	0,000	0,042
3	0,000	0,000	0,000	0,103	0,000	0,000	0,030	0,031
4	0,070	0,000	0,000	0,069	0,000	0,158	0,045	0,046
5	0,035	0,000	0,011	0,023	0,000	0,000	0,000	0,012
6	0,047	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
7	0,035	0,000	0,044	0,006	0,232	0,000	0,000	0,037
8	0,000	0,000	0,000	0,046	0,000	0,053	0,030	0,020
9	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,008
10	0,058	0,000	0,011	0,114	0,000	0,070	0,075	0,054
11	0,047	0,000	0,099	0,103	0,000	0,140	0,119	0,073
12	0,070	0,010	0,099	0,034	0,014	0,053	0,149	0,056
13	0,012	0,000	0,044	0,069	0,000	0,088	0,090	0,043
14	0,081	0,000	0,165	0,029	0,000	0,070	0,104	0,059
15	0,012	0,000	0,011	0,080	0,000	0,053	0,134	0,043
16	0,000	0,000	0,011	0,006	0,000	0,000	0,000	0,003
17	0,081	0,000	0,055	0,029	0,014	0,018	0,015	0,031
18	0,116	0,000	0,077	0,000	0,667	0,175	0,030	0,116
100	0,256	0,990	0,143	0,217	0,072	0,018	0,104	0,288
Summe	1,000							

**Tab. 12: Flächenverteilung der Fruchtfolgetypen (in ha) nach Betrieben der Querfurter
Platte (eigene Berechnung)**

Betrieb /Frucht- folge	1	2	3	4	5	6	11	Quer- furter Platte
1	90	0	60	307	0	121	156	735
2	97	0	745	162	0	128	0	1132
3	0	0	0	567	0	0	46	613
4	191	0	0	490	0	497	169	1347
5	105	0	196	150	0	0	0	451
6	133	0	115	0	0	0	0	247
7	135	0	89	12	458	0	0	695
8	0	0	0	423	0	309	114	847
9	88	0	0	0	0	0	16	105
10	215	0	270	1281	0	432	204	2403
11	141	0	940	1150	0	314	681	3227
12	194	5	571	501	29	312	706	2318
13	21	0	315	362	0	313	398	1409
14	155	0	931	425	0	88	361	1960
15	98	0	62	1191	0	111	753	2217
16	0	0	147	62	0	0	0	209
17	226	0	651	136	54	118	30	1215
18	372	0	334	0	2146	165	136	3153
100	1818	5697	291	1243	79	3	80	9210
Summe	4080	5702	5718	8463	2766	2911	3852	33492

Tab. 13: Prozentuale Flächenverteilung der Fruchtfolgetypen nach Betrieben auf der Querfurter Platte (eig. Berechnung nach der digitalen Schlagkarte der Querf. Platte)

Betrieb /Fruchtfolge	1	2	3	4	5	6	11	Querfurter Platte
1	0,022	0,000	0,010	0,036	0,000	0,041	0,041	0,022
2	0,024	0,000	0,130	0,019	0,000	0,044	0,000	0,034
3	0,000	0,000	0,000	0,067	0,000	0,000	0,012	0,018
4	0,047	0,000	0,000	0,058	0,000	0,171	0,044	0,040
5	0,026	0,000	0,034	0,018	0,000	0,000	0,000	0,013
6	0,033	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007
7	0,033	0,000	0,016	0,001	0,166	0,000	0,000	0,021
8	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000	0,106	0,030	0,025
9	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,003
10	0,053	0,000	0,047	0,151	0,000	0,149	0,053	0,072
11	0,035	0,000	0,164	0,136	0,000	0,108	0,177	0,096
12	0,048	0,001	0,103	0,059	0,011	0,107	0,183	0,070
13	0,005	0,000	0,055	0,043	0,000	0,107	0,103	0,042
14	0,038	0,000	0,162	0,050	0,000	0,030	0,094	0,058
15	0,024	0,000	0,011	0,141	0,000	0,038	0,196	0,066
16	0,000	0,000	0,026	0,007	0,000	0,000	0,000	0,006
17	0,056	0,000	0,113	0,016	0,019	0,040	0,008	0,036
18	0,091	0,000	0,058	0,000	0,776	0,057	0,035	0,094
100	0,446	0,999	0,051	0,147	0,029	0,001	0,021	0,275
Summe	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Die Tabellen 10-13 verdeutlichen, daß große Differenzierungen in der betrieblichen Fruchtfolge bestehen. Während nur für den Betrieb 2 keine Fruchtfolgetypinformationen vorliegen sind für alle anderen Betriebe ausreichende betriebliche Informationen vorhanden. Für den Betrieb 2 sollte mit den Durchschnittsdaten der Querfurter Platte gerechnet werden. Die Tabellen zeigen deutlich, daß für die anderen Betriebe, diese jeweils getrennt bei der Anwendung von CANDY simuliert werden sollten, da nur hierdurch annäherungsweise betriebliche Einflüsse auf das Gesamtergebnis gemindert werden können. Die obigen Tabellen 10-13 können zur Ableitung von Gewichten für einzelne betriebliche Fruchtfolgen (Analog der Anwendung für das Wasserwerk Milzau) genutzt werden.

5.5. Naturraum, Böden und Bodenwasserverhältnisse haben einen deutlichen Einfluß auf die Fruchtfolge

Theoretisch müßte ein starker Zusammenhang zwischen der natürlichen Bodengüte, den Bodenwasserverhältnissen und der Fruchtbarkeit sowie der Fruchtfolge bestehen. Zu dieser Thematik können jedoch erst nach Verschneidung der Bodenkarte mit der Nutzungskarte und den Wetterdaten Aussagen gemacht werden.

Wenn davon ausgegangen wird, daß Düngung, Bearbeitungstermine, Ernteentzüge etc. durch DASKE-Daten oder BÖNING (1997) beschrieben werden und die Bodenverhältnisse, sowie die Bearbeitungstiefe der Böden über die Bodenkarte der Querfurter Platte erklärt werden, können diese Differenzierungen nach KÜHN (1982) aus den in 5.4 beschriebenen Fruchtfol-

getypen herausgefiltert werden. Diese Vorgehensweise führt zur Reduktion der Anzahl der Fruchtfolgetypen. Dem stehen jedoch die oben beschriebenen betrieblichen Unterschiede in den Fruchtfolgen entgegen (Tab. 14).

Tab. 14: Schlaganzahl ähnlicher Fruchtfolgetypen nach Betrieben der Querfurter Platte (eigene Berechnung)

Be- trieb/Fr ucht- folge	1	2	3	4	5	6	11	Quer- furter Platte
1,2	3	0	20	13	0	6	4	46
3,4,5,6,7	16	0	6	35	16	9	5	87
8,9	4	0	0	8	0	3	3	18
11,15	5	0	10	32	0	11	17	75
12	6	1	9	6	1	3	10	36
10,13,14	13	0	20	37	0	13	18	101
16,17,18	17	0	13	6	47	11	3	97
100	22	100	13	38	5	1	7	186
Summe	86	101	91	175	69	57	67	646

Legende Fruchtfolge Tab. 4. ; Legende Betriebe Tab. 2

Tab. 15: Prozentuale Schlagverteilung ähnlicher Fruchtfolgetypen nach Betrieben der Querfurter Platte (eigene Berechnung)

Be- trieb/Fr ucht- folge	1	2	3	4	5	6	11	Quer- furter Platte
1,2	0,035	0,000	0,220	0,074	0,000	0,105	0,060	0,071
3,4,5,6,7	0,186	0,000	0,066	0,200	0,232	0,158	0,075	0,135
8,9	0,047	0,000	0,000	0,046	0,000	0,053	0,045	0,028
11,15	0,058	0,000	0,110	0,183	0,000	0,193	0,254	0,116
12	0,070	0,010	0,099	0,034	0,014	0,053	0,149	0,056
10,13,14	0,151	0,000	0,220	0,211	0,000	0,228	0,269	0,156
16,17,18	0,198	0,000	0,143	0,034	0,681	0,193	0,045	0,150
100	0,256	0,990	0,143	0,217	0,072	0,018	0,104	0,288
Summe	1,000							

Legende Fruchtfolge Tab. 4. ; Legende Betriebe Tab. 2

Tab. 16: Flächenverteilung der ähnlichen Fruchtfolgetypen (in ha) nach Betrieben der Querfurter Platte (eigene Berechnung)

Be- trieb/Fr ucht- folge	1	2	3	4	5	6	11	Quer- furter Platte
1,2	187	0	805	469	0	249	156	1867
3,4,5,6,7	563	0	400	1220	458	497	215	3353
8,9	88	0	0	423	0	309	131	951
11,15	240	0	1003	2342	0	426	1434	5443
12	194	5	571	501	29	312	706	2318
10,13,14	391	0	1517	2068	0	833	964	5772
16,17,18	598	0	1132	198	2200	283	166	4577
100	1818	5697	291	1243	79	3	80	9210
Summe	4080	5702	5718	8463	2766	2911	3852	33492

Legende Fruchtfolge Tab. 4. ; Legende Betriebe Tab. 2

Tab. 17: Prozentuale Flächenverteilung der ähnlichen Fruchtfolgetypen nach Betrieben der Querfurter Platte (eigene Berechnung)

Be- trieb/Fr ucht- folge	1	2	3	4	5	6	11	Quer- furter Platte
1,2	0,046	0,000	0,141	0,055	0,000	0,086	0,041	0,056
3,4,5,6,7	0,138	0,000	0,070	0,144	0,166	0,171	0,056	0,100
8,9	0,022	0,000	0,000	0,050	0,000	0,106	0,034	0,028
11,15	0,059	0,000	0,175	0,277	0,000	0,146	0,372	0,163
12	0,048	0,001	0,100	0,059	0,011	0,107	0,183	0,069
10,13,14	0,096	0,000	0,265	0,244	0,000	0,286	0,250	0,172
16,17,18	0,147	0,000	0,198	0,023	0,795	0,097	0,043	0,137
100	0,446	0,999	0,051	0,147	0,029	0,001	0,021	0,275
Summe	1,000							

Legende Fruchtfolge Tab. 4. ; Legende Betriebe Tab. 2

5.6. Der Einfluß des Marktes/der Politik/des Betriebsstrukturwandels auf Fruchtfolgen und Düngung; die Änderung der Schlagaufteilung und Schlagbenennung; Betriebszuordnung; die Fassung der Quantitäten der organischen Düngung und der Einflüsse der Tierproduktion.

Seit 1990 vollzogen sich gravierende Veränderungen in der Anbaustruktur, der Fruchtfolge, dem Düngungs- und Pflanzenbehandlungsregime, der Tierproduktion etc. Die regionale Verflechtung nahm zu; die Tierproduktion stark ab. Betriebe wurden aufgeteilt, Schläge neuen Bewirtschaftern zugeordnet, manche Schläge durch Bebauung ganz der Landwirtschaft entzogen.

Nach Angaben des Landesentwicklungsberichte Sachsen-Anhalt (1993, S. 102; 1996, S.138), veränderten sich die Anbaustrukturen gravierend. Die Daten sind zwar mit größeren Unge-

nauigkeiten behaftet, dennoch geben sie einen Überblick über die tiefgreifenden Umstrukturierungen der Fruchtfolgen (Tab. 18).

Tab. 18: Anbaukulturen in Sachsen-Anhalt 1990-1995 (in 1000 ha und in %)

Kultur (ha)	1990	1991	1992	1994	1995
Getreide	563,9	510,4	531,9	494,0	539,7
Kartoffeln	73,4	23,5	24,3	14,9	17,5
Zuckerrüben	81,1	70,7	66,3	61,1	56,0
Gemüse/Erdbeeren	17,4	5,1	5,2	3,9	4,2
Ölfrüchte	21,0	58,6	93,0	141,3	106,0
Futterpflanzen	221,3	147,9	116,2	85,9	89,9
Stillegung	0,0	99,2	90,2	165,8	146,5
Summe	978,1	915,4	927,1	966,9	959,8
Kultur (%)					
Getreide	0,577	0,558	0,574	0,511	0,562
Kartoffeln	0,075	0,026	0,026	0,015	0,018
Zuckerrüben	0,083	0,077	0,072	0,063	0,058
Gemüse/Erdbeeren	0,018	0,006	0,006	0,004	0,004
Ölfrüchte	0,021	0,064	0,100	0,146	0,110
Futterpflanzen	0,226	0,162	0,125	0,089	0,094
Stillegung	0,000	0,108	0,097	0,171	0,153
Summe	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

eigene Berechnungen (die Flächenanteile beziehen sich auf die in dieser Tabelle aufgeführten Informationen)

Eine Tab. 18 entsprechende Einordnung des Kreises Merseburg-Querfurt für die Jahre 1990-1996 sollte im Rahmen dieses Projektes angestrebt werden, um die Daten von BÖNING (1997) - eventuell mit Korrekturfaktoren versehen - auf die gesamte Querfurter Platte übertragen zu können.

Die anzuwendende Szenariotechnik bietet die Möglichkeit, ein breites Spektrum von Bewirtschaftungsarten und -intensitäten zu analysieren (Absatz 6).

Zu den weiteren oben genannten auf den Stoffhaushalt und die Fruchtfolgen wirkenden Einflüßbereichen kann in diesem Stadium der Arbeit keine Aussage getroffen werden.

6. Weiterer Forschungsbedarf

Im momentanen Zustand der Projektbearbeitung müssen verschiedene Datenlücken geschlossen werden um zu sinnvollen Szenarien zu gelangen. Dafür werden die Datenreihen in die drei Zeitschnitte: „bis 1989“, „1990-1997“, „Zukunft“ eingeteilt. Die notwendigen Arbeiten sind in den Tab. 19, 20 und 21 dargestellt.

Tab. 19: „bis 1989“

Daten	Lösungsweg
KÜHN, Betriebsdaten DASKE Betriebsdatenspeicher Literatur, Statistik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Statistische Auswahl von DASKE-Dateien zur Erzeugung von CANDY-INFORMATION 2. Albersroda: Rechnung mit gewichteten Durchschnittswerten für die gesamte Querfurter Platte 3. Verteilung von Fruchtfolgen entsprechend abzuleitender Gewichte und Anbauverhältnisse im Abschlußbericht MEYER 4. Problem: Festlegung der Startwerte z.B. für 1976 (denkbar ist Abschätzung über Regionalstatistiken: Ertragstrend, Tierbestände) 5. Selektion der betriebsspezifischen Daten aus Betriebsdatenspeicher 1982,85,88,89 (Mittelwerte für Betrieb) → Informationen zum Pflanzenbau (Anbaustruktur; Erträge) sowie über Kooperation angekoppelte Tierproduktion (= Anfall org. Dünger) 6. Unterstellung der Anbaustruktur aus vorhandenen Jahren für fehlende Jahre zwischen 1980-89, Ertragsrelativierung nach Stat. Versuch Bad Lauchstädt

Tab. 20 „1990-1997“

Daten	Lösungsweg
Böning 1996/97, Kreisdaten (ALF Halle) AVP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortschreibung der Daten „bis 1989“ (relativ falsches Ergebnis, da aufgrund des deutlichen Strukturwandels unzuverlässig) 2. Verallgemeinern der Daten von Böning auf die Gesamtfläche (ist für Gebiet des AU Barnstädt angebracht) 3. Arbeit mit Annahmen 4. für den Raum Schafstädt werden vom Maschinenring Merseburger Land e.V. 1998 (voraussichtlich) noch Daten bereitgestellt, 5. die Qualität (Auflösung) der Daten des ALF Halle zur aktuellen Landnutzung ist noch zu prüfen 6. Die Informationen zur AVP sind kaum nutzbar

Tab. 21: „Zukunft“

Daten	Lösungsweg
keine	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortschreiben der Entwicklung „1990-1997“ 2. „Simulationsexperimente“: Wichtige Kriterien zur Unterscheidung von Bewirtschaftungssystemen sind in diesem Zusammenhang: -strukturelle Unterschiede im Betriebssystem: -Marktfruchtbetrieb (ausschließliche Erzeugung pflanzlicher Produkte) -Veredlungsbetrieb (tierproduzierende Betriebe, Abstufung des Tierbesatzes von ca.0.5 bis 2.0 GV/ha) -Verbundformen (Kombinationen aus Marktfrucht und Veredlung). Innerhalb eines Betriebssystems werden dabei jeweils unterschiedliche Anbauanteile wichtiger Kulturen im pflanzlichen Bereich (z.B. Getreidekonzentration, Zwischenfrüchte, Energie- und Rohstoffpflanzen) abgestuft, sowie differenzierte Verwertungen der Koppelprodukte (Abfuhr bzw. Einarbeitung) untersucht -Intensitätsgrad der Produktion: - in Abhängigkeit vom angestrebten Ertragsniveau und unter Berücksichtigung der strukturbedingten Anfallmengen organischer Dünger wird die Intensität der mineralischen N-Düngung an differenzierte Ertragsziele angepaßt; - Alternativszenarien (Verlängerung der Fruchtfolgen; Biologisch-Dynamischer Anbau; Intensivierung Marktfrucht; etc. 3. Expertensystem zur Generierung von Fruchtfolgen

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten für die Anwendung von CANDY liegen in der Anwendung in einem wirklich praxisrelevanten Bearbeitungsmaßstab (z.B. 1:10.000). Hierfür ist eine maßstäbliche Stufung des Datenmodells möglich.

Denkbar ist für das Kerngebiet eine Konkretisierung von CANDY im Maßstab 1:10.000, wofür jedoch umfangreiche (bodenkundliche) Vorarbeiten notwendig sind. Allerdings liegen hier durch verschiedene UFZ-Projekte mit den
-Fruchtfolgeinformationen des Barnstädter Betriebes

- der Biotoptypenkarte 1:10.000
- den Bodenschätzungskarten 1:10.000
- dem digitalen Geländemodell 1: 10.000/25-m-Raster
- u.a. Informationen

gute Voraussetzungen vor, die die räumliche Heterogenität (der Bodendecke) stärker zu berücksichtigen und einen direkten Anwendungsbezug herzustellen, der auch für planerische Fragestellungen relevant ist.

7. Literatur:

- BÖNING (1996): Betriebsdaten Milzau
 BÖNING (1997): Betriebsdaten Barnstädt
 KÜHN, D. (1982): Typisierung landwirtschaftlicher Nutzflächen nach Maßnahmen zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit unter besonderer Berücksichtigung ihres Einflusses auf die natürliche Ausstattung. Diss. Halle.
 KÜHN, D. (1989): Bearbeitungstypen landwirtschaftlicher Nutzflächen. Petermanns Geographischen Mitteilungen 1/1989, S. 23-36
 LANDGESELLSCHAFT SACHSEN-ANHALT (1995): Agrarstrukturelle Vorplanung „Querfurter Platte“.
 REIBNITZ, U. v. (1992): Szenario-Technik. Wiesbaden, 2. Aufl.
 SACHSEN-ANHALT (1993): Landesentwicklungsbericht 1993
 SACHSEN-ANHALT (1996): Landesentwicklungsbericht 1996